

Análisis petrográfico e interés ornamental del Batolito de Pueblo Bello y Patillal, el Copey, Cesar.

Petrographic analysis and ornamental interest of the Batolito de Pueblo Bello y Patillal, the Copey, Cesar.

María Laura Palmezano Pinto , Hugo Andrés Cuellar Delgado

Fundación Universitaria del Área Andina, Colombia

Resumen

Objetivo: Evaluar las propiedades geomecánica y mineralógica de las rocas del Batolito de Pueblo Bello y Patillal al noreste del municipio de El Copey, Cesar y su utilización para ornamentales, siendo el componente más influyente en sus propiedades la durabilidad como indicadores de calidad, lográndose determinar, si el batolito es viable para su explotación.

Metodología: Se describieron macroscópica y microscópicamente las muestras adquiridas en campo, identificando propiedades físicas de interés, tales como, la composición mineral, estado de la roca frente a los agentes de meteorización y demás.

Resultados y conclusiones: Se estableció la resistencia de la matriz rocosa; lo anterior, sirvió para estimar los espesores tentativos de explotación, realizándose adicionalmente cálculos de recursos por el método de bloques para poder tener una idea del potencial geológico minero del área de interés.

Palabras clave: Batolito de Pueblo Bello y Patillal; Propiedades físicas; Composición mineral; Alteraciones; Potencial geológico minero.

Abstract

Objective: To evaluate the geomechanical and mineralogical properties of the Batolito de Pueblo Bello and Patillal rocks in the northeast of the municipality of El Copey, Cesar and their use for ornamentals, the most influential component of their properties being durability as quality indicators, being able to determine, if the batholith is viable for exploitation.

Methodology: The samples acquired in the field were macroscopically and microscopically identified, identifying physical properties of interest, such as the mineral composition, the state of the rock against the weathering agents and others.

Results and conclusions: The resistance of the rock matrix was established; the previous thing, served to estimate the tentative thicknesses of exploitation, being realized additionally calculations of resources by the method of blocks to be able to have an idea of the mining geological potential of the area of interest.

Keywords: Batholith Pueblo Bello and Patillal Pueblo; Physical Properties; Mineral composition; Alterations, Mining geological potential.

Open Access:

Recibido:
11 septiembre de 2017

Aceptado:
12 febrero de 2018

Correspondencia:

mapalmezano2@estudiantes.areandina.edu.co
hcuellar@estudiantes.areandina.edu.co

DOI
10.17081/invinno.6.2.3113



© **Copyright:** Palmezano et al

Como citar este artículo (IEEE) M. Palmezano, y H. Cuellar, "Análisis petrográfico e interés ornamental del Batolito de Pueblo Bello y Patillal, el Copey, Cesar", Revista Investigación e Innovación en Ingenierías, vol. 6, n°. 2, 2018. DOI [10.17081/invinno.6.2.3113](https://doi.org/10.17081/invinno.6.2.3113)

Introducción

Las rocas ornamentales hacen referencia a toda roca natural que sea susceptible de ser extraída en bloques de forma regular e irregular y con amplia gama de tamaños [1] basándose en sus características geomecánicas y químicas, teniendo en cuenta la resistencia al intemperismo.

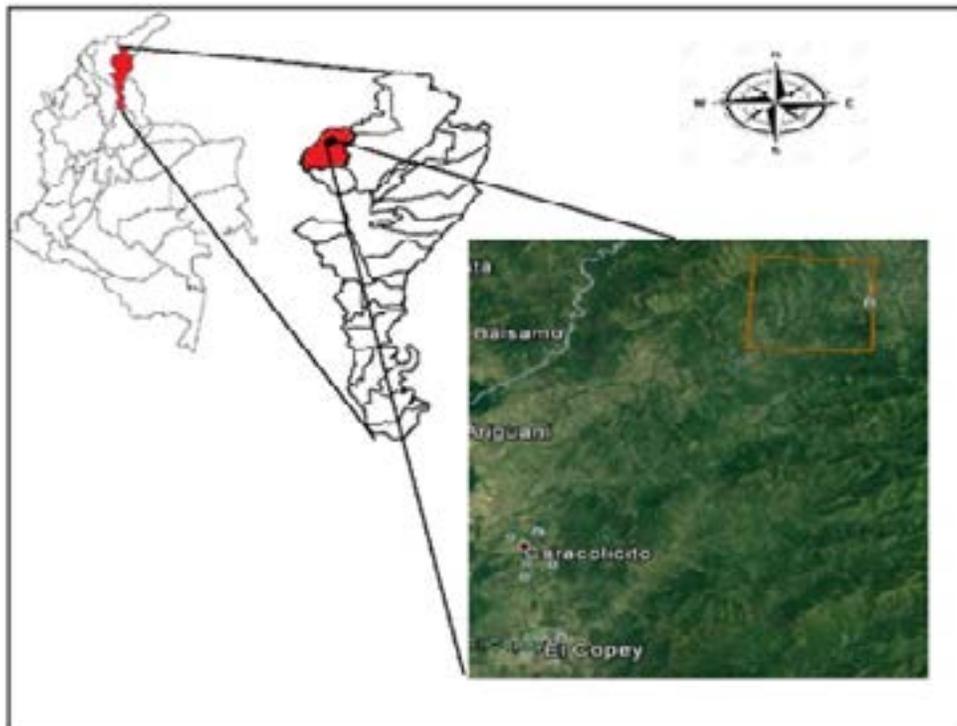
Los corregimientos de Chimila y San Francisco de Asís, pertenecientes al municipio del El Copey, Cesar. Están constituido por gran parte del Batolito de Pueblo Bello y Patillal, el cual en su mayoría se encuentra inalterado frente a la acción de los agentes atmosféricos.

Las propiedades geomecánicas y mineralógicas, de las litologías pertenecientes a la facie de Cuarzomonzonitas del Batolito, indican que la roca puede ser implementada industrialmente de forma ornamental, debido a que representa unas características óptimas, que incentivan el interés económico y contribuye al desarrollo de la población teniendo impacto positivo pues podría ascender las condiciones económicas de la región.

Localizacion

La zona de interés está situada al Nor-Este del municipio de El Copey, al Oeste de la ciudad de Valledupar, en el departamento del Cesar entre los corregimiento de Chimila y San Francisco de Asís, con una extensión de 25 Km²

Figura 1. Localización del área de estudio, municipio del Copey-Cesar. Corregimientos de Chimila y San Francisco de Asís.



Metodología

Para la elaboración de este estudio fue necesario realizar una exhausta revisión bibliográfica y llevar a cabo varias fases descritas a continuación, dándole prioridad a la identificación de las características In-Situ del macizo rocoso, para determinar sus propiedades:

- Principalmente, se obtuvo la plancha topografía 33–I–B, la cual es de vital importancia para la georeferenciación y el reconocimiento de campo. Posteriormente, mediante la visita al área, se tomaron 40 muestras representativas a lo largo del batolito, desde el corregimiento de Chimila hasta San Francisco de Asís (cesar, Colombia). Registrando su composición mineralógica, y las características geomecánica del macizo.
- En la segunda fase se realizaron ensayos para la determinación de las propiedades físico-mecánicas y mineralógicas de las muestras colectadas en la zona de estudio, lográndose conocer las características de la roca en el laboratorio, por medio de la implementación de ensayos de carga puntual para conocer la resistencia de la matriz rocosa, descripción macroscópica y microscópica de la roca.
- Por último se identificaron los posibles usos de estas rocas, basado en los resultados obtenidos en la fase anterior.

Resultados y discusión

Geología

BATOLITO DE PUEBLO BELLO Y PATILLA (jpbp-cm)

El Batolitos de Pueblo Bello y Patilla presentan una orientación SW-NE, extendiéndose como un cinturón discontinuo situados al sur-oeste y al nor-este del basamento metamórfico Granulita de Los Mangos; debido a su composición mineral y características texturales es consideran como una unidad [2]

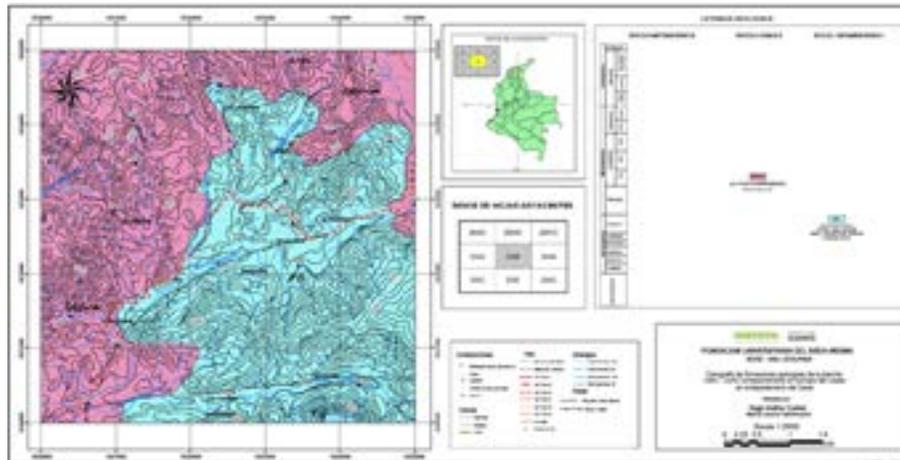
Tschanz et al. (1969), reconocieron tres facies en cada uno de los batolitos, principalmente en el Batolito de Patilla. [2] usan la siguiente nomenclatura para las tres facies presentes en estos cuerpos intrusivos: Batolitos de Pueblo Bello y Patilla: Facies Cuarzo monzonita (Jpbp-cm) (figura 2), la cual corresponde a una facie plutónica de rocas intrusivas de color rosado, con tamaño de grano media a grueso; Facies Granito (Jpbp-g) corresponde a un granito leucocrático de grano grueso, con abundancia de cuarzo y por último las Facies Granito Granofírico (Jpbp-gr), los cuales son pequeños cuerpos intrusivos irregulares cortados por diques leucocráticos de tamaño de grano fino. La edad de esta formación según data al Jurásico [3]. El proceso de génesis es atribuido un magma de tipo calco-alkalino formado a altas presiones y temperaturas a una alta profundidad

Formación corrual (PTc)

Formación Corrual denominada por Tschanz et al. (1969) ha rocas volcánicas, sedimentarias y vulcanoclásticas, quien le ha estipulado una edad Permiana tardía - Triásica con base en relaciones estratigráficas en campo. Esta unidad está representada por una sucesión de rocas volcánicas composición intermedia con textura porfírica de color verde y rocas sedimentarias finogranulares;

En la figura 2 se encuentra representada con el color azul y representa aproximadamente el 41% del área de interés en el que se observa rocas volcánicas de composición dacítica instruidos por venillas de cuarzo

Figura 2. Mapa geológico del área de estudio, digitalizado en Arcgis.



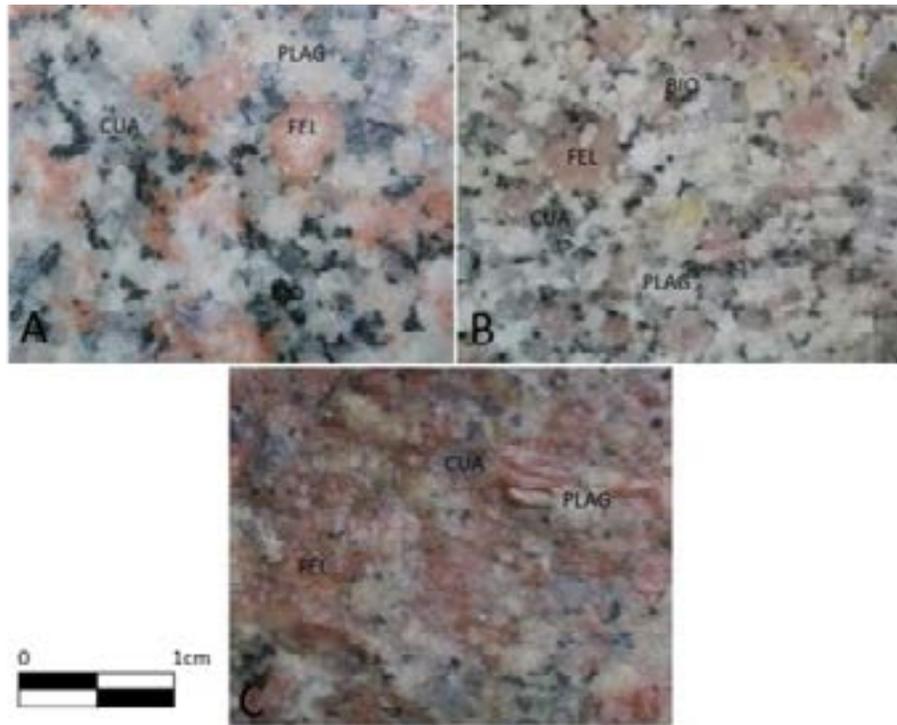
Análisis petrográfico

Las rocas ígneas intrusivas correspondientes al Batolito de Pueblo Bello y Patillal, perteneciente específicamente a su fase Cuarzomonzonita, macroscópicamente se encuentran de forma masiva con una textura fanerítica (figura 3), la distribución de los cristales equigranular, el índice color presente varía de 5 – 10%, percibiéndose hornblendas de color negro y otras verde oscuro, con un brillo vítreo, la biotita se percibe de color verde oscuro, poseen un brillo vítreo, además presenta un hábito laminar.

El contenido de cuarzo está entre el 20% – 25% se encuentra translucido, con una forma de cristales anhedrales, brillo vítreo; por otro lado, la plagioclasas se presenta en un 30 – 35%, de color blanco con una forma de cristales subhedrales, En la roca el contenido de feldespato alcalino se encuentra entre 40 – 50% de color rosado con una forma de cristales subhedrales.

Las litologías presentes en el área de estudio corresponden a monzogranito, sienogranito y granodiorita (figura 3) según que clasificación strekeisen (1976), las cuales son rocas ígneas intrusivas, que se encuentran con una baja meteorización y alteración.

Figura 3 A. Monzogranito. B. Granodiorita. C. Sienogranito. Roca características del Batolito de Pueblo Bello y Patilla, facie cuarzomonzonita. CUA: cuarzo, FEL: feldespato, PLAG: plagioclasas, BIO: biotita.



Desde una visión microscópica utilizando un microscopio petrográfico se pudo verificar la clasificación ya establecida para cada muestra según Strekeisen (1976), adicionalmente se identificaron niveles de alteración no concebido mesoscópicamente y que afectan a todas las litologías de interés. La primera de estas alteraciones se presenta como una cloritización mostrando un reemplazo de biotitas a cloritas y adicionalmente muestra una alteración de potásica, esta se asocia a las intrusiones hidrotermales donde es más evidente en diques félsicos.

Las rocas cuentan con una característica masiva como se muestra en la figura 4, el cuarzo se encuentra de forma hipidiomorfo y xenomorfo incoloro sin muestra de alteraciones, el feldespato se halla incoloro de aspecto turbio debido a alteraciones, es más evidente para muestras de diques (figura 5), la mayor cantidad de maclas son tipo Carlsbad categorizándolo como ortos. Las plagioclasas experimentan un grado de alteración alto ya que la mayoría de ellas se encuentra alteradas, con cristales subautomorfos de hábito tabular y presencia de maclas. Los minerales opacos para estas secciones se pudieron identificar como piritas y magnetitas, los cuales son muy frecuente para estos tipos de alteraciones, otros minerales presente en estas secciones son moscovitas de color incoloro y color de birrefringencia vivos de 2º y 3º orden de fucsias a azules, las biotitas presenta un forma tabulares con maclas tipo basal de tonalidades de marrones a verdes, la hornblenda cuenta con una tonalidad verdosa con clivaje basal y por ultimo la anfibolita presenta un pleucoismo de marrón claro a marrón rojizo de forma xenomorfo.

Los diques félsicos cuenta con una textura de venas pectíticas con fenocristales de feldspatos los cuales presenta inclusiones de cuarzo y adicionalmente estos feldspatos se encuentran alterando de arcillas toda la sección cuenta con una textura esquel

Figura 4. Microfotografía de muestras x10. Imágenes superiores vista nicoles paralelos, imágenes inferiores nicoles vista cruzados. Imágenes derechas pertenecen a sienogranitos y las izquierdas a un monzogranito. CUA: cuarzo, FEL: feldespato, PLAG: plagioclasas, HOR: horblenda, EST: enstantita, MOS: moscovita MAG: magnetita, clo: clorita.

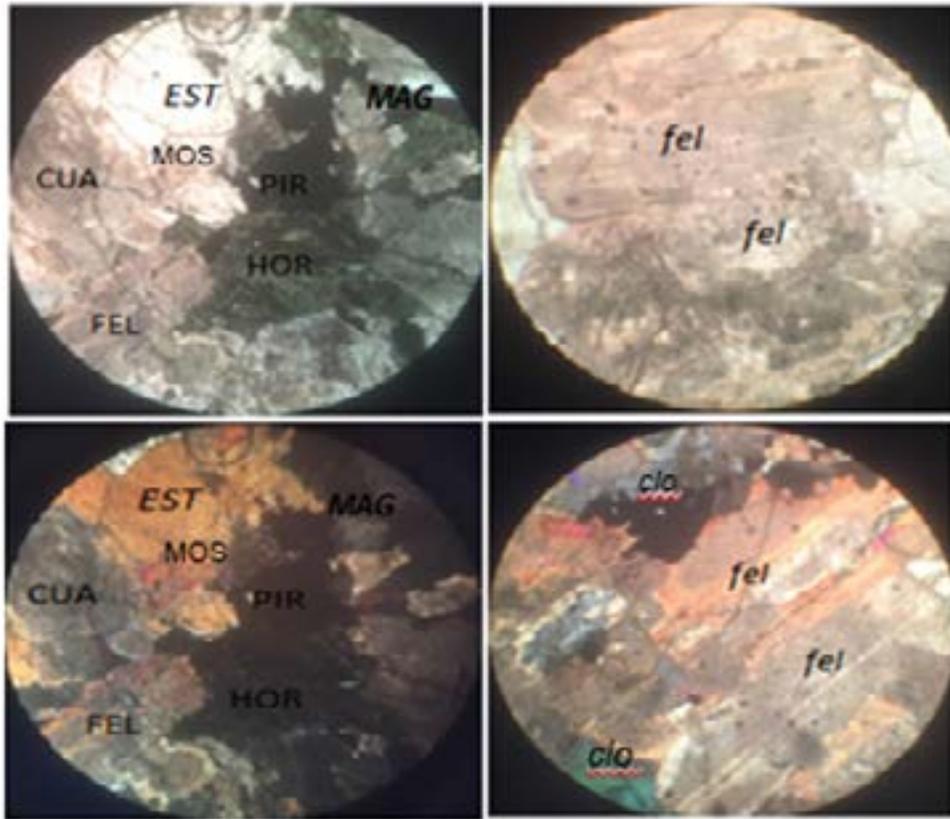


Figura 5 microfotografía de diques basáltico correspondiente a sienogranito



Estado del macizo rocoso

El macizo rocoso como medio discontinuo presenta un comportamiento geomecánico; estudiado y categorizado en función de su aptitud para distintas aplicaciones. Al clasificarlo geomecánicamente, mediante la observación y la realización de sencillos ensayos, índices de calidad relacionados con los parámetros geomecánicos del macizo, los sostenimientos de túneles y taludes y la excavabilidad de las rocas, entre otros [4]. La descripción y medida de las características y propiedades de la matriz rocosa, de las discontinuidades y de los parámetros globales del macizo rocoso, proporcionan los parámetros requeridos por las distintas clasificaciones [4]. El batolito fue caracterizado por los parámetros de clasificación según Bieniawski y Deere

CLASIFICACIÓN DE BIENIAWSKI (ÍNDICE DE RMR)

Al diagnosticar la calidad del macizo rocoso, se tiene en cuenta los dominios estructurales, es decir, en zonas definidas por discontinuidades geológicas donde lo ideal es que su estructura sea prácticamente homogénea. Cabe destacar que la estructura de una unidad rocosa está comprendida por el conjunto de fallas, diaclasas, y demás características geológicas propias de una determinada región.

En esta clasificación se tiene en cuenta los siguientes parámetros geomecánicos:

- Orientación de las discontinuidades con respecto a la excavación.
- Condiciones hidrogeológicas.
- Resistencia uniaxial de la matriz rocosa.
- Espaciado de las discontinuidades.
- Grado de fracturación del macizo rocoso en términos de RQD

Clasificación de Deere (1979)

Es un sistema de sostenimiento basado en RQD, „este parámetro se obtiene a partir del porcentaje de trozos de testigos mayores de 10 cm recuperados en un sondeo [5]. Depende indirectamente del número de fracturas y del grado de alteración del macizo rocoso. Se cuentan solamente fragmentos iguales o superiores a 10cm de longitud. Este índice se calculó de la siguiente forma:

$$Y = \frac{2m \rightarrow 140 \text{ discontinuidades}}{\frac{\text{(longitud de la toma de muestra)}}{\text{(cantidad de discontinuidades)}}} = 140m/2m=70$$

Tabla 1. Matriz rocosa de interés muestra un RQD que lo clasifica como calidad de roca buena

RQD (%)	Calidad de roca
< 25	muy mal
25-50	mala
50-75	regular
75-90	buena
90-100	Excelente

Fuente. Ingeniería geológica [4].

Tabla 2. Clasificación geomecánica RMR

Rocas de la matriz rocosa (MPa)	Esfuerzo de corte puntual Compresión simple	> 30	30-4	4-2	2-1	Compresión simple (MPa)		
		> 200	200-100	100-50	50-20	25-5	5-1	< 1
Puntuación		13	17	7	4	3	1	0
RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	< 25%		
Puntuación		30	17	13	6	3		
Separación entre diaclasas		> 3 m	0.6-3 m	0.3-0.6 m	0.06-0.3 m	< 0.06 m		
Puntuación		30	15	10	8	5		
Estado de la discontinuidad	Longitud de la discontinuidad	< 1 m	1-2 m	2-10 m	10-30 m	> 30 m		
	Puntuación	5	4	3	1	0		
	Abertura	Nada	< 0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5 mm	> 5 mm		
	Puntuación	5	3	2	1	0		
	Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Levemente rugosa	Ondulada	Suave		
	Puntuación	5	5	3	1	0		
	Reflexo	Irregular	Reflexo duro < 1 mm	Reflexo duro > 1 mm	Reflexo blando < 1 mm	Reflexo blando > 1 mm		
	Puntuación	5	4	3	2	0		
	Alteración	Sustancial	Levemente alterada	Multifacilmente alterada	Muy alterada	Descompuesta		
	Puntuación	5	5	3	1	0		
Agua frecia	Caudal por 30 m de tubería	Nada	< 10 litros/min	10-20 litros/min	20-120 litros/min	> 120 litros/min		
	Relación Resistencia agua/Resistencia principal roca	0	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	> 0.5		
	Estado general	Seco	Levemente húmedo	Húmedo	Chuboso	Agua Resque		
Puntuación		13	10	7	4	0		

Fuente. Ingeniería geológica [4]

$$RMR=4+17+5+6+3+5+6+5+10= 61 \quad RMR=61$$

Tabla 3. La clasificación de la matriz rocosa del área muestra una clasificación RMR de grado II lo que da una calidad de roca buena

Clase	Calidad de roca	RMR
I	muy buena	81-100
II	buena	61-80
III	regular	41-60
IV	mala	21-40
V	muy mal	0-20

Fuente. Ingeniería geológica [4]

Figura 6. Colinas que representa un potencial de explotación



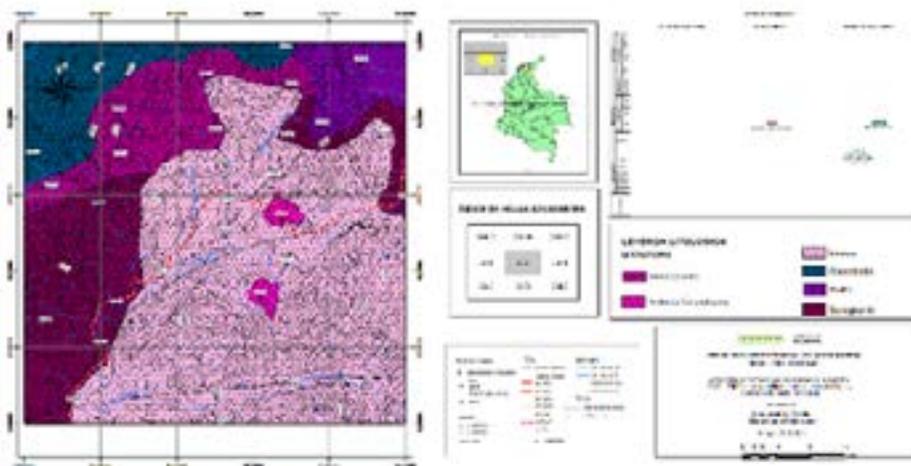
Figura 7. Afloramiento donde se realizó la caracterización geomecánica de la zona



Conclusiones

Mediante la cartografía del área de estudio se puede determinar que las litologías que corresponden al Batolito de Pueblo Bello y de Patillal, presentan una variación en el contenido de minerales principales formadores de rocas ígneas, por lo cual, al ser clasificadas de acuerdo a Streckeisen 1976 proporciona tres rocas diferentes que hacen parte de la facie de cuarzomonzonitas, en esta clasificación podemos encontrar monzogranitos, granodiorita y sienogranitos (figura 11), los cuales cuentan con propiedades físicas y mineralógicas para su utilidad como rocas ornamentales. Según las clasificaciones realizadas bajo los parámetros de Bieniawski y Deere concluimos que el batolito de pueblo bello y patillal cuenta con afloramientos de buena calidad de roca, con resultados de RQD de 75.2 y RMR de 61.

Figura 8 Mapa geológico representación de litología del área de interés. Digitalizado en Arcgis.



Usando el método de cálculo de reservas por bloque y tomando el área de que cubre el batolito en el área de interés se calculan reserva a un potencial de 5 mts lo que nos da un resultado expresado en la siguiente tabla.

Tabla 4. Calculo de reservas por el método de bloques

T=A*E*D		
AREA	M2	12342260,78
ESPESOR	Mt	5,00
DENSIDAD	Ton/m3	2,77
TONELADAS	Ton	170.940.311,80

El batolito encuentra en condiciones geomecánicas y mineralógica para su explotación, gracias a las buenas condiciones que experimentan la matriz rocosa su durabilidad va a estar en niveles óptimos. El aprovechamiento de este recurso se estima para esta área de 170.940.311,80 TON esto basándose solo en el área del que cubre el batolito y está representada por rocas ígneas intrusiva con fenocristales de feldespato principalmente cuarzo y plagioclasa lo que lo hace tan atractivos para esta industria.

Agredecimiento

Los autores agradecen al geólogo Elías Ernesto Roja por el apoyo y orientación en la realización de este artículo investigativo

Referencias bibliográficas

1. R, Roa. Proyecto Piedras Ornamentales Sierra Nevada De Santa Marta. UPME. Bogotá. 2001.
2. Ingeominas. geología de las planchas 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 33, 34 y 40. Proyecto: "Evolución geohistorica de la Sierra Nevada de Santa Marta". Bogotá. (2007).
3. C, Tshanz. A, Jimeno y C, Veg. Geology of the Sierra Nevada de Santa Marta área (Colombia). Instituto de investigaciones e información geocientífica, minero-ambiental y nuclear. Bogota 1968
4. L, González De Vallejo. Ingeniería Geológica. Descripción de macizos rocosos, pagina 237. Pearson. Madrid, 2002.
5. P, Ramírez Oyanguren, y L, Alejano Monge, Mecánica de rocas: Fundamentos e Ingeniería de taludes. Red DESIR, Madrid (2004).