

## CAPITULO 4

### **EXPERIENCIAS REALIZADAS CON AGREGADOS DE DIFERENTES PROCEDENCIAS**

#### **1.- INTRODUCCION**

En los primeros capítulos se describieron los métodos de ensayo para evaluar la reactividad alcalina potencial de los agregados frente a los álcalis, contenidos en la solución de poros del hormigón, aportados principalmente por el cemento portland. Cada método tiene ventajas y desventajas entre ellas: el tiempo de ensayo, las condiciones de ataque cuando se lo compara con el medio real en el cual estará la estructura, la reproducibilidad y la repetitividad [1]. Por otro lado, para seleccionar el método de ensayo para evaluar la reactividad potencial de los agregados es conveniente tener en cuenta su composición mineralógica determinada previamente con el estudio petrográfico [2]. En ciertos agregados de reacción lenta, su clasificación como reactivos o no depende del método de ensayo adoptado [3]. Los tres métodos de ensayo más usados en Argentina son: el estudio petrográfico IRAM 1649 [2], el método acelerado de la barra de mortero según IRAM 1674 [4] y el método del prisma de hormigón según IRAM 1700 [5].

En este capítulo se presentan los resultados de clasificación de distintos tipos de agregados de la República Argentina obtenidos con tres métodos de ensayo y se realiza un análisis comparativo de los mismos. Para ello se evaluaron agregados finos y gruesos de distinto origen, tales como basalto, canto rodado, riolita, metacuarcita, arenas, sílicea y cuarzo lítica y granitos, los cuales fueron caracterizados mineralógicamente. Para cada agregado se obtuvieron los resultados de expansión por IRAM 1674 e IRAM 1700 y se evaluó su reactividad potencial de acuerdo a los límites establecidos por el reglamento CIRSOC 201 - 2005. En función de la mineralogía se estudian algunas modificaciones, como por ejemplo los límites de expansión y/o la edad de evaluación, ya sea prolongando

los estudios o disminuyendo los valores máximos de expansión, principalmente en el caso de agregados de reacción lenta, a fin de asegurar su reactividad.

## **2.- AGREGADOS UTILIZADOS: Clasificación Petrográfica**

El estudio comprendió el análisis de 16 muestras de agregados finos y gruesos de una variada mineralogía procedente de distintas canteras en explotación de diversos lugares de la Argentina. El conjunto de agregados en estudio está focalizado en los agregados graníticos del sistema de sierras de Tandilia en la provincia de Buenos Aires, provenientes de Olavarría, Tandil, Azul. También se analizaron: una metacuarcita de Pigüé, agregados patagónicos, un basalto de Córdoba y una arena cuarzo-feldespática procedente del Río Uruguay. En la tabla 1 se identifican las muestras y se realiza una breve descripción petrográfica - mineralógica de las mismas [6-8].

Tabla 1: Identificación y clasificación petrográfica de los agregados.

Tipo de agregado	Origen	Desig.	Estructuras/texturas	Composición mineralógica	Clasificación petrográfica
Granítico	Pcia de Bs.As.	GA1	Tamaño de grano mediano a grueso, estructura compacta y fresca	Cuarzo (AEO = 12,3°), feldespato potásico, plagioclasa, micas, anfíboles	Migmatita granítica (62,1 %)
			Tamaños de grano fino a mediano, estructura compacta y fresca	Cuarzo ((AEO = 11,4°) levemente recrystalizado), plagioclasa, feldespato potásico, micas	Migmatita granodiorítica (37,9 %)
Granítico		GA2	Tamaño de grano en general fino, estructura maciza	Porfiroclastos (15%) (cuarzo (AEO = 17,6°), feldespato potásico, plagioclasa y anfíboles) y la matriz (85%)(cuarzo (AEO = 18,4°), y menor proporción de otros minerales.	Milonita granítica (100%)

Continuación tabla 1: Identificación y clasificación petrográfica de los agregados.

Tipo de agregado	Origen	Desig.	Estructuras/ texturas	Composición mineralógica	Clasificación petrográfica
Granítico	Pcia de Bs.As.	GA3	Tamaño fino a muy fino, estructura planar	Porfiroclastos (feldespatos) y matriz (cuarzo recrystalizado)	Milonita granítica
Granítico		GA4	Tamaño de grano medio, estructura maciza algunas cataclástica	Cuarzo ((AEO = 11,3º) Algunos sectores de recrystalización), feldespatos potásicos, plagioclasas, mica y minerales accesorios.	Migmatita granítica (84,8%)
			Tamaño de grano medio, estructura esquitosa	Anfíboles, plagioclasas, micas y minerales accesorios	Anfibolita (15,2%)
Granítico		GO1	Tamaño de grano fino a muy fino	Porfiroclastos (plagiocasa y feldespatos) y matriz (cuarzo recrystalizado)	Protomilonita
Granítico		GO2	Tamaño de grano mediano, estructura compacta y fresca	Cuarzo (AEO = 11,6º), feldespato potásico, plagioclasa, anfíboles	Migmatita granítica (98,5%)
			Tamaño de grano mediano, estructura compacta y fresca con textura granoblástica	Anfíboles, plagioclasas, epidoto. ftanita	Anfibolitas (1,5%)

Continuación tabla 1: Identificación y clasificación petrográfica de los agregados.

Tipo de agregado	Origen	Desig.	Estructuras/ texturas	Composición mineralógica	Clasificación petrográfica
Granítico	Pcia de Bs.As.	GO3	Tamaño de grano mediano a grueso, estructura maciza	Cuarzo ((AEO = 12,5º) mosaicos de recristalización), plagioclasa, feldespato potásico, micas, anfíboles	Migmatita granodiorítica (100%)
Granítico		GO4	Tamaño de grano mediano, estructura compacta y fresca	Cuarzo (AEO = 13,1º), plagioclasa, feldespato potásico, micas y anfíbol muy escaso	Migmatita granodiorítica (86%)
				Idem anterior, diferencia radica en que abunda feldespato sobre la plagioclasa	Migmatita granítica (14%)
Granítico		GT1	Tamaño de grano entre 0,5 a 0,7 mm, Estructura isótropa y equigranular	Cuarzo ( (AEO = 11,6º), con bordes parcialmente recristalizado), plagioclasa, feldespato potásico, mica y minerales accesorios	Granito protomilonitizado (100%)
Granítico		GT2	Tamaño de grano mediano, con estructura maciza	Cuarzo ((AEO = 11,8%), forman mosaicos recristalizado), feldespatos potásico, plagioclasa piroxenos, mica)	Migmatita granodiorítica (99%)
			Tamaño de grano mediano, estructura compacta y fresca	Anfíbol (predominante), plagioclasas, epidoto	Anfibolita (0,8%)
			Tamaño de grano fino a mediano	Cuarzo (AEO = 22,3º), micas y minerales opacos	Protomilonita cuarzosa (0,2%)

Continuación tabla 1: Identificación y clasificación petrográfica de los agregados.

Tipo de agregado	Origen	Desig.	Estructuras/ texturas	Composición mineralógica	Clasificación petrográfica
Metacuarcita	Pcia de Bs.As.	OP	Tamaño de grano 0,2 a 0,6 mm	Cuarzo ((99%) monocristalino, moderadamente deformado, bordes recrystalizados (cuarzo microcristalino < 0,05 mm)	Metacuarcita
Basáltico	Pcia. de Córdoba	BC	Tamaño de grano fino, textura porfírica / intersertal	Fenocristales: olivina y microcristales de olivina y piroxeno, escaso vidrio volcánico	Basalto olivínico
Arena silícea	Río Uruguay	AO		Cuarzo (58%), Feldespatos potásicos (28%) Calcedonia (0.5%) Plagioclasa, piroxenos, mica minerales opacos	Cuarzo -feldespática
Riolita	Patagonia	R	Textura de la pasta intersertal	Pasta parcialmente recrystalizada, fenocristales (calcita – sílice) parcialmente alterados (argilizados), 45 % de pasta, escaso vidrio volcánico relíctico	Riolita
Arena cuarzo lítica		ACL	--	Cuarzo (43%), líticos (41%) vidrio volcánico en pasta de riolitas y andesitas. Calcedonia (1%)	Cuarzo lítica
Canto rodado		CRV	--	Vulcanitas (70%) acidas (riolitas) y basicas (andesitas mas basalto), tobas líticas (20%) y 10% restante areniscas cuarzosa, cuarzo y rocas graníticas	Lítico

### **3.- EVALUACION DE LOS AGREGADOS CON DISTINTOS METODOS DE ENSAYO**

#### **3.1.- Método acelerado de la barra de mortero IRAM 1674 (ASTM C1260)**

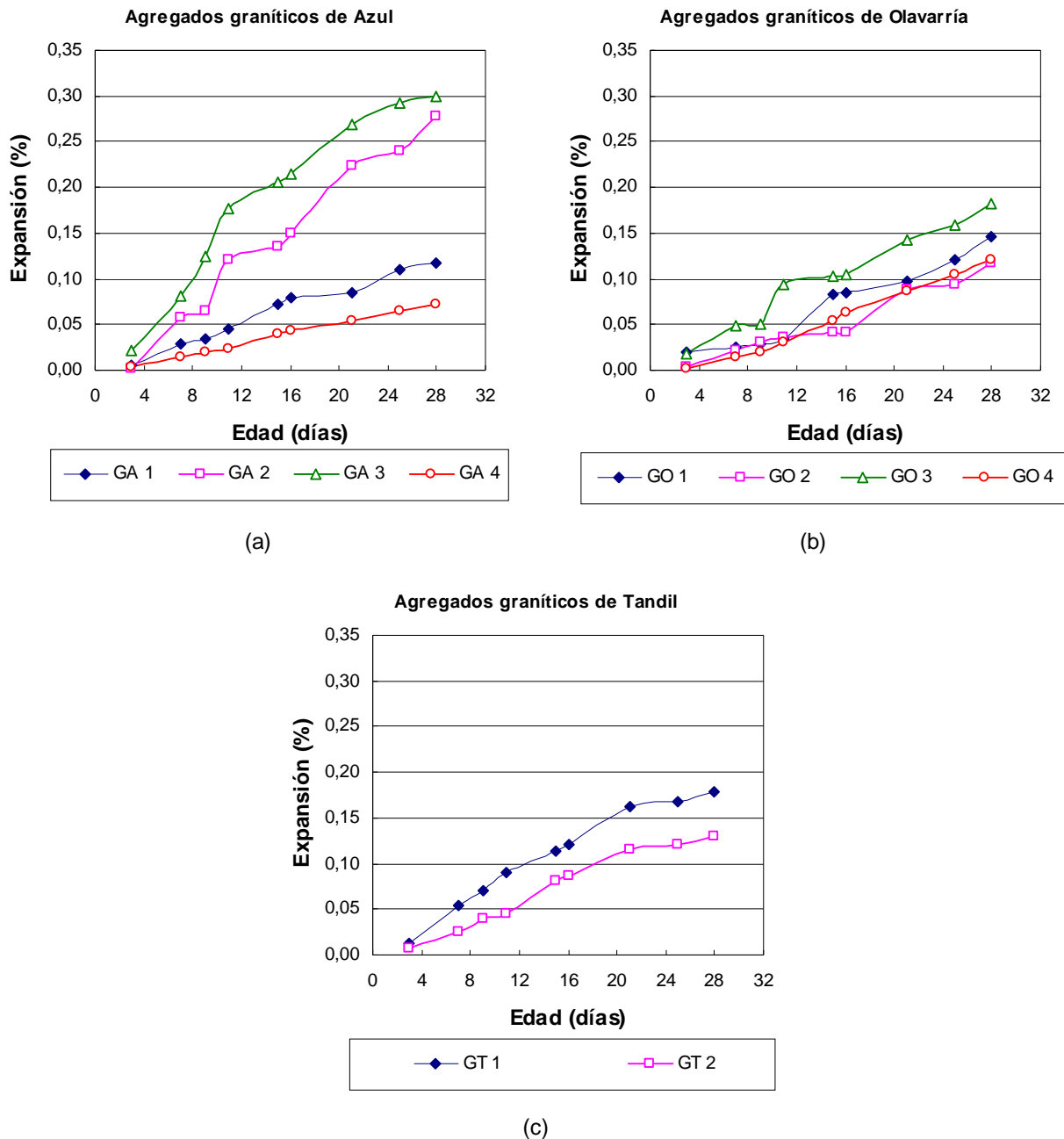
##### **3.1.1.- Materiales**

Para estas experiencias se utilizó un cemento portland normal (CPN 40) de alto contenido de álcalis equivalente comprendido entre  $0,90 \pm 0,1$  %. Dicha variación se debe a las distintas partidas de cemento utilizado. El agua de mezclado es desmineralizada y los agregados utilizados son los indicados en la Tabla 1. Para elaborar la solución alcalina 1N se utilizó NaOH en perlas de la calidad proanálisis [4, 9]

##### **3.1.2.- Resultados**

Los resultados de expansión fueron ordenados de acuerdo a la mineralogía y al origen de los agregados con el fin de obtener una mayor claridad. En la figura 1 se informan los agregados graníticos procedentes de la Provincia de Buenos Aires.

Al analizar los resultados de los agregados graníticos, se puede observar un comportamiento diferenciado en los valores de expansión obtenidos entre las distintas muestras estudiadas, algunos no superan el límite de 0,100 % y otros los duplican. Cuatro agregados graníticos superan el límite (0,10 %) a los 16 días establecido por el Reglamento CIRSOC 201 (2005) [6], los mismos fueron identificados como GA2 y GA3, alcanzando una expansión mayor a 0,150 %; el GT2 con un valor de 0,120% y GO3 un valor de 0.104% que supera ligeramente el límite. Asociando los resultados de expansión con el estudio petrográfico (Tabla 1), se puede observar que las mayores expansiones obtenidas con el método acelerado de la barra de mortero se hallan vinculadas con el grado de recristalización de los granos de cuarzo, la deformación y/o tensión de los granos de sílice cristalina ( $AEO \approx 18^\circ$ ) y al tamaño de grano fino a muy fino.

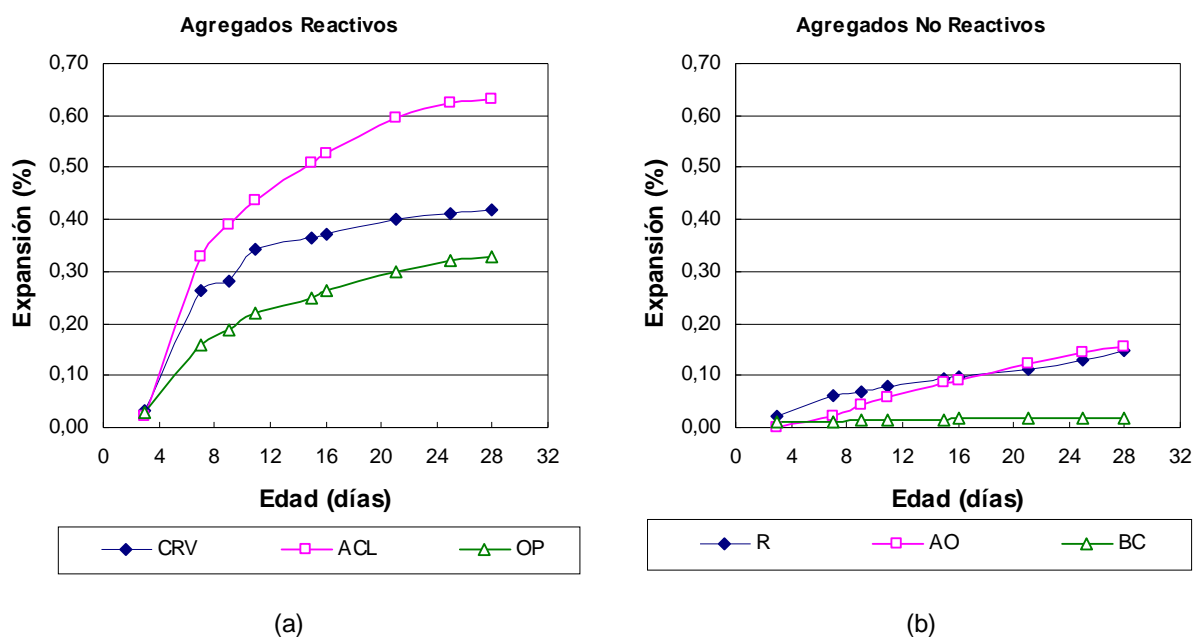


**Figura 1.** Expansión de agregados de distinta reactividad obtenidos con el método acelerado de la barra de mortero IRAM 1674: (a) procedente de Azul; (b) procedente de Olavarría y (c) procedente de Tandil

El comportamiento de los agregados graníticos es muy difícil de cuantificar con un sólo método de ensayo, por lo tanto es conveniente complementar los estudios con el método del prisma de hormigón y estudios petrográficos. Esta consideración tiene en cuenta que algunos agregados superan el límite después de los 16 días de ensayos, ello

ocurre con agregados caracterizados como reactivos lentos, que son los que producen deterioros entre los 10 y 15 años luego de construida la obra.

En la figura 2 se muestran los resultados de los agregados caracterizados como potencialmente reactivos (líticos patagónicos y metacuarcita) por presencia de sílice reactiva (Figura 2a) y como no reactivos (riolita, basalto olivínico y arena cuarzo-feldespática) (Figura 2b) identificados en la tabla 1.



**Figura 2.** Expansión medida con el método acelerado de la barra de mortero para: (a) agregados reactivos por ópalo, calcedonia o vidrio volcánico y (b) agregados no reactivos

Cuando se estudian agregados que contienen sílice amorfa o criptocristalina, cuarzo tensionado y/o recrystalizado, la expansión crece rápidamente como se muestra en la figura 2a y excede varias veces el límite impuesto por el Reglamento. El método de ensayo es confiable y caracteriza a los agregados de manera adecuada. Para los agregados no reactivos, la expansión no supera el valor de 0,100 % a 16 días, como se muestra en la figura 2b. Pero debe considerarse que si luego de los 16 días, la expansión supera el límite establecido es conveniente complementar los resultados con estudios de larga duración.



### **3.2.- Método del prisma de hormigón IRAM 1700 (ASTM C1293)**

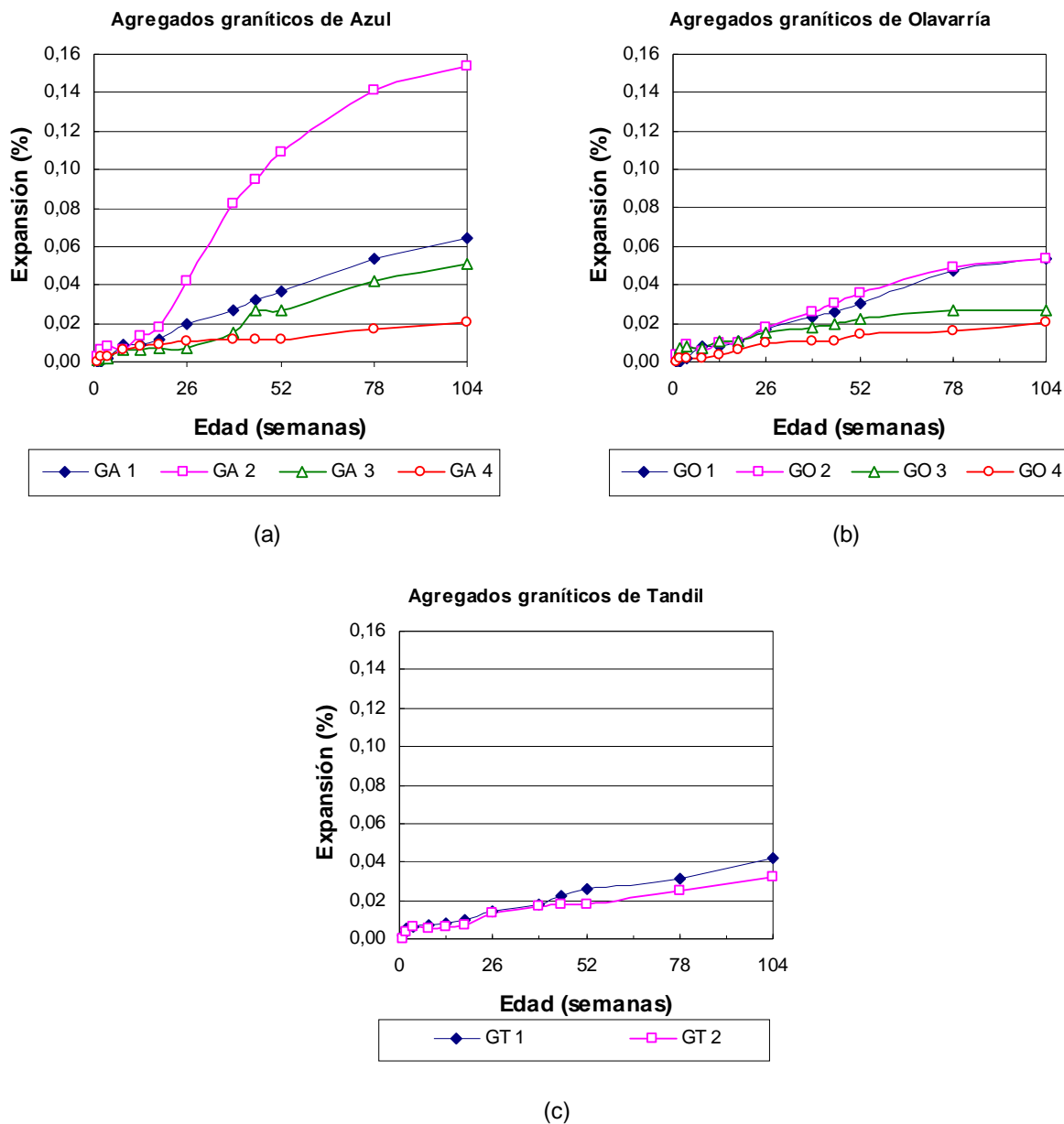
#### **3.2.1.- Materiales**

Para este ensayo se utilizó un cemento portland normal (CPN 40) de alto contenido de álcalis equivalente, variable entre  $0,90 \pm 0,1$  % y agua de mezclado desmineralizada. Los agregados utilizados son los indicados en la tabla 1; como referencia se tomó como agregado grueso no reactivo el basalto procedente de Córdoba cuando se requiere estudiar un agregado fino, y como agregado fino de referencia se tomó la arena cuarzo-feldespática cuando se estudian agregados gruesos. Para obtener un contenido de álcalis equivalente a  $5,25 \text{ kg/m}^3$  en el hormigón como requiere el método [5-10] se utilizó NaOH en perlas de calidad proanálisis.

#### **3.2.2.- Resultados**

En la figura 3 se observan los resultados de la expansión de los agregados graníticos procedentes de la provincia de Buenos Aires. En la figura 4 se observan los resultados de la expansión de los agregados caracterizados como potencialmente reactivos y no reactivos. Para evaluar los resultados obtenidos en el estudio se toma el límite adoptado por el Reglamento CIRSOC 201 [11], aceptar como expansión máxima 0,04% a un año (52 semanas). Los resultados se agrupan en forma similar que con el método acelerado de la barra de mortero.

Del análisis de la expansión desarrollado al cabo de un año, para el conjunto de agregados graníticos se observa que sólo un agregado (GA2), supera el límite (0,040%) establecido por el Reglamento CIRSOC 201-2005 [10]. Otros dos agregados están muy próximos al límite son GA1 (0,039% - Figura 3a) y GO2 (0,038% - Figura 3b). Por tratarse de agregados constituidos por cuarzo recristalizado, deformado y/o tensionado y/o microcristalino se comportan con una reacción lenta, y en varios casos el límite (0,040%) fue superado después del año (GA1, GA3, GO1, GO2 y GT1).

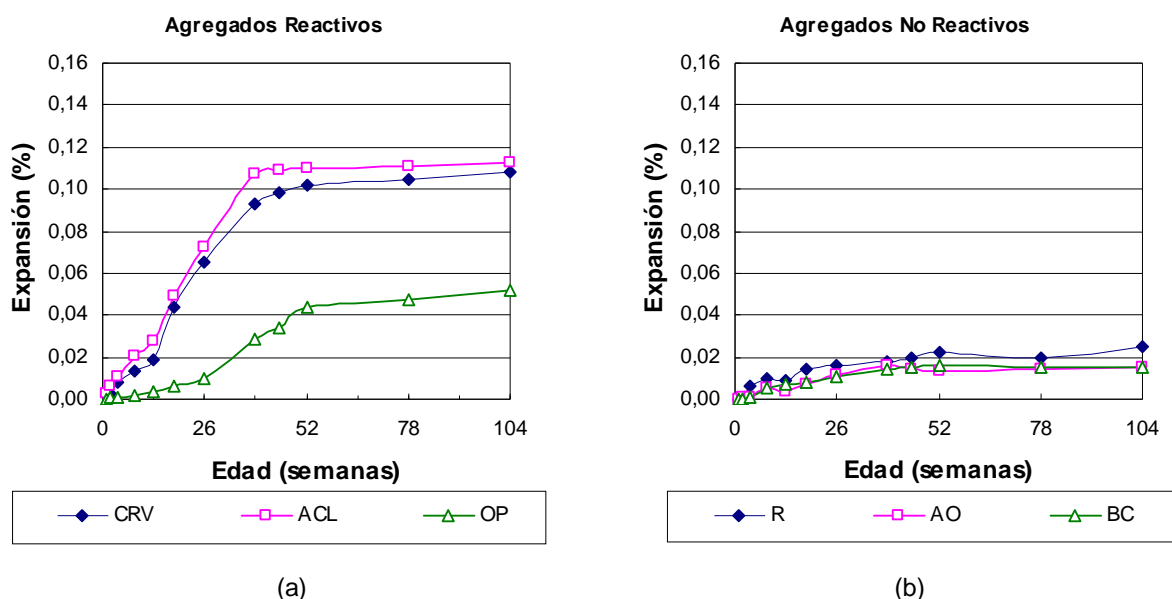


**Figura 3.** Expansión de agregados de distinta reactividad obtenidos con el método del prisma de hormigón IRAM 1700: (a) procedente de Azul; (b) procedente de Olavarría y (c) procedente de Tandil

Como en el caso del ensayo acelerado de la barra de mortero, para este tipo de agregado se aconseja prolongar la observación de la expansión. Los agregados que no superaron el límite de 0,040% al término de dos años son GA4, GO3, GO4 y GT2 y son considerados no reactivos. Comparando con el resto de los agregados tienen un tamaño de grano mediano, el AEO varía entre 11° y 13° (relativamente bajo con respecto a los 18° de la milonita), por lo general no tienen recristalización y el agregado está constituido por dos tipos de rocas, con lo cual bajaría el porcentaje de reactividad del conjunto de los

agregados. Los agregados que acusan expansiones superiores a 0,040% al término de dos años, son considerados de reacción lenta, los mismos tienen tamaño de grano fino a mediano, tienen bordes de recristalización y el AEO  $\approx 12^\circ$

Cuando se estudian agregados que contienen sílice amorfa o cuarzo muy tensionado y/o recristalizado, como es el caso de los agregados cuyos resultados se muestran en la figura 4a, el método de ensayo es confiable y caracteriza a los agregados de manera adecuada al término de un año. Cuando los agregados no poseen minerales que reaccionen con los álcalis (Figura 4b), el método resulta muy confiable, pues las expansiones se mantienen bajas y uniformes en el tiempo con una pendiente nula.



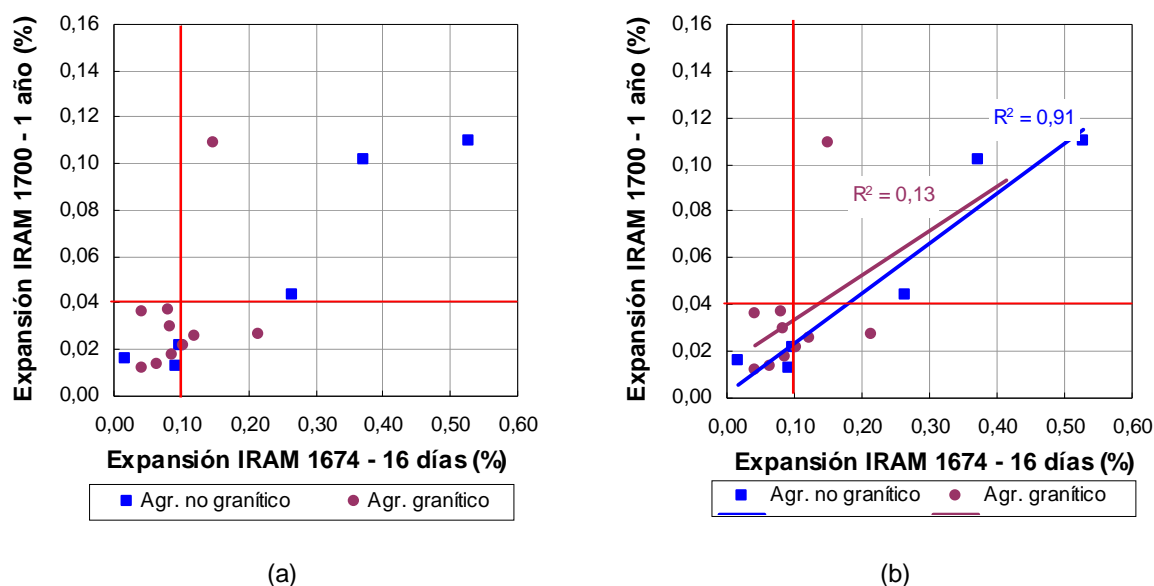
**Figura 4.** Expansión medida con el método del prisma de hormigón para: (a) agregados reactivos por ópalo, calcedonia o vidrio volcánico y (b) agregados no reactivos

#### 4.- COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE MÉTODOS DE ENSAYO

En la figura 5a se muestra los resultados de la expansión medida por el método acelerado de la barra de mortero a 16 días en relación con la expansión medida con el método del prisma de hormigón a 1 año. En dicha figura las dos líneas resaltadas representan los límites establecidos en el Reglamento CIRSOC 201 (2005) delimitando los cuadrantes de agregados reactivos y no reactivos. En ella los agregados fueron

agrupados en agregados graníticos y no graníticos. En la figura 5b se muestra la correlación lineal entre la expansión medida por ambos métodos de los agregados agrupados como graníticos y no graníticos.

Para el grupo de agregados no graníticos, como se mencionó anteriormente, se observa que existe coincidencia en la caracterización de los agregados como reactivos o no reactivos por ambos métodos. La expansión de los agregados se encuentra ubicada en el mismo cuadrante que determina los límites establecidos en el Reglamento CIRSOC 201 (2005) [11]. Para este tipo de agregados que contienen sílice amorfa o cuarzo muy tensionado y/o recristalizado, la figura 5b muestra que existe una muy buena correlación ( $R^2 = 0,91$ ) entre la expansión medida por ambos métodos a la edad límite.

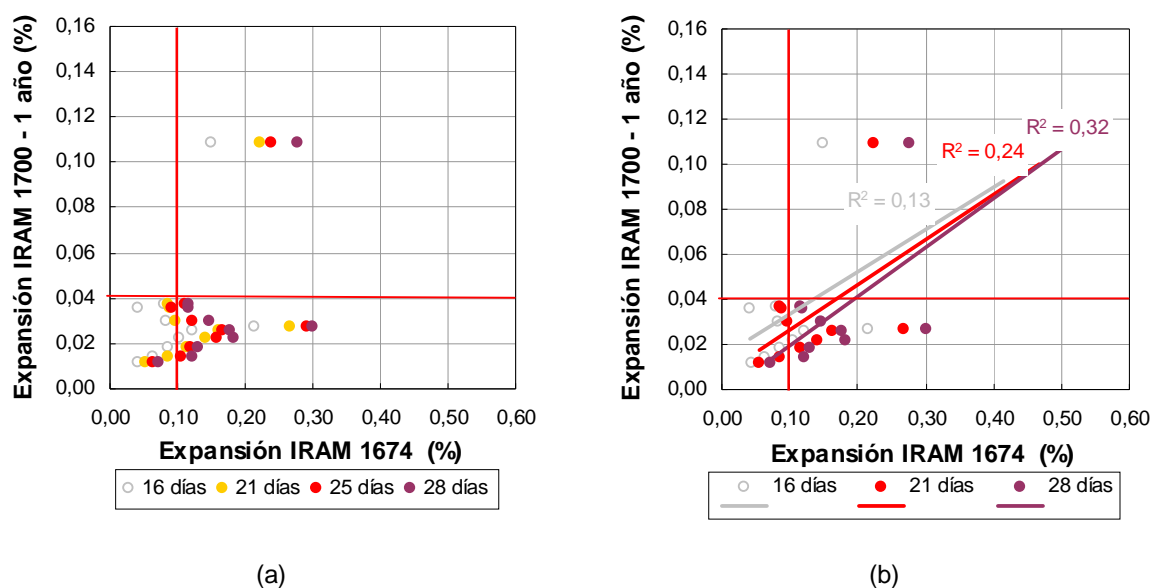


**Figura 5.** (a) Expansión medida en las barras de mortero a los 16 días y en los prismas de hormigón al año para los 16 agregados. (b) Correlación lineal entre los resultados de la expansión para los agregados graníticos y no graníticos

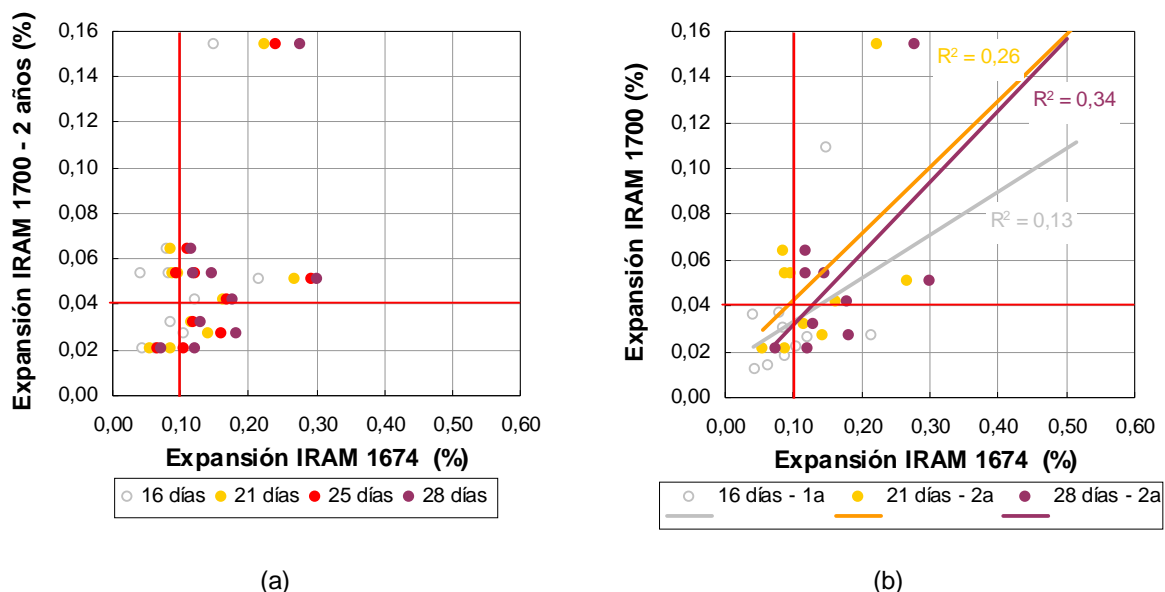
Para los agregados graníticos los resultados de la expansión son más dispersos. De las diez muestras analizadas, tres de ellas (GA3, GT1 y GO3) presentan una expansión que se localiza en el cuadrante reactivo para el ensayo IRAM 1674 mientras que para el ensayo IRAM 1700 se ubica en el cuadrante no reactivo. Para este grupo de agregados, no existe correlación ( $R^2 = 0,13$ ) entre la expansión obtenida a la edad límite del Reglamento entre ambos métodos (Figura 5b).

Como los agregados graníticos tienen una reacción lenta a continuación se analizan distintas alternativas que puedan mejorar la calificación como reactivos o no para este tipo de agregados con los métodos de ensayos utilizados.

En primer lugar, se explora la prolongación de la edad a la cual medir la expansión en el ensayo acelerado de la barra de mortero a 21 y 28 días, y su correlación con la expansión de los prismas de hormigón a un año (Figura 6) manteniendo los límites reglamentarios actuales. Como segunda opción se analiza la modificación de la edad de medición para el ensayo IRAM 1674 y la prolongación del tiempo del ensayo IRAM 1700 a 2 años (Figura 7).



**Figura 6.** (a) Relación entre la expansión medida en las barras de mortero a los 16, 21, 25 y 28 días y en los prismas de hormigón al año para agregados graníticos. (b) Correlación entre los resultados a distintas edades



**Figura 7.** (a) Relación entre la expansión medida en las barras de mortero a los 16, 21, 25 y 28 días y en los prismas de hormigón a los dos para agregados graníticos. (b) Correlación entre los resultados a distintas edades

En la figura 6b se puede observar, que cuando se prolonga la edad de evaluación con el método acelerado de 16 días a 21 y 28 días, la correlación entre la expansión medida y la expansión del prisma de hormigón a 1 año mejora ( $R^2 = 0,13$ ,  $0,24$  y  $0,32$  a los 16, 21 y 28 días, respectivamente), pero igualmente sigue siendo muy baja. Resultados similares se observan en la Figura 7b cuando se compara la expansión del ensayo IRAM 1674 a distintas edades y la expansión del prisma de hormigón a 2 años. La mejor correlación se obtiene cuando evalúa la barra de mortero a 28 días y el prisma de hormigón 2 años ( $R^2 = 0,34$ ). En todos los casos, hay que considerar que no existe correlación, pues el  $R^2$  es muy cercano cero.

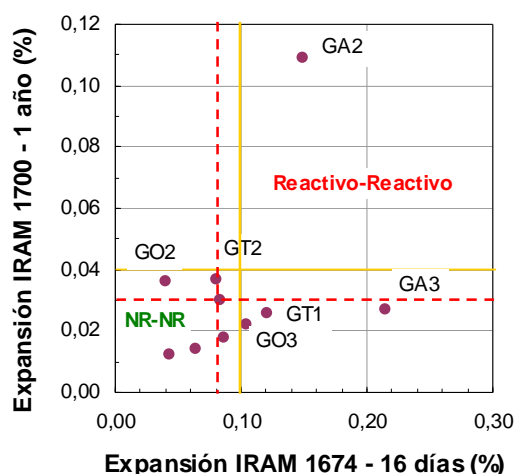
En la tabla 2 se realiza la síntesis de la calificación de los agregados estudiados en R o NR cuando se varía la edad de evaluación. Cuando se prolonga el tiempo para la evaluación de la expansión en la barra, un mayor número de agregados graníticos son considerados reactivos (de 4 a 8) en discrepancia con el prisma de hormigón. En cambio cuando se prolonga la evaluación con el prisma de hormigón la discrepancia en la calificación del agregado disminuye. Por otro lado cuando se evalúa con el prisma de hormigón a 2 años, se debe prolongar la edad de medición del prisma de hormigón para incrementar la coincidencia.

Tabla 2: Resultados en la variación de las edades propuestas para límites fijos

Edad (días)		Caracterización de los agregados					
		1674 = 1700		1674 ≠ 1700			
1674	1700			1674		1700	
		R	NR	R	NR	R	NR
21	365	1	5	4	-	-	4
25	365	1	2	7	-	-	7
28	365	1	1	8	-	-	8
21	730	3	2	2	3	3	2
25	730	5	1	3	1	1	3
<b>28</b>	<b>730</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3</b>

Entre todas las alternativas analizadas, la mayor coincidencia en la calificación se logra cuando se evalúan los agregados a la edad de 28 días con el método acelerado de la barra de mortero (IRAM 1674) y a la edad de 2 años con el método del prisma de hormigón (IRAM 1700). Del total de 10 agregados graníticos el 70% se caracteriza de igual manera con ambos métodos, de los cuales 6 son considerados reactivos y 1 no reactivo.

Otra posibilidad es variar los límites de expansión fijados y mantener la edad de evaluación establecida por el Reglamento CIRSOC 201 (2005). En la Figura 8 se muestra la calificación de los agregados graníticos estudiados cuando los límites propuestos son reducidos a 0,08 % para la barra de mortero y a 0,03% para el prisma de hormigón.



**Figura 8.** Relación de expansión de agregados graníticos fijando una expansión límite de 0,08% para IRAM 1674 y de 0,03% para IRAM 1700.

En la tabla 3 se resumen los resultados obtenidos por los dos métodos mencionados, cuando varían los límites y se mantienen las edades de ensayos establecidos para caracterizar la reactividad de los agregados: De los 10 agregados graníticos, la mayor coincidencia (70%) en la caracterización de los agregados como reactivos o no reactivos se obtiene con los límites vigentes; que indican 1 agregado reactivo (GA2) y 6 agregados no reactivos. Cuando se reducen los límites de expansión la discrepancia en la calificación aumenta por discrepancias debidas a los resultados de los dos ensayos.

Tabla 3: Resultados en la variación de los límites propuestos para edad fija.

Límites (%)		Caracterización de los agregados					
		IRAM 1674 = IRAM1700		IRAM 1674 ≠ IRAM 1700			
				1674		1700	
1674	1700	R	NR	R	NR	R	NR
<b>0,100</b>	<b>0,040</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	-	-	<b>3</b>
0,080	0,030	3	2	4	1	1	4
0,100	0,030	1	3	3	3	3	3
0,080	0,040	1	3	6	-	-	6



Del análisis de las distintas variantes estudiadas para calificar a los agregados graníticos se encontraron dos relaciones edad de evaluación-límite de expansión que califican al 70% de los agregados de igual manera. Estas variantes son las actualmente vigentes en el Reglamento CIRSOC y por otro lado la prolongación de la evaluación a 28 días para la barra de mortero. Por esta razón se considera conveniente proponer una segunda edad de evaluación, para este tipo de agregados de reacción lenta especialmente con el objetivo de introducir una solución tecnológica que mitigue o inhiba el proceso expansivo de la RAS y permita prolongar la vida útil de la estructura.

## **5.- CONCLUSIONES**

En este capítulo se estudiaron 16 agregados de distinto origen y mineralogía, los mismos fueron evaluados con los métodos más utilizados en Argentina: el análisis petrográfico IRAM 1649, el método acelerado de la barra de mortero IRAM 1674 y el método del prisma de hormigón IRAM 1700. Los resultados obtenidos permiten obtener las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Para los agregados graníticos, el ensayo acelerado de la barra de mortero debe estar complementado con el estudio petrográfico para poder evaluar el grado de recristalización y/o deformación y/o tensión del cuarzo y de esta manera caracterizar adecuadamente al agregado.
- Para los agregados que contienen sílice amorfa o cuarzo muy tensionado o recristalizado, como puede ser el caso de la metacuarcita, el método acelerado de la barra de mortero es confiable para calificar los agregados como reactivos o no reactivos.
- Cuando se trata de agregados no-graníticos, los resultados del método acelerado de la barra de mortero y del prisma de hormigón presentan una correlación aceptable entre la expansión medida y una completa coincidencia en la calificación de los mismos como reactivos o no reactivos. En cambio, para los agregados graníticos la correlación de la expansión medida entre ambos métodos es muy pobre y sólo calificaron de igual manera (reactivos o no reactivos) al 70% de agregados estudiados.

- Para los agregados graníticos de reacción lenta, cuando se mantienen los límites de expansión indicados y se modifican las edades de evaluación a 28 días para el método acelerado de la barra de mortero y 2 años para el método del prisma de hormigón, la correlación entre la expansión mejora pero sigue siendo muy pobre y la calificación de los agregados se mantiene para el 70% de los casos estudiados.
- Para el estudio de los agregados frente a la RAS se recomienda, realizar el análisis petrográfico para caracterizar el tipo de agregado y la mineralogía que contienen, y con esta información proceder de la siguiente manera:
  - a) Si el agregado contiene sílice amorfa o cuarzo muy tensionado y/o recristalizado, se realiza la evaluación de acuerdo al Reglamento CIRSOC 201-2005: por el método acelerado de la barra de mortero IRAM 1674 evaluando a 16 días que no supere el límite de expansión de 0,100 % o si se aplica el método del prisma de hormigón IRAM 1700, que no supere a 1 año el límite de expansión de 0,040 %.
  - b) Si los agregados contienen cuarzo tensionado y/o deformado que pueden producir reacción lenta, se recomienda prolongar el ensayo de la barra de mortero hasta 28 días y el ensayo de los prismas de hormigón hasta los 2 años para interpretar los resultados.

En el caso a) si los agregados superan los límites indicados son caracterizados como reactivos y en el b) como reactivos lentos.

## **6.- BIBLIOGRAFÍA**

- 1.- "Durabilidad del Hormigón Estructural". Editado por Irassar Edgardo, Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón, p 157, 2001
- 2.- Norma IRAM 1649. "Examen petrográfico de agregados para hormigón". Argentina, 2008.
- 3.- Grattan-Bellew, P. E. "Test methods and criteria for evaluating the potential reactivity of aggregate.", Proceeding of the 8th International Conference Alkali-aggregate Reaction, Ed by Kiyoshi Okada, Shinzo Nishibayashi and Mitsunori Kawamura, Japan, p 279, 1989.

- 4.- Norma IRAM 1674. “Agregados. Determinación de la reactividad alcalina potencial. Método acelerado de la barra de mortero”. Argentina, 1997.
- 5.- Norma IRAM 1700. “Agregados. Determinación del cambio de longitud en prismas de hormigón, debido a la reacción álcalis-agregado”. Argentina, 1997.
- 6.- Batic, O. R., Sota, J. D., Milanesi, C. A., Pavlicevic, R., Cortelezzi, C. R. “Estudio de rocas graníticas de la pcia. de Bs. As. desde el punto de vista de la reactividad con los álcalis del hormigón.”, Revista Hormigón N° 33, p 11, 1999.
- 7.- Batic, O. R., Sota, J. D. y Falcone, D. D. “RAS: Contribución para identificar agregados reactivos, en particular los de reacción lenta”, Revista ciencia y tecnología del hormigón, N° 12, p 13, 2005.
- 8.- Cortelezzi, C. R., Traversa, L. P. y Pavlicevic, R. E. “Aspectos geotécnicos de los principales agregados para hormigones empleados en la República Argentina”, Tercer Congreso Nacional de Geología Económica, Olavarría, tomo III, p B1, 1988.
- 9.- ASTM C 1260-01. “Standard test method for potential alkali reactivity of aggregate (mortar-bar method)”. Americana, Volume 04.02, Concrete and aggregates, p 677, 2008.
- 10.- ASTM C1293-01.”Standard tests method for determination of length change of concrete due to alkali-silica reaction”. Americana, Volume 04.02, Concrete and aggregates, p 682, 2008.
- 11.- Reglamento CIRSOC 201-2005. Presidencia de la Nación. Secretaría de Obras Públicas. “Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón”, Capítulo 2, p 19, 2005