

## ACTIVIDADES DEL AREA DE RIESGOS GEOLOGICOS

### 1. RIESGO SISMICO

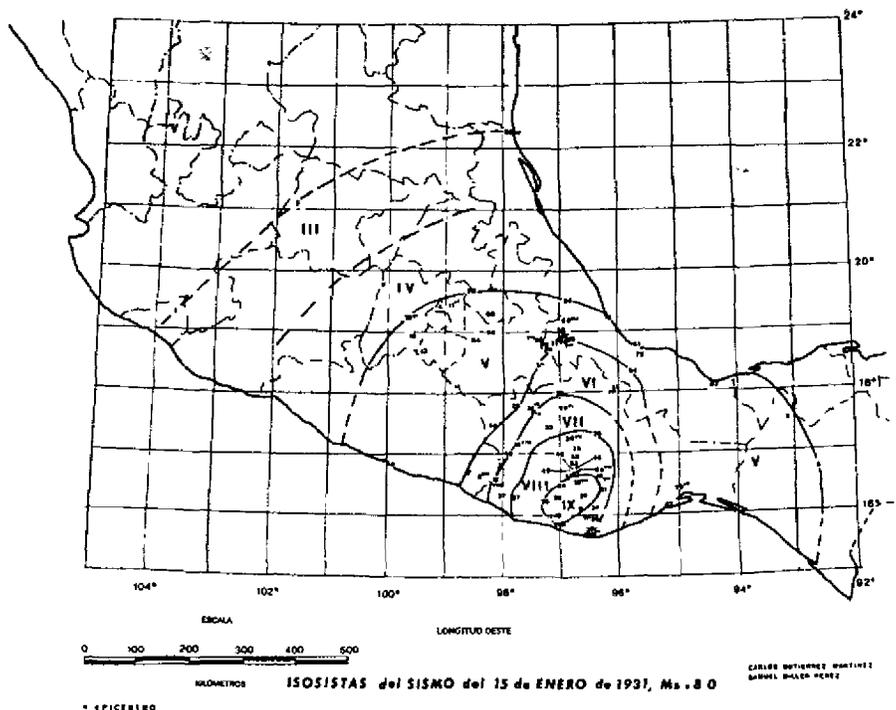
#### 1.1 Peligro sísmico en la República Mexicana

Para complementar el desarrollo del sistema DPS (diagnóstico de peligro sísmico), llevado a cabo el año pasado, se estudiaron las intensidades sentidas (escala Mercalli modificada) de tres temblores de interés para el peligro sísmico en México.

Se reexaminaron las isosistas del temblor de Bavispe, Sonora, del 3 de mayo de 1887. Este evento, cuya magnitud es probablemente superior a 7, es el más grande que se ha presentado en esa región del país en los últimos 150 años. Se llegó a la conclusión de que, en vista de su importancia, debía incorporarse explícitamente en la regionalización sísmica del país, por lo que se incluyó en la regionalización sísmica del Manual de Obras Civiles de la CFE.

Se construyó un mapa de isosistas para el temblor del 15 de enero de 1931 que devastó la ciudad de Oaxaca; se trata del mayor temblor que ha ocurrido en este siglo no asociado al proceso de subducción en las costas del Pacífico.

Se inició la construcción de un mapa de isosistas para el gran temblor de Jalisco de 1932, el de mayor magnitud en lo que va del siglo.

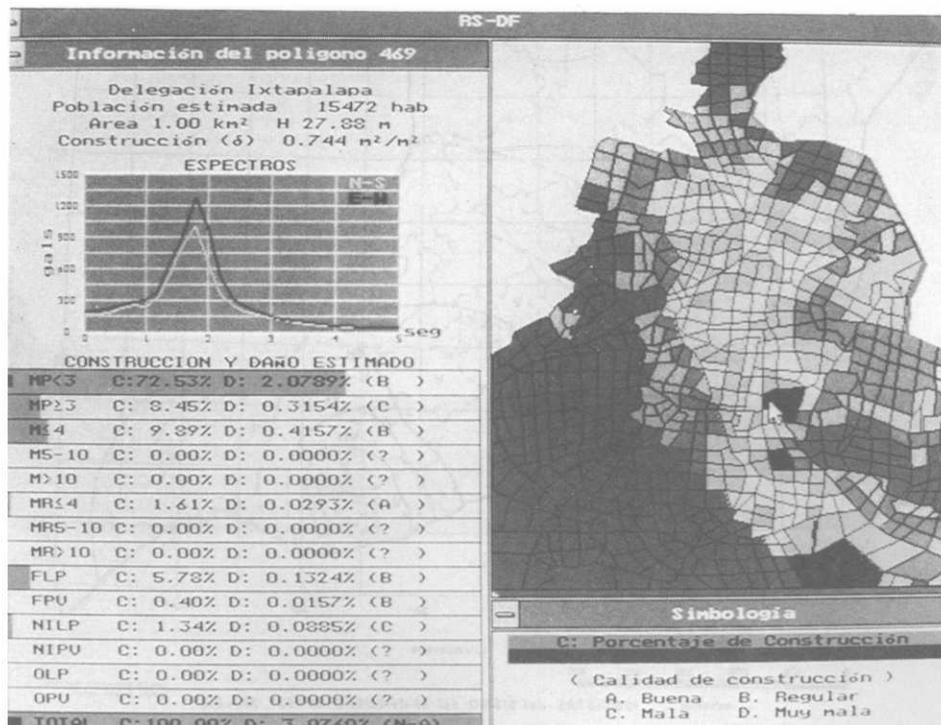


## 1.2 Riesgo sísmico en la ciudad de México

Se terminó el desarrollo de un sistema de información geográfica para evaluación de riesgo sísmico en la ciudad de México. Este consta de las siguientes partes: a) estimación de intensidades sísmicas, expresadas en términos de pseudoaceleraciones para 5% del amortiguamiento crítico, b) uso de relaciones intensidad-daño derivadas para 14 clases diferentes de edificios representativos de las construcciones de la ciudad de México; c) cálculo, a partir de la distribución geográfica de las construcciones, de los daños esperados durante un temblor dado y su distribución espacial en la ciudad. Toda la información requerida para este proceso se encuentra almacenada en una base de datos, y los resultados de la estimación se presentan por medio de un sistema de información geográfica.

Este estudio es el resultado de la colaboración de tres instituciones de investigación: el CENAPRED, a cuyo cargo estuvieron el diseño general del sistema, la base de datos sobre construcciones en el D.F y el sistema de información geográfica, incluyendo el modelo de estimación de daños; el Centro de Investigación Sísmica de la Fundación Javier Barros Sierra y el Instituto de Ingeniería de la UNAM colaboraron con el diseño del modelo de estimación de intensidades sísmicas. Esta última porción del proyecto ha sido ejecutada gracias al patrocinio que durante varios años ha otorgado la Secretaría General de Obras del Departamento del Distrito Federal.

Se considera que el sistema será de utilidad en actividades de planeación de uso del suelo, manejo de emergencias y evaluación de pérdidas esperadas para fines de seguros.

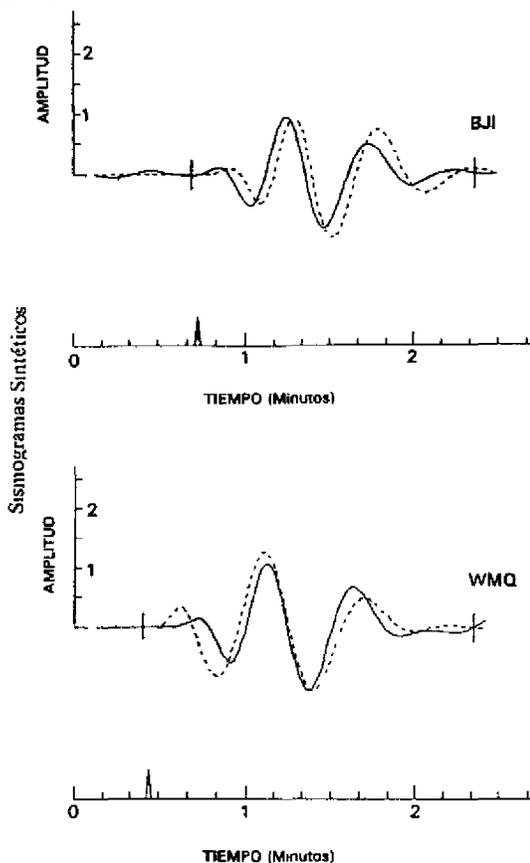


### 1.3 Atenuación de las ondas sísmicas en México

Se desarrollaron leyes de atenuación para las ordenadas del espectro de amplitudes de Fourier que se obtendrían en terreno firme de la ciudad de México como resultado de la ocurrencia de un gran temblor de subducción en las costas del Pacífico. Estas leyes de atenuación son de primordial importancia para la evaluación de daños esperados por sismo en el valle de México. Para este estudio se desarrollo una técnica estadística original, basada en la estadística bayesiana, que permite imponer restricciones físicas a los ajustes estadísticos que se hacen a partir de los datos observados. La técnica bayesiana se empleó también para obtener leyes de atenuación para los espectros de respuesta en terreno firme del D.F y se está empleando actualmente para derivar leyes similares pero para sitios localizados en el trayecto costa del Pacífico-valle de México.

### 1.4 Análisis de edificios instrumentados

Se analizaron los registros obtenidos en el edificio Unidad Kennedy durante el temblor del 31 de mayo de 1990. Se manejó un modelo de tres grados de libertad para estudiar el posible efecto de interacción suelo-estructura, y se intentó resolver el problema inverso (identificación de sistemas). No se obtuvieron resultados satisfactorios debido principalmente a la forma irregular del edificio. A pesar de esto, se desarrollaron programas de computadora y se adquirió experiencia en el problema.



### 1.5 Generación de sismogramas sintéticos

Se adaptaron programas de computadora para la generación de sismogramas sintéticos, los cuales dan resultados suficientemente realistas como para interpretar registros reales. Se aplicaron al temblor del 18 de agosto de 1991, que ocurrió bajo el valle de México. Los resultados han sido de utilidad para obtener mejores estimaciones de las propiedades de la estructura de la corteza de la tierra en la región.

### *1.6 Mediciones de refracción sísmica*

Se llevó a cabo, en colaboración con un equipo de investigadores japoneses, un experimento de refracción sísmica para determinar con precisión las características del perfil de velocidades de propagación de ondas sísmicas hasta profundidades del orden de 1 km, bajo la zona firme del valle de México. Los resultados serán útiles para entender las causas de amplificaciones observadas en esta zona, y contribuirán a un mejor modelado matemático del valle.

### *1.7 Sistemas de información geográfica*

Se inició el desarrollo de un concepto novedoso llamado objetos de riesgo que se aplicará en el diseño de un Sistema de Información Geográfica Sísmica. Este concepto permitirá la construcción de sistemas sumamente flexibles, totalmente transportables (plataformas RISC y PC), de arquitectura abierta y fácil mantenimiento y actualización. Esta idea se aplicará inicialmente en un sistema que se desarrollará en 1993 para las ciudades de Colima y Acapulco

## **2. RIESGO VOLCANICO**

Las actividades en este campo han estado encaminadas a investigar los niveles de riesgo que presentan los principales volcanes activos del país. Se cuenta ya con los modelos de la topografía de terreno de los cuatro volcanes más importantes en México. Esta información se usa para construir modelos numéricos de las trayectorias que podrían tener los materiales eruptivos cuyo movimiento está controlado por la gravedad. El sistema puede ser usado para estudiar los diferentes escenarios de erupción y determinar los niveles de riesgo y peligro asociados. En la actualidad los modelos numéricos están siendo refinados con el fin de que proporcione escenarios más realistas.

## **ACTIVIDADES DEL AREA DE ENSAYES SISMICOS**

### **1. Análisis de resultados de ensayos de muros de mampostería confinada con diferentes tipos de refuerzo horizontal**

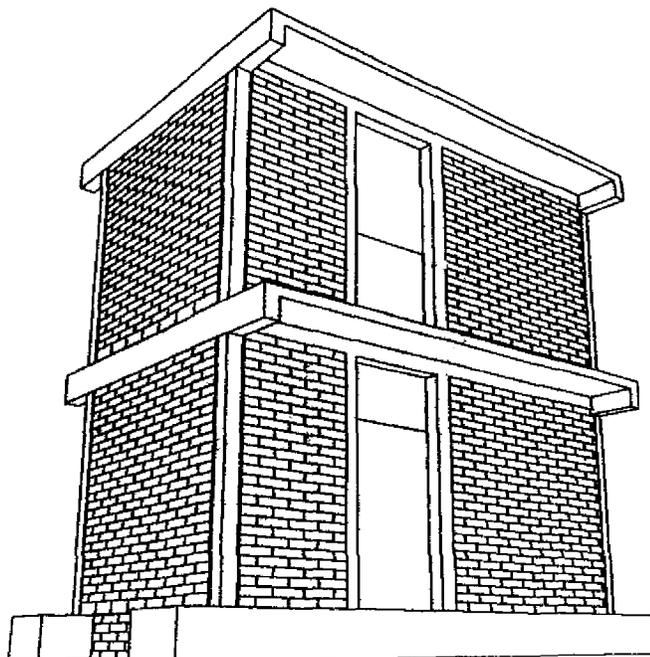
Se concluyó con la redacción y análisis de la información obtenida de la prueba de dos sistemas de muros de mampostería confinada reforzados con escalerilla (refuerzo prefabricado) y con varillas moldeadas de alta resistencia. Los muros estaban acoplados por una losa maciza y una dala. Los modelos, a escala natural, fueron diseñados y construidos siguiendo la reglamentación vigente en el Distrito Federal. Los especímenes fueron ensayados en forma cíclica alternada aplicando niveles de desplazamiento creciente. Los aspectos más sobresalientes de la respuesta se presentan en un informe técnico.

## 2. Seguridad sísmica de la vivienda de bajo costo

Se inició una nueva etapa experimental del estudio concertado con el INFONAVIT, que tiene como objetivo la verificación del nivel de seguridad sísmica de los proyectos actuales para edificios de vivienda multifamiliar de bajo costo y la proposición, en caso necesario, de modificaciones que los hagan adecuados a las distintas zonas del país, según el grado de riesgo sísmico.

Durante 1992, se diseñó y construyó un modelo tridimensional de dos pisos de mampostería confinada de tabique de arcilla recocido. Cada piso está compuesto de dos sistemas de muros acoplados por una dala de cerramiento y por la losa maciza de concreto que constituye el sistema de piso creando una abertura en forma de puerta. Resta instrumentar y ensayar la estructura. Durante 1993 se probará el modelo reparado con objeto de evaluar el comportamiento de técnicas de rehabilitación de muros de mampostería.

Modelo de Dos Niveles Ensayado en el Proyecto de Seguridad Sísmica de Vivienda Económica



## 3. Determinación de las propiedades mecánicas de materiales de construcción

Con el fin de conocer las propiedades mecánicas de los materiales de construcción y su dispersión, se muestrearon tabiques de arcilla recocidos de diferentes lugares cercanos a la ciudad de México y varillas corrugadas de acero en diferentes diámetros provenientes de fabricantes distintos. Se elaboraron probetas de ensaye para obtener los índices de resistencia a la compresión, al cortante y a la flexión de los tabiques y mampostería, y de tensión para las varillas. Los especímenes de mampostería se ensayaron monotónicamente y cíclicamente. Durante 1993 se elaborará el informe técnico y se continuará el estudio con morteros y con mampostería industrializada.

#### **4. Análisis de las características estructurales de conjuntos habitacionales**

Se inició en 1992, un programa para conocer la distribución estadística y las características estructurales de conjuntos habitacionales en diferentes zonas del país. Se pretende conocer, entre otros factores, el tipo de material empleado en muros, sistemas de piso, cimentaciones, así como los detalles del refuerzo longitudinal y transversal de los elementos. Durante 1993 se continuará con el estudio.

#### **5. Ensayes controlados por computadora de marcos de acero con diferentes dispositivos de disipación de energía**

En 1992 se comenzó este estudio con el objetivo inicial de aprender la técnica experimental de control por computadora de ensayos de estructuras. Se probaron marcos de acero de una cruz y un nivel en forma estática y pseudodinámica. En esta última modalidad de prueba se emplearon registros sísmicos con diferente contenido de frecuencias; las variables en las pruebas pseudodinámicas fueron el amortiguamiento viscoso de la estructura y la intensidad del sismo. Adicionalmente, se ensayaron marcos con contravento en Y-invertida y con dispositivos de disipación de energía. Durante 1993 se finalizará con el análisis de la información y la elaboración del informe técnico. Asimismo se pretende estudiar la respuesta de otros dispositivos de disipación de energía.



Ensaye de Dispositivo para Disipación de Energía Sísmica

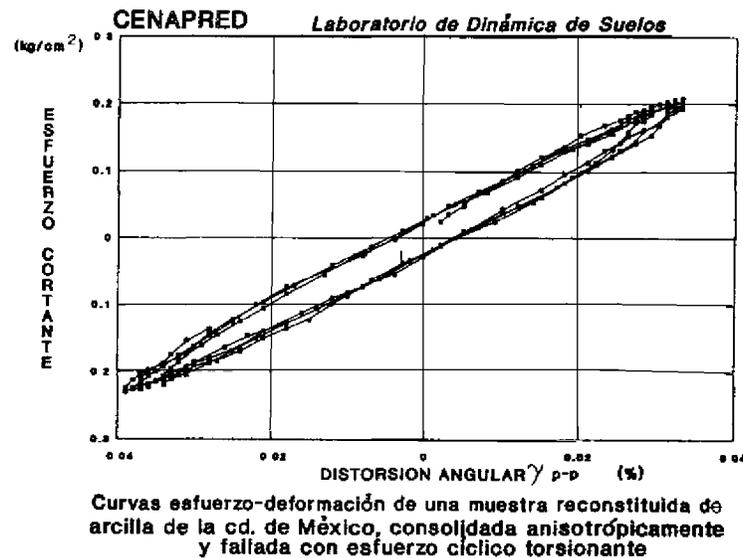
#### **6. Licuación de arenas durante el sismo de Costa Rica del 22 de abril de 1991**

Se reprodujo el fenómeno de licuación del material arcno-limoso típico que se muestreó en la zona de mayor intensidad del sismo de Limón (Costa Rica). Se revisaron las condiciones de ensaye con las que se alcanza la licuación, empleando las cámaras triaxiales de columna resonante y la cónica torsionante. Los resultados están incluidos en un informe técnico.

## 7. Deformaciones permanentes de la arcilla de la ciudad de México ante acciones dinámicas

Durante 1992 se continuó con el estudio que pretende obtener información experimental acerca de las variables significativas que determinan la magnitud de deformaciones permanentes que sufre la arcilla típica de la ciudad de México, como resultado de la acción de esfuerzos cíclicos equivalentes a los sísmicos. Durante 1993 se proseguirá con los ensayos y con la reducción de la información.

### ENSAYE EN LA CAMARA TRIAXIAL CICLICA TORSIONANTE

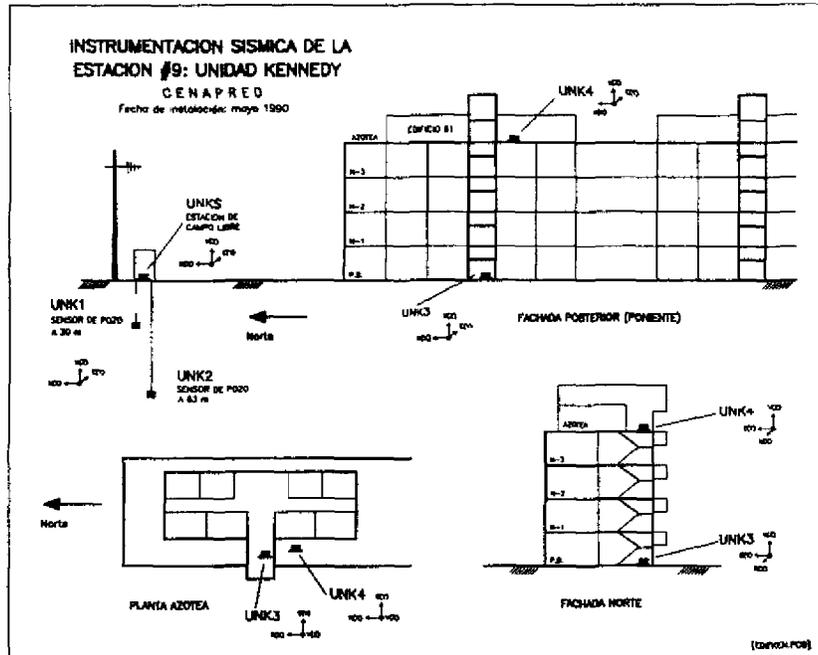


## ACTIVIDADES DEL AREA DE INSTRUMENTACION SISMICA

### 1. Red de Observación Sísmica

1992 fue el tercer año consecutivo de operación de la red sísmica del CENAPRED. Continuando con el programa establecido en 1991, se llevó a cabo la operación y mantenimiento de la red basado en una visita quincenal a las diez estaciones localizadas en el valle de México y una visita mensual a las cinco estaciones de la línea de atenuación en el trayecto México - Acapulco. Este esquema de operación resultó adecuado para el sistema, garantizando la continuidad y óptimo funcionamiento de los instrumentos. Las fallas de los equipos durante este año fueron mínimas y no provocaron una pérdida significativa de datos.

En cuanto a modificaciones y mejoras a la red, en 1992 se modificaron algunas estaciones con el fin de reducir los efectos térmicos adversos que provocaron desperfectos con anterioridad. Asimismo se iniciaron los trabajos para la construcción de una nueva base para la estación No. 12, en la colonia Roma, D.F. y



su interconexión con las estaciones No. 10 y 11 localizadas en el mismo parque para formar una subred de tres instrumentos en superficie y dos de pozo profundo.

Con la participación de expertos del Japón, se instalaron en las estaciones de Acapulco y Cuernavaca una nueva versión de acondicionadores para telemetría vía línea telefónica. Mediante este sistema se pueden actualmente interrogar en forma remota estas estaciones, transferir los registros almacenados localmente hacia el CENAPRED y supervisar la operación de los instrumentos. Se contempla hacer modificaciones similares en 1993 a todas las estaciones de la red con el fin de hacer más versátil la operación del sistema y permitir el inmediato registro y evaluación de un temblor.

## 2. Procesamiento de Datos

Comparado con otros años, 1992 tuvo relativamente poca actividad sísmica en cuanto al número y magnitud de los temblores ocurridos. Sin embargo, la alta sensibilidad de los instrumentos (y los bajos umbrales de disparo), permitieron obtener un número bastante elevado de registros.

Durante 1992 se registraron, en al menos una estación, 14 temblores destacando el sismo del 7 de junio  $M=4.9$ , el cual fue captado por 14 aparatos. El total de registros a diciembre fue de 47 acelerogramas. De ellos la máxima aceleración fue de  $20.26 \text{ cm/seg}^2$  en Acapulco correspondiente al temblor del 9 de enero con magnitud  $M=4.7$ .

La información completa recolectada durante 1992 ya procesada, se publicó en un informe anual y se encuentra disponible para quien lo solicite.