

DR. IVAN MEDGYESI

B I O G R A F I A

El Dr. Ivan Medgyesi nació en Budapest, Hungría en 1929.

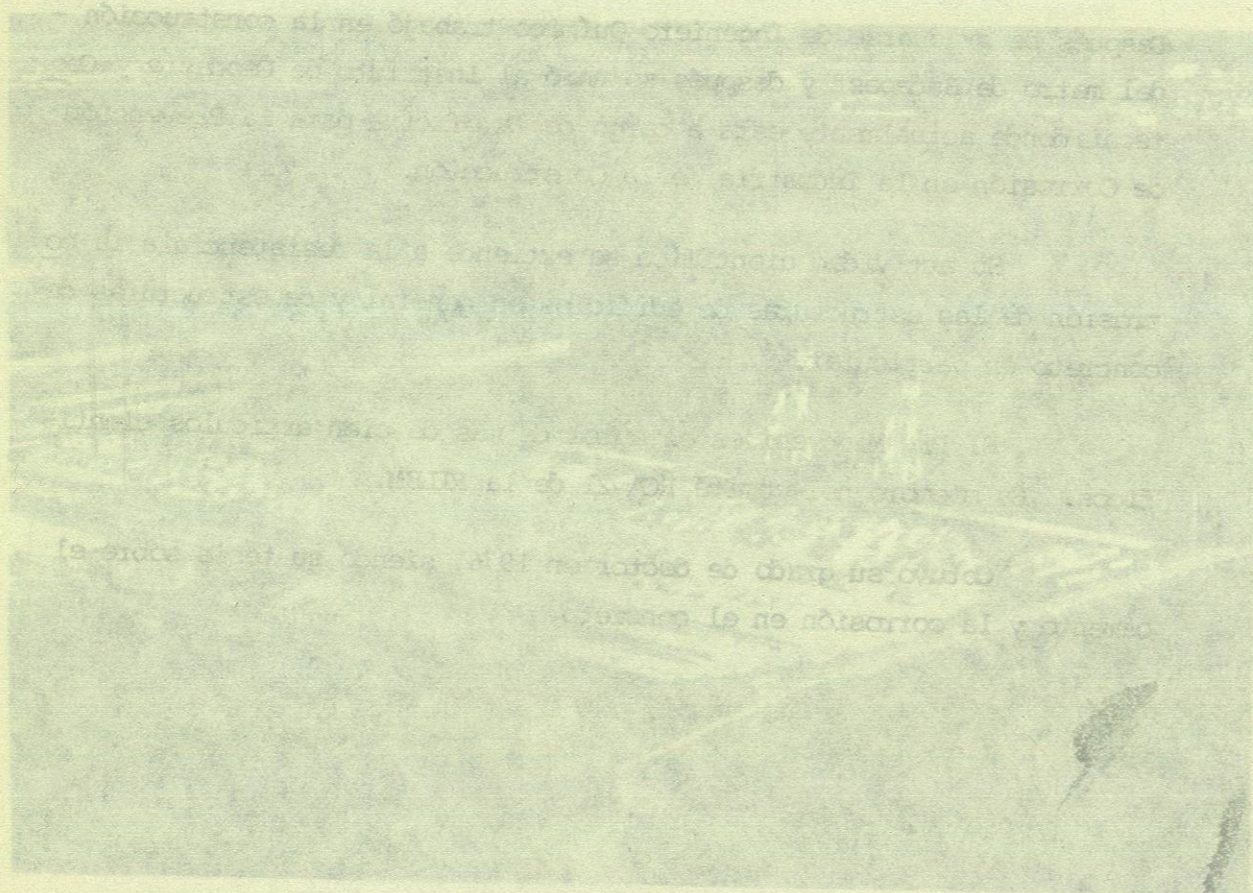


Fig. 1.- Malla para chancar líquidos, Malla C. Puerto de Malabar, 1967.

## RESULTADOS RELACIONADOS CON LA RESISTENCIA A LA CORROSION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO EN CONTACTO CON UN MEDIO ALTAMENTE AGRESIVO.

DR. I. MEDGYESI\*

### RESUMEN

Algunas estructuras de concreto simple y concreto reforzado están apoyadas en el suelo, en aguas subterráneas o corrientes y por consiguiente deben estar protegidas contra el efecto perjudicial de este medio. Aunque los daños por la corrosión fueron observados desde los primeros años de este siglo, ningún método general aceptado ha sido desarrollado para determinar la acción agresiva del medio ambiente, ni la forma ni medios para proteger las estructuras contra la corrosión.

En la mayoría de los países existen varias reglamentaciones para determinar los métodos de protección. Aunque algunos países del COMECON y la ISO están trabajando sobre normas internacionales, no puede esperarse un acercamiento dentro de un tiempo razonable. El objetivo más controversial, es la acción agresiva de los suelos. En contra del contenido de los iones de sulfato de las aguas subterráneas.

Mientras tanto apoyándose en la experiencia local, las especificaciones húngaras, aceptan el primer tipo de protección, (basado en la calidad del concreto) para aguas subterráneas con un contenido máximo de sulfato de 6,000 mg/l y prescriben tomar medidas secundarias (externas) de protección, solamente arriba de este valor los anteproyectos señalados por las normas internacionales establecen este límite en 500 mg/l.

Cabe mencionar que en Hungría del 90 al 95% del agua subterránea con tiene iones de sulfato arriba de 500 mg/l, y cerca del 15% de la misma tiene contenidos de sulfato que exceden de 6,000 mg/l (Medgyesi, 1969).

Una dificultad adicional para concordar, consiste en el hecho de que la resistencia a la corrosión del concreto, se determina de acuerdo a la tecnología de hace más de medio siglo y en principios basados en la resistencia a la compresión y la porosidad del concreto joven. Estas clasificaciones, sin embargo presumen que mayor es la resistencia a la corrosión entre menor sea la relación agua cemento y mayor el contenido de cemento del concreto.

\* Graduado en (Ing. Ciencias Químicas) I.C.Q., Miembro del Instituto de Geodesia y Geotecnia de Hungría, donde está a cargo de la Oficina de Prevención de Corrosión en la Ind. de la Construcción. Autor de más de cien artículos científicos. Miembro del Comité de Trabajo 21 RCA de Rielm. Dr. en Ingeniería (1976).

Con la aplicación de la tecnología moderna del concreto (bombeado, pre-mezclado, etc.) los requerimientos no pueden ser siempre logrados para la actual resistencia a la corrosión. Es aún más importante que el grado de saturación por los fluidos agresivos contra el riesgo de la corrosión, dependa de la porosidad de concreto solidificado y no de la del concreto joven (Medgyesi - 1980).

Fue iniciada una extensa investigación en Hungría varias décadas atrás, hacia el objetivo de la evaluación de la resistencia a la corrosión de los concretos. Las primeras series de ensayos de exposición, se realizaron en cinco áreas con aguas subterráneas de distinta agresividad, se iniciaron en 1965 y fueron concluidas en 1975. Estas contribuyeron a la aclaración de las leyes que regulan la resistencia a la corrosión del concreto húmedo, habiéndose determinado lo siguiente:

- El criterio de los cementos relativamente resistentes a los sulfatos (Con respecto al contenido de  $C_3A$  en la escoria de fundición).
- El uso de los cementos resistentes a los sulfatos es necesario pero no la única solución al problema. Es determinante la composición del concreto.
- Debe utilizarse cemento resistente al sulfato en los concretos saturados o aún en los ligeramente supersaturados (hasta  $50 \text{ l/m}^3$  de lechada en exceso con relación a la de saturación).
- Los saturados o ligeramente supersaturados (deben ser aplicados en exceso arriba de los  $50 \text{ lts/m}^3$ ).
- Los concretos no saturados ( $50$  a  $70 \text{ lts}$ . menos de lechada por  $\text{m}^3$ , algunas veces son usadas con seguridad en agua subterránea baja en sulfatos (arriba de los  $1000 \text{ mg/lit}$ ).
- La duración del contacto con aguas agresivas es de una importancia determinante. La resistencia del concreto a los 14 y a los 28 días de edad es considerablemente mas alta que la de 2 días de edad (Medgyesy, 1978).

En lo concerniente en el 2o. período de las investigaciones de los experimentos se han extendido para concretos de diferentes consistencias, la composición de los especímenes, ha sido determinada en base al volumen de vacíos en el concreto fraguado, el cual depende de la cantidad (agua+cemento) del concreto fraguado y de los agregados, de la cantidad de agua evaporada del concreto y de la efectividad de compactación. Para los experimentos se utilizó un solo tipo de cemento portland (S100) calificado como de grado moderado a los sulfatos, fueron producidas 5 mezclas de consistencia estandar con 5 tipos de agregados (Ver el apéndice 1) con 3 diferentes relaciones de lechada de cemento (saturado, no saturado y sobresaturado) lo cual permitió obtener 56 fórmulas diferentes y el mismo número de especímenes con porosidades diferentes (Ver la

Tabla 1).

En consecuencia con ciertas limitaciones se estableció un campo experimental simple y los especímenes fueron sumergidos en aguas subterránea con un contenido de sulfatos de  $4,000$  a  $6,000 \text{ mg/lit}$ . Los especímenes fueron removidos anualmente para inspección visual y sujetos a pruebas de estabilidad sónica.

Para las observaciones de daños (Ver la Tabla II).

Los resultados, dependiendo de la lechada en los agregados y la porosidad de los especímenes fueron recopilados en la Fig. I.

En base a 3 años de observación fué establecido que los concretos no saturados se deterioran incluso los de consistencia húmeda los cuales no sobrevivieron el límite inferior de  $11.5\%$  de porosidad.

Los concretos saturados no sufren daños, en una porosidad que está por debajo del  $12.5\%$  lo cual puede ser asegurado hasta con una consistencia plástica ligera. En los concretos supersaturados no se forma deterioro en porosidades más bajo del  $15\%$  el cual nos permite la aplicación de concretos plásticos, en donde el caso de los concretos supersaturados y los saturados la máxima porosidad es de  $15$  y  $16.5\%$  respectivamente. Arriba de este valor los concretos llegan a ser destruidos sin ninguna excepción.

También es determinante la demanda de lechada y de agregados, con la misma consistencia, por consiguiente la porosidad que va con ella, bajará la posibilidad de causar daños. Debe de notarse también, que con el mismo agregado y la misma consistencia los concretos supersaturados requieren sustancialmente proporciones de concreto más altas.

La Fig. II nos muestra los valores límite en los cuales el peligro de corrosión puede ser esperado, como función del contenido de cemento y de la porosidad. Sobre esta base es posible seleccionar la proporción de mezclas y fórmulas, las cuales sin tomar en cuenta otros factores, permiten dar concretos resistentes a la corrosión con la aplicación de cemento portland de grado S-100.

Los resultados de las investigaciones nos permiten establecer lo siguiente.

- Sobre los límites de grados de cementos, la resistencia a la corrosión de concretos depende también del volumen de vacíos en concreto ya fraguado pero sin considerar el tipo de estabilidad del concreto.
- Si la técnica del mezclado es conocida, el volumen de vacíos puede ser diseñada opcionalmente. El volumen de vacíos del concreto depende la demanda de lechada de los agregados. Así, con las partículas más grandes del número D, es necesario aplicar un agregado de módulo de finura no tan diferente del valor de  $m_0$ . (preferentemente  $mm_0$ ).