



Caracterización petrográfica y calidades de areniscas (margen entrerriana del Paraná medio)

Salomón Hocsman*

* CONICET. Instituto Superior de Estudios Sociales (CONICET-UNT) - Instituto de Arqueología y Museo (FCNeIML, UNT). E-mail: shocsman@hotmail.com

Palabras Clave:

Areniscas; Petrografía;
Calidades para la talla;
Formación Ituzaingó;
Paraná Medio.

Keywords:

Sandstones; Petrography;
Qualities for knapping;
Ituzaingó Formation;
Paraná Medio.



Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución - No Comercial 2.5 Argentina.

RESUMEN

En este trabajo se realiza una caracterización petrográfica de areniscas de la Formación Ituzaingó. Las mismas fueron empleadas asiduamente para la confección de artefactos tallados en contextos arqueológicos del Holoceno Tardío de la margen entrerriana del Paraná Medio. Las muestras analizadas proceden del sitio Villa Urquiza 4. Asimismo, se propone una clasificación de las areniscas por su calidad para la talla. Se destaca que es posible, al considerar las calidades de las areniscas, establecer correspondencias entre sus características a nivel microscópico (cortes delgados con impregnación azul) y las observaciones macroscópicas en muestras de mano.

ABSTRACT

In this work a petrographic characterization of sandstones of Ituzaingó Formation is performed. These rocks were employed assiduously for the manufacture of flaked stone tools in Late Holocene archaeological contexts at the left margin of Middle Paraná River (Entre Ríos province). The analyzed samples were obtained from the archaeological site Villa Urquiza 4. Also, a classification of sandstones by quality of knapping is proposed. Correspondences between microscopic characteristics in thin sections (impregnated with blue epoxy resin) and macroscopic descriptions in hand specimens are highlighted.

INTRODUCCIÓN

Las únicas materias primas procedentes de la región del Paraná Medio factibles de ser empleadas para la confección de artefactos tallados son areniscas y xilópalos que provienen de afloramientos de las barrancas de la margen izquierda del río Paraná (Hocsman 1999a). En este marco, en este trabajo se realiza una caracterización petrográfica de areniscas de la Formación Ituzaingó recuperadas en el sitio arqueológico prehispánico Villa Urquiza 4 (VU4). Asimismo, se presenta una propuesta de diferenciación de calidades de areniscas en función de sus aptitudes para la talla.

VU4 se encuentra situado en la margen izquierda del Arroyo Las Conchas, en la margen Entrerriana del Paraná Medio, 20 km al norte de la ciudad de Paraná. Corresponde a una base residencial de cazadores-recolectores-pescadores del Holoceno Tardío (Hocsman 1999b). Se destaca que en este sitio se identificaron grandes bloques de arenisca silicificada pertenecientes a la Formación Ituzaingó utilizados como núcleos, por lo que el sitio mismo se constituye en una cantera (Hocsman 1999b, 2003).

La metodología aplicada involucró la determinación macroscópica en muestra de mano y por medio de lupa binocular, y análisis de cortes delgados con impregnación azul de muestras de areniscas.

MATERIAS PRIMAS LÍTICAS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Las rocas aptas para la talla presentes en la ribera paranaense de la provincia de Entre Ríos, areniscas y

xilópalos, proceden de la Formación Ituzaingó y, probablemente, de la Formación Paraná. Torra (1999) sostiene que ambas formaciones son una sola.

La Formación Paraná (Mioceno tardío) aflora de forma discontinua en la Provincia de Entre Ríos a lo largo del río Paraná entre las ciudades de La Paz y Victoria (Aceñolaza 2000, 2007). Constituye la unidad basal de la columna estratigráfica aflorante en las barrancas del Río Paraná, con un espesor visible que supera en algunos sectores los 10 m de altura sobre el nivel medio del río. Desde la base hacia arriba pasa de arcilitas y limolitas a intercalaciones arenosas, llegando a ser esta última fracción la dominante en los tramos medios y altos (Aceñolaza y Sayago 1980; Aceñolaza 2000, 2007).

Sus arenas son finas, amarillas, blanco amarillentas, verdes y ocráceas (Iriondo 1973). La fracción arena es predominantemente cuarzosa; otros minerales son microclino y plagioclasas ácidas. Entre los pesados, en reducida proporción, se citan minerales opacos, y más subordinadamente cianita, estauroлита, turmalina, granate, epidoto y zircón (Herbst y Santa Cruz 1985). Presenta niveles de areniscas cementadas por carbonatos (Aceñolaza 2000), pero son generalmente friables.

La Formación Ituzaingó, por su parte, se extiende desde la ciudad de La Paz hasta la de Diamante en Entre Ríos, y suprayace a la Formación Paraná (Aceñolaza y Sayago 1980; Herbst 2000; Brunetto *et al.* 2013).

“Generalmente los niveles basales están constituidos por arenas blanquecinas que hacia arriba pasan gradualmente a arenas ocras, amarillentas y rojizas. En este conjunto arenoso

son frecuentes concreciones silíceas de tamaño variable ("asperón")... Hacia arriba aumentan intercalaciones arcillosas y limosas hasta pasar a constituir la parte dominante de la sección..." (Aceñolaza y Sayago 1980: 142).

Estos silcretos, resaltados en la oración precedente, constituyen el denominado "asperón guaraníco" (Herbst 1971).

Herbst y Santa Cruz (1985) señalan que se trata de areniscas con diverso grado de coherencia, desde casi completamente friables hasta sumamente duras. De acuerdo a estos autores, su coloración es muy variada y cambia en trechos cortos. El aglutinamiento de los granos sería producido por óxidos férricos y arcillas. Mineralógicamente, las arenas son fundamentalmente cuarzosos -hasta 99%-, con granos generalmente redondeados a subredondeados. La fracción liviana comprende casi totalmente feldespatos y plagioclasas ácidas. La fracción pesada corresponde en su mayoría a minerales opacos y le siguen en orden aproximado de frecuencia decreciente zircón, turmalina, cianita, estauroilita, epidoto, rutilo y granate (Herbst y Santa Cruz 1985; Herbst 2000; Brunetto *et al.* 2013).

Las rocas producto de la litificación de las arenas, corresponderían en su totalidad, entonces, a areniscas que presentan un amplio rango de coherencia, desde muy compactas a muy friables.

Además de las areniscas, se encuentran leños fósiles permineralizados, o xilópalo, tanto en el miembro inferior de la Formación Ituzaingó (Franco 2009; Brunetto *et al.* 2013) como en la parte superior de la Formación Paraná (Franco y Brea 2008; Brea *et al.* 2013), aunque se desconoce las características de los mismos para la talla, más allá de que los casos recuperados presentan diferencias notables en la silicificación que hace que la calidad para la talla sea extremadamente variable dentro de una misma pieza.

ALGUNAS CONSIDERACIONES TERMINOLÓGICAS

Una "arenisca" es una roca sedimentaria clástica de grano medio, compuesta por fragmentos redondeados o angulosos abundantes de tamaño arena, en una matriz de grano fino -sílice o arcilla- y más o menos unidas por un material cementante -comúnmente sílice, óxido de hierro o carbonato de calcio- (Bates y Jackson 1980).

Específicamente, las areniscas presentes en el Paraná Medio son arenas cuarzosas consolidadas, ya que poseen más del 65% de cuarzo (González Bonorino y Teruggi 1952).

Un rasgo característico de las areniscas es que están provistas de matriz y/o cemento, lo que excluye a las "cuarcitas" cuyos granos se sueldan directamente entre sí, por lo que resulta difícil diferenciar el cemento de los granos, denominadas "metacuarcitas".

Una definición de "cuarcita" es una arenisca bien seleccionada que contiene más del 95% de granos de cuarzo y 5% o menos de matriz y cemento (Whitten y Brooks 1980). Este término así usado se emplea tanto para designar una roca metamórfica como una sedimentaria, por lo que es motivo de cierta ambigüedad y no es conveniente su uso. En el primer

caso, es una roca metamórfica granoblástica formada por re-cristalización de areniscas por metamorfismo regional o termal. En el segundo caso, por otra parte, es una arenisca muy dura pero no metamorfizada, consistente fundamentalmente de granos de cuarzo que ha sido completamente y sólidamente cementada a través de procesos diagenéticos (Bates y Jackson 1980; Church 1994). Esta última es equivalente al de "arenisca cuarzosa" o "arenisca cuarcítica" y al de "arenita cuarzosa".

En general, el término cuarcita es más comúnmente usado para una roca metamórfica producida por la recristalización de una arenisca (Church 1994). Por eso, los sedimentólogos prefieren no utilizar el término cuarcita al hablar de rocas sedimentarias, reservándolo para rocas metamórficas, por lo que aquí se tomará de esta manera.

Por ello, es que se emplea con cierta recurrencia el término "ortocuarcita", introducido por Krynine en (1948); en nuestro país, es empleado asiduamente a partir del trabajo de Bayón *et al.* (1999). El mismo define a una roca sedimentaria constituida casi exclusivamente (> 95%) por granos de cuarzo de tamaño arena y que tiene cementación silícea que le confiere diferente grado de tenacidad. Los contactos entre los granos pueden ser directos entre ellos o a través de un cemento o crecimiento secundario. El término "metacuarcita" implica una roca sedimentaria de naturaleza ortocuarcítica que ha sufrido transformación por procesos metamórficos, de tal manera que varias de sus características originales han cambiado, en particular los granos se han molido y recristalizado y se han orientado tectónicamente a la vez que su tamaño se ha modificado. Carece tanto de cemento como de crecimientos secundarios, debiendo su cohesión a que los clastos están engranados por recristalización (Teruggi 1982; Bayón *et al.* 1999).

Con respecto al término "arenisca cuarcítica", de amplia utilización en la región del Paraná medio, refiere concretamente a areniscas con *cemento silíceo* exclusivamente y en las que se distinguen los granos a simple vista (González Bonorino y Teruggi 1952), por lo que sería equivalente a la ortocuarcita. Debido a que las areniscas presentes en la margen media del Paraná pueden poseer un cemento tanto silíceo como carbonático o ferruginoso, se considera, siguiendo el trabajo de González Bonorino y Teruggi citado, que su empleo debe limitarse estrictamente a aquellos casos de arenas consolidadas cementadas por sílice.

Finalmente, como se trata de rocas sedimentarias es recomendable una definición de las mismas en base a criterios sedimentológicos. Por eso, se propone utilizar la clasificación de Pettijohn *et al.* (1987), basada en la mineralogía del sedimento y en la presencia o ausencia de matriz. De acuerdo a esta sistematización, y teniendo en cuenta las características de las areniscas de las formaciones geológicas de la región, se estaría tratando con rocas con menos de 15% de matriz, constituyendo las *arenitas*. A su vez el predominio de cuarzo las definiría más precisamente como *arenitas cuarzosas*.

METODOLOGÍA

El análisis de "calidades" de materias primas líticas ha tenido un gran desarrollo en nuestro país (por ejemplo:

Nami 1992; Ratto y Williams 1995; Flegenheimer *et al.* 1996; Aragón y Franco 1997).

El objetivo que se persigue en este trabajo es determinar las características petrográficas y las calidades de las rocas utilizadas en la manufactura de artefactos líticos. La línea que se sigue busca determinar las propiedades petrográficas y mineralógicas de las rocas empleadas para la talla, etc., ya que son las responsables de sus diferentes aptitudes y dan como resultado distintas calidades de rocas (Nami 1992; Aragón y Franco 1997). Las areniscas consisten de un entramado, una matriz, cemento y poros (Tucker 1994) (Figura 1). El entramado es la fracción detrítica. Está formado por materiales tamaño arena y limo grueso o sea entre 0,03 y 2 mm de diámetro. Al respecto, se emplea la clasificación por tamaño de los granos del entramado en base a las clases texturales definidas por Wentworth (1922): arena muy gruesa (2-1 mm), arena gruesa (1-0,5 mm), arena mediana (0,5-0,25 mm), arena fina (0,25-0,125 mm) y arena muy fina (0,125-0,0625 mm).

La matriz, por su parte, es el material de grano más fino incluido en, o que rellena, los intersticios entre los granos más grandes. El término refiere al tamaño relativo y disposición de las partículas y no involucra un tamaño particular de las mismas, aunque se suele utilizar un límite superior de tamaño de los granos que constituyen la matriz que generalmente, es de 30 micrones (Folk 1954; Dott 1964). En las muestras consideradas se observan tres tipos de matriz, que se definen aquí muy sucintamente: a) Ortomatriz: material fino incorporado como tal a la roca en el momento de la depositación, parcialmente o totalmente recristalizado; b) Epimatriz: matriz generada por alteración de granos componentes en un agregado de pequeños cristales de filosilicatos (minerales arcillosos), producto de la alteración diagenética; y c) Pseudomatriz: granos compuestos por material arcilloso, que se incorporaron a la arena original como tales. La compactación posterior los deformó plásticamente e intruyó en el espacio poral entre los granos vecinos (Dikinson 1970).

El cemento es el material mineral precipitado químicamente que se halla en el espacio entre los granos individuales de una roca sedimentaria consolidada, ligando los granos entre sí para conformar una masa coherente y rígida. Los cementos se generan después de la depositación del sedimento, durante la diagénesis. Los poros son los espacios vacíos entre los elementos del entramado. El volumen de los poros es reducido

como resultado de la formación de la matriz o de la precipitación de un cemento mineral.

El trabajo de laboratorio implicó las siguientes etapas:

- 1) Determinación macroscópica por medio de lupa binocular (bajos aumentos) modelo SZ-PT Olympus del color, tamaño de grano, tipo de cemento y grado de alteración de desechos de talla, núcleos, etc. confeccionados sobre areniscas procedentes del contexto arqueológico estudiado, como así también de materiales provenientes de canteras potenciales existentes en el área de estudio.
- 2) Realización de cortes delgados con impregnación azul de una muestra de materiales representativa de la variabilidad de las areniscas observadas en el sitio VU 4.
- 3) Análisis petrográfico de cada uno de los cortes realizados con un microscopio polarizante marca Kiowa modelo RFB-7. Implicó la identificación mineralógica del entramado, matriz y cemento, la estimación visual de porcentajes de la porosidad y la matriz de cada uno de los cortes estudiados por medio de una carta de comparación (Scholle 1979). Además, la medición del tamaño de los poros por medio de un ocular micrométrico y de los granos del entramado a través de una carta de comparación usada por la Empresa Petrobras, basada en la escala textural de Wentworth (1922).
- 4) Definición de variedades de areniscas en base a las propiedades analizadas en el punto anterior y vinculación con características de piezas recuperadas en muestras de mano.

CARACTERÍSTICAS DE LAS ARENISCAS EMPLEADAS PARA LA MANUFACTURA DE ARTEFACTOS LÍTICOS EN VU 4

Análisis petrográfico de cortes delgados de areniscas procedentes de VU 4

Muestra N° 1

Se trata de una *arenita cuarzosa o cuarzoarenita* (*sensu* Pettijohn *et al.* 1987), es decir, compuesta con más del 95% de cuarzo y matriz muy escasa. Mineralógicamente hay una preponderancia total de granos de cuarzo, fundamentalmente cuarzo monocristalino (en adelante Q_M). Le sigue en importancia el cuarzo policristalino (en adelante Q_p). Como minerales minoritarios:

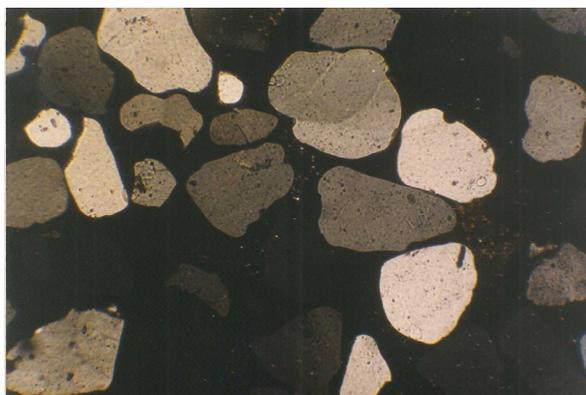
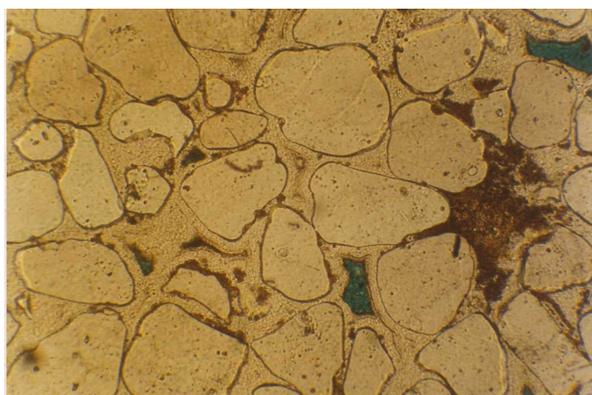


Figura 1. Corte delgado de arenisca cuarcítica de la Formación Ituzaingó. Arriba: Con nicoles paralelos. Abajo: Con nicoles cruzados. 40X

feldespato (distinguibles por estar alterados y por evidenciar maclas -principalmente potásicos y, en menor medida, calcosódicos-, sílices microcristalinos y fragmentos rocosos. Los cuarzos pueden presentar en su interior agujas de rutilo. A su vez, algunos de los clastos de feldespato están alterados en muscovita y biotita. El entramado es flotante, mientras que los pocos contactos que se ven son tangenciales. El cemento es silíceo, más precisamente ópalo CT. Su color es negro con polarizador e incoloro sin nicoles cruzados. El mismo no presenta una distribución uniforme y su porcentaje respecto de la muestra es medio. La porosidad es primaria e intergranular, con un porcentaje de poros de aproximadamente el 4,2%. Se observan dos tamaños de poro promedio (9 y 20µm) en iguales proporciones. Circundando los poros son visibles numerosas bandas concéntricas producto de la cementación. Algunos de los poros están rellenos totalmente por ópalo CT. Se ven sectores donde hay una mayor concentración de poros. Presenta una matriz compuesta por arcillas microgranosas que ronda el 5%. Una ortomatriz verde amarillenta constituida por montmorillonita y una epimatriz desarrollada a partir de la primera, de grano más grueso y color pardo verdoso, formada por illita. Un número importante de granos del entramado está rodeado por una película de material arcilloso a su alrededor. Se observa, también, una pseudomatriz, conformada por granos de minerales arcillosos deformados. Determinados sectores del corte presentan una mayor concentración de estos materiales microgranosos.

Muestra N° 2

Se trata de una *arenita cuarzosa o cuarzoarenita* (*sensu* Pettijohn *et al.* 1987), es decir, compuesta con más del 95% de cuarzo y matriz muy escasa. Mineralógicamente hay una preponderancia total de granos de cuarzo, fundamentalmente Q_M . Le sigue en importancia el Q_p . Como minerales minoritarios: feldespatos (distinguibles por estar alterados y por evidenciar maclas -principalmente potásicos y, en menor medida, calcosódicos-, sílices microcristalinos y fragmentos rocosos. Los cuarzos pueden presentar en su interior agujas de rutilo. A su vez, algunos de los clastos de feldespato están alterados en muscovita y biotita. El entramado es flotante, mientras que los pocos contactos que se ven son tangenciales. El cemento es silíceo, más precisamente calcedonia, por su estructura fibrosa y bandeamiento. Con el menor aumento, con polarizador, se ve a los granos rodeados por bandas concéntricas que van cambiando progresivamente de color, de un pardo oscuro se va aclarando y vuelve a oscurecerse, y así sucesivamente. Sin polarizador es incoloro. El mismo no presenta una distribución uniforme y su porcentaje respecto de la muestra es medio. La porosidad es primaria e interparticular, con un porcentaje de poros de aproximadamente el 3,4%. Se observan dos tamaños de poro promedio (9 y 20µm), siendo preponderantes los de mayor tamaño. Circundando los poros son visibles numerosas bandas concéntricas producto de la cementación. Algunos de los poros están rellenos totalmente por calcedonia. Se ven sectores donde hay una mayor concentración de poros. Presenta una matriz compuesta por arcillas microgranosas que ronda el

5%. Una ortomatriz verde amarillenta constituida por montmorillonita y una epimatriz desarrollada a partir de la primera, de grano más grueso y color pardo verdoso, formada por illita. Un número importante de granos del entramado está rodeado por una película de material arcilloso a su alrededor. Se observa, también, una pseudomatriz, conformada por granos de minerales arcillosos deformados. Determinados sectores del corte presentan una mayor concentración de estos materiales microgranosos.

Muestra N° 3

Se trata de una *arenita cuarzosa o cuarzoarenita* (*sensu* Pettijohn *et al.* 1987), es decir, compuesta con más del 95% de cuarzo y una matriz muy escasa. Mineralógicamente hay una preponderancia total de granos de cuarzo, fundamentalmente Q_M . Le sigue en importancia el Q_p . Como minerales minoritarios: feldespatos (distinguibles por estar alterados y por evidenciar maclas -principalmente potásicos y, en menor medida, calcosódicos-, sílices microcristalinos y fragmentos rocosos. Los cuarzos pueden presentar en su interior agujas de rutilo. A su vez, algunos de los clastos de feldespato están alterados en muscovita y biotita. El entramado es flotante, mientras que los pocos contactos que se ven son tangenciales. El cemento es silíceo, más precisamente calcedonia, por su estructura fibrosa y bandeamiento. Con el menor aumento, con polarizador, se ve a los granos rodeados por bandas concéntricas que van cambiando progresivamente de color, de un pardo oscuro se va aclarando y vuelve a oscurecerse, y así sucesivamente. Sin polarizador es pardo claro. El mismo no presenta una distribución uniforme y su porcentaje respecto de la muestra es medio. La porosidad es primaria e interparticular, con un porcentaje de poros de aproximadamente el 4,6%. Se observan dos tamaños de poro promedio (9 y 20µm), siendo preponderantes los de menor tamaño. Circundando los poros son visibles numerosas bandas concéntricas producto de la cementación. Algunos de los poros están rellenos totalmente por calcedonia. Se ven sectores donde hay una mayor concentración de poros. Presenta una matriz compuesta por arcillas microgranosas que ronda el 5%. Una ortomatriz verde amarillenta constituida por montmorillonita y una epimatriz desarrollada a partir de la primera, de grano más grueso y color pardo verdoso, formada por illita. A diferencia de los anteriores, los granos del entramado no están rodeados por una película de material arcilloso a su alrededor, salvo excepciones. Tampoco se observa una pseudomatriz de granos minerales arcillosos deformados. Asimismo, no hay determinados sectores del corte con una mayor concentración de materiales microgranosos.

Muestra N° 4

Se trata de una *arenita cuarzosa o cuarzoarenita* (*sensu* Pettijohn *et al.* 1987), es decir, compuesta con más del 95% de cuarzo y una matriz muy escasa. Mineralógicamente hay una preponderancia total de granos de cuarzo, fundamentalmente Q_M . Le sigue en importancia el Q_p . Como minerales minoritarios: feldespatos (distinguibles por estar alterados y por evidenciar maclas -principalmente potásicos y, en

menor medida, calcosódicos-, sílices microcristalinos y fragmentos rocosos. Los cuarzos pueden presentar en su interior agujas de rutilo. A su vez, algunos de los clastos de feldespato están alterados en muscovita y biotita. El entramado es flotante, mientras que los pocos contactos que se ven son tangenciales. El cemento es silíceo, más precisamente ópalo CT. Sin polarizador el cemento es incoloro y con nicoles cruzados, negro. El mismo no presenta una distribución uniforme y su porcentaje respecto de la muestra es medio. La porosidad es primaria e interparticular, con un porcentaje de poros de aproximadamente el 5%. Se observan dos tamaños de poro promedio (9 y 20 μ m), siendo preponderantes los de mayor tamaño. Circundando los poros son visibles numerosas bandas concéntricas producto de la cementación. Algunos de los poros están rellenos totalmente por ópalo CT. Se ven sectores donde hay una mayor concentración de poros. Presenta una matriz compuesta por arcillas microgranosas que ronda el 5%. Una ortomatriz verde amarillenta constituida por montmorillonita y una epimatriz desarrollada a partir de la primera, de grano más grueso y color pardo verdoso, formada por illita. Un número importante de granos del entramado está rodeado por una película de material arcilloso a su alrededor. Se observa, también, una pseudomatriz, conformada por granos de minerales arcillosos deformados. Determinados sectores del corte presentan una mayor concentración de estos materiales microgranosos.

Muestra N° 5

Se trata de una *arenita cuarzosa o cuarzoarenita* (*sensu* Pettijohn *et al.* 1987), es decir, compuesta con más del 95% de cuarzo y una matriz muy escasa. Mineralógicamente hay una preponderancia total de granos de cuarzo, fundamentalmente Q_M . Le sigue en importancia el Q_p . Como minerales minoritarios: feldespatos (distinguidos por estar alterados y por evidenciar maclas -principalmente potásicos y, en menor medida, calcosódicos-, sílices microcristalinos y fragmentos rocosos. Los cuarzos pueden presentar en su interior agujas de rutilo. A su vez, algunos de los clastos de feldespato están alterados en muscovita y biotita. El entramado es flotante, mientras que los pocos contactos que se ven son tangenciales. El cemento es silíceo, más precisamente ópalo CT. Su color es negro con polarizador e incoloro sin nicoles cruzados. El mismo no presenta una distribución uniforme y su porcentaje respecto de la muestra es medio. La porosidad es primaria e interparticular, con un porcentaje de poros de aproximadamente el 4,6%. Se observa un solo tamaño de poro promedio (9 μ m). Circundando los poros son visibles numerosas bandas concéntricas producto de la cementación. Algunos de los poros están rellenos totalmente por ópalo CT. Se ven sectores donde hay una mayor concentración de poros. Presenta una matriz compuesta por arcillas microgranosas que ronda el 5%. Una ortomatriz verde amarillenta constituida por montmorillonita y una epimatriz desarrollada a partir de la primera, de grano más grueso y color pardo verdoso, formada por illita. Un número importante de granos del entramado está rodeado por una película de material arcilloso a su alrededor. Se observa, también, una pseudomatriz, conformada por granos de minerales

arcillosos deformados. Determinados sectores del corte presentan una mayor concentración de estos materiales microgranosos.

Muestra N° 6

Se trata de una *arenita cuarzosa o cuarzoarenita* (*sensu* Pettijohn *et al.* 1987), es decir, compuesta con más del 95% de cuarzo y una matriz muy escasa. Mineralógicamente hay una preponderancia total de granos de cuarzo, fundamentalmente Q_M . Le sigue en importancia el Q_p . Como minerales minoritarios: feldespatos (distinguidos por estar alterados y por evidenciar maclas -principalmente potásicos y, en menor medida, calcosódicos-, sílices microcristalinos y fragmentos rocosos. Los cuarzos pueden presentar en su interior agujas de rutilo. A su vez, algunos de los clastos de feldespato están alterados en muscovita y biotita. El entramado es flotante, mientras que los pocos contactos que se ven son tangenciales. El cemento es silíceo, más precisamente ópalo CT. Su color es negro con polarizador e incoloro sin nicoles cruzados. El mismo presenta una distribución casi uniforme y su porcentaje respecto de la muestra es alto. La porosidad es primaria e interparticular, con un porcentaje de poros de aproximadamente el 2,6%. Se observa un solo tamaño de poro promedio (9 μ m). Circundando los poros son visibles numerosas bandas concéntricas producto de la cementación. Algunos de los poros están rellenos totalmente por ópalo CT. Se registran sectores con una mínima concentración de poros. Presenta una matriz compuesta por arcillas microgranosas que ronda el 5%. Una ortomatriz verde amarillenta constituida por montmorillonita y una epimatriz desarrollada a partir de la primera, de grano más grueso y color pardo verdoso, formada por illita. Un número importante de granos del entramado está rodeado por una película de material arcilloso a su alrededor. Se observa, también, una pseudomatriz, conformada por granos de minerales arcillosos deformados. Determinados sectores del corte presentan una mayor concentración de estos materiales microgranosos. La diferencia es muy marcada entre zonas con y sin matriz, que tiene por correlato un bandeamiento en el color de la pieza.

Muestra N° 7

Se trata de una *arenita cuarzosa o cuarzoarenita* (*sensu* Pettijohn *et al.* 1987), es decir, compuesta con más del 95% de cuarzo y una matriz muy escasa. Mineralógicamente hay una preponderancia total de granos de cuarzo, fundamentalmente Q_M . Le sigue en importancia el Q_p . Como minerales minoritarios: feldespatos (distinguidos por estar alterados y por evidenciar maclas -principalmente potásicos y, en menor medida, calcosódicos-, sílices microcristalinos y fragmentos rocosos. Los cuarzos pueden presentar en su interior agujas de rutilo. A su vez, algunos de los clastos de feldespato están alterados en muscovita y biotita. El entramado es flotante, mientras que los pocos contactos que se ven son tangenciales. El cemento es silíceo, más precisamente ópalo CT. Su color es negro con polarizador e incoloro sin nicoles cruzados. El mismo no presenta una distribución uniforme y su porcentaje respecto de la muestra es medio. La porosidad es primaria e interparticular, con un porcentaje de poros

de aproximadamente el 4,2%. Se observan dos tamaños de poro promedio (9 y 20µm) en iguales proporciones. Circundando los poros son visibles numerosas bandas concéntricas producto de la cementación. Algunos de los poros están rellenos totalmente por ópalo TC. Se ven sectores donde hay una mayor concentración de poros. Presenta una matriz compuesta por arcillas microgranosas que ronda el 5%. Una ortomatriz verde amarillenta constituida por montmorillonita y una epimatriz desarrollada a partir de la primera, de grano más grueso y color pardo verdoso, formada por illita. En este corte destaca que la arcilla se encuentra impregnada con bastante limonita. Un número importante de granos del entramado está rodeado por una película de material arcilloso a su alrededor. Se observa, también, una pseudomatriz, conformada por granos de minerales arcillosos deformados. Determinados sectores del corte presentan una mayor concentración de estos materiales microgranosos.

Muestra N° 8

Se trata de una *arenita cuarzosa o cuarzoarenita* (*sensu* Pettijohn *et al.* 1987), es decir, compuesta con más del 95% de cuarzo y una matriz muy escasa. Mineralógicamente hay una preponderancia total de granos de cuarzo, fundamentalmente Q_M . Le sigue en importancia el Q_P . Como minerales minoritarios: feldespatos (distinguidos por estar alterados y por evidenciar maclas -principalmente potásicos y, en menor medida, calcosódicos-, sílices microcristalinos y fragmentos rocosos. Los cuarzos pueden presentar en su interior agujas de rutilo. A su vez, algunos de los clastos de feldespato están alterados en muscovita y biotita. El entramado es flotante, mientras que los pocos contactos que se ven son tangenciales. El cemento es silíceo, más precisamente calcedonia, por su estructura fibrosa y bandeamiento. Con el menor aumento, con polarizador, se ve a los granos rodeados por bandas concéntricas que van cambiando progresivamente de color, de un pardo oscuro se va aclarando y vuelve a oscurecerse, y así sucesivamente. Sin polarizador es incoloro. El mismo no presenta una distribución uniforme y su porcentaje respecto de la muestra es bajo. La porosidad es primaria e interparticular, con un porcentaje de poros de aproximadamente el 14%. Se observan dos tamaños de poro promedio (9 y 20µm), siendo preponderantes los de mayor tamaño. Circundando los poros son visibles numerosas bandas concéntricas producto de la cementación. Algunos de los poros están rellenos totalmente por calcedonia. Se ven sectores donde hay una mayor concentración de poros. Presenta una matriz compuesta por arcillas microgranosas que ronda el 5%. Una ortomatriz verde amarillenta constituida por montmorillonita y una epimatriz desarrollada a partir de la primera, de grano más grueso y color pardo verdoso, formada por illita. Un número importante de granos del entramado está rodeado por una película de material arcilloso a su alrededor. Se observa, también, una pseudomatriz, conformada por granos de minerales arcillosos deformados. Determinados sectores del corte presentan una mayor concentración de estos materiales microgranosos.

Caracterización general de las muestras

Las areniscas presentes en el Paraná Medio son rocas sedimentarias resultantes de la consolidación de arenas cuarzosas, es decir, un sedimento clástico compuesto predominantemente por granos de tamaño entre 1/16 y 2mm, y fundamentalmente constituidas por cuarzo. Según estos datos, las muestras coinciden con lo definido por González Bonorino y Teruggi (1952).

Las rocas sedimentarias se forman por la acción de procesos diagenéticos, que implican un “Conjunto de cambios químicos y físicos sufridos por un sedimento desde su depósito, que en general conducen a su consolidación y litificación...” (González Bonorino y Teruggi 1952: 72-73). Las areniscas bajo estudio presentan características que las definen dentro de una diagénesis inicial (entramado flotante, contactos tangenciales entre los granos, porosidad interparticular y, por ende, primaria, compactación moderada, ausencia de crecimiento secundario, etc.), coincidentes con las condiciones de temperatura y presión mínimas de estratos enterrados a escasa profundidad.

La matriz de estas areniscas está formada por minerales arcillosos y su porcentaje oscila entre el 3 y el 5%. Pequeñas variaciones en los porcentajes de estos materiales son las responsables de las diferencias en la coloración pardo-verdosa-blanquecina de las muestras consideradas.

La composición mineralógica es muy homogénea en todos los casos; se registra un predominio del cuarzo, fundamentalmente monocristalino (Q_M), aunque también se observa cuarzo policristalino (Q_P). Entre los materiales minoritarios, muy escasamente representados, los feldespatos y los fragmentos rocosos tienen el papel más destacado.

Los clastos son mayoritariamente subredondeados a redondeados, a los que se suman algunos granos partidos y escasas evidencias de crecimiento secundario en granos reciclados de formaciones sedimentarias preexistentes.

Al reunir estos datos se puede definir a las areniscas en estudio como texturalmente “maduras”, por su pequeña cantidad de matriz, moderada a buena selección y granos sub-redondeados a redondeados. Por otra parte, desde un punto de vista composicional, se trata de areniscas “maduras”, ya que tienen mucho cuarzo, los fragmentos rocosos son de variedades más estables y hay algo de feldespato.

En base a la mineralogía de la sedimentita y a la presencia o ausencia de matriz se puede clasificar petrográficamente a las areniscas, por medio de diagramas triangulares con el cuarzo, los feldespatos y los fragmentos rocosos como puntos extremos. A su vez, las areniscas se dividen en dos grupos mayores basados en la textura, esto es, si poseen menos del 15% de matriz, denominadas “arenitas”, o más del 15%, llamadas “wacas” (Pettijohn *et al.* 1987). Siguiendo estos parámetros, las areniscas en consideración se definirían como *arenitas cuarzosas* u *cuarzoarenitas*. Las mismas poseen 95% o más de granos de cuarzo, por lo que son areniscas muy maduras composicionalmente. En adición, como consisten de granos redondeados y bien seleccionados, la madurez textural también es muy alta.

Estos datos han sido corroborados por Torra (1997, 1999), al estudiar las arenas de la Formación Ituzaingó entre Itati y Empedrado, en la provincia de Corrientes, obteniendo información muy similar a la aquí presentada. Este mismo autor sostiene que “... los resultados obtenidos pueden extrapolarse a la mayor parte de la Formación Ituzaingó, dada su extraordinaria similitud y continuidad litológica, aún en provincias vecinas como la de Entre Ríos...” (Torra 1997: 181).

La cementación observada en los cortes delgados analizados (representativos de la variabilidad dentro de las areniscas utilizadas en VU 4) es silícea, más precisamente ópalo CT y calcedonia; esta última posiblemente recristalizada a partir del anterior.

El ópalo CT se presenta, a altos aumentos del microscopio petrográfico, como minúsculos agregados esferoidales -llamados también lepisferas- formadas por delgadas láminas cristalinas (Graetsch 1994).

La calcedonia, por su parte, es de tipo “fibrosa”, con una zonación de colores de baja birrefringencia perpendicular a las bandas de crecimiento.

Ambos tipos de cemento denotan bandas concéntricas circundando los poros, llegando en algunos casos a reemplazarlos completamente.

La cementación, en todos los casos, no es uniforme y el espacio ocupado por cemento si bien en la mayoría de los casos es similar, varía ampliamente en porcentaje en algunos, por lo que podría sugerirse una diferencia de aptitud para la confección de artefactos en lo que respecta a esta variable.

El hecho de que todas las muestras posean el mismo tipo de cemento (silíceo), de dureza entre 6 y 6,5 y que por su composición mineralógica (fundamentalmente cuarzos) presente dureza 7, permite aseverar que se trata de materiales “duros”.

No hay evidencias en ninguno de los cortes analizados de crecimiento secundario, más allá de los granos reciclados, es decir, “... crecimiento post deposicional de un grano, por precipitación química del mismo mineral alrededor o sobre una parte del grano, y en continuidad óptica con el mismo...” (González Bonorino y Teruggi 1952: 63-64), pese a que es muy común en el cuarzo de areniscas cuarzosas. Como este tipo de proceso conduce a la mayor dureza por cementación silícea, con sus consiguientes implicancias para la diferenciación de calidades de rocas, es importante señalar su ausencia.

En cuanto a la porosidad, la misma es primaria y presenta importantes variaciones al considerar la totalidad de las muestras, tanto en el porcentaje de poros de cada una de las muestras como en el tamaño de los poros. Asimismo, se observa que la porosidad aumenta y disminuye por zonas y que el tamaño de los poros varía por sectores dentro de una misma pieza.

La medición del tamaño de grano del entramado reveló rocas con arenas gruesas, medianas y finas, denotando un fuerte predominio de las medianas dentro de la muestra estudiada.

DEFINICIÓN DE “CALIDADES” EN ARENISCAS DEL PARANÁ MEDIO

Las materias primas líticas deben poseer ciertas cualidades que las hacen apropiadas para fines

específicos. Para la talla, por ejemplo, las rocas deben ser isotrópicas, criptocristalinas (o por lo menos tener el menor tamaño posible), homogéneas, elásticas, duras y quebradizas (Nami 1992). En cambio, una roca apta para abradir, aunque es necesario que sea dura, debe poseer una porosidad alta, con tamaños de poros heterogéneos y con un cemento no muy fuerte (Aragón y Franco 1997; Babot y Larrahona 2010).

De acuerdo a la bibliografía geológica de la región (por ejemplo, Herbst y Santa Cruz 1985; Torra 1997, 1999) y a la experiencia lograda al analizar macro y microscópicamente areniscas de la cuenca inferior del arroyo Las Conchas (Hocsman 1999b), no habría diferencias en cuanto a cantidad de matriz y composición mineralógica que impliquen una aptitud diferencial para la talla. En cambio, si se observarían notables diferencias en la porosidad, tamaño de grano y tipo de cemento.

Para Tucker (1994), la porosidad primaria, típica de las areniscas en estudio, aumenta al incrementarse el tamaño de grano, al estar el sedimento mejor seleccionado y más cerradamente compactado, al volverse los granos más redondeados y ante una disminución del contenido de arcillas.

El cemento, por su parte, también juega un rol destacado. La dureza, distribución y abundancia del cemento tienen un efecto considerable sobre las cualidades de las rocas para ser talladas.

La información arqueológica señala el empleo por parte de los grupos prehispánicos del Paraná Medio de areniscas cementadas con distintos precipitados químicos: sílice (Serrano 1946; Schmitz *et al.* 1972), carbonatos (Serrano 1946, 1950, 1972) y materiales ferruginosos (Frenguelli y Aparicio 1923, Serrano 1946, 1950). Desde la geología, se corrobora la presencia de estos cementos, a pesar de lo mínimo de los datos (Torra 1998, 1999; Bonomo y Blasi 2011).

El cemento silíceo comprende, de acuerdo a los datos generados aquí, variedades microcristalinas de cuarzo, más precisamente mineraloides, como el ópalo o la calcedonia. Su dureza varía entre 6 y 6,5. El carbonático, por otra parte, podría ser calcita, dolomita o carbonatos de hierro-manganeso, como la siderita. Su dureza es 3. Por último, el cemento ferruginoso, está constituido por hematita y limonita -lepidocroita y goethita- (Torra 1998, 1999). Su dureza oscila entre 5 y 5,5. En consecuencia, sería esperable que las areniscas de mejor calidad para la talla posean cemento silíceo, y que sean de menor calidad las que cuenten con cementos carbonáticos o ferruginosos.

Las diferentes “calidades” de areniscas se deberían, entonces, a variaciones en la porosidad, tanto en el porcentaje total como en el tamaño de los poros, en el diámetro de los granos del entramado y en el tipo de cemento, porcentaje y forma de distribución del mismo. Una tentativa de división de “calidades” teóricas de areniscas para la talla empleando estas variables sería la siguiente:

- Arenisca excelente: porosidad muy baja, con un tamaño de arena fino o muy fino, un porcentaje de cemento muy alto y una distribución del mismo uniforme (Variedad A).

- Arenisca muy buena: porosidad baja, con un tamaño de poros pequeño y distribución de tamaño homogénea,

un tamaño de grano fino, un porcentaje de cemento alto y una distribución del mismo uniforme (Variedad B).

- Arenisca buena: porosidad media, con un tamaño de poros pequeño y/o grande y distribución de tamaño homogénea o heterogénea, un tamaño de arena mediano, un porcentaje de cemento medio y una distribución del mismo uniforme o no uniforme (Variedad C).

- Arenisca regular: porosidad alta, con un tamaño de poros pequeño y/o grande y distribución de tamaño homogénea o heterogénea, un tamaño de arena grande, un porcentaje de cemento bajo y una distribución del mismo uniforme o no uniforme (Variedad D).

- Arenisca de mala calidad: porosidad muy alta, con un tamaño de poros grande y distribución de tamaño heterogénea, un tamaño de arena muy grande, un porcentaje de cemento muy bajo y una distribución del mismo uniforme o no uniforme (Variedad E).

En cuanto a la dureza, debe ser considerada en referencia a los distintos cementos que consoliden la roca, los cuales se caracterizan por una dureza dada. Así, dos rocas “muy buenas”, una con cemento silíceo y otra con cemento carbonático, van a diferenciarse en calidad, siendo “mejor” la primera por su dureza mayor. A partir de lo expresado se desprende que las areniscas muestreadas corresponden a cuatro de las variedades definidas teóricamente, Muy Buena (B), Buena (C), Regular (D) y Mala (E). Como puede observarse, prevalece claramente la calidad C sobre el resto (Tabla 2).

La variedad Muy Buena (B) se define por su tamaño de grano fino, porcentaje de cemento alto, porosidad baja, tamaño de poros pequeño y uniforme. La distribución de cemento no uniforme no perjudicaría en demasía las

cualidades de la roca (Figura 2).

La variedad Buena (C) se caracteriza por tener granos de tamaño mediano y porcentajes de poros y cemento medios. Es importante destacar que se registran importantes diferencias entre una pieza y otra en cuanto al tamaño de poro predominante y a su distribución, lo que tendría un correlato en la calidad del material (Figura 3). En esta variedad es evidente una variación considerable en sus propiedades, pero como la definición más precisa de las mismas exceden los límites de este trabajo, se la incluye en una categoría amplia.

La variedad Regular (D) posee los granos del entramado granulométricamente gruesos, una porosidad alta y un porcentaje de cemento bajo, unido a una distribución de los poros heterogénea (Figura 4).

Por último, la Mala se define por granos de arena de tamaño grueso, una porosidad alta y un porcentaje de cemento muy bajo, junto con una distribución de poros heterogénea. La roca se desgrana con facilidad.

Se destaca, en primer lugar, que en todos los casos, exceptuando la variedad Mala, si bien el cemento no tiene una distribución uniforme, el mismo es muy fuerte, es decir, que en general son areniscas bien cementadas, por lo que no se producen desprendimientos de granos y, en segundo lugar, que las características relevadas tienen un correlato discernible macroscópicamente en las muestras de mano.

CONSIDERACIONES FINALES

La caracterización realizada de las muestras como “areniscas cuarcíticas” es consistente con la bibliografía geológica disponible para la Formación Ituzaingó. El

CALIDAD	CEMENTO			POROSIDAD			TAM.	VAR
	Dur.	%	Distr	%	Tam. Poro	Distrib. Tam.	ARENA	
Excelente	Sil 6-6,5	Muy alto	Uniforme	Muy Baja	-	-	Fina-Muy Fina	A
Muy Buena	Sil 6-6,5	Alto	Uniforme	Baja	Pequeño	Homogénea	Fina	B
Buena	Sil 6-6,5	Medio	Uniforme	Media	Pequeño – Grande	Homogénea - Heterogénea	Mediana	C
			No Unif.					
Regular	Sil 6-6,5	Bajo	Uniforme	Alta	Pequeño – Grande	Homogénea - Heterogénea	Gruesa	D
	Ferr 5-5,5		No Unif.					
	Carb 3							
Mala	Sil 6-6,5	Muy bajo	No Unif.	Muy Alta	Grande	Heterogénea	Gruesa-Muy Gruesa	E
	Ferr 5-5,5							
	Carb 3							

Tabla 1. Ranking de “calidades” para la talla de areniscas en base a características petrográficas

N° Muest.	%	Comp. Mineral	Cemento			Porosidad		Tam. Grano	Var
	Matriz		Tipo	%	Distr.	%	Tam µm		
1	<15	Q, Feld., FR	Op CT	Medio	No unif	Media	9=20	Mediano	C
2	<15	Q, Feld., FR	Calc	Medio	No unif	Media	<9>20	Mediano	C
3	<15	Q, Feld., FR	Calc	Medio	No unif	Media	>9<20	Mediano	C
4	<15	Q, Feld., FR	Op CT	Medio	No unif	Media	<9>20	Grueso	C
5	<15	Q, Feld., FR	Op CT	Medio	No unif	Media	9	Mediano	C
6	<15	Q, Feld., FR	Op CT	Alto	No unif	Baja	9	Fino	B
7	<15	Q, Feld., FR	Op CT	Medio	No unif	Media	9=20	Mediano	C
8	<15	Q, Feld., FR	Calc	Bajo	No unif	Alta	<9>20	Grueso	D

Tabla 2. Análisis de cortes delgados de areniscas procedentes del sitio VU 4

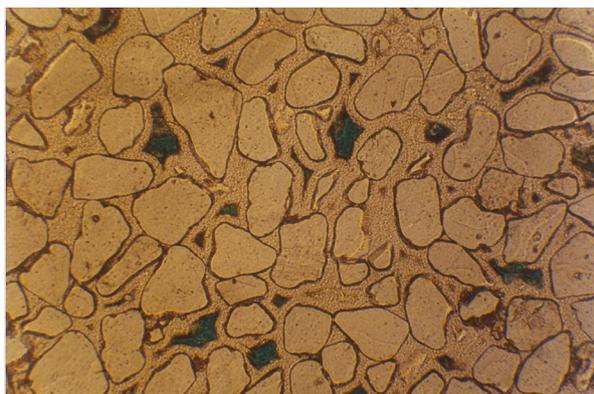


Figura 2. Variedad de arenisca Muy Buena (B). 40X

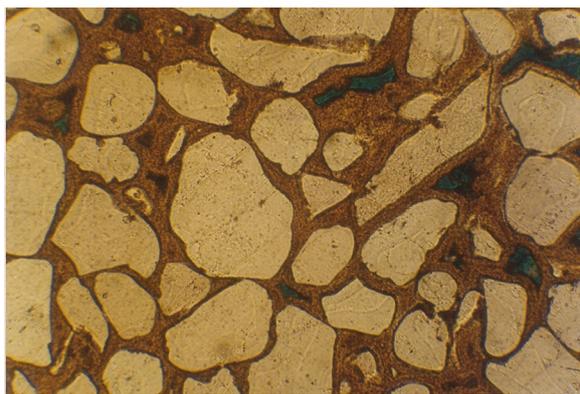


Figura 3. Variedad de arenisca Buena (C). 40X

hecho de que en todos los casos se trata de areniscas con clastos de cuarzo (arenitas cuarzosas) cementadas con sílice es lo esperable en función de tratarse de artefactos confeccionados por talla. Es interesante la identificación hecha de una arenisca con cemento carbonático en una muestra correspondiente a esta Formación en la localidad de La Toma Vieja (Bonomo y Blasi 2011), a tan sólo 10 km la margen izquierda del Arroyo Las Conchas. Se considera que, estando esta arenisca disponible, su no recuperación en el sitio VU4 en el conjunto de artefactos tallados no es casual. Evidentemente, hubo una selección de las rocas, donde las propiedades para la talla eran una variable importante a la hora de la elección de los materiales líticos. Si se recuperaron en otros sitios del área, como el sitio Las Conchas (Serrano 1932), y de la región, como el sitio de Las Mulas (Serrano 1946; Schmitz *et al.* 1972), areniscas con cemento evidentemente ferruginoso, empleadas como abradidores. Podría ser entendida de la misma forma, también, la ausencia de areniscas cementadas con carbonatos de la Formación Paraná, ante la posibilidad de contar con areniscas de mayor calidad como las aquí analizadas.

AGRADECIMIENTOS

A Paul Tchilinguirian y a un evaluador anónimo por sus sugerencias que mejoraron el manuscrito. A la Dra. Claudia Muruaga por su inestimable ayuda al analizar los cortes delgados. Este trabajo se realizó en el marco de una Beca Estudiantil de Investigación (1997), dirigida por el Dr. Gerardo Bossi, a quien le agradezco sus enseñanzas impartidas, su aporte interdisciplinario y amplitud de criterio. Lo vertido aquí es de mi exclusiva responsabilidad. Al Lic. Carlos Ceruti y al Dr. Florencio Aceñolaza por su apoyo.

BIBLIOGRAFÍA

ACEÑOLAZA, F.

2000. La Formación Paraná (Mioceno medio): estratigrafía, distribución regional y unidades equivalentes. En *El Neógeno en Argentina*, editado por F. Aceñolaza y R. Herbst, pp. 9-28. Serie Correlación Geológica 14. Consejo Nacional de Investigaciones

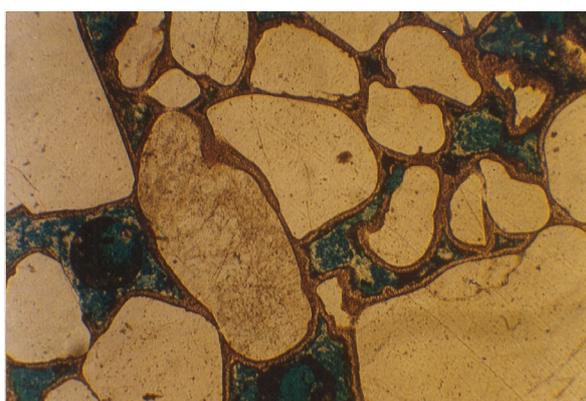


Figura 4. Variedad de arenisca Regular (D). 40X

Científicas y Técnicas, Instituto Superior de Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán.

2007. *Geología y recursos geológicos de la Mesopotamia Argentina*. Serie Correlación Geológica 22. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Instituto Superior de Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán.

ACEÑOLAZA, F. y J. SAYAGO

1980. Análisis preliminar sobre la estratigrafía, morfo-dinámica y morfogénesis de la región de Villa Urquiza, provincia de Entre Ríos. *Acta Geológica Lilloana* 15(2): 139-154.

ARAGÓN, E. y N. FRANCO

1997. Características de rocas para la talla por percusión y propiedades petrográficas. *Anales del Instituto de la Patagonia. Serie Cs Humanas* 25: 187-199.

BABOT, M. y P. LARRAHONA

2010. Artefactos de molienda y materias primas en los valles del Noroeste. *Relaciones de la Sociedad de Antropología* XXXV: 17-41.

BATES, R. y J. JACKSON

1980. *Glossary of Geology*. Second Edition. American Geology Institute, Falls Church, Virginia.

BAYÓN, C.; N. FLEGENHEIMER; M. VALENTE y A. PUPIO

1999. Dime cómo eres y te diré de dónde vienes: Procedencia de rocas cuarcíticas en la Región Pampeana. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXIV*: 187-217.
- BONOMO, M. y A. BLASI
2011. Base regional de recursos líticos del Delta del Paraná. Estudio petrográfico de artefactos y afloramientos en el sur de Entre Ríos. *Revista Cazadores Recolectores del Cono Sur* 4: 17-41.
- BREA, M.; A. ZUCOL y M. FRANCO
2013. Paleoflora de la Formación Paraná (Mioceno Tardío), cuenca Chaco-Paranaense, Argentina. En *El Neógeno de la Mesopotamia Argentina*, editado por D. Brandoni y J. Noriega; pp. 28-40. Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial 14, Buenos Aires.
- BRUNETTO, E.; J. NORIEGA y D. BRANDONI
2013. Sedimentología, estratigrafía y edad de la Formación Ituzaingó en la provincia de Entre Ríos, Argentina. En *El Neógeno de la Mesopotamia Argentina*, editado por D. Brandoni y J. Noriega; pp. 13-27. Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial 14, Buenos Aires.
- CHURCH, T.
1994. *Terms in Lithic Resource Studies*. Lithic Resource Studies: A sourcebook for archaeologists. Special publication #3, Lithic Technology. Department of Anthropology. University of Tulsa, Oklahoma.
- DOTT, R.H.
1964. Wacke, graywake and matrix; what approach to immature sandstone classification? *Journal of Sedimentary Research* 34(3): 625-632.
- FLEGENHEIMER, N.; S. KAIN; M. ZÁRATE y A. BARNA
1996. Aprovechamiento de cuarcitas en Tandilia, las canteras del Arroyo Diamante. *Arqueología* 6: 117-141.
- FOLK, R. L.
1954. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rocks. *Journal of Geology* 62: 344-359.
- FRANCO, M.
2009. Leños fósiles de Anacardiaceae en la Formación Ituzaingó (Plioceno-Pleistoceno), Toma Vieja, Paraná, Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 46 (4): 587-604.
- FRANCO, M. y M. BREA
2008. Leños fósiles de la Formación Paraná (Mioceno Medio), Toma Vieja, Paraná, Entre Ríos, Argentina: registro de bosques estacionales mixtos. *Ameghiniana* 45(4): 699-717.
- FRENGUELLI, J. y F. APARICIO
1923. Los Paraderos de la Margen Derecha del Río Malabrigo (Departamento de Reconquista, Prov. Santa Fe). *Anales de la Facultad de Ciencias de la Educación* 1: 7-112.
- GONZÁLEZ BONORINO, F. y M. TERUGGI
1952. *Léxico Sedimentológico*. Publicaciones de extensión cultural y científica N° 6. Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales y Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Buenos Aires.
- GRAETSCH, H.
1994. Structural characteristics of opaline and microcrystalline silica minerals. En: *Silica. Physical behavior, geochemistry and materials applications* 29, editado por P. Heaney, C. Prewitt y G. Gibbs, pp. 209-232. Reviews in Mineralogy. Mineralogical Society of America. Chantilly, Virginia.
- HERBST, R.
1971. Esquema estratigráfico de la provincia de Corrientes, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina XXVI* (2): 221-243.
2000. La Formación Ituzaingó (Plioceno). Estratigrafía y distribución. En: *El Neógeno en Argentina*, editado por F. Aceñolaza y R. Herbst, pp. 181-190. Serie Correlación Geológica 14. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Instituto Superior de Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán.
- HERBST, R. y J. SANTA CRUZ
1985. Mapa Litoestratigráfico de la Provincia de Corrientes. *D'Orbigny* 2: 1-51.
- HOCSMAN, S.
- 1999a. Aprovechamiento de materias primas líticas en el Paraná Medio prehispánico. En: *En los tres reinos: prácticas de recolección en el cono sur de América*, editado por C. Aschero, A. Korstanje y P. Vuoto, pp. 39-49. Magna Ediciones, San Miguel de Tucumán.
- 1999b. *Tecnología lítica prehispánica en la cuenca inferior del arroyo Las Conchas (Depto. Paraná, Pcia. de Entre Ríos): el sitio VU 4 como caso de estudio*. Trabajo Final de la Carrera de Arqueología, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán. Ms.
2003. Análisis de materiales líticos procedentes de un área de actividad limitada del sitio prehispánico VU 4 (Cuenca Inferior del Arroyo Las Conchas, Depto. Paraná, Prov. de Entre Ríos). En *Actas del XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, Tomo III: 137-146. Córdoba.
- IRIONDO, M.
1973. Análisis ambiental de la Formación Paraná en su área tipo. *Boletín de la Asociación Geológica de Córdoba* 2 (1-2): 19-23.
- KRYNINE, P.
1948. The megascopic study and field classification of sedimentary rocks. *The Journal of Geology* 56: 130-165.

NAMI, H.

1992. El subsistema tecnológico de la confección de instrumentos líticos y la explotación de los recursos del ambiente: una nueva vía de aproximación. *Shincal 2*: 33-53.

PETTIJOHN, F.; P. POTTER y R. SIEVER

1987. *Sand and Sandstones*. Second Edition. Springer-Verlag, New York.

RATTO, N. y V. WILLIAMS

1995. Las apariencias engañan: materias primas líticas y procesos de producción en el sitio incaico Potrero Chaquiago (Catamarca). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XX*: 141-162.

SCHMITZ, P.; C. CERUTI, C.; A. GONZÁLEZ, A. y A. RIZZO

1972. Investigaciones arqueológicas en la zona de Goya (Corrientes, Rep. Argentina). *Dédalo, Revista de Arqueología y Etnología VIII* (15): 11-121.

SCHOLLE, P.

1979. *A color illustrated guide to constituents, textures, cements, and porosities of sandstones and associated rocks*. American Association of Petroleum Geologists. Memoir 28. Tulsa, Oklahoma.

SERRANO, A.

1932. Noticias sobre un paradero indígena de la margen izquierda del Arroyo Las Conchas (Departamento Paraná, Entre Ríos). En *Actas y Trabajos Científicos del XXV Congreso Internacional de Americanistas*, pp. 165-172. La Plata.

1946. *Arqueología del Arroyo Las Mulas en el noroeste de Entre Ríos*. Instituto de Arqueología, Lingüística y Folklore "Dr. Pablo Cabrera". XIII. Córdoba.

1950. *Los primitivos habitantes de Entre Ríos*. Biblioteca Entrerriana "General Perón". Ministerio de Educación. Provincia de Entre Ríos. Serie: Historia II, Paraná.

1972. *Líneas Fundamentales de la Arqueología del Litoral (Una tentativa de periodización)*. Instituto de Antropología, XXXII, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba.

TERUGGI, M.

1982. *Diccionario sedimentológico. Rocas clásticas y piroclásticas*. Volumen I. Ediciones Científicas Argentinas Librant, Buenos Aires.

TORRA, R.

1997. Proveniencia de las arenas de la Formación Ituzaingó, entre Itati y Empedrado, provincia de Corrientes, República Argentina. En: *VI Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral Dr. Joaquín Frenguelli*. Resúmenes, pp. 181-183. Corrientes.

1998. Petrografía y procesos diagenéticos en las arenas de la Formación Ituzaingó (Mioceno Medio), Mesopotamia, Argentina. En: *III Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional del Nordeste*. Tomo IV. Ciencias Tecnológicas-Ciencias Exactas, pp. 185-188. Resistencia.

1999. *Sedimentología de las arenas de la Formación Ituzaingó, en el sector norte y este de la Mesopotamia, Argentina*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán. Ms.

TUCKER, M.

1994. *Sedimentary Petrology. An introduction to the origin of sedimentary rocks*. Second Edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

WENTWORTH, C.

1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology* 30: 377-392.

WHITTEN, D. y J. BROOKS

1980. *Diccionario de Geología*. Alianza Editorial, Madrid.