

**Universidad Nacional del Centro de la Provincia de
Buenos Aires**

Facultad de Ingeniería

**MAGISTER EN TECNOLOGIA Y CONSTRUCCIONES DE
HORMIGON**

**“ANTECEDENTES Y METODOLOGIA DE ENSAYO
PARA EVALUAR LA REACCION ALCALI SILICE.”**

Tesista: Falcone Darío Daniel

Director: Batic Oscar Rafael[†]

Codirector: Irassar Edgardo Fabián

Julio de 2013

CONTENIDO

Agradecimientos, V

Resumen, VI

Abstract, VII

Objetivos generales, VIII

Objetivos específicos, VIII

Introducción, 1

Capítulo 1

Análisis comparativo de los métodos de ensayo para evaluar la reacción álcali – sílice (RAS), 7

1. Introducción, 7
2. Métodos de ensayo de carácter químico, 8
 - 2.1. Método ASTM C 289, 8
 - 2.2. Método danés, 9
 - 2.3. Método de contracción química, 10
 - 2.4. Método de la celda osmótica, 11
3. Ensayos basados en la expansión de la barra de mortero, 12
 - 3.1. Método de la barra de mortero (ASTM C 227), 12
 - 3.2. Método acelerado de la barra de mortero (danés), 17
 - 3.3. Método acelerado de la barra de mortero (NBRI), 17
 - 3.4. Método acelerado de la barra de mortero (japonés), 18
 - 3.5. Método de autoclave para acelerar la expansión de la barra de mortero, 18
 - 3.5.1. Método chino, 18
 - 3.5.2. Método japonés, 18
 - 3.5.3. Método GBRC, 19
 - 3.5.4. Método canadiense, 19
4. Ensayos basados en prismas o testigos de hormigón, 20
 - 4.1. Método del prisma de hormigón (ASTM C 1293), 20
 - 4.2. Método rápido en testigos de hormigón, 22
 - 4.2.1. Método de Scott y Duggan, 22
 - 4.2.2. Método propuesto por Hudec y Larbi, 23

- 4.2.3. Métodos rápidos en prismas de hormigón, 24
- 4.2.3.1. Método acelerado usando prismas de hormigón, 24
- 4.2.3.2. Método acelerado en prismas de hormigón curado a 60°C, 25
- 5. Conclusiones, 25
- 6. Bibliografía, 27

Capítulo 2

Normas y reglamentos para evaluar la potencial reactividad de los agregados, 33

- 1. Introducción, 33
- 2. Descripción de los métodos, 34
 - 2.1. Método del prisma de hormigón, 34
 - 2.1.1. IRAM 1700, 34
 - 2.1.1.1. Instrumentos, 35
 - 2.1.1.2. Probetas de ensayo, 35
 - 2.1.1.3. Materiales, 35
 - 2.1.1.4. Dosificación del hormigón, 36
 - 2.1.1.5. Preparación de los prismas de hormigón, 36
 - 2.1.1.6. Desmolde, almacenamiento y medición de los prismas de hormigón, 37
 - 2.1.2. CSA A23-2-14A, 37
 - 2.1.2.1. Instrumentos, 38
 - 2.1.2.2. Probetas de ensayo, 38
 - 2.1.2.3. Materiales, 38
 - 2.1.2.4. Dosificación del hormigón, 38
 - 2.1.2.5. Preparación de los prismas de hormigón, 38
 - 2.1.2.6. Desmolde, almacenamiento y medición de los prismas de hormigón, 38
 - 2.1.3. ASTM C 1293, 39
 - 2.1.3.1. Instrumentos, 39
 - 2.1.3.2. Probetas de ensayo, 39
 - 2.1.3.3. Materiales, 39
 - 2.1.3.4. Dosificación del hormigón, 40
 - 2.1.3.5. Preparación de los prismas de hormigón, 40
 - 2.1.3.6. Desmolde, almacenamiento y medición de los prismas de hormigón, 40

2.1.4. RILEM AAR-3,	41
2.1.4.1. Instrumentos,	41
2.1.4.2. Probetas de ensayo,	41
2.1.4.3. Materiales,	41
2.1.4.4. Dosificación del hormigón,	41
2.1.4.5. Preparación de los prismas de hormigón,	42
2.1.4.6. Desmolde, almacenamiento y medición de los prismas de hormigón,	42
2.2. Método acelerado de la barra de mortero,	43
2.2.1. IRAM 1674,	43
2.2.1.1. Acondicionamiento,	43
2.2.1.2. Muestreo y preparación de las probetas,	44
2.2.1.3. Procedimiento,	44
2.2.2. CSA A23-2-25A,	45
2.2.2.1. Acondicionamiento,	45
2.2.2.2. Muestreo y preparación de las probetas,	45
2.2.2.3. Procedimiento,	46
2.2.3. ASTM C 1260,	46
2.2.3.1. Acondicionamiento,	47
2.2.3.2. Muestreo y preparación de las probetas,	47
2.2.3.3. Procedimiento,	47
2.2.4. RILEM AAR-2,	47
2.2.4.1. Acondicionamiento,	48
2.2.4.2. Muestreo y preparación de las probetas,	48
2.2.4.3. Procedimiento,	49
3. Análisis comparativo de los métodos,	49
3.1. Síntesis de los métodos del prisma de hormigón,	49
3.2. Síntesis de los métodos acelerados de la barra de mortero,	51
4. Conclusiones,	52
5. Bibliografía,	53

Capítulo 3

Antecedentes experimentales del LEMIT (Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica),	56
---	-----------

1. Introducción, 56
2. Ensayos normalizados, 57
 - 2.1. Método de la barra de mortero IRAM 1637 (ASTM C 227), 57
 - 2.2. Método acelerado de la barra de mortero IRAM 1674 (ASTM C 1260), 75
 - 2.3. Método del prisma de hormigón IRAM 1700 (ASTM C 1293), 85
3. Otros ensayos, 92
4. Conclusiones, 93
5. Bibliografía, 96

Capítulo 4

Experiencias realizadas con agregados de diferentes procedencias, 98

1. Introducción, 98
2. Agregados utilizados: Clasificación petrográfica, 99
3. Evaluación de los agregados con distintos métodos de ensayos, 103
 - 3.1. Método acelerado de la barra de mortero IRAM 1674 (ASTM C 1260), 103
 - 3.1.1. Materiales, 103
 - 3.1.2. Resultados, 103
 - 3.2. Método del prisma de hormigón IRAM 1700 (ASTM C 1293), 106
 - 3.2.1. Materiales, 106
 - 3.2.2. Resultados, 106
4. Comparación de resultados entre métodos de ensayo, 108
5. Conclusiones, 114
6. Bibliografía, 115

Capítulo 5

Consideraciones finales, 117

1. Conclusiones, 117
2. Estudios futuros, 120

Capítulo 6

Referencias bibliográficas, 121

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quisiera recordar al Ing. Oscar Batic, a casi dos años de su fallecimiento como así también destacar la dedicación como Investigador, docente y profesional de la Tecnología del Hormigón y especialmente los estudios sobre la Reacción Álcali – Sílice.

Quiero expresar mi agradecimiento a mis directores Ing. Oscar Batic e Ing. Fabián Irassar por todo el conocimiento, colaboración y dedicación que me han brindado, en el transcurso del desarrollo de este trabajo de investigación.

Al Director del LEMIT, Ing. Luis Traversa, por posibilitar la realización del Magíster en Tecnología y Construcciones de Hormigón, permitiendo de esta manera perfeccionar mi formación académica.

Quiero dedicar esta maestría a mi esposa Mariana, a mis hijos Sofía y Donato, a toda mi familia y amigos.

RESUMEN

En la última década, el volumen de hormigón utilizado en distintos tipos de estructuras, principalmente pavimentos, aumentó considerablemente por motivos técnicos y económicos. Efectivamente se han reactivado algunos yacimientos de agregados que fueron cerrados oportunamente por falta de demanda y abierto algunos nuevos para cubrir nuevas necesidades. Esto ocurre en la zona de la Provincia de Buenos Aires (Olavarría, Azul, Tandil), Comodoro Rivadavia, Viedma, Entre Ríos y Corrientes. En el LEMIT se ha estudiado el comportamiento de algunos de estos agregados frente a la RAS

El área de la temática, está incluida dentro de la durabilidad de estructuras de hormigón. Está orientada a la evaluación de los materiales componentes del mismo, en nuestro caso, los agregados finos o gruesos, evaluando la reactividad alcalina potencial de los mismos. La tesis incluye una descripción de los distintos métodos de ensayo, la recopilación de información de los resultados de expansión de muestras procedentes de distintas regiones de Argentina, desde 1965 a la fecha, obtenidos principalmente en barras de mortero y prismas de hormigón por métodos normalizados según IRAM. Además, para un grupo de agregados de diversa mineralogía y procedencia, se evalúa la reactividad alcalina potencial utilizando diferentes metodologías de ensayo que son de aplicación en la actualidad.

La tesis es un aporte a la evolución de los métodos y sus modificaciones, como así también a los cambios que se pueden realizar para una mejor interpretación de los resultados, desde el punto de vista de los límites propuestos en la normativa actual, ya sea en el valor o en el tiempo de ensayo. También se informa el estado en que se encuentran algunas obras de hormigón que se construyeron con materiales que fueron estudiados previamente y otras que no cuentan con estos antecedentes.

ABSTRACT

In the last decade, the amount of concrete employed in various types of structures, particularly pavements, was greatly increased due to technical and economical reasons. Indeed, some aggregates deposits that were closed due to lack of demand have been reactivated, and some new ones were opened to meet new needs. This occurs in the area of the Province of Buenos Aires (Olavarría, Azul, Tandil), Comodoro Rivadavia, Viedma, Entre Ríos and Corrientes. The behavior of some of these aggregates against ASR (alkali-silica reaction) had been previously studied in LEMIT.

The subject area refers to the durability of concrete structures. Its aim is the evaluation of potential alkali reactivity of coarse or fine aggregates, as component materials of concrete. This thesis includes a description of the different test methods, and data collection of expansion results in samples from several regions of Argentina, from 1965 until today, obtained mainly by applying the mortar bars and concrete prisms standard method according to IRAM. Furthermore, for a set of aggregates of different mineralogy and origin, potential alkali reactivity was evaluated employing several currently applicable test methodologies.

The thesis contributes to the evolution of methods and their modifications, as well as to the possible changes for a better interpretation of the results, from the point of view of the limits proposed by the current regulations, either about value or test time. It also contains information about the present condition of several concrete works, some of them built with previously studied materials.

OBJETIVOS GENERALES

El objetivo general de la tesis es estudiar los métodos de ensayo disponibles para evaluar la potencial reactividad de los agregados.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

En particular analizar antecedentes del LEMIT desde 1965 a la actualidad, resultados de distintos métodos de ensayo y la normativa vigente para evaluar la reactividad de los agregados.

Además estudiar distintos tipos de agregados de la República Argentina con los métodos normalizados y en función de su mineralogía proponer algunas modificaciones que se pueden realizar a los métodos de ensayo para futuras actualizaciones de las normativas, principalmente agregados graníticos de la Provincia de Buenos Aires.