

kilómetros del sitio que se identificó como epicentro del temblor. Dicha población fue prácticamente devastada, registrándose cuantiosas pérdidas económicas e innumerables pérdidas humanas.

En esa ocasión, la Universidad Autónoma de Puebla participó activamente en las tareas de reconstrucción de las poblaciones que resultaron severamente dañadas por tal sismo. Así, un número considerable de estudiantes y maestros de la escuela de Ingeniería Civil se incorporaron a las tareas de reconstrucción de las poblaciones.

Estos acontecimientos fueron el motor principal que dio origen al surgimiento de la propuesta del "Proyecto de Red de Estaciones Sismológicas en el estado de Puebla", durante los años de 1975 y 1976. En su momento, dicho proyecto tenía como objetivo central el de llevar a cabo el monitoreo sísmico del Estado.

Sin embargo, problemas de índole económico que afectaron durante varios años a la Universidad Autónoma de Puebla, impidieron la concretización de dicho proyecto. Mientras tanto, se renovaron tanto los integrantes de este proyecto, como los objetivos que se perseguían. En 1979 y 1984, se amplió el objetivo, se pensó también en instalar una red de acelerógrafos en la ciudad de Puebla, centro principal del Estado, de tal forma que, a través de ella, se obtuvieran los datos instrumentales requeridos para establecer criterios adecuados para la reglamentación sísmica de las construcciones en dicha Ciudad.

En noviembre de 1985 fue inaugurada la Red Sísmica del estado de Puebla, la cual, en aquel momento, contó con tres estaciones sismológicas instaladas, una en la ciudad de Puebla y dos en el interior del Estado.

Finalmente, en noviembre de 1989, fue inaugurada la Red de Acelerógrafos de la ciudad de Puebla que, desde esa fecha, cuenta con cuatro estaciones sismológicas, una de las cuales está por instalarse.

## 2. REDES SISMOLOGICAS

### *2.1 Introducción*

Como se ha dicho antes, actualmente en la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Puebla se cuenta con dos redes sismológicas cuyos objetivos son comunes: monitorear sísmicamente tanto el Estado, como la ciudad de Puebla. El primero desde el punto de vista geofísico y la segunda desde la perspectiva de la Ingeniería Sísmica.

A continuación se describe brevemente la situación actual que guardan dichas redes.

### *2.2. Red Sísmica del estado de Puebla*

Hoy día, la Red Sísmica del estado de Puebla, como consecuencia de los problemas económicos que en los dos últimos años afectaron a la Universidad Autónoma de Puebla, cuenta únicamente con tres estaciones instaladas; una en la ciudad de Puebla, otra en la población de Xalitzintla -en las faldas del volcán Popocatepetl- y la tercera en el poblado de Chila de las Flores -al sureste del Estado-. En los próximos días se espera reinstalar las estaciones ubicadas en las poblaciones de Cuyuaco, Coxcatlán, Chiautla de Tapia y Molcaxac.

El equipo sismológico que integra las estaciones es el siguiente:

*Un sismómetro, con periodo natural de un segundo*

*Un sismógrafo de tipo analógico*

*Un radio-receptor de señal de tiempo universal*

Esta red operó ininterrumpidamente entre el 29 de noviembre de 1985 y el 31 de agosto de 1989. Durante ese tiempo, se registró una cantidad considerable de temblores con cuyas magnitudes oscilaron entre 1.5 y 5.2, con profundidades entre 0 y 100 km y que se originaron en el área geofísica del estado de Puebla y sus inmediaciones. Estos datos fueron reportados a través del Boletín Sismológico Preliminar de la Red.

### *2.3. Red de Acelerógrafos de la ciudad de Puebla*

Actualmente la red de acelerógrafos de la ciudad de Puebla cuenta con tres estaciones sismológicas instaladas, las cuales han sido colocadas en tres diferentes tipos de terreno pertenecientes a la zona urbana de la Ciudad. Concretamente, la primera estación ha sido colocada en la Central de Abastos -al norte de la Ciudad- donde el terreno se clasifica como deformable (1); la segunda estación está localizada en el Paseo Nicolás Bravo -en la zona central de la Ciudad- donde el terreno se clasifica como de mediana deformabilidad y la tercera estación está ubicada en la Ciudad Universitaria -zona sur de la Ciudad- donde se considera un suelo de poca deformabilidad.

Asimismo, el equipo sismológico que integra cada una de las estaciones es un acelerógrafo DCA-333. Para colocar el equipo se ha construido una base de concreto desplantada en terreno firme y aislada del resto de la caseta sismológica; en esta base está colocado el acelerógrafo.

La operación de esta red ha sido constante. Sin embargo, solamente el temblor del 26 de abril de 1989 ha sido registrado en las tres estaciones con que cuenta la red. Tres movimientos más han sido registrados por una o dos de las estaciones.

Debemos hacer notar que, tanto en el mantenimiento del equipo como en el procesamiento de los datos obtenidos, hemos contado con el

invaluable apoyo del Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. Este apoyo lo hemos recibido a través de un convenio que nos ha favorecido ampliamente en nuestra labor y que fue realizado inicialmente con el Dr. Enrique Mena. Actualmente el convenio se ha renovado a través de su titular, M. en C. Leonardo Alcántara.

### 3. RESULTADOS

#### *3.1 Red Sísmica del estado de Puebla*

Como se ha dicho antes, durante el periodo de operación de la Red Sísmica del estado de Puebla, se registraron una gran cantidad de sismos pequeños. Los datos obtenidos permitieron establecer las siguientes conclusiones generales:

1. Existen algunas fallas geológicas activas, como por ejemplo, la falla de Tehuacán.
2. Algunos fallamientos de la corteza provocan anomalías en los registros obtenidos en diferentes zonas del Estado.
3. La mayor parte de la actividad sísmica en el Estado se genera por movimientos corticales y no por efectos de orden tectónico.
4. La zona próxima al sitio definido como epicentro del sismo del 28 de agosto de 1973, no ha presentado actividad sísmica alguna.
5. La zona con mayor actividad sísmica en el Estado es la sur, predominantemente en la colindancia con los estados de Oaxaca y Guerrero. Los eventos que se han generado en esta zona han tenido profundidades entre 0 y 120 km.

### **3.2 Red de Acelerógrafos de la ciudad de Puebla**

De los acelerogramas obtenidos a través de la Red de Acelerógrafos de la ciudad de Puebla, se han hecho las siguientes observaciones:

1. Aún cuando de manera aproximada se considera que la zona sur de la Ciudad es de poca compresibilidad, la respuesta que se ha obtenido en dicho sitio ha sido similar a la registrada en la caseta localizada en la zona norte, así:

- a) Las aceleraciones máximas horizontales son aproximadamente de 1.2 veces en la zona norte que en la sur.
- b) Las velocidades horizontales máximas guardan, aproximadamente, la misma relación que las aceleraciones horizontales.

Sin embargo, se tienen las siguientes diferencias:

- a) El tiempo de registro en Central de Abastos es de aproximadamente 1.5 al registrado en Ciudad Universitaria.
- b) Las aceleraciones verticales en Ciudad Universitaria son aproximadamente dos veces las de Central de Abastos.

Lo anterior está relacionado directamente con las características del terreno donde la base de los acelerógrafos se desplantó.

2. Las tendencias de los periodos de los acelerogramas registrados son las siguientes:

- a) Ciudad Universitaria: 1.2 segundos en las direcciones vertical y Norte-Sur; 0.8 segundos en la dirección Oeste-Este.
- b) Paseo Nicolás Bravo: 1.0 a 1.6 segundos en las tres direcciones.
- c) Central de Abastos: 0.8 a 1.2 segundos en la componente Norte-Sur, 1.6 a 1.8 segundos en la componente Oeste-Este y 0.8 segundos en la componente vertical.

Debe hacerse notar que los registros obtenidos se originaron por sismos provenientes de las costas del estado de Guerrero, área donde se espera ocurra un temblor de magnitud similar al que se tuvo en las costas del estado de Michoacán el 19 de septiembre de 1985.

#### 4. PERSPECTIVAS

De acuerdo con lo dicho en los apartados anteriores, podemos decir que, si hasta ahora la Universidad Autónoma de Puebla ha creado una pequeña infraestructura de monitoreo sísmico en la zona urbana de la ciudad de Puebla, será necesario en los siguientes años contar con un mayor número de acelerógrafos, no sólo en la ciudad capital sino también al interior del Estado, principalmente en las poblaciones con mayor riesgo sísmico así como en las ciudades más pobladas y con mayor infraestructura económica. Esta tarea deberá, pensamos, ser desarrollada conjuntamente por los gobiernos estatal y municipal, y por nuestra universidad.

Asimismo, requerimos de la infraestructura necesaria para llevar acabo el procesamiento preliminar de datos en la ciudad de Puebla.

**Esto con el objeto de poder ofrecer datos fidedignos horas después de que algún sismo sacuda la Ciudad. Actualmente solamente contamos con una lectora y requerimos, para nuestra tarea, una computadora de mediana capacidad, así como una impresora de calidad y un plotter. El procesamiento final de los datos lo seguiremos haciendo en el Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M., toda vez que en él se tiene mayor infraestructura.**

**Pensamos que la tarea de ampliar las redes de monitoreo existentes y la creación de nuevas redes, a lo largo de la zona de mayor actividad sísmica de nuestro país, se verá fortalecida en la medida en que todas las instituciones que realizan este tipo de actividad conjunten esfuerzos y sensibilicen a las autoridades gubernamentales sobre la importancia que representa para la seguridad de nuestras poblaciones el contar con un gran número de instrumentos sísmicos.**

**Finalmente, los objetivos inmediatos que perseguimos en nuestro grupo de trabajo son los siguientes:**

- a) Definir de manera más precisa la zonificación de suelos, para fines sísmicos.**
- b) Definir criterios sísmicos para la reglamentación de las construcciones en la ciudad de Puebla.**
- c) Cuantificar, de alguna manera, el posible efecto que el sismo esperado en las costas del estado de Guerrero tendrá en la ciudad de Puebla y en la zona Sur de nuestro Estado.**
- d) Contribuir, en lo posible, con las autoridades municipales para la implementación de un plan de emergencia en caso de desastre por sismo en la ciudad de Puebla.**

# **RED DE INSTRUMENTACION SISMICA DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA.**

**Ing. Jesús Iglesias Jiménez**

*Jefe del Area de Estructuras, UAM Azcapotzalco.*

## **ANTECEDENTES**

El 19 de septiembre de 1985, la ciudad de México sufrió uno de los desastres naturales más fuertes de su historia. A las 7:17 hrs, en la costa del Pacífico, entre las estados de Michoacán y Guerrero, se originó un sismo de magnitud 8.1 Ms. Dos minutos después, el terremoto alcanzó la Ciudad, dejando un saldo de más de 400 edificios derrumbados y alrededor de 2,000 más con daños importantes, entre los que se encontraban varios de los inmuebles de la Unidad de Xochimilco de la UAM. Aunque la cifra oficial de muertos y desaparecidos fue de casi 6,000, fuentes extraoficiales hablan de cerca de 20,000 víctimas. Se reportaron 75,000 heridos y más de 70,000 familias sin hogar.

Una de las mayores dificultades que se presentaron para el estudio del efecto del mismo de 1985 en la ciudad de México, fue la carencia de instrumentos de registro sísmico. Al momento del temblor solamente había 11 acelerógrafos, pertenecientes a la red del Instituto de Ingeniería de la UNAM, de los cuales sólo uno estaba ubicado en la zona urbanizada del lago.

Recurriendo al análisis de varios cientos de edificios dañados, el Area de Estructuras de la UAM Azcapotzalco logró sortear la falta de información instrumental y elaborar un mapa de la distribución de las

intensidades del sismo, lo que dio origen a la actual zonificación sísmica del Distrito Federal.

Como consecuencia de la experiencia de 1985, diversas instituciones han instalado acelerógrafos en la ciudad de México, con lo que, a la fecha, se cuenta con un amplia red de instrumentos a cargo del Instituto de Ingeniería, de la Fundación ICA, de la Fundación Barros Sierra y del Centro Nacional de Prevención de Desastres. A pesar de lo anterior, aún se requiere aumentar sustancialmente la red para cubrir con mayor densidad zonas tan importantes, desde el punto de vista sísmico, como el primer cuadro de la Ciudad, en donde no hay instalado ningún aparato; la zona del ex-lago de Xochimilco, y Chalco, donde se estimaron las mayores intensidades en 1985 y que actualmente cuenta con sólo ocho aparatos, y la zona de Azcapotzalco, en donde de ha venido observando un comportamiento sísmico importante y que sólo cuenta con un acelerógrafo. Aunado a lo anterior, se reconoce la necesidad de que se instalen acelerógrafos en edificios importantes, a fin de poder interpretar su comportamiento ante sismos futuros, cosa que, desgraciadamente, se ha hecho sólo en algunos casos excepcionales.

A la fecha, el Departamento de Materiales de la Unidad Azcapotzalco, con el apoyo de la Organización de Estados Americanos, ha adquirido para el Area de Estructuras, una unidad de registro sismológico SSR-1 con tres sensores WR-1, para la medición de las características dinámicas de edificios, y cuenta con el equipo de cómputo y el personal capacitado para el manejo de estos instrumentos, que son del mismo tipo que los acelerógrafos para el registro de movimientos fuertes.

## OBJETIVOS

El proyecto *RED DE INSTRUMENTACION SISMICA DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA* tiene los siguientes objetivos principales:

1. Instalar, en una primera etapa, un acelerógrafo en cada uno de los puntos geográficos en que se ubican los inmuebles de la UAM, es decir, en cada una de las tres Unidades: Azcapotzalco, Ixtapalapa y Xochimilco; en la Galería Metropolitana de la Colonia Roma y en el Centro de Educación Continua de Licenciado Verdad, a un costado del Palacio Nacional; para un total de cinco instrumentos (fig. 1).
2. Operar la red a fin de obtener la información del movimiento del terreno producido por sismos importantes, que permita estudiar su efecto sobre las instalaciones de la Universidad, así como complementar la información de la red de instrumentación de la ciudad de México para mejorar la interpretación de su sismicidad.

## METAS

Actualmente se ha hecho ya la compra de cinco acelerógrafos triaxiales de estado sólido Kinematics SSA-2, con 256 K de memoria RAM CMOS y escala de sensibilidad de 1 g; del Software correspondiente; de dos PC-Lap Top Toshiba 1000 para la recuperación de datos, y de una computadora Vectra AT para el procesamiento de la información. Se ha recibido ya el equipo de cómputo, el Software y el primer instrumento, y se espera recibir el último a principios de 1992.

La construcción de los receptáculos de seguridad para los cinco acelerógrafos se tiene planeado realizarla en la primera mitad de 1992, de tal manera que la red iniciará actividades en el segundo semestre de dicho año, operada con base en inspecciones periódicas a cargo de un grupo de alumnos e investigadores de la UAM Azcapotzalco.

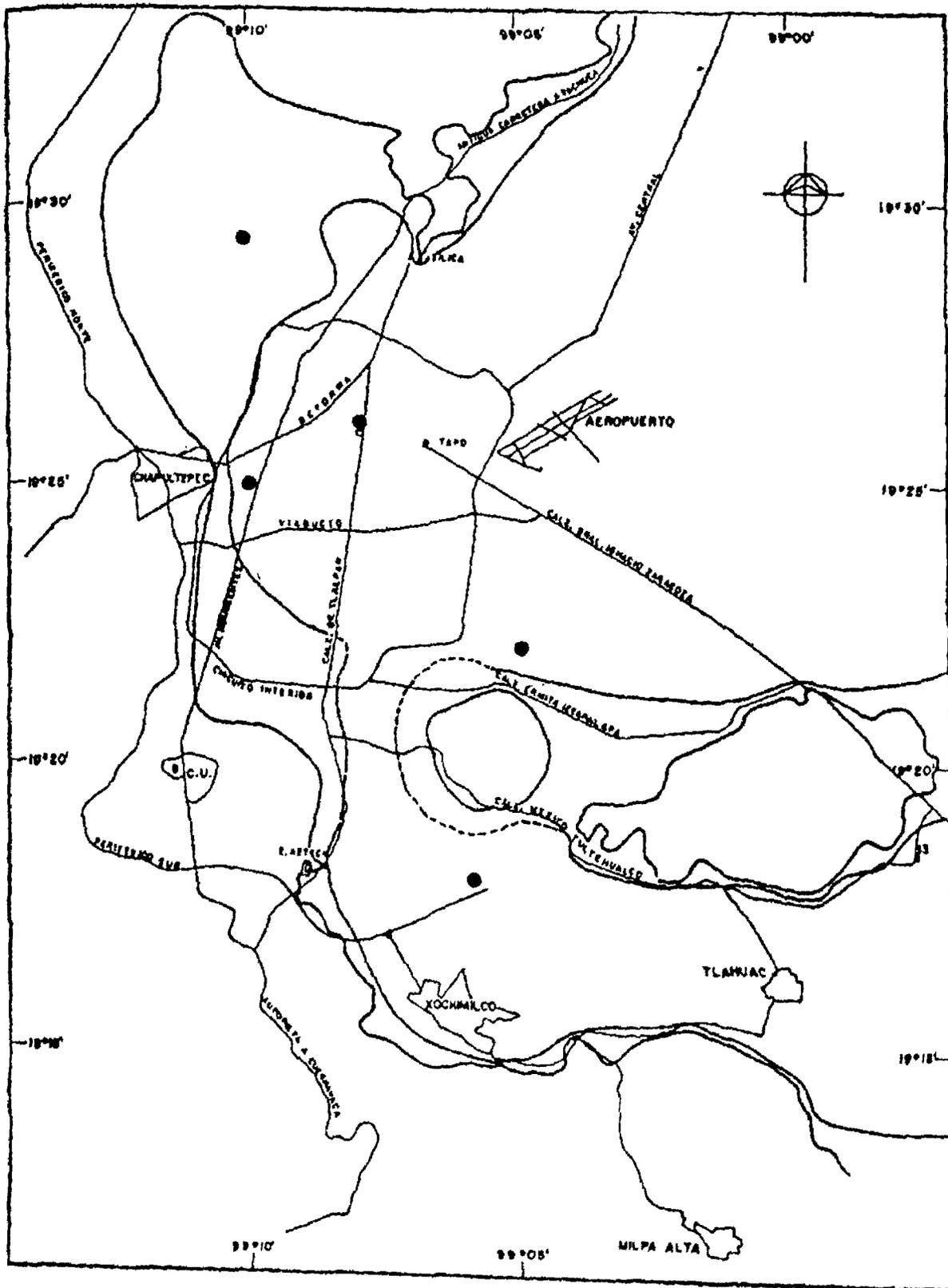


Fig. 1. Ubicación de las estaciones de la red UAM

## **CLAUSURA**

### **SEÑOR FUMIO ENDOH**

Me siento honrado y contento de que se me haya pedido dirigirme a todos ustedes. Trataré de hacer mi discurso lo más breve posible porque hay un dicho que reza: "Los discursos, como las faldas de las mujeres, mientras más cortos mejor."

Deseo expresar que nos sentimos contentos y agradecidos por haber podido realizar este Simposio gracias a la participación de todos los interesados en el área de estudios sismológicos y me gustaría enfatizar la importancia de la cooperación internacional.

En estos días, el mundo está cambiando rápidamente, de manera particular en el Cercano Oriente, donde podemos observar movimientos intensos de separación y de independencia para marcar nuevas fronteras.

A este respecto, yo personalmente les doy mi cooperación y simpatía, pero en el mundo de la ciencia y de la tecnología no hay fronteras, al contrario, no podemos obtener ningún logro sin solidaridad y cooperación internacional.

El desarrollo de una política de prevención de desastres naturales es un gran problema común y una demanda urgente en todo el mundo. Cuando vemos los desastres que ocurren frecuentemente, como ya lo mencioné, necesitamos la cooperación internacional con el propósito de encontrar mejores y más efectivos medios para luchar contra los desastres, así que me gustaría expresar mi esperanza y deseo de que este Simposio haya sido una contribución, en pequeña escala, para dar un

paso hacia el exterior en lo relativo a cooperación, no sólo en México, sino en el mundo entero.

Para finalizar, quiero comunicarles, aunque debería ceder el privilegio al Licenciado Salvador Pomar, que el CENAPRED tiene pensado efectuar un Simposio Internacional el año próximo, en el que esperamos poder tener un intercambio de información y propiciar las buenas relaciones entre los investigadores.

Señoras y señores, muchas gracias. Doy por clausurado el Simposio de "INSTRUMENTACION SISMICA DE TEMBLORES FUERTES", siendo las 14:35 horas del día 25 de septiembre.