

# INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS TEXTURALES Y MINERALÓGICAS DE LA CUARCITA MAR DEL PLATA EN SU COMPORTAMIENTO COMO AGREGADO EN HORMIGÓN

Gabriela S. Coelho Dos Santos<sup>1,3</sup>,  
Silvina A. Marfil<sup>2,3</sup>  
y Pedro J. Maiza<sup>2</sup>

## Palabras clave:

cuarcita, textura, agregado, hormigón, Mar del Plata.

## Resumen

La cuarcita Mar del Plata, explotada en la localidad de Batán (Partido de General Pueyrredón, Provincia de

Buenos Aires), es utilizada en la construcción desde los años 40'. Sus características físicas tales como absorción y desgaste han sido estudiadas por numerosos autores.

Son arenitas cuarzosas con niveles conglomerádicos, en menor proporción vaques y fangolitas caoliníticas de la Formación Balcarce. El tamaño de grano varía de sábulo a arena fina y también se identifican arcillas en los espacios porales de las rocas.

Algunas rocas cuarcíticas se califican como agregados de reacción lenta frente a la reacción álcali-sílice (RAS). El objetivo del trabajo es evaluar la influencia de la textura en su reactividad cuando son utilizadas como agregado en hormigón. Para ello se recolectaron muestras en cuatro canteras para realizar ensayos físicos (método acelerado de la barra de mortero, IRAM 1674) y estudios mineralógicos-texturales mediante técnicas petrográficas convencionales.

Los resultados del ensayo acelerado dieron expansiones de las barras inferiores al límite de 0,100% (IRAM 1674). Existen cambios importantes de textura en los diferentes frentes explotados, ligados a cambios litológicos, tamaño de grano, grado de deformación del cuarzo, porosidad, proporciones de cuarzo microcristalino.

1 LEMIT, 52 e/ 121 y 122, La Plata. (0221)483-1142. e-mail: gabys\_geo17@yahoo.com.ar

2 Departamento de Geología UNS, San Juan 670, Bahía Blanca (B8000ICN)

3 Comisión de Inv. Científicas de la Provincia de Bs. As. 526 e/ 10 y 11, La Plata (1900)

Estas variaciones hacen que el material no sea homogéneo y pueda tener comportamientos diferentes aún dentro de un mismo banco. Los procesos de trituración, selección para eliminar el material arcilloso, la granulometría final, etc., llevan a concluir que es muy importante el monitoreo constante del material acopiado ya que la homogenización del mismo permitirá generalizar los resultados para el volumen muestreado.

## INTRODUCCIÓN

En el marco teórico, toda roca utilizada como agregado para hormigón que contenga alguna de las variedades de sílice, debe ser minuciosamente analizada desde el punto de vista petrográfico a fin de evaluar su potencial reactividad. La sílice amorfa como ópalo, microcristalina, metaestable como tridimita y cristobalita, además de calcedonia con trazas de ópalo, cuarzo con deformación, y vidrio volcánico conllevan a su inestabilidad química en un medio altamente alcalino como es el que se desarrolla en el hormigón de cemento portland.

Para que se manifieste la reacción álcali-sílice (RAS), además de un agregado potencialmente reactivo y álcalis, es necesaria la presencia de humedad relativa alta. También la temperatura elevada y el tiempo favorecen su desarrollo (Dent Glasser y Kataoka, 1981; Hoobs 1988, Chatterji, 1989, Batic y Sota, 2001, entre otros).

Las areniscas o arenitas cuarzosas, denominadas en términos generales como cuarcitas, poseen un elevado porcentaje de clastos de cuarzo de diverso origen: ígneo plutónico, volcánico, metamórfico, sedimentario, partículas retrabajadas, de vetas, etc. Además, si la roca presenta material cementante, éste puede ser síliceo (ópalo, calcedonia, cuarzo), carbonático, o ferruginoso, entre los más comunes. Dado que el origen de los distintos granos que componen a estas rocas es diverso, el cemento es variable, y que además la roca puede presentar venillas o intercalaciones finas de otros materiales, las condiciones de estabilidad de los

agregados cuarcíticos es incierta hasta que no se realiza una petrografía de detalle.

Las rocas de la Formación Balcarce (Dalla Salda e Iñiguez, 1979) o cuarcita Mar del Plata estudiadas en el presente trabajo, tienen la particularidad de presentar variaciones granulométricas-texturales importantes, además de distintos tipos de cemento (síliceo, micáceo, ferruginoso o incluso estar ausente). Es frecuente la presencia de material fino, principalmente caolinítico en los espacios intergranulares. Los clastos de cuarzo que conforman la roca son de diferente origen, y su característica común es el escaso grado de redondeamiento de los mismos.

En el presente trabajo se realizó un estudio petrográfico del material proveniente de diferentes canteras y se caracterizó mediante ensayos físicos acelerados, con el fin de evaluar su comportamiento frente a la RAS cuando es utilizado en hormigón.

En el área de Batán, a unos 11 km de la ciudad de Mar del Plata (Provincia de Buenos Aires), se han desarrollado numerosas canteras de cuarcita, algunas de ellas actualmente en explotación (Figura 1), entre las que pueden mencionarse Minera, La Cerámica, Pétreo y Florida, estudiadas en el presente trabajo. Corresponden a los últimos afloramientos sudorientales de la unidad morfoestructural positiva definida por Teruggi y Kilmurray (1975) como un sistema de montañas en bloque, Sistema de Tandilia o Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires, caracterizada por ser un cordón serrano alineado en sentido NO-SE.

Las cuarcitas pertenecen a la Formación Balcarce (Dalla Salda e Iñiguez, 1979) del Paleozoico Inferior (Ordovícico-Silúrico), están constituidas por una sucesión de cuarzo-arenitas, con niveles conglomerádicos e intercalaciones de arcillitas ricas en caolinita e illita (Zimmermann y Spalletti, 2009). Los frentes de las canteras estudiadas son heterogéneos y en ningún caso se observó la base de la secuencia. El mayor espesor está expuesto entre la localidad de Balcarce y Mar

del Plata y yace en paraconcordancia sobre un basamento paleoproterozoico (2,2-1,8 Ga) junto con otras dos unidades sedimentarias: el Grupo Sierras Bayas, de edad neoproterozoica y la Formación Cerro Negro (eopaleozoica). Estos sedimentos se depositaron en un ambiente marino de plataforma somera (Poiré et al., 2003).

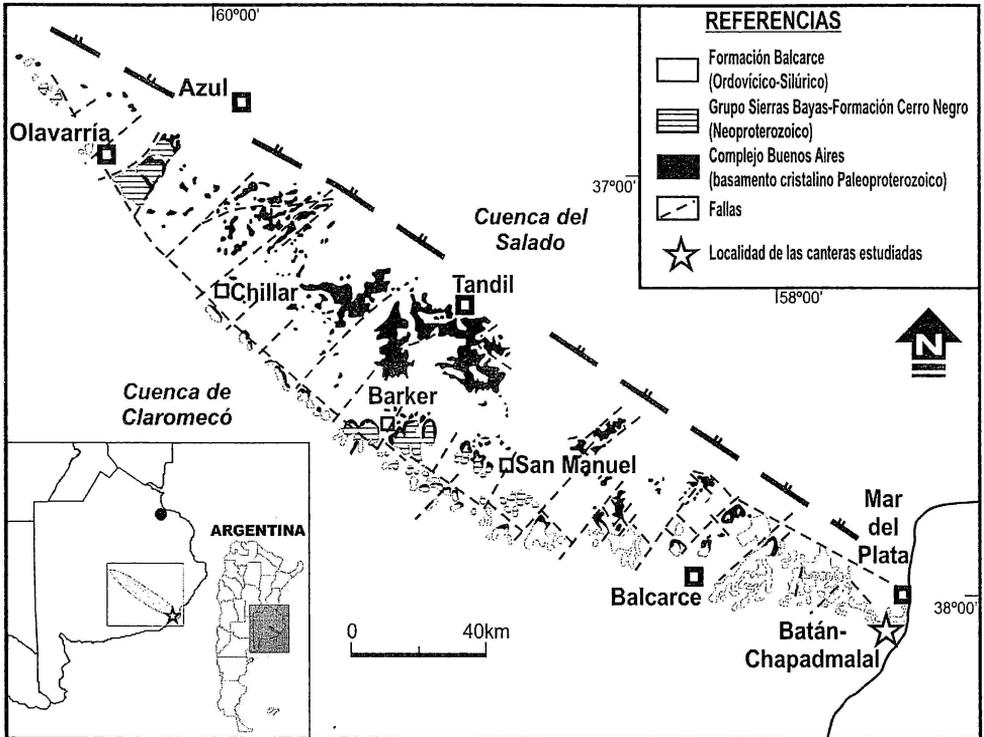


Figura 1: Mapa ubicación de la zona estudiada en el contexto de las Sierras Septentrionales de la Prov. de Buenos Aires. Modificado de Poiré et al., 2003.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron cuatro canteras del área de Batán: Minera, La Florida (ex Los Curros), La Cerámica y Pétreá. Los estratos muestran un sensible cambio de textura en un mismo frente de cantera, aunque se observan sectores de textura muy uniforme y apreciable espesor. La madurez composicional es predominante en todos los frentes, ya que las arenitas están constituidas por cuarzo en una proporción de 97-99% (Angelelli en 1973). Las arenitas presentan intercalaciones subordinadas de conglomerados, arcillitas y vaques.

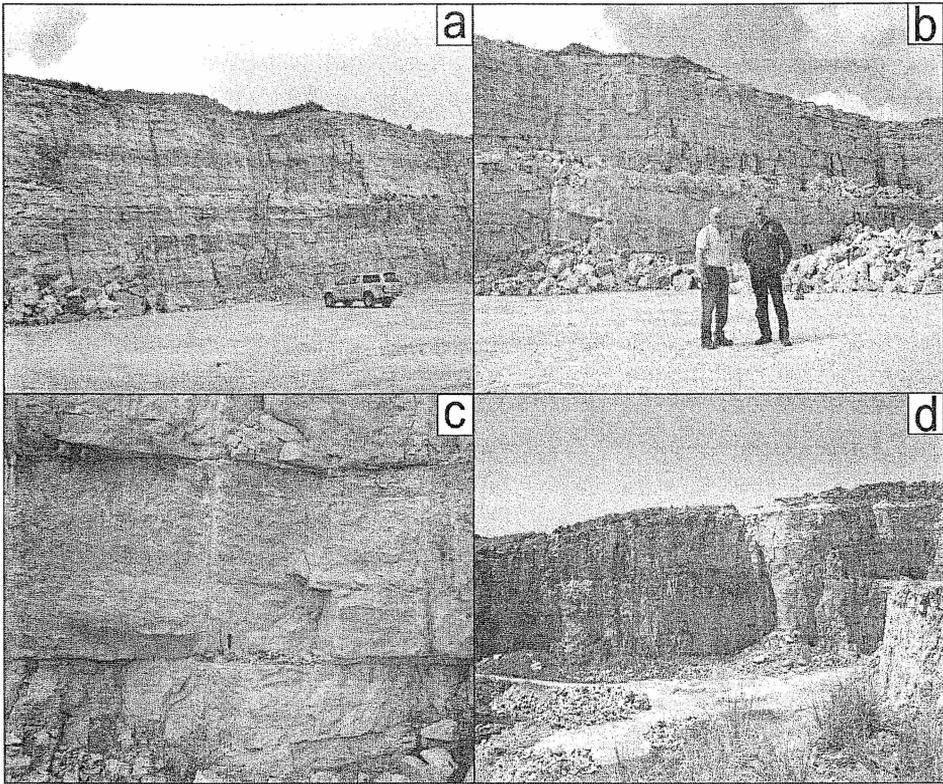


Figura 2: (a) Frente de cantera Minera mostrando dos bancos de explotación, sector sur. Variaciones de color y diaclasas. (b) Cantera La Florida, se aprecian estratos tabulares. (c) Detalle de estrato tabular con estratificación entrecruzada planar. (d) Cantera Pétreá, vista hacia el norte.

**Cantera Minera:** El actual frente de explotación, constituido por dos bancos principales, tiene un espesor aproximado de 30 metros y no es uniforme. Presenta niveles arcillosos de aproximadamente 3 cm (o más) de espesor (Figura 2a).

Los estratos son tabulares con estratificación entrecruzada. En algunos niveles, se intensifican los cambios litológicos con pasajes de arenisca fina-media a gruesa, el cuarzo es anguloso a subredondeado, en general de alta selección, con granos inferiores a 1mm, aunque pueden oscilar

entre sábulo (4mm) y arena mediana (~0,25mm). También se observaron clastos de grava (>4mm), que llegan a constituir niveles conglomerádicos de poco espesor. Además de cuarzo predominante, se reconocieron, en proporciones subordinadas, granos de turmalina de color verde oscuro a negro y muscovita. El espesor de los estratos cuarcíticos varía aproximadamente entre 1,5 y 2 metros, separados por niveles finos, arcillosos o cuarzo-micáceos de pocos centímetros de espesor, que se acuñan hacia los laterales. La coloración de los estratos

esta cantera es variable, blanco rosada en la base y amarillenta hacia el sector superior debido a la presencia de óxidos e hidróxidos de hierro.

La cuarcita, en la parte superior del frente de cantera es de grano más grueso alcanzando tamaños conglomerádicos. Los componentes clásicos del conglomerado son cuarcitas ferruginosas y cuarzo límpido con cemento silíceo, aunque puede también estar representado por material arcilloso, llegando a conformar, en algunos casos, una verdadera matriz. Se reconocieron pequeños lentes de caolinita-illita dentro de la arenisca. El piso de la cantera, nivel actual de explotación, es una cuarcita morada, compacta y de grano grueso. Cabe destacar que el frente se ve afectado por diaclasas de alto ángulo, que podrían haber facilitado la circulación de fluidos produciendo lixiviación y el reemplazo por materiales ferruginosos que afectaron algunos de los estratos cuarcíticos.

**Cantera Florida (ex cantera Los Curros):** En esta cantera se han desarrollado 3 bancos de explotación. Los dos superiores tienen aproximadamente 25 metros y el inferior es de unos 8 metros. Los estratos cuarcíticos de hasta 2m de espesor alternan con otros más delgados. La arenisca es color pardo rojizo debido a que está teñida por óxidos e hidróxidos de hierro. Los niveles micáceos y arcillosos son escasos, aumentando hacia los sectores superiores de los frentes (Figura 2b).

Las capas presentan una estratificación, a gran escala tabular y cuneiforme, y una estratificación interna masiva, aunque algunos estratos también poseen estratificación entrecruzada planar (Figura 2c). La sección inferior se inicia con una cuarcita de granulometría más gruesa, sobre la que se apoya un banco lenticular de una arcillita verde clara, que culmina con un material deleznable. Las arcillas de la base ceden ante el peso de la columna. Las cuarcitas poseen mayor uniformidad que las observadas en cantera Minera.

En algunos sectores de un mismo estrato de arenisca se pueden observar niveles de poco

espesor con granulometría variable, con caolinita e illita en los espacios intergranulares. Hay niveles blancos y otros pardo rojizos por la distribución irregular del hierro.

Según la dirección de rumbo del frente, se observa la presencia o no de diaclasas, que suelen estar rellenas con minerales secundarios de cobre.

**Cantera La Cerámica (ex Cerámica del Plata):** El nivel muestreado se correspondería con el sector superior de cantera La Florida, los bancos arcillosos son más potentes, aproximadamente 1 metro de espesor. El laboreo es antiguo, parcialmente cubierto por vegetación. La dirección general del frente es N-S, el sector N está explotado en 3 niveles y el SE en un único banco de 12 a 15 metros.

La potencia de los estratos cuarcíticos es variable, presentan estratificación en cuña y también lenticular, esta última observada muy bien en los sectores superiores del frente. Los minerales arcillosos son caolinita e illita.

En algunos sectores se identificaron areniscas, arcillitas ferruginosas y pequeños niveles de ocre de alta dureza desarrollados en el contacto entre las capas cuarcíticas y arcillosas. En el piso de la cantera se observó un conglomerado constituido por clastos de cuarcita redondeados y otros de menor tamaño de partícula (gravilla), irregulares y bien cementados. El cemento es silíceo y también ferruginoso.

**Cantera Pétreo:** Presenta un desnivel de más de 30 metros, explotado en 3 bancos no muy bien definidos (Figura 2d). La estratificación entrecruzada no es tan notoria como en las cuarcitas de las restantes canteras estudiadas, predominando los estratos macizos y también gradados. Los bancos cuarcíticos se presentan con diaclasas casi paralelas al frente explotado y además afectado por pequeñas fallas. Estos estratos son de variado espesor e intercalan con capas lenticulares de arcilla inferiores a 1 metro, distribuidos irregularmente. Las

capas arcillosas son de color blanco amarillento a verde claro, masivas, con una suave laminación. La presencia de óxidos e hidróxidos de hierro le otorga a la roca una tonalidad parda amarillenta y rojiza. En el piso del segundo nivel de explotación de esta cantera se hallaron abundantes trazas fósiles.

En cuanto a la metodología aplicada, para los estudios petrográficos se utilizó un microscopio óptico de polarización Olympus BH2-UMA. Los ensayos físicos se realizaron según el método acelerado de la barra de mortero, norma IRAM 1674. Se confeccionan morteros con los agregados a analizar y a las 24 horas de ser desmoldadas se sumergieron en un recipiente y se llevaron a estufa a 80°C durante las 24 horas siguientes. Luego de este período, se midieron y se colocaron en un recipiente con una solución de NaOH 1N y se llevaron nuevamente a estufa a 80°C. Se realizaron medidas periódicas cada dos días hasta finalizar el ensayo. Según este método, para calificar a un agregado como reactivo, la expansión debe superar el 0,100 % en un período no superior a los 16 días.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La mayoría de las muestras son arenitas y sabulitas cuarzosas. Otras menos abundantes corresponden, puntualmente a niveles finos y conglomerádicos.

**Cantera Minera:** Se tomaron muestras de los estratos basales que conforman el frente inferior de explotación y de bloques del acopio. Se colectó material de un nivel cuarcítico blanquecino (Figura 3a), un nivel amarillento inmediatamente superior (Figura 3b), de un estrato de poco espesor, constituido por vaques de composición micácea (Figura 3c). En otro banco cuarcítico se tomaron muestras de una arenita de grano fino (Figura 3d) y una sabulita con clastos de gravilla castaños (Figura 3e). Del acopio se tomaron muestras del conglomerado (Figura 3f), de la arcillita (Figura 3g) y de la cuarcita con abundante arcilla entre los granos (Figura 3h).

Los estudios petrográficos permitieron determinar variaciones texturales puntuales importantes en lo que respecta a tamaño de grano, grado de redondeamiento, presencia de material fino, además de diversidad en el origen clástico, grado de deformación del cuarzo (previo o posterior a la depositación), etc., así como también presencia de óxidos e hidróxidos de hierro, que en algunos casos actúa como cementante de los granos de cuarzo. Esta variedad granulométrica y textural se puede apreciar en la Figura 3.

En la Figura 3a se observa granos de cuarzo de tamaño medio a fino, angulosos a subangulosos con contactos netos, irregulares, suturados y asebrados, algunos con extinción ondulante y subgranos. Las partículas de sábulo (> 2mm) observadas en este corte delgado son subredondeadas y redondeadas, de cuarzo policristalino con abundantes fracturas. Se identificaron escasos filosilicatos de pequeño tamaño, turmalina, minerales opacos y otros accesorios. Se destacan sectores o parches con cuarzo policristalino de grano muy fino, por lo general desarrollado en el contacto entre granos mayores. En la Figura 3b se observa clastos de cuarzo muy irregular, anguloso y con extinción ondulante. En algunos espacios intergranulares se aprecian nidos de coalinita y minerales de hierro. Los clastos de cuarzo que conforman este nivel presentan características de un origen ígneo-metamórfico. En la Figura 3c se muestra un sector de cuarzo de grano fino, anguloso y láminas de muscovita. En algunos casos, las micas presentan transformación a illita, especialmente en sus extremos. Por sectores, los óxidos-hidróxidos de hierro actúan como material cementante de los granos.

En la Figura 3d se observa a una arenita cuarzo típica, de tamaño de grano uniforme, el cuarzo es anguloso a subanguloso, identificándose algunos clastos subredondeados de cuarzo policristalino, el resto de los granos presentan extinción normal a suavemente ondulante y son escasos los microcristalinos. El crecimiento secundario de cuarzo y el cuarzo microcristalino actúan como

cementante de la roca. También se observó escasa turmalina en prismas cortos.

En la Figura 3e (nicoles paralelos) se aprecia un clasto redondeado de pumicita alterado con textura fluidal relicta, rodeados de clastos de cuarzo cuya granulometría es arena media. En este sector el cemento más abundante es ferruginoso. La caolinita e illita aparecen colmatando los espacios intergranulares. Se destacan escasas partículas de turmalina bien formadas, pleocroicas y zonadas.

La Figura 3f corresponde a una sección de conglomerado matriz sostén. Algunos clastos pertenecen a areniscas previas, con deformación y otros a clastos de origen ígneo-metamórfico. La matriz es arenosa y grada de arena media a sábulo. Las características son similares a las arenitas anteriormente descriptas.

Por último, en la Figura 3g se observa una arcillita compuesta por clastos de granulometría fina a muy fina de cuarzo anguloso y pequeñas láminas de muscovita dispersos en una matriz arcillosa de composición cuarzo-caolinítica con illita subordinada, determinada por DRX. En este caso el hábito típico de la caolinita no se aprecia, al contrario de lo que sucede en los espacios intergranulares de las arenitas (Figura 3h).

**Cantera La Florida:** Las muestras se tomaron en el banco inferior de la cantera. De base a techo son: fangolitas cuarzo micáceas, sabulitas con arcilla intersticial, arenitas de granulometría más fina, arenitas finas y sabulitas. Estas dos últimas son de color amarillento y/o rosado debido a la presencia de óxidos e hidróxidos de hierro (Figura 4a-e).

En la Figura 4a se observa una fangolita constituida por una micro intercalación de cuarzo anguloso, tamaño arena fina-limo y muscovita. Esta última, se altera o se transforma a un material más fino, arcilloso.

En la Figura 4b se observa un sector de una arenita sabulítica. Presenta una textura cerrada, con crecimiento secundario de granos de cuarzo que sellan intersticios y producen contactos netos entre estos. Son comunes los bordes suturados, irregulares. Mientras que en la Figura 4c se muestra una arenita cuarzosa típica de grano medio a grueso. Los contactos son angulosos, irregulares y suturados. Algunos clastos de cuarzo presentan deformación previa, con extinción ondulante y subgranos con forma de cintas. Se observan escasas láminas de muscovita y agujas de rutilo.

En la Figura 4d se aprecia una arenita cuarzosa de grano medio-fino. Intersticialmente, puede hallarse caolinita con partículas de hierro o con óxidos e hidróxidos de hierro que en sectores actúan como material cementante de los granos de cuarzo. Son escasas las láminas de muscovita, alargadas, que se ajustan a los bordes de clastos, algunas con los extremos alterados a arcillas. También se encuentran pequeños cristales de turmalina. Por último, se identificó una sabulita arenosa, similar a la muestra anterior pero en algunos sectores el hierro actúa como cemento. Los contactos entre los granos de cuarzo, en general son netos y muy irregulares formados por fenómenos de disolución por presión y redepositación de sílice (Figura 4e).

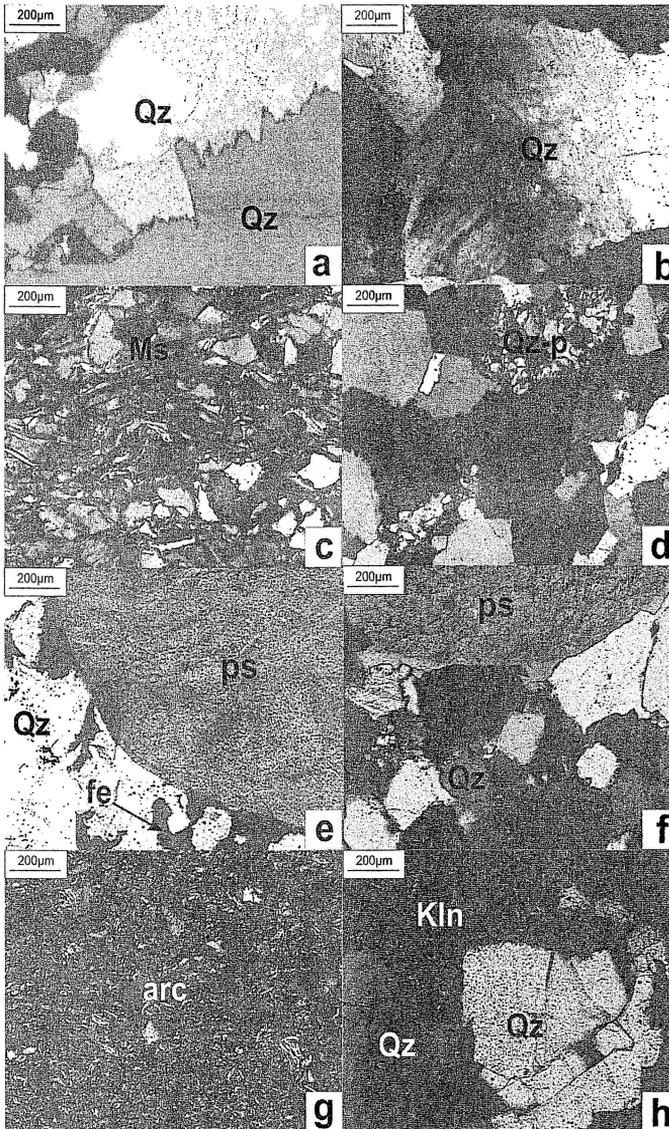


Figura 3: Cantera Minera. (a) arenita sabulítica. (b) arenita media a gruesa. (c) vaque cuarzo-micáceo. (d) arenita fina. (e) sabulita con clastos de gravilla castaños. (f) conglomerado. (g) arcillita. (h) arenita con arcilla intersticial. Qz: cuarzo, Ms: muscovita, Qz-p: cuarzo policristalino, Kln: caolinita, fe: cemento ferruginoso, ps: clasto psefítico. arc: arcillita.

**Cantera Pétreo:** En esta cantera se muestreó el segundo nivel de explotación tomando muestras de un nivel cuarcítico y de uno arcilloso (Figura 4f-g).

La Figura 4f representa un sector de una arenita sabulítica. El cuarzo es anguloso y las láminas de muscovita se encuentran preservadas. Son escasos los clastos de cuarzo policristalino de grano fino y microcristalino, en algunos sectores exhibe bordes poligonales formados por crecimiento secundario. Los granos mayores se hallan fracturados.

En la Figura 4g se observa una roca de granulometría muy fina, pelítica, similar a las descriptas en las canteras anteriores. Se trata de una pelita arcillosa, donde pequeñas láminas de caolinita-illita se orientan en un plano no muy bien definido.

**Cantera La Cerámica:** El muestreo se realizó con el fin de estudiar sus características petrográficas. En la Figura 4h se muestra un sector de una cuarcita tomada de un nivel transicional entre una zona menos y más ferruginosa. Se observaron óxidos de hierro invadiendo pequeñas fisuras, como cemento de los granos de arena y también rellenando fracturas en la roca. Los estratos de cuarcitas ferruginosas intercalan con niveles finos de arcillitas limoníticas, en algunos casos se hallan costuras duras de hierro sobre planos de estratificación o en los planos interestratales.

**Ensayos físicos:** Los resultados del método acelerado de la barra de mortero se muestran en la Tabla 1. Se analizaron muestras de Minera, La Florida y Pétreo. El ensayo se repitió en muestras de las dos primeras, utilizando un cemento de alto álcali. Las diferencias sustanciales se aprecian en los valores a 28 días. Se destaca que todos los agregados dan expansiones inferiores a 0,100%, límite establecido por la norma IRAM 1674. Por lo tanto, puede indicarse que en mezclas realizadas con cemento portland normal (CPN) el agregado se califica como no reactivo.

Cantera	Expansión (5) a la edad de			
	16 días (*)	28 días (*)	16 días(**)	28 días(**)
Minera	--	--	0,067	0,132
La Florida	0,059	0,161	0,043	0,130
Pétreo	0,086	0,206	0,056	0,118

Tabla 1: valores de expansión según el ensayo acelerado IRAM 1674. (\*) Cemento portland de alto álcali. (\*\*) Cemento portland normal.

En el área de Balcarce-Mar del Plata, las sedimentitas de la Formación Balcarce, constituyen una espesa cubierta sin base expuesta. Conforman una unidad sedimentaria psamo-pelítica, cuyo espesor es mayor hacia el litoral marítimo.

Las ortocuarcitas se presentan en estratos de posición subhorizontal, espesor variable, desde decímetros hasta 3m de espesor, con estratificación a gran escala bien marcada, laminar, lenticular y cuneiforme y, a mesoescala, entrecruzada planar y tangencial. Los clastos de cuarzo constituyen más del 95 % de la roca, son subredondeados a angulosos y están ligados en su mayoría por un cemento silíceo. En proporciones subordinadas, se identificaron clastos de turmalina de color verde oscuro a negro y láminas de muscovita. La textura grada de fina a mediana, hasta conglomerádica, con clastos de 3 a 5mm. En general posee una alta selección, con granos comprendidos entre 0,5mm y 0,8mm (Angelelli, 1973). En un mismo estrato se pudo observar alternancia de láminas y capas de grano fino a grueso (textura gradada). Los bancos cuarcíticos finos están separados por niveles de arcilla, que llegan a formar intercalaciones lenticulares cuya potencia alcanza varios decímetros.

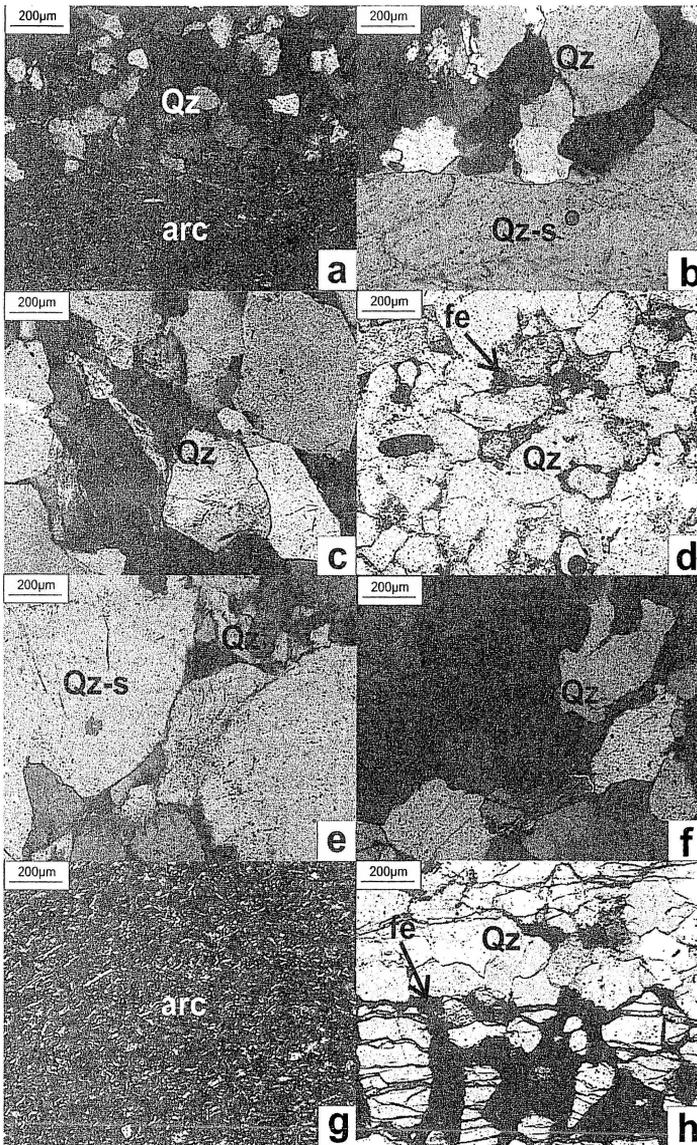


Figura 4: (a-e) cantera La Florida, (f-g) cantera Pétrea y (h) cantera La Cerámica. (a) fangolita cuarzo-arcillosa. (b) arenita sabulítica. (c) arenita cuarzosa típica. (d) arenita grano medio a fino. (e) sabulita arenosa. (f) arenita sabulítica. (g) arcillita. (h) cuarzita ferruginosa. Qz: cuarzo, Qz-s: cuarzo tamaño sábulo, Kln: caolinita, fe: cemento ferruginoso, arc: arcillita.

En un mismo frente los estratos suelen mostrar un sensible cambio de textura, aunque existen otras zonas de gran uniformidad textural y espesores destacables.

El material cementante de los granos de cuarzo puede estar representado también por arcillas caolinítica-illítica, que en muchos casos ocupa los intersticios de la roca, formando zonas con matriz.

Todos los yacimientos tienen características litológicas, sedimentológicas y estructurales semejantes. Los niveles de conglomerados, sabulitas o de arena gruesa son atribuidos a variaciones locales en la capacidad de transporte del medio áqueo que incluso llegan a perturbar los sedimentos ya depositados. Intercalan bancos de poca potencia compuestos por arcillitas cuya composición mineralógica es caolinita con illita subordinada.

Estas rocas están afectadas por fallas, diaclasas y fisuras, poseen color blanco a gris claro, con sectores amarillo, anaranjado y rojizo por la presencia de óxidos e hidróxidos de hierro.

Teruggi (1964), Del Valle (1987), Poiré y Gaucher (2009), entre otros, caracterizan al ambiente de formación de estas sedimentitas como litoral con facies de plataforma somera, con depositación de ondulaciones arenosas transportadas por corrientes costeras, depósitos de playa y barros subacuáticos, en costas de poca pendiente.

El origen del material detrítico, tiene más de una fuente. Esto surge de la determinación de las características mineralógicas y litológicas de los componentes. Los niveles conglomerádicos están constituidos por clastos de grava, de litología homogénea y redondeados, a diferencia de la mayoría de los granos que conforman las cuarcitas.

Se observaron sectores muy fracturados, con direcciones definidas que perturban la permeabilidad y la porosidad de la roca. Por otro lado, la deformación de los granos de cuarzo en algunas muestras y las características de las suturas entre granos puede deberse al peso de la columna sedimentaria y al soterramiento sufrido por estas rocas antes del levantamiento de la región.

Los factores antes expuestos conllevan a que el comportamiento de estas rocas no sea del todo homogéneo, cuando son utilizadas como agregado en hormigón (Coelho dos Santos y Falcone, 2012; Coelho dos Santos et al. 2014).

## CONCLUSIONES

- Desde el punto de vista petrográfico, la presencia de clastos de cuarzo con extinción ondulante, policristalinos con bordes suturados y parches de cuarzo microcristalino califican a este tipo de material como de reacción lenta o diferida frente a la RAS desde el punto de vista petrográfico, teniendo en cuenta las normas vigentes.
- Los resultados obtenidos con el método acelerado de la barra de mortero (IRAM 1674) permiten calificar a las rocas analizadas como no reactivas.
- A pesar de la uniformidad mineralógica de la unidad, las variaciones texturales y la presencia de sedimentos finos hacen que el material no sea totalmente homogéneo. Los procesos de trituración, eliminación de las arcillas, selección de la granulometría, etc., permiten sugerir un monitoreo del material para obtener resultados de la calidad del mismo antes de su utilización en obra.

**Agradecimientos:** Al Dr. Luis del Río por su colaboración en las tareas de campo, por toda la información brindada y por la calidad humana de su atención. Al Ing. Guillermo Álvarez por el acompañamiento a los frentes en explotación, por las muestras proporcionadas y su gentileza. Especialmente a Canteras Yaraví S.A. por abrir las puertas a la investigación. Al LEMIT, a la CIC de la Prov. de Bs. As. y al Dpto. de Geología de la UNS por el apoyo brindado.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA EN EL TEXTO

- Angelelli, V., Villa, J.R. y Suriano J.M. 1973. Recursos minerales y rocas de aplicación de la Provincia de Buenos Aires. LEMIT – ANALES 2, Serie II, N° 235, pp. 1-204.
- Batic OR. y Sota JD. 2001. Reacciones deletéreas internas. Durabilidad del Hormigón Estructural. Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón, Cap. IV, 157-216.
- Chatterji, S. 1989. Mechanisms of Alkali Silica reaction and expansion, Proceedings of 8<sup>th</sup> International Conference on Alkali Aggregate Reaction, Kyoto, Japan, pp. 101-105.
- Coelho dos Santos, G.S. y Falcone, D.D. 2012. Reacción alcali-agregado en areniscas cuarzosas de la Formación Las Piedritas (Chaco) y cuarcitas de la Formación Balcarce (Buenos Aires), utilizadas como agregados para hormigón. Resúmenes. XII Reunión Argentina de Sedimentología, Salta, Argentina, 53-54.
- Coelho dos Santos, G.S., Falcone, D.D., Marfil, S.A. y Maiza, P. 2014. Estudio de la reactividad alcalina potencial de rocas cuarcíticas de la Formación Balcarce. Relación ente los resultados de los ensayos físicos y los estudios petrográficos. XIX Congreso Geológico Argentino, Actas, 511-05.
- Dalla Salda, L., 1979. Nama and La Tinta groups, a common Southern Africa-Argentina basin?. Bull. Chamber of Mines Precambrian Research Unit, University of Cape Town, 16th. Annual Report, pp.113-128.
- Del Valle, A. 1987. Sedimentología de la Formación Balcarce en el sector oriental de Tandilia. PhD Thesis, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 491 p.
- Dent Glasser, L.S. y Kataoka, N. 1981. The chemistry of "alkali aggregate" reaction, Cement and Concrete Research. Vol. 11, N° 1, 1-9.
- Hoobs, D.W. 1988. Alkali silica reaction in concrete. Thomas Telford Ltd., London, 183 p.
- IRAM 1674. 1997. Determinación de la reactividad alcalina potencial. Método acelerado de la barra de mortero, 13p.
- Poiré, D.G., Spalletti, L.A. y del Valle, A. 2003. The Cambrian-Ordovician siliciclastic platform of the Balcarce Formation (Tandilia System, Argentina): facies, trace fossils, palaeoenvironments and sequence stratigraphy. *Geologica Acta*, 1 (1): 41-60.
- Poiré, D.G. y Gaucher, C. 2009. Lithostratigraphy, Neoproterozoic-Cambrian evolution of the Río de La Plata Palaeocontinent. En Gaucher, C., Sial, A.N., Hålverson, G.P., Frimmel, H.E. (ed.). Neoproterozoic-Cambrian tectonics, global change and evolution: a focus on southwestern Gondwana. *Developments in Precambrian Geology*, Elsevier, Vol 16, 4.2: 87-101.
- Teruggi, M.E. 1964. Paleocorrientes y paleogeografía de las ortocuarcitas de la Serie de La Tinta (Provincia de Buenos Aires). Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Anales, 5:1-27.
- Teruggi, M.E. y Kilmurray, J.O. 1975. Tandilia. Relatorio, VI Congreso Geológico Argentino. Geología de la Provincia de Buenos Aires, 57-77.
- Zimmermann, U. y Spalletti, L.A. 2009. Provenance of the Lower Paleozoic Balcarce Formation-Tandilia System, Buenos Aires Province, Argentina- Implications for paleogeographic reconstructions of SW Gondwana. *Sedimentary Geology*, 219: 7-23.