



---

## BIBLIOGRAFIA

---

### Resistencia de hormigón fabricado con árido grueso de hormigón chancado

HANSEN, T.C. y NARUD, H. Strength of recycled concrete made from crushed concrete coarse aggregate. *Concrete International*, vol. 5, n° 1 (enero 1983) pp. 79-83.

El árido grueso que se usó en estas experiencias provenía de tres tipos de hormigón que se prepararon previamente y después de 38 días de curado acelerado se chancaron y se acomodaron a una granulometría aproximadamente igual a la del árido con que se prepararon los hormigones originales. Los tres tipos eran de alta resistencia, resistencia corriente y baja resistencia. Con estos áridos reciclados se prepararon hormigones con dosificaciones equivalentes a las de los tres tipos anteriores.

Se analizó la resistencia de los hormigones reciclados, así como las características de esos hormigones en estado fresco, la granulometría de los áridos chancados y la cantidad de mortero antiguo que quedaba adherido a cada una de las fracciones del árido reciclado.

Se encontró que la cantidad de agua necesaria para obtener un determinado descenso de cono era algo mayor que en hormigón con árido normal y en consecuencia el consumo de cemento aumentaba.

Los resultados más importantes fueron que la resistencia a la compresión del hormigón reciclado queda determinada fundamentalmente por la calidad del hormigón del que provienen los áridos, manteniendo constante los otros factores. Si la razón agua-cemento del hormigón original es igual o menor que la del hormigón reciclado, la

resistencia obtenida puede ser igual o mayor que la del hormigón original y vice versa.

No hay problemas en producir hormigones de calidad uniforme de resistencias bajas. Pero, puede haber dificultades prácticas para hormigones de resistencias corriente o alta si los áridos reciclados no son de calidad uniforme, porque, entonces, las grandes variaciones de resistencia a la compresión que se pueden esperar para tales hormigones haría difícil y caro cumplir las exigencias estadísticas de las normas.

Por último, la gran cantidad de mortero original adherido a los áridos reciclados puede tener efectos inconvenientes en las propiedades de deformación de los hormigones reciclados, como elasticidad, retracción por secado, fluencia lenta y tal vez también durabilidad.

### Alabeo de losas de hormigón armado debido a retracción.

ABDUL-WAHAB, H.M.S. y JAFFAR, A. S. Warping of reinforced concrete slabs due to shrinkage. *Journal of the American Concrete Institute*, Proceedings vol. 80, n° 2 (marzo-abril 1983), pp. 109-115.

En los últimos años ha despertado creciente interés el problema del alabeo de elementos estructurales de hormigón armado, cuya causa principal es la retracción del hormigón en sección no simétrica.

Este trabajo analiza el problema del alabeo de piezas delgadas de hormigón armado debido a retracción diferencial, tanto con

armadura excéntrica como sin ella, y considera la posibilidad de reducir o aun eliminar el alabeo por el uso de tal armadura.

Se llega a la conclusión de que es posible eliminar el alabeo en losas que se secan desde una sola cara, como las losas de pavimentos, usando armadura cercana a la cara expuesta en cuantías que dependen del plazo posterior a la colocación del hormigón en que se desea eliminar el alabeo.

La armadura excéntrica cercana a la cara no expuesta, muy frecuente en las estructuras, agrega un alabeo adicional al de la contracción diferencial.

El alabeo por retracción de elementos de hormigón armado con doble armadura depende de la cuantía de acero arriba y abajo, pero también de la relación entre ambas. También se puede eliminar el alabeo en ellos ajustando esa relación.

El método teórico que se propone en este trabajo puede usarse para predecir con bastante exactitud el alabeo de elementos de hormigón armado producido por la retracción. Las deflexiones por retracción pueden ser muy importantes en algunos elementos estructurales y es por eso que se justifica que se busquen procedimientos de cálculo que permitan prevenirlas.

## Control de la calidad del hormigón en obra

BOUYAT, Ch. Contrôle de la qualité du béton sur chantier. *Annales de L'Institute Technique de Bâtiment et des Travaux Publics*, nº 412.

Serie Beton 213, febrero 193, 59 pp.

El hormigón es un material cuya calidad se desconoce en el momento en que se prepara o se coloca y sólo se puede medir varios días después de haberse confeccionado. En este aspecto es diferente a los demás materiales de construcción, que pueden ensayarse antes de ser usados.

Ha habido muchos esfuerzos por dar con procedimientos para conocer o predecir la calidad del hormigón a corto plazo y los que gozan de más favor son los que se basan en el análisis de la composición del hormigón fresco.

En este trabajo se expone un conjunto de técnicas y se describen unos aparatos que permiten decir inmediatamente, en la obra misma, si el hormigón entregado debe ser aceptado o rechazado, sin esperar el resultado de los tradicionales ensayos a 28 días.

El método de control preventivo propuesto comprende tres componentes.

1. Un aparato que controla en forma automática y continua la consistencia del hormigón a medida que se va vaciando. Es una sonda metida en la corriente de descarga, que simultáneamente mide y registra la presión en la punta y el esfuerzo de frotamiento del hormigón al escurrir -ambos relacionados con la consistencia- el espesor de la vena y la velocidad de escurrimiento.
2. Un método de control de la granulometría del hormigón, que entrega resultados en menos de 10 minutos. Consiste en una columna de tamices a través de la cual se tamiza, por vibración y bajo chorro de agua, una muestra del hormigón. La vibración se continúa por algunos minutos después de cortar el chorro de agua. En estas condiciones, el contenido de agua de cada fracción del árido se estabiliza y puede descontarse de las pesadas sucesivas que dan la cantidad de material retenida entre tamices.

3. Un procedimiento de control de los suministros sucesivos de hormigón, en el cual se tienen en cuenta las informaciones previas obtenidas en la central de mezclado y los controles efectuados desde el comienzo del hormigonado. Esta es la etapa operatoria del sistema, en que los resultados de los punto 1 y 2 se cotejan con los dominios de aceptabilidad del hormigón de que se trata.

En el hecho este procedimiento da una respuesta casi inmediata sobre si el hormigón es bueno, en el sentido de que tiene la composición y la consistencia solicitadas, o no lo es.

### Ensayos de compresión y de agrietamiento de hormigón.

SHRIVE, N.G. Compression testing and cracking of plain concrete. *Magazine of concrete research*, vol. 35, n<sup>o</sup> 122 (marzo 1983) pp. 19-26.

En la pasta de cemento existen siempre defectos, como poros y huecos, y por lo tanto éstos están presentes también en el hormigón. Estos defectos actúan como núcleos de concentración de tensiones y dan origen a grietas en zonas de compresión.

En este trabajo se hace un análisis teórico de la distribución de tensiones en las probetas de compresión, especialmente en torno a huecos esféricos, tomando en cuenta que las máquinas de ensayo imponen condiciones de desplazamiento y no de carga uniforme.

Se encuentra que el campo de tensiones que se crea alrededor de los huecos permite explicar el patrón de agrietamiento que se produce en la rotura del hormigón.

Varios hechos conocidos empíricamente encuentran también explicación dentro del marco de este análisis. Así, llenar los huecos con materiales que adhieran a la pasta de cemento necesariamente aumenta la resistencia del hormigón porque se reducen las tensiones de tracción inducidas (casos de impregnación con azufre o polímeros). El aumento del número de huecos en la pasta de cemento (aumento de razón agua-cemento) o en los áridos (áridos porosos) tiende a reducir la resistencia del hormigón y lo inverso ocurre al remover los huecos. En condiciones de tensión se deben esperar variaciones en la resistencia del hormigón debido a que las tensiones de tracción inducidas en los huecos varían: aumentan cuando aquellas son de tracción y viceversa. Los áridos afectan las tensiones localmente; el efecto que producen puede aumentar la probabilidad de que se inicien grietas cerca de las partículas de áridos, y también la probabilidad de que tales grietas se propaguen a lo largo de las interfaces árido-pasta.

Se sugiere, además, que, puesto que la mecánica de fractura ha dado buenos resultados en el análisis del comportamiento de otros materiales heterogéneos no frágiles, puede esperarse que sea posible una aplicación adecuada y un mejor desarrollo de los métodos de la mecánica de fractura al hormigón en tracción, compresión y particularmente a cargas cíclicas.

### Agrietamiento, recubrimiento y corrosión de las armaduras.

BEEBY, A.W. Cracking, cover and corrosion of reinforcement. *Concrete International*, vol. 5, n<sup>o</sup> 2 (febrero 1983), pp. 35-40.

Un análisis de las normas de varios países para evitar la corrosión de las armaduras hace ver que no hay concordancia sobre el espesor del recubrimiento, calidad del hormigón y abertura aceptable de grietas que deben especificarse. En este trabajo se intenta establecer la importancia relativa de estos factores sobre la base de los resultados de ensayos de exposición realizados en muchos países. Se concluye que la abertura de las grietas tiene mucha menos importancia para el avance de la corrosión de la que se ha supuesto generalmente y que los parámetros significativos son el espesor del recubrimiento y la calidad del hormigón.

Se discute la posibilidad de un enfoque más racional para el control de la corrosión, el que debería basarse en tres aspectos: un modelo del proceso de corrosión; criterios que definan el límite de corrosión aceptable, y elementos para definir la corrosividad de un medio. Respecto al primero, parecería que la corrosión es un proceso de dos fases. Una fase inicial que dura hasta que se destruye la pasividad del hormigón y una fase activa en que se produce la corrosión hasta alcanzar el límite tolerable. Las investigaciones realizadas han indicado qué factores influyen en la duración de cada una de las fases, pero todavía no se ha

llegado a la etapa cuantitativa.

El límite aceptable de corrosión sigue siendo un tema de opinión abierta y generalmente se relaciona con la pérdida de sección transversal de las barras, aunque puede que este no sea el criterio único y a veces es engañoso. Puede suceder que una vez que salte el recubrimiento, al comienzo de la corrosión activa, se acelere ésta en tal forma que la vida útil de la armadura quede rápidamente truncada.

La corrosividad del ambiente tiene por factores determinantes la presencia de cloruros, la temperatura y la existencia de humedad. La influencia conjunta de la humedad relativa y la temperatura ha sido estudiada experimentalmente en laboratorios para condiciones ambientes estables y hay bastante información sobre ella. Falta en cambio un mejor conocimiento de la influencia de ciclos de humedecimiento, que se sabe son los que dan lugar a los mayores riesgos de corrosión.

En definitiva se concluye que falta mucha información todavía para poner a punto el enfoque racional.

### Diseño estructural de túneles.

RIVERA, G. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, diciembre 1982.

Este trabajo presenta las bases para el diseño de soportes de túneles. En su primera parte describe el problema general, esto es, los modelos básicos de comportamiento, las variables involucradas, las soluciones adoptadas y las técnicas empleadas en la construcción.

En la segunda parte de este trabajo se obtienen criterios preliminares de diseño para las rocas más comunes del yacimiento "El Teniente", basándose en clasificaciones geotécnicas y en criterios teóricos simples.

Estos resultados se enriquecerán con la recopilación sistemática de información de labores ajustadas y con investigaciones prácticas apoyadas en modelos teóricos adecuados. Es importante reconocer que no se puede prescindir de la experiencia.

Para resolver adecuadamente el problema de soporte de túneles, todavía es necesario desarrollar más investigación en terreno, especialmente en minería, mayor comunicación entre especialistas y un efectivo apoyo entre la Universidad y la Industria.

Este trabajo fue realizado en IDIEM y dirigido por el profesor Mauricio Poblete R.

### Resistencia al fuego de elementos de construcción.

OTTONE, J. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de Chile, Santiago, diciembre 1982.

En el presente trabajo, se han determinado en forma experimental las resistencias al fuego de elementos de uso frecuente en la construcción de edificios.

Los ensayos se realizaron bajo la norma ISO 834, en un horno térmico capaz de generar temperaturas similares a las que se producen durante un incendio real, perteneciente al Laboratorio de Incendios que el IDIEM posee en la Planta Experimental de Cerrillos. En este horno se ensayan elementos verticales de tamaño natural y, por el momento, sin carga mecánica.

Además se hicieron ensayos en un horno térmico de dimensiones reducidas, obteniéndose una correlación sólo respecto a la transmisión térmica.

Como resultado, se concluye la necesidad de estudiar un conjunto de normas chilenas sobre los ensayos de resistencia al fuego para unificar criterios al respecto.

Este trabajo fue realizado en IDIEM y dirigido por el profesor Gabriel Rodríguez.