

Prospectiva estratégica en los procesos de extracción y del beneficio de la roca caliza en el norte del Cesar, Colombia

Jan Carlos Buelvas¹, Martha Mendoza², Sandra Molina³

Resumen

A nivel mundial, en los países subdesarrollados, se denota una mayor incidencia de la actividad minera artesanal y a pequeña escala (MAPE), que representa un porcentaje significativo en el producto interno bruto (PIB). Colombia es poseedor de un importante potencial geológico en recursos sujetos a extracción, un ejemplo es la roca caliza distribuida en las cordilleras Oriental, Central y en la región Caribe, teniendo dicho recurso un dinamismo en el mercado interno. En tal sentido, esta investigación se direccionó al norte del Cesar en las canteras de caliza ligadas al proceso de extracción y del beneficio de la roca; por tal motivo, se hizo indispensable tener identificado el proceso como también caracterizarlo y se buscó generar una prospectiva estratégica a través de la política competitiva “Prospecta Colombia 2032” en matices DOFA de los procesos de arranque, cargue, transporte y beneficio, proponiendo medidas que mejoren y optimicen la labor minera en pro de un mercado con un alto valor agregado e innovación. No obstante, se implementó como metodología un modelo mixto de enfoque cuanti cualitativo con un diseño de campo cuasiexperimental, en el que se utilizaron como técnicas e instrumentos: la lista de chequeo, la observación, la encuesta, los ensayos de laboratorios, entre otros.

Palabras clave: beneficio, caliza, cantera, MAPE, prospectiva estratégica.

1 Ingeniero de minas de la Fundación Universitaria del Área Andina. Valledupar, Colombia. Correo: jbuelvas3@estudiantes.areandina.edu.co

2 Administradora de empresas, magíster en Gerencia de Proyectos I+D+I, docente investigadora de la Fundación Universitaria del Área Andina. Valledupar, Colombia. Correo: mmendoza27@areandina.edu.co

3 Ingeniera de minas y docente coinvestigadora de la Fundación Universitaria del Área Andina. Valledupar, Colombia. Correo: smolina17@areandina.edu.co

Introducción

Dentro del contexto mundial, el autor Earrthascan a través de IIED (2012) expresa que naturalmente el enfoque de atención en el aspecto laboral de las pequeñas minerías se ha visto reflejado en consecuencia por lo descrito por Mining Minerals and Sustainable Development (MMSD) Project, que

la mayor parte de la atención en la industria de la minería se concentra en las grandes empresas; sin embargo, en muchas partes del mundo, en especial en los países en desarrollo, los minerales son extraídos por la minería artesanal y en pequeña escala (MAPE) personas que trabajan con herramientas y equipamiento simples, por lo general en el sector informal, fuera del marco regulador y legal.

Es oportuno aludir al autor Chaparro (2000), quien manifiesta que

es importante por cuanto el conglomerado agrupado bajo la denominación de pequeña minería, representa un porcentaje significativo de la producción minera del continente, así como de la fuerza laboral dedicada a la extracción de minerales y metales. Por otra parte, es importante estable-

cer que la pequeña minería no es un fenómeno reciente y tiene un carácter universal, lo cual permite que se encuentren expresiones de ella en los cinco continentes y en países tan disímiles como: Canadá, Colombia, Chile, China, Bolivia, España, Inglaterra y Perú.

Ahora bien, hoy en día ¿cómo se concibe la ejecución de la labor extractiva en el país de un recurso técnicamente rentable como la roca caliza? para responder este interrogante se trae a colación a Güiza (2013) quien define que

la minería en Colombia, aún es muy incipiente y se lleva a cabo principalmente en pequeña escala. Gran parte de esta pequeña minera no cuenta con el correspondiente título minero. Actualmente hay 6813 pequeñas minas ilegales es decir el 66% de la actividad. El 39% de las pequeñas minas ilegales del país llevan más de 10 años en explotación minera por lo cual pueden ser consideradas como minería tradicional que no ha sido formalizada. Teniendo en cuenta el reporte del censo minería de 2011, el 95% de las pequeñas minas ilegales no cuentan con ningún tipo de permiso o autorización ambiental, lo que está generando graves impactos ambientales en el país.

Es justo decir que en cuanto a la roca caliza surge la incertidumbre de ¿quiénes son las empresas que han venido dedicándose a la extracción y al beneficio de este recurso? Por tanto, Latorre A. (2008) en su investigación: La industria del cemento en Colombia determinantes y comportamiento de la demanda, da a conocer que

en Colombia para entonces solo existían cinco empresas comercializadoras y productoras de cemento: Argos, Cemex, Holcim, Cementos del Oriente y Cementos Tequendama; Y que, debido a este reducido número de empresas dedicadas a la elaboración de este producto de la roca Caliza, él consideró que en ese momento prevalecía un mercado concentrado, con un modelo de integración vertical, con barrera a la entrada de nuevos jugadores, además de altas inversiones iniciales y un producto poco diferenciado.

Paralelamente, emerge otra pregunta: ¿qué importancia tiene la roca caliza como materia prima en la industria de la construcción u otros mercados en Colombia? Se comienza por evocar que Solano R. (2011) describe que

la producción de cal es una parte integral de la cadena de construcción a

nivel nacional, más específicamente el 80% de la producción del país, sin embargo, también observó que ascendió el porcentaje de cal importada debido a la falta de tecnología y a las técnicas rudimentarias que elevan el precio nacional de este material, haciendo más atractivo el precio extranjero. Adicionalmente, señala que el mercado de la cal crece paralelamente con el del cemento, permitiendo que la compra del producto se mantenga estable y que las demás industrias como la siderúrgica y la química compitan por ofrecer valores de compra atractivos para productores y pequeños mineros.

No obstante, se procede a resolver otra inquietud sobre ¿qué política se ha impartido para fortalecer la competitividad y la informalidad del desarrollo de la actividad minera y artesanal a pequeña escala en el país colombiano? Conforme al CPC (Concejo Privado de Competitividad) (2008) expresó que “hace 5 años se tramitó el CONPES 3439 de 2006 que se estableció el Sistema Nacional de competitividad, el cual, meses más tarde, a través de la comisión nacional de competitividad, aprobó la visión de largo plazo prospecta Colombia 2032. De tal modo que

en el 2032 Colombia será uno de los tres países más competitivos de América Latina y tendrá un elevado nivel de ingreso por persona, equivalente al de un país de ingresos medios altos, a través de una economía exportadora de bienes y servicios de alto valor agregado e innovación.

Dentro de esta investigación, se plantean los siguientes objetivos: en primera instancia, determinar las canteras de calizas ubicadas en el departamento del Cesar en la minería artesanal y a pequeña escala (MAPE); en segunda instancia, determinar los métodos de extracción del recurso de la roca caliza; en tercera instancia, caracterizar el beneficio por el cual pasa la roca caliza para la obtención del producto y por último proponer una prospectiva estratégica basándose en los procesos de extracción y del beneficio de la roca caliza.

En tal sentido, para así poder mejorar y proponer estrategias con un enfoque competitivo hacia la formalidad en el que se mejore el proceso y con este la operación por la cual deben atravesar la roca. Por consiguiente, se contribuya a un adecuado desarrollo sostenible y sustentable de la actividad minera, dado que así se accede a fortalecer los conocimientos tácticos que optimicen las ca-

racterísticas en pro de una productividad en calidad y cantidad. De tal manera que a través de la separación, molienda, trituración homogenización, clasificación, entre otras operaciones y procesos se propongan pautas y lineamientos que se convierten en patrones de seguimientos hacia la prospectiva estratégica, a través de matrices DOFA, para las demás canteras y con estas se logre perpetuar no solo a nivel local sino también nacional e internacional.

Materiales y métodos

Al margen de la investigación, se tuvo en cuenta un paradigma de investigación que es un cúmulo de creencias teóricas y metodológicas entrecruzadas que accede la selección, valoración enjuiciada de temas, problemas y métodos. Según el autor Creswell et al. (2008, citado por Hernández, 2013) manifiestan que

al adoptar una postura pragmática se está aceptando la posibilidad de “colocar” múltiples paradigmas en un solo estudio y estar abierto a todas las posibilidades. Si el diseño seleccionado es el explicativo y se otorga mayor importancia a la dimensión cuantitativa, el paradigma predominante puede ser el pospositivista,

pero el diseño elegido es el exploratorio secuencia con más importancia en lo cualitativo, el paradigma es esencial que guíe al estudio puede ser el interpretativo-naturalista.

Es oportuno mencionar a Hernández (2014), quien describe

que el modelo mixto es el grado más alto de combinación entre los enfoques cuantitativos y cualitativos; ambos se entremezclan o combinan en todo el proceso de investigación, o al menos, en la mayoría de sus etapas. Requiere de un manejo completo de los dos enfoques y una mentalidad abierta. Agrega complejidad al diseño de estudio; pero contempla todas las ventajas de cada uno de los enfoques. Se concibe un modelo de enfoque dominante en donde se lleva a cabo bajo la perspectiva de alguno de los enfoques, el cual prevalece, y el estudio conserva componentes del otro enfoque.

Es decir, de acuerdo con lo previo en esta indagación, los tres primeros objetivos de estudios se conciben dentro del enfoque cuantitativo, influenciados y determinados por su proceso deductivo-analítico mediante el procesamiento de datos sistematizados y lógicos a través de datos estadísticos. No obstante,

en el último objetivo de estudio su proceso es inductivo, de tal manera que es interpretativo naturalista, en el que existe una prelación con base al enfoque cuantitativo, en el cual se hace una reflexión más profunda con la ayuda de los datos suministrado a través del enfoque cualitativo; en tal sentido, la investigación se direcciona a un enfoque mixto que requiere de un manejo idóneo de los dos enfoques, abarcando un grado de complejidad.

Según Zamora (2009),

es un modelo de investigación derivado del paradigma experimental, se caracteriza por el estudio de la variable de tratamiento en contextos donde el investigador no puede asignar las unidades de análisis a las variables de interés; habitualmente se llevan a cabo fuera del laboratorio.

De tal modo que los diseños de campo cuasiexperimentales se traducen en el hecho de que las variables están dadas en el objeto de la investigación de manera natural pero que se ven reflejadas en la manipulación, que no se pueden ejercer o presentar de forma independiente de la variable a voluntad, en el cual no se permite rechazar completamente otras explicaciones causales distintas a la que nos interesa establecer. Se sos-

tiene que maneja una extrema relación con la casualidad-efecto que se puede proporcionar en el objeto de estudio de la investigación, pero que las proyecciones de las circunstancias arrojadas por la intervención del investigador pueden ser visualizadas desde distintos enfoques que pueden o no coexistir con el planteamiento de la indagación.

Se examina minuciosamente que la investigación, según su profundidad o el alcance que puede tener de acuerdo con la temática, se tendrían en cuenta los diseños de tipos exploratorios, descriptivos y correlacionales. En primer lugar, los tipos exploratorios ayudan a identificar con que se cuenta antes de intervenir al objeto de estudio a partir de los interrogantes planteados; en segundo lugar, los descriptivos tienen como objetivo describir características de una población sujeto de estudio y analizar su incidencia o interrelación en un momento dado. Finalmente, se busca describir la relación que hay entre diferentes factores.

Según D'Angelo (2008), población es

un conjunto de individuos, objetos, elementos o fenómenos en los cuales puede presentarse determinadas características susceptibles de ser

estudiadas; en el cual se extrae una muestra que es cualquier subconjunto del universo. Desde la estadística pueden ser probabilísticas o no probabilísticas; por ende, una unidad muestral es un conjunto de elementos extraídos de la población que conforman la muestra.

De esta manera, a partir de los títulos mineros registrados en el departamento del Cesar, se estimó que existen 35 canteras de caliza, las cuales se desglosan, según los contratos de legalización y concesión, así: 17 en etapa de exploración, cinco en etapa de construcción y montaje y trece en etapa de explotación consignados en el departamento del Cesar. Paralelamente, se tomó una muestra de siete canteras en el norte del departamento del Cesar, a las cuales se estará realizando la investigación pertinente teniendo en cuenta los parámetros establecidos y los criterios de selección para cumplir con los objetivos planteados.

Conforme a la indagación se le atribuye una lista de chequeo descriptiva debido a que es una de las que se utiliza en la identificación de impactos ambientales, como también se organizan cuestionarios diseñados para cada factor en una serie de interrogantes relacionados con la posible ocurrencia de impactos

producidos por un proyecto en particular. Quintan y Montgomery (2006) expresan que

es posible emplear una guía completamente estructurada de observación, Lista de Chequeo (check list, en inglés), todo esto con la finalidad de registrar la existencia o no de aspectos o elementos considerados a la luz de los parámetros y criterios de evaluación adoptados como claves en el cumplimiento de los objetivos del proyecto o programa de investigación, o como requisito de funcionamiento de la organización o institución, objeto de estudio.

Se sostiene que para Blanco (2011) la encuesta es “un método científico de recolección de datos de carácter cuantitativo que permite recopilar información sobre opiniones, creencias y/o actitudes de los sujetos estudiados e indagar acerca de temas múltiples, tales como pautas de conducta, prejuicios, tendencias políticas”.

Se recapitula entonces que, en cuanto al objeto de estudio que tiene la investigación cuantitativa, se hace indispensable la aplicación de la técnica que mejor evidencia la base de la estadística como tal, la encuesta, que concede instituir predicciones representativas en relación

con las características de grandes poblaciones. Por tal razón, la encuesta permite describir cómo se revelan explícitas propiedades de una población, teniendo en cuenta el análisis de la conducta de las variables de una muestra.

Por otro lado, la Universidad Nacional de Colombia, en su guía lineamientos para la validación y estimación de la incertidumbre de la medición asignadas mediante el acuerdo 164 de 2014, establece que

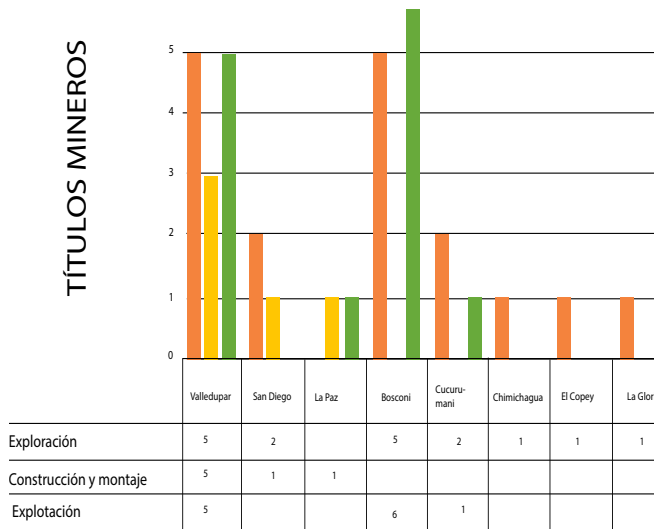
para realizar la validación de una metodología analítica es necesario inicialmente determinar qué parámetros son necesarios para demostrar la confiabilidad del método, de acuerdo con las normas nacionales e internacionales que sean aplicables, y a los recursos disponibles (patrones, muestras de referencia, insumos, etc.), para asegurar la trazabilidad de las mediciones y determinaciones que se deban realizar en la fase experimental de la validación. Esto implica que antes de iniciar la validación de un ensayo o calibración los equipos e instrumentos de medición deben estar calibrados y validados. Es importante tener en cuenta que existen dos tipos de metodologías de análisis, las cualitativas (falsos

positivos y negativos, especificidad, sensibilidad, región de incertidumbre y límite de corte) y las cuantitativas (exactitud, precisión, linealidad, robustez, límite de detección y de cuantificación); ambas son susceptibles a ser validadas, su diferencia para su validación radica en que los parámetros evaluados para llevarla a cabo son diferentes.

Sin embargo, para el desarrollo del objetivo cualitativo se procederá a elab-

orar estrategias de desarrollo local basadas en lo propuesto por el Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES). Según Silva (2003), “siguiendo el análisis de los objetivos que se realizó, en este caso se trata de formular estrategias para alcanzar cada objetivo específico planteado. Para ello se propone realizar un ejercicio tipo Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas (FODA)”.

Figura 1. Datos de títulos mineros extraídos de la AGN-Secretaría de Minas Departamental



Fuente: adaptado por Buelvas (2016).

Resultados

Se determinaron 35 de los títulos mineros registrados en el departamento del Cesar según la Agencia Nacional de Minería (ANM) Secretaría de Minas Departamental.

mental del Cesar que se ilustran en la figura 1, en el que se distribuyen de la siguiente manera: 17 en etapa de exploración, cinco en etapa de construcción y montaje y trece en etapa de explotación.

Figura 1. Datos de títulos mineros extraídos de la AGN-Secretaría de Minas Departamental.

Titulos ubicados al noroccidente del departamento del Cesar



Fuente: adaptado por Buelvas (2016).

A continuación, se escogen siete títulos mineros, siendo la muestra seleccionada de aquellos que se encuentran en la etapa de explotación para realizar los objetivos de la investigación, la cual se puede contemplar en la tabla 1, en la que se presenta el número del expediente de la ANM, el mineral o recurso que se extrae, el muni-

cipio, la zona rural, el titular proponente y su etapa. Del mismo modo, se realiza la delimitación geográfica de los polígonos del área de concesión en el norte del Cesar a través del software de Google Earth.

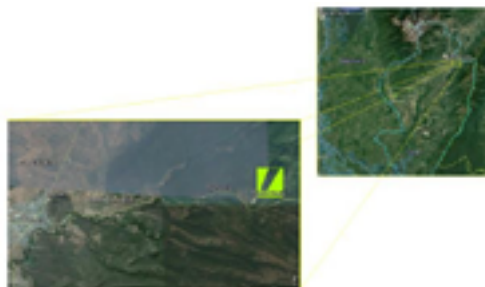
Tabla 1. Títulos seleccionados para la aplicación de la investigación obtenidos a través de la ANM y la Secretaría de Minas departamental. Adaptado por criterios del autor Buelvas (2016)

No.	No. EXP.	Mineral	Municipio	Zona rural	Titular Proponente	Etapas
1	0150-1-20	Caliza	Valledupar	Caracolí, Via los Venados	Minera de los Santos	Explotación
2	0184-20	Caliza	Bosconia	Via Bosconia-Caracolí - La gran via	MIDAS	Explotación
3	0189-20	Caliza y Mármol	Valledupar	Via Caracolí, Camperucho	Eliseo Cañón	Explotación
4.1	FLA-101	Caliza y Mármol	Bosconia	Via Bosconia-Caracolí	Minera de los Santos	Explotación
4.2	0363-20	Caliza	Bosconia	Via Bosconia-Curumani-Carrera 3	Minera de los Santos S.A.	Explotación
5	0349-20	Caliza	Valledupar	Caracolí, Via los Venados - Camperucho	Minera de los Santos S.A.	Explotación
6	032-20	Caliza	La Paz	Via la Paz - Manauare	José Calles Mielés	Explotación

Fuente: adaptado por Buelvas (2016).

Figura 2. Delimitación de los títulos mineros seleccionados ubicados al noroccidente del departamento del Cesar en el software Google Earth

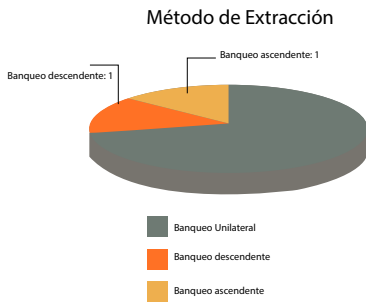
Titulos ubicados al noroccidente del departamento del Cesar



Fuente: adaptado por Buelvas (2016).

Por otro lado, se tienen que las canteras seleccionadas: 1, 2, 3, 4.2 y 5 tienen método de extracción por banco unilateral o único; por ende, la cantera 4.1 tiene banqueo descendente y la cantera 6 banqueo ascendente con un sistema a cielo abierto-cantera, en el que 5 se encuentra con explotación continua y 2 con explotación intermitente que se pueden visualizar en la figura 4.

Figura 4. Método de extracción del sistema a cielo abierto tipo cantera del recurso de la roca caliza en el norte del departamento del Cesar

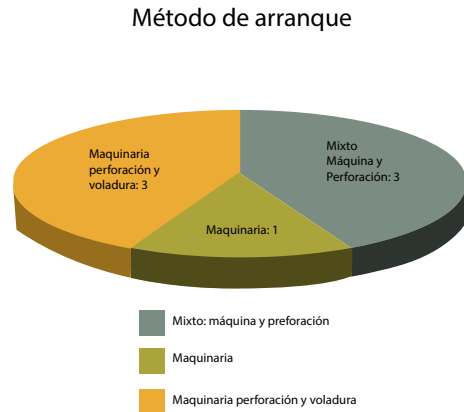


Fuente: adaptado por Buelvas (2016).

Del mismo modo, conforme a las canteras 1, 2, 3, teniendo en cuenta el arranque, se tienen que son mixtos má-

quina y perforación; por consiguiente, las canteras 4.2, 5 y 6 perforación, voladura y maquinaria. No obstante, la cantera 4.1 con maquinaria ilustradas en la figura 5.

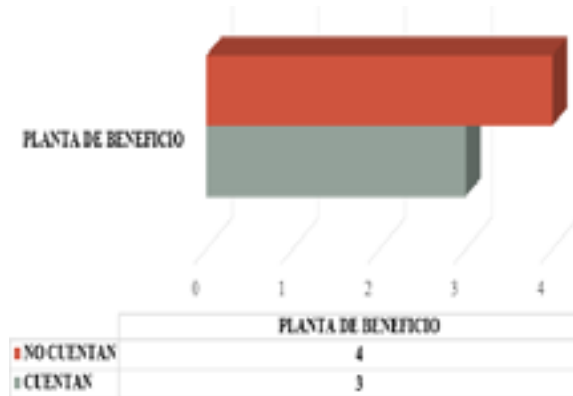
Figura 5. Método de arranque del sistema a cielo abierto tipo cantera del recurso de la roca caliza en el norte del departamento del Cesar



Fuente: adaptado por Buelvas (2016).

Por otro lado, de acuerdo al beneficio por el cual atraviesa el recurso de la roca caliza, las canteras 1, 3, 4.1 y 4.2 no cuentan con una planta de beneficio y las canteras 2, 5 y 6 cuentan con planta de beneficio que se representan en la figura 6.

Figura 6. Canteras del norte del departamento del Cesar en el cual la roca caliza pasa por un proceso de beneficio.



Fuente: adaptado por Buelvas (2016).

Se señalan, posteriormente, los análisis físicos (resistencia al desgaste y granulometría); geoquímicos (contenido de porcentajes de elementos o compuestos químicos) realizados a las canteras objeto de estudio de la roca caliza en la muestra seleccionada en el norte del departamento del Cesar. A continuación, se observan los análisis físicos de resistencia al desgaste hechos por medio de la máquina de los Ángeles.

Tabla 2. Cantera Midas. Informe de resistencia al desgaste de los agregados de tamaño menores de 37,5 mm (1 1/2") por medio de la máquina de los ángeles conforme a las normas de ensayos: INV E-218 equivalentes: ASTM c 131, AASHTO t 96, Incontec 98

Análisis físicos - Cantera Midas

GRADACIÓN USADA	A
No de esferas	12
No de Revoluciones	500
Peso Inicial (g)	3564,0
Peso Final (g)	2599,0
Perdida (g)	965,0
% De desgaste	27,1

Fuente: adaptado por Buelvas (2016).

Tabla 3. Cantera Minera de los Santos; Informe de resistencia al desgaste de los agregados de tamaño menores de 37,5 mm (1 1/2") por medio de la máquina de los ángeles conforme a las normas de ensayos: INV E-218 equivalentes: ASTM C 131, AASHTO t 96, Incontec 98.

GRADACIÓN USADA	A
No de esferas	12
No de Revoluciones	500
Peso Inicial (g)	3981,0
Peso Final (g)	3086,4
Perdida (g)	894,6
% De desgaste	22,5

Fuente: adaptado por Buelvas (2016).
Cantera Minera de los Santos

Teniendo en cuenta los estudios previamente evidenciados, se verificó que las muestras recolectadas de las canteras seleccionadas, de acuerdo con el estudio de la resistencia al desgaste, son competentes para cualquier requerimiento de la norma y especificaciones Inviás 2013.

Tabla 4. Normas y especificaciones de Inviás 2013. Capítulo 3, afirmados. Bases y subbases (artículos 311-13)

ESPECIFICACIONES		
CAPA		NORMA
AFIRMADO		<50%
SUB- BASE GRANULAR		<50%
BASE GRANULAR		<40%
TRATAMIENTO SUPERFICIAL Y DOBLE		<40%
LECHADA ASFALTICA		<35%
MEZCLA BIERTA EN FRIO	BASE	<35%
	RODADURA	<30%
MEZCLA DENSA EN FRIO	BASE	<40%
(AGREGADO GRUESO)	RODADURA	<30%
MEZCLA ABIERTA EN CALIENTE		<35%
MEZCLA DENSA EN CALIENTE	BASE	<40%
(AGREGADO GRUESO)	RODADURA	<30%
RECICLADO DEL PAVIMENTO EXISTENTE		<40%
MATERIAL DE ADICCIÓN		

Fuente: adaptaciones del laboratorio Fundación Universitaria del Área Andina (2016)

Tabla 5. Estudio de fluorescencia en rayos X

Elemento y/o compuesto	XRF- 2401 CALIZA CREMA	Elemento y/o compuesto	XRF- 2402 CALIZA CAFÉ
CaCO ₃	93,424	CaCO ₃	96,173
SiO ₂	3,986	SiO ₂	1,884
Al ₂ O ₃	1,370	Al ₂ O ₃	0,715
Fe ₂ O ₃	0,535	MgO	0,461
MgO	0,193	Fe ₂ O ₃	0,296
P ₂ O ₅	0,188	K ₂ O	0,243
K ₂ O	0,129	Na ₂ O	0,081
TiO ₂	0,061	TiO ₂	0,056
Na ₂ O	0,051	Cl	0,083
MnO	0,025	Sr	0,024
S	0,022	S	0,019
Sr	0,008	Y	0,003
Zn	0,003	Zn	0,002

Fuente: adaptado por Buelvas (2016) a partir de Moreno (2016).

De tal modo que, de acuerdo con la información del estudio de espectrometría en fluorescencia en rayos X proporcionado por Moreno 2016, se tuvo en cuenta los factores que afectan la calidad de la cal viva (CaO). Según Hassibi (2009), quien con respecto a los porcentajes de calcio-magnesio le atribuyó su clasificación de caliza cálcica con un contenido expresado de la siguiente manera: (Ca: 90%-95%); (Mg: 1%-2%) y, por otro lado, la caliza dolomítica denotada de la siguiente forma: (Ca: 60%-65%); (Mg: 35%-40%). No obstante, lo antes expuesto fue de vital importancia para la información que se despliega en la tabla 6.

Tabla 6. Estructura química expuesta en el cemento Portland

Cemento	C35	C25	C3A	C4AF
Tipo I	48	27	12	8
Tipo II	40	35	5	13
Tipo III	62	13	9	8
Tipo IV	25	50	5	12
Tipo V	38	37	4	9

Fuente: adaptado por Buelvas (2016).

Ahora bien, se basó en el autor Silva (2003), conforme a la metodología, para la elaboración de estrategias de desarrollo local, teniendo en cuenta la matriz DOFA que establece se implementó en los procesos de extracción y del beneficio en las canteras de caliza en el norte del departamento del Cesar que se muestran

en las figuras 7, 8, 9 y 10 en el proceso de extracción (arranque, cargue y transporte) y en el proceso de beneficio-mercado respectivamente.

Tabla 7. Matriz DOFA de la actividad de arranque del proceso de extracción de la roca caliza en el norte del departamento del Cesar

Proceso de extracción. Actividad de arranque
Fuerza
• F.1= manejo adecuado de equipos y maquinarias.
• F2= trabajos u horas/hombres con menos riesgos laborales.
Debilidades
• D1= no poseen una consecución de los explosivos adecuada.
• D2= no cuentan con un método específico (planificación).
Oportunidades
• O1= optimizar las mallas de perforación.
• O2= optimizar los métodos manuales de perforación.
Amenazas
• A1= no se cuenta con un departamento o un soporte para el mantenimiento de los equipos y maquinarias de la mina.
• A2= Falta de análisis costo- beneficio para la producción y respectivas metas de la mina.
• A3= Tener personal con experiencias en costos y planificación de proyectos.

Fuente: adaptado por Buelvas (2016).

Tabla 8. Matriz DOFA de la actividad de cargue del proceso de extracción de la roca caliza en el norte del departamento del Cesar.

Proceso de extracción. Actividad de cargue
Fuerza
• F1= manejo adecuado de equipos y maquinarias en el frente de explotación que aseguran una producción óptima.
• F2= trabajos o horas/hombres con menos riesgos laborales.
Debilidades
• D1= no hay un uso adecuado de maquinaria para el cargue del material en el frente de explotación.
Oportunidades
• O1=planificar la implementación de equipos de cargue específicos en los frentes de trabajo.
Amenazas
• A1= no contar con un departamento o un soporte para el mantenimiento de los equipos y maquinarias de la mina.
• A2= costos financieros para la producción y respectivas metas de la mina.
• A3= tener personal con experiencias en costos y planificación de proyectos.

Fuente: adaptado por Buelvas (2016).

Tabla 9. Matriz DOFA de la actividad de transporte del proceso de extracción de la roca caliza en el norte del departamento del Cesar

Proceso de extracción. Actividad de transporte
Fuerza
F1= manejo adecuado de equipos y maquinarias en el frente de transporte.
F2= trabajos u horas/hombres con menos riesgos laborales.
Debilidades
D1= no cuentan con una organización en los sitios de cargue tanto en los frentes de trabajo como en la planta de trituración.
D2= no poseen una disposición adecuada de los ciclos de acarreo debido a que no cuentan con alguno.
D3= no cuentan con un arreglo en las vías (internos y externos).
Oportunidades
O1= optimizar ciclos de acarreo.
O2= optimizar las vías.
Amenazas
A1= no contar con un departamento o un soporte para el mantenimiento de los equipos y maquinarias de la mina.
A2= costos financieros para la producción y respectivas metas de la mina.
A3= tener personal con experiencias en costos y planificación de proyectos.

Fuente: adaptado por Buelvas (2016).

Tabla 10. Matriz DOFA del mercado en el proceso de beneficio de la roca caliza en el norte del departamento del Cesar

Proceso de beneficio. Mercado
Fuerza
• F1= manejo adecuado de la planta trituradora, nos aseguran una producción óptima.
• F2= trabajos u h/h con menos riesgos laborales.
Debilidades
• D1= no poseen una disposición adecuada del material acopiado debido a que están muy cercanos y tienden a mezclarse.
• D2= desconocimiento de la utilidad del material en distintos mercados.
• D3= no tener claridad de los mecanismo y para desarrollar la labor minera en suelo pertenecientes a los cuatro grupos indígenas.
Oportunidades
• O1= optimizar el proceso de conminución de la roca caliza de acuerdo con sus características, ya sean físicas o químicas, dependiendo del mercado hacia el que está dirigido.

Amenazas
• A1= no contar con un departamento de análisis en estándares físicos y químicos para el material acopiado.
• A2= costos financieros para la producción y respectivas metas de la mina
• A3= tener personal con experiencias en costos y planificación de proyectos.
• A4= trabajar en áreas delimitadas por la línea negra de los cuatro grupos de los resguardos indígenas.

Fuente: adaptado por Buelvas (2016).

Discusión

En primera instancia, para determinar las etapas en las que se encuentran las canteras de caliza dedicadas a la extracción en el norte del Cesar, se recurre a recolectar la información pertinente de los archivos en la Agencia Nacional de Minería y la Secretaría Departamental de Minas, gobernación del Cesar. Luego, se procede a hacer la tabulación estadística de las 35 canteras halladas de los datos proporcionado, teniendo en cuenta las etapas en la que se encontraron (exploración, construcción-montaje y explotación) de la minería artesanal y a pequeña escala (MAPE), en la que se selecciona aquellas que estuvieron en explotación para aplicar una encuesta y así recolectar la información pertinente para suplir los demás objetivos de la investigación, seleccionando una muestra de siete canteras de las trece que se encontraban en la labor minera extractiva y del beneficio.

En segunda instancia, para identificar los métodos utilizados en la extracción de la roca caliza en el norte del Cesar. De tal modo que se realiza una ruta de las visitas técnicas a campos en el software Google Earth de los títulos mineros seleccionados conforme a sus polígonos de concesión otorgados por la Agencia Nacional de Minas (ANM) y ubicados en el nororiente y noroccidente del departamento del Cesar; por ende, se ejecuta la encuesta objeto de estudio y así se recolectan los datos referentes al sistema, método de extracción, el arranque, la relación de equipos utilizados, los instrumentos, el recurso humano y la maquinaria.

En tercera instancia, para caracterizar el beneficio que se genera en la roca caliza en el norte del Cesar, se realiza una nueva visita para recolectar las muestras físicas en aquellas en las que se le hacía un proceso de conminución del

recurso; de tal forma que al clasificarlo en pilas de $\frac{3}{4}$ de pulgada, 1 pulgada y $1\frac{1}{2}$ pulgada se procedía a hacer un cuarteo en cada una de ellas y así hacerle su caracterización física. Después, se llevan a cabo los ensayos de laboratorio de resistencia al desgaste y granulometría en la Fundación Universitaria del Área Andina; por consiguiente, se verifica la calidad de la roca caliza, teniendo en cuenta las normas y especificaciones del Invías 2013 en el capítulo 3, de afirmados, bases y subbases (artículos 311-13), constatando que son de excelente calidad y que pueden ser utilizadas en cualquier campo de uso en el mercado.

Desde luego, para la caracterización geoquímica se tomó los estudios de espectrometría en fluorescencia de rayos X suministrados por las canteras en las que se hicieron las visitas técnicas de campo; dicho estudio mostraba la relación del porcentaje de la presencia de elementos y compuestos en la roca caliza de denominación caliza crema XRF-2401 y caliza café XRF-2402. A partir de los datos previos se hizo la correlación pertinente a la literatura de calizas cálcicas y calizas dolomíticas conforme a sus calidades en el campo de aplicación de la industria cementera y fabricación de la cal. Es oportuno evocar que se agruparon datos pertinentes de los productos,

subproductos o aplicaciones que abarcan en su mercado, tales como: pisos de mármol, lo relacionado con la mampostería, baldosas, enchapes, gravas de $\frac{3}{4}$ de pulgada, arena y arenón, procesamiento del clínker, entre otros. No obstante, sus clientes son: Granitos y Mármoles S.A.; constructoras en Bosconia que edifiquen vías y puentes en Mompox; Cemex; Argos; Cemento vallenato, entre otros.

No obstante, se delimitan que los mercados en los que se movilizan las empresas mineras son de infraestructura urbanística y vial, mampostería, cemento y fabricación de cal. Algo particular es que dichas calizas cálcicas son utilizadas para la fabricación del cemento en esta región que se contradice del proceso de beneficio, basándose en la literatura conforme a la estructura química del cemento Portland, en el que es adecuada la utilización de la caliza dolomítica debido a que en sus porcentajes de calcio requerido contiene lo indicado o para llevarlo a su porcentaje menor su proceso de beneficio es mucho menor; por ende, al utilizar la caliza cálcica se estaría haciendo un proceso de beneficio aun mayor, lo que afectaría los costos de productividad. Pero se encuentra que para que tal proceso de beneficio de la caliza cálcica fuera utilizado de tal manera, lo que se realiza es una disminución de su

contenido cálcico diluyendo su concentración al suministrar arcilla, llevándolo al porcentaje requerido de la fabricación del cemento.

En última instancia, para proponer estrategias que mejoren u optimicen el proceso de la roca caliza en el norte del departamento del Cesar en la etapa extractiva y en la de beneficio, se utilizó la implementación de matrices de competitividad DOFA al establecer las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de agentes tanto externos como internos de las canteras objetos de estudio; de tal forma que se propiciaron las estrategias DO, FA, FO y DA en el proceso de extracción de la actividad del arranque, cargue, transporte y del beneficio con el fin de generar un valor agregado al producto.

Conforme a la actividad del arranque, se establecieron las siguientes prospectivas estratégicas:

1. Estrategia FO: O1-O2.F1= capacitar al personal teniendo en cuenta estándares de perforación y voladura por métodos manuales-uso adecuado de explosivos.
2. Estrategia DO: O1.F1= gestión con la entidad Indumil para la consecución de explosivo; O2.F2= implemen-

tación técnica de un método diferente de voladura (averiguar el método manual que sea más eficiente) (track drill, martillos neumáticos).

3. Estrategias FA: A1.F2= articular con el SENA mediante practicantes en mecánicas de maquinaria pesada para soporte de mantenimiento de equipos; A2.F1= mirar la viabilidad de un sitio dedicada al mantenimiento y el suministro de repuesto ubicada estratégicamente que sea apoyo a las canteras del sector de influencia; A3.F1= incentivar proyectos de implementación costo-beneficio que sean productivos para este tipo de minería desde la FUAA-SENA.

4. Estrategia da: A2.D1= mirar la viabilidad de una subcontratación del costo de la perforación y la voladura en el mercado.

Igualmente, teniendo en cuenta la actividad del cargue se define la posterior prospectiva estratégica:

1. Estrategia FO: O1.F1= optar por mecanismos de control de productividad (toma de tiempo de cargue); O1.F2= capacitación del personal en cuanto a estándares de operación de equipos de cargue (carga, posicionamiento, manejo del equipo, aculata-miento).

2. Estrategia DO: O1.D1= optimización de las flotas de cargue para garantizar una mayor productividad.

3. Estrategias FA: A1-F2= articular con el SENA mediante practicantes en mecánicas de maquinaria pesada para soporte de mantenimiento de equipos; A2.F1= mirar la viabilidad de un sitio dedicado al mantenimiento y el suministro de repuestos, ubicado estratégicamente para que sea apoyo a las canteras del sector de influencia; A3.F1= incentivar proyectos de implementación costo-beneficio que sean productivos para este tipo de minería desde la FUAA-SENA.

4. Estrategia DA: A2.D1= implementación de un plan minero para la optimización de recursos.

Así mismo, de acuerdo con la actividad del transporte, se determina la próxima prospectiva estratégica:

1. Estrategia FO: O1.F1= capacitación del personal en estándares en equipos de acarreo e implementación de equipos de apoyos.

2. Estrategia DO: O1.D2-D3= rediseño de las vías de acarreo e implementación de equipos de la mina (Buldócer: motoniveladora); O2.D1= implementación de un control de pro-

ductividad (base de datos-tablas dinámicas).

3. Estrategias FA: A1.F2 articular con el SENA mediante practicantes en mecánicas de maquinaria pesada para soporte de mantenimiento de equipos; A2.F1= mirar la viabilidad de un sitio dedicado al mantenimiento y el suministro de repuestos, ubicado estratégicamente para que sea apoyo a las canteras del sector de influencia.

4. Estrategia DA: A2.D1-D2-D3= implementación de un plan minero para la optimización de recursos.

Por último, acorde con el proceso de beneficio-mercado, se precisa la subsecuente prospectiva estratégica:

1. Estrategia FO: O1.F1= capacitación del personal en estándares de equipos en la planta trituradora e implementación de equipos de apoyos.

2. Estrategia DO: O1.D1= rediseño del sistema de acopio del material para su clasificación; O2.D2= agrupación de un sistema en red de integración de canteras de los materiales acopiados; O1.D2= implementar un plan de gestión y articulación de otros mercados de aplicación industrial (agrícola, estabilización de suelos, cal viva, siderúrgica, farmacéutica, entre otros).

3. Estrategias FA: A1-A3.F1= articular con el SENA mediante practicantes de laboratorio, analistas de control y de calidad para los estudios físicos y químicos del material acopiado; A1-A2.F1= implementación de un control de calidad (análisis granulométricos, resistencia al desgaste); A3.F2= capacitación técnica del personal en las en las tecnologías utilizadas de estándar de calidad.

4. Estrategia DA: A1.D1= constituir un departamento de gestión de calidad en procedimientos físicos y químicos para el material acopiado; A4.D3= establecer mecanismos de apoyo como la consulta previa para establecer acuerdos y evitar el conflicto en el uso del suelo por el desarrollo de actividades mineras en áreas de delimitación de la línea negra, territorio ancestral de comunidades indígenas.

Conclusiones

Se puede determinar, que según los análisis fisicoquímicos y conforme con los ensayos de laboratorio de la resistencia al desgaste, análisis granulométricos y el de espectrometría de fluorescencia en rayos X, se obtuvo que las rocas calizas son cálcicas, con un rango entre 90%-95%; dichos porcentajes son óptimos para mercados del cemento,

mampostería, sector vías y construcción (bases-subbases y afirmados), teniendo en cuenta que los procesos para la fabricación del cemento permiten la incorporación de la arcilla como mezcla para obtener el porcentaje de contenido de CaCO₃ deseado. No obstante, de acuerdo a lo previo, estas calizas se pueden proyectar a mercados agrícolas, farmacéuticos, siderúrgicos, entre otros. En tal sentido, esto permite concluir que a futuro dicho recurso sería de vital importancia como materia prima en las distintas industrias antes mencionadas. Por otro lado, con esta información se visiona un gran potencial para la fabricación de un horno industrial para la producción de cal en el departamento del Cesar.

Sin duda alguna, existe un desafío por parte de la investigación, el cual se plantea la inclusión de conocimientos técnicos en las diversas explotaciones de caliza para mantener una productividad a futuro y un crecimiento dentro de los procesos, haciendo necesario que el dueño de la producción conozca en gran medida lo que produce debido a que de esta manera se puede proyectar a mercados futuros; por tanto, la utilización de maquinaria, tecnologías, ensayos de calidad de su producto le permite empoderarse del recurso explotado y abrirse a nuevos mercados. Es justo decir que

la prospectiva estratégica comprende que existen unos desafíos que se pueden orientar a asociaciones entre las canteras para promover e impulsar la calidad de su producto ya que existe una seria limitación en el uso de la caliza en un solo mercado por desconocimiento técnico del producto o el temor a proyectarse en un mercado distinto.

Recomendaciones

Dentro de esta investigación se llevó a cabo un exhaustivo diagnóstico interno de la minería artesanal y a pequeña escala en el recurso de la roca caliza en el norte del departamento del Cesar, al proponer una prospectiva estratégica en los procesos de extracción y del beneficio. No obstante, se realizó de manera muy somera un diagnóstico externo, basándose en la mercadotecnia enfocada en estrategias de mercados de la diversidad del campo de aplicación de este recurso. Por tanto, se sugiere que para futuras investigaciones se implemente un diagnóstico externo, teniendo en cuenta un modelo de competitividad que, para el criterio de los autores de este trabajo, se sugiere las cinco fuerzas de Porter, el cual es un modelo estratégico elaborado por el ingeniero y profesor Michael Porter, de la Escuela de Negocios Har-

vard, en el año 1979, que determina la intensidad de competencia y la rivalidad en una industria. Del mismo modo, en esta investigación se tuvo como fin proponer estrategias ligadas a los procesos de extracción y del beneficio de la roca caliza para optimizarlas o mejorarlas y que se llegaran a reflejar en indicadores de productividad (costo-beneficio), que para otra posible investigación a futuro podría ser la aplicación de la prospectiva estratégica a las canteras, en las que se realizaron los objetivos propuestos de esta indagación.

Referencias

- Blanco, C. (2011). Encuestas y estadísticas métodos de investigación cuantitativa en ciencias sociales y comunicación. Disponible en <https://edoc.site/-encuestas-y-estadisticasmetodosdeinvestigacioncuantitativaencienciasocialesycomunicacion--pdffree.html> (consultado el 10 de mayo de 2017).
- Chaparro, E. (2000). La llamada pequeña minería: un renovado enfoque empresarial. Disponible en <http://archivo.cepal.org/pdfs/2000/S00060497.pdf> (consultado el 15 de marzo del 2015).
- Consejo Privado de Competitividad. (2008). A dónde queremos llegar: visión 2032 y principales estrategias. Disponible en <http://www.compite.com.co/site/wpcontent/uploads/informes/20072008/05CAPITULO2.pdf> (consultado el 16 de agosto del 2015).

- Creswell (2008). Cap. 12. “Ampliación y fundamentación de los métodos mixtos”. Disponible en novella.mhhe.com/sites/dl/free/000001251x/1016239/CAPITULO12.pdf (consultado el 7 de septiembre del 2016).
- D’Angelo, S. (2008). Población y muestra. Disponible en [http://med.unne.edu.ar/sitio/multimedia/imagenes/ckfinder/files/files/aps/POBLACI%C3%93N%20Y%20MUESTRA%20\(Lic%20DAngelo\).pdf](http://med.unne.edu.ar/sitio/multimedia/imagenes/ckfinder/files/files/aps/POBLACI%C3%93N%20Y%20MUESTRA%20(Lic%20DAngelo).pdf) (consultado el 20 de mayo del 2015).
- Güiza, L. (2013). La pequeña minería en Colombia: una actividad no tan pequeña. Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/rt/printerFriendly/35819/45320> (consultado el 20 de agosto del 2016).
- Hernández, S. (2014). El proceso de investigación y los enfoques cuantitativo y cualitativo: hacia un modelo integral. Disponible en <http://metodoscomunicacion.sociales.uba.ar/files/2014/04/Hernandez-Sampieri-Cap-1.pdf> (consultado el 25 de septiembre del 2016).
- International Institute for environment and Development (IIED) (2012). Cap. 13: “Minería artesanal y en pequeña escala”. Reporte final. Disponible en <http://www.iied.org/mmsd-final-report> (consultado el 5 de diciembre del 2015).
- Latorre, A. (2008). La industria del cemento en Colombia determinantes y comportamiento de la demanda. Disponible en http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/economia/tesis_16.pdf (consultado el 10 de agosto del 2016).
- Quintan, A. y Montgomery, W. (2006). Metodología de investigación científica cualitativa. Disponible en <http://biblioteca.iplacex.cl/RCA/Methodoog%C3%ADa%20de%20investigaci%C%B3n%20cient%C3%ADfica%20cualitativa.pdf> (consultado el 7 de mayo del 2017).
- Silva, I. (2003). Metodología para la elaboración de estrategias de desarrollo local. Disponible en <https://www.cepal.org/publicaciones/xml/7/13867/sgp42.pdf> (consultado el 17 de mayo del 2017).
- Solano, R. (2011). Factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la explotación de piedra caliza en el municipio de Charata, Santander. Disponible en <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2011/137834.pdf> (consultado el 10 de agosto del 2015).
- Universidad Nacional de Colombia. (2014). Lineamientos para la validación y estimación de la incertidumbre de la medición. Disponible en <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:rf4KvqLSu4oJ:www.laboratorios.bogota.unal.edu.co/userfiles/files/GU%25C3%258DA%-2520validacion%2520e%2520incertidumbre.docx+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co> (consultado el 16 de junio del 2016).
- Zamora, O. (2009). Diseños experimentales y cuasiexperimentales: reflexiones operaciones sobre el uso de la aleatorización. Disponible en http://berniecl.weebly.com/uploads/7/2/5/3/72531/diseos_de_investigacion_2012.pdf (consultado el 25 de septiembre del 2016).