

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente proyecto de investigación fue de tipo “relámpago” y no sólo permitió integrar la información geológica publicada y complementada con datos geológicos de campo originales con la gravimetría disponible para las partes centrales de la Cuenca y reinterpretada de manera congruente con su estructura geológica sino también situar a esta región dentro del marco geodinámico del sur de México. A continuación se presentan las conclusiones a las que se ha llegado, junto con una serie de recomendaciones que se considera pertinente.

Primeramente, debe señalarse que ni la calidad (incluyendo la escala) ni la cantidad de la información geológico-cartográfica existente para la Cuenca de México son satisfactorias para los requerimientos geotécnicos de una metrópoli como la Ciudad de México. La información geológica procedente de sondeos es extremadamente escasa y difícilmente accesible a los estudiosos de la materia. Para remediar esta situación, es impostergable emprender el levantamiento geológico-geotécnico de la Cuenca de México en forma sistemática, sobre un mapa-base topográfico a la escala de 1:10,000. Lo anterior no solamente implica cartografía geológica superfi-

cial y el estudio de las muestras recolectadas, sino también el examen sistemático de las excavaciones de las obras civiles en proceso, la abertura de zanjas en determinadas áreas donde los afloramientos naturales no permiten conocer las relaciones geológicas y la perforación de sondeos con la recuperación continua de núcleos.

Si bien la información gravimétrica para las partes centrales de la Cuenca en términos generales es buena, ya que la excelente calidad de los datos originales procedentes del Instituto Nacional de la Investigación Científica y del Proyecto Texcoco permitió efectuar una reinterpretación moderna y acorde con la geología, no es lo suficientemente densa para permitir la localización de las fallas en el subsuelo a nivel de manzanas dentro del área urbana, ni tampoco se extiende fuera de la parte baja de la Cuenca de México, quedando zonas como la Sierra de Las Cruces, en las que se cartografiaron fallas activas, asociadas a sismicidad reciente, sin control gravimétrico. Por otra parte, en el caso de que hubiesen planes para establecer un desarrollo urbano entre Zumpango, Tizayuca y Pachuca, entonces sería muy conveniente extender la cobertura gravimétrica a esa región para conocer las condiciones geológico-estructurales del subsuelo. Se considera conveniente señalar también que la información geológico-estructural referente al campo volcánico monogenético cuaternario de Chichinautzin aún posee serias debilidades y el levantamiento gravimétrico en esta región podría contribuir de manera importante a la definición de las estructuras en el subsuelo, que también sería muy importante para la evaluación de los riesgos volcánicos para las partes meridionales de la Cuenca.

Con la información geológica y gravimétrica, complementada con la orientación de esfuerzos tectónicos a partir de la alineación de conos volcánicos monogenéticos cuaternarios, se puede afirmar que la Cuenca de México y, particularmente, el área urbana metropolitana de la Ciudad de México, está atravesada por 14 fallas mayores inferidas de orientación NE-SW. Estas fallas son rasgos tectónicos modernos y varias, por los desplazamientos recientes que tuvieron o por la sismicidad somera local y reciente asociada a ellas, pueden considerarse como activas (Slemmons y McKinney, 1977). Por la naturaleza del desplazamiento que registran, se consideran fallas de desplazamiento lateral. A lo largo de algunas de ellas se localizan las áreas más dañadas a raíz de los sismos de septiembre de 1985. Debido a la interrelación que existe entre la acumulación de esfuerzos, fallas y liberación de energía como sismos, es obvio que el monitoreo del movimiento relativo entre los bloques mediante el establecimiento de una red geodésica de alta precisión y la colocación de extensómetros en sondeos expresamente perforados para este propósito serían altamente deseables.

Las fallas y el patrón estructural NE-SW de la Cuenca de México no son rasgos geológicos aislados, sino que forman parte íntegra de un rasgo megatectónico mayor, que es la Zona de Cizallamiento Tenochtitlán que se extiende desde la región de Zihuatanejo-Petatlán hasta la Cuenca de México y según parece continúa hacia el Golfo de México. Esta zona de cizallamiento se manifiesta por las numerosas fallas cartografiadas al sur-surponiente de la Cuenca de México, por la orientación de es-

fuerzo tectónico a partir de conos volcánicos recientes, por el alineamiento de cauces hidrográficos mayores, por la orientación del esfuerzo tectónico en pozos petroleros del norte del Estado de Veracruz y por la evidencia de las anomalías gravimétricas. El cizallamiento es producto de la convergencia oblicua de la placa oceánica de Cocos y la placa continental de América del Norte, cuya geometría necesariamente requiere movimiento siniestro de los dos bloques mayores de esta zona de cizallamiento, que también está relacionada con numerosos sismos someros ( $< 30$  km) recientes. La cubierta geológico-cartográfica de este rasgo tectónico en su conjunto es imperfecta, por lo que sería necesario llevar a cabo el levantamiento geológico a lo largo de su extensión.

Para mejorar la confiabilidad y tener datos adecuados para la determinación del mecanismo focal de eventos sísmicos pequeños a moderados a lo largo de la Zona de Cizallamiento Tenochtitlán, es recomendable una red de por lo menos 10 estaciones permanentes situadas que cubra esa área. Estas estaciones deberán estar dotadas de equipo sismológico de una componente vertical de alta sensibilidad y por lo menos cinco deberán contar con equipo de tres componentes para movimientos fuertes, de manera que auxilien en el estudio de eventos de magnitud grande; además unas 10 estaciones portátiles que puedan movilizarse a las zonas de interés para el registro de réplicas.

## RECONOCIMIENTOS

Los doctores Fernando Hiriart-Balderrama, Director General de la Comisión Federal de Electricidad y Presidente del Subcomité de Normas y Procedimientos de la Construcción de la Comisión Nacional de Reconstrucción del Distrito Federal, Raúl J. Marsal, Investigador Emérito del Instituto de Ingeniería de la UNAM y Asesor de la Comisión Federal de Electricidad, José C. Guerrero-García y Fernando Ortega-Gutiérrez, ex-Director y Director, respectivamente, del Instituto de Geología de la UNAM, brindaron su apoyo para el desarrollo y terminación feliz del presente proyecto de investigación. El Dr. Peter L. Strauss, de la empresa Ebasco Services, Inc., proporcionó material bibliográfico de consulta, mientras que el Ing. Antonio Cano, los señores Sergio J. Osorio y Enrique Gutiérrez-Navarrete y la señora Rebeca Romano, todos del Instituto de Geología de la UNAM, colaboraron en los trabajos de computación, preparación de las ilustraciones y transcripción del manuscrito, respectivamente. La revisión crítica del manuscrito fue solicitada a los doctores Fernando Ortega-Gutiérrez, C. L. V. Aiken, de la Universidad de Texas en Dallas, y Burke Burkart, de la Universidad de Texas en Arlington. La revisión final y corrección del manuscrito en cuanto a su redacción y estilo fueron hechas por la señora Magdalena Alcayde. A todas estas personas los autores están muy agradecidos.