

# **LAS ROCAS COMO MATERIALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS CIUDADES: UNA PERSPECTIVA DESDE LA GEOLOGÍA**

## **THE ROCKS AS BUILDING MATERIALS IN CITIES: A PERSPECTIVE FROM THE GEOLOGY**

**Mariluz Graterol Ruiz**

Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario “Rafael Rangel”. Maestría en Docencia de la Geografía y las Ciencias de La Tierra. Trujillo. e-mail: practicageologia2012@gmail.com

### **Resumen**

Las rocas, por ser los materiales más abundantes en la superficie terrestre, han sido utilizadas a través de la historia humana para la construcción de puentes, viviendas y otras edificaciones. Dicho uso, al pasar el tiempo, se ha intensificado de tal manera, que con solo observar las viviendas de cualquier ciudad, se podrá detallar un factor común, en todas ellas se ha utilizado como material de construcción a las rocas o algún producto derivado de estas. En virtud de dicha importancia, y teniendo en cuenta que el crecimiento de ciudades intramontañas como es el caso de Trujillo, en Venezuela, está sobre distintos sustratos rocosos, este estudio de tipo proyectivo, se centró en catalogar las diversas rocas encontradas según la escala estratigráfica del estado y en describir como las propiedades físicas de estas, proporcionan a la población materiales de construcción alternativos, lo cual adquiere un papel determinante dentro de los planes de desarrollo urbano formales y no formales sobre el relieve.

**Palabras clave:** Rocas, ígneas, sedimentarias, metamórficas, valor económico.

### **Abstract**

The rocks, being the most abundant materials on the earth's surface, have been used throughout human history to build bridges, houses and other buildings. Such use, as time has intensified so that just by looking homes of any city may detail a common factor in all of them has been used as a building material to rocks or any product derived from these. Under such importance, considering the growth of intermountain cities such as Trujillo, in Venezuela, is on different rock substrates, this study of projective type, focused on cataloging the different rocks found under the scale stratigraphic state and describe how the physical properties of these, give the population of alternative building materials, which takes a decisive role in the plans of formal and informal urban development on the relief.

**Keywords:** Rocks, igneous, sedimentary, metamorphic economic value.

**Entregado:** 20/11/2014 - **Aprobado:** 06/01/2015

## **Introducción**

En el desarrollo de la geología se encuentra implantado el potencial y la planificación espacial de las ciudades (Cominroc, 2010), debido a que la conceptualización teórica estructurada por esta, permite fundamentar y explicar los cambios geológicos ocurridos en los 4.600 millones de años que tiene La Tierra. Claro, se percibe el hecho que la geología como ciencia, intenta tanto en lo teórico como en lo práctico, develar el origen, composición, estructura y procesos modeladores, formadores, destructores responsables de ordenar sistemáticamente al planeta hasta la forma actual.

En ese contexto, el conocimiento ostentado por la geología, adquiere importancia, porque mediante su metodología y teorías se puede predecir la ocurrencia de eventos naturales. Aunado a lo mencionado, dicha ciencia, ofrece aportes que van desde la exploración minera, hasta la evaluación e identificación, de terrenos aptos para la construcción o susceptibles ante la ocurrencia de un evento natural.

Ahora bien, tomado en cuenta que dentro de esa configuración del planeta, las rocas son el material más importante y abundante; desde la perspectiva de la geología, es importante conocer las propiedades físicas de las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, antes de ser utilizadas en cualquier construcción, porque ello permitirá aprovechar dichos recursos de forma eficiente (Benavente, 2006).

En el estado Trujillo, la explotación del material rocoso, es una de las actividades económicas que ha ido en crecimiento en los últimos años, parte de esta realidad está vinculada a la variedad de tipos litológicos encontrados en la columna estratigráfica. Esto es el resultado de una intensa actividad en el

pasado geológico del estado Trujillo; en fusión con la abundancia de los diversos tipos de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, varias constructoras, empresas, así como la comunidad ha recurrido a la explotación de dichos materiales con el propósito de comercializarlos o utilizarlos como materia prima en la elaboración de otros productos.

Resulta propicio indicar, según el Diagnóstico físico natural y socioeconómico del estado Trujillo (2007), que en el estado se encuentran aproximadamente 67 empresas dedicadas a la explotación de material no metálico entre ellas rocas, arenas, gravas y otros. Aunado a estas, se le suma las diversas comunidades, que aunque no están constituidas bajo la figura de una empresa, igual extraen rocas con el fin de utilizarlas en la construcción.

Dada la situación descrita, el propósito de esta investigación se centró en catalogar las rocas existentes en el estado Trujillo, de acuerdo a sus tipos, potencialidades económicas y estructurales.

## **Materiales y métodos**

### **Tipo de Investigación:**

La investigación fue de tipo proyectiva, definida por Hurtado (2000), como aquella destinada a la elaboración de una propuesta o modelo como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución o áreas de conocimiento en particular.

### **Área de estudio**

El área seleccionada en este estudio fue el estado Trujillo, Venezuela (figura 1). La localización relativa estado, según Google Earth, son las siguientes: coordenadas centrales 9° 26'43.81"N, 70°24'07.70"O.

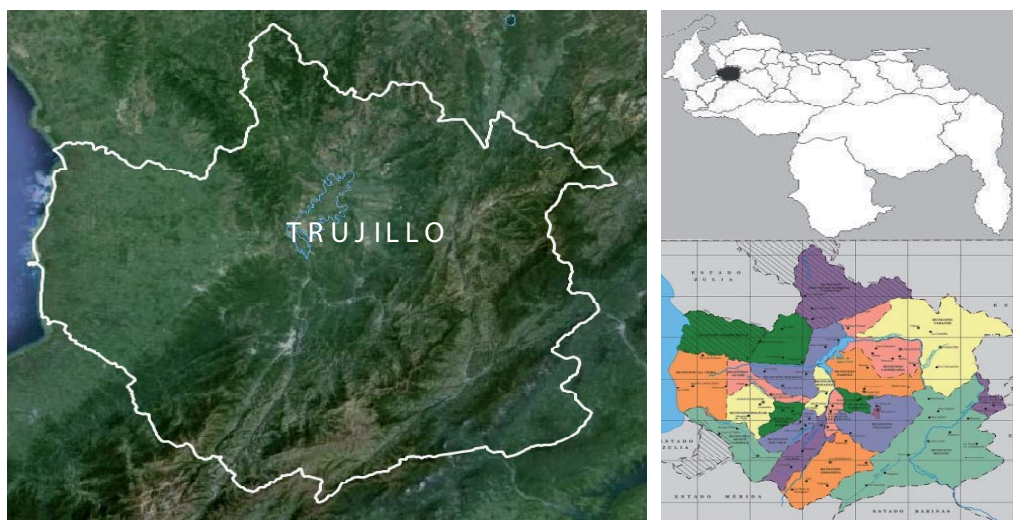


Figura 1. Área de estudio (Fuente: Google Earth).

El estado Trujillo, corresponde a la extensión nororiental de los Andes venezolanos localizado entre los paralelos 9° y 10° latitud norte, y los meridianos 71° y 70° longitud oeste. Si de la morfología se habla, esta comprende montañas altas abruptas estructuralmente plegadas, cadenas de geosinclinales caracterizadas por cuestas pronunciadas, medio morfodinámicos activos con problemas de movimiento en masa, en forma de deslizamiento en zonas muy localizadas y una erosión hídrica a manera de escurrimiento difuso a moderado.

#### **Procedimiento:**

Se analizó la gama petrográfica encontrada en los grupos litológicos del estado Trujillo e identificará las propiedades físicas que permiten la utilización de las rocas en la construcción.

## **Análisis y discusión de resultados**

### **Análisis estratigráfico**

En la tabla 1, se presenta el resumen estratigráfico del estado Trujillo, destacando las formaciones geológicas y su composición petrográfica, con base en los datos tomados de PDVSA (2009) y CANAPRO (1996).

	<i>Edad</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Formación Geológica</i>	<i>Composición Petrográfica</i>
	<b>CUATERNARIO</b>	Qplc	Pleistoceno. Formación, Carvajal.	Arenas y gravas con guijarros de rocas sedimentarias e ígneas
<b>CENOZOICO</b>	<b>TERCIARIO</b>	Tpb	Paleoceno. Formación, Barco	Lutitas, limolitas, areniscas, arcillas.
		Tmpb	Mioceno-Plioceno. Formación, Betijoque	Conglomerados, lutitas, arcillas, areniscas, limolitas
		Tmi	Mioceno. Formación, Isnotú.	Lutitas, areniscas, limolitas
		Tec	Eoceno. Formación, Caús	Lutitas, arcillas, areniscas finas, limos, cuarzos
		Tep	Eoceno. Formación, Paují	Lutitas, arcillas, areniscas finas, limos, cuarzos
		Tem	Eoceno. Formación, Misoa	Areniscas, conglomerados, limolitas
		Tpvh	Paleoceno. Formación, Valle Hondo	Limolitas, areniscas finas, arcillas, limolitas, areniscas
		Tpr	Paleoceno. Formación, Ranchería	Lutitas, areniscas finas, arcillas, areniscas.
<b>MESOZOICO</b>	<b>CRETACEO</b>	Kcp	Formación, Capacho	Lutitas, calizas, limolitas
		Kc	Formación, Colón	Calizas, arcillas, calcáreas, areniscas, limolitas
		Kl	Formación, Luna	Calizas, arcillas, calcáreas, areniscas, limolitas
		Kpa	Formación, Peñas Altas	Caliza, arcillas calcáreas, areniscas, lutitas
	<b>JURASICO</b>	Jq	Asociación, La Quinta	Limolitas micáceas, areniscas, conglomerados, lutitas.
<b>PALEOZOICO</b>	<b>SUPERIOR</b>	Pt	Asociación, Tostós	Filitas, pizarras, genis, anfíbolitas, esquistos.
		Pcc	Formación, Carache	Calizas, arcillas calcáreas, limolitas, areniscas.
		Ps	Formación, Sabaneta	Areniscas, conglomerados, limolitas
		Pcm	Carbonífero. Asociación, Mucuchachí	Filitas, Pizarras, Metaconglomerados
		Pcrm	Carbonífero. Asociación, Río de Momboy	Filitas, pizarras, esquistos, cuarzos
		Pct	Carbonífero. Formación Los Torres	Metaconglomerados, esquistos, pizarras, filitas.
<b>PRECAMBRICO</b>	<b>PROTOZOICO</b>	Pcis	Formación, Sierra Nevada	Gneis, esquistos micáceos, granitos, areniscas, conglomerados.
		Pcbv	Formación, Bella Vista	Filitas, lutitas, cuarzos, granitos.

**Tabla 1.** Resumen Estratigráfico del estado Trujillo (Fuente: datos tomados de PDVSA, 2009 y CANAPRO, 1996)



Localidades del estado Trujillo, donde se realiza extracción de rocas o algún producto derivado de estas

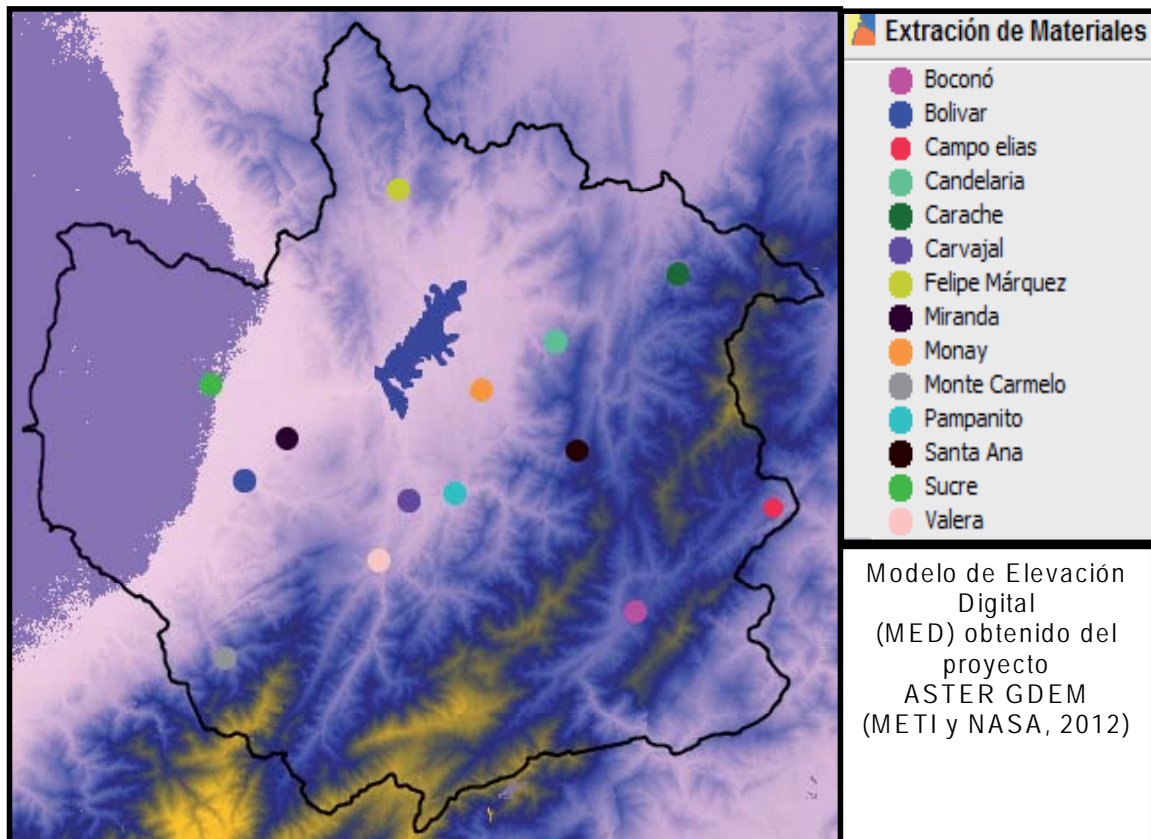
Ahora bien, en virtud del abanico litológico encontrado en Trujillo y considerando que según Cominroc (2010), las rocas como materiales se emplean en cantidades importantes en todos los ámbitos de la construcción, ya sea en viviendas u obras de infraestructura, en la industria como fabricación de cemento, vidrio, productos químicos, entre otros; se elaboró un mapa de localidades del estado Trujillo, donde se realiza extracción de rocas o algún producto derivado de estas (Figura 2)

Como se puede observar, en distintas localidades del estado Trujillo se extraen materiales rocosos y productos derivados

de la meteorización y erosión. Entre ellos, destacan, de acuerdo a Crespo (2010), del tipo granular arcillas, arenas, gravas entre otros. Ahora bien, dependiendo de la formación, asociación, grupo y de la abundancia en el espacio tal y como lo señala López y Colina (2006), las rocas se han utilizado como materia prima, elementos resistentes, decorativo y en la elaboración de materiales para la construcción.

De esta manera las diferentes civilizaciones, han manipulado estos materiales, con el fin de ocupar significativas áreas en el planeta. Dentro de tal perspectiva, parte del uso dado a las rocas en la construcción de diversas infraestructuras, se ha debido al conjunto de propiedades básicas que de alguna manera justifica el por qué los humanos han recurrido a la utilización de

Figura 2. Localidades del estado Trujillo, donde se realiza extracción de rocas o algún producto derivado de estas (Fuente: mapa elaborado con datos tomados del Diagnóstico físico natural y socioeconómico del estado Trujillo, 2007).



estas. Al respecto, Benavente (2006, p. 126), destaca entre dichas propiedades:

La porosidad, como una propiedad cuyo parámetro se define por la relación entre el volumen total de poros y el volumen total de la roca, durabilidad es el periodo de uso sin deteriorarse o perder sus propiedades, la impermeabilidad dependiendo del tipo de material variara, a mayor cantidad de poros mayor será la permeabilidad, la cual mide como los fluidos fluyen a través de las rocas, ahora bien, el movimiento del agua en medios no saturados está controlado por diferentes fuerzas según el tamaño de los poros por los que discurre. Se pueden destacar como mecanismos de movimiento del agua la adsorción, la capilaridad y la gravedad pero en general el grado de saturación es el porcentaje de poros ocupado por el agua.

Dentro de esta perspectiva, las rocas de acuerdo a su condición estructural, tienen ciertas características que las definen, por tanto, al momento de usarlas se deben considerar tales aspectos. No obstante, estos no son los únicos criterios a tomar en consideración, pues también las rocas poseen un conjunto de propiedades mecánica, definidas por la Universidad de Granada (2007), como la capacidad del material para resistir acciones externas o internas que implican la aplicación de fuerzas sobre el mismo, ya sea a raíz de la compresión, tensión (o extensión), flexión y de impacto. Entre los tipos de resistencia, de acuerdo a esta Universidad, se encuentra la:

Resistencia a la compresión entendida como la carga (o peso) por unidad de área a la que el material falla (se rompe) por fracturación por cizalla o extensional. Mientras la resistencia a la tensión es el esfuerzo tensional por unidad de área a la que el material falla (se rompe) por

fracturación extensional, esta propiedad, es una indicación del grado de coherencia del material para resistir fuerzas “tirantes”, depende de la resistencia de los minerales, del área interfacial entre granos en contacto y del cemento intergranular e intragranular. La resistencia a la flexión, es la resistencia de un material a ser doblado o plegado. Y la Fatiga ocurre cuando los materiales sufren esfuerzos de forma cíclica sin llegar al punto de ruptura, se observa un debilitamiento mecánico de los mismos con el tiempo que puede dar lugar a la fracturación bajo esfuerzos mucho menores, finalmente la expansión térmica en general, es el incremento de la temperatura lo cual produce un aumento de su volumen, agrandando las distancias interatómicas.

En tal sentido, dada las complejas fuerzas a las que puede ser sometidas las rocas, es necesario que ante el establecimiento de complejos urbanísticos, se incluyan en los estudios técnicos, las condiciones físicas de los materiales tanto en la superficie como en el subsuelo, pues ello garantizará estabilidad a la edificación. Además, también resulta razonable, aunado a las pruebas técnicas, abordar el deterioro y la durabilidad de estos materiales ante las condiciones atmosféricas, sobre todo al utilizar rocas como piezas ornamentales, pues de acuerdo al tipo y composición mineralógicas pueden ser alteradas si son expuestas a condiciones particulares.

En virtud de lo señalado, las rocas de acuerdo a sus propiedades, pueden ser alteradas fisicoquímicamente, al estar sometidas a las condiciones ambientales, tal como se muestra en la tabla 2.

La lluvia	Afecta tanto física como químicamente a la roca. La acción física es debido a la erosión y capacidad de transporte de la descomposición, oxidación e hidratación de los minerales presentes.
Heladas	El agua interna se congela y al expandirse produce fisuras en las rocas.
Viento	El arrastre de partículas sólidas produce abrasión.
Cambio de Temperaturas	Si las rocas están compuestas con minerales de diferentes coeficientes lineales de expansión, puede ocurrir un deterioro
Vegetales	Los materiales orgánicos e inorgánicos en contacto con humedad puede producir el comienzo de un proceso bacteriológico, lo que produce una descomposición
Descomposición Mutua	La utilización de diferentes tipos de rocas a la vez produce la descomposición mutua.

**Tabla 2.** Deterioro y durabilidad de las rocas ante condiciones externas (Fuente: datos tomados de Farfán y Romero, 2010).

Como se puede ver, las rocas poseen propiedades que es importante estudiar antes de ser utilizarlas, sobre todo si el área de construcción posee características geológicas tan complejas como las encontradas en el estado Trujillo; puesto que, si no se presta atención a la geología regional, la estabilidad de la estructura puede verse comprometida. Por lo tanto, según Crespo (2010), los materiales a usar deben cumplir los siguientes requerimientos: ser homogéneas, compactas y de grano uniforme, carecer de grietas, restos orgánicos, ser resistentes a las cargas que han de soportar, no alterarse con agentes atmosféricos, ser resistentes al fuego, no ser absorbentes ni permeables, dejarse labrar fácilmente.

Al momento de utilizar una roca generalmente en fachadas, estas son seleccionadas por su aspecto estético y no por las propiedades físicas que garantizan resistencia ante las condiciones atmosféricas. Por ello es común observar fachadas en las que se utilizan rocas con compuestos orgánicos (fósiles), en deterioro, o amplias

paredes colonizadas por algún tipo de hongo. A tales problemas se les suma otros aspectos, el personal contratado para realizar la selección de los materiales no es especializado y al desconocer el basamento teórico referente a la geología, trae como consecuencia que en un futuro se deba remodelar las áreas dañadas.

En base a esta premisa, podría considerarse que todas las modificaciones realizadas en el espacio deben coordinarse con la geología, porque es la ciencia cuyo basamento teórico práctico ha propiciado, uno de los mayores aportes al desarrollo de las civilizaciones al contribuir con teorías y leyes concernientes al comportamiento de los materiales, abriendo así nuevos campos que permitan exhibir su utilización y valor económico (Iriondo, 2006),. Sin embargo, paradójicamente la geología a pesar de la importancia que tiene, es una ciencia conocida o comprendida por un reducido grupo especializado; en parte se debe a la inconsistencias metodológicas en la enseñanza y a la casi ausencias de esta en los programas educativos escolares.

Ciertamente la realidad mencionada plantea un problema mayor, como es el caso en donde la comunidad no maneje conocimientos básicos a la hora de seleccionar un terreno para construir una vivienda o cuál es el tipo de rocas y suelo estable. En virtud de las circunstancias descritas, es indispensable que la planificación urbana vaya entrelazada con la geología y la comunidad a la hora de introducir alguna modificación en el espacio.

### **Tipos de rocas extraídas en el estado Trujillo**

Seguidamente al análisis de la columna estratigráfica, se realizaron salidas de campo con el fin de recolectar muestras para identificarlas y caracterizarlas, como resultado se obtuvo una colección de rocas del tipo ígneas, sedimentarias y metamórficas, que posteriormente fueron clasificadas de acuerdo al uso dado en la construcción, tal como se muestra en la tabla 3

### **Conclusiones**


Las rocas han sido un material fundamental ampliamente utilizado por las diversas civilizaciones. Si no hubiese existido en abundancia estos materiales, las ciudades no habrían alcanzado el nivel estructural actual. Atendiendo a estas consideraciones, las rocas en el estado Trujillo son un material que ocupa un espacio significativo en la construcción; sólo basta con observar las viviendas, plazas entre otros, para encontrar en sus fachadas areniscas, lutitas, ígneas, filitas, pizarras entre otras.

Aunado a ello, en un estado donde existe escasas empresas productivas, la explotación del material rocoso, ha ganado espacio convirtiéndose en la base para el desarrollo económico de importantes corporaciones como Cemento Andino, la cual después de realizarse estudios geológicos de superficies

y perforaciones en la colina de Torococo, adyacente a la planta, se localizó por la proximidad a la materia prima, conformada por rocas arenisca calcárea, lutita calcárea y caliza calcárea, todas pertenecen a una unidad geológica denominada Formación Ranchería.

En líneas generales, la planificación urbanística debe conformar un binomio con la geología, en miras de gestionar el espacio de una manera sustentable y eficiente. Para resumir, si esta relación interdisciplinaria se consolidara, los cambios se reflejarían en la economía, al minimizar los daños a las estructuras.



TIPO DE ROCA	USO FRECUENTE
	<p>Granito. Lugar de extracción La Puerta. Trujillo. Perteneciente a la Formación Granito Valera-La Puerta. El granito se emplea como material de construcción en casas, construcciones públicas y en obras de arte. La posibilidad de obtener grandes bloques permite hacer pedestales de estatuas. Roca Ígnea</p>
	<p>Granodiorita. Lugar de extracción: Mocoy. Trujillo. Perteneciente a la Formación Granito Valera La Puerta. La granodiorita, es una roca de constitución vecina a la del granito pero más pobre en sílice y biotitas, tiene los mismos usos que el granito. Roca Ígnea</p>
	<p>Arenisca. Lugar de extracción: Ranchería. Trujillo. Perteneciente a la Formación Carache. La Arenisca se utiliza en recubrimiento de fachadas, construcción de viviendas y decoración de exteriores e interiores. Estas rocas son en general malas para muros y para concreto. Son compactas cuando no contienen humedad pero se ablandan con la absorción de agua. Roca Sedimentaria</p>
	<p>Lutita. Lugar de extracción: Mocoy. Trujillo Perteneciente a la formación Colón. Las arcillas tienen diversos empleos en la industria, el más destacado a través de la historia de la humanidad ha sido la alfarería. Roca Sedimentaria</p>
	<p>Caliza. Lugar de extracción: Mocoy. Trujillo Perteneciente a la formación Colón. Las calizas tienen múltiples usos. Se emplean en la fabricación de cemento, como material de construcción o grava en la construcción de carreteras y vías de ferrocarril, en la fabricación de cal. Como insumo agrícola, en la caliza cobra especial importancia el elemento calcio (Ca), ya que éste resulta un macronutriente para plantas y animales. Roca Sedimentaria</p>
	<p>Mármol. Lugar de extracción: Mocoy. Trujillo. Perteneciente a la Asociación Mucuchachí: El mármol es uno de los materiales más elegantes con el que se puede decorar muebles, suelos y todo tipo de revestimientos en el hogar. El tablero de mesas, soportes de la cocina o del baño entre otros usos. Roca Metamórfica</p>

### Referencias bibliográficas:

- Benavente, D. Propiedades físicas y utilización de rocas ornamentales. Documento en línea. p. 126, 2006. Consultado en Junio de 2013. Disponible en: <http://web.ua.es/es/lpa/documentos/david-benavente/sem.pdf>
- CANAGRO. Mapa Geológico del Estado Trujillo. Plan Maestro de Desarrollo Hidráulico Agrícola Agroindustrial y de Manejo de la Cuenca del Río Motatán. Escala 1:250.000. 1996
- Cominroc. Las rocas y minerales industriales en nuestra vida. Documento en línea. 2010. Consultado en Junio de 2013. Disponible en: <http://www.cominroc.es/pag02.html>
- Crespo, S. Materiales de construcción para edificación y obra civil. Club Universitario, España. 2010
- Diagnóstico físico natural y socioeconómico del estado Trujillo Ministerio del Ambiente, MINAMB. Dirección Estatal Ambiental Trujillo. 2007
- Farfán K., Romero C. La piedra en la construcción. Documento en línea. 2010. Consultado en Octubre de 2012. Disponible en: <http://www.slideshare.net/kadosh1440000/piedra-en-la-construccion>
- Hurtado, J. El proyecto de investigación. Metodología de la investigación holística. SYPAL. Sociedad Internacional de Investigación Holística. Caracas, Venezuela. 2000
- Iriondo, M. Introducción a la geología. Argentina: Brujas. 2006
- López F., Colina C. Elementos de topografía y construcción. España: Universidad de Oviedo. 2006
- PDVSA. Código estratigráfico de las cuencas petroleras de Venezuela. 2011. Consultado en Octubre de 2012. Disponible en: <http://www.pdv.com/lexico/lexicoh.htm>
- Universidad de granada. Propiedades de las Rocas de Construcción y Ornamentación. Documento en línea. 2007. Disponible en: <http://www.ugr.es/~agcasco/personal/restauracion/teoria/TEMA05.htm>
- López V., Ascanio G., Guerrero V. Rocas industriales de Venezuela. Fundacite, Aragua. 2003