

# POTENCIAL DE LAS ROCAS ORNAMENTALES EN LAS REGIONES TACNA Y MOQUEGUA

## POTENCIAL OF ORNAMENTAL ROCKS IN TACNA AND MOQUEGUA REGIONS

Dante Ulises Morales Cabrera<sup>1</sup>; José David Rodríguez Copare<sup>2</sup>; Esteban Machaca Mamani<sup>2</sup>

### RESUMEN

*El término "roca ornamental" se define comúnmente como una piedra natural, que al ser seleccionada y sometida a un proceso industrial es desbastada o cortada en determinada forma y tamaño con o sin una superficie labrada mecánicamente o pulimentada, para ser utilizada como material noble de construcción, elemento de ornamentación, arte funerario y escultórico variados, conservando íntegramente su composición, textura y características físico-químicas. Las propiedades físicas de las rocas ornamentales son de gran importancia, pues su apariencia, belleza y prestigio, en primer lugar, son determinantes en su comercialización.*

*En la etapa de localización y determinación del emplazamiento de una cantera, se estima la belleza de la piedra y se define la factibilidad de explotación, mediante la determinación de un conjunto de factores geológicos y económicos. Es necesario conocer en las regiones de Tacna y Moquegua el potencial efectivo de recursos no metálicos susceptibles de ser explotados como rocas ornamentales y definir las mejores aplicaciones, para dar el más elevado valor agregado a su producción.*

**Palabras clave:** Roca ornamental, piedra natural.

### ABSTRACT

*The term "ornamental rock" is commonly defined as a natural stone, which when selected and subjected to an industrial process is trimmed or cut into a certain shape and size with or without mechanically carved or polished surface, to be used as a noble material construction, decoration element, varied funerary art and sculpture, while fully preserving their composition, texture and physical - chemical characteristics. The physical properties of rocks are important ornamental, for his appearance, beauty and prestige first, are crucial in marketing.*

*At the stage of determining the location and site of a quarry, it is estimated the beauty of the stone and defines the operational feasibility by determining a set of geological and economic factors. You need to know in the regions of Tacna and Moquegua the effective potential of non-metallic resources that can be exploited as ornamental rocks and define the best applications to give the highest value to their production.*

**Keywords:** Ornamental stone, Natural stone.

## I. INTRODUCCIÓN

En las regiones de Moquegua y Tacna existen 238 canteras u ocurrencias de rocas y minerales industriales, de las cuales 33 corresponden al rubro de rocas ornamentales, que incluyen a los tradicionales recursos de granito, piedra laja, mármol, ónix calcáreo, pizarra y sillar. Del total de ocurrencias, destacan estadísticamente 56 concesiones mineras con ingentes recursos de material silíceo, principalmente las cuarcitas, conocidas localmente como Sílica Roca. Algunas

de estas últimas concesiones se encuentran en explotación y son proveedoras de un mercado cautivo: la Fundición de Southern Perú en Ilo, Moquegua, en donde se utiliza como fundente. Los precios establecidos por la entidad demandante cubren apenas los costos de producción y transporte. Las órdenes de compra se otorgan para un promedio de 1 200 toneladas métricas mensuales por proveedor.

El objetivo del proyecto de investigación fue determinar el potencial de rocas ornamentales y la

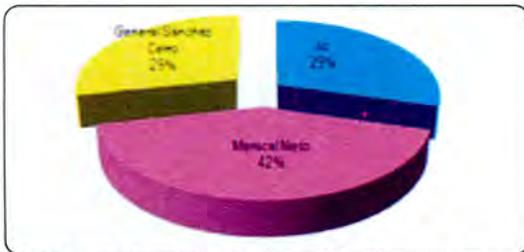
<sup>1</sup>Ingeniero de Minas, Maestro en Minas, Doctor en Desarrollo Sostenible. Facultad de Ingenierías de la UNJBG.

<sup>2</sup>Ingeniero de Minas. Facultad de Ingenierías de la UNJBG.

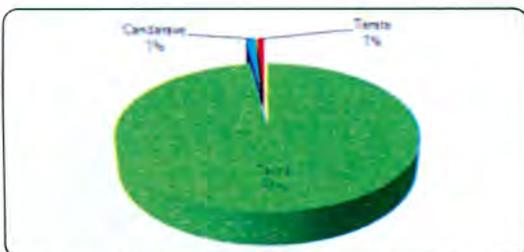
incorporación de otros materiales como las cuarcitas o las andesitas, dentro de esta categoría de recursos no metálicos, y mediante el estudio con posibilidades de darle un valor agregado, a efectos de ser comercializado como roca ornamental, en forma de lascas aserradas y/o bloques. Los productos obtenidos, eventualmente, podrían colocarse en el mercado externo.

Para el efecto, se realizó un inventario de las rocas ornamentales y se hizo una caracterización de las más importantes ocurrencias en las regiones de Moquegua y Tacna, luego se tomaron las muestras más significativas para procesarlas en el laboratorio de Mecánica de Rocas de la Facultad de Ingeniería de la UNJBG.

Una vez caracterizado el recurso natural, se determinó los parámetros físico mecánicos de los especímenes recolectados y se confeccionó los prototipos de acuerdo a normas aplicadas en la industria cerámica, para enchapes y recubrimientos.



**Gráfico N° 01:** Distribución de industrias relacionadas con el consumo de RMI en la región Moquegua por provincia. (102 establecimientos). Dirección Regional de Moquegua - (2007 - 2008).



**Gráfico N° 02:** Distribución del número de industrias relacionadas con el consumo de RMI en la región Tacna por provincias. (230 establecimientos). Dirección Regional de Tacna (Estadística industrial 2007).

En los últimos treinta años, las rocas y minerales industriales (RMI) han alcanzado una gran valorización a nivel mundial. En el Perú la demanda de minerales por parte de la industria de la construcción se ha incrementado favorablemente, debido al crecimiento urbano y al desarrollo de la infraestructura vial y de

edificaciones. También alcanzaron valor otros minerales industriales, entre ellos, destacan las rocas ornamentales y los boratos que se exporta a diversos países del mundo, aun así experimentan periodos cíclicos en su desarrollo como consecuencia de la recesión económica de las últimas décadas. Nuestro país no es ajeno a la crisis mundial, tal como se refleja en las principales variables macroeconómicas.

Existe también un pequeño número de empresarios que intervienen en la producción de casi todas las RMI, aunque con relativo éxito en los mercados internos y externo, siendo necesario mayor promoción por parte del Estado. El mercado interno es pequeño para la mayoría de minerales industriales, es decir, falta fomentar la industrialización capaz de promover la explotación y procesamiento de estos recursos.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Material

Se ha elaborado fichas técnicas geológicas, mineralógicas y petrológicas para cada muestra obtenida en las concesiones mineras no metálicas y a partir de visitas de campo. Se incluyen los ensayos geomecánicos aplicados a las muestras, en el Laboratorio de Mecánica de Rocas, con el propósito de satisfacer los requisitos del mercado.

### 2.2. Metodología

Los datos que se procesaron y analizaron se han obtenido mediante muestreo sistemático de los horizontes más competentes de los yacimientos, tomando como referencia los estándares del mercado y la Normativa Técnica de Piedra Natural del Instituto Geominero de España.

## III. RESULTADOS

### 3.1 Traquiandesita

La traquiandesita o traqui-andesita es una roca volcánica de la serie alcalina, que presenta una composición intermedia entre traquita y traquibasalto.

Por lo general, de color gris, contiene principalmente feldespato alcalino y plagioclasa sódica, junto con uno o más de los siguientes minerales máficos: anfíboles, biotita o piroxeno. Asimismo puede presentar cuarzo libre y pequeñas cantidades de nefelina y apatita.

Las siguientes tablas muestran los parámetros básicos evaluados: densidad, humedad y resistencia a la tracción.

Nº	Características	Muestra
1	Peso de recipiente + muestra húmeda	218,2
2	Peso de recipiente + muestra seca	216,8
3	Humedad %	0,65

Sistema Internacional (cm, kg)	
Diámetro (D)	3,8 cm
Altura (H)	7,7 cm
Masa (M)	218,2 kg

Nº	Características	Muestra
1	Peso de la muestra seca en g.	218,2
2	Volumen de la muestra en cm <sup>3</sup>	88,6
3	Densidad	2,46

Nº	Características	Muestra
1	Peso de la muestra saturada	212,7
2	Peso de la muestra seca	212,5
3	Densidad del agua	1
4	volumen del cilindro	88,6
5	Volumen de poros (1-2)/3	0,2
6	Porosidad (5/4)*100	0,23
7	Absorción % ((1-2)/2)*100	0,094

Nº	Características	Muestra
1	Volumen de poros (1-2)/3	0,2 cm <sup>3</sup>
2	Porosidad (5/4)*100	0,23 %
3	Absorción % ((1-2)/2)*100	0,09 %

Características	Muestra			
	1	2	3	Promedio
Diámetro ( cm )	3,8	3,8	3,8	3,8
Altura ( cm )	2,84	2,84	2,84	2,84
Carga aplicada ( kg )				530
Esfuerzo de tracción (kg/cm <sup>2</sup> )				46,74

Características	Muestra			
	1	2	3	Promedio
Diámetro ( cm )	3,8	3,8	3,8	3,8
Altura ( cm )	7,7	7,7	7,7	7,7
Área ( cm <sup>2</sup> )				11,34
Carga aplicada ( lb )				70000
Carga aplicada ( kg )	70000	x 0,4536		31752
Esfuerzo de compresión ( kg/cm <sup>2</sup> )				2800
Esfuerzo de compresión ( MPa )	2800	x 0,0980666		274,59

### 3.2 Mármol

En geología, mármol es una roca metamórfica compacta, formada a partir de rocas calizas que, sometidas a elevadas temperaturas y presiones, alcanzan un alto grado de cristalización. El componente básico del mármol es el carbonato cálcico, cuyo contenido supera el 90 %; los demás componentes, considerados "impurezas", son los que dan gran variedad de colores y definen sus características físicas. Tras un proceso de pulido por abrasión, el mármol alcanza alto nivel de brillo natural, es decir, sin ceras ni componentes químicos.

El mármol se utiliza principalmente en la construcción, decoración y escultura. A veces es translúcido, de diferentes colores, como blanco, marrón, rojo, verde, negro, gris, amarillo, azul, y de coloración uniforme, jaspeado (a salpicaduras), vetado (tramado de líneas) y en diversas configuraciones o mezclas.

Las siguientes tablas muestran los parámetros básicos evaluados: humedad, densidad, absorción y resistencia a la tracción y a la compresión.

Nº	Características	muestra
1	Peso de recipiente + muestra húmeda	132,7
2	Peso de recipiente + muestra seca	132,6
3	Humedad %	0,075

Sistema internacional (cm, kg)	
Diámetro (D)	3,8 cm
Altura (H)	7,7 cm
Masa (M)	247,4 kg

Nº	Características	muestra
1	Peso de la muestra seca en g.	247,4
2	Volumen de la muestra en cm <sup>3</sup>	87,33
3	Densidad	2,83

Nº	Características	Muestra
1	Volumen de poros (1-2)/3	0,2 cm <sup>3</sup>
2	Porosidad (5/4)*100	0.23 %
3	Absorción % ((1-2)/2)*100	0.09 %

Características	Muestra			
	1	2	3	Promedio
Diámetro ( cm)	3,8	3,8	3,8	3,8
Altura ( cm)	2,6	2,40	2,40	2,38
Carga aplicada ( kg)				730
Esfuerzo de tracción (kg/cm <sup>2</sup> )				51,38

Características	Muestra			
	1	2	3	Promedio
Diámetro ( cm )	3,8	3,8	3,8	3,8
Altura ( cm )	7,7	7,7	7,7	7,7
Área ( cm <sup>2</sup> )				11,34
Carga aplicada ( lb )				25550
Carga aplicada ( kg)	25550	x 0.4536		11589,48
Esfuerzo de compresión ( kg/cm <sup>2</sup> )				1022
Esfuerzo de compresión ( MPa )	1022	x 0,0980666		100.22

#### IV. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La Tabla N° 01, incluye los valores de los ensayos aplicados a las muestras de Traquiandesita, los cuales se compararon con los rangos de la normativa española, resumidos en el marco teórico, a fin de establecer el cumplimiento con los requisitos para roca ornamental.

La Tabla N° 02, incluye los valores de los ensayos aplicados a las muestras de mármol, y se compararon con los rangos de la normativa española resumidos en el marco teórico, con el propósito de establecer el cumplimiento de los requisitos para roca ornamental.

#### V. CONCLUSIONES

- El potencial de rocas ornamentales en las regiones de Tacna y Moquegua se puede definir en términos de número de concesiones, tipo de ocurrencia y volumen de recurso no metálico.
- Algunas de estas canteras se encuentran a nivel de reconocimiento, debido a que faltan estudios

**Tabla N° 01:** Comparación de resultados Traquiandesita.

	ENSAYO	Unidad	Valor	Condición	Cumple
1	Absorción de Agua	%	0,65	Bajo	SI
2	Peso Específico	g/cc	2,46	Bajo	SI
3	Resistencia al desgaste por rozamiento	mm		n.d.	
4	Resistencia a las heladas (perdida peso)	%		n.d.	
5	Resistencia a la compresión	kg/cm <sup>2</sup>	2800	Alto	SI
6	Choque térmico	n.d.		n.d.	
7	Resistencia a los ácidos (pérdida peso)	%		n.d.	
8	Resistencia al SO <sub>2</sub> (pérdida de peso)	%		n.d.	
9	Resistencia al anclaje	kg/cm <sup>2</sup>		n.d.	
10	Resistencia a la flexión	kg/cm <sup>2</sup>		n.d.	
11	Módulo elástico	kg/cm <sup>2</sup>		n.d.	
12	MicrodurezaKnoop	Mpa		n.d.	
13	Resistencia al impacto	cm		n.d.	

Fuente: Propia

**Tabla N° 02:** Comparación de resultados Mármol.

	ENSAYO	Unidad	Valor	Condición	Cumple
1	Absorción de Agua	%	0,082	Bajo	SI
2	Peso Específico	g/cc	2,83	Alto	SI
3	Resistencia al desgaste por rozamiento	mm		n.d.	
4	Resistencia a las heladas (perdida peso)	%		n.d.	
5	Resistencia a la compresión	kg/cm <sup>2</sup>	1022	Alto	SI
6	Choque térmico	n.d.		n.d.	
7	Resistencia a los ácidos (pérdida peso)	%		n.d.	
8	Resistencia al SO <sub>2</sub> (pérdida de peso)	%		n.d.	
9	Resistencia al anclaje	kg/cm <sup>2</sup>		n.d.	
10	Resistencia a la flexión	kg/cm <sup>2</sup>		n.d.	
11	Módulo elástico	kg/cm <sup>2</sup>		n.d.	
12	MicrodurezaKnoop	Mpa		n.d.	
13	Resistencia al impacto	cm		n.d.	

Fuente: Propia

más detallados, otros tienen información incompleta y son pocos los informes confiables con una buena base geológica, que permitan un mejor estimado de las reservas.

- La producción de rocas ornamentales en Moquegua y Tacna es pequeña y se desarrolla únicamente de manera artesanal.
- De las diferentes rocas ornamentales que se explotan en Moquegua, la piedra laja es la roca más comercial. Su producción no sólo abastece el mercado regional, sino que también se comercializa en Arequipa, Lima y en pequeñas cantidades se exporta a países vecinos. Y en la región Tacna la producción de laja es muy limitada su aplicación está circunscrita a la industria de la construcción (pisos, veredas, enchapes de paredes, muretes, etc.) y es preferida por sus características y propiedades (facilidad de partirse, diversidad y permanencia de colores, densidad, porosidad, resistencia al desgaste, compresión y flexión).
- La sílice se extrae principalmente de la cuarcita, constituyendo la principal materia prima que se comercializa en ambas regiones, siendo Moquegua el mayor mercado debido a la existencia de una de las fundiciones más grandes de cobre del país, teniendo a Tacna como su principal proveedor. Las unidades litológicas de las cuales se extrae la cuarcita en Tacna son las formaciones Hualhuani y Labra, que afloran principalmente en los distritos de Pachia y Palca. La concesión SAN EDUARDO, en la zona de Ataspaca, presenta estructuras de cuarcita muy favorables para su explotación como roca ornamental, a diferencia de las otras concesiones que presentan una fracturación de moderada a intensa.

## VI. RECOMENDACIONES

Los pequeños mineros requieren de capacitación especializada e integración institucional en asociaciones o cadenas productivas, según las sustancias que explotan, con la finalidad de potenciar y homogenizar sus productos, para impulsar la oferta y cumplan con los requisitos del mercado nacional e internacional.

Los pequeños productores mineros deben conocer las especificaciones técnicas de las distintas rocas ornamentales y así garantizar la

calidad de dichos materiales y su competitividad en el mercado.

Las regiones de Moquegua y Tacna deberían aprovechar su constante desarrollo y la diversificación de su red vial, la expansión urbana y su ubicación estratégica con los mercados de Asia.

Se requiere la implementación de un laboratorio que permita la realización de todos los ensayos exigidos por la normativa internacional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Díaz Valdivieso, Alejandra.** (2003). ROCAS ORNAMENTALES EN EL PERU Mercados y Perspectivas. Boletín N° 13 Serie B. Geología Económica. INGEMMET. Lima, Perú.

**Díaz Valdivieso, Alejandra y Otros.** (2011). Estudio Geológico Económico de las Rocas y Minerales Industriales en las Regiones de Tacna y Moquegua. Boletín N° 26 Serie B. Geología Económica. INGEMMET. Lima, Perú.

**Pool Ramírez, Alberto y La Riva Sánchez, Juan.** (2001). ROCAS ORNAMENTALES EN EL PERU. Boletín N° 09 Serie B. Geología Económica. INGEMMET. Lima, Perú.

**Quiroz C. Jorge.** (2006). Estudio de Mercado y Competitividad de las Industrias de Rocas Ornamentales. Consultores Asociados S.A.

**Regueiro y González-Barros, Manuel.** (N.D.). **NORMATIVA TÉCNICA DE PIEDRA NATURAL.** Instituto Geológico y Minero de España.

### Correspondencia:

Dante Ulises Morales Cabrera  
Ciudad Universitaria fundo "Los Granados"  
Av. Miraflores s/n Tacna - Perú

José David Rodríguez Copare  
Ciudad Universitaria fundo "Los Granados"  
Av. Miraflores s/n Tacna - Perú

Esteban Machaca Mamani  
Ciudad Universitaria fundo "Los Granados"  
Av. Miraflores s/n Tacna - Perú