
BIBLIOGRAFIA

Hormigón colocado bajo agua

CUR. Gewapend onderwaterbeton, *Rapport 102*, agosto 1981, 97 pp.

Se describe una investigación relacionada con los métodos de preparación y con las características de los materiales para hormigón armado colocado bajo agua. A partir de estos resultados, la comisión estableció una serie de recomendaciones para el cálculo y colocación del hormigón armado bajo agua, tratando de hacerlos concordar con la norma holandesa VB 1974.

Este informe se complementa con el informe 56 CUR, sobre hormigón sin armar bajo agua.

En primer lugar se hace ver que la aplicación más importante es en radieres o losas de fundaciones de obras de arte o edificios bajo el nivel de la napa freática, cuando no es conveniente o deseable rebajarla.

La elección entre hormigón armado o simple para radier se hace por consideraciones económicas y, como se hace ver en una comparación entre ambas soluciones para el caso de un túnel, la primera puede ser sensiblemente más económica para hormigón bajo agua.

Para el estudio de las características de radieres bajo agua armados se examinaron varias obras de este tipo, a las cuales se les extrajeron testigos para determinar la homogeneidad, la resistencia a la compresión, al hendimiento y el módulo de elasticidad. Además se hicieron ensayos de arranque de barras para medir la adherencia de las armaduras con el hormigón colocado bajo agua. Estos ensayos volvieron a mostrar la gran incidencia que tienen la técnica de colocación y la experiencia del personal en la calidad del hormigón obtenido. Se

vio que, con buena técnica, se obtienen resistencias iguales a los $3/4$ de las resistencias medias de los cubos de control. En lo que respecta a la resistencia característica del hormigón colocado, la comisión llegó a la conclusión que se puede alcanzar los $2/3$ de los cubos de control. En consecuencia, hay que disminuir en esa proporción los valores de cálculo.

La relación entre la resistencia a la compresión y al hendimiento resultó ser la misma que para hormigones corrientes y los módulos de elasticidad correspondieron a los que se pueden esperar en correspondencia con la resistencia a la compresión, conforme a la norma VB 1974.

También en adherencia de barras inferiores los resultados concordaron con los de hormigones normales y con las fórmulas de la VB 1974, adoptando, eso sí, una resistencia a la tracción del hormigón reducida en la proporción indicada anteriormente.

Se concluyó que el recubrimiento de las barras debe aumentarse en estas obras, debido a las irregularidades de las caras superior e inferior de los radieres bajo agua. El aumento de recubrimiento hace aconsejable modificar la fórmula de la VB 1974 para calcular la abertura de las grietas, ya que aquella daría valores demasiado grandes.

En las recomendaciones sobre ejecución se incorporan las experiencias adquiridas en las prácticas de construcción. Se tratan los temas de pilotaje, excavación y limpieza del pozo de fundación, prefabricación de la malla de armadura y su colocación y las estructuras de soporte necesarias para este efecto. También se analiza la experiencia adquirida sobre los diferentes métodos de colocación del hormigón y sobre el control de calidad.

Se constató que el bombeo es el mejor procedimiento si se usa correctamente la manga de hormigonar la cual debe tener una compuerta de obturación. La boca del tubo debe quedar sumergida en el hormigón ya depositado de modo que el ingreso del nuevo hormigón se haga *por debajo*.

Avances en el uso de superplastificantes.

MALHOTRA, V. M. Editor. *Developments in the use of superplasticizers*. ACI Publication SP - 68, 1981, 561 pp.

Esta publicación da cabida a los 30 trabajos aceptados para publicación en las actas de la Segunda Conferencia Internacional sobre Superplastificantes en el Hormigón, organizada por el Centro Canadiense de Tecnología Minera y de Energía (CAMMET), el ACI y la División Estructural de la Sociedad de Ingeniería Civil de Canadá. Esta reunión tuvo lugar en junio de 1981, en Ottawa, Canadá.

La primera se había realizado en 1978 también en Ottawa, bajo el auspicio de las mismas instituciones y en esta segunda se tuvo el propósito de hacer una revisión de los progresos realizados en esos tres años.

Esta recopilación es utilísima porque recoge lo último que se ha hecho y pensado sobre este tema en muchos de los países que están más a la avanzada en el uso de superplastificantes: 10 de ellos están representados, con predominio de Japón, que fue el que abrió el camino al uso de superplastificantes en 1960. Sin que desmerezca su utilidad, se echa de menos en la recopilación un informe de síntesis que incluyera los avances logrados en estos tres años y los puntos seguros que se pueden dar por conquistados en la tecnología del hormigón con el uso de superplastificantes.

Los 30 trabajos cubren casi todo el campo de las propiedades del hormigón que son afectadas por estos aditivos. Así se trata en uno de ellos la influencia de los super-

plastificantes en la resistencia, la elasticidad, la retracción y endurecimiento y la fluencia lenta, a lo largo del tiempo. En otros, la reología, la resistencia a las heladas, la resistencia a los sulfatos, la segregación y la penetración de cloruros. En otros, aún, los efectos en los hormigones con fibras, en hormigones livianos, en otros hormigones especiales y en el consumo de energía.

Dosificación del hormigón

LYNDON, F.D. *Concrete mix design*. Reedición 1979, 148 pp. Applied Science Publishers Ltda. Londres.

Esta monografía está concebida como una ayuda para quienes necesitan una mejor perspectiva del tema o simplemente una guía práctica. No se trata de un enfoque nuevo sino de una forma de presentación útil y práctica de los datos existentes y de los más importantes métodos convencionales usados en Inglaterra.

Para aclarar la perspectiva se consideró conveniente bosquejar los aspectos del hormigón fresco y endurecido que tienen más relación con la dosificación.

Los datos para dosificar se presentan generalmente en forma gráfica con ejemplos que ilustran los diversos métodos abordados. Estos son: el método descrito en la Road Note N° 4 del Road Research Laboratory; métodos gráficos, aritmético y racionalizado (de Murdock) para obtener una granulometría deseada; método de granulometría discontinua; dosificación para hormigones de muy alta resistencia (sobre 75 N/mm²); dosificación para hormigón con aire incorporado; dosificación para hormigón con áridos livianos, y dosificación sobre la base de resistencia a la tracción, sea por flexión o por hendimiento.

A lo largo del texto se deja bien sentado que los valores que se entregan para los diversos parámetros tienen un carácter de primera indicación y que es necesario afinarlos con un enfoque empírico y con do-

sificaciones de prueba.

Se adopta como premisa básica la naturaleza cualitativa de las interrelaciones entre los parámetros convencionales, pero se muestra que ellas pueden usarse con propósitos cuantitativos.

Se hace mucho hincapié en la importancia que revisten algunas decisiones prácticas que hay que tomar, que son las que en definitiva conducen a una buena o mala dosificación, entre ellas están la elección de una adecuada trabajabilidad y de un grado de estabilidad apropiado de la mezcla.

Introducción a la elección de materiales de ingeniería.

HANLEY, D.P. *Introduction to the selection of engineering materials*, Van Nostrand Reinhold Company, 1980, 217 pp.

Esta obra tiene el propósito de servir de guía para elegir y especificar los materiales que se usan en proyectos de ingeniería. El problema puede dar la falsa impresión de no ser demasiado complicado, pensando en los materiales tradicionales acero y algunos metales, hormigón, madera— pero es ciertamente complejo si agregamos los elastómeros, los materiales compuestos, lo que lleva la cuenta a cientos y tal vez miles de materiales, según el criterio de clasificación, y dentro de esa complejidad es muy útil contar con una guía que ordene y agrupe los materiales con un toque de racionalidad.

Una de las clasificaciones de partida de la obra agrupa los materiales en tres clases: metálicos, intermedios y no metálicos.

En la primera clase están los metales ferrosos y los no ferrosos. En la segunda, los cerámicos, los cermets (combinaciones de cerámicos y metales), los pirocerámicos, los monocristales, los semiconductores, y los termistores. La tercera clase es la de los materiales compuestos, polímeros y elastómeros y madera.

Cada una de las clases se trata separadamente con distinto grado de desarrollo. Los ferrosos se tratan en 6 páginas y los no ferrosos, que incluyen a 28 metales diferentes, en 30 páginas. Hay una buena extensión dedicada a materiales eléctricos y para alta temperatura. Los polímeros, gomas y elastómeros se llevan más de la cuarta parte de la obra. También tienen amplio despliegue los materiales para recubrimiento y no estructurales y otros materiales, entre los que están las fibras naturales y sintéticas, los papeles, los fieltros, la madera y derivados.

Por último se describen las bases para establecer un sistema de elección computarizada de materiales que circunscriba el campo de la decisión a un reducido número de materiales, que en una primera aproximación serían los más adecuados para una determinada aplicación.

Es casi seguro que esta obra será de mucha utilidad como un punto de partida para la elección juiciosa de los materiales de ingeniería.

E.G.G.

La madera. Su estructura, propiedades y aplicaciones.

DESCH, H.E. Revisado por Dinwoodie, J.M. *Timber. Its structure, properties and utilisation*. 6ª edición, 1981, 410 pp. The Macmillan Press Ltda. Londres.

Una obra sobre un tema técnico que fue publicada por primera vez en 1938 y que entra a su sexta edición, tiene que haber sido de muy buena hechura desde la partida y eso sucede con la que estamos comentando. Después de su aparición fue corregida y aumentada en cuatro nuevas ediciones y reimpressa otras seis veces con algunos agregados y correcciones, hasta llegar a esta sexta edición. La nueva versión estaba a punto de ser elaborada por su autor, cuando éste

falleció en 1978 y la tarea fue abordada por J.M. Dinwoodie del Laboratorio de Investigaciones de Productos Forestales, actualmente Laboratorio Princes Risborough, quien tuvo amplia colaboración de varios de sus colegas porque *ninguna persona por sí sola puede escribir sobre un tema tan amplio como la estructura de la madera, sus propiedades y su utilización.*

La primera parte de la obra contiene un análisis detallado de la madera en cuatro niveles diferentes de tamaño: molecular, de estructura fina, microscópica y macroscópica con varias ilustraciones, algunas obtenidas por microscopio electrónico de transmisión o de barrido. Entre esas ilustraciones hay muchos cortes microscópicos de diversas especies con sus detalles anatómicos.

Se presenta un sistema para identificar las diversas especies basado en variaciones sistemáticas de la distribución de las características anatómicas. La tarea no es fácil si se toma en cuenta que hay más de 20000 especies de árboles madereros, aunque sólo varios cientos son comercialmente aprovechados. Hay una descripción detallada de 36 especies de madera dura con sus características observables con lente de 10 a 15 aumentos, su densidad, durabilidad, propiedades resistentes, facilidad de trabajo con herramientas, contracciones por secado, usos y fuentes de producción.

La tercera parte de la obra se refiere a las propiedades de la madera, con especial acento en las relaciones de humedad, densidad, resistencia, rigidez, tenacidad y conductividad del calor.

La última parte analiza la utilización de la madera, cubriendo los muchos factores que afectan el uso eficiente de este material. Están entre ellos el secado, la presencia de defectos naturales o inducidos, la clasificación de la madera, el ataque por insectos y hongos y los tratamientos de preservación. Por último se describen las aplicaciones más frecuentes de las maderas y de sus derivados, con indicaciones sobre la elección de las especies y de los medios de unión, sea por fijaciones mecánicas o por adhesivos.

E.G.G.

Proyección de morteros, hormigones y pastas de yeso.

RESSE, C. y VENUAT, M. *Projection des mortiers, betons y plâtres.* C. Resse y M. Venuat. editors ; 1981, Paris, 436 pp.

En este libro se exponen los conocimientos actualizados sobre hormigones, morteros y pastas de yeso proyectados, tocándose los temas referentes a las técnicas de colocación, a las aplicaciones, a las investigaciones en curso y a la reglamentación y normalización.

Consta de cinco partes. La primera de ellas se refiere a las generalidades incluyendo una reseña histórica de su desarrollo y una exposición de sus ventajas.

La segunda parte está dedicada a la proyección de morteros y comprende un análisis de los materiales que entran en la mezcla, y de las características que debe tener la pasta misma para lograr buena proyección, sea por vía húmeda. por flujo diluido. flujo denso o por vía seca. Se exponen también las aplicaciones en que resulta ventajoso proyectar morteros.

Los hormigones proyectados se tratan en la tercera parte. Se describen los métodos de proyección y se analizan las propiedades de los materiales que entran en el hormigón y de las mezclas aptas para la proyección por vía seca, por vía húmeda de flujo diluido o de flujo denso. Las aplicaciones que se consideran son las de trabajos subterráneos, farellones rocosos y taludes, reparaciones y refuerzos y hormigones refractarios. Hay un capítulo dedicado a ensayos y controles.

La proyección de pastas de yeso es el tema de la cuarta parte y se desarrolla de manera parecida a los dos anteriores. Entre las aplicaciones de más interés están los estucos interiores y exteriores y los revestimientos contra incendio.

La última parte trae una lista bibliográfica, direcciones útiles y datos prácticos.

Esta obra es de gran interés para ingenieros, arquitectos y constructores que tengan que ver con estas técnicas de coloca-

ción, que en algunos casos pueden ser la solución indicada.

Morteros epoxicos.

ANABALON, M. y PEÑALOZA, M. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, junio 1981.

En los últimos tiempos el crecimiento constante del uso del hormigón ha hecho necesario el surgimiento de materiales que lo complementan y ayuden a resolver algunos de sus problemas y debilidades. A este objetivo ha contribuido ampliamente la utilización de resinas y morteros epóxicos.

En la actualidad se hacen muchas aplicaciones de las resinas y morteros epóxicos, no en todos los casos con éxito. La razón principal de ello no es la mala calidad de la formulación epoxi empleada, sino el desconocimiento generalizado de su preparación, técnicas de aplicación y propiedades de los morteros que se obtendrán con este compuesto.

Esta investigación contempla los siguientes estudios:

Diferentes métodos de tratamientos de superficie de hormigón, para la aplicación de un recubrimiento epóxico. Estos métodos son: chorro de arena escarificado, ácido clorhídrico diluido, escobillado y fuego.

Propiedades de morteros epóxicos para diferentes relaciones resina-árido, empleando arena de cuarzo y de río y diferentes granulometrías.

Las propiedades estudiadas son: compresión, flexión, módulo de elasticidad, densidad, desgaste, absorción, dilatación térmica, adherencia y retracción.

En base a la experimentación hemos concluido que:

Para la aplicación de un recubrimiento epóxico es siempre necesario hacer una limpieza de la superficie del hormigón. Los métodos más efectivos y recomendables son: chorro de arena, escarificado y ácido clorhídrico.

Para todas las arenas existe un punto de saturación al incorporarse resina; presentándose una zona no saturada en la cual las resistencias a la compresión, flexión y módulo de elasticidad mantienen una relación lineal y creciente con la relación resina-arena, hasta el punto de saturación; y una zona saturada en la cual no hay mayor incremento en dichas propiedades comparadas con un mortero justamente saturado.

Por otra parte la resistencia al desgaste y el coeficiente de dilatación térmica crecen en la medida que se aumenta la relación resina-arena, tomando su máximo valor para la resina pura.

Este trabajo fue realizado en IDIEM y dirigido por el profesor Sr. Atilano Lamana P.

Estudio experimental sobre el comportamiento mecánico del acero estructural frente al fuego: Protecciones.

VALLEJOS, C. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, abril 1981.

El advenimiento de la construcción de edificios con estructura de acero, ha hecho aconsejable realizar un estudio experimental para investigar el modo en que se comportará este material frente a altas temperaturas originadas durante un incendio.

Mediante una serie de ensayos mecánicos efectuados en probetas de acero estructural A 37-24 ES principalmente y a diferentes niveles térmicos, se llegó a determinar una temperatura crítica sobre la cual un elemento ve disminuída peligrosamente sus propiedades resistentes.

Por otro lado, se hicieron varios ensayos de resistencia al fuego sobre probetas confeccionadas en base a materiales aislantes disponibles en el mercado nacional, tales como asbesto -cemento, volcanita y pinturas intumescentes, a los cuales se les simuló un incendio estandarizado, analizándose su

comportamiento y el grado de protección entregado a una estructura de acero; se incluye como complemento sugerencias para el modo de colocación de tales protecciones y determinar el espesor necesario.

Este es un trabajo pionero en la materia en nuestro país y servirá de base a futuras investigaciones en el horno normalizado que IDIEM está implementando en el Centro Experimental de Cerrillos.

Este trabajo se realizó en IDIEM y fue dirigido por el Prof. Gabriel Rodríguez J. Investigador de la Sección Física de la Construcción.

Análisis de excavaciones de longitud finita mediante elementos finitos.

CAMPOS, J. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile, junio 1981.

La construcción de edificios con 2 a 4 niveles subterráneos ha originado la necesidad de materializar excavaciones profundas en espacios reducidos y con estructuras colindantes existentes. Esto ha motivado problemas relacionados con la estabilidad y deformabilidad del corte vertical de suelo que limita dichas excavaciones.

La gran mayoría de estas excavaciones se materializan en el área urbana de la ciudad de Santiago por lo que se eligió el perfil estratigráfico de la *grava de Santiago*. A su vez, como sistema de entibación-socalzado, se ha elegido el de pilas rígidas de hormigón armado con tramos de suelo entre ellas no entibados, por ser el sistema comúnmente utilizado en la práctica.

El estudio de este problema se realizó mediante elementos finitos tridimensionales haciendo uso del programa de computación SAP-IV analizándose casos con diferentes longitudes libres entre pilas L y alturas de pilas H . Estos valores variaron entre:

$$H = 3.0 - 6.0 \text{ m}$$

$$L = 3.0 - 5.0 \text{ m}$$

Las propiedades mecánicas asignadas a la

grava de Santiago corresponden a valores obtenidos de estudios y experiencias anteriores. Adicionalmente se realizó un ensayo de tracción a 9 m de profundidad obteniéndose un valor de la tensión última a la tracción de 0.8 t/m^2 .

Se determinó que los máximos desplazamientos laterales se producen en el eje de simetría del frente de excavación entre pilas y que dichos desplazamientos dependen fundamentalmente de la longitud libre entre ellas.

Con respecto al empuje que actúa sobre la cara posterior de la pila éste es asimilable a una variación de tipo hidrostático con un valor del coeficiente de presión lateral del orden de 0.25 para pilas rígidas no desplazables. Este coeficiente resulta virtualmente independiente de la combinación altura-luz libre del sistema. Para pilas rígidas con desplazamientos lateral en el tope superior de 0.015% de su altura el valor de K resulta menor y del orden de 0.11.

Este trabajo fue realizado en IDIEM bajo la dirección del profesor Sr. Pedro Ortigosa.

Propiedades reológicas de pastas de cemento.

LARRAIN, J.C. y VARGAS, R. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, julio 1981.

El estudio de las propiedades reológicas de las pastas de cemento presenta singularidades que hacen necesario definir una metodología de ensayo que de por sí significa abordar una investigación aparte. Entre los factores que influyen en las propiedades de la pasta están: el método de preparación, el tiempo de espera antes del comienzo del ensayo reológico y otros aspectos de orden químico y físico que deben ser controlados rigurosamente a fin de obtener las propiedades que definen las características de la pasta.

En el presente trabajo se han reunido

los antecedentes y se ha elaborado una metodología experimental para el estudio de las pastas de cemento, enfocándolo inicialmente hacia aspectos fenomenológicos. Su objetivo es principalmente conocer las particularidades que presentan las pastas de cemento elaboradas con diferentes tipos de los cementos nacionales más usados, y tratar de determinar las curvas de fluidez correspondientes.

Los resultados obtenidos utilizando reómetro de rotación en ensayos de corte simple han permitido conocer el comportamiento fluido de suspensiones elaboradas con cuatro cementos chilenos.

Las curvas de equilibrio obtenidas se evaluaron matemáticamente, lo cual ha permitido tener un mayor conocimiento sobre algunas propiedades reológicas de cada cemento; tales como, límite de fluidez, viscosidad y velocidad de deformación angular para distintas relaciones agua-cemento.

Estos resultados permitirán en etapas posteriores analizar el efecto de cualquiera de las variables mencionadas al comienzo y correlacionar estas propiedades con la de morteros y hormigones.

Este trabajo fue realizado en IDIEM y fue dirigido por el Prof. Federico Delfín.

Influencia de los ciclos de calor con almacenamiento en atmosfera húmeda en pasta de cemento portland con talco.

RODRIGUEZ, M.R. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Santiago, julio de 1981.

Cuando el cemento portland es expuesto a temperaturas entre 450 y 600°C, se deshidrata el hidroxido de calcio que contiene, para luego rehidratarse en atmósfera de humedad natural con una expansión localizada de aproximadamente un 30%. Este proceso destruye la estructura del cemento endurecido.

En el presente trabajo se trató de eliminar el efecto mencionado, mediante un agregado que se combine con la cal, formando compuestos que no sufran ese fenómeno.

Se encontró que el mejor comportamiento frente a los ciclos térmicos, medido a través de la resistencia mecánica y de la estabilidad geométrica, se produce en la pasta que contiene un 35% de talco en peso de cemento.

En la prueba de resistencia y estabilidad, el cemento con este agregado se mostró superior a los cementos puzolánicos que se investigaron.

Este trabajo fue realizado en IDIEM bajo la dirección del profesor Sr. Pablo Kittl.

Influencia del tamaño en la probabilidad de fractura a la flexión y hendimiento de yeso y pasta de cemento.

GUNTHER, O.E. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, agosto 1981.

En este trabajo se estudió la distribución de tensiones de rotura de dos materiales frágiles: yeso y pasta de cemento compactados. Se analizó la dependencia del tamaño, mediante la teoría estadística de fractura de Weibull, con el objeto de ver si es adecuada para realizar estudios de modelo.

La investigación se realizó mediante dos tipos de ensayos de tracción indirecta: flexión y hendimiento. El propósito de esto es comparar los resultados, analizando en ambos casos la influencia del volumen en la tensión de rotura.

Se requiere conocer en forma precisa el campo de tensiones, debido a que la función probabilidad de fractura se obtiene a partir de todo el volumen. Para los ensayos de flexión se determina una corrección debido al efecto de la carga concentrada.

Se incluye un breve estudio de otros materiales frágiles: hormigón y mortero, con

el propósito de saber si sus tensiones de rotura siguen una distribución de Weibull.

Este trabajo fue realizado en IDIEM bajo la dirección del profesor Sr. Pablo Kittl.

Estudio experimental de un material compuesto cemento Portland-fibra de cobre.

GALLEGUILLOS, E. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Santiago, agosto 1981.

Investigaciones sobre las propiedades de cemento y otros materiales frágiles reforzados, con distintos tipos de fibras, han sido y están siendo desarrollados en los últimos años en diversas partes del mundo, enfocadas particularmente sobre el tipo de fibras

usadas, tipo de material, edad, contenido de fibra y sus efectos sobre las propiedades mecánicas de los compuestos fabricados.

El presente trabajo describe un estudio experimental sobre las propiedades mecánicas de un material compuesto de cemento portland y filamentos de cobre, de manera de ver si puede ser propuesto como un nuevo material de construcción.

Se pretende además, describir un método que pueda ser utilizado en el estudio de otros fibrocompuestos, así como también dar a conocer algunas teorías y principios básicos que rigen la investigación y producción de este tipo de material.

También se efectúa un análisis de los valores obtenidos aplicando la distribución de Weibull, estableciendo comparaciones entre pastas de cemento y el fibrocompuesto y entre la fractura de éste y la fractura a la adherencia de cemento-fibra de cobre.

Este trabajo fue realizado en IDIEM y fue dirigido por el profesor Pablo Kittl.

