

## Conclusiones

### I. OBRAS MARITIMAS

#### 1. Métodos de ensayo

- 1.1. Los métodos de ensayo, como las especificaciones, deben referirse a productos terminados, es decir, al cemento y no a productos en fase intermedia de proceso como es el clínker.
- 1.2. Todo intento encaminado en tratar de dar con un procedimiento o método de laboratorio, que permita determinar con cierta anticipación la aptitud del cemento a un medio agresivo, se impone. No obstante y persuadidos de la dificultad que el mismo encierra, persiguiendo el que presentara una proyección general, aún cuando menos ambiciosa, nos conformaríamos de que tuviera una aplicación más específica y acorde con el medio agresivo. En este sentido propugnamos el Merriman, modificado por García de Paredes con sulfato sódico, para los resistentes al agua de mar y el de Anstett, para aguas selenitosas.
- 1.3. Deberá estudiarse la posibilidad de dar entrada a métodos científicos modernos para el cálculo de la composición mineralógica de los cementos, basados en el instrumental científico que actualmente se dispone y más aún, cuando como ahora, se establecen limitaciones en su composición mineralógica. Además que es muy lamentable de que, ante deficiencias determinadas y reconocidas, se basen, precisamente en éstas, unas especificaciones que, por su inexactitud y falsa interpretación, puede significar la eliminación de cementos de calidad reconocida.

#### 2. Medio ambiente

- 2.1. Requiere se establezca una especificación concreta acerca del particular, procurando sean considerados todos los medios que con un carácter más práctico se prodigan más, indicando en cada uno de ellos, si es posible, el límite máximo a partir del cual no es recomendable el empleo del cemento.
- 2.2. Deberá eludirse de que aquélla abarque de una forma exhaustiva todos los productos de orden químico mineral y orgánico, por considerar, harto suficiente, que éstos queden referidos a: agua de mar, terrenos y aguas selenitosas, sulfatadas y puras.

#### 3. Cementos

- 3.1. Llevados de una mentalidad simplista, pero inminentemente práctica, se impone la facilitación, por parte del fabricante, de una información y documentación acorde y con arreglo a las posibilidades que ofrecen los cementos que actualmente se fabrican con relación a su posterior aplicación.

- 3.2. En este sentido deberán considerarse, en su más amplio concepto, a los cementos puzolánicos y a los de escorias, como verdaderos cementos resistentes a medios agresivos y, sobre todo, después de haber acreditado en más de una ocasión su resistencia al agua de mar y selenitosas, sin haber tenido que recurrir a la fabricación de clínkeres especiales.
- 3.3. Es fundamental que a los cementos portland, además de las limitaciones del  $AC_8$  en 8 y 5 %, y en especial a este último, se le fije un máximo de 20 %, la suma de  $AC_8$  y  $AFC_4$ .
- 3.4. Independientemente de su resistencia química, que es su característica predominante, no deberán omitirse sus resistencias mecánicas, debiendo cumplir con un mínimo de  $350 \text{ kp/cm}^2$  a los 28 días.

#### **4. Hormigones**

Estando como estamos persuadidos de que gran parte de la durabilidad de un hormigón, e independientemente de la calidad del cemento, influye de una forma patente su edad, mejor dicho, la impermeabilidad y resistencia mecánica en el momento que se produce la toma de contacto con el medio agresivo, así como en el transcurso de su posterior convivencia, nos induce a que debamos considerar dos vertientes:

##### *4.1. Cuando el hormigón se realiza "in situ"*

En este caso como la toma de contacto es inmediata, se requiere adoptar todas las medidas preventivas que están dictadas al particular: encofrados estancos —independientemente de que éstos se consideren recuperables o perdidos—, empleo de un cemento especial e idóneo, dosificación mínima de cemento de  $400 \text{ kg/m}^3$ , áridos con una granulometría convenientemente estudiada, relación a/c inferior al 0,5, que sea vibrado, así como debidamente curado.

##### *4.2. Para el caso que se trate de prefabricados*

La diversidad existente aún dentro de las obras marítimas: escolleras, rompeolas, muelles de un puerto protegido, etc., permite que en algunos casos pueda emplearse un portland normal, es decir, que su calidad sea resistente al agua de mar. No es un requisito riguroso a cumplir; en cambio, lo que no se podrá eludir, es de que se cumpla con todo lo relativo a la buena práctica y ejecución del hormigón y que ha sido expuesto en el apartado anterior.

## **II. OBRAS SUBTERRANEAS**

### **1. Propuesta de conclusiones**

- 1.1. Para que exista ataque químico en el hormigón, es condición necesaria que en el terreno haya agua, que ésta sea agresiva y esté o pueda estar en movimiento permanente.
- 1.2. No es suficiente analizar la composición química del terreno y habrá que extenderla a las aguas subterráneas.

- 1.3. En los análisis químicos deben determinarse los contenidos en  $\text{SO}_4$ ,  $\text{CO}_2$  libre,  $\text{CO}_3\text{H}$ , Mg, Cl, y Na, junto con el valor del pH.
- 1.4. La elección del tipo de cemento ha de basarse en la composición del agua que estará en contacto con el cemento, geometría de la estructura y su entorno, situación del nivel piezométrico con sus variaciones y gradientes y permeabilidad del terreno.
- 1.5. La primera y obligatoria defensa contra el ataque químico, es la ejecución de un buen hormigón con el tipo de cemento adecuado: compacidad y falta de contaminación en el árido, en el agua de amasado o en la masa durante un proceso de puesta en obra.
- 1.6. El ataque físico más frecuente es el motivado por corrientes eléctricas parásitas naturales. Este ataque deberá comprobarse siempre que el terreno próximo e inmediato tenga elevada conductividad, lo que normalmente exige la presencia de agua y sales.
- 1.7. Para defenderse de los ataques mecánicos, se precisa un estudio geológico y geotécnico detallado en las zonas donde pueden originarse asientos y hundimientos bruscos del terreno.

### **III. OBRAS URBANAS, AGRICOLAS, ETC.**

1. Promover una mejor investigación sobre la reactividad de los distintos tipos de áridos con la pasta de cemento.
2. Investigar la mayor o menor facilidad de desarrollo de musgos y líquenes sobre hormigones, en función del tipo de árido y cemento. Las sustancias segregadas por ellos son fuertes agentes agresivos.
3. Estudio de la variación de porosidad que se produce en hormigones encofrados con elementos metálicos y de madera.
4. Estudio de la influencia de una microfisuración por los diferentes coeficientes de dilatación de los áridos y la pasta de cemento.
5. Llamada de atención a pensar en los puentes térmicos que se producen en muchos elementos por causa de condensaciones permanentes, agravadas muchas veces por la existencia de un enlucido de yeso.

### **IV. OBRAS HIDRAULICAS**

Dadas las características específicas de las obras hidráulicas, en contacto permanente con aguas y terrenos, los problemas que afectan a la durabilidad del hormigón deben cuidarse con la máxima atención.

El control riguroso de los materiales a emplear, el estudio de las obligaciones adecuadas y la puesta en obra y curado han de cuidarse al máximo, ya que el hormigón va a estar en contacto con el agua, que siempre es capaz de difundir los agresivos.

### **V. CORROSION DE LAS ARMADURAS**

1. Necesidad de cuidar al máximo todos los detalles, desde el proyecto y cálculo del hormigón, hasta la conservación del mismo, pasando por la idoneidad de los materiales y la buena ejecución, para prevenir la corrosión y sus consecuencias.

2. Prestar atención especial a los áridos no aptos —arenas de playa— cuyo empleo inadecuado es causa de muchos problemas.
3. Interés por métodos prácticos —hoy día en fase de laboratorio— que permitan medir la corrosión y prever sus consecuencias.
4. Esperanza en el desarrollo de productos que, de manera eficaz, inhiban o atenúen el fenómeno de la corrosión metálica de armaduras sin perjudicar al hormigón.

#### **VI. COLEGIO DE ARQUITECTOS DE CATALUÑA Y BALEARES Y COLEGIO DE APAREJADORES Y ARQUITECTOS TECNICOS DE CATALUÑA. CONCLUSIONES DE LAS JORNADAS**

1. Es imprescindible que las normas de ensayo vigentes para comprobar la idoneidad de los áridos que se pueden emplear en el hormigón sean complementadas cuanto sea necesario, a fin de conseguir que puedan ser detectada y medida correctamente una serie de compuestos perjudiciales que hoy se le escapan.
2. Que se pongan todos los medios necesarios para que los áridos utilizables en hormigones tengan norma clara de obligado cumplimiento.
3. Trasladar a los Organismos competentes la inquietud existente para tratar de adoptar una normativa que recoja problemas de toda índole, insuficientemente considerados en el momento actual.

#### **VII. PONENCIA: NORMAS Y ENSAYOS**

Ante la necesidad de reunir valores, comprobados en la práctica, que se puedan ofrecer a las entidades oficiales encargadas de la normalización de instrucciones relativas a la durabilidad del hormigón, se propone la convocatoria de reuniones frecuentes de técnicos interesados en los problemas que presenta la mencionada durabilidad.