
BIBLIOGRAFIA

Informe sobre el estado del conocimiento del hormigón reforzado con fibras.

ACI COMMITTEE 544 State of the art report on fiber reinforced concrete. *Concrete International* vol. 4, n° 5 (mayo 1982), pp. 9–30.

El hormigón con fibras uniformemente distribuidas en su volumen tiene propiedades que lo distinguen del hormigón simple. Las fibras que se han usado son de acero, de vidrio, de varios polímeros y aun fibras vegetales, con resultados variados. Se trata de fibras cortas y delgadas: las longitudes utilizadas van de 6 a 75 mm y el factor de forma —relación entre la longitud y el diámetro equivalente— varía entre 30 y 150. Ha habido aplicaciones de este hormigón desde 1960, en losas de pavimentos y de pisos, en materiales refractarios y en piezas prefabricadas.

El hormigón reforzado con fibras, HRF, tiene mejor comportamiento a la flexión que el hormigón simple. Sometido a flexión se produce una primera grieta, que equivale al límite elástico, pero la resistencia no se agota allí, sino con una carga más alta que, dependiendo de la cuantía, longitud y orientación de las fibras y del material de que están hechas, puede ser desde algo mayor hasta mucho mayor que el límite elástico.

La carga máxima se alcanza por el desprendimiento gradual de las fibras y posteriormente la carga disminuye en tanto que sigue aumentando la deformación, pero la disminución es mucho menor que la que se produce en hormigón simple. A consecuencia de ello, la energía total absorbida por flexión en HRF es 10 a 40 veces mayor

que en HS: ésta es la propiedad más destacada y distintiva del HRF, su aumento de ductilidad.

Los factores más importantes en la resistencia máxima son el % de volumen de fibras y el factor de forma; la alineación de las fibras aumenta la resistencia con relación a fibras orientadas al azar. Se han obtenido resistencias a la flexión de hasta 260 kgf/cm² con fibras de acero orientadas, de adecuado factor de forma.

La preparación del HRF requiere precauciones especiales, para obtener una distribución uniforme de las fibras y evitar segregación y apelmamiento. Hay que limitar el % de volumen y el factor de forma a tal vez 2 y 100 respectivamente. El tamaño máximo del árido debe ser menor a medida que aumenta el contenido de fibras, también deben aumentar la dosis de cemento y el contenido de árido fino.

El material de las fibras es determinante en el comportamiento del HRF. Las fibras de acero han dado muy buenos resultados: resistencia al hendidamiento de 2.5 veces la del HS con 3% de fibras y 2 veces con 1.5% de fibras y resistencia a la tracción directa también más alta; con extremos deformados se logra mejor anclaje y los resultados son mejores aún. Las fibras de vidrio son atacadas por el ambiente alcalino propio de la pasta de cemento; se ha desarrollado vidrio resistente al álcali y recubrimientos resistentes. Además, el crecimiento de los cristales de hidratación daña progresivamente a las fibras de vidrio, pero la incorporación de polímeros al hormigón puede resolver el problema. Las fibras de polímeros sintéticos, como nylon, polipropileno y polietileno, no aumentan la resistencia del hor-

migón. Las fibras atacables por álcalis como algodón, rayón, acrílico y poliéster son ineficaces como refuerzos.

El HRF tiene su punto fuerte, como ya se ha dicho, en el aumento de tenacidad: a impactos y explosiones resiste 5 a 10 veces más que el HS. En otras propiedades manifiesta cambios, pero no tan importantes. Es algo más resistente a las cargas cíclicas, pero no tiene variaciones con respecto a cargas de larga duración. La corrosión lo afecta sólo superficialmente, aun tras largos períodos de exposición a diferentes ambientes salinos.

Es una buena solución para reducir la abrasión producida por circulación de agua a gran velocidad y por impacto de residuos de gran tamaño, pero al parecer no produce efecto ninguno en la abrasión debida a desgaste gradual, como el que se deriva de arrastre de partículas de pequeño tamaño a baja velocidad, o el de tránsito de vehículos.

Las aplicaciones del HRF, con o sin armaduras convencionales, han sido en el campo de refractarios, pavimentos, recapados, parches, estructuras hidráulicas, cáscaras delgadas, estabilización de enrocados, revestimientos de túneles mineros y prefabricados. En el Reino Unido se produce comercialmente tuberías de hormigón de pared delgada reforzado con fibras continuas orientadas de vidrio resistente al álcali y se han obtenido con ellas resistencias a la flexión de más de 700 kgf/cm². Hay aplicaciones, al parecer exitosas, para reemplazar el asbesto por fibras de vidrio resistente a los álcalis.

Todavía hay muchos aspectos del HRF en que se necesita investigar. Se necesita conocer mejor las propiedades físicas de modo que se puedan desarrollar procedimientos racionales de dosificación del HRF, y se necesita investigar los detalles micro y macroscópicos del HRF relacionados con las propiedades mecánicas, técnicas y elásticas y los efectos del ambiente en las propiedades físicas.

Además están todos los puntos relacionados con los procedimientos de uso y con

la tecnología de transporte, manejo e incorporación de las fibras en las plantas mezcladoras.

E.G.G.

Investigación en hormigón: compuesto de hormigón modificado con polímeros.

NAWY, E.G.; UKADIKE, M.M. y BALUGURU, P.N. Investigation of concrete: PMC Composite. *ASCE, Journal of the Structural Division*, vol. 108, N° ST5 (mayo 1982), pp. 1049 - 1063.

El objetivo de esta investigación fue estudiar el comportamiento de vigas formadas por dos capas, la inferior de hormigón normal y la superior de hormigón modificado con polímeros. Este último se obtenía por mezclado directo de monómeros que se polimerizan en el interior del hormigón paralelamente a la hidratación de éste. El hormigón modificado puede triplicar la resistencia a compresión y cuadruplicar la resistencia a la tracción del hormigón normal.

El principal parámetro de la investigación fue la variación del espesor de la capa superior, HMP, y se abordó el estudio de la deflexión por cargas y del agrietamiento; la forma de fallas de las vigas; la contribución del HMP a la resistencia de la viga compuesta; la iniciación y el avance del deslizamiento en la interfaz de las dos capas en función del espesor del HMP; la resistencia al corte por fricción de la interfaz, y el efecto de usar armadura de corte para evitar el deslizamiento y la falla por corte.

Se concluye que el sistema funciona bien y que probablemente daría buen resultado en la reposición de cubiertas de puentes y de áreas de estacionamiento, que normalmente sufren rápido deterioro.

La interfaz entre el sistema de dos capas (HMP colocado en sitio sobre hormigón corriente precolocado) desarrolló mejor resistencia al deslizamiento que una interfaz hormigón-hormigón.

También el sistema compuesto con HMP tiene mejor comportamiento que elementos de una capa de hormigón corriente tanto en que las grietas son más finas como en menores flechas.

Estas vigas compuestas pueden prepararse de modo que resistan las fuerzas de corte en la interfaz sin necesidad de armadura de corte que atravesase ambas capas.

La fisuración de los hormigones.

BASCOUL, A. et al. Les fissurations des bétons. *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, n° 398, Serie Béton n° 202, octubre 1981.

Se presenta en esta publicación los trabajos de varios autores sobre la fisuración del hormigón desde dos puntos de vista separados. Uno está centrado en la estructura misma del hormigón, con el objeto de averiguar dónde se originan las fisuras (sea por la acción de la retracción, sea por acciones mecánicas) y por qué y cómo se desarrollan y crecen: es el de la investigación básica. El otro está enfocado a las estructuras de hormigón armado y pretensado y a las consecuencias que las grietas tienen en ellas: es el de la ingeniería y de la utilización del material.

Estos trabajos constituyeron el conjunto de presentaciones de una jornada de estudios sobre el tema, organizada por el ITBTP en conjunto con otros organismos técnicos franceses, con el propósito de ir buscando y creando coincidencias entre esos puntos de vista, que todavía marchan separados.

La investigación ha puesto en claro que el origen de las grietas está en la zona de contacto entre los áridos y la pasta que los envuelve. Se produce allí una heterogeneidad que da lugar a debilidades de unión. Se ha detectado en esa región una aureola de transición en que la porosidad es mayor que en el resto de la pasta, hay cristales

de mayores dimensiones con orientación preferencial, a lo cual se agrega concentración de tensiones en los áridos por su mayor rigidez.

A partir de este reconocimiento de hechos se propone varios modelos que intentan explicar el mecanismo de la fisuración, que cualitativamente están muy cerca de lograrlo y ya muestran la posibilidad de entrar a la etapa cuantitativa, que es la que debe alcanzarse para dar satisfacción a los requerimientos de la ingeniería.

Por su parte, los ingenieros, los constructores se refieren e interesan por los problemas de fisuración tal como ocurren en las obras de hormigón, que es donde ellos tienen que lidiar con esos problemas.

Desde este punto de vista, se parte reconociendo que la fisuración es una consecuencia natural del funcionamiento del hormigón armado y por eso la tarea no es impedirla totalmente, sino dominarla y conseguir una distribución adecuada de las fisuras.

Se analizan, así, los problemas de retracción a la luz de cómo influyen en ella los factores que pueden manejarse en la obra y con miras a formular recomendaciones para su control: juntas de retracción, armaduras mínimas, dosificación del hormigón, curado, protección del sol y del viento, etc. Igual cosa sucede con los efectos de la sedimentación del hormigón fresco, de los gradientes térmicos debidos a la hidratación, de la deformabilidad de los moldajes y con acciones originadas en zonas de concentración de esfuerzos, como son las de anclaje en hormigón pretensado.

Por último, hay una completa exposición sobre los esquemas de fisuración normal por cargas de servicio, las consecuencias de la fisuración sobre el comportamiento estructural y los estados de fisuración que conllevan riesgos para la estructura. Así mismo se hacen algunas consideraciones sobre el control de las fisuras y se proponen algunos modelos para el análisis estructural de elementos fisurados.

Incidencia de los defectos de construcción en la resistencia y la estabilidad de elementos estructurales de hormigón armado.

HMIMIZ, A., LORRAIN, M. Incidence des défauts d'exécution sur la résistance et la stabilité d'éléments de structures en béton armé. *Annales de l'Institut du Bâtiment et des Travaux Publics, N° 402, Serie Béton 205*, febrero 1982.

En la primera parte de este trabajo se hace un análisis teórico de la influencia de defectos de construcción, considerados uno a uno, en la resistencia de elementos de hormigón armado. El estudio se extiende a vigas de sección rectangular, columnas cortas y columnas esbeltas; y los defectos que se toman en cuenta son las desviaciones dimensionales en altura y ancho; variaciones de posición de las enfierraduras (recubrimiento); las variaciones de resistencia del hormigón, y los defectos de rectitud (sólo en las columnas).

En una segunda parte se da cuenta de un estudio, complementario del anterior, en el cual se trata de evaluar la influencia de la combinación de varios de estos defectos, combinación inevitable en la práctica constructiva, y de clasificar los defectos de construcción en función de la magnitud de sus efectos.

A este respecto se encontró que en todos los casos las caídas más importantes de resistencia se deben a deficiencia de calidad del hormigón y los otros defectos influyen de manera diferente en los diferentes elementos.

Así, en las vigas importan en primer lugar las variaciones de posición de las armaduras, luego las desviaciones dimensionales de la altura y por último y en grado despreciable, las variaciones en el ancho; en las columnas cortas tienen primera importancia los defectos de rectitud y muy pequeña importancia, las variaciones de altura y de posición de las armaduras, en ese orden; y, por último, en columnas esbeltas

el orden de influencia es: defectos de rectitud, variaciones de altura de la sección transversal, variaciones de posición de las armaduras y variaciones del ancho de la sección recta, esta última en grado despreciable.

Para los defectos máximos que se puedan dar en la construcción se obtienen variaciones de resistencia de hasta 25% con defectos aislados y de hasta 50% con combinación de defectos.

Posibilidad de obtener comportamiento estructural óptimo de edificios de hormigón sometidos a incendio.

KRAMPF, L. Möglichkeiten zur Erzielung optimalen Verhaltens von Betonbauwerken unter Brandbeanspruchung. *Betonwerk + Fertigteil - Technik*, vol. 48, mayo 1982, pp. 273 - 278.

La forma convencional de determinar la resistencia al fuego se basa en dos suposiciones principales. Por una parte, los ensayos u otras evaluaciones se hacen en los componentes estructurales separadamente, a menudo sin tomar en cuenta las restricciones que puedan derivarse de los componentes a que estarán ligados, y se supone que si los elementos aislados tienen buena resistencia al fuego también la tiene el edificio completo. Por otra parte, tanto las normas nacionales* como la Norma ISO 834, que especifican cómo se evalúa y se determina la resistencia al fuego, aceptan falla después de cumplido el tiempo requerido de exposición al fuego. No exigen ninguna —o sólo una pequeña— capacidad residual de soportar carga, ni tampoco fijan límites de daños.

Frente a cada una de estas suposiciones se plantea la pregunta acerca de su respectiva validez. Se llega a la conclusión que si se respetan ciertas reglas relativas a la continuidad de los sistemas sometidos a flexión y a la interacción de elementos verticales y horizontales se puede esperar que la estruc-

tura como un todo responda tan bien o mejor que los elementos individuales. La posibilidad de volver a usar la estructura después del incendio depende a menudo de las deformaciones residuales, las cuales se reducen en sistemas continuos. Todas las medidas que se tomen para asegurar una interacción monolítica del sistema soportante, aumentan la probabilidad de mantener una capacidad residual suficiente para la reutilización.

De todas maneras, aparte de la estructura misma, el proyectista debe tomar providencias relativas a la división del edificio por juntas de dilatación y otras disposiciones que reduzcan las fuerzas horizontales inducidas en las columnas y muros por la expansión de las losas.

Finalmente hay que tener presente que las consecuencias desastrosas de los incendios muy a menudo no tienen nada que ver con la estructura de hormigón misma.

* De la RFA.

Aplicación de emisión acústica para detectar corrosión de las armaduras de hormigón armado.

WENG, M.S.; DUNN, S.E.; HARTT, W.H. y BROWN, R.P. Application of acoustic emission to detection of reinforcing steel corrosion in concrete. *Corrosion*, vol. 38, n^o 1 (enero 1982), pp. 9-14.

El agrietamiento y el descascaramiento del hormigón debidos a la corrosión del acero de las armaduras son fenómenos frecuentes en estructuras cercanas a la costa o de mar adentro. Estas fallas se detectan sólo después que las grietas aparecen en la superficie libre, en una etapa avanzada del proceso.

El propósito de este trabajo ha sido determinar si las técnicas de emisión acústica pueden ser eficaces para detectar y reconocer los daños producidos por la corrosión del acero en hormigón armado con más

anticipación. Para cumplir este objetivo se hicieron tres grupos de experiencias. El primero comprendió la exploración de la polarización en barras de acero, el segundo se orientó hacia la corrosión acelerada de probetas de hormigón armado y el tercero correspondió a la observación del voltaje de probetas de hormigón armado en proceso de corrosión natural. En todos los casos las probetas se instrumentaron de modo que se pudiera registrar la emisión acústica durante las experiencias.

Los experimentos mostraron que se produce emisión acústica mensurable aun en los casos de corrosión natural.

Se discuten varios aspectos relacionados con los resultados experimentales y se concluye que la emisión acústica puede ser una técnica útil para caracterizar los daños por corrosión del hormigón armado.

Propiedades del hormigón.

NEVILLE, A.M. *Properties of concrete*. Pitman Press, Bath, Gran Bretaña, 3^a edición, 1981, 779 pp. El profesor Neville nos entrega una edición aumentada de esta obra ya clásica, cuya primera versión apareció hace ya casi veinte años.

Todo el mundo del hormigón está desplegado y expuesto al servicio de ingenieros, constructores, proyectistas, investigadores y estudiantes en las 779 páginas de este trabajo.

Para los primeros valen las informaciones cuidadosamente actualizadas tomadas de las fuentes originales sobre, se podría decir, todos los temas que inciden en la práctica constructiva del hormigón: cementos de diferentes tipos y aditivos; áridos; hormigón fresco; resistencia del hormigón; elasticidad; retracción y fluencia lenta; durabilidad del hormigón; hormigones livianos y pesados, y procedimientos de dosificación.

Los investigadores, a su vez, sacarían provecho del tono general de la obra, en que la idea matriz es dar una visión integrada de

las propiedades del hormigón y explorar las causas científicas de su comportamiento y modo de ser. No les serán menos útiles las extensas listas de referencias al final de cada capítulo puestas al año 1980.

Por fin, los estudiantes disfrutarán de una exposición clara y movida que, aunque no se lo haya propuesto, tiene una alta eficiencia didáctica.

El hecho que este libro haya tenido tantas reimpressiones y que haya sido traducido a ocho idiomas, significa, por cierto, como muy bien lo dice el autor en el prólogo, que el hormigón continúa siendo un material de primera importancia, pero, en mucha mayor medida significa que la obra del profesor Neville sigue siendo un trabajo del más alto interés.

E.G.G.

Cálculo de estructuras de cimentación.

CALAVERA, J. Dr. Ingeniero de Caminos, INTEMAC, 350 pp. Madrid 1982.

El libro abarca de forma completa todo el campo de los cimientos considerados como estructuras y es de destacar que viene a llenar una laguna importante en dicho tema, ya que si bien la bibliografía sobre los aspectos geotécnicos es abundante, la referente a los cimientos considerados como estructuras lo es mucho menos.

En este sentido, algunos capítulos, tales como los dedicados a zapatas de medianería y zapatas de esquina, constituyen una importante novedad. También debe señalarse la discusión en el caso de vigas flotantes de su método de cálculo según la rigidez de la superestructura, tema con frecuencia olvidado en la práctica habitual.

El libro sigue las especificaciones de la instrucción EH-80, —pero en muchos casos indica métodos complementarios basados en general en la Norma Norteamericana ACI-318 y en el Model-Code CEB-FIP, así como en la experiencia personal del autor.

Se incluyen 37 tablas y ábacos que facilitan el cálculo de cimientos y 40 tablas

que proporcionan directamente las zapatas para carga centrada, proyectadas y calculadas e incluida su medición para las calidades de acero, hormigón y suelos habituales en la práctica. El libro contiene 21 ejemplos resueltos.

La extensión del libro, considerable para un tema monográfico, ha permitido a su autor tratar el tema en profundidad aunando el rigor teórico con una constante preocupación por los criterios prácticos, detalles constructivos y tablas de aplicación.

Este libro es distribuido directamente por INTEMAC, Monte Esquinza 30, Madrid, 4. Teléfono 4.10.51.58, España.

Estabilización de carpetas de rodado con sal.

BRIERLEY, N. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, abril 1982.

Existe actualmente en Chile un grave problema de infraestructura de caminos, siendo de gran importancia los ahorros que se logren tanto para mejorar como para disminuir sus costos de construcción y conservación.

Los cambios secundarios, cuya relevancia es indiscutible, consumen gran parte de los fondos destinados a la red vial.

Este estudio trata de determinar y cuantificar las ventajas y cualidades de un tipo de tratamiento con cloruro de sodio para la carpeta de rodado-base en caminos secundarios con tráfico moderado.

El estudio entrega la secuencia típica de trabajo y las especificaciones básicas para la aplicación del tratamiento. Además se presenta una experiencia in situ de un tramo tratado con NaCl de 8,2 km de longitud, correspondiente al camino Santa Cruz a Pichilemu entre las localidades de Población y Marchigue. Su comportamiento se comparó con otros caminos de la zona con carpetas de rodado constituídas por ripiado tradicional. Paralelamente se elaboró un pro-

grama de experiencia de laboratorio para poder cuantificar y determinar variables que controlarán la efectividad del tratamiento con sal y explicarán las observaciones de terreno. Finalmente se realizó un estudio de costos comparativos entre un camino con y sin tratamiento con sal.

Se concluye que el tratamiento con sal es tanto más efectivo en la medida que el suelo constitutivo de la carpeta de rodado-base presente un porcentaje óptimo de finos comprendido entre 10 - 20% con índices de plasticidad entre 4 y 9. Además el tamaño máximo del agregado no debería superar 1". El análisis de costos indica que para condiciones de rodado similares, la mayor inversión inicial asociada al tratamiento con sal se neutraliza al cabo de tres meses de operación, debido al menor costo de mantención que presenta esta alternativa con respecto al ripiado tradicional.

Este trabajo fue realizado en IDIEM y fue dirigido por el profesor Pedro Ortigosa.

Análisis sísmico de muros de contención en modelos de laboratorio.

BERRIOS, D. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, abril 1982.

La presente memoria está dirigida a estudiar el comportamiento de muros de contención en modelos de laboratorio sometidos a una aceleración basal.

Para lograr este objetivo se realizaron ensayos de laboratorio, en los cuales, por medio de una mesa vibradora y un muro de contención fundado en arena, se simuló un caso real sometándolo a diferentes niveles de aceleraciones del tipo sinusoidal. Mediante instrumentos se midió la presión del relleno y el corrimiento de la parte superior del muro.

Los resultados obtenidos de los registros de presiones fueron comparados con el entregado por el método de Mononobe-Okabe,

pudiendo comprobarse que los valores son aproximadamente similares.

En cuanto a los desplazamientos, los resultados obtenidos fueron comparados con un modelo teórico que representa la acción dinámica de un conjunto de sollicitaciones que actúan sobre el muro de contención, el cual rota en su base. Con estas sollicitaciones se planteó la ecuación de movimiento permanente del muro, la cual se puede integrar numéricamente a través de un programa computacional, entregando el giro acumulado del muro en función del tiempo. Se observó que en todos los casos el muro falla por volcamiento, lo cual confirma la hipótesis básica del modelo. Además se analizó el efecto de la fuerza inercial del muro, en la determinación de los giros, siendo posible concluir que para aceleraciones máximas basales, menores a 0.25 g éstos se aproximan a los valores obtenidos del análisis incluyendo la fuerza inercial del muro, en cambio, cuando las aceleraciones son mayores a 0.40 g, los giros se aproximan a los que resultan del análisis despreciando esta sollicitación.

Por último se realizó una comparación con un caso real, para comprobar la validez del modelo. Para tal efecto se analizó un muro de contención gravitacional afectado por el sismo del 8 de julio de 1971. Los resultados obtenidos concordaron satisfactoriamente con los que se esperaban del análisis teórico.

Este trabajo fue realizado en IDIEM y fue dirigido por el profesor Horacio Musante.

Corrosión del acero en hormigón armado.

GARCIA, F. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, julio 1982.

Conociéndose la importancia de los daños producidos por la corrosión a estructuras de hormigón armado, y al no existir un criterio común en la aceptación de una

determinada concentración límite de iones cloruro en el momento del amasado, es que se ha considerado importante continuar investigando este fenómeno.

En el primer capítulo se realiza un estudio de los antecedentes, basado principalmente en la bibliografía disponible.

En el segundo capítulo se realiza un análisis de obras de hormigón armado atacadas por la corrosión.

Por último, en el tercer capítulo, se realiza un estudio experimental sobre la influencia de los cloruros y otros factores en la corrosión de barras de acero embebidas en probetas de hormigón, expuestas a diferentes ambientes.

Se concluye y recomienda que, en hormigones expuestos a ambientes sin cloruros y relativamente secos, la concentración total de cloruros contenidos en el hormigón en el momento de la mezcla de sus componentes sea inferior a 0.3% con respecto al peso de cemento y, en hormigones expuestos a ambientes con cloruros, alto contenido de humedad o sometidos a ciclos de saturación y secado se recomienda que los componentes del hormigón carezcan de cloruros.

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

Mediciones de esfuerzos en socalzados de edificios.

BRAVO, C. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, junio 1982.

El presente trabajo, cuyo objetivo fundamental fue desarrollar un programa de instrumentación en terreno, describe un sistema de socalzado-entibación discontinuo en base a vigas fundación y pilas de hormigón armado arriostradas lateralmente con puntales de acero o de madera. Este sistema es usado en cortes verticales en la grava fluvial

en el Centro de Santiago, que alcanzan profundidades variables hasta 10 - 12 m socalzando en la mayoría de los casos edificaciones antiguas de albañilería y en ocasiones edificios de hormigón armado.

Para este sistema de socalzado-entibación se incluye el análisis de diseño planteado en los trabajos y memorias de cálculo de cinco edificios, así como también el detalle del proceso constructivo para cada proyecto y la situación en que se encontraban las edificaciones adyacentes al corte vertical de la excavación.

La instrumentación mediante cuerdas vibrantes superficiales permitió conocer las deformaciones tanto en las vigas de fundación como en los puntales de arriostre del sistema. Una vez determinados los módulos de elasticidad de los materiales constructivos de dichos elementos estructurales se pudo conocer las tensiones generadas en ellos durante y después de realizado el corte vertical de la excavación.

Los resultados obtenidos en terreno se compararon con los entregados por el cálculo, lo que permitió definir los parámetros de diseño $C-\phi$ del suelo a emplear en los modelos de cálculo tradicionalmente utilizado.

Este trabajo fue realizado en IDIEM y fue dirigido por los profesores Eugenio Retamal y Pedro Ortigosa.

Análisis de estabilidad de taludes en la grava de Santiago.

CESANI, P. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, julio 1982.

Generalmente el análisis de estabilidad de taludes persigue como fin determinar el factor de seguridad a la falla por corte del suelo, sin considerar las deformaciones que juegan un papel preponderante en un proceso de excavación.

La técnica de elementos finitos permite

llevar a cabo un análisis tomando en cuenta esfuerzos, deformaciones y propiedades del suelo.

Aplicando esta técnica, se simula el proceso de excavación, discretizando en elementos un sector de la masa de suelo. La extracción de material se representa mediante la remoción de elementos, de forma tal que las tensiones existentes se reemplazan por fuerzas nodales con sentido contrario a dichas tensiones.

Del presente estudio se desprende que si se efectuase una excavación en la grava de Santiago, se produciría una expansión del suelo producto del alivio de tensiones, originando corrimientos y deformaciones que parecen ser los causantes de daños en estructuras vecinas a la excavaciones (grietas en panderetas, roturas de cañerías, etc).

De acuerdo a los resultados obtenidos, queda la sensación que la distribución lineal de presión lateral en reposo para la grava de Santiago no es la más adecuada y al parecer sería más apropiado considerar una distribución uniforme del tipo de suelos preconsolidados por lo menos en la parte superficial del suelo.

En todo caso, estas conclusiones deberían ser verificadas con un análisis en donde se incluya un mayor número de elementos y etapas del proceso de excavación.

Este trabajo fue realizado en IDIEM y fue dirigido por el profesor Horacio Musante.

Estudio experimental de empalmes traslapados sometidos a tracción.

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

En el presente estudio se examina la influencia de la armadura transversal en la resistencia de empalmes traslapados. En la primera parte de este trabajo se exponen en forma detallada los antecedentes que permiten determinar las variables que dominan el com-

portamiento resistente de los empalmes traslapados. De acuerdo con dichos antecedentes las variables más importantes son las siguientes: longitud del traslapo; espesor de recubrimiento; historia de cargas; separación entre barras y cuantía de armadura transversal.

El estudio experimental consiste en la carga hasta la falla de vigas simplemente apoyadas bajo dos tipos de solicitaciones: carga monotónica y carga reversible. Se examina el comportamiento para cuatro longitudes de traslapo (24 cm; 36 cm; 54 cm; y 74 cm) y para tres espacimientos de estribo (10 cm; 15 cm y 20 cm).

Las principales conclusiones de esta investigación son las siguientes:

- Un aumento de la longitud de traslapo trae consigo incrementos en resistencia y deformación máxima. Aunque la mayor longitud de traslapo investigada fue de 41 diámetros (74 cm), se puede inferir que longitudes de traslapo mayores que ésta involucran un comportamiento más dúctil pero no significativamente más resistente.
- El espacimiento de estribos, para el rango aquí estudiado, no parece ser relevante como variable.
- Para carga monotónica la distribución de tensiones en las barras traslapadas puede asimilarse a una distribución triangular, que parte de cero en el extremo del traslapo y es máxima en el comienzo de éste, todo esto válido mientras no se sobrepasen la tensión de fluencia; caso en el cual la tensión máxima es la tensión de fluencia formándose una distribución triangular-rectangular.
- Bajo carga reversible los especímenes ensayados presentan una rápida degradación de rigidez conforme aumenta el número de ciclos. Aunque la carga última reversible es similar a la carga última monotónica, la flecha máxima es considerablemente mayor en el primer caso.
- El examen de las normas ACI 318-77; DIN 1045-78 y CEB 76, de acuerdo a los resultados de nuestros ensayos, permite establecer que la norma ACI 318-77 es la

más de acuerdo con el comportamiento real. Las normas restantes presentan un excesivo respeto a los traslajos, llegando a exigir el doble de lo que estipula la norma ACI.

Este trabajo fue realizado en IDIEM y fue dirigido por el profesor Fernando Yañez.

Estudio del subsuelo de San Antonio.

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

Se estudia la zona de San Antonio desde un punto de vista geotécnico, con especial énfasis en el comportamiento sísmico de los suelos, de tal forma que sirva de base para futuros estudios de Ingeniería que se quieran realizar en la zona.

Para ello, se hizo una recopilación de antecedentes geotécnicos, con los cuales se elaboró una zonificación tentativa de los

suelos de fundación de los distintos sectores de San Antonio. Adicionalmente, se presenta y analiza la información existente de sismos destructores y tsunamis que han afectado a la zona.

Basados en la historia sísmica y en los antecedentes geomecánicos, se realizó una zonificación sísmica preliminar del sector urbanizado, y en ella se analizaron modelos estratigráficos y dinámicos para la obtención de espectros de amplificación de algunas unidades de suelo. Los resultados obtenidos sólo son válidos desde un punto de vista comparativo, ya que el registro del terremoto utilizado es de Santiago. No existen antecedentes que permitan concluir que las amplificaciones hayan sido determinantes en los daños observados en sismos; atribuyéndose parte de ellos a la calidad de las construcciones, a pérdidas locales de resistencia o deformaciones excesivas del subsuelo, y a efectos acumulativos de daños estructurales y debilitamientos en los sucesivos sismos que han afectado a la zona.

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