

4º SEMINARIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL 1988



**1,2,3 diciembre 1988
San José, Costa Rica**

AUSPICIADO POR:

**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, U.C.R.
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE COSTA RICA**

COMITE ORGANIZADOR:

**ING. RAUL GONZALEZ S. M.Sc.
COORDINADOR**

**ING. JUAN PASTOR G. Ph.D.
ING. GUILLERMO SANTANA B. Ph.D.
ING. JAVIER CARTIN C. Ph.D.
ING. WILLIAM BORGES Q.
ING. FRANCISCO MAS H.**

624.177.063

S471-c Seminario de Ingeniería Estructural (4 : 1988 : San José,
C.R.)

4^o Seminario de Ingeniería Estructural. -- San José, C.R. :
Oficina de Publicaciones de la Universidad de Costa Rica, 1989.
p.

Auspiciado por Escuela de Ingeniería Civil, U.C.R., Colegio de
Ingenieros Civiles de Costa Rica.
ISBN 9977-917-79-5

1. Diseño de estructuras -- Congresos. 2. Esfuerzo y tensión
-- Congresos. I. Título.

CCC/BUCR-167



INDICE
TITULO Y AUTORES

PRESENTACION	5
REFUERZO SISMICO DE ESTRUCTURAS Franz Sauter F.	11
INTERACCION MAMPOSTERIA-ESTRUCTURA Franz Sauter F.	31
DIMENSIONAMIENTO DE SECCIONES RECTANGULARES Y CIRCULARES DE CONCRETO SOMETIDAS A FLEXOCOMPRESION RECTA DE ACUERDO CON LAS NORMAS ACI 318-83 Santiago Rizo Brenes	49
ESTUDIO DE ESTRUCTURAS SOMETIDAS A EXCITACIONES MULTIPLES EN SUS APOYOS D. Gómez y G. Santana	61
PRODUCCION DE CONCRETOS DE MEDIANA Y ALTA RESISTENCIA EN COSTA RICA Luis C. Meseguer Quesada y Juan A. Pastor Gómez	75
ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA READECUACION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES Roy Acuña Prado	101
UTILIZACION DE MARCOS DUCTILES Y MUROS DE CORTANTE EN EL REFUERZO SISMO RESISTENTE DE ESTRUCTURAS EXISTENTES Miguel F. Cruz A.	115
RESPUESTA SISMICA DE UN EDIFICIO DEL HOSPITAL MEXICO ANTES Y DESPUES DE SU REESTRUCTURACION Carlos E. Herrera Giri y Miguel F. Cruz A.	127
LA ESTRUCTURA DEL TELESCOPIO OPTICO DE DIEZ METROS DE DIAMETRO EN EL OBSERVATORIO KECK, MAUNA KEA, HAWAII León Mayer	141
ESTIMACION DE LA ACELERACION EFECTIVA DEL SISMO DE 1980 EN EL-ASNAM, ALGERIA A TRAVES DEL COMPORTAMIENTO DE PABELLONES DE ESCUELA Javier F. Cartín C.	161
FALLA DURANTE LA CONSTRUCCION DE UN PUENTE EN DOBLE VOLADIZO Rodrigo Altmann E.	183
PROGRAMA DE ANALISIS NO-LINEAL DE ESTRUCTURAS PLANAS DE CONCRETO REFORZADO Orlando Gei Brealey y Jorge Ruiz Munguía	199

APLICACION DE METODOS NO DESTRUCTIVOS EN EL DIAGNOSTICO DE ESTRUCTURAS Róger Esquivel B.	215
SISTEMA PREFABRICADO "CONSTRURRAPID P.C." PARA NAVES INDUSTRIALES	223
PROYECTO MULTIFAMILIARES HACIENDA VIEJA CONSTRUCCION DE 32 EDIFICIOS, UTILIZANDO EL SISTEMA PREFABRICADO "CONSTRURRAPID DE P.C."	233
NUEVAS TECNICAS PARA EL ANALISIS DEL SUBSUELO Róger Esquivel B.	259
MAPA PRELIMINAR SINTETICO DE AMENAZAS GEOLOGICAS DE COSTA RICA: SU IMPORTANCIA EN EL DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA CIVIL Sergio Mora <i>et al.</i>	269
ANALISIS DE ESTRUCTURAS INDETERMINADAS DE SECCION VARIABLE, (Marcos de varios pisos con retícula ortogonal) POR EL METODO DE DISTRIBUCION DE MOMENTOS José Castro Vargas	309
UTILIZACION DE COMPUTADORAS PERSONALES DE BOLSILLO COMO HERRAMIENTAS EN EL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL José Castro Vargas	319
ZONIFICACION SISMICA DEL VALLE CENTRAL Walter Montero P. y Luis Diego Morales	335

PRESENTACION

4º SEMINARIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL

Ing. Max Sittenfeld Róger.

Dr. Luis Garita Bonilla, Rector de la Universidad de Costa Rica; Ing. Edgar Díaz Brenes, Presidente del Colegio de Ingenieros Civiles; estimados ingenieros organizadores de este evento, distinguidos invitados especiales, doctores Vitelmo Bertero y Rafael Blásquez, queridos colegas y participantes, señoras y señores:

Es para el Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, un hecho de señalado honor tener la oportunidad de expresar algunas ideas y hacer algunos comentarios sobre la importancia y trascendencia que tiene para la ingeniería nacional la celebración del 4º Seminario de Ingeniería Estructural.

Este Seminario ya es de inusitada relevancia si tan solo consideramos la nutrida participación de reconocidos profesionales nacionales, así como de sobresalientes especialistas internacionales, quienes disertarán sobre temas que cubren el amplio espectro del campo de la ingeniería estructural, por lo que desde ahora se puede vaticinar con certeza la inmejorable calidad de los trabajos que se presentarán y por ende el buen éxito del evento.

Pero es que además, como Director de una Escuela de Ingeniería Civil, me parece oportuno destacar que la enseñanza y aprendizaje de la ingeniería es un proceso que no termina con la entrega de los diplomas universitarios de rigor.

Para comenzar, debo mencionar que la ingeniería como tal no es razonable ni practicable impartirla, y menos aprenderla, dentro del esquema curricular de 4 ó 5 años, normalmente establecido para los grados académicos de bachiller y de licenciado. Recordemos que la más firme pretensión de una escuela dedicada a la enseñanza de la ingeniería, es transmitir a los estudiantes, en una primera fase, los fundamentos de las ciencias aplicadas considerados indispensables, para luego, en una segunda fase y final de la carrera, dar aquellos conocimientos de orden tecnológico y formativo que caracterizan en su ejercicio profesional al ingeniero civil. Pero aun dentro del esquema simplificado, el estudiante está en libertad, en la fase final, de escoger dentro de un menú tecnológico aquellos cursos que mejor calzan a sus aspiraciones, inclinaciones, habilidades y destrezas personales.

De tal suerte, debemos aceptar que el graduado de una escuela de ingeniería, aunque cuenta con las bases científicas y tecnológicas para su mejor desempeño como futuro profesional, de ninguna manera ha de pensarse que se trata de un producto ya terminado. Menos aún, si tenemos presente el cambio permanente, y cada vez más acelerado, de los conceptos científicos y tecnológicos en general, que convierten principios y prácticas comunes de la ingeniería en verdaderas catedrales de obsolescencia en término de décadas si no de años.

Es por todo esto que el profesional en ingeniería debe hacer el mayor esfuerzo no solo para llenar las lagunas que quedaron evidentes en su formación inicial, sino también para mantenerse al día en los avances tecnológicos propios de su campo, lo cual a su vez genera una serie de demandas y expectativas de orden académico y profesional.

La mayor parte de los conocimientos indispensables para lograr la mejor solución a los problemas de índole tecnológica hoy día existen, están disponibles o se encuentran en gestación. Por otra parte conocemos de las grandes dificultades que hay para facilitar la comunicación de este tipo de informaciones. Sin embargo, debe existir el compromiso firme de alcanzar metas definidas de superación mediante el estudio continuado o permanente.

Al respecto, vale la pena destacar uno de los conceptos reafirmados en la XVII Conferencia Anual Fronteras en Educación, de la Asociación Americana de Educación de la Ingeniería, que versó sobre el tema "La Clase en el año 2001" el que textualmente dice: "Si los ingenieros del futuro van a hacer frente a los cambios que tendrán lugar, deberán desarrollar afición por el aprendizaje durante toda la vida".

Precisamente este Seminario constituye un medio oportuno y eficaz para facilitar al ingeniero su obligación de cumplir en parte con los preceptos citados. En este sentido, debo decir que la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica tiene muy claros los objetivos de su misión formadora, y por ello ha tomado la iniciativa de organizar desde 1981, y ya por cuarta vez, la celebración de este tipo de reuniones de discusión científica y tecnológica, con el patrocinio y participación del Colegio de Ingenieros Civiles, de la Asociación Costarricense de Ingeniería Estructural, del CONICIT y de algunas empresas públicas y privadas. En la presente oportunidad la Comisión Organizadora ha estado integrada por el Máster Raúl González Salas, quien funge como Coordinador, el Doctor Juan Pastor Gómez, el Dr. Guillermo Santana Barboza, el Dr. Javier Cartín Carranza, y el Máster Francisco Más Herrera. Los tres primeros profesores de tiempo completo de nuestra Escuela, y los dos últimos, de la Asociación de Ingeniería Estructural, para quienes solicito un voto de reconocimiento por el dinamismo demostrado en la organización de este Seminario.

Es conveniente, además, tener presente los objetivos generales y específicos buscados con la celebración de este seminario, señalados en el trámite interno universitario para la inscripción y actualización de la actividad, como evento propio de la Vicerrectoría de Acción Social de la Universidad de Costa Rica. Entre los primeros, es decir los generales, podemos citar el siguiente:

Promover el conocimiento y análisis crítico del estado actual del arte y práctica profesional de la Ingeniería Estructural en nuestro medio. Entre los objetivos específicos, distinguimos los siguientes:

- 1- Divulgar el aporte de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica en el campo de la Ingeniería Estructural en los últimos dos años.
- 2- Analizar las innovaciones introducidas por la empresa privada en el desarrollo de sistemas constructivos para la vivienda de interés social.
- 3- Dar a conocer el aporte que al tema ofrecen otras unidades académicas de la Universidad de Costa Rica vinculadas con esta problemática.
- 4- Estimular la participación de ingenieros que en su ejercicio profesional independiente han desarrollado importantes aportes al tema y que de otra manera no tendrían otra instancia para su divulgación y análisis crítico.

Quisiera antes de finalizar poner de relieve, a manera de reflexión, uno de los temas que siempre está presente y vinculado en cierto modo, aunque no se quiera, a la ingeniería, me refiero en particular al de las fallas estructurales.

Precisamente en este sentido, estimo se ha aprendido más del análisis y estudio de los errores cometidos, que de otras formas racionales de atacar el problema.

En otras épocas el error cometido era castigado con la vida misma del constructor, como lo podemos ver en un extracto del Código Babilonio Hammurabi, que data de 2.200 A.C., tal como se ilustra a continuación:

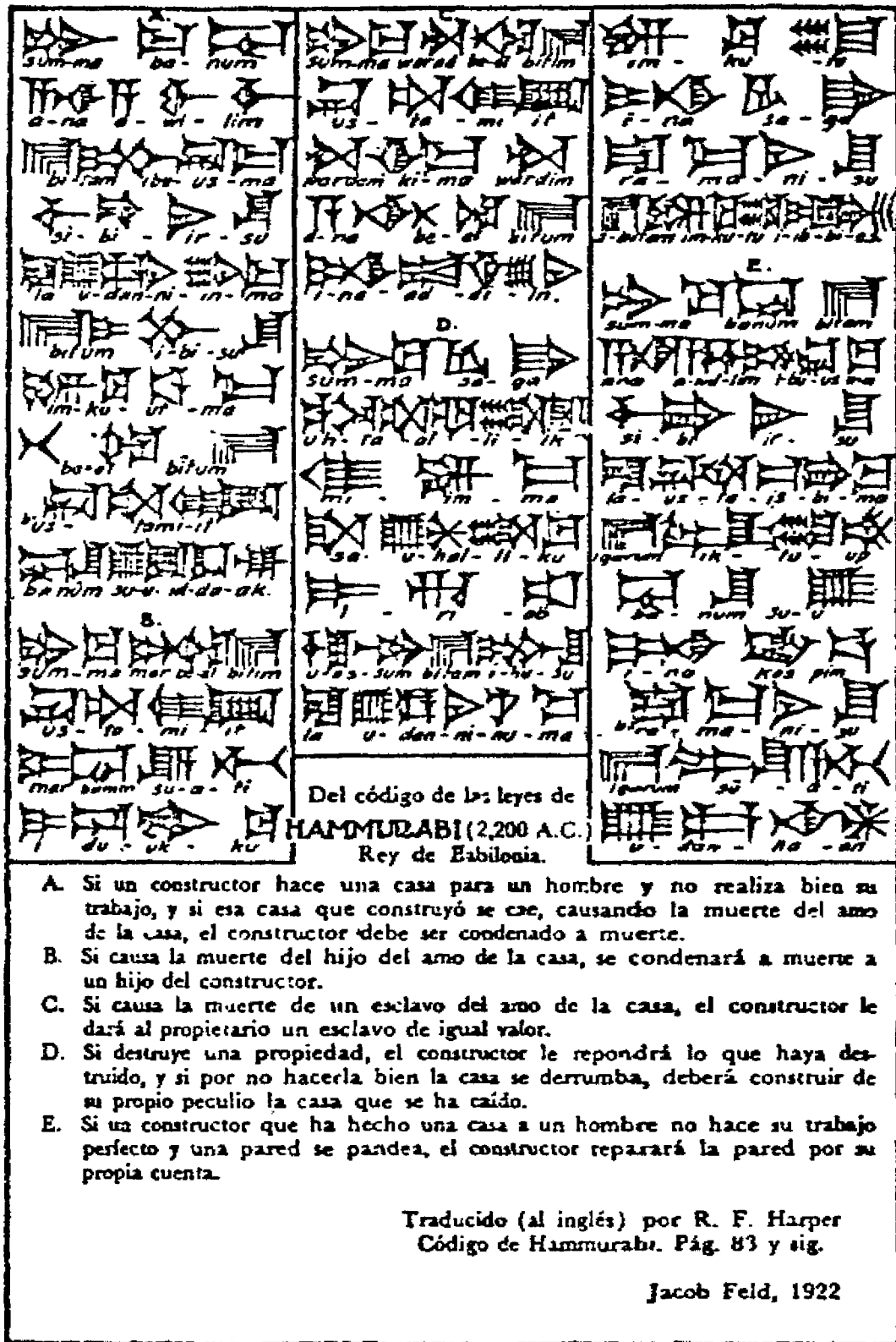


FIGURA 1.1 Código de Hammurabi (2200 A.C.)

No se tiene noticia del seguimiento o eficacia que tuvo tal código en su oportunidad, en Babilonia u otras civilizaciones, pero de una cosa podemos estar seguros, y es que la industria de la construcción no contaba con alicientes y motivaciones muy atractivos, que digamos.

Hoy la situación ha cambiado en cuanto al criterio de penalizar los errores, pero subsiste la responsabilidad del diseñador como del constructor, de los vicios y fallas del suelo así como de las estructuras que construyen, lo cual es un aspecto de toda la consideración.

Del libro "Fallas Técnicas en la Construcción", de Jacob Feld, publicado por Editorial LIMUSA en 1983, podemos extraer la siguiente información, al referirse a los continuos cambios tecnológicos acaecidos con el empleo de nuevos materiales:

- Durante el período comprendido entre 1870 y 1900, en los Estados Unidos, Feld apuntó:

"Los claros de los puentes sobrepasaron muy pronto la capacidad de las armaduras de madera, y entonces se desató una verdadera competencia en la venta de armaduras de acero, lo cual originó incontables fallas. Estas competencias fueron tan espectaculares que casi diario llenaban los encabezados de la prensa. Aun periódicos técnicos extranjeros hacían comentarios sobre el gran número de diseños desafortunados de puentes en los Estados Unidos".

- En relación con el concreto reforzado, cuando su popularidad ganaba adeptos a principios del presente siglo, Feld destaca un comentario de los editores de la conocida revista "Engineering News Record", publicado en la edición del 9 de abril de 1903, y que a la letra dice:

"Una de las principales ventajas atribuidas comúnmente al concreto es que con él se puede construir sin necesidad de mano de obra especializada, pero en vista de algunos accidentes ocurridos recientemente, conviene aclarar que ese principio no tiene aprobación universal. Es indudable que para usar el concreto en grandes cantidades como se requiere en muros de sostenimiento, etc. se pueden emplear operarios no especializado bajo una supervisión adecuada; pero es evidente que para otras clases de trabajo, como trabes y losas en edificios de concreto debe procurarse mano de obra especializada, o al menos, que la totalidad de la obra esté bajo una supervisión estricta y constante por sobrestantes entendidos en la materia, arquitectos o ingenieros".

- La advertencia de 1903 hecha por los editores de la citada revista, fue confirmada y ampliada en 1918 por la American Railway Engineering Association, en un artículo que publicó bajo el título "Estudio de las Fallas de las Estructuras de Concreto", en donde se señalan y clasifican las causas de la siguiente manera, extraídas del mismo libro de Feld:

1. Diseño inadecuado
2. Materiales de baja calidad o mano de obra defectuosa.
3. Carga prematura o descimbrado hecho antes del endurecimiento completo.
4. Asentamiento de las cimentaciones"

- Más recientemente, en 1952, Henry Lossier, en su libro "La Pathologie du Beton Armé", cita muchos casos de fallas, más que todo en marcos de concreto y estructuras especiales, llegando a conclusiones semejantes contenidas en el estudio de la American Railway Association, pero añade, haciendo especial énfasis, que buena parte de las fallas se originan en "...errores en la elección del tipo de estructuración y en los detalles de diseño".

- Finalmente, dentro de esta misma línea de enunciación de errores y fallas de diseño y de construcción, me parece de lo más importante destacar el resumen sobre la naturaleza y origen de las fallas en estructuras, incluido en el estudio realizado por Anderson, Merrit y Feld presentado en 1960 bajo el título "Failures: Too Often, Too Similar", ante el grupo del American Institute of Architects, con sede en New York:

- " 1. Una práctica frecuentemente errónea es la de cambiar el diseño sin el conocimiento del diseñador original.
2. Otro error que conduce a la falla es el dibujo de mala calidad y la insuficiente revisión de los planos.
3. La verificación y supervisión en busca de errores es un gasto adicional en el diseño, pero se justifica hasta el último centavo.
4. Muy a menudo los contratos para los diseños excluyen partidas para la supervisión de la obra de construcción.
5. ¿Deberá ser el ingeniero el único responsable de la integridad de una estructura terminada?
6. Las omisiones en el diseño incluyen un número de errores que se repiten con frecuencia. Por ejemplo:
 - El estudio inadecuado de los efectos térmicos;
 - El apoyo insuficiente por amarres con los muros y fallas resultantes en muros o dinteles;
 - Fallas resultantes en muros o dinteles;
 - El acero de refuerzo muy corto o traslapes insuficientes o mal dispuestos; y
 - Los refuerzos de corte y flexión omitidos en las vigas.
7. Las prácticas viciadas de construcción abarcan errores de omisión tales como:
 - Demasiados orificios provisionales en la estructura;
 - Montaje de la estructura completa sin conexiones permanentes o sin la instalación del sistema de pisos y arriostramiento defectuoso.
8. Algunas veces el arriostramiento provisional adecuado es insuficiente".

He tomado, tal vez, mayor tiempo de ustedes que el que se me había concedido, pero estimo que nunca se puede despreciar la oportunidad de recordar recomendaciones de autoridades destacadas en el campo, como las que me he permitido citar, además, siempre habrá tiempo para oír un consejo sano.

Personalmente, he creído que la mejor receta para tratar de evitar los errores y fallas estructurales se inicia con una buena y suficiente inoculación de conocimientos básicos y de reglas lógicas propias de la ingeniería, por demás sencillas, pero ello exigirá siempre un ejercicio constante de revisión y actualización de los ingredientes que constituyen el fundamento de esa inoculación, y en este sentido, estoy seguro el Seminario cumplirá ampliamente con este precepto requerido para el sano ejercicio profesional, y por ello es que estamos presentes en este Auditorio.