

**QUINTO SEMINARIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL**  
**San José, Costa Rica**  
**22, 23 y 24 de Noviembre, 1990**

**AUSPICIADO POR:**

Asociación Costarricense de Ingeniería Estructural  
Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica  
American Concrete Institute (ACI), Capítulo de Costa Rica  
Colegio de Ingenieros Civiles

**COMITE ORGANIZADOR:**

Ing. Javier Cartín C., Ph.D., Coordinador  
Ing. Johnny Bermúdez V., M.Sc.  
Ing. William Borges Q.  
Ing. Raúl González S., M.Sc.  
Ing. Rafael Mora A., M.Sc.  
Ing. Juan Pastor G., Ph.D.  
Ing. Guillermo Santana B., Ph.D. Editor

## **PATROCINADORES:**

Abonos Agro  
Aditec  
Banco Nacional de Costa Rica  
Canal 6  
Cementos del Pacífico  
Concretera Nacional  
Concretico  
Concreto Industrial  
Construmetal  
Continental Airlines  
Gálvez y Volio  
Heriel  
Hotel Bougainvillea  
Industria Nacional de Cemento  
Plásticos Para la Construcción  
Productos de Concreto  
Ricalit  
Tubocobre  
Van der Laat y Jiménez

## PREFACIO

### QUINTO SEMINARIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL - 1990

*Dr. Ing. Javier Cartin C.*

Como presidente de la Asociación Costarricense de Ingeniería Estructural y como coordinador del Quinto Seminario de Ingeniería Estructural - 1990, me es muy grato presentar los resultados de esta actividad a la comunidad ingenieril costarricense, brindando algunos comentarios sobre la importancia que tiene este seminario para la ingeniería nacional.

Los seminarios de ingeniería estructural realizados en nuestro país (1981, 1983, 1986, 1988), así como el actual en 1990, han tenido los siguientes objetivos:

a) Continuar con la labor de divulgación, intercambio y acercamiento de profesionales, no sólo en ingeniería estructural, sino en las diferentes ramas de la ingeniería civil, así como en arquitectura, geología, etc.

b) Fomentar el desarrollo de la ingeniería estructural, con énfasis en la problemática nacional y con una visión clara de contribución al desarrollo de nuestro país.

El aspecto sísmico está incluido implícitamente dentro de estos dos objetivos. Sin embargo, dada la importancia del mismo en nuestro territorio, estimo conveniente incluir un tercer punto que se leería de la siguiente manera:

c) Proveer un medio de intercambio de información relacionada al estado del arte y de la práctica en el diseño y construcción de estructuras sismorresistentes, evaluar el progreso actual y establecer necesidades y prioridades de investigación para futuros trabajos.

La Comisión Organizadora de este seminario quiso aprovechar la información obtenida en nuestro país a raíz de los sismos ocurridos este año (Cóbano y Puriscal, principalmente). Por esta razón, se designó un capítulo especial a este tema, para incentivar a los sismólogos y a los ingenieros estructurales a realizar trabajos relacionados con estos sismos.

En la organización de este quinto seminario se brindó especial atención a dos tipos de materiales: la mampostería y el acero. Esto no implicó un descuido al concreto reforzado, la madera o algún otro material. Más bien, la idea fue la de informar al ingeniero costarricense sobre las múltiples investigaciones y avances prácticos recientes en el conocimiento de estos materiales. En cuanto a la mampostería, vale la pena mencionar, además, que un porcentaje alto de las construcciones nacionales involucran este material en una u otra forma. En cuanto al acero, debe prestársele atención al método nuevo de diseño llamado LRFD ("Load and Resistance Factor Design"), así como al hecho de que la construcción a base de acero en nuestro país representa una alternativa viable desde el punto de vista de economía y rapidez de construcción de la obra.

Al respecto, como invitados extranjeros, se invitó a los profesores M.J. Nigel Priestley (Universidad de California en San Diego), Richard E. Klingner (Universidad de Texas en Austin) y Charles W. Roeder (Universidad de Washington en Seattle) a participar en nuestro seminario. Los dos primeros han trabajado en los últimos años investigando el comportamiento de la mampostería; el último, la del acero. La valiosa participación de estos especialistas de prestigio internacional en el seminario permitió la exposición de trabajos experimentales que ellos han dirigido en los últimos años, así como de algunas lecciones aprendidas de sismos pasados y de comentarios sobre el estado del arte en diseño sismorresistente.

Asimismo, durante los dos días anteriores al seminario se organizaron dos cursos intensivos titulados: "Current Design Practice of Masonry Structures" y "Load and Resistance Factor Design (LRFD)", dictados por estos profesores invitados. Estos cursos sirvieron para sentar las bases del conocimiento actual en estas áreas, desde sus perspectivas individuales.

El haber traído a estas personas a nuestro país ha tenido repercusiones positivas. La Comisión Permanente del Código Sísmico de Costa Rica ha nombrado una Subcomisión para revisar el capítulo de mampostería de nuestro Código. Asimismo, hay gestiones para formar otra subcomisión que se encargue de revisar el capítulo de acero. Informalmente, miembros de la Comisión y Subcomisión, así como otras personas interesadas, se reunieron con estos profesores invitados para intercambiar ideas y para oír sus comentarios al Código.

La publicación de los trabajos realizados para los seminarios ha sido una tradición de gran beneficio, pues deja un documento para ser utilizado en el futuro. Adicionalmente, para este seminario, y por primera vez en un seminario de ingeniería estructural en Costa Rica, se ha querido grabar en "video" (VHS) tanto la totalidad de las presentaciones del seminario como los cursos intensivos cortos mencionados con anterioridad. Esto brinda la oportunidad a las personas interesadas de "asistir a dicho seminario" en un tiempo futuro.

Espero que el esfuerzo generado por los múltiples profesionales que han hecho posible este seminario brinde frutos, tanto a los actuales como a los futuros profesionales. Asimismo, que la labor realizada por éstos ayude a minimizar los efectos destructivos de los sismos incentivando a que los descubrimientos de investigadores y profesionales sean oídos y puestos a la práctica y brindando guías a los investigadores para asegurar que la investigación futura sea orientada a resolver problemas actuales.

Quiero agradecer a todas las personas y entidades que contribuyeron al desarrollo de este Quinto Seminario de Ingeniería Estructural - 1990, incluyendo a los que auspiciaron y/o patrocinaron este evento, a los expositores nacionales e internacionales y a mis compañeros del Comité Organizador. Por último, y en forma muy especial, mi reconocimiento al Ing. Johnny Bermúdez V., por su desinteresada entrega a la organización del seminario. El éxito del mismo se debió en gran medida a su arduo trabajo.

## INDICE

PREFACIO	v
POTENCIAL DESTRUCTIVO DE LOS SISMOS DE PURISCAL DE 1990 Y LOS DAÑOS EN CONSTRUCCIONES DE LA ZONA William Vargas M. y Guillermo Santana B.	1
EFFECTOS DE LA ACTIVIDAD SISMICA DURANTE MAYO Y JUNIO DE 1990 EN LA ZONA DE PURISCAL Miguel Cruz A. y Roy Acuña P.	19
MAPA DE ZONIFICACION SISMICA CON FINES DE INGENIERIA. UNA PROPOSICION José Grases	39
EL SISMO DE COBANO DEL 25 DE MARZO DE 1990 Y LA ZONIFICACION SISMICA VIGENTE William Vargas M. y Guillermo Santana B.	51
CARACTERISTICAS SISMOLOGICAS DEL TERREMOTO DEL 25 DE MARZO DE 1990 (ML=6.8) (MS=7.0) A LA ENTRADA AL GOLFO DE NICOYA, COSTA RICA: APORTE AL V SEMINARIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL M. Protti, K. McNally, V. González, C. Montero, J. Pacheco, G. Simila, J. Brenes, V. Barboza, E. Malavassi, F. Güendel, D. Rojas, A. Velasco y A. Mata.	69
OBSERVACIONES MACROSISMICAS Y ACELERACIONES DEL SISMO DE COBANO Alvaro Climent M.	75
LOS DESASTRES NATURALES EN LA PRENSA ESCRITA: EL SISMO DE COBANO (25/3/90), PUNTARENAS, COSTA RICA Marlen Bermúdez Ch. y Sergio Mora C.	91
ANALISIS DE LA RESPUESTA SISMICA DEL HOSPITAL MONSEÑOR SANABRIA Adolfo Matamoros H. y Guillermo Santana B.	109
ENFOQUE CRITICO DE LOS CODIGOS SISMICOS VIGENTES Franz Sauter F.	127
VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS SISTEMAS VITALES William Vargas M. y José B. Sandoval S.	149

BASES PARA LA EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN ESTRUCTURAS EXISTENTES Carlos Fernández y Guillermo Santana B.	163
ANALISIS DINAMICO DE LOS EDIFICIOS DE MICROBIOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Adolfo Matamoros H. y Guillermo Santana B.	173
VULNERABILIDAD SISMICA DEL EDIFICIO DEL MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES, ENERGIA Y MINAS Adolfo Matamoros H. y Miguel Cruz A.	189
DISEÑO DE OBRAS CIVILES IMPORTANTES TAREA MULTIDISCIPLINARIA Miguel F. Cruz A.	205
COMPARISON OF LRFD AND ALLOWABLE STRESS DESIGN METHODS FOR STEEL STRUCTURES Charles W. Roeder	217
NUEVA TECNICA EN EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL CONCRETO Róger Esquivel-B. y Carolina Maliaño M.	233
VIGAS DE CONCRETO REFORZADAS CON BAMBU Alejandro Navas C. y Juan A. Pastor G.	245
NORMATIVA Y PRACTICA DE LOS EMPALMES Y ANCLAJES DE VARILLAS EN ELEMENTOS DE CONCRETO Roy Acuña P.	261
DYNAMIC TESTS ON FLANGED MASONRY STRUCTURAL WALLS He Limin y M. J. Nigel Priestley	277
PSEUDO-STATIC LOAD TESTS ON FLANGED MASONRY STRUCTURAL WALLS M. J. N. Priestley y He Limin	293
BEHAVIOR OF PERFORATED WALL SPECIMENS AS A FUNCTION OF DESIGN PHILOSOPHY Gilberto Leiva y Richard E. Klingner	321
CONSIDERACIONES SOBRE EL METODO Rodolfo Herrera J.	353

<b>COMPORTAMIENTO SISMICO DE EDIFICIOS IRREGULARES EN ELEVACION</b>	
Cecilia Chuy S. y Erich Neurohr B.	363
<b>ASPECTOS CONCEPTUALES DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE</b>	
Franz Sauter F.	379
<b>STATE OF THE ART EARTHQUAKE RESISTANT DESIGN FOR STEEL STRUCTURES</b>	
Charles W. Roeder	397
<b>ANALISIS ESTRUCTURAL INTERACTIVO DE MARCOS PLANOS DE CONCRETO</b>	
Santiago Rizo B.	409
<b>DISTRIBUCION DE ROTACIONES: UN NUEVO METODO PARA EL ANALISIS DE MARCOS DE VARIOS PISOS</b>	
Jorge A. Rodríguez-Deras	423