

---

## BIBLIOGRAFIA

---

### ***Aditivos para morteros y hormigones. Informes generales.***

Adjuvants des mortiers et bétons. Rapports généraux. Colloque international RILEM - A.B.E.M, Bruselas 30 de agosto a 1º de septiembre de 1967. *Materiaux et Constructions* vol. 1, nº 2 (marzo-abril 1968) pp. 79 - 149.

Se presentan los informes generales sobre este coloquio y en ellos se comentan los trabajos principales que se presentaron sobre cada uno de los cinco temas que compusieron el programa del coloquio.

Tema I. *Terminología, definición y clasificación de los aditivos.* Relator P.C. Kreijger.

La definición aceptada por RILEM para los aditivos es la siguiente: "Se llama aditivo a toda sustancia que se agrega durante el mezclado a los constituyentes normalmente aceptados del mortero y del hormigón, con el objeto de modificar ciertas propiedades de los morteros y hormigones en el estado fresco o endurecido o en el paso del estado fresco al estado endurecido". Según el relator esta misma definición hace difícil la clasificación, pues cada aditivo modifica, en alguna medida, más de una propiedad; sin embargo, el criterio más frecuente es basar la clasificación en la acción principal del aditivo y éste es el que se adoptó en el coloquio.

Se clasifican los aditivos en 9 grupos según su efecto en los morteros y hormigones.

Grupo 1. Aditivos que modifican la reología del mortero y del hormigón fresco. Entre ellos hay reductores de agua, floculantes, polvos minerales plastificantes, retentores de agua y otros. El relator estima que éste es

el grupo menos claro de los nueve.

Grupo 2. Modifican el contenido de aire del mortero y del hormigón. Entre ellos hay productores de gas y productores de espuma.

Grupo 3. Modifican el fraguado y el endurecimiento.

Grupo 4. Expanden el mortero y el hormigón.

Grupo 5. Mejoran la resistencia a los agentes físicos. Están formados por los resistentes a las heladas, los anticongelantes y los hidrófugos.

Grupo 6. Mejoran la resistencia a los agentes mecánicos.

Grupo 7. Mejoran la resistencia a los agentes químicos.

Grupo 8. Mejoran la resistencia a los agentes biológicos.

Grupo 9. Colorantes.

Tema II. *Principios físico-químicos de la acción de los aditivos frente a los diversos cementos y hormigones.* Relator P.E. Halstead.

Los trabajos presentados tratan del efecto de los aditivos sobre la composición de las fases de endurecimiento de las pastas hidratadas de cemento y sobre la cinética de las reacciones que se producen al mezclar el cemento con el agua.

Tema III. *Efecto de los aditivos sobre las propiedades de los morteros y hormigones frescos.* Relator B. Warris.

Se estudian los cambios que se producen en la pasta por efecto de los aditivos: tales cambios se manifiestan en variaciones de viscosidad, de cohesión, exudación, rigidez, retracción plástica y otros.

Tema IV. *Efecto de los aditivos en las propiedades de los morteros y hormigones endurecidos.* Relator J. Jambor.

Este es el tema que contó con el mayor número de trabajos. En ellos

se trató por separado la influencia de dos tipos de aditivos: los tenso-activos y los modificadores de fraguado y endurecimiento. De ambos se analizaron los efectos sobre la densidad, la homogeneidad, la resistencia, el módulo de elasticidad, la retracción, la fluencia, la absorción capilar y la permeabilidad, la resistencia a las heladas y la durabilidad y otras propiedades.

Tema V. *Métodos de ensayos de los aditivos*. Relator A. Joisel.

Los métodos de ensayos pueden tener por objeto identificar los aditivos, estimar y controlar su calidad y eficacia o establecer su presencia y contenido en el hormigón. Para cada uno de esos tres objetivos se han desarrollado ensayos que se describen y discuten en los trabajos presentados bajo este tema.

E.G.

\* \*

### **Plásticos estructurales. Propiedades y problemas.**

COMITE DE LA ASCE SOBRE PROPIEDADES DE PLASTICOS ESTRUCTURALES SELECCIONADOS. *Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Journal of the Structural Division*, vol. 93, nº ST1 (febrero, 1967) pp. 373 - 380.

Este es el informe primero de este comité, en que se definen sus propósitos y metas, y se esbozan algunas de las propiedades en que los plásticos difieren de otros materiales de construcción.

Los plásticos reforzados tienen excelente comportamiento en aplicaciones que requieran gran resistencia a la tracción, son livianos y durables a los ataques químicos. Sin embargo, no son apropiados cuando las condiciones de uso comprenden temperaturas altas o cuando las deformaciones están limitadas a valores pequeños. Los plásticos no reforzados, por otra parte, son poco resistentes a la tracción.

Uno de los problemas más serios

de los plásticos es su combustibilidad; hasta la fecha no se han encontrado retardadores de combustión eficientes.

Los plásticos deben tratarse como materiales frágiles tanto a cargas estáticas como cíclicas; su resistencia a la fatiga todavía no está bien explorada, si bien se ha comprobado que son poco sensibles a las concentraciones de tensiones originadas en defectos localizados, y en esto superan a los metales; son en cambio sensibles a la frecuencia de los ciclos de carga.

Un último aspecto que se hace ver es que la resistencia de los plásticos reforzados depende de la forma y tamaño de las piezas cargadas y de la orientación de las cargas.

El Comité recomienda que ASTM promueva el desarrollo de normas y procedimientos de ensayos de plásticos y que las sociedades de ingenieros y fabricantes de plásticos tiendan a la normalización de los productos y de los métodos para informar sobre sus propiedades.

E.G.

\* \*

### **Tensiones y deformaciones en hormigón armado.**

DURELLI, A.J.; PARKS, V.J., y CHIANG, FU-PEN. Stress and strains in reinforced concrete. *Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Journal of the Structural Division*, vol. 95, nº ST5 (mayo 1969) pp. 871 - 887.

Como resultado del interés por usar materiales compuestos en aplicaciones industriales, el estudio de esos materiales se ha transformado en un tema popular entre los investigadores y se han empleado y desarrollado técnicas tanto teóricas como experimentales para abordar los problemas derivados de ese estudio. En este trabajo se presenta la aplicación de algunas de esas técnicas al hormigón armado.

Hasta ahora se han encontrado grandes dificultades en la determinación experimental de tensiones y deformaciones existentes en el interior de estructuras de hormigón y en la superficie de las barras embebidas en el hormigón. Los extensómetros a resistencia eléctrica son difíciles de orientar en la masa del hormigón, y en las barras dan información limitada. Por otra parte, los métodos fotoelásticos usados hasta ahora se han limitado a cortes bidimensionales de piezas embebidas en el hormigón.

En este trabajo se describen las dificultades de la fotoelasticidad en tres dimensiones y las posibles soluciones, con modelos fotoelásticos hechos con materiales plásticos. El material de la matriz -correspondiente al hormigón- era de una determinada resina epóxica y el material insertado -correspondiente a las armaduras- de otra resina epóxica. Se probó el procedimiento con tres tipos de probetas, dos de ellas equivalentes a vigas sometidas a flexión.

Se concluye que el procedimiento puede dar resultados desde el punto de vista experimental, pero que queda limitado sólo a la fase elástica, antes de que se produzcan grietas de tracción en el hormigón.

E.G.

\* \*

*Memorias de la segunda conferencia internacional sobre fractura, Brighton, abril 1969.*

PRATT, P.L. (Editor) *Proceedings of the Second International Conference on Fracture. Brighton, April 1969* Chapman and Hall Ltd., Londres 1969, 945 pp. Precio £12.

En esta publicación se transcriben completos 75 trabajos presentados a la 2ª Conferencia Internacional sobre Fractura, resúmenes de algunas comunicaciones sobre el estado actual de diversas investigaciones y una versión de la discusión de los temas.

Los trabajos provienen de laboratorios de universidades y de indus-

trias de muchos países. La mayor parte de ellos trata de los aspectos teóricos del fenómeno de la fractura, pero en algunos, tales análisis teóricos se correlacionan con resultados prácticos. Los materiales estudiados incluyen el acero, el aluminio y sus aleaciones, el titanio, el níquel, el vidrio, las gomas, los polímeros y el zafiro.

Tienen especial interés, desde el punto de vista de las aplicaciones, cuatro trabajos que forman la Parte VI de los Proceedings, denominada "Aplicación del conocimiento básico sobre fractura a los proyectos de ingeniería". Comentaremos en forma especial algunos de ellos.

WESSEL, E.T.; CLARK, G.W. Jr., y PRYLE, W.H. *Aplicación tecnológica de la mecánica de la fractura a estructuras de acero con secciones de gran espesor.*

La fractura o rotura frágil de los materiales tiene su origen en la existencia de defectos en forma de grietas. En la vecindad de ellos y especialmente en sus extremos más aguzados se producen concentraciones de tensiones; cuando estas tensiones alcanzan un nivel crítico, que depende del material, la grieta crece y se propaga hasta la rotura. La condición crítica puede definirse por un parámetro que representa la resistencia del material a fracturarse por la presencia de grietas o de defectos en forma de grietas. Para determinar la vida útil de un componente estructural hay que conocer tanto el tamaño máximo o crítico de grieta que da lugar a la rotura brusca, como la velocidad de crecimiento de las grietas por efectos de aplicaciones sucesivas de cargas; este doble objetivo se aborda en este trabajo con el propósito de dar respuestas a dos interrogantes prácticos: ¿qué límites deben fijarse a los tamaños de los defectos para asegurar una determinada vida útil?; y, en presencia de un defecto existente, ¿cómo establecer la seguridad y la vida útil de la estructura?

Todo el procedimiento se ilustra con dos ejemplos, uno en que se calculan los tamaños críticos que producirían la rotura con un sistema de car-

gas dado, y otro en que se calcula el número de ciclos de cargas dadas que conducen a la rotura a partir de un cierto tamaño de defecto inicial. Los materiales que se consideran son el acero de baja y de media resistencia.

También se trata el tema de los requisitos mínimos de la inspección y el de los conceptos para fijar los coeficientes de seguridad.

WELLS, A.A. *Especificaciones para tamaños tolerables de defectos en estructuras metálicas soldadas.*

Hasta hace unos 15 años el medio principal de ensayos no destructivos era la inspección por rayos X, y las especificaciones prescribían, en muchos casos, ausencia total de defectos. El desarrollo de métodos más precisos, como el de ultrasonido y otros, ha dejado en claro que siempre hay defectos en las piezas metálicas y con mayor razón en las soldaduras.

Aunque las estructuras metálicas estén bien proyectadas para las cargas instantáneas que deban soportar, tales defectos determinan riesgos de fractura por fatiga, fragilidad, fluencia lenta o concentración de tensiones por corrosión. Todos estos fenómenos dan lugar a la propagación de grietas a partir de un núcleo. De ellos, la fragilidad conduce a roturas bruscas, mientras que los otros tres tipos se manifiestan en una propagación lenta de las grietas. El problema práctico de utilización consiste en fijar los tamaños máximos tolerables de defectos sobre la base de una determinada vida útil.

El autor considera que las actuales especificaciones sobre defectos no son adecuadas. El desarrollo que han alcanzado los conocimientos teóricos sobre los mecanismos de la fractura y los datos experimentales con que se cuenta sobre el tema, lo llevan a la conclusión de que gran parte de esta información debiera volcarse en especificaciones más claras y racionales sobre el tamaño máximo tolerable de defectos, tarea a que el autor contribuye sugiriendo una proposición tentativa que estima puede servir de punto de partida para estudios más minuciosos.

ANDREWS, E.H. *Mecánica de la frac-*

*tura en polímeros y su aplicación en los cálculos de ingeniería.*

Como los sólidos poliméricos no obedecen a la teoría de elasticidad, las fórmulas de mecánica de la fractura deben ser modificadas para adaptarlas a su comportamiento no elástico. Se discute brevemente una formulación, la cual se aplica a un conjunto de fenómenos de fractura en polímeros incluyendo fractura por tracción y por fluencia lenta, fatiga dinámica y agrietamiento por tensión-corrosión. Todavía es limitado el repertorio de datos existente sobre materiales reales; sin embargo, los que se tienen bastan para hacer ver las grandes perspectivas que ofrece la mecánica de la fractura como una base de dimensionamiento en ingeniería. Para que ellas cristalicen es necesario adoptar algunos procedimientos de ensayo nuevos para polímeros y vencer la barrera psicológica que produce en el proyectista el hecho de que la fractura de los polímeros depende del tiempo y de la temperatura.

E. GOMEZ

\* \*

### *El análisis de la seguridad estructural.*

FREUDENTHAL, A.; GARRELTS, J.M., y SHINOZUKA, M. The analysis of structural safety. *Proceedings of the American Society of Civil Engineers. Journal of the Structural Division*, vol. 92 nº ST1 (febrero 1966) pp. 267 - 325.

Este es el informe final de la Comisión sobre Factores de Seguridad del ASCE, emitido después de 10 años de trabajo. Sus objetivos eran a) definir claramente el término "factor de seguridad", b) hacer un reconocimiento de los factores de seguridad usados y c) recomendar valores de estos factores para el futuro.

La Comisión, muy pronto, llegó a la conclusión de que solo podía ocuparse del primer objetivo y que los otros dos requerían una cantidad de trabajo fuera de sus posibilidades.

Desde el primer informe de avance se aceptó el principio fundamental de que el término "factor de seguridad" de una estructura adquiere significado por su correlación con una probabilidad de falla o de duración ("fiabilidad") de esta estructura. El enfoque se aparta del convencional, en el que se considera inadmisibles cualquier riesgo de falla, aunque en la realidad se han producido fallas de estructuras, como es bien sabido. Ese principio sólo pretende situar el concepto de seguridad de las estructuras en el ámbito de las realidades físicas, en el cual no existen absolutos - como por ejemplo, "resistencia mínima" - ni existe un conocimiento perfecto. En consecuencia, se introdujo el riesgo o probabilidad de falla como medida en términos de la cual se pueden definir y comparar la seguridad y fiabilidad de los varios componentes de un sistema y llegar a una seguridad o fiabilidad uniforme para el sistema completo.

Es bien sabido que la resistencia de un determinado material varía de una a otra probeta; en forma similar se ha comprobado que las cargas que actúan sobre diversos tipos de estructuras, tales como, puentes, torres, etc., son de naturaleza estadística y por tanto corresponde aceptar que tanto las cargas como las resistencias se derivan de una distribución de frecuencia.

Para avanzar en el estudio de la seguridad de las estructuras hay que conocer las distribuciones de probabilidad de las propiedades de los materiales y de las cargas. Respecto a las primeras lo más frecuente ha sido adoptar la distribución log-normal o una distribución extrema; sin embargo, en este trabajo también se incluyeron la distribución  $t$  y la exponencial. Respecto a las segundas, aunque hay abundante información sobre cargas en estructuras, se estima que las distribuciones de probabilidad deben depender de numerosos factores, tales como luces libres, clasificación de las estructuras, etc.

Si se analiza el significado del factor de seguridad convencional a la luz de los conceptos probabilísticos,

se ve, como es obvio, que siempre hay un riesgo de falla asociado con cualquier factor y que ese riesgo depende de las funciones de probabilidad que se supongan para las cargas y para las resistencias y también de las fracciones de defecto de resistencia y de exceso de carga que se admitan. En este trabajo aparece el resultado de tal análisis, con el supuesto de distribución logarítmico-normal, en forma de gráfico que da la probabilidad de falla en función del factor de seguridad.

Sin embargo, la probabilidad de falla, no es una medida directa de la seguridad de una estructura sometida a una secuencia de cargas aleatorias durante su vida. La medida de la seguridad es la probabilidad de supervivencia, la cual también se denomina función de fiabilidad. En este trabajo se estudian las funciones de fiabilidad para dos casos de cargas en función del tiempo: a) cuando las cargas se aplican sea a intervalos iguales, sea en instantes predeterminados, de modo que la vida de la estructura puede medirse en términos de número de aplicaciones de carga b) cuando el número de aplicaciones de carga está regido por una distribución de Poisson, en cuyo caso la vida de la estructura se mide por el tiempo de duración.

Por último, en apéndices, se desarrollan dos ejemplos de cálculo de seguridad y fiabilidad, uno, de una torre en celosía y otro de aviones; además se indican procedimientos para representar funciones de distribución arbitraria y se exponen en forma condensada los métodos no paramétricos.

E.G.

\* \*

### *Estudio de la seguridad estructural con la técnica de Montecarlo.*

WAGNER, R.F. y KABAILA, A.P.  
Montecarlo study of structural safety. *Proceedings of the American Society of Civil Engineers.*

*Journal of the Structural Division*, vol. 94, nº ST. 12 (diciembre 1968) pp. 2847-2859.

A medida que se comprende mejor el comportamiento de las estructuras se hace más necesario definir el problema de la seguridad. En la actualidad se cuenta con métodos de cálculo muy elaborados los cuales, sin embargo, suelen aplicarse con cargas de cálculo arbitrarias y conceptos de seguridad primitivos.

Los estudios de la última época han destacado la variabilidad de la magnitud y distribución de las cargas, de los materiales y de las respuestas de las estructuras reales. A causa de estas inevitables variabilidades, el concepto de seguridad de las estructuras está indisolublemente ligado con las probabilidades de ocurrencias de sobrecargas y deficiencias de resistencia y con la noción de confianza.

En este trabajo se expone un procedimiento para analizar la seguridad estructural basándose en la técnica de Montecarlo. Se ilustra el método con el ejemplo idealizado de una columna de hormigón armado, pero se señala que es igualmente aplicable a casos más reales, tanto de piezas aisladas como de estructuras completas.

Una ventaja importante del método es que es aplicable cualesquiera que sean las funciones de distribución supuestas o reales de las variables estocásticas. Incluso, con una técnica de muestreo adecuada, puede extenderse a los casos en que las variables sean estocásticamente dependientes.

La técnica requiere muestras compuestas de varios miles de casos individuales, pero se puede programar con facilidad y ejecutar con mucha rapidez en las computadoras actuales.

Hay técnicas de muestreo selectivo que pueden aumentar la información útil extraída de una muestra de tamaño dado. En el trabajo se describen tres de estas técnicas en relación con el ejemplo de la columna.

E.G.

### Límites de la fiabilidad de sistemas estructurales.

CORNELL, C.A. Bounds on the reliability of structural systems. *Proceedings of the American Society of Civil Engineers. Journal of the Structural Division*. vol. 93, nº ST1, (febrero 1967) pp. 171-200.

El autor considera que el enfoque probabilístico de la seguridad de las estructuras, en la forma como hasta ahora se ha desarrollado, está lejos de dar una visión aceptable del problema de la seguridad en toda su complejidad. En particular, estima que muchas veces no se justifica la suposición, aceptada en ese enfoque, de independencia estocástica en el tiempo y espacio entre cargas por una parte, entre resistencias por otra y finalmente entre ambas; antes bien, hay casos en que la dependencia está a la vista.

Aunque la determinación precisa de la fiabilidad de un sistema estructural es una tarea muy complicada, en cambio, se pueden evaluar sin mucha dificultad los límites inferior y superior de ella. El límite superior resulta de suponer dependencia perfecta entre cargas y resistencias, el inferior, de independencia entre resistencias modales y cargas sucesivas. Como el último caso es difícil de calcular, en este trabajo se desarrolla una expresión para obtener un valor aproximado por defecto.

Los límites fijan el intervalo en que se encuentra la fiabilidad sin que sea necesario especificar la naturaleza exacta de la dependencia estocástica implicada. En casos prácticos, sin embargo, se puede estimar la magnitud del efecto de tal dependencia. Por ejemplo, si aumenta la dependencia entre resistencias modales, o si disminuye la razón entre sus varianzas y las de las cargas, la fiabilidad aumenta aproximándose al de sistemas de un solo modo de falla.

E.G.

### Comportamiento térmico de los edificios.

VAN STRAATEN, J.F. *Thermal performance of buildings* Elviesier Publishing Co, Londres 1967, 325 pp.

El diseño de la moderna edificación requiere tomar en cuenta una serie de factores locales, especialmente climáticos, con el fin de hacer la vivienda lo más confortable posible. Entre estos factores, los térmicos (aislación, protección contra el sol, inercia térmica, humedad, etc.) ocupan un lugar preponderante en el diseño correcto.

Estos temas son tratados en forma precisa y concreta en el libro que comentamos.

Los primeros capítulos exponen los fundamentos físicos que rigen estos factores, como transferencia del calor, psicometría, clima y requerimientos fisiológicos del hombre.

Luego vienen materias tan importantes como el traspaso de calor a través de elementos constructivos comunes, opacos o transparentes, radiación solar, aislación y aislantes térmicos, evacuación del calor de fuentes internas, humedad en la vivienda, ventilación natural y forzada, etc.

Cada capítulo está acompañado por una nutrida bibliografía, la que en total completa más de 250 referencias.

Este libro es el segundo título que la editorial Elviesier lanza en una nueva serie que ha llamado Ciencia de la Arquitectura y en la cual anuncia otros interesantes títulos que esperamos tener la oportunidad de comentar.

Si bien es cierto que la experiencia del autor se vierte en el libro con muchos datos de Sudáfrica (pertenecen al National Building Research Institute del Consejo Sudafricano para la Investigación Científica e Industrial de Pretoria), el contenido y acuciosidad con que son tratados los temas lo hacen muy útil en Chile, en donde la edificación moderna adolece de serios defectos, en cuanto a su comportamiento térmico, y por tanto en cuanto a la comodidad que deben

ofrecer al habitante que vive en ciudades incómodas que le llenan de tensiones psíquicas, y que al ocupar su hogar o su lugar de trabajo debiera encontrar el confort que le sería útil para rebajar dichas tensiones, uno de los objetivos importantes que debe cumplir la vivienda.

G. RODRIGUEZ

\* \*

### Saber construir.

BLACHERE, G. Editores Técnicos Asociados S.A., Barcelona, España 1967, XVI + 307 pp.

Gérard Blachère, Director del "Centre Scientifique et Technique du Bâtiment" vierte en este libro todo su esfuerzo en procurar que la edificación se resuelva como un problema específico atacado científicamente. Al respecto, en la introducción dice: "los autores de proyectos de edificios, en su totalidad, no pueden estudiar científicamente sus proyectos. Muchos ignoran que pueda hacerse y otros creen sencillamente que no se puede".

"La mayoría de los arquitectos e ingenieros que se dedican a la edificación no han tenido, a lo largo de sus estudios, oportunidad de enterarse del hecho de que las ciencias ya no se contentan con resolver problemas de instalaciones más o menos accesorias, sino que se apoderan del edificio y eliminan de él todo empirismo".

"Es preciso, pues, que quienes deban excogitar proyectos de edificios, acepten concebirlos científicamente, partiendo de datos ciertos, físicos o económicos, a fin de que conciban industrialmente un producto de primera necesidad, el edificio, en una civilización industrial".

"Ha llegado la hora de aprender a usar ciencia para edificar. Quienes se persuadan de ello, tienen el deber moral de predicarlo y fomentarlo".

Partiendo de este pensamiento divide su exposición en tres grandes tópicos: habitabilidad, durabilidad y economía de los edificios.

En un primer título de generalida-

des expone las exigencias de un edificio, a saber: fisiológicas, psicológicas, sociológicas y económicas. Cada uno de estos requerimientos se desarrolla a través del libro desde todos los ángulos sin llegar a ser exhaustivos, ni refiriéndose a condiciones localistas. Se diría que rodea el problema sin llegar a resolverlo concretamente, dando con ello una visión general, de perspectiva y de conjunto.

El libro tiene capítulos interesantísimos sobre exigencias higrotérmicas, acústicas, de pureza del aire, iluminación, de seguridad, de estabilidad.

Después trata de balance térmico, humectación y condensación en muros, para dedicar luego un capítulo a la habitabilidad sociológica.

El título tercero, de mucho interés, contiene consideraciones sobre lo que el autor llama "ciencia de la durabilidad": deterioro y ruina por causas mecánicas, dilatación, deformación, variaciones dimensionales propias de los materiales, deterioro químico, etc.

Se extiende sobre materiales específicos como los plásticos, maderas, metales y materiales de construcción como yeso, hormigón, piedra, etc.

Finalmente el título último habla de la economía, la dualidad del precio-valor, cómo actuar los costos, la integración como medio de industrialización para terminar con la calidad y normalización sobre los materiales.

En suma una visión general del tema en todos sus aspectos, expuesto con la experiencia de su autor, sin agotar el tema.

G. RODRIGUEZ

\* \*

### *Estudio experimental de la adherencia entre mortero y bloques de hormigón.*

BULLEMORE, M. y DELFIN, F. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago 1968,

140 pp.

Se investigaron experimentalmente distintos factores para establecer su influencia en la adherencia a tracción entre morteros y bloques de hormigón. El objetivo era llegar a establecer una base de recomendaciones para la obtención de juntas resistentes en las albañilerías de bloques.

Como antecedentes para esta investigación se hizo un estudio del comportamiento de construcciones de albañilería ante los últimos sismos chilenos (1965) y se realizó una encuesta entre albañiles con el fin de conocer los métodos, materiales y equipos que se emplean actualmente.

Algunas de las conclusiones más importantes de la investigación experimental son: (1) La adherencia es especialmente sensible a la humedad de curado de las albañilerías; la adherencia obtenida almacenando las muestras en cámara húmeda fue aproximadamente el 300% de la resultante dejándolas al aire del laboratorio. (2) El estado de humedad de los bloques en el momento de su colocación afecta en forma decisiva a la adherencia; el grado de humedad óptimo se encuentra cercano al estado seco. (3) Contenidos de cemento en el mortero superiores a  $450 \text{ kg/m}^3$  son perjudiciales para la adherencia; la dosis óptima de cemento se encuentra entre  $340$  y  $380 \text{ kg/m}^3$ . (4) No mejora la adherencia del mortero la sustitución de parte de cemento por cal hidráulica nacional.

Esta memoria se realizó en la Sección de Investigación de Hormigones del IDIEM y fue dirigida por el ingeniero Atilano Lamana.

Resumen de los autores

\* \*

### *Microrregionalización sísmica de la ciudad de Concepción.*

OPPLIGER, G.M. Memoria para optar al título de ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chi-

le, Santiago, 1968. 89 pp.

A partir de una encuesta de daños provocados por los sismos del año 1960 en Concepción, realizada por el Instituto de Edificación Experimental de la Universidad de Chile, se establecen microzonas diferenciadas por intensidades en escala MSK. Este enfoque fue complementado con antecedentes de daños de los sismos en los años 1835 y 1939. La microrregionalización sísmica obtenida fue verificada con una aplicación del método de registro de microtemblores (Kanai) y del método soviético (Medvedev). Para este último método se utilizaron como datos fundamentales los obtenidos por M. Poblete (1967) en lo concerniente a profundidad de la napa freática y el mapa de suelos de C. Galli (1960 y 1967).

Los resultados de la encuesta de daños permiten establecer siete microzonas con distintas intensidades MSK. Las zonas de depresión asociadas a napas superficiales y a mayores espesores de sedimentos sueltos tienen un comportamiento peor que zonas de topografía más alta. Las microzonas tienen buena correlación con los tipos de suelos definidos en el mapa de C. Galli. La reducida extensión de los registros de microtemblores limitó la posibilidad de correlación de éste con los otros métodos empleados. Los resultados de la aplicación del método soviético se correlacionan muy bien con la microrregionalización basada en la encuesta de daños, a pesar de que parte importante de los datos no se obtuvieron de mediciones directas.

Esta memoria fue realizada en la Sección Mecánica de Suelos de IDIEM Concepción y fue dirigida por los profesores Ricardo Dobry y Jorge Rullant.

\* \*

#### *Microrregionalización sísmica de la ciudad de Valdivia.*

NORAMBUENA, C., VEIGA, J. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias

Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Santiago, 1969. 51 pp.

Esta memoria tiene por finalidad establecer las microzonas sísmicas de la ciudad de Valdivia. Para ello se utilizó toda la información existente del subsuelo de la ciudad, la que fue complementada con sondajes adicionales, con prospecciones sísmicas, con disparos superficiales, con determinación de velocidades de propagación de ondas de corte en laboratorio y registro de microtemblores. Con esta información se procedió a microrregionalizar el área en estudio empleando los métodos de amplificación de ondas sísmicas por medio del modelo de Voigt, registro de microtemblores (Kanai) y el método soviético (Medvedev).

Los resultados permiten definir cuatro microzonas, para las cuales se entregan los períodos naturales de vibración del suelo, los incrementos de intensidad sísmica referidos a roca basal (micacita) y la clasificación de acuerdo a la norma japonesa. Estas microzonas demuestran tener una buena correlación con los daños ocasionados por los sismos de mayo de 1960; se observa que las zonas de topografía baja que corresponden a rellenos artificiales de gran espesor con napa freática superficial presentan comparativamente mayores daños.

El período equivalente calculado con el método amplificación de ondas sísmicas tiende a coincidir con el período natural de vibración del suelo.

Considerando la importancia de verificar la validez del método de amplificación de ondas sísmicas se plantea la necesidad de instalar acelerógrafos.

Esta memoria fue realizada en la Sección Mecánica de Suelos de IDIEM y dirigida por los profesores Eugenio Retamal y Pedro Ortigosa. Contó con la colaboración del profesor Arturo Arias y del Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, y con los auspicios del Convenio Universidad de Chile - Universidad de California.

**Método de laboratorio para medir velocidades de ondas de corte en suelos.**

CESPEDES, B. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, 1968. 39 pp.

Para medir la velocidad de ondas de corte de muestras de suelo en laboratorio se ha utilizado el método de los pulsos. Se emplean cristales piezoeléctricos colocados radialmente en contacto con un extremo de una muestra cilíndrica, alojada en una cámara triaxial. Con ello se produce una deformación rápida de torsión que induce una onda de corte en el suelo.

Se hicieron ensayos en muestras de suelo granular, de arena subangular, limpia y tamizada entre distintas mallas, y se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- a) La velocidad de la onda de corte en muestras secas varía aproximadamente con la raíz cuarta de la presión efectiva de confinamiento isotrópico. Muestras saturadas manifiestan una tendencia similar.
- b) En arena seca, con granulometría uniforme, las velocidades de onda de corte para estados de confinamiento anisotrópico tienen buena coincidencia con las correspondientes en confinamiento isotrópico  $\sigma_c = (\sigma_1 + 2\sigma_3)/3$  siempre que el suelo no se aproxime a su condición de rotura.
- c) Con respecto a la influencia de la saturación y el índice de huecos sobre la velocidad de las ondas de corte, se comprobaron los resultados obtenidos por otros autores.

En suelos cohesivos, clasificados como finos MH y ML, provenientes de los 20 metros superficiales de la ciudad de Valdivia se pudo establecer lo siguiente:

- a) La velocidad de la onda de corte oscila entre 150 y 200 m/seg, con un promedio de 170 m/seg.
- b) Para muestras saturadas, esta velocidad varía aproximadamente con la raíz quinta de la presión

efectiva de confinamiento isotrópico; para estados de confinamiento anisotrópicos la dependencia se mantiene.

- c) La velocidad de la onda aumenta en forma aproximadamente exponencial con la disminución del grado de saturación para distintas presiones de confinamiento.
- d) Al igual que en suelos no cohesivos la velocidad crece con la reducción del índice de huecos.
- e) El efecto de remoldeo en muestras saturadas con sensibilidad del orden de 4 se traduce en una disminución de la velocidad de ondas entre 5 y 20%.

Esta memoria fue realizada en la Sección Mecánica de Suelos de IDIEM y dirigida por los profesores Eugenio Retamal y Pedro Ortigosa, y contó con la colaboración del profesor Robert V. Whitman del MIT.

\* \* \*

**Vigas de maderas laminadas constituidas por dos especies.**

ROJAS, C.P. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Santiago, 1968. 97 pp.

Este es un estudio en que se analiza, tanto desde el punto de vista teórico como desde el experimental, el comportamiento de vigas laminadas formadas por dos especies de madera. En el caso presente se usó pino insignie en el núcleo, y coigüe en las fibras más solicitadas, por ser esta especie de más alta resistencia.

En primer lugar se hizo un estudio teórico del problema, basándose en las características de cada una de las especies usadas y en las hipótesis conocidas de comportamiento elástico y plástico de las vigas de madera.

En los ensayos experimentales se utilizaron 24 series de vigas de 3 unidades cada una, haciendo variar entre series alguna de las características de luz de ensayo, altura de la viga,

espesor de la lámina de compresión y espesor de la lámina de tracción; se incluyeron vigas constituidas totalmente por cada una de las especies ensayadas, para comparar los resultados.

Los resultados obtenidos mostraron que las vigas laminadas compuestas permiten mejor aprovechamiento de la madera y son económicamente

ventajosas, con respecto a las vigas de una especie única; también mostraron buena concordancia con las fórmulas teóricas de cálculo y dimensionamiento.

Esta memoria fue realizada en el IDIEM y dirigida por el profesor V. Antonio Pérez, investigador del Laboratorio de Investigación en Productos Forestales.