
NOTICIAS

METRO DE SANTIAGO

En el mes de julio de este año se iniciaron los viajes de prueba del Metro de Santiago en el primer tramo terminado, que corresponde a una parte de la línea 1. La línea completa enlazará Santiago en la dirección oriente poniente con un recorrido de 15 km. El tramo puesto a prueba tiene 8 km y llega desde el extremo poniente hasta la Estación Moneda, en el centro de Santiago.

Estos viajes inaugurales permitieron anticipar al público las condiciones excepcionales de que está dotado este nuevo medio de transporte, como son su gran velocidad,

comodidad, y desplazamientos silenciosos y suaves. Destacan también la amplitud de las estaciones, sus excelentes terminaciones y la facilidad de acceso y circulación. Todo ello se ha logrado por la acción conjunta y eficiente de la Dirección del Metro, de los proyectistas, de las empresas constructoras y de instalación y de los organismos de inspección y de control que intervinieron durante la construcción, resultando una obra de ingeniería que responde a los más exigentes estándares internacionales.

IDIEM tuvo participación en esta obra como organismo de inspección y control y



Fig. 1. Vista de la zanja excavada de la línea 1 del Metro de Santiago. Se observan muro laterales en vía de construcción y al fondo, la zanja abovedada.

como asesor en diversos problemas técnicos y sigue desempeñando estas mismas funciones en la continuación de ella. En números anteriores de esta revista hemos informado sobre los aspectos relevantes de la labor realizada. Con todo, viene al caso hacer una exposición resumida de nuestra actuación.

Se hizo un interesante estudio sobre mediciones de empuje de tierras en la línea 1 del Metro de Santiago por la Sección Mecánica de Suelos, el cual fue objeto de siete informes técnicos emitidos por el Instituto a lo largo de cuatro años y sirvió de base para un artículo de Ortigosa, Fahrenkrog y Musante, que se publicó en el vol. 12, n° 2, de la Revista del IDIEM. Las mediciones tenían por objeto obtener la distribución de las presiones en los paramentos de los muros verticales, determinar las variaciones de las variaciones de las presiones en función del tiempo y comparar los resultados con los valores usados en el proyecto. Se utilizaron celdas de presión especialmente diseñadas para las condiciones del caso y se instrumentaron los puntales de entibación. Las conclusiones anotadas en el trabajo mencionado

indican que se cumplieron los objetivos fijados y que se obtuvieron datos muy valiosos para el proyecto y dimensionamiento de futuros tramos en túnel abovedado en ripio típico de Santiago.

La Sección Hormigones ha tenido y tiene a su cargo el control continuado de los hormigones usados tanto en las faenas del tramo a que nos referimos como en las fábricas de pretensados y de prefabricados y en obras anexas. Su función comprende el estudio de calidad de los materiales, proposición de las dosificaciones más apropiadas, muestreo y ensayos de los hormigones frescos y endurecidos, y análisis crítico del estado y funcionamiento de las plantas de fabricación del hormigón. Ha habido, como consecuencia de esta inspección, aumento en la resistencia de los hormigones y mejoramiento de las terminaciones.

Una labor parecida de inspección ha realizado IDIEM en muchas de las estructuras metálicas en las obras civiles del Metro, en las cuales se ha verificado el cumplimiento de normas en lo referente a dimensiones y ejecución y se han inspeccionado las soldadu-

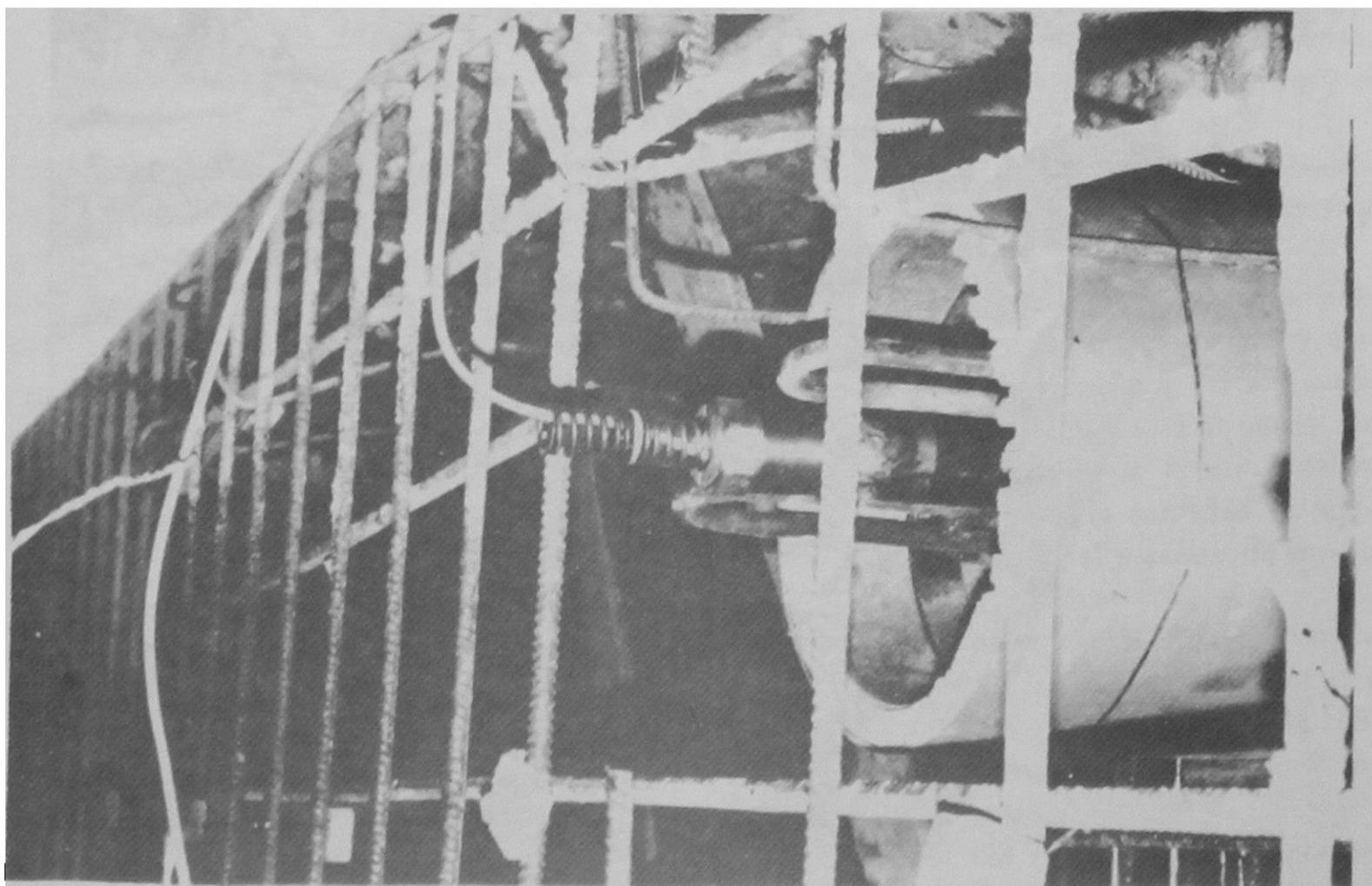


Fig. 2. Celda de carga para medición de presiones de tierra en Estación Moneda.

ras con rayos X.

En algunas oportunidades se obtuvieron resultados de resistencias del hormigón inferiores a los especificados, los cuales se conocieron cuando los elementos ya estaban terminados. En tales casos se suscitan siempre dudas sobre la decisión que corresponde adoptar. IDIEM fue requerido a analizar esos problemas y en cada caso seleccionó la metodología experimental apropiada y dio las soluciones técnicamente adecuadas.

Por último, IDIEM ha hecho estudios a solicitud especial del Metro de estructuras ya terminadas, como la cubierta completa de una estación, donde se aplicaron técnicas novedosas de mediciones, y hará el estudio experimental de la capacidad y características resistentes de una viga compuesta.

Las tres figuras que ilustran el texto muestran aspectos del Metro relacionados con la labor de IDIEM. Así, la Fig. 1 presenta una vista de la excavación donde se obser-

van tramos de muros en algunos de los cuales se colocaron celdas de presión como la que se muestra en Fig. 2, para medir el empuje de la tierra de relleno. La Fig. 3 está formada por tres enfoques de unas vigas de la cubierta de la Estación Universidad Católica, donde se muestran un flexímetro para medir las flechas producidas por las cargas de tránsito y dos extensómetros, uno Huggenberger y otro eléctrico (strain gage), para medir los alargamientos del hormigón en la zona de tracción debidos a esas mismas cargas.

Creemos que esta labor ha tenido significación en los resultados obtenidos en las obras del Metro y que el hecho de que la Dirección del Metro haya solicitado y respaldado esta inspección y control tan completos revela su cabal comprensión de que una obra de ingeniería debe ser medida durante su construcción para tener seguridad de que cumple con las especificaciones del proyecto.

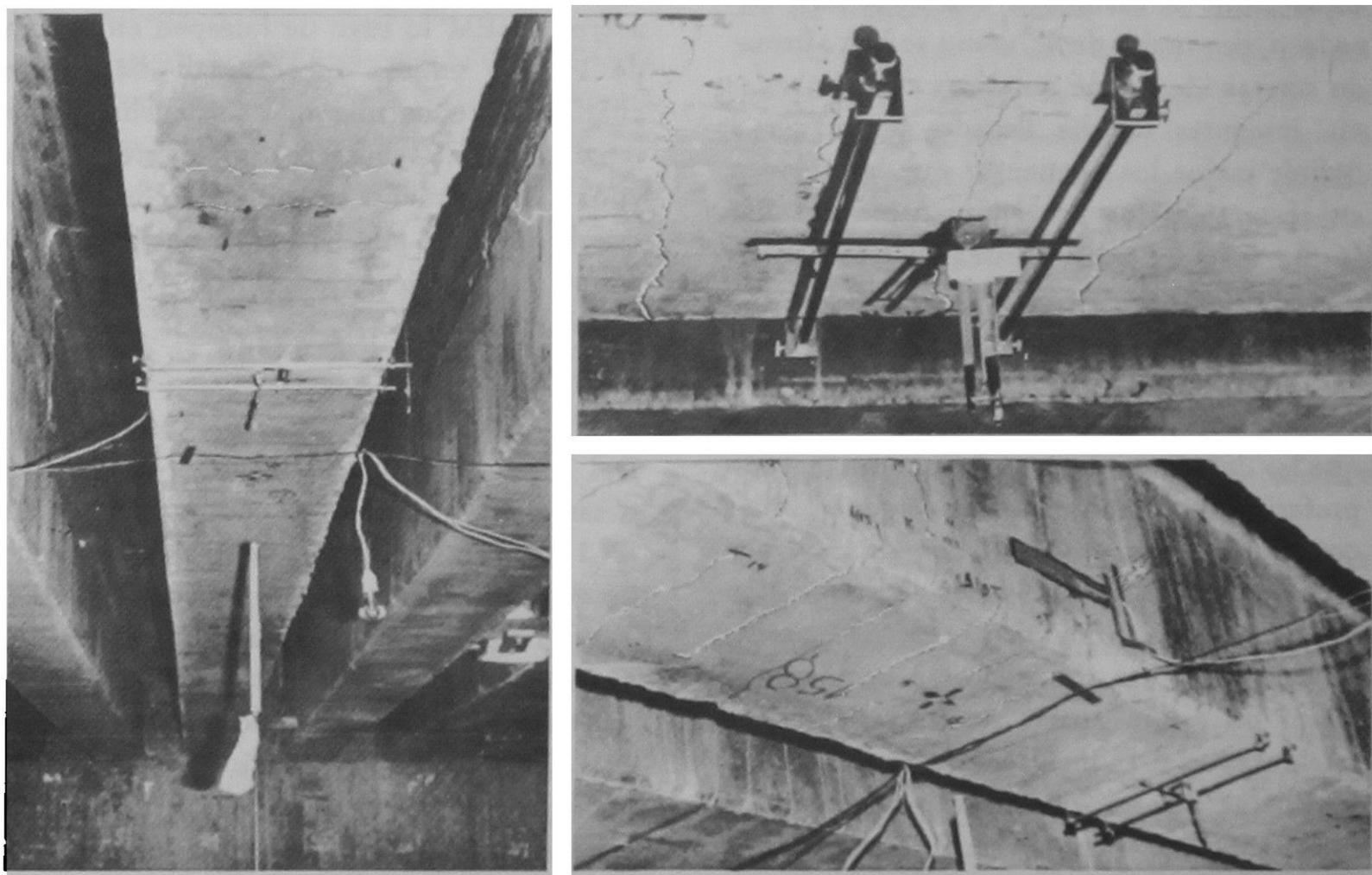


Fig. 3. Composición de fotos de las vigas de la Estación Universidad Católica instrumentadas. A la izquierda, una de las vigas con flexímetro y extensómetro Huggenberger. A la derecha arriba, vista de aproximación del extensómetro Huggenberger colocado en la viga. A la derecha abajo, se ve un strain gage colocado en un costado de la viga y un Huggenberger abajo.

CONGRESOS Y REUNIONES

En mayo del presente año se reunió en su 17ª sesión plenaria el Comité Europeo del Hormigón, CEB, en Lisboa, reunión de la cual dimos noticias en el número anterior de esta revista. Entre los temas que se debatieron en esa reunión estuvo la primera versión de la tercera edición del *Sistema Internacional de reglamentos técnicos unificados de las estructuras*, presentada en el boletín CEB nº 109. El documento consta de dos partes, una se refiere a las disposiciones comunes a diversas obras y materiales, y la otra, a las estructuras de hormigón.

Resulta de interés presentar los aspectos más relevantes de esta proposición de reglamentos, porque ella recoge las novedades que se han producido en los criterios y pensamientos de diseño y construcción de obras civiles en Europa en los últimos 5 o 6 años desde la preparación de la edición anterior de estos mismos reglamentos.

Una rápida comparación entre ésta y la actual pone de manifiesto cuánto se ha avanzado o, por mejor decir, cómo se han afirmado ciertas ideas, que entonces estaban todavía inseguras. Se ha llegado a afinar y a definir mejor los elementos que intervienen en el tema y los procedimientos para dar forma práctica a los planteamientos básicos que se proponen.

Se ratifican como objetivo del diseño de las estructuras en general, el limitar la probabilidad de falla o de cualquier condición que las deje fuera de servicio y como método preferido de diseño el de los estados límites con tratamiento probabilístico de las sollicitaciones y de las propiedades de los materiales. Dentro del afinamiento logrado cuenta el considerar las sollicitaciones accidentales como un grupo aparte de las variables, en que antes estaban incluídas.

En las disposiciones para estructuras de hormigón hay también mayor precisión y algunas novedades. Entre ellas tocaremos sólo las referentes al estado límite de fisuración, que ha sido preocupación de las normas europeas desde hace tiempo. A este respecto se consideran cuatro clases de comportamiento, en función de la agresividad del

medio ambiente y de la sensibilidad a la corrosión de las armaduras empleadas. Para cada una de las clases se define el estado que se acepta para condiciones de carga permanente, frecuentes y total. Hay tres estados límites definidos: de compresión nula, de formación de fisuras y de fisuras con una abertura determinada.

Con fecha 29 de julio de 1975 le fue concedido el *Premio de Investigación Técnica Eduardo Torroja*, en Madrid, al ingeniero Manuel Fernández Cánovas por sus trabajos sobre las resinas epóxicas, cuya más reciente manifestación es la obra *Las resinas epoxi en la construcción*, editada por el Instituto Eduardo Torroja.

Nos ha producido gran satisfacción el conocimiento de que Fernández Cánovas haya recibido esta distinción, que premia una labor destacada y continuada en la investigación del comportamiento de resinas epóxicas en interacción con hormigón y con acero. IDIEM lo tuvo de huésped en agosto de 1973 y en esa oportunidad dictó siete charlas sobre hormigón, una de ellas sobre reparaciones y refuerzos mediante resinas epóxi, directamente relacionada con el tema que le ha valido el galardón que comentamos y que fue publicada en el vol. 13, nº 1 de esta Revista.

Del 31 de marzo al 1º de abril de 1976 se desarrollará un Simposio conjunto ACI-CEB-PCI-FIP, en Filadelfia, dentro del período de la *Convención de Primavera de ACI*. Tendrá tres sesiones de medio día cada una en que se verán los siguientes temas:

Diseño basado en estados límites, al cual contribuirán diversos expositores para ilustrar los criterios vigentes sobre seguridad, serviciabilidad, cargas y estados límites, tanto desde un punto de vista general, como particulares de los organismos participantes. Habrá un trabajo que resume y compara las disposiciones del CEB/FIP con las del ACI sobre seguridad y serviciabilidad.

Corte y torsión. También a este respecto

se presentan los criterios de los organismos que intervienen y se comparan en sendos trabajos las disposiciones para el corte y a la torsión y para el diseño de losas al corte del CEB/FIP con las del ACI.

Hormigón pretensado. Conceptos especiales y nuevas aplicaciones. Se trata aquí en otros tantos trabajos el diseño racional para resistencia al fuego según PCI y según FIP, los conceptos sobre pretensión parcial del PCI y del FIP, las disposiciones para estructuras especiales y el diseño con tendones no adheridos. La correspondencia debe dirigirse a CEB Secretariat, 6, rue Lauriston, F 75116, Paris.

La Asociación Brasileira del Cemento Portland inaugurará su Centro Tecnológico del Cemento el 17 de mayo de 1976 y como parte de la inauguración ha programado un Simposio del Cemento y del Hormigón para los días 25 a 27 de mayo en el Anfiteatro de la División de Mecánica del IPT, Ciudad Universitaria, San Pablo, Brasil.

Las jornadas constarán de 3 conferencias; una sobre *Progresos en la técnica del proyecto y construcción de pavimentos de hormigón* por el ingeniero Gordon K. Rey director de PCA de E.U.A; otra sobre *Cementos portland puzolánicos* por el profesor José Callejas del Instituto Eduardo Torroja de España, y la última sobre *Reacción álcali-agregados* por el Dr. Dante Veronelli de la Corporación Cementera de Argentina. Cada charla será seguida por un debate.

El Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto ofrecerá el Tercer Curso Especial IMCYC, de junio 28 a julio 2 de 1976, sobre Supervisión de obras de concreto. Será dictado por profesores del Instituto y profesores invitados de universidades extranjeras, V. M. Malhotra; L. H. Tuthill; T. W. Van Zelst y B. E. Weinberg.

En este curso se tratarán temas relativos a la inspección de obras de hormigón. Se analizarán las responsabilidades y participación del propietario, del proyectista, del

contratista, del laboratorio de control y de los organismos oficiales. Se analizarán también los diversos aspectos que contribuyen a la formación y preparación de los inspectores, como el conocimiento de diseño de mezclas, ensayos de materiales, pruebas aceleradas de resistencia, pruebas no destructivas, evaluación de las pruebas de laboratorio, desarrollos recientes y futuros de técnicas y equipos de laboratorio, entrenamiento de personal de supervisión y de laboratorio y normas de calidad. Otros temas se refieren a la forma en que se debe hacer las inspecciones de los equipos y de los materiales y del hormigón en sus diversas etapas de preparación, complementado con exposiciones sobre preparación y colocación del hormigón en diversas circunstancias.

Una Federación de Sociedades de Materiales de Estados Unidos de Norteamérica ha programado la realización de la 2ª Conferencia internacional sobre comportamiento mecánico de materiales. Como ya lo anunciamos en nuestro vol. 14, nº 2 se desarrollará del 16 al 20 de agosto de 1976 en Boston. La mayor parte de los materiales tendrán cabida en la conferencia, a saber, metales, cerámicos y vidrios, polímeros, hormigón, materiales compuestos y productos forestales. Se pretende profundizar el conocimiento de las propiedades mecánicas de los materiales y referirlas a sus aplicaciones en términos de comportamiento en condiciones ampliamente variadas de temperatura y de medios ambientes.

Cada una de las ocho áreas en que se han dividido los temas de la conferencia, como lo señalamos en el número anterior, será objeto de varias sesiones. Así en comportamiento elástico, plástico y anelástico se destinarán 3 sesiones a metales y aleaciones; tres a polímeros; dos a hormigón; tres a materiales compuestos; dos a análisis de tensiones en entalladuras y grietas, y dos a temas especiales. En fluencia lenta los efectos de la microestructura se tratarán en tres sesiones; dos se destinarán a fenomenología y modelos, y una a interacciones y daños.

Los fenómenos de fatiga se subdividirán en factores metalúrgicos; aspectos microestructurales del crecimiento de grietas; efectos ambientales; bajo ciclaje; efectos de superficie; bajo ciclaje a alta temperatura; polímeros y materiales compuestos; diseño y análisis de fallas, con dos sesiones cada uno, y en sesiones simples se verán la iniciación de grietas en las entalladuras; modelos de crecimiento de grietas; aspectos estadísticos; cierre y retardo de grietas y tensiones combinadas. La fractura se verá en diversas sesiones en los aspectos relativos a los fenómenos en los extremos de las grietas; análisis de plasticidad y modelos, efectos de microestructura, transición de ductilidad a fragilidad; relaciones entre estructura y propiedades; diseño y aplicaciones; materiales no metálicos y compuestos; velocidades altas de deformaciones; efectos ambientes y métodos de ensayos. Las sesiones de ensayos se referirán a ensayos de fatiga y fractura; ensayos dinámicos; métodos de rayos X, emisiones acústicas y asuntos especiales. En las sesiones sobre relaciones entre estructura y propiedades se tratarán temas de metalurgia física; efectos de la velocidad de deformación y de la temperatura; materiales de endurecimiento por precipitación; cerámicos y materiales compuestos, y procesamiento. En diseño se analizarán los materiales no metálicos y los metales y aleaciones.

La *Reunión Internacional de Laboratorios de Ensayos de Materiales RILEM*, mantiene sus actividades con ritmo creciente, a través del trabajo de sus comités técnicos que desemboca en reuniones periódicas de comités y en muchos casos, en coloquios y simposios internacionales cada cierto tiempo.

Del 28 de agosto al 9 de septiembre de 1977 se realizará en Otaniemi, Finlandia, un Simposio RILEM/ASTM/CIB sobre Evaluación del comportamiento de superficies verticales de edificios, que es continuación del que se realizó en Filadelfia en 1972 sobre el concepto de comportamiento en edificios. La correspondencia debe dirigirse

a Miss Aneli Keturi, Technical Research Center of Finland, Building Laboratory, SF 02150 Espoo 15, Finlandia.

Del 12 al 15 de septiembre de 1977 se realizará un Simposio sobre ensayos de estructuras en sitio, en Budapest, donde se analizará la interrelación y concordancia entre la teoría y los resultados de ensayos de laboratorio y en sitio.

NORMAS INN.

En el período que va desde septiembre de 1974 hasta agosto de 1975 se han estudiado en el Instituto Nacional de Normalización muchas normas, de ellas anotamos a continuación las que nos parecen de más interés.

NORMAS EN CONSULTA PUBLICA

Nch 164.cR74. Aridos para morteros y hormigones. Extracción de muestras.

Nch 1116.c74. Aridos para morteros y hormigones. Determinación de la densidad aparente.

Nch 1117.c74. Aridos para morteros y hormigones. Determinación de las densidades real y neta y la absorción de los áridos gruesos.

Nch 203.cR75. Acero para uso estructural. Requisitos.

NORMAS DECLARADAS OFICIALES

Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

Decreto N° 1018 de 15 de noviembre de 1974.

Nch 1082.Eof74. Productos metálicos. Ensayos no destructivos. Clasificación.

Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

Decreto N° 1269 de 26 de noviembre de 1974.

Nch 725.Eof74. Alcantarillado. Tubos de asbesto cemento. Especificaciones.

Decreto N° 1018 de 15 de noviembre de 1974.

Nch 1082.Eof74. Productos metálicos. Fallas e imperfecciones. Terminología.

Decreto N° 1322 de 3 de diciembre de 1974.

Nch 698.of74. Acero. Barras y perfiles livianos. Requisitos generales.