

Vol. 8. N° 01. Año 2018 ISSN 2711-4260



REVISTA
AGUNKUYÂA

Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas

AREANDINA

Fundación Universitaria del Área Andina
Facultad de Ingeniería y Ciencias Básica

AGUNKUYÂA

Volumen 1, 2018

ISSN: 2711-4260



AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Pablo Oliveros Marmolejo †

Gustavo Eastman Vélez

Miembros Fundadores

Diego Molano Vega

**Presidente de la Asamblea General y
Consejo Superior**

José Leonardo Valencia Molano

Rector Nacional y Representante Legal

Martha Patricia Castellanos Saavedra

Vicerrectora Nacional Académica

Ana Karina Marín Quirós

**Vicerrectora Nacional de Experiencia
Areandina**

María José Orozco Amaya

**Vicerrectora Nacional de Planeación y
Calidad**

Darly Escorcía Saumet

**Vicerrectora Nacional de Crecimiento y
Desarrollo**

Erika Milena Ramírez Sánchez

**Vicerrectora Nacional Administrativa y
Financiera**

Felipe Baena Botero

Rector - Seccional Pereira

Gelca Patricia Gutiérrez Barranco

Rectora - Sede Valledupar

María Angélica Pacheco Chica

Secretaria General

Los textos publicados en esta revista pueden ser reproducidos citando siempre la fuente. Todos los contenidos de los artículos publicados son responsabilidad exclusiva de sus autores, y no reflejan la opinión de la Fundación Universitaria del Área Andina.

Volumen 1, 2018

ISSN: 2711-4260

Fundación Universitaria del Área Andina

Transv 22 Bis No. 4-105

Valledupar, Cesar

Contenido

Revista Agunkuyâa

Valledupar, Cesar

Volumen 1, páginas 1 a 83, 2018

- 5 | Análisis de la variabilidad del peso de los ladrillos y la importancia de estos parámetros para la producción en la ladrillera Las Casitas, Valledupar-Cesar

Luis Quintero / O. Cantillo / Dilan Robles

- 21 | Aprovechamiento de los lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales como materia prima en la industria de la construcción: revisión bibliográfica

Luis Araujo /Sandra Molina/Leidi Noguera

- 29 | Estudio de la explotación artesanal en el lecho del río Cesar en el sector norte de Guacoche-Guacochito

Calixto Ortega/Dino Manco/Elías Rojas

- 43 | Evaluación del manejo de dos tipos de suelos del departamento del Cesar a través de áreas homogéneas de tierra

Luis Díaz/Neill Hamburger

- 60 | Plan de manejo ambiental de la mina Hornical en el municipio de Distracción, La Guajira

Daniel Cotes/Hernán Correa/Johan Ricardo/Enrique Soto/Daniela Torres

- 74 | Estudio de las estrategias para mitigar las venas abiertas fruto de la extracción de la roca caliza en el departamento del Cesar

Martha Lucía Mendoza Castro/Johana Cecilia Peláez Aguirre

Análisis de la variabilidad del peso de los ladrillos y la importancia de estos parámetros para la producción en la ladrillera Las Casitas, Valledupar-Cesar

Luis Quintero¹, O. Cantillo², Dilan Robles³

Resumen

El principal motivo de nuestra investigación es la necesidad de una mejor organización a las entidades mineras del departamento del Cesar, nos enfocamos en la concepción de Las Casitas a través de un análisis detallado del peso de los ladrillos y la resistencia que tienen al ser sometidos a un proceso de compresión, empezando por un diagnóstico general para determinar las falencias, virtudes y características del proceso de elaboración del ladrillo. Debido a las falencias presentadas en la homogeneidad del producto decidimos llevar a cabo esta investigación. Fue importante para nosotros estudiar sobre los aspectos técnicos en relación con la producción.

Palabras claves: alfareros, azadones, compresión, concesión, deformación, explotación, hornos, Pit, resistencia.

¹Ingeniero agroindustrial, docente del programa Ingeniería Geológica de la Fundación Universitaria del Área Andina sede Valledupar, Colombia. Correo: lquintero34@areandina.edu.co

²Estudiantes de Ingeniería Geológica de la Fundación Universitaria del Área Andina sede Valledupar, Colombia. Correo: ocantillo3@estudiantes.areandina.edu.co

³Estudiantes de Ingeniería Geológica de la Fundación Universitaria del Área Andina sede Valledupar, Colombia. Correo: drobles6@estudiantes.areandina.edu.co

Introducción

La producción de ladrillo artesanal en la ladrillera Las Casitas, municipio de Valledupar, es de muy bajo nivel técnico, sin ningún tipo de maquinaria, ni estandarización de procesos, ni registros de ningún tipo. Por lo tanto, el producto no es normalizado y esto conlleva a que la producción no tenga la calidad ideal. Esto es un problema para la industria de la construcción, ya que no hay claridad en las características técnicas y especificaciones del ladrillo y puede influir en la calidad de las edificaciones.

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea el uso de un método sencillo que nos ayude a deducir que tan homogéneo sale el producto final, teniendo en cuenta que la elaboración del producto es totalmente artesanal y sin ningún nivel tecnológico. El peso de los ladrillos como indicador de la homogeneidad del producto puede mostrar que las unidades no son homogéneas, dando diferencias grandes en el peso de los ladrillos entre el mismo horno y entre varios hornos dentro de la ladrillera Las Casitas, este método es rápido, las mediciones del peso de los ladrillos son tomadas en campo de manera ágil y con una precisión de 0,01 kg, que ha sido suficiente para definir las variaciones del peso.

Los ladrillos deben presentar variaciones grandes en el peso entre una unidad productiva y otra dentro de la misma ladrillera debido a que la técnica de fabricación es totalmente manual, sin procedimientos de control de la homogeneidad del producto.

Todo producto industrial requiere de una estandarización, para tener un producto de calidad que garantice al cliente su máximo aprovechamiento y le dé garantías de que todas las unidades producidas tengan las mismas características o especificaciones técnicas. Esto es importante porque la industria artesanal debe competir con industrias de bloques mecanizadas, frente a las que se ve en desventaja por la calidad y mala estandarización de su producto.

Con esta investigación se inicia la caracterización de los ladrillos producidos artesanalmente, que puede aportar luces sobre la futura estandarización de los procesos para su elaboración.

Se puede encontrar en los datos recolectados que el proceso de elaboración del ladrillo utilizado en Las Casitas es de manera artesanal, es decir, que se realiza de manera empírica, según el cocimiento de los alfareros. Además, se comprobó que la resistencia de los la-

drillos ante el esfuerzo producido por la compresión no supera los 5 Mpa. Según lo planteado por la NTC 4205 (Norma Técnica Colombiana, 2011), se debe considerar como el defecto principal el no cumplimiento de la resistencia. Se concluyó que en esta cantera no tienen ningún fundamento teórico para elaborar el ladrillo de manera óptima; por tal razón, los ladrillos no cumplen con los parámetros de resistencia establecidos en la NSR98 (Norma Sismo Resistente Colombiana, 1998).

Materiales y métodos

Nos apoyamos en los reglamentos de elaboración propuestos por González (2008) para organizar la información, en la que se muestran los pasos del proceso de elaboración de manera detallada.

El sistema de explotación de la concesión es a cielo abierto y el método empleado es mediante banco único descendentes con alturas de, aproximadamente, uno a dos metros, aunque por su desorganización se pudieron ver bancos aproximadamente de cinco a diez metros, en los cuales se evidenció que no llevan una secuencia lógica para la extracción de material.



Figura 1. Frente de explotación de mina Las Casitas.

Fuente: elaboración propia.

Este arranque del material es realizado manualmente, proceso para el cual se utilizan azadones y palas; al material extraído se le vierte agua y con la pala se voltea, a la vez que se le añade el cisco de arroz o de arena, aditivo que le brinda mayor consistencia a la mezcla y ayuda a que el ladrillo no se fracture durante las etapas de secado y cocción. Para la maduración de la mezcla se deja reposar por 24 horas, con el agua suficiente y la cantidad necesaria que se tenga establecida.



Figura 2. Extracción manual de arcilla
Fuente: elaboración propia.

Este moldeo se realiza manualmente y consiste en rellenar con la mezcla del material arcilloso un espacio delimitado por un rectángulo de madera (molde), compactándola con las manos para que tome la forma con las dimensiones siguientes: longitud 28 cm, profundidad 14 cm, alto 8 cm. Estos moldes son lavados con agua, para que el ladrillo terminado deslice fácilmente y no se adhiera a la madera. Esta actividad se lleva a cabo en los patios, en los que se forman hileras que cubren la superficie establecida para tal fin; allí duran 24 horas hasta que se compacta la mezcla; luego, se alisa (raspar con un cuchillo las superficies irregulares del ladrillo).



Figura 3. Moldeo para la elaboración del ladrillo
Fuente: elaboración propia.

El secado es realizado al aire libre, el cual demora dependiendo de la época; un tiempo de diez días para invierno y cinco días para verano. Los ladrillos van uno encima de otro, formando hileras, ubicados en forma transversal la hilera de arriba con respecto a la de abajo, alcanzando una altura aproximada de 1,2 metros, para que no haya fractura de los ladrillos en la parte inferior.



Figura 4. Secado del ladrillo
Fuente: elaboración propia.

La cocción de los ladrillos en el área de explotación se lleva a cabo en los hornos tipo pampa y se utiliza como combustible generalmente la leña; la frecuencia de quema varía en función de las condiciones meteorológicas y necesidades económicas del explotador.

La cocción de los ladrillos se produce en, aproximadamente, 48 horas. Cada horno tiene dimensiones variables. El combustible es suministrado por los carros cargadores de ladrillos que ha-

cen cambio de materiales (ladrillos por leñas) con los dueños de los diferentes hornos.

Para mantener homogéneo el suministro de combustible se requiere alimentar por ambos lados de la siguiente manera: se enciende de un lado, este se encuentra destapado mientras que el lado opuesto se encuentra sellado con ladrillos y mezcla de material arcilloso; cuando se observa que la candela llega a la parte superior del horno, se sella de este lado y se descubre el otro; el tiempo que tarda este proceso es lo que se conoce como tiempo de quema. El tiempo de quema demora aproximadamente 36 horas.



Figura 5. Horno tipo pampa para la cocción del ladrillo

Fuente: elaboración propia.

Una vez cocido y reposado el ladrillo se desarma los hornos, esta actividad es realizada por dos o tres

personas en promedio, quienes con ayuda de una escalera inician retirando la tapa del horno, posteriormente quitan la camisa del horno que se refiere a toda la estructura del ladrillo del horno que anteriormente fue sellado con arcilla. Luego apilan los ladrillos cocinados para su posterior entrega.

También se establece el número total de unidades cocinadas y de unidades perdidas por mala cocción o preparación.

Una vez clasificado los ladrillos tienen dos destinos:

Los ladrillos son apilados y organizados a la espera de un comprador.



Figura 6. Clasificación de ladrillos

Fuente: fotografía del autor.

- Los ladrillos que se han vendido antes de la cocción son cargados directamente del horno al vehículo que los transporta.



Figura 7. Cargue de ladrillos
Fuente: elaboración propia.

La producción mensual es de 67 500 ladrillos, que corresponde a la población total (Fuente: Junta de Acción Comunal Las Casitas, 2006).

Se midió el peso de diez ladrillos en los seis hornos más representativos, para un total de sesenta ladrillos como muestra representativa.

Tipos de muestreo

Se plantean dos técnicas de trabajo:

1. Un análisis cuantitativo por muestreo estadístico aleatorio estratificado del peso de los ladrillos en diferentes unidades y sectores de la ladrillera.

2. Recolección de datos a través de cuestionario, que consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables, en este caso realizar el análisis de la percepción de los trabajadores sobre el parámetro del peso y su influencia en el proceso de fabricación de los ladrillos.

Muestreo aleatorio estratificado del ladrillo

Se divide la población en grupos en función de un carácter determinado y después se muestrea cada grupo aleatoriamente para obtener la parte proporcional de la muestra. Este método se aplica para evitar que por azar algún grupo de individuos esté menos representado que los otros.

Como primera técnica de muestreo se dividió la población de manera estratificada según el área en dos sectores, y dentro de ellos se escogieron seis hornos representativos para escoger la muestra aleatoriamente en cada uno de estos hornos, aproximadamente diez ladrillos por horno.



Figura 8. Horno en el que se ubican 10 000 ladrillos de los cuales se escogieron 10 de manera aleatoria
Fuente: elaboración propia.



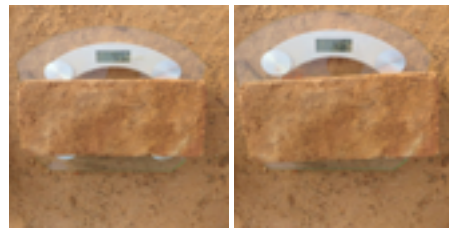
Figura 9. Proceso de pesaje de la muestra aleatoria tomada en el horno escogido estratificadamente
Fuente: elaboración propia.

Para la medición del peso de los ladrillos se utilizó una balanza digital comercial, marca Kenwell, fabricada en acero inoxidable, vidrio templado y plástico, con las siguientes características técnicas:

- Capacidad: 150 kg
- División: 100 gr
- Mecanismo: electrónico
- Material: vidrio templado y acero
- Plataforma de vidrio templado de 6mm
- Pantalla LCD de 52 x 24 mm
- Encendido/apagado automático
- Funciona con pila 3V CR2032
- Indicador de sobrecargaIndicador de batería baja”. (Biomed.com)



Figura 10. Instrumento de medición: Báscula.
Fuente: fotografía tomada de página web de Badecol.



Figuras 11 y 12. Proceso de pesaje de las muestras.
Fuente: elaboración propia.



Figuras 13 y 14. Proceso de pesaje de las muestras.

Fuente: elaboración propia.

Recolección de datos a través de cuestionario

Consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables, en este caso realizar el análisis de la percepción de los trabajadores sobre el parámetro del peso y su influencia en el proceso de fabricación de los ladrillos.

Se realizó un cuestionario de nueve preguntas abiertas, diseñadas estratégicamente; siguiendo las indicaciones de Corral (2010), se ubicaron las preguntas de la siguiente manera:

Información de identificación

Pregunta 1. ¿Cómo se llama el dueño del horno?

Información básica

Pregunta 2. ¿Cuántos trabajadores hay en el horno? El objetivo de esta pregunta es definir el tamaño de empleados en la unidad productiva.

Pregunta 3. ¿Cuál es la producción por quema de ladrillo? El objetivo era conocer la producción real de la unidad productiva.

Pregunta 4. ¿En la última quema cuantos ladrillos hicieron? El objetivo era conocer la producción más cercana en el momento de tomar la muestra.

Pregunta 5. ¿Qué tipo de molde utilizó para el ladrillo? El objetivo era conocer las características físicas técnicas para la elaboración del ladrillo.

Pregunta 6. ¿Conoce usted cuánto pesa el ladrillo? El objetivo era conocer la percepción del peso del ladrillo que tiene el fabricante.

Pregunta 7. ¿Todos los ladrillos salen con la misma característica o varían? El objetivo era saber si el fabricante tenía idea de la estandarización de las características del ladrillo.

Pregunta 8. ¿Usted cree que el peso del ladrillo es importante para su producto? El objetivo era conocer la percepción del fabricante acerca de la importancia del peso del ladrillo.

Pregunta 9. ¿Cuántos ladrillos se dañan por quema? El objetivo era saber cuántos ladrillos se dañan o son desperdiciados en el proceso de su elaboración.

El tipo de cuestionario utilizado fue un cuestionario oral o verbal a través de la entrevista personal o cara a cara, en la que nosotros como entrevistadores aplicamos el instrumento y registramos las respuestas.



Figura 15. Recolección de datos a través de cuestionario

Fuente: elaboración propia.

Resultados

Una vez tomados los datos en campo, se digitaron en Microsoft Excel, generando la siguiente tabla organizada por el número de horno, los datos de peso están expresados en kilogramos.

Tabla 1. Datos del muestreo

Horno 1	Horno 2	Horno 3	Horno 4	Horno 5	Horno 6
4,9 Kg	5,5 Kg	4,7 Kg	3,8 Kg	4,8 Kg	5,8 Kg
5,3 Kg	5,1 Kg	4,8 Kg	3,7 Kg	4,5 Kg	5,4 Kg
5,8 Kg	5,2 Kg	4,9 Kg	3,2 Kg	4,6 Kg	5,5 Kg
5,3 Kg	5,4 Kg	4,5 Kg	3,3 Kg	4,7 Kg	5,5 Kg
4,8 Kg	5,0 Kg	4,6 Kg	3,8 Kg	4,8 Kg	5,6 Kg
4,9 Kg	4,9 Kg	4,8 Kg	3,5 Kg	4,5 Kg	5,2 Kg
4,6 Kg	5,4 Kg	4,7 Kg	3,4 Kg	4,5 Kg	5,4 Kg
5,5 Kg	5,3 Kg	4,9 Kg	3,6 Kg	5,0 Kg	5,0 Kg
5,2 Kg	5,4 Kg	4,8 Kg	3,7 Kg	5,2 Kg	5,6 Kg
5,1 Kg	4,5 Kg	4,7 Kg	3,5 Kg	4,8 Kg	5,9 Kg

Fuente: elaboración propia

A los datos anteriores se les calculó el promedio del peso de los ladrillos por cada horno, la desviación estándar y la varianza, mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 2. Análisis estadísticos de los datos

HORNO	número de ladrillos	Promedio de peso Kg	Desv. de peso	Var de peso
1	10	5,0	0,3601	0,0943
2	10	5,2	0,3667	0,0934
3	10	4,5	0,2005	0,0410
4	10	3,5	0,2348	0,0551
5	10	4,8	0,2408	0,0579
6	10	5,4	0,1894	0,0351
Total general	60	4,7	0,6571	0,1618

Fuente: elaboración propia.

El promedio general del peso de todos los ladrillos es de 4,7 kg, sin embargo, existen variaciones significativas del peso promedio en los seis hornos. Se resalta que el horno cuatro tiene un promedio de 3,5 kg como valor mínimo promedio y el horno seis tiene un promedio de 5,4 kg como valor máximo promedio. Notamos, entonces una diferencia de casi 2 kg entre estos dos hornos, que corrobora la hipótesis de trabajo en la cual planteamos que el peso presenta variaciones grandes (ver tabla 2).

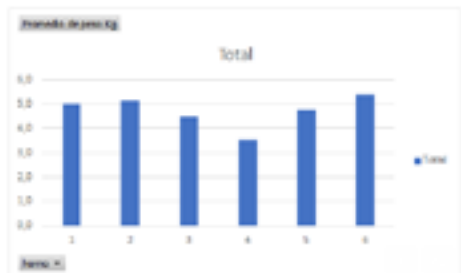


Figura 16. Gráfico de barras del promedio de peso para cada uno de los seis hornos
Fuente: elaboración propia



Figura 18. Gráfico de cajas y bigotes de los datos estadísticos
Fuente: elaboración propia

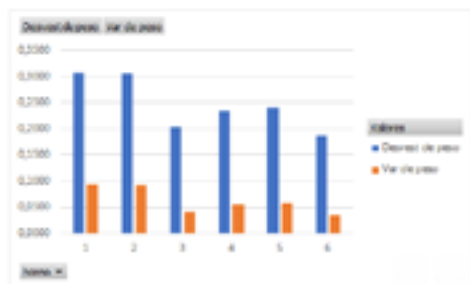


Figura 17. Gráfico de barras de la desviación estándar y varianza
Fuente: elaboración propia

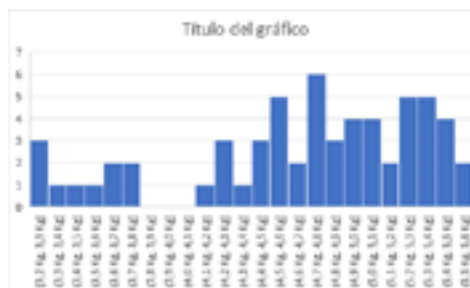


Figura19. Distribución normal de los datos
Fuente: elaboración propia

En cuanto a los datos de desviación y variación estándar, nos arroja que el horno seis presenta los valores más bajos, esto nos quiere decir que los ladrillos de esta unidad no presentan tanta variabilidad como las otras unidades. Los hornos uno y dos presentan más variabilidad (ver figura 10).

Después de realizar el proceso de muestreo y de los pesos de los ladrillos, sometimos los ladrillos promedios a una prueba de compresión para medir su resistencia y obtuvimos los siguientes datos:

Tabla 3. Datos del proceso de resistencia

peso	kN	area cm2	Pa *10Exp4	Mpa
4873	154	397,6	387,32394	3,8732394
5066	72,7	375,38	193,67041	1,9367041
5027	166	368,28	450,744	4,50744
5457	66,5	382,26	173,96536	1,7396536
5304	113,16	356,4	317,50842	3,1750842
4732	101,18	353,6	286,14253	2,8614253
4804	104,47	372,6	280,38111	2,8038111
4935	106,16	382,2	277,76033	2,7776033

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Datos de la desviación estándar y varianza

	compresion	peso
desv estandar	0,9164056	248,43611
varianza	0,8397993	61720,5
promedio	2,9593701	5024,75

Fuente: elaboración propia

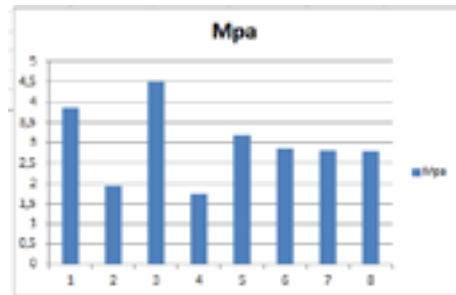


Figura 21. Distribución de resistencias

Fuente: elaboración propia

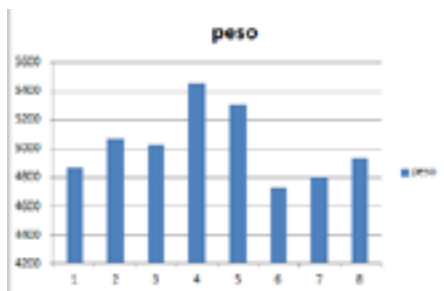


Figura 20. Distribución del peso en el proceso de resistencia

Fuente: elaboración propia

Una vez obtuvimos los datos de la compresión, concluimos que el peso de los ladrillos no influye directamente con la resistencia de los ladrillos, deducimos que la resistencia de las unidades se ve afectada por otros factores, como la compactación de la mezcla y alguna alteración la elaboración normal de los ladrillos.

Los resultados del cuestionario para cada una de las preguntas son los siguientes:

Pregunta 1. ¿Cómo se llama el dueño del horno?

Respuestas

Horno 1: Armando Salinas

Horno 2: Francisco Rincón

Horno 3: Heriberto Hinojosa

Horno 4: Omar Campo

Horno 5: Claudio Martínez

Horno 6: José Carrillo

Pregunta 2. ¿Cuántos trabajadores hay en el horno?

Respuestas

Horno 1: dos trabajadores

Horno 2: dos trabajadores

Horno 3: un trabajador

Horno 4: tres trabajadores

Horno 5: dos trabajadores

Horno 6: dos trabajadores

Pregunta 3. ¿Cuál es la producción por quema de ladrillo?

Respuestas

Horno 1: 11 000 unidades

Horno 2: 10 000 unidades

Horno 3: 10 000 unidades

Horno 4: 13 500 unidades

Horno 5: 10 000 unidades

Horno 6: 13 000 unidades

Pregunta 4. ¿En la última quema cuantos ladrillos hicieron?

Respuestas

Horno 1: se hicieron 12 000 ladrillos

Horno 2: se hicieron 9 000 ladrillos

Horno 3: se hicieron 9 500 ladrillos

Horno 4: se hicieron 13 000 ladrillos

Horno 5: se hicieron 10 500 ladrillos

Horno 6: se hicieron 13 500 ladrillos

Pregunta 5. ¿Qué tipo de molde utilizo para el ladrillo?

Respuestas

Horno 1: alto 8 cm; ancho 15 cm; largo 28,5 cm

Horno 2: alto 8 cm; ancho 15 cm; largo 28,5 cm

Horno 3: alto 8 cm; ancho 15 cm; largo 28 cm

Horno 4: alto 8 cm; ancho 15 cm; largo 28 cm

Horno 5: alto 8 cm; ancho 15 cm; largo 28,5 cm

Horno 6: alto 8 cm; ancho 15 cm; largo 28,5 cm

Pregunta 6. ¿Conoce usted cuánto pesa el ladrillo?

Respuestas

Horno 1: los ladrillos tienen un peso de 5 kg

Horno 2: no conoce, aproximadamente 4 kg

Horno 3: no sabe

Horno 4: 4,5 kg depende, hay hornos en los que la arcilla pesa más y los ladrillos de 5 kg

Horno 5: 5 kg, aproximadamente

Horno 6: cada ladrillo pesa 5 kg.

Pregunta 7. ¿Todos los ladrillos salen con la misma característica o varían?

Respuestas

Horno 1: varían, mal quemados, original, se parten mucho, tamaño.

Horno 2: salen iguales

Horno 3: casi siempre de 28,5 cm de largo, 8 cm alto, 15 cm de ancho.

Horno 4: sí, la mayoría

Horno 5: lo ideal es que salgan iguales

Horno 6: lo mejor es que salgan iguales, debido a que es un proceso manual no salen todos iguales, la idea es disminuir el margen de error y que todos salgan casi con las mismas características.

Pregunta 8. ¿Usted cree que el peso del ladrillo es importante para su producto?

Respuestas

Horno 1: sí, porque, entre más pesa, más sufre el trabajador.

Horno 2: sí, para su mejor manejo

Horno 3: no tan importante, porque para venderlo no lo pesan.

Horno 4: sí, ya que los camiones tienen un límite para el peso.

Horno 5: es importante para ser transportado, son más fáciles los livianos.

Horno 6: aunque para venderlos no es pesado previamente, pero sí pienso que entre más liviano más fácil para nosotros poder moverlos.

Pregunta 9. ¿Cuántos ladrillos se dañan por quema?

Respuestas

Horno 1: no conozco ese dato

Horno 2: no conozco ese dato

Horno 3: 40 ladrillos, aproximadamente

Horno 4: no conozco la cantidad

Horno 5: 50 ladrillos

Horno 6: más o menos 20 ladrillos

Discusión de resultados

No se observó ninguna diferencia en las técnicas de fabricación entre los hornos, todos siguen el mismo procedimiento, el mismo tipo de molde artesanal de madera, se infiere que la variación del peso promedio de los ladrillos de cada unidad no depende del método de fabricación, sino de otros factores como las características físico químicas de la materia prima, en este caso la arcilla.

Sin duda alguna, independientemente del horno y del sector en el que se ubica, sí existen variaciones en el peso de los ladrillos que se evidencian en los valores altos de desviación estándar y varianza.

Se hace notar que el horno seis produce ladrillos con menor desviación en el peso, lo que nos dice que son ladrillos mejores estandarizados, sin embargo, a primera vista no se aprecia diferencia de elaboración con las otras unidades, se infiere que es debido a la habilidad y experiencia que presenta el trabajador, ya que el horno es de mayor capacidad y la producción es mayor en comparación con los otros hornos.

En cuanto a la apreciación de los ladrilleros, la encuesta realizada establece lo siguiente:

- El peso no es tenido en cuenta para la comercialización del producto en la ladrillera, solo se tienen en cuenta las dimensiones.
- De los seis hornos encuestados, cuatro nos dicen que la importancia del peso del ladrillo radica en la facilidad para acarrearlo y transportarlo.
- Existe la creencia entre ellos que el peso del ladrillo depende del “peso de la arcilla”, aspecto que entendemos como la posible diferencia de la densidad del material arcilla entre un sector y otro.

Una vez obtuvimos los datos de la compresión concluimos que el peso de los ladrillos no influye directamente con la resistencia de los ladrillos, deduci-

mos que la resistencia de las unidades se ve afectada por otros factores, como la compactación de la mezcla y alguna alteración la elaboración normal de los ladrillos.

Conclusiones

Para concluir, las técnicas que utilizan los alfareros en el proceso de elaboración del ladrillo son las mismas en cada uno de los hornos, todos siguen el mismo procedimiento, el mismo tipo de molde artesanal de madera, se infiere que la variación del peso promedio de los ladrillos de cada unidad depende de las características físicas y químicas de la arcilla.

Se evidencian variaciones en el peso de los ladrillos en los valores altos de desviación estándar y varianza.

Se hace notar que el horno seis produce ladrillos con menor desviación en el peso, lo que nos dice que son ladrillos mejores estandarizados, sin embargo, a primera vista no se aprecia diferencia de elaboración con las otras unidades, se infiere que es debido a la habilidad y experiencia que presenta el trabajador, ya que el horno es de mayor capacidad y

la producción es mayor en comparación con los otros hornos.

De la opinión de los trabajadores se concluye que el peso del ladrillo no es tenido en cuenta para la comercialización del producto en la ladrillera, solo se tienen en cuenta las dimensiones, de los seis hornos encuestados, cuatro nos dicen que la importancia del peso del ladrillo radica en la facilidad para acarrearlo y transportarlo. Existe la creencia entre ellos que el peso del ladrillo depende del “peso de la arcilla”, aspecto que entendemos como la posible diferencia de la densidad del material arcilla entre un sector y otro.

Se propone a la ladrillera tener parámetros claros de control para la elaboración de los ladrillos, es decir, estandarizar el proceso, para que todo el producto salga con la misma calidad.

Una vez obtuvimos los datos de la compresión concluimos que el peso de los ladrillos no influye directamente con la resistencia de los ladrillos, deducimos que la resistencia de las unidades se ve afectada por otros factores, como la compactación de la mezcla y alguna alteración la elaboración normal de los ladrillos.

Referencias

- Corral, Y. (2010). Diseño de cuestionarios para recolección de datos. *Revista Ciencias de la Educación*, 20(36).
- JAC de Las Casitas. (2006). Informe final de exploración y plan de trabajo y obras. Contrato de concesión 0175-20. Documento interno, Valledupar, Colombia.
- González, F. (2008). *Proceso de fabricación del ladrillo*. Puebla, México: Universidad Politécnica de Puebla, Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.
- Norma Técnica Colombiana (NTC 4205). Primera actualización, 2011. Bogotá, D.C.
- Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR98.

Aprovechamiento de los lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales como materia prima en la industria de la construcción: revisión bibliográfica

Luis Araujo¹, Sandra Molina², Leidi Noguera³

Resumen

En los últimos años el campo de la construcción ha tenido un desarrollo acelerado, lo que se ha traducido en un incremento de la cantidad de aguas residuales domésticas y que producto de sus tratamientos se generan lodos a los que se les puede buscar un uso alternativo con el fin de mitigar los impactos ambientales que estos generan. La disposición adecuada de estos lodos está adquiriendo cada vez más relevancia, pues son provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales y poseen características muy diversas, además de específicas; es por esto que a lo largo de los últimos años se han encontrado propuestas concretadas sobre el aprovechamiento de estos biosólidos en el campo de la construcción. Este trabajo se concentra en describir y mostrar el estado de arte en cuanto a los logros alcanzados por diversos estudios realizados en pro de aprovechar de forma acertada los lodos generados en las plantas como materia prima para la fabricación de ladrillos elaborados de arcilla.

Palabras clave: ambientales, arcilla, biosólidos, ladrillos, lodo.

¹Ingeniero de minas, docente del programa Ingeniería de Minas de la Fundación Universitaria del Área Andina sede Valledupar. Correo: laraujo@areandina.edu.co

²Ingeniera de minas, docente del programa Ingeniería de Minas de la Fundación Universitaria del Área Andina sede Valledupar. Correo: smolina17@areandina.edu.co

³Estudiante del programa Ingeniería de Minas de la Fundación Universitaria del Área Andina sede Valledupar. Correo: lnoguera4@estudiantes.areandina.edu.co

Introducción

“Los lodos de aguas residuales y de algún proceso industrial son considerados como residuos peligrosos, que demandan tratamiento y manejo especial desde el punto de vista ambiental y sanitario”. (Ubaque et al., 2013).

La gestión de lodos es uno de los problemas ambientales más asociados al tratamiento de aguas residuales. La problemática fundamental relacionada con los lodos tiene su origen en que en la mayoría de los casos hay un residuo que gestionar, por tal motivo se hace necesario buscar una alternativa de uso final con el fin de reducir la cantidad generada anualmente en la planta de tratamiento de aguas residuales. Existe la posibilidad de utilizar estos lodos en combinación con las arcillas de cerámicas explotadas por las unidades de producción que brinden la alternativa más viable y acertada en cuanto a especificaciones de combinación.

Los beneficios de utilizar lodos como mezclas para la obtención de ladrillos se evidencian en la disminución de la cantidad de estos en la laguna de sedimentación, como se había mencionado anteriormente; así mismo, se busca

disminuir los impactos que se generan por estos lodos, pues haciendo referencia a lo mencionado en el primer párrafo de esta introducción.

En algunos países como Colombia y México se han adelantado estudios en los cuales se evidencia el beneficio del tratamiento y utilización de los lodos productos de tratamientos de aguas residuales en el campo de la elaboración de ladrillos con arcilla, específicamente en el área de la construcción, además existen diversas combinaciones de los lodos con las arcillas para otras aplicaciones. De esa forma, este estudio se centra en el aprovechamiento de los lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales del municipio de Valledupar, con el fin de que puedan ser utilizados para la fabricación de ladrillos.

Antecedentes

Se tiene a continuación un breve resumen de estudios ordenados por año (primero los más antiguos) realizados para determinar el beneficio y factibilidad de usar los lodos como materia prima en la fabricación de ladrillos en combinación con la arcilla.

Ortiz, Gutiérrez y Sánchez (1995)

plantearon una propuesta de manejo de los lodos residuales de la planta de tratamiento de la ciudad industrial del Valle de Cuernavaca, Estado de Morelos, México, estos afirman que los lodos producidos diariamente en la planta son aproximadamente en proporción de veinte toneladas y que durante más de quince años se dispusieron en los alrededores de la planta y que actualmente se envían a un relleno sanitario ubicado en el occidente del estado de Morelos, que no cumple con los requisitos de la legislación Mexicana.

Grajales, Monsalve y Castaño (2006)

formularon un programa de manejo integral de los lodos generados en la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad Tecnológica de Pereira, con el cual se buscó convertir el lodo en un material útil que pudiera ser incorporado dentro de las áreas verdes de la Universidad.

Hernández et al (2006)

evaluaron el uso de lodos aluminosos como agregado en la fabricación de ladrillos cerámicos, aprovechando la

composición química de estos lodos estabilizándolos e inmovilizando sus elementos tóxicos, estos autores afirmaron que la composición mineralógica, tamaño de partículas y la plasticidad de los lodos generados por la planta de potabilización de la ciudad de Pereira, eran un material no apto para ser empleados como agregados en la fabricación de ladrillos cerámicos.

Debido a lo anterior, se recomendó sustituir la arena por lodos aluminosos para la fabricación de los ladrillos en valores superiores al 50%, lo que permitió verificar que al incrementar el porcentaje de lodos la absorción de humedad aumentaría, afectando la resistencia de los ladrillos, mientras que las unidades experimentales que contenían menos del 40% de lodos aluminosos arrojaban una resistencia, la cual cumplía con lo establecido la Norma Técnica Colombiana NTC 4205 para unidades de mampostería no estructural.

Quinchía, Valencia y Giraldo (2007)

realizaron un estudio cuyo foco principal fue el uso de lodos provenientes de la industria papelera en la elaboración de paneles prefabricados para la construcción, este trabajo consistió

en la elaboración de paneles prefabricados como elementos no estructurales para la construcción, a partir del aprovechamiento de los lodos residuales del tratamiento de las aguas servidas de la industria papelera.

En esta investigación se realizaron tres mezclas en relación con el contenido de yeso, es decir, las diferentes mezclas de yeso y lodo obedecían a un patrón muy ordenado, se observaron 10:90, 15:85 y 20:80.

La fábrica Cedal S.A. (2012) en Ecuador determinó la viabilidad de utilizar lodos residuales en diversas proporciones y composiciones con el fin de reemplazar porcentualmente las materias primas originales empleadas en la fabricación de ladrillos. Se emplearon los siguientes componentes en las unidades prueba: caolín, arcilla, diatomita y lodo, estos lodos en base seca y húmeda, haciendo variaciones en los porcentajes de lodo entre el 10% y el 40% para los ladrillos, mientras que para los adoquines la variación de lodos fue entre el 10% y el 20%, empleando adicionalmente arena, chispa, piedra y cemento.

Las muestras que se pudieron someter a los ensayos de compresión fueron aquellas que contenían lodo en un por-

centaje del 10%, arrojando una resistencia a la compresión de 46 kg/cm², los cuales, según la norma NTE INEN 297:78, cumplen con los requisitos para ladrillos huecos de tipo E. Con base en los resultados, la empresa recomendó que para la elaboración de ladrillos empleando lodos húmedos estos deben ser sometidos a un proceso de secado con el fin de minimizar el contenido de humedad.

García-Ubaque, García-Vaca y Vaca-Bohórquez (2013)

realizaron un análisis donde se presentaron resultados de un estudio piloto de lixiviación de metales de piezas cerámicas elaborados con mezclas de arcillas y lodos provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de la planta ensamble de G.G. Colmotores en Bogotá (Colombia), estos autores afirman que con los resultados obtenidos se muestra que existe afinidad entre la arcilla y el tipo de lodo utilizado y que los ladrillos fabricados con mezclas de arcilla y lodo respectivamente 99:1, 95:5, 90:10, 80:20 y 60:40, presentan bajos niveles de lixiviación. Se encuentra que la proporción de mezcla que permite la mayor remoción para todos los

metales considerados es 95:5 de arcilla y lodo respectivamente.

Camargo (2013) determinó la factibilidad de emplear los lodos residuales de la PTAR del municipio de Chinavita, para esto se desarrollaron análisis agronómicos, contenidos de metales pesados y análisis microbiológicos para ser evaluados y comparados según la norma EPA 40 CFR parte 503, la cual establece alternativas para la estabilización química, empleando cal y digestión anaerobia para lograr la estabilización biológica. Los resultados obtenidos por los análisis desarrollados, establecieron que el posible uso que se le puede dar a estos lodos residuales esta direccionado a emplearse como enmienda orgánica para mejorar propiedades físicas y biológicas de suelos, ya que estos lodos cumplen con los valores permisibles para ser empleados como abonos orgánicos debido a su contenido de metales pesados, pH y materia orgánica presente en los mismos.

Bermeo e Idrovo (2014) publicaron un estudio titulado *Aprovechamiento de lodos deshidratados generados en plantas de tratamiento de agua potable y residual como agregado para materiales de construcción*, ellos realizaron análisis complementarios de dicho documento donde analizaron lodos procedentes

de las Laguna de Estabilización ubicadas en Ucubamba y parte integrante del sistema de tratamiento de las aguas residuales domesticas de la ciudad de Cuenca-Ecuador, además de los lodos procedentes de las operaciones de potabilización de la Planta de tratamiento de Sústag.

En la Universidad de Medellín, Gutiérrez et al. (2014) tratan un tema bastante interesante como lo es el “tratamiento de lodos generados en el proceso convencional de potabilización de agua”:

Estos autores investigaron los lodos aluminosos del proceso de sedimentación, sabiendo que las plantas convencionales incluyen coagulación, floculación, sedimentación y filtración y que además los lodos se producen en todos los procesos, teniendo en cuenta esto determinaron que el mayor porcentaje de lodos del sistema de potabilización estudiado proviene de las unidades de sedimentación.

Salazar (2015) evaluó las propiedades físicas como porcentaje de absorción de agua, porcentaje de contracción longitudinal y pérdida de masa por calcinación de los ladrillos obtenidos de veinte distintas formulaciones. En este

estudio se decidió que, para cada una de esas formulaciones, se tendría que variar la temperatura de quema de 700°C a 1100°C y determinaron que el más adecuado correspondió a 1000°C.

En Ecuador, Cachago y Caguano (2016)

presentaron el trabajo de grado titulado Utilización de lodos de la planta de tratamiento de agua residuales de la empresa Franz Viegener F.V-Área Andina S.A. para la elaboración de ladrillos artesanales, esta investigación basada en la verificación de la posible utilización de lodos residuales como material para la elaboración de ladrillos, dio a conocer la caracterización del ladrillo artesanal convencional utilizado en construcciones y el ladrillo artesanal utilizado con diferentes porcentajes de lodo residual, en variaciones de 25%, 50% y 100%.

Con los resultados obtenidos se concluyó que el tipo de suelo con el cual son elaborados los ladrillos artesanalmente es una arcilla que posee una alta plasticidad, debido a que al realizar el ensayo de compresión simple la dosificación optima que cumplió con la resistencia requerida por la norma fue la dosificación 50:50, 50% lodo residual, 50%

suelo natural, estos resultados mostraron que ambos tipos de ladrillo se deforman por aplastamiento, mientras que el ensayo a flexión arroja dos tipos de falla, una vertical para los ladrillos elaborados con lodo residual, mientras que los ladrillos convencionales presentan una falla diagonal. Los autores concluyen y recomiendan no emplear estos ladrillos para uso estructural ya que no cumplen con valores límites de corte.

Muñoz (2016),

presentó el estudio titulado “Propuesta para el aprovechamiento de los lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas *startwater* como materia prima en la fabricación de ladrillo”, en este se llevó a cabo la caracterización de los lodos, determinando parámetros de composición química como también de propiedades físicas, se definieron tres mezclas de lodo y arcilla para la fabricación de los ladrillos.

Reinoso (2017) ,

realizó un estudio titulado “Análisis comparativo de la resistencia a compresión de ladrillos tradicionales y ladrillos elaborados a base de lodos de la planta de tratamiento de agua potable de la red Casigana, como

sustituto parcial de la arcilla”, donde se elaboraron ladrillos tradicionales y ladrillos con lodo de la planta de tratamiento de agua potable red Casigana, como sustituto parcial de la arcilla, en los porcentajes de 5%, 10% y 15%.

Por otro lado, Fuentes, Isenia y Asencio (2017) publicaron el artículo titulado

“Biosólidos de tratamiento de aguas residuales, como adiciones en la elaboración de ladrillos cerámicos”, en este se hizo la recolección de biosólidos de la planta de tratamiento El Salguero del municipio de Valledupar, Cesar, y las arcillas provenientes del municipio de San Juan del Cesar en La Guajira en un sitio de explotación y fabricación de ladrillos artesanales. Los autores concluyeron que la adición de los lodos en la elaboración de los ladrillos no interfiere en la conformación del material durante el proceso de moldeo, prensado y secado.

Conclusiones

Se pudo observar el gran campo que tiene por recorrer la utilización de los

lodos producidos en el proceso de tratamientos de aguas residuales, es así como se pueden especificar o, más bien, como se pueden apuntar a diversas alternativas de uso y de aprovechamiento de tal forma en busca de la reducción de los impactos ambientales que estos pueden traer.

En el campo de la construcción específicamente se observó que ha sido acertada, en algunos casos, la utilización de este residuo como materia prima en combinación con la arcilla, es así entonces como se concluye que los lodos pueden ser una alternativa accesible al momento de elaborar ladrillos de arcilla más el residuo, pues si se analiza detenidamente el resumen de los estudios presentados anteriormente se evidencia que para poder dar con una buena combinación de arcilla-lodo es necesaria la realización de diversos laboratorios.

Referencias

- Bermeo, M. e Idrovo, E. (2014). Aprovechamiento de lodos deshidratados generados en plantas de tratamiento de agua potable y residual como agregado para materiales de construcción.
- Cachago Alquina, M. P. y Caguano Cevallos, C. D. (2016). Utilización de lodos de la planta de tratamiento de agua residual de la

- Empresa Franz Viegner FV Área Andina S.A. para la elaboración de ladrillos artesanales. Tesis de grado, Quito: UCE).
- García Ubaque, C., García Vaca, M. y Vaca Bohórquez, M. (2013). Encapsulamiento de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales de la industria automotriz en matrices de arcilla. *Tecnura*, 17(38).
- Grajales, S., Monsalve, J. y Castaño, J. (2006). Programa de Manejo Integral de los lodos generados en la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad Tecnológica de Pereira. *Scientia et Technica*, 2(31).
- Hernández, D., Villegas, J., Castaño, J. y Paredes, D. (2006). Aprovechamiento de lodos aluminosos generados en sistemas de potabilización, mediante su incorporación como agregado en materiales de construcción. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 5(8).
- Molina, N., León, S. y Mendoza, J. (2017). Biosólidos de tratamiento de aguas residuales domésticas, como adiciones en la elaboración de ladrillos cerámicos. *Producción+ Limpia*, 12(2).
- Muñoz, M. (2016). *Propuesta para el aprovechamiento de los lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas startwater como materia prima en la fabricación de ladrillo*. Tesis de grado, Fundación Universidad de América, Bogotá, D. C.
- Quinchía, A., Valencia, M. y Giraldo, J. (2007). Uso de lodos provenientes de la industria papelera en la elaboración de paneles prefabricados para la construcción. *Revista EIA*, 8, 9-19.
- Peralta Pintado, J. R. (2018). *Elaboración de ladrillos cerámicos utilizando lodos generados en la planta de tratamiento de agua potable de Tixán en la ciudad de Cuenca*. Tesis de maestría, Ecuador.
- Salazar Carrera, P. J. (2015). *Fabricación de ladrillos cerámicos utilizando como aditivos rotura y lodos de la planta de tratamiento de agua de la empresa Edesa S.A.* Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador, Quito.

Estudio de la explotación artesanal en el lecho del río Cesar en el sector norte de Guacoche-Guacochito

Calixto Ortega¹, Dino Manco², Elías Rojas³

Resumen

En el río Cesar, departamento del Cesar, en el sector norte de Guacoche-Guacochito desde hace aproximadamente diez años se está explotando artesanalmente de manera incontrolada, sin planificación y sin estandarización materiales de construcción (material de arrastre) destinado a obras urbanísticas en la ciudad de Valledupar, Cesar, permitiendo así el deterioro ambiental y geotécnico de las riveras de los ríos mencionados. Este estudio tiene como objetivo caracterizar los aspectos más relevantes de la explotación artesanal en el lecho del río Cesar en el sector norte de Guacoche-Guacochito en el departamento del Cesar. Se recopiló la información existente sobre la zona de interés mediante estudios geológicos, hidrológicos, monografías, como el *Informe geológico preliminar de la cuenca del río Cesar*, *Atlas ambiental del departamento del Cesar*, entre otros. Se emplea el método de minería a cielo abierto de avance sobre las playas y depósitos de material dentro del río. Conclusiones: la cual el material se extrae en áreas que ya han sido recargadas por los aportes en la creciente del río en épocas de sequía. El mecanismo es que al llegar la época de verano se forman las terrazas, lo cual permite la entrada a volquetas con capacidades de 6 m³ y palas manuales.

Palabras clave: Guacoche, Guacochito, material de arrastre, palas manuales, volquetas.

¹ Geólogo. Valledupar, Colombia. Correo: caliortega@hotmail.com

² Ingeniero de Minas, M. Sc. Gestión Ambiental y Energética en las Organizaciones, Universidad de La Guajira, Riohacha, Colombia. Correo: dinomancojaraba@gmail.com

³ Geólogo, especialista en Minería a Cielo Abierto. Valledupar, Colombia. Correo: erojas@dareandina.edu.co

Introducción

El río Cesar tradicionalmente ha aportado material de construcción, específicamente material de arrastre, destinado a obras urbanísticas de la ciudad de Valledupar. Hasta el momento esta actividad se ha desarrollado sin ningún control o planeación, permitiendo así el deterioro ambiental y geotécnico de las riveras de los ríos mencionados.

El área de estudio pertenece a la cuenca del río Cesar, la cual limita con la Sierra Nevada de Santa Marta al occidente y la serranía del Perijá al oriente; está ubicada en la vecindad de la ciudad de Valledupar, capital del departamento del Cesar entre las siguientes coordenadas abarcando una superficie de 11,6 km². (IGAC, 1996)

Tabla 1. Coordenadas del área de estudio

Punto	Norte X	Este Y
A	1 652 000	1 098 500
B	1 655 965	1 102 000
C	1 655 965	1 103 000
D	1 655 000	1 104 000
E	1 651 150	1 100 500

Fuente: elaboración propia

Materiales y métodos

La investigación se dirigió hacia el avance en el conocimiento de los parámetros geológico-mineros y ambientales que pueden influir en los procesos de estabilidad y vida del río Cesar en el sector norte de Guacoche-Guacochoito.

Se recopiló la información existente sobre el área, específicamente los estudios geológicos, hidrológicos, monografías, atlas tales como *Evolución geológica de la Sierra Nevada de Santa Marta* (Tschanz y Marvin, 1974), *Informe geológico preliminar de la cuenca del río Cesar* (Ecopetrol, 1975), *Atlas ambiental del departamento del Cesar* (Ecocarbón- Corpocesar, 1996), *Plan de Ordenamiento y Desarrollo Minero del Departamento del Cesar* (Agemces, 1996), *Impacto ambiental de la explotación de material de arrastre de los ríos Cesar y Guatapuri* (Concept Ltda., 1996), *Adecuación materiales de arrastre en áreas de pequeña minería en los ríos Cesar y Guatapuri* (Alcaldía de Valledupar-Minercol, 2001), y se realizó una caracterización cualitativa y cuantitativa de los impactos realizados en explotación artesanal lecho del río Cesar en el sector norte de Guacoche-Guacochoito.

Resultados

Geología

- Depósitos de terraza

Aflora a lo largo de la margen occidental del río Cesar, formando superficies ligeramente inclinadas, con pendientes menores de 4°. Corresponden a depósitos cuaternarios no consolidados que se manifiestan como un banco a manera de escalón que la separa de los depósitos de llanura de inundación (Qlli) (Ecocarbón- Corpocesar, 1996; Geología Norandina, 1980).

Litológicamente esta unidad está compuesta por arcillas plásticas de color marrón oscuro, hacia la parte superior se observa la presencia de materia orgánica (raíces), hacia la parte media y base se observan delgados niveles de limo de hasta 0,20 m de espesor, con la presencia continua de un delgado nivel costras cementadas de composición calcárea de escasos 0,05 m. El espesor medido de esta unidad varía de 2 a 8 m en cercanías al corregimiento de Guacochito.

Figura 1. Aluviones recientes



Sitios de extracción existentes

La principal fuente de extracción de material de arrastre en el río Cesar, se realiza sobre el mismo lecho del río, los depósitos de donde se extrae el material son lentejones irregulares de arena (Alcaldía de Valledupar-Minercol, 2002). Se realizó un recorrido por los sectores en los que se adelanta la extracción de arena ubicada en la margen izquierda del río Cesar, municipio de Valledupar.

Corregimiento de Guacochito. Este Corregimiento se localiza al NE de la zona urbana de Valledupar. El acceso a la zona se realiza por una carretera de segundo orden que en dirección NE y en una distancia de 16 km, parte de Valledupar hasta este caserío.

En esta zona se extrae arena, la cual es explotada directamente del cauce del río por métodos artesanales adelantadas

de forma manual sin ninguna tecnología ni diseño de laboreo minero. El verano es la época de mayor extracción. En el área se identificaron 5 sitios de extracción en el cauce del río.

Puerto Nueva Luz. Este sitio de Extracción se localiza al NE del corregimiento de Guacochito. El acceso al área se realiza por un carretable de aproximadamente 1 km en mal estado que conduce directamente al área de interés. El área de extracción actual posee unos 2000 m² inundados periódicamente durante las crecidas del río en épocas normales de invierno, lo cual ha generado morfológicamente llanuras, cauces abandonados, islas, etc., portadores de material sedimentado.

Puerto de Rogelio. Dista 800 m en dirección NE del caserío de Guacochito, consiste en un depósito de arenas ubicado en ambos márgenes del río Cesar, en una playa dejada en épocas de sequía. El área aproximada es de 1000 m².

Puerto Miraflores. Se encuentra ubicado a 700 m al NE de Guacochito. El área de extracción actual posee unos 1000 m² los cuales son inundados periódicamente durante las crecidas del río en épocas de invierno, lo cual ha generado, cauces abandonados, islas, etc., portadores de arena.

Puerto Guacochito. Dista 500 m al E del caserío. Abarca un área de 1500 m². Consiste en un depósito de arenas dejadas por descenso de las aguas del río en épocas de sequía.

Puerto de Los Guerra. Está ubicado 700 m al SE del caserío de Guacochito.

Corregimiento de Guacoche. Ubicado al NE de la Ciudad de Valledupar. El acceso a la zona se realiza por una carretera de segundo orden que parte de Valledupar en dirección NE a una distancia de 14 km.

En esta zona se extrae arena; explotada directamente del cauce del río por métodos artesanales, siendo el verano su época de mayor extracción.

Estas labores son adelantadas en forma manual sin ningún tipo de tecnología ni diseño de laboreo minero, ni seguridad ni la organización empresarial.

En el área se encontraron 4 puntos de extracción en el cauce del río así:

Puerto Martín Ramos. Este punto de extracción se encuentra ubicado a 1800 m. al NE de la cabecera corregimental de Guacoche. Tiene aproximadamente un área de 1200 m².

Puerto de la Isla. Dista a 750 m al E de la población de Guacoche. Abarca un área aproximada de 1000 m².

Puerto Guacocoche. Este punto de extracción está distante 200 m de Guacocoche. Abarca un área de 2000 m².

Puerto El Tabo. Dista 300 m al SE de Guacocoche. El área de extracción tiene una superficie de 1000 m².

Situación minera y ambiental

Situación legal en el área otorgada para estudio, solo se encuentran 2 solicitudes especiales de exploraciones ya canceladas y archivadas por la autoridad minera del departamento, debido entre otros al incumplimiento reiterado de las obligaciones contractuales adquiridas.

Tabla 2. Solicitudes mineras tramitadas ante la Secretaría Minas

Número del Expediente	Mineral	Tipo de Solicitud	Titular	Corregimiento	Estado de la Solicitud
099-20	Material de arrastre	Licencia de exploración	J.A.C de Guacochito	Guacochito	Cancelada
0105-20	Material de arrastre	Licencia de exploración	Asociación de Paleros de Guacocoche	Guacocoche	Cancelada

En las tablas 3, 4, 5, 6, 7 se aprecia que los indicadores más afectados son aprovechamiento de material de arrastre, alteración del lecho del río y la pérdida de hábitats acuáticos. Los dos primeros indicadores, es factible que en la época

de invierno fácilmente sean contrarrestados, mientras la pérdida de hábitats, será compensado naturalmente, con la formación de otros, en los momentos que no haya explotación (invierno) y en la actividad de cierre y abandono del proyecto (Canter, 1998; Concept Ltda, 1966).

Tabla 3. Impactos cualitativos con explotación artesanal en el lecho del río Cesar

Ecosistema			Actividades impactantes*				
Componente	Elemento	Indicador	1	2	3	4	5
Físico	Lecho del río	Aprovechamiento material de arrastre		■			
		Alteración lecho del río		■			
		Recuperación lecho del río					■
	Agua superficial	Alteración calidad física	■	■	■	■	
		Alteración calidad organoléptica	■	■	■	■	
	Suelos de llanura	Contaminación por residuos				■	
		Compactación del perfil				■	
	Aire	Emisión de material particulado				■	
Emisión de gases					■		
Biótico	Vegetación	Sustracción de especies					
		Aprovechamiento forestal	■				
	Fauna	Reducción de especies		■	■	■	
		Desplazamiento de especies		■	■	■	■
		Pérdida de hábitats terrestres		■	■	■	
		Pérdida de hábitats acuáticos		■		■	
Social	Cultural	Modificación del paisaje			■	■	
	Económico	Oportunidad de empleo	■	■	■	■	

* 1) delimitación y construcción de trincheras; 2) excavación manual en lecho del río Cesar; 3) Formación de pilas de material de construcción; 4) cargue y transporte del material de construcción; 5) cierre y abandono.

Tabla 4. Impactos cuantitativos por la delimitación y construcción de trincheras

Ecosistema			Criterio										
Com- ponente	Elemento	Indicador	C	Mg	Co	Pm	Dr	Rv	Re	A	Ti	I	Total
Físico	Lecho del río	Aprovechamiento material de arrastre											
		Alteración lecho del río											
		Recuperación lecho del río											
	Agua superficial	Alteración calidad física	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	14
		Alteración calidad organoléptica	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	14
	Suelos de llanura	Contaminación por residuos											
		Compactación del perfil											
	Aire	Emisión de material particulado											
Emisión de gases													
Biótico	Vegetación	Sustracción de especies											
		Aprovechamiento forestal	-	1	1	2	1	2	2	1	1	14	14
	Fauna	Reducción de especies											
		Desplazamiento de especies											
		Pérdida de habitat terrestres											
	Pérdida de habitat acuáticos												
Social	Cultural	Modificación del paisaje											
	Económico	Oportunidad de empleo	+	1	1	4	1	1	2	4	4	21	21

Tabla 5. Impactos cuantitativos por la excavación manual en lecho del río Cesar

Ecosistema			Criterio											
Componente	Elemento	Indicador	C	Mg	Co	Pm	Dr	Rv	Re	A	Ti	I	Total	
Físico	Lecho del río	Aprovechamiento material de arrastre	-	2	2	4	2	1	2	4	4	27	26	
		Alteración lecho del río	-	2	1	4	2	1	2	4	4	25		
		Recuperación lecho del río												
	Agua superficial	Alteración calidad física	-	1	1	4	1	1	1	1	1	14	14	
		Alteración calidad organoléptica	-	1	1	4	1	1	1	1	1	14		
	Suelos de llanura	Contaminación por residuos												
		Compactación del perfil												
	Aire	Emisión de material particulado												
Emisión de gases														
Biótico	Vegetación	Sustracción de especies												
		Aprovechamiento forestal												
	Fauna	Reducción de especies	-	1	1	2	2	2	2	4	1	18	18	
		Desplazamiento de especies	-	1	1	2	2	1	2	1	4	17		
		Pérdida de habitat terrestres	-	1	1	1	1	2	2	1	1	13		
Pérdida de habitat acuáticos	-	1	2	4	2	2	2	4	4	25				
Social	Cultural	Modificación del paisaje												
	Económico	Oportunidad de empleo	+	1	1	4	2	1	2	1	4	17	17	

Tabla 6. Impactos cuantitativos por la formación de pilas de material de construcción

Ecosistema			Criterio											
Componente	Elemento	Indicador	C	Mg	Co	Pm	Dr	Rv	Re	A	Ti	I	Total	
Físico	Lecho del río	Aprovechamiento material de arrastre												
		Alteración lecho del río												
		Recuperación lecho del río												
	Agua superficial	Alteración calidad física	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	14	14
		Alteración calidad organoléptica	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	14	
	Suelos de llanura	Contaminación por residuos												
		Compactación del perfil												
	Aire	Emisión de material particulado												
Emisión de gases														
Biótico	Vegetación	Sustracción de especies												
		Aprovechamiento forestal												
	Fauna	Reducción de especies	-	1	1	2	2	2	2	4	1	18	16	
		Desplazamiento de especies	-	1	1	2	2	1	2	1	4	17		
		Pérdida de hábitats terrestres	-	1	1	1	1	2	2	1	1	13		
Pérdida de hábitats acuáticos														
Social	Cultural	Modificación del paisaje	-	1	1	2	2	1	2	4	4	20	20	
	Económico	Oportunidad de empleo	+	1	1	4	2	1	2	1	4	17	17	

Tabla 7. Impactos cuantitativos por el cargue y transporte del material de construcción

Ecosistema			Criterio										
Componente	Elemento	Indicador	C	Mg	Co	Pm	Dr	Rv	Re	A	Ti	I	Total
Físico	Lecho del río	Aprovechamiento material de arrastre											
		Alteración lecho del río											
		Recuperación lecho del río											
	Agua superficial	Alteración calidad física	-	1	1	4	1	1	1	1	4	17	17
		Alteración calidad organoléptica	-	1	1	4	1	1	1	1	4	17	
	Suelos de llanura	Contaminación por residuos	-	1	2	2	1	1	1	1	1	14	13
		Compactación del perfil	-	1	1	1	1	1	1	1	1	11	
	Aire	Emisión de material particulado	-	1	1	4	1	1	1	1	4	18	18
Emisión de gases		-	1	1	4	1	1	1	1	4	18		
Biótico	Vegetación	Sustracción de especies											
		Aprovechamiento forestal											
	Fauna	Reducción de especies	-	1	1	2	2	2	2	4	1	18	18
		Desplazamiento de especies	-	1	1	2	2	1	2	1	4	17	
		Pérdida de hábitats terrestres	-	1	1	1	1	2	2	1	1	13	
		Pérdida de hábitats acuáticos	-	1	2	4	2	2	2	4	4	25	
Social	Cultural	Modificación del paisaje	-	1	1	4	2	4	2	4	1	22	22
	Económico	Oportunidad de empleo	+	1	1	4	2	2	2	1	4	20	20

Sistema de explotación

Corregimiento de Guacochito

Método de explotación. Puertos Nueva Luz, de Rogelio, Miraflores, Guacochito y de Los Guerra

El mineral explotado es arena. El método utilizado para su extracción es artesanal, se realiza mediante el uso de palas manuales o azadón, las cuales extraen el material de los cauces abandonados en épocas de verano, de allí cargan directamente a la volqueta figura 2.

Las labores ejecutadas no obedecen a ningún tipo de diseño o plan de trabajo minero, así como tampoco a las normas mínimas de seguridad. Se emplea el método de minería a cielo abierto de avance sobre las playas y depósitos de material dentro del río.

Figura 2. Equipos de traslado de material



Las áreas de extracción no son de magnitudes considerables; a pesar de que las extracciones son llevadas a cabo aproximadamente desde hace diez años, la condición de ocasión y desorganización les dan la categorización de explotaciones incipientes (Concept Ltda, 1996).

Los puntos de extracción se localizan en cauces abandonados en época de descenso de las aguas del río Cesar; el mecanismo es que al llegar la época de verano (el cual tiene una durabilidad aproximada en promedio de cinco meses y medio), mediante el uso de palas manuales, se extrae el material de la forma ya descrita y posteriormente al llegar el invierno el material extraído es renovado por la inundación del río (Agemces, 1996).

Las labores ejecutadas por el personal minero involucrado son estrictamente de extracción y cargue. No existe una comunidad legalmente organizada para la extracción, aunque los encargados de ella (paleros) dicen estarlo; la realidad es que el dueño de volqueta contacte al personal palero ya reconocido localmente y se le pague por el trabajo solicitado. El volumen promedio extraído en temporadas de verano es de 30 m³/mes de arena.

Equipos o maquinaria

Tal como se mencionó anteriormente, la extracción es adelantada de una forma artesanal y rudimentaria, el equipo consta de:

- Azadones y palas manuales para la extracción o cargue.
- Volquetas con capacidad de 6 m³ para el transporte.

Personal

El personal involucrado en el laboreo minero de los puertos del Corregimiento de Guacochito es de 35 personas aproximadamente. Dado lo ocasional de la explotación, alternan la extracción de material de arrastre con la siembra o pesca.

Corregimiento de Guacoche

Método de explotación. Puertos Martín Ramos, de la Isla, Guacoche y El Tabo

La extracción en estos sitios se realiza de una forma artesanal y rudimentaria, utilizando para ello azadones y palas manuales. El mecanismo es el mismo que se utiliza en la mayoría de los frentes detectados a lo largo del río Cesar, se

extrae por pala manual, depositando el material extraído en unos baldes o canecas con el fondo perforado (mecanismo de drenaje) y de allí a las volquetas.

El material se extrae en áreas que ya han sido recargadas por los aportes en la creciente del río en épocas de sequía.

Se emplea el método de minería a cielo abierto de avance sobre las playas y depósitos de material dentro del río. El volumen promedio extraído en temporadas normales de verano es de 1400 m³/mes de arena.

Equipos o maquinaria

El equipo utilizado, marca en gran parte el grado de tecnológica del sistema de extracción. En el sector de Guacoche el equipo es rudimentario y la extracción adelantada está catalogada como artesanal. El equipo utilizado es:

- Azadones y palas manuales para la extracción o cargue.
- Baldes o canecas para el cargue.
- Volquetas con capacidad de 6 m³.

Personal. El personal involucrado en el laboreo minero de los puertos del corregimiento de Guacoche es de 56 personas aproximadamente. Dado lo ocasional de la explotación, alternan la

extracción de material de arrastre con la siembra o pesca.

Secuencia de la explotación. Las explotaciones que se ubican en el cauce del río Cesar extraen arena de manera ocasional o discontinua, y está en función de la época de invierno-verano.

Seguridad minera

El personal involucrado en las actividades de extracción de arena en los corregimientos de Guacoeche y Guacochito laboran con mínimas condiciones de seguridad industrial, razón por la cual están expuestos a toda clase de accidentes que lo imposibilitan para la realización de su labor diaria. Por lo tanto, se pudo comprobar que:

- Carecen de un programa de salud ocupacional.
- Carecen de reglamento de higiene y seguridad industrial.
- Carecen de los elementos básicos de protección personal.
- En los equipos de acarreo, no disponen de extintores.

No cuentan con un botiquín de primeros auxilios.

Además, se identificaron los riesgos más comunes a que están expuestos los mineros de este sector (ver tabla 8).

Tabla 8. Riesgos a que están expuestos los mineros

Riesgos	Originado por
Físicos	Altas temperaturas, rayos ionizantes
Químicos	Material particulado (polvos, sílices, gases de combustión interna)
Mecánicos	Manejo de herramientas, golpes, contusiones
Ergonómicos	Malas posturas en el manejo de las herramientas de trabajo
Psicosociales	Alteración del orden público en la zona, stress, falta de incentivos
Biológicos	Hongos, virus, bacterias, animales (serpientes, babillas y rayas) y plantas

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

Las explotaciones de material de arrastre en esta parte del río Cesar se adelantan dentro del cauce en forma rudimentaria, sin ninguna planificación minera o ambiental. Dichas explotaciones solo se adelantan en la temporada de verano o de poca precipitación, las cuales no inciden de forma significativa en la estabilidad del cauce, puesto que no sobrepasan su capacidad de regeneración anual.

Existe un yacimiento de arcilla en la zona de estudio, que es explotado incipientemente, se podría realizar una

minería técnica y ambientalmente sostenible, para lo cual se necesita un plan de manejo ambiental, de esta forma la explotación estará acorde con la gestión ambiental y el desarrollo sostenible.

Referencias

- Agemces (1996). Plan de Ordenamiento y Desarrollo Minero del Departamento del Cesar.
- Alcaldía de Valledupar-Minercol (2002). *Adecuación de materiales de arrastre de los ríos Cesar y Guatapuri*. Informe Convenio 026-2001. Valledupar, Colombia.
- Canter, L. (1998). *Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto*. MacGraw Hill.
- Concept Ltda. (1996). *Impacto ambiental de la explotación de material de arrastre de los ríos Cesar y Guatapuri*.
- Ecocarbón-Corpocesar (1996). *Atlas ambiental del departamento del Cesar*.
- Ecopetrol (1975). *Informe geológico preliminar de la cuenca del río Cesar*. Bogotá, D.C.
- Geología Norandina (1980). *Elementos tectónicos del valle del río Cesar*.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1996). *Características geográficas del departamento del Cesar*. Bogotá, D.C.
- Ingeominas (1995). *Estudio hidrogeológico y ambiental del departamento del Cesar*. Bogotá D.C.
- Tschanz, C. y Marvin, R. (1974). *Evolución geológica de la Sierra Nevada de Santa Marta*.

Evaluación del manejo de dos tipos de suelos del departamento del Cesar a través de áreas homogéneas de tierra

Luis Díaz¹, Neill Hamburger²

Resumen

El departamento del Cesar, a través del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), presenta mal manejo de los suelos en un 56 %, pero esta información es a nivel exploratorio (escala 1:100000) y se desea verificar por medio de un estudio de detalle (escala 1:25000) a través de Áreas Homogéneas de Tierra (AHT). Por ello, este informe tiene como objetivo evaluar el manejo de dos tipos de suelos del departamento del Cesar intervenidos por el ser humano, a través del cálculo de potencial de suelo de la metodología de áreas homogéneas de tierra. La primera área que se estudiará será la utilizada para la minería (SUM) y, la segunda, la de los suelos utilizados en ganadería (SUG). Los resultados arrojaron que lo SUM se categorizan como plintosoles, gracias a los óxidos de hierro presentes en ellos y por el material agregado al suelo como la plintita, mientras que los SUG se caracterizan por ser suelos acrisoles, debido al alto contenido de arcilla y bioturbación del perfil del suelo. Además, los SUM tienen un potencial de 28, considerado para suelos malos, pero que con controles especiales se puede hacer agricultura y ganadería, mientras que los SUG son moderadamente buenos, aptos para agricultura y no ganadería. De modo que, tras el análisis de áreas homogéneas de tierras, se encontró que los suelos tienen una unidad cartográfica de suelo (UCS) de 10 CSc-28 y 04 CSc 68, respectivamente, para SUM y SUG, indicando que el suelo se encuentra mal utilizados en un 53 %.

Palabras clave: plintosol, acrisol, Unidad Cartográfica de Suelos, minería, ganadería.

¹Ingeniero de minas, docente de la Maestría en Ciencias Ambientales de la Universidad Popular del Cesar.

²Estudiante de Maestría en Ciencias Ambientales de la Universidad Popular del Cesar. Correo: neillhamburger@unicesar.edu.co

Introducción

“La génesis de un suelo o edafogénesis consiste en un conjunto de procesos progresivos por los cuales un material orgánico” (Porta, 2004), “posiblemente isotrópicos se transforma en un suelo con uno o más horizontes” (The Royal Society, 2010).

Los estudios sobre génesis de suelos refieren a las investigaciones realizadas para explicar el origen y modo de como se ha formado un suelo, a partir de un material originario, que puede ser una roca *in situ*, un material transportado o un suelo anterior (Porta, 2004).

“La apariencia externa, los componentes, la organización y la correlación entre las propiedades físicoquímicas del suelo en un momento dado permiten identificar la evolución de un suelo” (Burbano Orjuela, 2010).

Colombia, a través del IGAC, ha adoptado una estrategia para valorar la evolución, categorización y manejo de suelos a través de potenciales del suelo. Esta estrategia la han denominado “Áreas Homogéneas de Tierras” (IGAC, 2012), la cual considera los principales

factores formadores de suelo, clima, uso actual del suelo, relieve, regímenes de temperatura, etc. Además de ello, correlaciona las propiedades físico químicas de los suelos para determinar su potencial de uso. Este estudio se ha elaborado a una escala 1:500 000, es decir, solo se ha hecho de forma exploratoria (IGAC, 2012), por lo que requiere que se haga con mayor precisión a una escala 1:25 000, es decir, que sea de detalle. Hasta ahora solo han avanzado en esta nueva escala en un 7,4% y resta por verificar un 96,6% (IGAC, 2012).

El departamento del Cesar, tras el estudio anterior de áreas homogéneas de tierra, encontró que el departamento en un 56% está siendo mal utilizando. De verificar en un 96,6% el problema acrecentará o disminuirá, lo que dificulta determinar la evolución, estado de madurez del suelo, su potencial y, menor aún, la claridad en la correlación de sus propiedades físicoquímicas al ser utilizado. Por ello, este informe tiene como objetivo evaluar el manejo de dos tipos de suelos del departamento del Cesar, a través de áreas homogéneas de tierra.

Materiales y métodos

Área de estudio

El Departamento del Cesar se encuentra dividido en seis regiones naturales, que representan igual número de zonas ecológicas: Sierra Nevada de Santa Marta, Serranía del Perijá, Complejo cenagoso de Zapatoza, Valle del río Cesar, Valle del río Ariguaní y Valle del Magdalena. El área de estudio estará en el valle del río Cesar, ocupa la parte central del Departamento y hace parte de la Llanura del Caribe, son tierras planas u onduladas con altitudes entre los 50 y 200 m.s.n.m. cubiertas de pastizales y bosque claro. En este sector se encuentran las cabeceras municipales de Valledupar, Agustín Codazzi, La Paz, San Diego, Curumaní, Chiriguaná. Con precipitaciones en torno a los 1000 mm. A nivel térmico presenta temperaturas superiores a los 28°C de media anual. (CDT-G, 2011)

Los principales renglones económicos del Cesar son el agropecuario del que deriva un 30% de sus ingresos, el de servicios con el 35% y la minería con el 27% de los mismos

(una parte de la minería es explotada de manera ilegal). La ganadería vacuna ocupa un lugar de primer orden, con una población estimada en 1.513.149 cabezas. (ACP, 2010)

El cultivo y procesamiento de algodón, las palmas oleaginosas y otros productos agrícolas alcanzan altos niveles de tecnificación y desarrollo. Cesar es el primer productor nacional semilla de palma africana y el segundo de arroz. La elaboración de productos lácteos y de grasas de aceites figuran igualmente entre sus principales industrias. También existe una amplia extensión de cultivos de frutas. (FIDA, 2010)

En la última década el departamento del Cesar ha tomado un incremento en su economía debido a la explotación de minas de carbón a cielo abierto liderada por la empresa multinacional Drummond, y otros más, principalmente en el municipio de El Paso y La Jagua de Ibirico, siendo últimamente afianzada por el hallazgo de grandes yacimientos en el Sitio Conocido como el Descanso. A partir de 2004, el Cesar se convirtió en el primer productor nacional de Carbón. (Minminas, 2012)

Muestreo

El muestreo se hizo en dos áreas expuestas a actividades antrópicas por minería y ganadería. Las muestras de suelo utilizadas en la minería (SUM) se tomaron en el trayecto hacia el municipio de La Loma, Cesar, en las coordenadas N9°37'50,3" W73°32'51,7", y las muestras de suelo utilizadas en la ganadería (SUG) hacia la vereda Estados Unidos del municipio La Jagua de Ibirico se encuentra en las coordenadas N9°38'56,7" W73°16'34,3". Se elaboró una alicata de 1 m de profundidad y se tomó un 1 kg de muestra de suelo por cada horizonte para análisis en el laboratorio. Se registró profundidad efectiva, de zona de bioturbación, textura, plasticidad, consistencia, vegetación, clima, temperatura del suelo, temperatura ambiental, color de suelo en húmedo y seco con tablas Munsell; se identificó la presencia de materia orgánica con peróxido de hidrógeno grado analítico, pH por tira de colores y calcio, con una solución de HCl al 10%.

Caracterización fisicoquímica

“Para caracterizar el pH y la conductividad eléctrica fueron medidos en proporción suelo-agua 1:1 y 1:5 respec-

tivamente” (IGAC, 2008). “El carbono orgánico del suelo (COS) fue determinado por el método de oxidación húmeda con dicromato potásico conocido como método Walkley-Black” (Mingorance, 2007). “El fósforo se cuantificó por el método Olsen” (IGAC, 2008). “La extracción del fósforo se hizo con solución de bicarbonato de sodio 0,5 N a pH 8,5. La capacidad de intercambio catiónico según el IGAC” (IGAC, 2008). “La densidad real y aparente por la ntc 5167, la textura por el método Boyoucos, el color del suelo por notación Munsell” (Jaramillo, 2000), “tamaño de poros, porosidad y humedad del suelo según Jaramillo” (Jaramillo, 2000).

Análisis de áreas homogéneas de tierras

Para evaluar el manejo de uso del suelo se calculó el potencial del suelo, utilizando la metodología planteada por el IGAC en la IV Reunión Anual del Comité Permanente Sobre el Catastro en Iberoamérica CPCI y de acuerdo con el taller de Agrología liderado por el IGAC regional del Cesar (German, 2017). La cual consiste en valorar las características fisicoquímicas del suelo en campo y laboratorio, permitiendo dar una apreciación del valor potencial de uso (tabla 1).

Tabla 1. Apreciación de la calidad de uso del suelo (IGAC, 2017)

Clase Simbólica	Apreciación	Rango (rP) Sobre 100 Puntos	N° piesa. Exprese el rango	Color
01	Excelente	85-100	92	
02	Muy buena	77-84	80	
03	Buena	70-76	73	
04	Moderadamente buena	64-69	67	
05	Moderadamente buena A mediana	59-63	61	
06	Mediana	53-58	55	
07	Mediana a regular	47-52	49	
08	Regular	41-46	44	
09	Regular a mala	35-40	38	
10	Mala	27-34	30	
11	Mala a muy mala	19-26	23	
12	Muy mala	13-18	17	
13	Improductiva	<11	6	

Resultados

Muestreo

Al realizar el muestreo se encontró que los suelos que están siendo utilizados en la minería presenta tres horizontes A, B y C, mientras que los suelos que están siendo utilizados en la ganadería presentan horizontes A, B1 y B2. A continuación se describen cada perfil por actividad antrópica (figura 1).

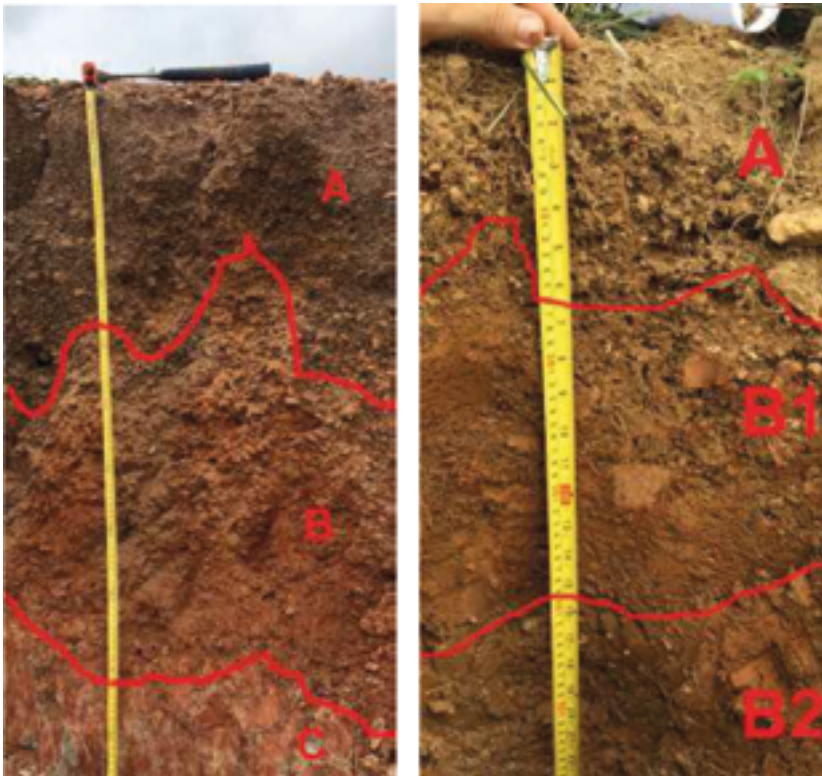


Figura 1. Perfil de suelo por actividades antrópicas. Derecha SUM, Izquierda. SUG

Descripción de suelos utilizados en la minería (SUM)

El horizonte A tiene una profundidad de 40-50 cm de material granular, con una melanización de color 2,5YR 3/1. Una textura arenosa, con presencia de bioturbación por raíces. Horizonte B, de 46-60 cm material granular con color de suelo 2,5YR 4/8, textura franca arcillo arenosa, con presencia de bioturbación de raíces hasta los primeros 25 cm de iniciado el horizonte. El horizonte C se presenta a mayor profundidad; de un metro, con moteados de hierros color característico 2,5YR 5/8 y textura arcillosa. Con una pendiente del 10%, la zona

es ondulada (tabla 2).

En cuanto a sus características físico-químicas, el suelo en sus tres horizontes tiene condiciones bajas de pH, CE, CIC y Fósforo, se observa en la tabla 2, a excepción del carbono orgánico que presenta de forma elevada en todo el perfil y menor a medida que avanza en profundidad, pero que esta podría estar relacionado con el carbón presente de la zona. En campo se le adiciono peróxido de hidrógeno al suelo y dio negativo para carbono orgánico. Ahora, la humedad en el horizonte C presenta una mayor retención de agua, debido a la composición de arcilla que posee.

Tabla 2. Ficha de muestreo en campo SUM



		FOJA DE RESULTADOS				VERSION FM2.0.14								
		MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES Manejo de suelos												
GENERALIDADES DE LA MUESTRA														
Unidad Cartográfica	Suelos Utilizados en la Minería (SUM)			Fecha	4 nov-17									
Responsable	Neill Alexander Hamburger Romero													
Departamento	Cesar			Municipio	La Loma									
Coordenadas	N 9° 37' 50.3" W 73° 32' 51.7"			Altitud	591 msnm									
Temperatura del suelo	28,7 °C			Temperatura Ambiental	30,3 °C									
Uso actual	Suelos expuestos actividad minera, se tomo en un perfil afectado por el acarreo de carbon por el train de PRODECO													
 Muestras de Suelo														
CARACTERÍSTICAS MACROMORFOLÓGICAS														
Posición fisiográfica	El sector se ubica en la vía de la Laguna de Ibérico a La Loma, entre la mina CNR y PRODECO													
Relieve	Ondulado				Pendiente	10 %								
Piso Climático	Cálido													
Regimen de humedad del suelo	Torrizo			Regimen de humedad ambiental			Semihumeda							
Clase de Erosión	1	2	3	4	Frecuencia de inundaciones	Ninguna		Duración		Muy Breve				
Clase Pedregosidad	1	2	3	4	5	Afloramiento rocoso		1	2	3	4	5	6	7
Drenaje	Excesivamente drenado													
Profundidad efectiva	Superficial													
Moteos	Muchos			Tamaño	Finos		Nitidez	Claro						
Clases de fragmentos de roca	Gravilla													
Abundancia de fragmentos de roca	80 % v/v			Modificador Textural		Extrem Gravoso								
Grado de desarrollo estructural	Masiva			Consistencia del suelo mojado			Muy tutes							
Tamaño de los poros y raíces del suelo	Finos			Consistencia del suelo húmedo			Firme							
Abundancia de poros y raíces en el suelo	Pocos			Consistencia del suelo en seco			Extrem. Dura							
Cotantes	Cantidad		Comunes			Nitidez		Prominentes						
Concreciones y los nódulos del suelo	Tamaño		Medio		Forma		Redondeados		Abundancia		Abundante			
Nitidez de los límites entre horizontes o capas del suelo	Gradual													
Horizontes	N°	Prof (cm)	Color	Moteado	Textura	Estructura	Consistencia		Bioburbecion					
	A	40-50	2,7M 3/1		Armosa	masiva	sueta	sueta	raices					
	B	46-60	2,7M 4/5		Fr-Arc-Ar	masiva	blanda	friable	raices					
	C	>60	2,5M 1/6	MUCHOS	Arc	masiva	blanda	firme	no					
OBSERVACIONES														
Presencia de glinita, coque de hierro, liovilación de hierro, terrazas aluviales.														

Tabla 3. Caracterización fisicoquímica de horizontes de suelos utilizados en la minería

Color del suelo	Notación Munsell	2,519 2/1	2,519 4/3	2,519 5/3
Ejemplo textura		Arena	Ar-Arc-Arc	Arcilla
Arena	%	79,29	63,27	25,32
Arcilla	%	14,24	28,89	63,17
Limos	%	12,58	7,94	11,51
Densidad aparente	g/cm ³	1,31	1,09	1,39
Densidad Real	g/cm ³	2,34	2,08	2,73
Porosidad	%	43,86	47,01	49,04
Tamaño de poro	Mm	0,01	0,05	0,59
Humedad del suelo	%	0,01	4,86	42,21
pH (1:1)	Unidad de Ph	4,49	5,01	4,66
Conductividad Eléctrica (1:1)	dS/m	0,06	0,05	0,05
CEC	1 meq/100g	12,03	17,65	21,12
Carbono Orgánico	%	1,76	2,40	3,48
Fósforo disponible	mg/kg	1,40	2,31	0,99

Fuente: elaboración propia.

Este mismo perfil está sometido a la interacción de las siguientes especies vegetales: palma de vino, pasto *Brysonima* Sp (Peralejo), *Mimosa* Sp, *Fabaceas* Sp. Además, presenta terrazas aluviales, erosión grado dos, elementos consolidados de plintita, fragmentos de cuarzo y lixiviación de hierro en el horizonte C.



Figura 2. Vegetación del lugar



Figura 3. Características del paisaje. Plintita, fragmentos de cuarzo, lixiviación de hierro

Por toda la descripción anterior, se puede concluir que el suelo es un plintosol, debido a que en la WRB (2006) describen el plintosol como suelos que presentan plintita, petroplintita o pisolitos, tras un proceso de meteorizado de rocas ácidas, con presencia abundante de Fe, asociado con áreas llanas suavemente inclinadas con agua freática fluctuante y en cuanto al desarrollo del perfil. “La petroplintita puede romperse en agregados irregulares o gravas, que pueden ser transportadas para formar depósitos coluviales o aluviales. Como se detecta y evidencia en el muestreo de las dos zonas” (WRB, 2006) Según la WRB (2006), el manejo y uso que se le debe dar a esta clase de suelo es agrícola y forestales (por ejemplo, cacao, castañas de cajú, etc.); con técnicas de manejo del suelo y agua se puede utilizar agricultura urbana y preurbana. Así mismo, se puede utilizar en minería debido a la plintita y petroplintita presentes en el suelo. “La plintita es un material esencial en la

fabricación de ladrillos y la petroplintita en material de grava para construcciones” (WRB, 2006).

Descripción de Suelos Utilizados en la Ganadería (SUG). El horizonte A tiene una profundidad de 20-30 cm, con una melanización de color 5YR 4/3 y una textura arcilloarenosa con presencia de bioturbación por raíces e insectos. El horizonte B1 tiene una profundidad de 30-60 cm, con color de suelo 5YR 5/6, textura arcillosa, con presencia de bioturbación de raíces e insectos. El horizonte B2 se presenta a mayor profundidad, de 60 cm, con moteados de hierros color característico 5YR 6/6 y textura arcillosa. Con una pendiente del 10%, la zona es ondulada (tabla 4).

En cuanto a sus características físico-químicas, el suelo en sus tres horizontes tiene condiciones bajas de humedad,

pH, CE y CIC (tabla 5), a excepción del carbono orgánico que se presenta de forma elevada en todo el perfil y menor a medida que avanza en profundidad. En campo se le adicionó peróxido de hidrógeno al suelo y dio positiva para carbono orgánico. A medida que aumenta la profundidad aumenta el fósforo, pero esto podría estar relacionado con la lixiviación de fósforo de los perfiles. La porosidad es aceptable para el horizonte A y disminuye debido al contenido de arcilla. Este mismo perfil está sometido a la interacción de las siguientes especies vegetales: pasto *Brysantha*, *Byrsonima* Sp (peralejo), *Fabaceas* Sp. Además, presenta terrazas aluviales, presenta erosión tipo 1, elementos consolidados, lixiviación de hierro en el horizonte C y el terreno presenta bastante pedregosidad, cantos rodados (figuras 4 y 5).

Tabla 4. Ficha de muestreo en campo SUG

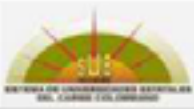

		HOJA DE RESULTADOS				VERSION FM2.0.14							
		MAESTRIA EN CIENCIAS AMBIENTALES Manejo de suelos											
GENERALIDADES DE LA MUESTRA													
Unidad Cartográfica	SUG-Suelos Utilizados Ganadería	Fecha	4-ene-17										
Responsable	Neill Alexander Hamburger Romero												
Departamento	Cesar	Municipio	Becerril										
Coordenadas	N 9°38'56.7" O 73°16'34.32"	Altitud	141 msnm										
Temperatura del suelo	31 °C	Temperatura Ambiental	31,5°C										
Uso actual	Suelos expuestos actividad ganadera, la muestra fue tomada aleadaña a una finca ganadera.												
							 Muestras de Suelo						
CARACTERISTICAS MACROMORFOLOGICAS													
Posición fisiográfica	Entre e municipio becerril y el corregimiento Estados Unidos												
Relieve	Ondulado				Pendiente	10 %							
Piso Climatico	Calido												
Régimen de humedad del suelo	Udico			Regimen de humedad ambiental			Semihumeda						
Clase de Erosión	1	2	3	4	Frecuencia de inundaciones	Ninguna	Duración	Muy Breve					
Clase Pedregosidad	1	2	3	4	5	Afloramiento rocoso	1	2	3	4	5	6	7
Drenaje	Moderadamente bien drenado												
Profundidad efectiva	Moderadamente profunda												
Moteos	Muchos			Tamaño	Finos	Nitidez	Claro						
Clases de fragmentos de roca	Bloque												
Abundancia de fragmentos de roca	50			% v/v	Modificador Textural	Franco muy blocoso							
Grado de desarrollo estructural	Moderada			Consistencia del suelo mojado			No pegajoso						
Tamaño de los poros y raíces del suelo	medios			Consistencia del suelo húmedo			Firme						
Abundancia de poros y raíces en el suelo	Muchos			Consistencia del suelo en seco			Blanda						
Cutantes	Cantidad	pocos			Nitidez	Tenue							
Concreciones y los nódulos del suelo	Tamaño	Muy grueso	Forma	Irregular		Abundancia	Comunes						
Nitidez de los límites entre horizontes o capas del suelo	Gradual												
Horizontes	N°	Prof (cm)	Color	Moteado	Textura	Estructura	Consistencia		Bioturbacion				
							Seco	Hum.					
	A	20-30	10R 4/3		Arc-Ar	Moderado	blanda	Friable		raíces			
	B1	30-60	10R 5/6		Arc	masiva	dura	firme		raíces			
	B2	>60	10R 6/6	MUCHOS	Arc	masiva	dura	firme	Raíces y hormigas				
OBSERVACIONES													

Tabla 5. Caracterización fisicoquímica de horizontes de suelos utilizados en la ganadería

Tabla 5. Caracterización fisicoquímica de horizontes de suelos utilizados en la ganadería.

Características	Unidad	Horizontes		
		A	B1	B2
Color del suelo	Notación Munsell	5YR 4/5	5YR 5/5	5YR 6/5
Tipo textura		Are-arc	arcilla	arcilla
arena	%	61,21	36,70	30,59
arcilla	%	35,49	56,77	61,30
limo	%	3,30	12,34	5,13
Densidad aparente	g/cm ³	1,85	1,25	1,44
Densidad Real	g/cm ³	2,66	2,56	2,70
Porosidad	%	30,59	51,00	47,88
Tamaño de poroso	Mm	0,08	0,47	0,30
Humedad del suelo	%	7,06	17,43	21,30
pH (1:2)	Unidad de pH	5,22	5,30	4,76
Conductividad Eléctrica (1:5)	dS/m	0,06	0,05	0,12
CIC	1 meq/100g	44,06	31,25	17,62
Carbono Orgánico	%	4,11	4,99	2,30
Fósforo disponible	mg/kg	2,81	3,30	4,81

Fuente: Autores

Fuente: elaboración propia.

**Figura 4.** Vegetación del lugar**Figura 5.** Características del paisaje

Por toda la descripción anterior, se puede concluir que el suelo es un Acrisol, debido a que en la WRB (2006) “describe que son suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial como resultado de procesos pedogenéticos (especialmente migración de arcilla) que llevan a un horizonte árgico en el subsuelo”. Los Acrisoles tienen en determinadas profundidades una baja saturación con bases y arcillas de baja actividad. Muchos Acrisoles correlacionan con Red Yellow Podzolic Soils, Argissoles).

En cuanto al desarrollo del perfil es diferenciado pedogenética del contenido de arcilla con un bajo contenido en el suelo superficial y mayor contenido en el subsuelo; lixiviación de cationes básicos debido al ambiente húmedo y avanzado grado de meteorización. (WRB, 2006)

Según la WRB (2006)

el manejo y uso que se le debe dar a los Acrisoles es la preservación del suelo superficial, con el fin de conservar la materia orgánica y prevenir la erosión. Ya que el desmonte mecánico de la superficie produce tierras que son muy estériles cuando

la concentración de Al del subsuelo alcanza niveles tóxicos. Se requieren sistemas de cultivo adaptados con fertilización completa y manejo cuidadoso si se va a practicar agricultura sedentaria en acrisoles. La agricultura de cortar y quemar ampliamente utilizada (agricultura nómada, shifting cultivation) puede parecer primitivo, pero es una forma de uso de la tierra bien adaptada, desarrollada durante siglos de prueba y error. Si los períodos de ocupación son cortos (solo uno o unos pocos años) y seguidos por un período de regeneración suficientemente largo (hasta varias décadas), este sistema hace un buen uso de los recursos limitados de los acrisoles. Se recomienda la agroforestación como una alternativa que protege al suelo frente a la agricultura nómada para alcanzar altos rendimientos sin requerir insumos costosos. (WRB, 2006)

La agricultura de bajos insumos en acrisoles no es muy gratificante. Los cultivos de cosecha no demandantes, tolerantes a acidez como el ananá, castaña de cajú, té y caucho pueden cultivarse con algún éxito. Áreas crecientes de acrisoles se

plantan con palma aceitera (p. ej., en Malasia y en Sumatra). La mayoría de las raíces de los árboles se concentran en el horizonte superficial húmifero con sólo unas pocas raíces principales se extienden hacia abajo en el subsuelo. En Sudamérica los acrisoles también se encuentran bajo sabana. Los acrisoles son apropiados para la producción de cultivos de secano o irrigados sólo después de encalado y fertilización completa. La rotación de cultivos anuales con pasturas mejoradas mantiene el contenido de materia orgánica (WRB, 2006).

Análisis de áreas homogéneas

El análisis de áreas homogéneas de tierra para los dos suelos intervenidos por actividades antrópicas arroja que el SUM se categorizó (tabla 6) como 10 CSc-28 con un potencial de 28 equivalente para uso en la agricultura con controles, la ganadería y, finalmente, la minería, en concordancia con WRB (2006). El uso y manipulación actual del suelo permite asegurar que se encuentran mal manejado. Por su lado, el SUG se categorizó (tabla 7) como 04 CSc-67, con un potencial de 67 equivalente para agricultura y ganadería; en concordancia con la

WRB (2006) también se encuentra mal manejado este suelo (German, 2017).

Ahora el IDEAM (2014) presenta estos suelos con un potencial de 28 para SUM y de 68 para SUG, lo que deja ver que hay un coeficiente de variación del 0,05% e implica que se verificó un área equivalente al 3% del territorio del departamento del Cesar, evidenciando así que los suelos están siendo mal manejados en un 53% (German, 2017).

Tabla 6. Análisis de áreas homogéneas de tierra para SUM

		CALCULO DEL VALOR POTENCIAL PARA AREAS HOMOGÉNEAS DE TIERRAS CON FINES CATASTRALES		FECHA DE ELABORACIÓN	
		PROCESO DE GESTIÓN AGROLÓGICA		AAAA-MM-DD	
UNIDAD CARTOGRAFICA DE SUELOS (UCS)	SUM	UNIDAD CLIMÁTICA /	Cálido		
DEPARTAMENTO(S)	Cesar	DISTRIBUCIÓN DE LOCALIDADES			
		MUNICIPIO	Becerreil		
IDENTIFICACIÓN DEL PERFIL (Taxonomía)		PERFILES MODALES DE LA UCS			
Perfil N°		A	B	C	
1. CONDICIONES AGROMORFICAS					
Textura a granel (descomposición material orgánica de la capa arable) (Tabla 7 a 8)		8	4	4	
Apreciación textural o descomposición del material orgánico a través del perfil (Tabla 7 a 8)		10	6	6	
Profundidad efectiva del perfil (Tabla 9)		4	4	4	
Drenaje natural del perfil (Tabla 10)		0	4	8	
Nivel de fertilidad química del suelo (Tabla 12)		2	2	2	
2. CONDICIONES CLIMÁTICAS					
Unid. Climáticas según precipitación, distribución de lluvias y temperatura (Tabla 14)		15			
3. CONDICIONES DEL RELIEVE					
Pendiente = 3%		0			
A. TOTAL PUNTOS POSITIVOS		39	20	24	
LIMITANTES ESPECÍFICOS					
Fragmentos gruesos en la capa arable y dentro del perfil (Tabla 16)		0	0	0	
Duración de inundación y/o encharcamientos (Tabla 24)		0	0	0	
Alfación por sales (Tabla 25)		0	0	0	
Alfación por sodio (Tabla 25)		0	0	0	
Alfación por sales y/o sodio (Tabla 25)		0	0	0	
B. TOTAL PUNTOS NEGATIVOS		0	0	0	0
VALOR POTENCIAL BRUTO (Vp) DE CADA SUELO		39	20	24	0
N de cada suelo dentro de la UCS		45	30	25	
Ponderación del Vp de cada suelo		17,55	6	6	0
Susceptibilidad a inundaciones y encharcamientos (Tabla 23)		0			
Pedregosidad y/o rocosidad sobre la superficie (Tabla 18 o 19)		0			
Erosión hídrica (Tabla 20)		0			
Erosión eólica (Tabla 21)		-2			
Erosión por remoción en masa (Tabla 22)		0			
VALOR POTENCIAL (Vp) DE LAS UCS		28			
VALORACIÓN SEGÚN LA PENDIENTE DEL TERRENO					
CUALITATIVO	PENDIENTE		FACTOR DE AJUSTE (K)	VALOR POTENCIAL FINAL (VpF)	SUBCLASE
	CUANTITATIVO	N			
a	< 3		igual Vp		
b	3 - 7		0,07		
c	7 - 12		0,12	28	10 Media
d	12 - 20		0,24		
e	20 - 30		0,37		
f	30 - 35		0,07		
g	> 35		0,00		
OBSERVACIONES	La UCS para la SUM es 10 C1c-28				
CALCULO	El potencial de suelo es de 28				

Tabla 7. Análisis de áreas homogéneas de tierra para SUG

CALCULO DEL VALOR POTENCIAL PARA AREAS HOMOGÉNEAS DE TIERRAS CON FINES CATASTRALES		FECHA DE ELABORACIÓN		
PROCESO DE GESTIÓN AGRICOLA				
UNIDAD CARTOGRAFICA DE SUELOS (UCS)		UNIDAD CLIMÁTICA /		
DEPARTAMENTO Cesar		DISTRIBUCIÓN DE Lluvias Seco húmedo		
MUNICIPIO Vereda Estados Unidos				
IDENTIFICACIÓN DEL PERFIL (Taxonomía)		PERFILES MODALES DE LA UCS		
Perfil N°		A	B1	
I. CONDICIONES AGRONÓMICAS				
Textura o grado de descomposición material orgánico de la capa arable (Tabla 7 s.1)		0	4	
Apreciación textural y descomposición del material orgánico a través del perfil (Tabla 7 s.1)		10	10	
Profundidad efectiva del perfil (Tabla 1)		6	6	
Drenaje natural del perfil (Tabla 10)		8	8	
Nivel de fertilidad química del suelo (Tabla 12)		6	6	
II. CONDICIONES CLIMÁTICAS				
Unid. Climáticas según precipitación, distribución de lluvias y temperatura (Tabla 14)		20	20	
III. CONDICIONES DEL RELIEVO				
Pendiente <3%		0		
A. TOTAL PUNTOS POSITIVOS		63	59	
LIMITANTES ESPECÍFICOS				
Fragmentos gruesos en la capa arable y dentro del perfil (Tabla 16)		0	0	
Duración de inundación y/o encharcamientos (Tabla 16)		0	0	
Afectación por sales (Tabla 21)		0	0	
Afectación por sodio (Tabla 21)		0	0	
Afectación por sales y/o sodio (Tabla 21)		0	0	
B. TOTAL PUNTOS NEGATIVOS		0	0	
VALOR POTENCIAL INICIAL (VPI) DE CADA SUELO		63	59	
N de cada suelo dentro de la UCS		60	30	
Ponderación del VP de cada suelo		37,8	37,7	
VALOR POTENCIAL (VP) DE CADA SUELO		72		
Susceptibilidad a inundaciones y encharcamientos (Tabla 20)		0		
Pedregosidad y/o rocosidad sobre la superficie (Tabla 10 s. 21)		-4		
Erosión hídrica (Tabla 21)		0		
Erosión eólica (Tabla 21)		-2		
Erosión por remoción en masa (Tabla 22)		0		
VALOR POTENCIAL (VP) DE LAS UCS		67		
VALORACIÓN SEGÚN LA PENDIENTE DEL TERRENO				
PENDIENTE		FACTOR DE ADJUSTE (F)	VALOR POTENCIAL FINAL (VPF)	NOMBRE
CLASIFICATIVO	NUMÉRICO %			
a	<3	igual VP		
b	3 - 7	0,97		
c	7 - 12	0,92	67	D4 Moderadamente Buena
d	12 - 25	0,84		
e	25 - 50	0,67		
f	50 - 75	0,57		
g	> 75	0,40		
OBSERVACIONES: <u>La UCS para la SUG es de C5e-67 Moderadamente Buena</u>				
CÁLCULO: <u>El valor del potencial es de 67</u>				

Conclusiones

Los suelos SUM se categorizan como plintosoles gracias a los óxidos de hierro presentes en ellos y por el material agregado al suelo como la plintita, mientras que los SIG se caracterizan por ser suelos acrisoles debido al alto contenido de arcilla y bioturbación del perfil de suelo.

Los suelos utilizados en minería tienen un potencial de 28 suelos considerados malos, que con controles especiales se puede hacer agricultura y ganadería, mientras que los suelos utilizados por ganadería son moderadamente buenos aptos para agricultura y no ganadería.

Tras el análisis de áreas homogéneas de tierras se encontró que los suelos tienen una unidad cartográfica de suelo (UCS) de 10 CSc-28 y 04 CSc 68, respectivamente, para SUM y SUG. Indicando que el suelo se encuentra mal utilizados en un 53 %.

Referencias

- ACP. (2010). Sector minero y petrolero en Colombia. Asociación Colombiana del Petróleo-ACP: Colombia.
- Burbano Orjuela, H. (2010). El suelo al servicio de la sociedad y su rol en el contexto de los Cambios Globales. *Revista Tendencias*, XI(2), 53-62.
- CDT-G. (2011). Plan estratégico para el centro de investigación y desarrollo tecnológico para la innovación del CDT del Cesar. Centro de investigación y Desarrollo Tecnológico Ganadero, 1-352.
- FAO. (2007). Land evaluation. FAO Land and Water Discussion Paper 6.
- FAO. (2016). FAO.org. Recuperado el 24 de 11 de 2016, de <http://www.fao.org/soilsportal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/propiedades-quimicas/es/>
- FIDA. (2010). Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola. Desertificación, 4.
- German, D. (2017). Taller de Áreas Homogéneas de Tierra. IGAC-Cesar.
- IGAC. (2012). Estudio de los conflictos de uso del territorio colombiano escala .1:100.000. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. Imprenta Nacional de Colombia.
- Jaramillo, (2000). Ciencia del suelo. Medellín.
- Mingorance, M. E.-G. (2007). Guidelines for improving organic carbon recovery by the wet oxidation method. *Chemosphere*, 68, 409-413.
- Minminas. (2012). ABC Minero. Documento de apoyo para el proceso de consulta previa del “proyecto de ley por medio del cual se reforma el código de minas y se dictan otras disposiciones”. Ministerio de Minas y Energía. Colombia.
- Porta. (2004). Edafogenesis. España.
- SIAC. (2012). Sistema de Información Ambiental en Colombia. Recuperado el 23 de septiembre de 2012, de <http://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?conID=1000&catID=316>

SIMCO. (2014). Sistema de Información Minero Colombiano.

The Royal Society. (22 de agosto del 2010). “Geoengineering the climate: science, governance and uncertainty”. Recuperado de <http://royalsociety.org/Geoengineering-the-climate>

WRB. (2006). Referencia de Suelos. FAO.

Plan de manejo ambiental de la mina Hornical en el municipio de Distracción, La Guajira

Daniel Cotes¹, Hernán Correa², Johan Ricardo³, Enrique Soto⁴, Daniela Torres⁵

Resumen

En el departamento de La Guajira, tradicionalmente se ha desarrollado la extracción artesanal de la caliza en la mina ubicada en la jurisdicción del municipio de Distracción, específicamente en el corregimiento de Los Hornitos, que lleva ese nombre precisamente porque en el frente de las viviendas que comprenden esta localidad existe un “horno” para la calcinación de este importante mineral. El objetivo general de este estudio es formular el plan de manejo ambiental de la mina Hornical en función de evaluación cuantitativa y cualitativa de los impactos ambientales identificados por el proyecto minero Cohornical en el municipio de Distracción, La Guajira. La extracción de la roca caliza en la mina Hornical se realiza de forma manual, en la que se hace el descapote del suelo retirando la cobertura vegetal; esto causa degradación del paisaje y afectación de sus ecosistemas. Para la extracción de la roca se hace una separación de la roca caliza del macizo rocoso, luego, se realiza la carga y se transporta la materia prima hasta la tolva del molino primario, lugar en el que se tritura la roca y se lleva a los hornos, en los que se somete a altas temperaturas. Se concluye que el suelo es el componente ambiental que se está viendo más afectado y seguido el aire, estos componentes están presentando afectaciones moderadas, mientras que el componente agua presenta afectaciones irrelevantes.

Palabras clave: caliza, horno, impacto ambiental, mina, plan de manejo ambiental.

¹Ingeniero de minas, docente del programa Ingeniería Ambiental de la Universidad de La Guajira. Correo: dcotesg@uniguajira.edu.co

²Estudiante del programa Ingeniería Ambiental de la Universidad de La Guajira.

³Estudiante del programa Ingeniería Ambiental de la Universidad de La Guajira.

⁴Estudiante del programa Ingeniería Ambiental de la Universidad de La Guajira.

⁵Estudiante del programa Ingeniería Ambiental de la Universidad de La Guajira.

Introducción

Las diferentes actividades de explotación de los yacimientos de caliza, su proceso de transformación y la obtención de los productos derivados, ha permitido el desarrollo de las diferentes regiones, debido a la aplicación de la caliza como materia prima en la producción de cemento, lo que se desarrolla como un aspecto clave de la construcción en el departamento. (López Juvinao, 2016)

En el Departamento de La Guajira, tradicionalmente se ha desarrollado la extracción artesanal de la caliza, en la mina ubicada en la jurisdicción del municipio de Distracción, más específicamente en el corregimiento de Los Hornitos, que lleva ese nombre precisamente porque en el frente de las viviendas que comprenden esta localidad existe un “horno” para la calcinación de este importante mineral. La mina de extracción de caliza se encuentra ubicada al nororiente del departamento de La Guajira, Colombia, jurisdicción del municipio de Distracción, en el corregimiento de Los Hornitos, en las laderas del Cerro San Luis (ver figura 1), estribaciones de La Sierra Nevada de

santa Marta. Los yacimientos están asociados a las unidades cretácicas de origen marino de la cuenca Ranchería-Cesar. (López Juvinao, 2016)

“Esta actividad histórica protagonista en el municipio de Distracción es perteneciente a alrededor de 20 familias que habitan en el corregimiento de Los Hornitos, caracterizándose por ser una labor para el sustento básico” (López Juvinao, 2016).

La mayor parte de las formaciones en el área, está compuesto por rocas calizas, lo que ha llevado a propiciar el interés del gobierno en relación a las operaciones mineras. Desde cualquier punto del Cerro San Luis se puede observar dicho mineral; de donde es extraído directamente, donde se estima que existe un área superior a las 3000 hectáreas de mineral a lo largo de la estructura geológica. (López Juvinao, 2016)

El objetivo general de este estudio es formular el plan de manejo ambiental de la mina Hornical en el municipio de Distracción, La Guajira; para ello se va a realizar el diagnóstico del proyecto minero, luego se van a caracterizar los impactos ambientales en la mina y, final-

mente, se va a diseñar un plan de manejo ambiental.



Figura 1. Departamento de La Guajira, municipio de Distracción, corregimiento de los Hornos
Fuente: tomado de Google Maps.

Resultados

Aspectos generales de la mina Hornical

- **Etapa artesanal**

La vía de acceso a Los Hornos tiene una longitud de 4 kilómetros y está en muy buenas condiciones (pavimentada), ya que la mina está ubicada al frente del Balneario El Silencio y para incentivar el turismo en esta zona se le ha invertido mucho a la vía. No obstante, las vías internas de la mina, para subir el cerro (ver figura 2), se encuentran en mal estado, se tratan de caminos escarpados con pendientes moderadas que presentan numerosos problemas de erosión a causa de la escorrentía, que en épocas de lluvia propicia el arrastre de material hasta zonas más bajas. (López Juvinao, 2016)

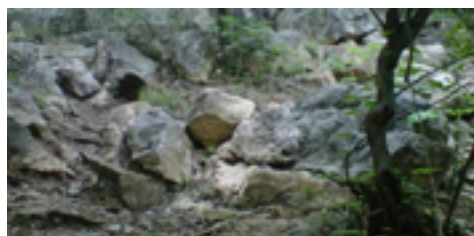


Figura 2. Roca caliza presente en el cerro
Fuente: tomado de López Juvinao (2016).

“El material encontrado en la mina es de muy buena calidad, las impurezas son mínimas y de fácil separación” (López Juvinao, 2016).

“Los Hornos Artesanales son rudimentarios (ver figura 3), constan distintivamente de tres ‘bocas’: la de cargue, la de los gases y la de la leña; el proceso de calcinación demora veinticuatro (24) horas” (López Juvinao, 2016).



Figura 3. Hornos artesanales de la mina Hornical

Fuente: tomado de López Juvinao (2016).

Con respecto al proceso operativo en la etapa anterior Artesanal, para el arranque de la roca se utilizaba la pala, pico y taladro; además el transporte era por medio de carretas de albañilería o bien sean baldes llenos de material triturado, para bajarlo de la montaña hasta el sitio del horno. La secuencia de explotación es la siguiente:

- **Extracción:** se desmonta el área a trabajar y se lleva a cabo el descapote utilizando picos, palas, ca-

vador, etc.

- **Trituración:** la roca se tritura a un menor tamaño para ser calcinada en los hornitos.
- **Calcinación:** la caliza se somete al fuego en los hornos).
- **Enfriamiento:** esta etapa se realiza con el fin de que la cal pueda ser manipulada.
- **Inspección:** para evitar núcleos o piezas de rocas sin calcinar.
- **Cribado:** se separa la cal viva en trozos guijarros de la porción que pasará por un proceso de trituración y pulverización.
- **Hidratación:** consiste en agregar agua a la cal viva para obtener la cal hidratada. (López Juvinao, 2016).
- La nueva planta caliza-hornical (etapa actual)

El proyecto corresponde a una idea de desarrollo minero, que contempla la extracción y beneficio de la caliza, desde el yacimiento ubicado en el corregimiento de Los Hornitos, zona rural del municipio de Distracción, explotado tradicionalmente de manera artesanal.

La nueva Planta Caliza en Los Hornitos beneficia a cerca de treinta (30)

familias pertenecientes a la cooperativa Cornical, allí se construyeron dos hornos de nueve (9) metros con el objetivo de producir 45 toneladas diarias de cal; cuenta con un área aproximada de seis hectáreas. La iniciativa se concretó con recursos del gobierno; la puesta en marcha de esta planta generará más empleo en la zona y un desarrollo para la región, se dejará de realizar el trabajo artesanal, reemplazándolo por la implementación de la tecnología de punta. (López Juvinao, 2016).



Figura 4. Adecuación de los nuevos hornos en la nueva planta Hornical

Fuente: tomado de López Juvinao (2016).

Estas nuevas tecnologías potencian el procesamiento del mineral, además posee una planta de calcinación y otra para la hidratación de la cal;

también incluye una propuesta de mejora para el aprovechamiento del mineral, exponiendo una descripción técnica y científica de las características físicas y químicas de la caliza, para lograr un alto nivel de producción en concordancia con modernas herramientas de trabajo. Por su parte la empresa está constituida por una cooperativa de personas inherentes a la región que se integraron con el firme propósito de ofrecer un producto de excelente calidad. El método de explotación del mineral es por medio de una Cantera a cielo abierto, debido a las condiciones del entorno y las características del yacimiento. (López Juvinao, 2016)

Descripción de los riesgos ambientales presentados en la mina Hornical

La extracción de la roca caliza en la mina Hornical se realiza de forma manual, en la que se hace el descapote del suelo retirando la cobertura vegetal; esto causa degradación del paisaje y afectación de sus ecosistemas. Para la extracción de la roca se hace una separación de la roca caliza del macizo rocoso, luego se realiza la carga y se transporta la materia prima hasta la tolva del molino pri-

mario, lugar en el que se tritura la roca y se lleva a los hornos para someterse a altas temperaturas. En la mina se utiliza madera para la combustión, la cual genera material particulado y gases emitidos a la atmósfera; la roca caliza se enfría agregándole agua, por lo cual se necesitan importantes cantidades de agua, lo que indica un agotamiento del recurso hídrico. La Cooperativa Cohornical no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales y, al momento de las precipitaciones, las escorrentías llegan a las fuentes hídricas cercanas a la mina, alterando las características físicas y químicas del agua superficial y subterránea. El refinado de la roca genera ruido y material particulado, de esta manera, la población cercana a la mina puede ser afectada, trayendo innumerables afectaciones como graves enfermedades respiratorias.

- Impactos

Biótico

“Pérdida de cobertura vegetal, afectación de comunidades faunísticas reduciendo la biodiversidad en la zona” (Pardo y Salazar, 2013).

Abiótico

Sedimentación en los cuerpos de agua, afectación de la dinámica de aguas superficiales y subterráneas provocadas por la escorrentía del material procesado a las fuentes hídricas, emisión de material particulado y de gases generando problemas respiratorios a las comunidades aledañas a la mina, remoción en masa y pérdida del suelo, generación de estériles y escombros, desestabilización de pendientes. (Pardo y Salazar, 2013)

Social

“Generación de expectativas, Generación de empleo, afectación de la infraestructura privada, incremento del uso de bienes y servicios, cambios en el uso del suelo, afectación del patrimonio cultural” (Ministerio de Minas y Energía y Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

Indicadores		Fase de operación																				Evaluación																							
		Extracción del mineral										Evaluación		Transporte del MINERAL										Evaluación																					
		(+/-)	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Concepto	(+/-)	IN	EX	MO	PE	RV	SI			AC	EF	PR	MC	I	Concepto																
Factores ambientales afectados																																													
Medio Físico	Atmosférico	Aire	Alteración de movimientos del viento, humedad o temperatura del interior de las instalaciones.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-13	Irrelevantes	-1	1	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	-18	Irrelevantes
		Aire	Alteración en la fase gaseosa	-1	2	2	2	2	4	2	4	4	2	4	-34	Moderados	-1	2	2	1	2	1	1	1	1	2	4	-23	Irrelevantes																
		Aire	Alteración en la fase sólida	-1	4	2	4	2	2	4	4	4	2	4	-42	Moderados	-1	4	2	2	2	2	4	4	2	4	-38	Moderados																	
		Aire	Generación de olores desagradables.	-1	8	2	8	2	4	4	4	4	2	4	-60	Severos	-1	2	2	2	2	2	4	4	2	4	-32	Moderados																	
	Ruido	Incremento de los niveles de presión sonora	-1	4	2	4	2	1	2	1	4	2	4	-36	Moderados	-1	2	2	4	2	2	4	4	2	4	-34	Moderados																		
	Suelo	Suelo	Alteración de la calidad del suelo	-1	8	2	8	2	4	4	4	4	2	8	-64	Severos	-1	4	2	4	2	4	4	4	4	2	8	-48	Moderados																
		Suelo	Alteración de la estabilidad del terreno	-1	4	2	4	2	4	2	4	4	2	4	-42	Moderados	-1	4	2	4	2	4	4	4	4	2	4	-44	Moderados																
		Suelo	Destrucción de la capa vegetal	-1	2	2	1	2	2	2	1	4	2	4	-28	Moderados	-1	2	2	4	2	2	4	4	2	4	-34	Moderados																	
		Suelo	Cambios en la forma del terreno	-1	4	2	4	2	4	2	4	4	2	8	-46	Moderados	-1	4	2	4	2	4	4	4	4	2	8	-48	Moderados																
		Suelo	Alteración de las características edáficas	-1	2	2	4	2	4	2	4	4	2	8	-40	Moderados	-1	4	2	4	2	4	2	1	4	2	8	-43	Moderados																
		Suelo	disminución de la capa fértil del suelo	-1	4	2	4	2	2	2	4	4	2	4	-40	Moderados	-1	2	2	4	2	4	2	1	4	2	4	-33	Moderados																
	Geomorfología	Geomorfología	activación de procesos erosivos	-1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	-24	Irrelevantes	-1	2	2	4	2	2	2	1	4	2	2	-29	Moderados																
		Geomorfología	cambios en geoforma	-1	2	2	4	2	2	2	1	1	2	2	-26	Moderados	-1	2	2	4	2	4	2	4	4	2	2	-34	Moderados																
	Biótico	Paisaje	Paisaje	Mejoramiento de las visuales paisajísticas	-1	2	2	4	2	4	2	4	4	2	2	-34	Moderados	-1	4	2	1	2	1	2	1	1	2	2	-28	Moderados															
			Paisaje	Cambio en la cantidad de biomasa	-1	8	2	4	2	4	2	4	4	2	4	-54	Severos	-1	4	2	4	2	2	2	4	4	2	4	-40	Moderados															
		Vegetación	Vegetación	Pérdida de especies en la composición florística	-1	4	2	4	2	4	2	4	4	2	8	-46	Moderados	-1	4	2	4	2	2	2	4	4	2	8	-44	Moderados															
			Vegetación	Afectación de la vegetación por depositación de material particulado.	-1	2	2	4	2	4	2	4	4	2	4	-36	Moderados	-1	2	2	4	2	2	2	4	4	2	4	-34	Moderados															
			Vegetación	Fragmentación y pérdida de micro hábitats	-1	8	2	2	2	4	2	4	4	2	4	-52	Severos	-1	2	2	2	2	2	2	4	4	2	4	-32	Moderados															
Fauna	Fauna	Ahuyentamiento temporal de la avifauna	-1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	-24	Irrelevantes	-1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	2	-18	Irrelevantes																	

Tabla 1. Matriz de Leopold

La tabla anterior representa los factores ambientales que logran tener mayor importancia, siendo la explotación del mineral la que más genera repercusiones al medio, presentando un concepto severo, mientras que en el transporte del mineral sus valores más altos son de un concepto moderado.

Extracción del mineral (severos)

Generación de los malos olores (60)

Alteración de la calidad de suelos (64)

Cambio en la cantidad de biomasa (54)

Alteración de la ubicación de la población humana en el área (54)

Expone a la gente a riesgos potenciales para la salud (54).

Transporte del mineral (moderados)

Alteración de la calidad del suelo (48).

Cambios en la forma del terreno (48)

Pérdida de especies en la composición florística (44)

Alteración de la estabilidad del terreno (44)

Alteración de las características edáficas (43).

A partir de los resultados obtenidos, a continuación se presentan los programas de mitigación de impactos:

Programa de mitigación de impactos

Ficha 1	
Manejo y conservación de suelo y cobertura vegetal	
Objetivos	<p>General</p> <p>Establecer las medidas necesarias para el manejo y conservación del suelo afectado por la actividad minera.</p>
	<p>Específico</p> <p>Establecer sobre el suelo afectado por las actividades mineras una cobertura vegetal que permita controlar la erosión generada sobre el mismo, así como la verificación y validación de la cantidad de suelo útil en la zona que pueda ser rehabilitado, logrando su preservación en el sitio de la explotación.</p>
Impactos ambientales a manejar	<p>“Contaminación del suelo. Cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo. Cambios en los usos del suelo. Remoción de cobertura vegetal” (Figueredo y Pinto, 2016).</p>
Metas	<p>“Preservar el suelo. Adecuar el terreno modificado por la explotación de recursos y generar su revegetalización. Disponer adecuadamente el suelo removido y lograr su correcta conservación para su uso en la restauración durante la etapa de cierre” (Figueredo y Pinto, 2016).</p>
Descripción de las medidas	<p>Mitigación</p> <p>“Los suelos removidos durante el proceso de explotación minera y que han sido cuidados y mantenidos en perfectas condiciones serán dispuestos en el área de explotación para estimular la auto regeneración del suelo y reestablecer su estructura natural. Para el almacenamiento de suelos durante la explotación de recursos es necesario colocar el suelo manera apropiada y no acumular demasiado suelo en un mismo sitio, ya que, si se realiza esta acción de manera excesiva, se impide la capacidad del suelo de presentar un intercambio gaseoso de las partículas que lo conforman y la posibilidad de conservar la micro fauna” (Figueredo y Pinto, 2016).</p>

Ficha 2	
Manejo y conservación del recurso hídrico superficial y subterráneo	
Objetivos	<p>General</p> <p>establecer las medidas necesarias para el manejo y control de las aguas lluvia, resultantes del trabajo realizado en la zona de actividad minera.</p>
	<p>Específico</p> <p>Establecer mecanismos de control de aguas de escorrentía superficial (aguas lluvia) sobre la zona de extracción del proyecto minero, así como las zonas de disposición de relaves y zonas de manejo de productos químicos. Implementar diferentes estrategias de reúso del agua mediante la recirculación de la misma para los diferentes procesos.</p>
Impactos ambientales a manejar	<p>“Modificación de la dinámica de las aguas superficiales sobre el terreno. Disminución de la contaminación del agua de efluentes naturales. Disminuir el vertimiento de materiales agregados a aguas que no son intervenidas durante los diferentes procesos de explotación. Aumento en contaminación de aguas superficiales de escorrentía” (Figueredo y Pinto, 2016).</p>
Metas	<p>“Garantizar el buen manejo de las aguas lluvias, superficiales y subterráneas durante todo el proceso de explotación minera. Controlar las aguas de escorrentía para evitar el aumento de sedimentación en las zonas adecuadas para el proceso minero. Controlar la capacidad de arrastre de sedimentos vertidos sobre los cauces” (Figueredo y Pinto, 2016).</p>
Descripción de las medidas	<p>Mitigación</p> <p>“Reutilización de agua lluvia recolectada para los diferentes procesos buscando la transformación del material extraído. Disposición de aguas lluvias y aguas residuales resultantes del uso personal de los trabajadores de la mina, que contengan algún tipo de modificación alejado de los cauces cercanos, para no generar un aumento en la contaminación del afluente” (Figueredo y Pinto, 2016).</p>

Ficha 3	
Manejo y control de gases y material particulado	
Objetivos	<p style="text-align: center;">General</p> <p>Establecer las medidas necesarias para mitigar la emisión de partículas en la atmosfera a causa de la explotación minera.</p>
	<p style="text-align: center;">Específico</p> <p>Minimizar emisiones de partículas provenientes del proceso de explotación, transporte, manipulación, almacenamiento y disposición de material.</p>
Impactos ambientales a manejar	<p style="text-align: center;">“Deterioro de la calidad del aire. Contaminación auditiva. Aumento de la incidencia o prevalencia de enfermedades respiratorias, morbilidad, cáncer” (Figueredo y Pinto, 2016).</p>
Metas	<p>Lograr el buen manejo de las emisiones de partículas provenientes de la excavación para el mejoramiento de la calidad de aire existente en la zona.</p>
Descripción de las medidas	<p style="text-align: center;">Mitigación</p> <p>“Minimizar el volumen de partículas existentes en la atmosfera, mejorando las condiciones de salud del personal de la mina y de las personas circundantes en el área de ejecución del proyecto” (Figueredo y Pinto, 2016).</p>

Ficha 4	
Manejo calidad de vida silvestre	
Objetivos	General establecer las medidas necesarias para garantizar el adecuado manejo de las áreas de influencia que no serán incluidas dentro del proyecto.
	Específico Prevenir afectaciones en zonas cercanas a la zona de influencia del proyecto. Mantener las características naturales de las zonas externas conservando el hábitat existente. Preservar las fuentes de recurso hídrico y de abastecimiento alimenticio de las especies que habitan en las zonas cercanas a la zona de influencia de la explotación.
Impactos ambientales a manejar	<p>“Incremento de sustancias contaminantes en las fuentes de recurso hídrico existentes.</p> <p>Pérdida de diversidad de los ecosistemas acuáticos y terrestres en las zonas aledañas.</p> <p>Reducción del tamaño de los ecosistemas acuáticos y terrestres en las zonas aledañas.</p> <p>Pérdida de diversidad de especies de flora y fauna.</p> <p>Pérdida de hábitat.</p> <p>Alteración del balance natural de la zona” (Figueredo y Pinto, 2016).</p>
Metas	<p>“Mantener el estado natural de los ecosistemas existentes sin generar impactos ambientales que los alteren negativamente” (Figueredo y Pinto, 2016).</p>
Descripción de las medidas	<p style="text-align: center;">Mitigación</p> <p>“Incentivar a los trabajadores a participar activamente en capacitaciones que les permitan tener un conocimiento adicional sobre el manejo de los ecosistemas y las especies de conservación.</p> <p>Evitar la tala de árboles nativos y la caza de especies objeto de conservación.</p> <p style="text-align: center;">Enriquecer el hábitat de las especies nativas.</p> <p>Controlar, con asesoría de las autoridades ambientales, las poblaciones de las especies de conservación” (Figueredo y Pinto, 2016).</p>

Ficha 5	
Manejo salud y seguridad en el área de cobertura	
Objetivos	<p>General</p> <p>establecer las medidas necesarias para garantizar la mejora de las condiciones de salubridad y seguridad en el trabajo.</p>
	<p>Específico</p> <p>Prevenir afectaciones a la salud de los trabajadores ocasionadas por trabajos dentro del sector de explotación y voladura. Prevenir afectaciones a la salud de los trabajadores ocasionadas por el mal manejo de elementos químicos. Garantizar zonas adecuadas de alimentación y descanso de labores que no se encuentren expuestas a contaminantes. Garantizar el consumo de agua potable a los trabajadores durante las labores desempeñadas.</p>
Impactos ambientales a manejar	<p>“Remoción de material del subsuelo. Aumento en los niveles de erosión. Alteración del balance natural de la zona. Prevenir zonas con exposiciones a ruido elevadas. Alteración del balance natural de la zona” (Figueredo y Pinto, 2016).</p>
Metas	<p>“Mantener las condiciones mínimas necesarias para desempeñar labores cotidianas sin ningún tipo de riesgo a las personas que trabajan en las minas” (Figueredo y Pinto, 2016).</p>
Descripción de las medidas	<p>Mitigación</p> <p>“Disminuir la presencia de enfermedades transmisibles. Mejoramiento de la calidad de vida de las personas” (Figueredo y Pinto, 2016).</p>

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

El suelo es el componente ambiental que se está viendo más afectado y, seguido del aire, estos componentes están presentando afectaciones moderadas el componente agua presenta afectaciones irrelevantes.

Las medidas de prevención, mitigación y compensación irán dirigidas a los impactos ambientales más significativos.

La empresa Hornical debe implementar un plan de manejo ambiental.

Referencias

- Benavides, R. (2011). Calidad de vida, calidad ambiental y sustentabilidad como conceptos urbanos complementarios. *Revista Venezolana de Sociología y Antropología*, 21(61), 176-207. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/705/70538663003.pdf>
- Glosario de términos para la gestión ambiental peruana. (2012).
- Figueredo, D. y Pinto, N. (2016). *Plan de Manejo Ambiental para mitigar los impactos generados por la explotación minera en el municipio de Nechí en el Bajo Cauca-región de La Mojana*. Trabajo de Grado para optar al título de ingeniero(a) civil. Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil, Bogotá D.C.
- López Juvinao, D. D. (2016). *Mucho más que carbón. El escenario minero de La Guajira*. (1.ª ed.). Grupo de Investigación Contacto con la Comunidad. Recuperado de <https://es.slideshare.net/elturcolopez/libro-sobre-mineria-en-la-guajira>
- Ministerio de Minas y Energía y Ministerio del Medio Ambiente (2002). Guías minero ambientales. Recuperado de <http://corpocaldas.gov.co/publicaciones/1380/exploracion.pdf>
- Mora, O. y Zúñiga, R. (2007). Gestión de la calidad ambiental. *Fisioterapia*, 29(6), 11. [https://doi.org/10.1016/S0211-5638\(07\)74450-4](https://doi.org/10.1016/S0211-5638(07)74450-4)
- Pachón, C. (2014). Minería sostenible: el reto colombiano. *Boletín Especialización en GCI*, 1, 1-5. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Pardo, K. y Salazar, E. (2013). *Minería, medio ambiente y paisaje cultural cafetero en el municipio de Quinchía, Risaralda: un reto hacia la sustentabilidad*. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de administradoras ambientales. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales, Programa de Administración Ambiental, Pereira.

Estudio de las estrategias para mitigar las venas abiertas fruto de la extracción de la roca caliza en el departamento del Cesar

Martha Lucía Mendoza Castro¹, Johana Cecilia Peláez Aguirre²

Resumen

El presente trabajo de investigación consiste en el estudio de las estrategias para mitigar los impactos ambientales fruto de la extracción de la roca caliza en el departamento del Cesar. Esta investigación tiene como objeto de estudio las canteras de caliza del departamento del Cesar y estuvo delimitada a las que se encuentran en la etapa más productiva en la extracción de la valiosa roca. La investigación se realizó con base en la metodología descriptiva de tipo cuantitativa, obteniendo información de diversas fuentes, como documentos de bases de datos, encuestas, observaciones y una revisión de literatura. Se analizan dos variables a lo largo de la investigación como lo son las venas abiertas y la roca caliza. En esta investigación se identificaron las canteras dedicadas a la extracción de la roca caliza y, a su vez, se evaluó el impacto que esta trae consigo, logrando con esto el diseño de un plan de mitigación, el cual puede utilizarse para reducir los estragos que deja al medio ambiente (flora, fauna, suelo, agua, paisaje, aire, etc.) la minería. La evaluación ambiental realizada en este trabajo concluyó que las actividades que más impactan al medio ambiente se resumen en la etapa de construcción y montaje y la extracción de la roca, en las cuales hay una alteración física del medio circundante en la que está depositada.

Palabras clave: venas abiertas, roca caliza, canteras, impactos ambientales.

¹Administradora de empresas, docente del programa Ingeniería de Minas de la Fundación Universitaria del Área Andina sede Valledupar. Correo: mmendoza27@areandina.edu.co

²Estudiante de Ingeniería de Minas de la Fundación Universitaria del Área Andina sede Valledupar. Correo: jpelaez10@estudiantes.areandina.edu.co

Introducción

La minería ha sido una de las actividades más antiguas y representa una de las fuentes de mayor inversión en nuestro país, por ende, es un beneficio para la economía; por esta razón, el departamento del Cesar se ha convertido en una de las víctimas de la práctica desmedida de la explotación de canteras; entre los minerales que se explotan se destacan arena, grava, arcilla, rocas ornamentales, barita y, principalmente, caliza. La roca caliza es un mineral de origen sedimentario, el cual se forma a partir de la acumulación y compactación de diversas materias, tales como restos calcáreos de seres vivos; es de gran importancia porque, a partir de su obtención, se puede utilizar para la construcción, productos químicos, agroquímicos y el vidrio.

La minería es una de las actividades más importantes en la economía cesarense, la cual se ha visto afectada de manera positiva y negativa, positiva, porque es una fuente de empleo para la mayoría de los habitantes de la parte centro del departamento; negativa porque genera un impacto ambiental muy grande en dicha zona. Referente a su estructura, pasó de tener una alta participación en el algodón a un alza en la minería. La

minería es una gran alternativa para el mejoramiento económico, pero acarrea un sin número de consecuencias sociales y ambientales que dañan la integridad de la sociedad en la que se desarrolla dicha actividad, como los problemas que se han ido afianzando con la sociedad que genera la misma extracción de la roca caliza.

Toda extracción de mineral trae consigo una serie de efectos secundarios que son los que afectan la capa vegetal en la que el ser humano desarrolla sus actividades cotidianamente, y tales daños pueden llevar a la destrucción de los suelos naturales en los que se presentan limitaciones físicas, químicas y biológicas que dificultan el libre desarrollo de la naturaleza; no solo se tiene la afectación de la capa vegetal, sino la contaminación de las vertientes hídricas que constituyen el subsuelo y, por supuesto, sin pasar por alto las partículas que se disipan en el aire.

La presente investigación es importante porque se centra en el estudio de los impactos generados por la extracción de la roca caliza en el departamento del Cesar, la cual genera unas venas abiertas y se hace necesario una evaluación ambiental, ya que es una herramienta para estimar el cambio o modificación

de los componentes abióticos, bióticos, socioeconómico y cultural existentes en un área definida, como consecuencia de la ejecución de actividades antrópicas o de un proyecto, en función de las condiciones previas a la acción de un proyecto, conforme a la normatividad vigente y aplicable.

En este sentido, la investigación sobre el problema señalado se considera importante debido a que permite estudiar las estrategias para mitigar las venas abiertas fruto de la extracción de la roca caliza en el departamento del Cesar. En este contexto, la investigación, al identificar los factores determinantes de las venas abiertas fruto de la extracción de la roca caliza, puede intentar explicar cuáles son los factores que influyen directamente en que hayan o no estrategias que mitiguen los impactos en dichas canteras.

Por otra parte, este estudio aportará un valor práctico permitiendo a los dueños de canteras y de próximas concesiones hacer una aplicación de las estrategias de mitigación incumbidas por la extracción de la roca caliza. Por consiguiente, los resultados de esta investigación permitirán generar nociones científicas, las cuales asientan establecer la importancia de los impactos ambientales

desde la teoría de la extracción de la roca caliza para generar las innovaciones necesarias asociadas a las actividades principales del proceso de extracción de la roca.

En este sentido, se observará un aporte social en la investigación, la cual es justificada por los resultados obtenidos de la variable impacto como estrategia para disminuir las venas abiertas generadas por la extracción de la roca caliza en el departamento del Cesar, para que a partir de esto se genere crecimiento en los empleos con beneficios derivados de la investigación que apoya el mejoramiento del ecosistema.

Seguidamente, otro aporte es el metodológico, el cual se realiza con las variables en estudio venas abiertas de la extracción de la roca caliza, una de las pocas que aplica este método; por lo tanto, es base para otras investigaciones como estudios que evalúen, por ejemplo, la aplicación de las estrategias de mitigación para la extracción de la roca caliza, a fin de elevar la productividad y competitividad.

En otro contexto, al finalizar el estudio el mismo pretende dar a conocer la importancia de crear un conjunto de estrategias de mitigación para mantener la estabilidad de los ecosistemas, para

cuando se realice extracción de la roca caliza en el departamento del Cesar.

Basado en los escenarios expuestos, se realizó esta investigación con el fin de dar una nueva visión sobre la manera de mitigar los impactos que generan las canteras extractoras de la roca caliza en el departamento del Cesar, siendo esta base teórica de suma importancia para el desarrollo de unas estrategias que ayuden a la disminución de las venas abiertas fruto de la extracción de la roca caliza, buscando el desarrollo de las canteras del departamento del Cesar y sus alrededores.

Materiales y métodos

En esta investigación se aplicó un estudio con enfoque mixto de tipo descriptivo; ya que en este tipo de estudios “se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, de forma tal de describir los que se investiga, este tipo de estudio ofrece la posibilidad de llevar a cabo algún nivel de predicción; además son cuantificables los datos obtenidos” (Cauas).

La metodología adoptada para la realización del presente trabajo se fundamenta en el reconocimiento e identificación de las canteras de caliza dedi-

cadas a la extracción de esta roca en el departamento del Cesar, de la misma manera se emplean recursos para la valoración sobre el impacto generado fruto de la explotación desmedida de dicha roca, teniendo en cuenta todas las recomendaciones teóricas para el diseño de un plan de mitigación con base en los daños provenientes de la extracción de la roca caliza en el Cesar.

Población de estudio

Según Levin y Rubin (1999, p. 135), una población “es el conjunto de todos los elementos que se estudian y acerca de los cuales se intenta sacar conclusiones”.

Por su parte, según Hernández et al. (2006, p. 562) asegura que “la muestra en el proceso cualitativo es un grupo de personas, eventos, sucesos, comunidades, etc., sobre el cual se habrán de recolectar los datos, sin que necesariamente sea representativo del universo o población que se estudia”.

Población. 35 canteras, las cuales corresponden a todas las canteras de la roca caliza en el departamento del Cesar.

Muestra. El estudio se realizó sobre una muestra de siete canteras dedicadas a la extracción de la roca caliza en el departamento del Cesar.

Instrumentos

Al ser una investigación mixta de tipo descriptiva, se hizo necesaria la aplicación del instrumento recolector de datos, llamado encuestas para proceder a hacer la valoración de los impactos generados por la extracción de la roca caliza en el departamento del Cesar, utilizando a su vez la matriz de Leopold, en la que se reflejaron los resultados obtenidos una vez se hicieron las respectivas visitas de campo a cada una de las canteras.

Resultados

De acuerdo con la información suministrada y recolectada por la Agencia Nacional de Minería (ANM), de los resultados obtenidos se lograron identificar un total de 34 canteras dedicadas a la extracción de la roca caliza en el departamento del Cesar (ver figura 1), de las cuales 17 se encuentran en etapa de exploración, cinco en construcción y montaje; mientras que las doce restantes están en la etapa más productiva de la minería que es la extracción, producción y comercialización de esta valiosa y apreciada roca (ver figura 2).



Figura 1. Etapa mineras de las canteras del departamento del Cesar; son de suma importancia para la investigación las que se encuentran en etapa de explotación



Figura 2. Ubicación de las canteras de caliza en etapa de explotación en el departamento del Cesar

Para la presente investigación se delimitó una muestra de trece canteras de caliza en el departamento del Cesar; para las cuales solo se le aplicó la respectiva encuesta a siete de estas debido a que las seis restantes se encontraban

cerradas o no estaban en su etapa más productiva. Por consiguiente, con toda la información adquirida en campo, se logró realizar el estudio de los impactos ambientales ocasionados por la extracción de la roca caliza en el departamento del Cesar.

Después de realizada la investigación y aplicación de la matriz de Leopold modificada, se observó que hay recursos naturales más afectados que otros y que existen actividades en los proyectos mineros que generan más impactos ambientales que otras, para los cuales se denotan de la siguiente manera:

Componentes naturales. En primera instancia, se encontró el componente atmosférico, en cuanto a lo que respecta al deterioro de la calidad del aire por la generación de material particulado y gases emitidos en cada una de las actividades mineras, presenta los valores más altos negativos (genera los mayores impactos ambientales); y esto es debido, principalmente, por la constante remoción de masas, vehículos traficando, arranque y transporte de este; también existe un incremento de los niveles de ruido producto de estos mismos procesos en la actividad minera.

Por otro lado, esta actividad minera de extracción de la roca caliza conlleva un deterioro de la calidad de los suelos en cuanto a su remoción y pérdida de estos por la no disposición de áreas especiales para su respectivo cuidado, que conlleva a que se den procesos de erosión de estos suelos (eólica e hídrica) y es debido, principalmente, a que una vez descapotada el área de trabajo estos suelos quedan desprovistos de protección y es entonces cuando los agentes atmosféricos, especialmente la lluvia, impactan sobre esta área descubierta y rebasa con la poca capa de suelo preexistente.

De igual modo, dentro los componentes físicos se destaca el paisaje; la actividad minera tiene mucha incidencia en este debido a la alteración del paisaje, se da principalmente debido a la extracción masiva que se hace de la roca caliza en el departamento del Cesar, dejando, a su vez, gigantescas venas o cráteres que le suman importancia para la determinación de alternativas en este punto de la investigación.

Ahora bien, la eliminación de la capa vegetal es de suma importancia, puesto que en esta se encuentran los nutrientes (ciclo de nutrientes) necesarios para el desarrollo de la fauna y flora existente

en la zona; pero, cuando se inician labores de minería, lo primero que se hace es un descapote o retiro de esta capa para lograr acceder al mineral, sin desmeritar que en la mayoría de los casos existe una pérdida de dicha cobertura vegetal por falta de un espacio para la efectiva disposición de esta.

Cabe concluir que la actividad minera genera impactos de gran importancia en los componentes bióticos y abióticos. En la parte social existen afectaciones de la salud, principalmente por los niveles de material particulado que se genera a lo largo de toda la actividad, pero para los casos expuestos en el departamento del Cesar la población se encuentra bastante alejada de la zona donde se llevan a cabo estas labores y, por ende, debe hacerse precaución. Cabe señalar que en el componente económico existe un crecimiento exponencial desde el inicio de las operaciones; ya que esta genera expectativas de empleos para los pobladores de las zonas aledañas y así a contribuir al desarrollo de estas.

Actividades mineras. Los componentes naturales y las actividades mineras se encuentran correlacionadas de tal forma que para que una se cause necesita de otra que la produzca, esto quiere decir que las afectaciones a

los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos son producto directamente de las actividades mineras llevadas a cabo para la extracción de la roca caliza en el departamento del Cesar. De este modo, y con base en lo analizado en campo y expuesto en la matriz de Leopold modificada, se logró analizar que la actividad que mayor impacto está generando es la construcción, montaje y adecuación de edificaciones y obras civiles, y es causado principalmente porque en esta etapa es en la que se realizan las mayores modificaciones biótica y abióticas.

Paralelamente a esto, la remoción de cobertura vegetal que se necesita hacer para la extracción del recurso natural lleva consigo a que sea una actividad que genere grandes impactos porque degrada y minimiza el área en la que se desarrolla la vida silvestre y, en consecuencia, hay una reducción y pérdida de biodiversidad de la zona. Mientras tanto, la adecuación de vías de acceso y la movilización y operación de equipos son actividades constantes que generan gran polución y deterioro de la cobertura vegetal, incidiendo drásticamente sobre la zona en la que se lleva a cabo las labores mineras.

En cuanto a las actividades mineras que generan los suficientes trastornos en el medio, se encuentran aquellas que son llevadas a cabo durante el arranque, cargue y transporte de material, ya que estas tienen la particularidad de alterar la calidad de los suelos, pérdidas de propiedades (principalmente físicas) de estos, alteración de paisajes, contacto directo con la fauna y la flora, contaminación, entre otras que van sumándole a los impactos que genera el aprovechamiento de la roca caliza.

Después de realizada la investigación, de aplicar la matriz de Leopold modificada y de analizar los respectivos impactos causados por la extracción de la roca caliza, se llegó al punto más importante de la investigación, que es la elaboración de estrategias que logren mitigar las venas abiertas (impactos ambientales) fruto de la extracción de la roca caliza en el departamento del Cesar. En el análisis de la matriz de Leopold se evidenció de que, según el medio, existen recursos naturales más afectados que otros, por consiguiente, se denotan de la siguiente manera en el gráfico:



Fuente: elaboración propia.

Con respecto al gráfico anterior, se designan una serie de estrategias influyentes con las cuales se espera mitigar los impactos ambientales causados por la extracción de la roca caliza en el departamento del Cesar. Dichas estrategias se contemplan a continuación, las cuales resumen los objetivos establecidos para dar con el cumplimiento de los compromisos ambientales que deben llevar a cabo las canteras en estudio; esto con el fin de establecer medidas y acciones compensatorias, evitar al máximo efectos contaminantes, promover la gestión ambiental, prevenir y reducir al máximo las afectaciones generadas por la extracción de la roca caliza.

Todo lo anterior debe ser implementado por las canteras extractoras de la roca caliza y darles un respectivo monitoreo y seguimiento

en pro de verificar el cumplimiento y efectividad de dichas estrategias de mitigación de los impactos ambientales causados por la extracción de la roca caliza en el departamento del Cesar.

Conclusión

Se ha podido identificar cuáles son aquellas canteras dedicadas a la extracción de roca caliza en el departamento del Cesar, las cuales han hecho una extracción desmedida en las zonas de influencia, para ello se han identificado y encuestado para su posterior utilización, que son la base esencial para el desarrollo de los demás objetivos planteados en esta investigación.

Mientras tanto, la evaluación ambiental realizada en este trabajo nos arrojó como deducción que las actividades que más impactan al medio ambiente se resumen en la etapa de construcción y montaje y la extracción de la roca, en las cuales hay una alteración física del medio circundante en el que está depositada esta. Con base en estas actividades, también se determinó que los componentes más afectados son los siguientes: la calidad del aire, el paisaje, la morfología de los suelos y la reducción de flora y fauna, particularmente a estos componentes

se les afecta negativamente; pero desde el punto de vista positivo tenemos la generación de empleo y expectativas por parte de los pobladores aledaños al proyecto minero.

No obstante, el levantamiento de la evaluación ambiental se realizó de forma cualitativa y cuantitativa, esto nos permite identificar los diferentes elementos ambientales que son susceptibles a sufrir cambios o, en su defecto, de las actividades impactantes que se ejerzan sobre estos elementos; sin embargo, vale la pena recalcar que se necesitan de otros criterios para analizar más allá de la matriz de Leopold los impactos que se lleguen a manifestar de forma indirecta a las zonas en estudio.

De otro modo, para lograr el equilibrio en la minería necesitamos de la correcta vigilancia y fiscalización de las autoridades ambientales y mineras, en las que las empresas mineras cuenten con un acompañamiento técnico para el desarrollo de sus labores, con el fin de controlar los procesos extractivos de este u otros minerales que conllevan a un daño al medio ambiente, de forma que se practique y se logre la minería responsable.

En justa medida, es necesaria la correcta implementación de los PMA que se llevan a cabo por los entes fiscalizadores, ya que estos son quienes tienen las medidas necesarias de prevención, corrección, mitigación y compensación; y es entonces cuando tiene valor agregado la investigación, ya que estas estrategias pueden ser incluidas dentro de estos planes, programas o proyectos para su correcta aplicación y verificación en la mitigación de impactos ambientales causados, en este caso, por la roca caliza. Sin embargo, también es necesario mencionar la adquisición de conocimiento de las revisiones documentales para poder diseñar este estudio.

Entonces, el municipio de Valledupar, Cesar es un gran productor de la roca caliza, lo cual genera una extracción desmedida de este recurso, creando, a su vez, un sin número de impactos en los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos, determinados a partir de la evaluación en la matriz de Leopold modificada y que anteriormente fue expuesta en los resultados. Con dichos resultados obtuvimos una serie de estrategias que buscan mitigar las venas abiertas fruto de la extracción de la roca caliza en el departamento del Cesar para las empresas productoras de esta roca

y que, a su vez, también estas sean un referente para otros recursos naturales no renovables existentes a nivel nacional e internacional para el mejoramiento de la industria minera por medio de una minería ambientalmente responsable, fiscalmente sostenible y socialmente solidaria.

Referencias

- Cauas, D. Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*, 4.ª ed. México: McGraw Hill.
- Levin, R. y Rubin, D. (1996). *Estadística para administradores*. México: Prentice Hall.



REVISTA
AGUNKUYÂA

Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas

AREANDINA

Fundación Universitaria del Área Andina
Facultad de Ingeniería y Ciencias Básica