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

Strategic foresight in the extraction and beneficiation processes of limestone in the north of Cesar, Colombia

JAN CARLOS BUELVAS BARRIOS¹
MARTHA LUCIA MENDOZA CASTRO²
SANDRA MOLINA ARENAS³

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 distribuidas 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, donde 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 cuantitativo con un diseño de campo cuasi-experimental donde se utilizaron como técnicas e instrumentos: la lista de chequeo, la observación, la encuesta, los ensayos de laboratorios, entre otros.

Palabras Claves: Prospección estratégica, Cantera, MAPE, Caliza, Beneficio

Abstract

At the global level, underdeveloped countries show a greater incidence of artisanal and small-scale mining activity (ASM), which represents a significant percentage of the gross domestic product (GDP). Colombia, is possessor of an important geological potential in resources subject to extraction. An example is the limestone rock distributed in the Eastern, Central and Caribbean regions, this resource having a dynamism in the internal market. In this sense, this research was directed north of Cesar in the limestone quarries linked to the extraction process and the benefit of the rock; for this reason it was essential to have identified the process as well as characterize it, where it was sought to generate a strategic prospective through the competitive policy "Prospecta Colombia 2032" in shades DOFA of the processes of startup, loading, transport and benefit, proposing measures that improve and optimize the mining work in favor of a market with high added value and innovation. However, a mixed model of quantitative-qualitative approach was implemented as a methodology with a quasi-experimental field design where the following were used as techniques and instruments: checklist, observation, survey, laboratory tests, among others.

¹ Ingeniero de minas. Egresado de la fundación Universitaria del Área Andina, Valledupar, Colombia, jbuelvas3@estudiantes.areandina.edu.co

² Administradora de Empresas con Mgs: en Gerencia de proyectos I+D+I. Docente investigador de la Fundación Universitaria del Área Andina, Valledupar, Colombia, mmendoza27@areandina.edu.co

³ Ingeniera de minas. Docente Coinvestigador De la fundación Universitaria del Área Andina, Valledupar, Colombia, smolina17@areandina.edu.co

Keywords: Strategic Foresight, Quarry, MAPE, Limestone, Profit

INTRODUCCIÓN.

Dentro del contexto mundial, el autor Earrthascan (2012) expresa que naturalmente el enfoque de atención en el aspecto laboral de las pequeñas minerías se ha visto reflejado en consecuente por lo descrito por Mining minerals and sustainable development (MMSD) Project, publicado por Earthascan para el IIED y el WBCSD 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 establecer 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 Guiza (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 6.813 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 una 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 plantea 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 donde 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 características 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 conviertan en patrones de seguimientos hacia la prospectiva estratégica a través de matrices DOFA para las demás canteras y con esta se lograra que perpetuara 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) 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 pos-positivista, pero el diseño elegido es el exploratorio secuencia con más importancia en lo

cualitativo, el paradigma es esencial que guie al estudio puede ser el interpretativo-naturalista.” Tomado de Hernández (2013)

Es oportuno aludir, a Hernández (2014) quien describe “que el modelo mixto es el grado más alto de combinación entre lo enfoques cuantitativos y cualitativos; ambos se entremezclan o combina 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 a lo previo en esta indagación en los tres primeros objetivos de estudios se conciben dentro del enfoque cuantitativo influenciadas y determinadas por su proceso deductivo-analítico mediante el procesamiento de datos sistematizado 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 donde existe una prelación con base al enfoque cuantitativo en el cual se disponen de hacer 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) denota que “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; no implican la asignación aleatoria de las unidades experimentales a las condiciones del tratamiento; se mantiene el criterio de comparación de grupos como elemento primordial para la inferencia de la hipótesis, aunque como ya se ha señalado, la falta de aleatorización impide asegurar la exclusión de factores (variables) extraños de confusión.

De tal modo que en los diseños de campo cuasi-experimentales se traducen en el hecho en 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 permiten rechazar completamente otras explicaciones causales distintas a la que nos interesa establecer; se sostiene 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 puede ser visualizadas desde distintos enfoques que puedan 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 a la temática se tendría 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. En tercer lugar, los correlacionales tienen como objetivo describir las relaciones de unos factores o variables en relación con otros, que son considerados como determinantes; es decir predice la relación entre dos variables, ninguna de las cuales es controlada o manipulada por el investigador. Se caracteriza porque permite identificar, medir, interrelacionar múltiples variables simultáneamente, no importando establecer relaciones de causa-efecto entre ellas.

Según D'angelo (2008) expresa que población es “un conjunto de individuos, objetos, elementos o fenómenos en los cuales puede presentarse determinada 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. En tal sentido, el muestreo es probabilístico cuando todas los elementos del universo tiene la misma probabilidad de ser parte de la muestra; se obtiene mediante técnica de muestreo aleatoria (por azar); sus resultados son extrapolables (generalizables) a la población; de tal modo que son más representativas es decir, que tiene la mismas características que el universo en calidad y en cantidad”

Por consiguiente es finita debido a que se conoce el tamaño, a veces son tan grandes que se comportan como infinitas. Existe un marco muestral donde hallar las unidades de análisis (marcos muestrales = listas, mapas, documentos). Además en la investigación es de tipo elegible debido a que es determinada por los criterios de selección como también de tipo accesible ya que el conjunto de casos que satisfacen los criterios predeterminados y que al mismo tiempo son accesibles para el investigador. No obstante la muestra es aleatoria simple: se utiliza cualquier sistema de azarificación (tabla de números al azar, bolilleros, etc.).

De tal modo, que a partir de los títulos mineros registrados en el departamento del Cesar se estimó que existen 35 canteras de caliza, la cual desglosa según los contratos de legalización y concesión; 17 en etapa de exploración, 5 en etapa de construcción y montaje, por último 13 en etapa de explotación consignados en el departamento del Cesar. Paralelamente se tomó una muestra de 7 canteras en el norte del departamento del Cesar a la cual se estará realizando la investigación pertinente teniendo en cuenta los parámetros establecidos como de igual forma 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 en de cuestionario, diseñado para cada factor una serie de interrogantes relacionados con la posible ocurrencia de impactos producidos por un proyecto en particular según Quintan & Montgomery 2006 expresa que “Es posible emplear una guía completamente estructurada de observación, Lista de Chequeo (Check List, en Inglés). La idea del uso de este tipo de instrumento es 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”. Cabe resaltar que la encuesta resulto ser una de los más potente métodos cuantitativos puesto que permite obtener datos validos en un plazo relativamente corto y así realizar inferencias y estimaciones, (Marradi, Archenti y Piovani, 2010).

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; a partir del análisis de datos conseguidos en estudios a pequeña escala de pequeñas muestras probabilísticas apropiadamente escogidas. Por tal razón la encuesta permite describir como 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 el cual establece que “para realizar la validación de una metodología analítica es necesario inicialmente determinar que parámetros son necesarios para demostrar la confiabilidad del método, de acuerdo a 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 implementar una elaboración de estrategias de desarrollo local que conforme al Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES) según Silva (2003)

enuncia que “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); se identificarán las fortalezas y debilidades del territorio que pueden influir en el logro del objetivo, sobre la base de las potencialidades y limitaciones validadas durante el análisis de la situación local. Asimismo, se identificarán las oportunidades y amenazas del contexto externo que también pueden influir en el logro del objetivo, considerando la información contenida en los planes de desarrollo local, municipales, sectoriales, etc., en la oferta institucional, como programas nacionales, instrumentos, fondos sociales, planes reguladores, etc., y las características del contexto local y regional.”

RESULTADOS.

Se determinó **35** los títulos mineros registrados en el departamento del Cesar según la Agencia Nacional de Minería (ANM)-secretaria de minas departamental del Cesar que se ilustran el la **figura 1**; donde se distribuyen de la siguiente manera: **17** en etapa de exploración, **5** en etapa de construcción y montaje y **13** en etapa de explotación.

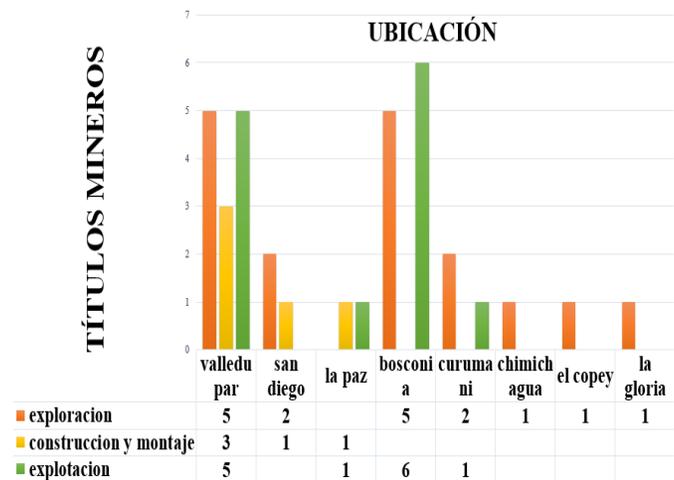


Figura 1. Datos de títulos mineros extraídos de la AGN-secretaria de minas departamental. Adaptado por **Buelvas (2016)**.

A continuación, se escoge **7** títulos mineros siendo la muestra seleccionada de aquellos que se encuentran en la etapa de explotación para realizar los objetivos de la investigación; en el cual se puede contemplar en la

Tabla 1 donde se presenta el número del expediente de la ANM, el mineral o recurso que se extrae, el municipio, 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.

No.	No. EXP.	Mineral	Municipio	Zona rural	Titular Proponente	Etapa
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 vía	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	Vía la Paz - Manaure	José Calles Mieles	Explotación

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



Figura 2. Delimitación de los títulos mineros seleccionados ubicados al noroccidente del departamento del Cesar en el Software **Google Earth**. Adaptado por **Buelvas (2016)**

Títulos ubicados al nororiente del departamento del Cesar



Figura 3. Delimitación de los títulos mineros seleccionados ubicados al nororiente del departamento del Cesar en el Software **Google Earth**. 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**, donde **5** se encuentra con explotación continua y **2** con explotación intermitente que se pueden visualizar en la **figura 4**.

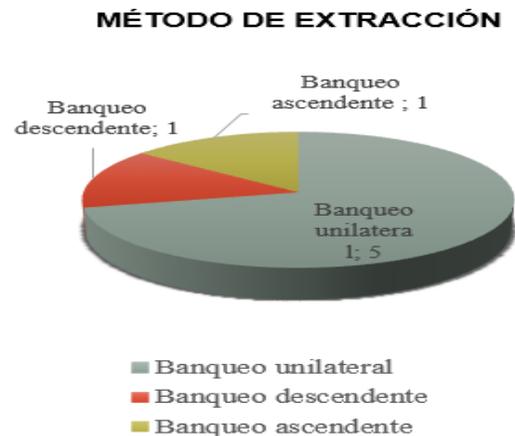


Figura 4. Método de extracción del sistema a cielo abierto tipo cantera del recurso de la roca caliza en el norte del departamento del Cesar. Adaptado por **Buelvas (2016)**
Del mismo modo, conforme a las canteras **1, 2, 3** teniendo en cuenta el arranque se tienen que son mixtos: máquina y perforación; 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. 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.

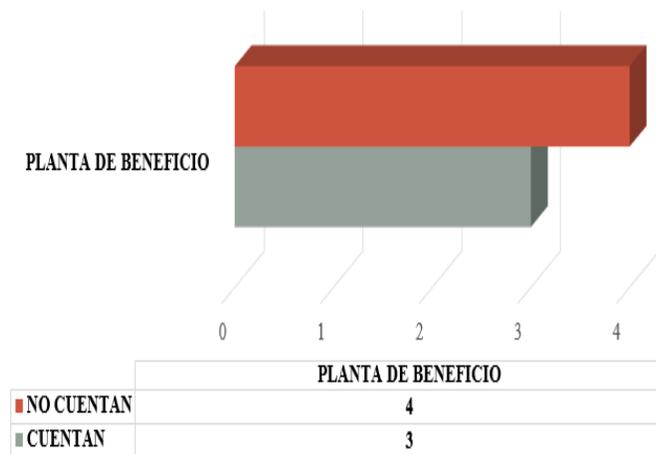


Figura 6. Canteras del norte del departamento del Cesar en el cual la roca caliza pasa por un proceso de beneficio. Adaptado por Buelvas (2016)

Se señalan posteriormente, los análisis físicos (resistencia al desgaste y granulometría); geoquímicos (contenido de % de Elementos Y/O compuesto 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

ANÁLISIS FÍSICOS	
CANTERA MIDAS	
GRADACION 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

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 angeles conforme a las normas de ensayos: i.n.v. e-218 equivalentes: ASTM c 131, AASHTO t 96, INCONTEC 98. Adaptado por Buelvas (2016).

CANTERA MINERA DE LOS SANTOS	
GRADACION 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

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 angeles conforme a las normas de ensayos: i.n.v. e-218 equivalentes: ASTM c 131, AASHTO t 96, INCONTEC 98. Adaptado por Buelvas (2016).

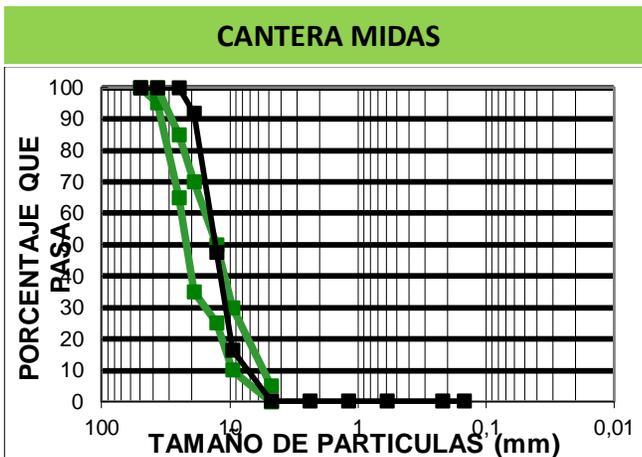
Teniendo en cuenta los estudios previamente evidenciados se verificó que las muestras recolectadas

de las canteras seleccionadas de acuerdo al estudio de la resistencia al desgaste son competentes para cualquier requerimiento de la Normas y especificaciones INVIAS 2013.

ESPECIFICACIONES		
CAPA		NORMA
AFIRMADO		<50%
SUB-BASE GRANULAR		<50%
BASE GRANULAR		<40%
TRATAMIENTO SUPERFICIAL SIMPLE 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 Adición)		

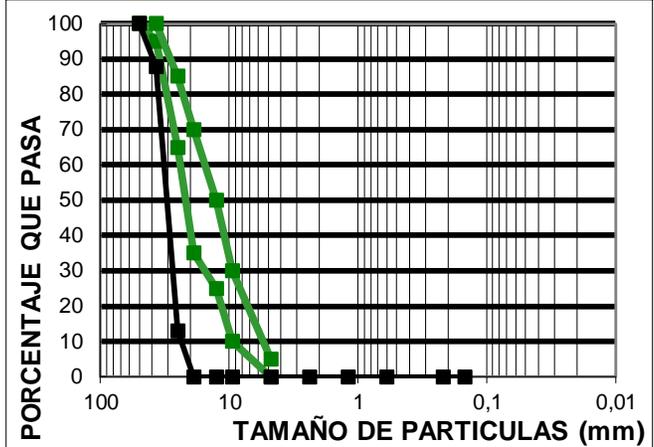
Tabla 4. Normas y especificaciones INVIAS 2013. Capítulo 3, afirmados. Bases y sub-bases (artículo 311-13); adaptaciones del laboratorio Fundación Universitaria del Área Andina (2016).

Seguidamente, se muestra el análisis granulométrico de las muestras escogidas en las canteras de caliza para brindar la información pertinente al propósito de la indagación.



Gráfica 1. Cantera MIDAS; curva granulométrica para agregados gruesos para pavimento de concreto hidráulico especificaciones INVIAS 500.2.1.4.e. En base a las normas y especificaciones INVIAS 2013. Capítulo 5, pavimentos de concreto (artículo 500-13) adaptaciones del laboratorio Fundación Universitaria del Área Andina (2016)

CANTERA MINERA DE LOS SANTOS



Gráfica 2. CANTERA MINERA DE LOS SANTOS; curva granulométrica para agregados gruesos para pavimento de concreto hidráulico especificaciones INVIAS 500.2.1.4.e. En base a las normas y especificaciones INVIAS 2013. Capítulo 5, pavimentos de concreto (artículo 500-13) adaptaciones del laboratorio Fundación Universitaria del Área Andina (2016)

ANÁLISIS GEOQUÍMICO

UNIVERSIDAD NACIONAL VICERRECTORIA ACADÉMICA
CENTRO DE EQUIPOS INTERFACULTADAS-CEIF,
LABORATORIO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X, INFORME
NO. XRF-177-11 BOGOTÁ D.C., 6 DE AGOSTO DEL 2011

ELEMENTO Y/O COMPUESTO	XRF-2401 CALIZA CREMA	ELEMENTO Y/O COMPUESTO	XRF-2402 CALIZA CAFÉ
CaCO3	93,424	CaCO3	96,173
SiO2	3,986	SiO2	1,884
Al2O3	1,370	Al2O3	0,715
Fe2O3	0,535	MgO	0,461
MgO	0,193	Fe2O3	0,296
P2O5	0,188	K2O	0,243
K2O	0,129	Na2O	0,081
TiO2	0,061	TiO2	0,056
Na2O	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

Tabla 5. Estudio de fluorescencia en rayos X. Moreno 2016 adaptado por Buelvas 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 estableció que con respecto a los porcentajes de Calcio-Magnesio le atribuyo 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 denotado 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**.

Estructura químicos expuesto en el Cemento Portland				
Cemento	C3S	C2S	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

Tabla6. Estructura química expuesta en el cemento portland. Adaptado por buevas.

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.

PROCESO DE EXTRACCIÓN - ACTIVIDAD DE ARRANQUE	
FUERZA	
○	F.1= manejo adecuado de equipos y maquinarias.
○	F2= Trabajos o 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.

Tabla 7. Matriz DOFA de la actividad de arranque del proceso de extracción de la roca caliza en el norte del departamento del Cesar. Adaptado por **Buevas (2016)**

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 tanto 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.

Tabla 8. Matriz DOFA de la actividad de cargue del proceso de extracción de la roca caliza en el norte del departamento del Cesar. Adaptado por **por Buevas (2016)**

PROCESO DE EXTRACCIÓN - ACTIVIDAD DE TRANSPORTE	
FUERZA	
○	F1= Manejo adecuado de equipos y maquinarias en el frente de transporte.
○	F2= Trabajos o Horas/Hombres con menos riesgos laborales.
DEBILIDADES	
➤	D1= No cuentan con una organización en los sitios de cargue tanto en los frentes de trabajos 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.

Tabla 9. Matriz DOFA de la actividad de transporte del proceso de extracción de la roca caliza en el norte del departamento del Cesar. Adaptado por Buelvas (2016)

PROCESO DE BENEFICIO - MERCADO	
FUERZA	
○	F1= Manejo adecuado de la planta trituradora nos aseguran una producción óptima
○	F2= Trabajos o H/H con menos riesgos laborales.
DEBILIDADES	
➤	D1= No poseen una disposición adecuada del material acopiado debido a que están muy cercanos tienden a mezclarse.
➤	D2= Desconocimiento de la utilidad del material en distintos mercados.
➤	D3= No tener claridad de los mecanismo e para desarrollar la labor minera en suelo pertenecientes a los 4 grupos indígena.
OPORTUNIDADES	

✓	O1= Optimizar el proceso de conminución de la roca caliza de acuerdo a sus características ya sea físicas o químicas de pendiente del mercado hacia donde 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 4 grupos de los resguardos indígenas.

Tabla 10. Matriz DOFA del mercado en el proceso de beneficio de la roca caliza en el norte del departamento del Cesar. 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 Secretaria 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 donde 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 7 canteras de las 13 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 otorgada por la Agencia Nacional de Minas (ANM) ubicados en el nororiente y noroccidente del departamento del Cesar; por ende, se ejecuta la encuesta objeto de estudio y así se recolecta

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 donde 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 lleva 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 **INVIAS 2013** en el capítulo 3, de **afirmados, bases y sub-bases** (artículo 311-13) constatando que son de excelente calidad y 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 donde se hicieron las visitas técnicas de campo; dicho estudio mostraba la relación del porcentaje de la presencia de elementos y/o compuestos en la roca caliza de denotación 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 agrupó datos pertinentes de los productos, subproductos o aplicaciones que abarcaban en su mercado tales como: pisos de mármol, lo relacionado con la mampostería, baldosas, enchapes, gravas de $\frac{3}{4}$ de pulgada, arena y arenon, procesamiento del klinquer, entre otros. No obstante, sus clientes son: granitos y mármoles s.a.; constructoras en Bosconia que edifiquen vías y puentes en Mompo; CEMEX; ARGOS; cemento vallenato, entre otros.

No obstante, se delimitan que los mercados donde 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 donde es adecuado 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 sería mucho menor; por ende, al utilizar la caliza cálcica se estaría haciendo un proceso de beneficio aun mayor lo que afectaría en los costos de productividad. Pero se encuentra que para que tal proceso de beneficio de la caliza cálcica fuera utilizada 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 propició 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 la siguiente prospectiva estratégica: **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=** Implementación técnica de un método diferente de voladura (Averiguar el método manual que sea más eficiente)- (TRACK DRILL-MARTILLOS NEUMÁTICO). **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 F.U.A.A-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, aculatamiento); **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 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 F.U.A.A-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 (Buldozer: motoniveladora); **O2.D1=** Implementación de un control de productividad (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 dedicada al mantenimiento y el suministro de repuesto ubicada estratégicamente 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 calidad para 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 por comunidades indígenas.

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 mercadotecnia enfocado en estrategias de mercados de la diversidad del campo de aplicación de este recurso. Por tanto, sugiero que para futuras investigación implementar un diagnóstico externo teniendo en cuenta un modelo de competitividad que para mi criterio sugiero las 5 fuerzas de Porter; el cual es un modelo estratégico elaborado por el ingeniero y profesor Michael Porter de la Escuela de Negocios Harvard, en el año 1979 que determinan la intensidad de competencia y la rivalidad en una industria. Del mismo modo, en esta investigación tuvo como fin proponer estrategias ligados a los procesos de extracción y del beneficio de la roca caliza para optimizarlos o mejorarlos y que se llegaran a reflejar en indicadores de productividad (costo-beneficio) que para otra posible investigación a futuro podría ser es la aplicación de la prospectiva estratégica a las canteras donde se realizó los objetivos propuestos de esta indagación.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por haber irradiado con sabiduría para mantenerme firme y no decaer a pesar las adversidades presentadas durante este gran esfuerzo y dedicación que comprendió mi carrera como Ingeniero de Minas.

A mi tutora metodológica y directora de mi semillero de investigación HUELLAS, la profesora Martha Lucia Mendoza por su gran ayuda y colaboración en cada momento de consulta y soporte en este trabajo de investigación.

A mi tutora técnica, Sandra Molina Arenas quien se empodero y me acompañó en este viacrucis del desarrollo de mi investigación quien fue de vital importancia para mi crecimiento como ingeniero.

A mi director de programa, Ober Romero Arias quien tuvo una gran disposición para colaborar en el desarrollo de mi proceso investigativo ayudándome a gestionar y articular los recursos, herramientas e instrumentos para establecer contacto con el gremio de los pequeños mineros y la secretaria de minas departamental.

A mi coordinadora de programa, Viviana Giraldo Cuadros quien dispuso de su valioso tiempo y me acompañó en un momento crucial de mi asesoramiento técnico direccionándome hacia las personas idónea y con experticias en cada una de las necesidades que le planteé; así mismo estableciendo contacto y gestión al articularme con el gremio de los pequeños mineros de las canteras de caliza.

A los profesores Luis Carlos Araujo, Hermin López, Yassuana Katusca Brito, Yolanda Jiménez y Daniel Cotes por estar involucradas en la guía durante el desarrollo de este proceso de mi investigación.

A mis amigos y compañeros que colaboraron conmigo en diferentes oportunidades: Alexander Fuenmayo Mejia, Katiuzca Matute Bravo, Xilena Mojica Rojano, Aura De La Victoria Granados, Johana Cecilia Pelaez, Islem Issela Urbina Garrido, Carolina Torres Perez

CONCLUSIONES.

Se puede determinar que según los análisis fisicoquímicos y conforme a los ensayos de laboratorio de la resistencia al desgaste, análisis granulométricos y el de espectrometría de fluorescencia en rayos X se obtuvieron que las rocas calizas son cálcicas con un rango entre 90%-95%; dicho porcentaje son óptimos para mercados del cemento, mampostería, sector vías y construcción (bases-susbases y afirmados); teniendo en cuenta, que en los procesos para la fabricación del cemento permite 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 otras. En tal sentido, esto permite concluir que a futuro dicho recurso serian 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 en 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 permita 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.

REFERENCIAS.

- Final report., (2012). Capítulo 13: Minería Artesanal y en Pequeña Escala. 05/12/2015, de International Institute for environment and Development Sitio web: <http://www.ied.org/mmsd-final-report>
- Chaparro, E. (2000). La llamada pequeña minería: un renovado enfoque empresarial. 03/15/2015, de NACIONES UNIDAS CEPAL Sitio web: <http://archivo.cepal.org/pdfs/2000/S00060497.pdf>
- Güiza, L. (2013). La pequeña minería en Colombia: una actividad no tan pequeña. 20/08/2016, de UNAL Sitio web: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/rt/printerFriendly/35819/45320>
- Latorre, A. (2008). La industria del cemento en Colombia determinantes y comportamiento de la demanda. 10 de Agosto 2016, de javeriana.edu.co Sitio web: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/economia/tesis16.pdf>

- Solano, R (2011). Factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la explotación de piedra Caliza en el municipio de Charta – Santander. 10 de agosto 2015, de UIS. Sitio web:<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2011/137834.pdf>
- Consejo Privado de Competitividad. (2008). Adónde queremos llegar: Visión 2032 y principales estrategias. 08/16/2015, de COMPITE Sitio web: <http://www.compite.com.co/site/wp-content/uploads/informes/2007-2008/05-CAPITULO2.pdf>
- Creswell. (2008). Capítulo 12 Ampliación y fundamentación de los métodos mixtos. 09/07/2016, de mhhe Sitio web: novella.mhhe.com/sites/dl/free/000001251x/1016239/CAPITULO12.pdf
- Hernández, S. (2014). El proceso de investigación y los enfoques cuantitativo y cualitativo: hacia un modelo integral. 25/09/2016, de UBA Sitio web: <http://metodos-comunicacion.sociales.uba.ar/files/2014/04/Hernandez-Sampieri-Cap-1.pdf>
- Zamora, O. (2009). Diseños experimentales y cuasiexperimentales: reflexiones operaciones sobre el uso de la aleatorización. 25/09/2016, de weebly Sitio web: http://berniecl.weebly.com/uploads/7/2/5/3/72531/diseos_de_investigacion_2012.pdf
- Silvia D´angelo. (2008). Población y muestra. 20/05/2015, de U.N.N.E.; U.C.P. Sitio web: [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)
- Quintan, A y Montgomery, W. (2006). Metodología de Investigación Científica Cualitativa. 07/05/2017, de IPLACEX Sitio web: <http://biblioteca.iplacex.cl/RCA/Methodolog%C3%ADa%20de%20investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica%20cualitativa.pdf>
- Blanco, C. (2011). Encuestas y estadísticas métodos de investigación cuantitativa en ciencias sociales y comunicación. 10/05/2017, de edoc Sitio web: <https://edoc.site/-encuestas-y-estadisticas-metodos-de-investigacion-cuantitativa-en-ciencias-sociales-y-comunicacion--pdf-free.html>
- Universidad Nacional de Colombia. (2014). Lineamientos para la validación y estimación de la incertidumbre de la medición. 16/06/2016, de UNC Sitio web: <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>
- Silva, I. (2003). Metodología para la elaboración de estrategias de desarrollo local. 17/05/2017, de cepal Sitio web: <https://www.cepal.org/publicaciones/xml/7/13867/sgp42.pdf>