

## CARACTERISTICAS GEOTECNOLOGICAS DE PIEDRAS LAJAS DE SAN LUIS UTILIZADAS COMO ROCAS DE APLICACION

*Pittori, C. A.<sup>(\*)</sup> y Cortelezzi C. R.<sup>(\*\*)</sup>*

### RESUMEN

En este trabajo se presentan estudios realizados, sobre piedras lajas de la Provincia de San Luis, Argentina, que se emplean habitualmente como rocas de aplicación. En los estudios e investigaciones realizados se identifican petrográficamente las distintas variedades que se comercializan y se efectúan ensayos físicos, químicos y mecánicos para su caracterización tecnológica, los cuales permiten conocer su comportamiento frente a los distintos usos a que son sometidas.

### INTRODUCCION

El objeto de este trabajo es caracterizar desde el punto de vista petrográfico y tecnológico las piedras lajas de la Provincia de San Luis. Este estudio amplía la información publicada en un trabajo anterior(1) y se comparan los resultados obtenidos con los correspondientes a rocas de características semejantes de la Provincia de Buenos Aires.

Las piedras lajas de San Luis son comercializadas como rocas de aplicación, en particular, en el territorio de la Provincia de Buenos Aires, y son utilizadas principalmente en revestimientos de fachadas de edificios, en pisos interiores y exteriores y, en menor porcentaje, son empleadas como tejas. Las mismas provienen del basamento de las sierras de San Luis, constituido por rocas ígneas y metamórficas, correspondientes a gneisses, migmatitas, esquistos, filitas y pizarras(2).

Las piedras lajas se encuentran distribuidas en dos fajas, denominadas oriental y occidental. La faja oriental, que no se explota en la actualidad, tiene aproximadamente 30 km de largo por 4 km de ancho, mientras que la faja occidental tiene 50 km de largo por 5 km de ancho. En la parte central de esta faja se ubican la mayoría de las canteras en explotación, distribuidas en tres áreas: área Río Quinto-Balde de la Isla; área Pampa del Tamboreo y área de Santo Domingo-Cerros Largos(3). Cañadas *et al*(4) citan la explotación en el Bajo de Veliz de lutitas y limolitas paleozoicas denominadas comercialmente como "pizarras".

---

(\*) Profesional de Apoyo CIC - LEMIT

(\*\*) Investigador CIC-LEMIT

## PRODUCCION Y DEMANDA DE PIEDRAS LAJAS

Los primeros registros de producción de piedras lajas de la Provincia de San Luis datan del año 1953 e indican una producción de 1.051 tn y para el quinquenio 1970-74, se menciona una producción de 5.607 tn(11). Según la Estadística Minera de la República Argentina (Edición preliminar 1994-1996), de la Secretaría de Industria, Comercio y Minería de la República Argentina, esta producción registra incrementos significativos en los años 1995 y 1996 (ver Tabla 1).

**Tabla 1:** Producción de Piedras Lajas en Toneladas y en Pesos a valores de 1992.

Año	PRODUCCION DE PIEDRAS LAJAS			
	Total del país		Pcia. de San Luis	
	en Tn	en \$	en Tn.	en \$
1992	97.526	8.972.392	-	-
1993	93.620	9.165.040	-	-
1994	55.555	5.111.060	17.619	1.620.948
1995 (p)	87.576	8.056.992	35.865	3.299.580
1996 (p)	102.510	9.430.920	37.756	3.473.552
1997 (e)	110.000	10.120.000	-	-
p: Valores provisorios – e: Valores estimados				

El listado de productores mineros elaborado por la Subsecretaría de Minería de la Nación, en el año 1996, indica la existencia de 13 firmas dedicadas a la extracción de piedras lajas en la Provincia de San Luis, sobre un total general en todo el país de 43 empresas. La importancia de la Provincia de San Luis en la producción de piedras lajas respecto al total queda reflejada ya que aporta un 36% de la producción total.

Si bien no existen datos concretos para evaluar el consumo de estas rocas de aplicación en la Provincia de Buenos Aires, se tomó como área testigo a la ciudad de La Plata conjuntamente con sus alrededores (aproximadamente 750.000 habitantes) para realizar una estimación. En esta zona se identificaron 10 comercios dedicados a la venta de este tipo de rocas, los que comercializan aproximadamente 2.000 tn/anales. De esta última cifra, un 70 % son empleadas en pisos (ver Figuras 1, 2 y 3) y el 30 % restante en revestimientos de fachadas de edificios (ver Figura 4). En el área del Gran La Plata, la utilización como tejas es prácticamente despreciable.



Figura 1. Roca Cortada, en piso interior

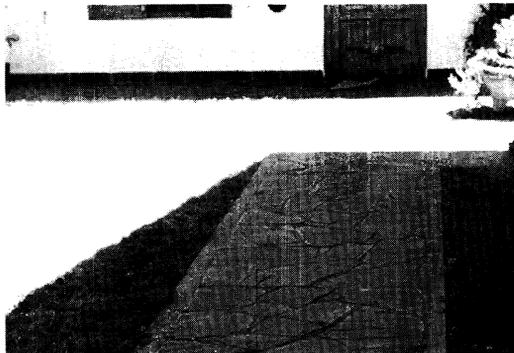


Figura 2. Roca de forma irregular, exterior



Figura 3. Roca de forma irregular, interior



Figura 4. Roca cortada en revestimiento exterior

## CARACTERISTICAS PETROGRAFICAS

Las rocas estudiadas poseen una marcada esquistosidad, que permite la obtención de lajas de espesores variables. Las texturas son, en general, lepidogranoblástica con tamaño de grano fino; se detecta la presencia de abundante muscovita y de escasas cantidades de cloritas de color verde, que provienen de la alteración de la biotita. Son frecuentes las venas de cuarzo paralelas a los planos de esquistosidad, que en algunos pocos casos, las cortan perpendicularmente.

En algunas muestras se detecta abundante presencia de pirita, lo cual puede ocasionar inconvenientes para su uso como revestimientos de fachadas y/o en pisos exteriores, ya que se altera fácilmente en ciclos de humedecimiento y secado.

Otro inconveniente de este tipo de rocas cuando se emplean en pisos y escaleras, es la existencia de abundante presencia de mica fina (muscovita), que facilita el desgaste por frotamiento.

La descripción petrográfica que se informa a continuación se realiza agrupando las muestras según su identificación y se describen las características más significativas.

**-Lutitas (Muestra 1):** Estas rocas poseen una marcada fisilidad, producto de la abundancia de minerales arcillosos. Determinaciones efectuadas por Rx muestran que el mineral más abundante es la illita, mientras que la caolinita se encuentra en baja proporción, contienen además cuarzo, muy escasos feldespatos y calcita. Las pequeñas láminas de muscovita son abundantes, en algunos casos constituyen bandas lenticulares. Debe mencionarse que estas rocas poseen abundantes cristales, bien desarrollados, de pirita, los cuales sobresalen de la base más blanda.

**-Filitas (Muestras 2, 3, 4, 5 y 6):** Estas rocas poseen esquistosidad marcada; con textura lepidoblástica a porfirolepidoblástica. El primer caso está dado por la abundancia de muscovita mientras que en el segundo se destacan grandes porfiroblastos subhedrales a euhedrales de pirita de hasta 0.972 por 0.792 mm.

La composición petrográfica, compuesta por una marcada alternancia de bandas ricas en cuarzo microcristalino, feldespatos sin maclas e índice de refracción bajo (ortoclasa). Las láminas de muscovita y pequeños gránulos de pirita son escasos. En las otras bandas predominan las láminas de muscovita dispuestas en capas paralelas, cuarzo muy fino y escasas secciones anhelaes de pirita.

**-Micacitas (Muestras 7 y 8):** Rocas con esquistosidad marcada y textura lepidoblástica, en partes de tipo "gneis de ojos". El mineral principal es la muscovita y escasas láminas grandes y frescas de biotita. Los "ojos" están compuestos por cuarzo microcristalino, escasa sericita y secciones anhedaes de titanita. En algunos sectores se observan bandas finas de calcita asociadas con pequeñas secciones anhedaes de pirita.

**-Esquisto cuarcífero (Muestra 9):** Rocas con textura granoblastica y esquistosidad poco marcada. La base está compuesta por secciones sub a anhedaes de cuarzo dispuestos en bandas subparalelas. Las secciones mayores, son en parte cataclásticas, con extinción ondulante. Las láminas de biotita se presentan en dos generaciones, una bien desarrollada, fresca, muy pleocroica y otras muy pequeñas, frescas con débil pleocroismo. Las secciones subhedrales de granates de color rosado pálido son frecuentes.

**-Esquisto muscovitico-biotitico (Muestra 10):** Denominada comercialmente como "ojito de perdiz". Corresponde a una roca de textura porfirolepidoblastica con porfiroblastos de biotita

ricos en inclusiones de cuarzo isorientadas. La orientación de estos trenes coincide con la esquistosidad de la matriz de la roca. El tamaño de los porfiroblastos es de 2 a 3 mm de largo por 2 mm de ancho. La matriz, de textura lepidoblastica a lepidogranoblastica, está compuesta por cuarzo y finas láminas de muscovita. También se observan en menor porcentaje minerales opacos y pequeños cristales de circón.

## INDICE DE CRISTALINIDAD DE LA ILLITA

La presencia de minerales de arcillas en las muestras en estudio, llevó a realizar la determinación del índice de cristalinidad de la illita, por el método de Kubler(5)(6). Esta determinación se efectuó previo a la determinación del diagrama de Rayos x, cuyo equipo fue calibrado con los estándares de Warr y Rice(7). Se evaluaron exclusivamente las muestras 1 (lutita), 2 (filita) y 4 (filita) que fueron procesadas de acuerdo a las recomendaciones del Grupo IGCP2941C(8). Los resultados se indican en la Tabla 2.

**Tabla 2:** Índice de cristalinidad de illita.

Muestra	Índice de Cristalinidad (IC)
1	0.326
2	0.423
4	0.405

La determinación de los límites de Kubler tienden a determinar si las rocas se formaron por procesos diagenéticos (rocas sedimentarias) o por metamorfismo bajo, anquimetamorfismo (rocas metamórficas), situación que hace variar sustancialmente las propiedades físico-petrográfica de las rocas. Debe recordarse que los límites de Kubler, son los siguientes:

- Valores de IC menores de 0.25 corresponden a metamorfismo.
- Valores de IC mayores a 0.42 corresponden a diagénesis
- Valores de IC intermedios entre 0.25 y 0.42 corresponden a anquimetamorfismo.

Los valores obtenidos en las experiencias ubican a las muestras 1 y 4 dentro de la anquizona y a la muestra 2 prácticamente en el límite con diagénesis.

## ANALISIS QUIMICOS Y DIFRACCION DE RAYOS X

Se realizaron algunos análisis químicos sobre las muestras en estudio, en particular sobre la lutita de la zona Río Quinto-Balde de la Isla y la filita de la cantera Don Froilán, de la zona Pampa del Tamboreo(3) (ver Tabla 3).

Además, se efectuaron difractogramas de Rx de las muestras de lutitas (muestra 1) y de filitas (muestras 2 y 4) para caracterizar la composición mineralógica de los minerales de arcilla. Los resultados indican que la muestra de lutita posee caolinita en proporciones reducidas mientras que en todas las muestras también se determina la existencia de illita, clorita, cuarzo y feldspatos (ver Tabla 4) .

**Tabla 3:** Análisis químicos.

Muestra	Análisis Químicos (%)							
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Per.Cal.
Lutita	60.72	16.20	5.95	0.69	2.16	4.75	3.83	5.65
Filita	60.05	17.85	7.45	2.30	0.35	1.25	4.80	-
Filita	6.30	17.93	7.45	2.40	0.35	1.20	4.60	-

**Tabla 4:** Difracción de Rayos X.

Muestra	Presencia de según difractograma de Rayos x				
	Illita	Caolinita	Clorita	Cuarzo	Feldspatos
Lutita	X	X	X	X	X
Filita	X	-	X	X	X
Filita	X	-	X	X	X

## ESTUDIOS TECNOLOGICOS

### Experiencias y Normativa empleada

Para caracterizar el comportamiento de estas rocas frente a los distintos tipos de aplicaciones a que son sometidas, se programaron una serie de ensayos físicos, químicos y mecánicos. En particular se determinó la densidad en condiciones de saturado y superficie seca (Norma IRAM1531), absorción por inmersión en agua durante 24 horas (Norma IRAM1531), resistencia a la abrasión en máquina Dorry (Norma IRAM1522), resistencia de rotura a flexión (Norma IRAM1547) y resistencia de rotura a compresión (Norma IRAM1546). Complementariamente se realizaron ensayos de inmersión en etilen-glicól durante 30 días (Norma IRAM 1519) y un ensayo de ataque por ácidos (Norma B.S.680:1944).

En la Tabla 5 se informan los resultados obtenidos y complementariamente, se presentan datos correspondientes a rocas del área Tandilia (areniscas) y del área Sierra de la Ventana (cuarcitas) ambas de la Pcia. de Buenos Aires, las cuales tienen usos similares.

Muestra	Area de Origen	Clasificación Petrográfica	Absorción 24hs. (%)	Densidad	Resistencia a la abrasión Dorry		Tenacidad Page (cm)	Resistencia (MPa)	
					Pérdida en altura (mm)	Pérdida en Peso (%)		Flexión	Compr.
1	I	Lutita	0.5	3.18	3.3	32.7	11	31.3	-
2	III	Filita	0.6	2.92	4.6	30.3	15	36.0	-
3	III	Filita	0.0	3.22	3.2	36.4	13	25.6	-
4	I	Filita	0.0	3.33	3.4	43.7	-	74.4	-
5	I	Filita	0.4	2.95	2.5	17.9	16	35.6	109.4
6	I	Filita	0.4	2.95	2.9	18.3		56.6	81.4
7	I	Micacita	0.3	3.10	1.5	7.4	18	23.9	-
8	II	Micacita	0.2	2.98	4.5	26.2	13	37.1	87.1
9	II	Esquisto	0.0	2.94	0.5	2.9	16	-	64.9
10	II	Esquisto musc.-biot.	0.5	3.01	4.2	17.5	-	-	-
11	IV	Arenisca	0.8	-	-	18.8	13.6	-	75.0
12	V	Cuarcita	0.2	-	-	19.1	21.8	-	161.0

I - Area Rio Quinto, Balde de la Isla, Pcia. de San Luis; II - Area Pampa del Tamboreo, Pcia. de San Luis; III - Area Santo Domingo, Cerros Largos, Pcia. de San Luis; IV - Area Tandilia, Pcia. de Buenos Aires; V - Area Sierra de la Ventana, Pcia. de Buenos Aires.

## Análisis de los resultados

A continuación, se analizan los resultados obtenidos en los estudios tecnológicos realizados:

a) Los valores de densidad en condición de saturado y superficie seca varían entre 2.92 y 3.33, lo cual indica composiciones y/o compacidades diferenciales entre los distintas rocas evaluadas.

b) La absorción de agua en 24 hs se encuentra dentro de los valores que habitualmente se verifican en rocas de características similares. En algunos casos el valor es nulo ó prácticamente despreciable.

c) En lo que respecta a la resistencia a la abrasión, se cuantificó el comportamiento de la roca determinando la pérdida en peso y pérdida en altura de las muestras. Los valores obtenidos indican que en la mayoría de las muestras, la pérdida en altura con una sobrecarga de 250 g/cm<sup>2</sup> y un recorrido de 300 m, es superior al límite máximo estipulado (1.5 mm) para calificar como aceptable la calidad de la capa de desgaste de las baldosas graníticas. Solamente las muestras 7 y 9 poseen, según el criterio antes mencionado, un comportamiento aceptable.

Considerando los valores en pérdidas en peso obtenidos en los distintos ensayos realizados y comparándolos con los de areniscas cuarcíticas de Tandilia, con un promedio de

18.8% de pérdida en peso y con las cuarcitas de Sierra de la Ventana con 19.1%, citadas en (9), se observa que las lutitas y filitas en general poseen un desgaste mayor.

Complementariamente sobre las muestras 1 (lutitas), 2 y 6 (filitas), 8 (micacita), 9 (esquisto cuarcífero) y 10 (esquisto muscovítico), se continuó el ensayo de abrasión con recorridos crecientes hasta 900m, comprobándose que con excepción de la muestra 9 las otras incrementaron sostenidamente la pérdida con el aumento del recorrido realizado. La muestra 9 presenta comparativamente un incremento menor de desgaste, siendo también la que tiene el menor valor inicial.

d) Los valores de tenacidad Page obtenidos varían entre 11 y 16 centímetros. Estos resultados indican que las rocas ensayadas tiene una resistencia al impacto similar a las ortocuarcitas de la Provincia de Buenos Aires(10).

e) En los ensayos de resistencia a flexión se obtienen valores homogéneos y bajos, a excepción de la muestra 4 cuya resistencia alcanza un valor elevado (74.4MPa).

f) Los ensayos de compresión muestran valores significativos, y dentro de los rangos habituales, sin embargo, debe mencionarse que son más bajos que los consignados para ortocuarcitas de Tandilia(10); y para las cuarcitas de Sierra de La Ventana(9), rocas éstas últimas que también se emplean como agregados para la elaboración de hormigones.

g) El ensayo de inmersión en etilen-glicol arrojó resultados negativos en la totalidad de las muestras, lo cual evidencia la no existencia de arcillas expansivas del grupo de las montmorillonitas, situación confirmada por difracción de Rx.

h) La acción del ácido sulfúrico sobre las muestras arrojó los siguientes resultados:

- Sin ataque en aristas y vértices muestras 2, 4 y 5.
- Moderado ataque en aristas y vértices: muestras 3, 6, 7, 8, 9 y 10.
- Alto ataque en aristas y vértices muestra 1.
- Desprendimiento de pequeñas lajas y desgranamiento, según plano de esquistosidad muestras 4, 6, 7, 8 y 9.

Los resultados obtenidos indican que el ácido sulfúrico, en casi todas las muestras, origina algún tipo de agresión, con excepción de algunas filitas (muestras 2 y 5). Además, deben mencionarse que después del ensayo de ataque por ácido sulfúrico, se observa un alto grado de decoloración en la totalidad de las muestras analizadas.

## CONSIDERACIONES FINALES

Los estudios e investigaciones realizadas sobre las muestras de Piedras Lajas procedentes de la Provincia de San Luis, utilizadas habitualmente como rocas de aplicación, en particular, en el revestimiento de fachadas y/o pisos muestran que :

- Se corrobora que las rocas estudiadas son similares petrográficamente a las mencionadas por distintos autores que investigaron el basamento cristalino de las Sierras de San Luis. Se identificaron lutitas, de distribución restringida, cuyo comportamiento condiciona su destino como roca de aplicación. La presencia de pirita en porfiroblastos y cristales pequeños dentro de la base de la roca hace que la misma no sea apta para usos en exteriores o interiores sometidos a ciclos de humedecimiento y secado. Del mismo modo, la abundancia en algunos casos de minerales arcillosos produce una rápida desintegración de la roca.
- Los índices de cristalinidad de la illita indican que las rocas en estudio, consideradas como filitas, pueden incluirse dentro del anquimetamorfismo.
- Las rocas estudiadas presentan distinto comportamiento tecnológico, en particular, el vinculado al desgaste por abrasión que se considera como el más importante cuando se las emplea en el revestimiento de pisos. Las muestras de más alta resistencia al desgaste son los esquistos cuarcíferos.
- Los cambios de coloración observados en el ataque químico con ácido sulfúrico realizado en laboratorio indican que estas rocas pueden sufrir dicho efecto cuando se encuentran expuestas a la acción de lluvias ácidas (areas industriales), afectando el aspecto estético para lo cual fueron utilizadas.

Como conclusión final puede plantearse que los resultados obtenidos en los distintos ensayos realizados muestran que existen distintas calidades de piedras lajas en el mercado, cuyo comportamiento en servicio depende de sus características intrínsecas. Resulta conveniente, entonces, profundizar las investigaciones sobre este tipo de materiales, diseñando ensayos que pongan en evidencia su comportamiento tecnológico.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de la Lic. Wanda Alló, en la determinación del Índice de cristalinidad de la illita, al Tec.Quím. R. Iasi, del CIDEPINT, por la realización de los análisis químicos y al Dr. Pedro Maiza Dep. de Geología, Universidad Nacional del Sur, por los estudios de Rx.

## REFERENCIAS

- (1) Cortezzi, C. R. y C. A. Pittori, 1998. Estudio petrográfico y tecnológico de las piedras lajas de la Provincia de San Luis. República Argentina. X Congreso Latinoamericano De Geología y VI Congreso Nacional De Geología Económica. III, 325-330. Buenos Aires.
- (2) Pastore, F. y O. Ruiz Huidobro, 1952. Descripción geológica de la hoja 24f, Saladillo (San Luis). Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 78. Buenos Aires.
- (3) Prozzi, C., A. Ortiz Suarez, H. Ulacco, G. Ramos, H. Lacreu, A. Carugno, D. Aguilera y J. Caviedes, 1992. Características geológicas y técnicas de las lajas (filitas) de la Provincia de San Luis. IV Congreso Nacional y Primer Congreso Latinoamericano de Geología Económica. 467-476. Córdoba.
- (4) Cañadas, A., C. Garay y A. Espinosa, 1991. Rasgos geológicos, explotación y beneficio en los yacimientos de piedra laja. Panorama Minero N° 155: 17-20. Bs.As.
- (5) Kübler, B., 1967. La zone anchimétamorphique, définition, progrès réalisés ces dernières années. Association Carpath.-Balc., 8° Congr., Beograd , 2, 153-154.
- (6) Kubler, B., 1968. Evaluation quantitative du métamorphisme par la cristallinité de l'illite. Etat des progrès réalisés ces dernières années. Bulletin Centre Recherches Pau-SNPA. 2, 385-397.
- (7) Warr, L. N. y H. N. Rice, 1994. Interlaboratory standardization and calibration of clay mineral crystallinity and crystallite size data. J. Metamorphic Geology, 12, 141-152.
- (8) Kisch, H. J., 1991. Illite crystallinity: recommendations on sample preparation, X-ray diffraction settings, and interlaboratory samples. Journal Metamorphic Geology, 9, 665-670.
- (9) Monteverde, A., 1964. Calidad de las rocas de la Provincia de Buenos Aires, a través de los ensayos físicos-mecánicos. Carreteras, Año IX, N° 34, 25-29. Conclusión, N° 35, 18-25. Buenos Aires.
- (10) Añon Suarez, H., V. Mauriño y D. Massaccesi, 1969. Cualidades físico-mecánicas de las ortocuarcitas de la Provincia de Buenos Aires. Su empleo en obras viales y civiles. 1a. Sección: Chapadmalal. Carreteras. Año XIV, N° 51, 1ª Parte: 12-19. 2ª Parte, N° 52,; 44-47. Buenos Aires.
- (11) Angelelli, V. y E. I. Schalamuk, 1981. Yacimientos no metalíferos y rocas de aplicación. Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Luis. VIII Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 265-286. Buenos Aires.