

RESUMEN

La Cuenca de México, cuyas partes centrales y suroccidentales ocupa el área urbana de la Ciudad de México a la altura promedio de 2,240 m.s.n.m., se localiza en el borde meridional de la Mesa Central del Sur, sobre el cual se edificó un tramo de la Zona Neovolcánica Transmexicana, esencialmente durante el Plioceno-Holoceno. La Cuenca está alargada en dirección NNE-SSW con longitud de unos 100 km y anchura de unos 30 km y delimitada en el norte por la Sierra de Pachuca, en el oriente por la Sierra del Río Frío y por la Sierra Nevada, en el sur por la Sierra de Chichinautzin y en el poniente por el Volcán Ajusco y la Sierra de Las Cruces.

La Cuenca de México es una cuenca endorreica de desagüe artificial que se formó al cerrarse el antiguo Valle de México como resultado de su obstrucción por la actividad andesítico-basáltica que edificó la Sierra de Chichinautzin al sur de la ciudad. El drenaje natural interrumpido, desde la región de la Sierra de Pachuca hacia la cuenca hidrográfica del Río Amacuzac en el sur, propició la formación de un lago al norte de la Sierra de Chichinautzin y su azolvamiento paulatino, acompañado por eventos volcánicos cortos y locales durante los últimos 700,000(?) años. El azolve o relleno cubrió discordantemente un terreno de topografía severamente disectada, por lo que tiene una variación notable en su espesor en sentido lateral; no obstante, en términos generales, los espesores aumentan desde el norte hacia el sur, alcanzando en la parte central de la Cuenca unos 200 m, mientras que en el sur unos 500 a 600 m. El relleno está formado por material volcánico re TRABAJADO, interestratificado con tobas que se interdigitan con depósitos netamente lacustres hacia las partes centrales de la Cuenca. La mayor parte de la zona urbana de la Ciudad de México está edificada sobre estos depósitos lacustres, mientras que el resto sobre material aluvial que forma la zona de transición entre los depósitos lacustres y lo que propiamente constituye el basamento para el relleno.

Las rocas más antiguas que se detectaron en sondeos en el subsuelo de la Cuenca de México y que afloran en regiones colindantes son anhidritas que subyacen a calizas marinas del Cretácico Inferior que, a su vez, están cubiertas por calizas, lutitas y areniscas del Cretácico Superior. Esta secuencia sufrió plegamiento hacia el final del Cretácico, que fue seguido por un periodo de erosión. Debido a estos acontecimientos, no se conoce el espesor real de estas rocas debajo del subsuelo de la Cuenca, pero conservadoramente se estima su espesor máximo entre 1,400 y 2,200 m.

Las rocas terciarias cubren discordantemente a las rocas cretácicas. La unidad basal de esta secuencia está formada por depósitos clásticos continentales de color principalmente rojizo, con la presencia local de yeso y de rocas volcánicas. La acumulación de estos depósitos se efectuó durante el Paleoceno-Eoceno en condiciones de drenaje obstruido por fallamiento en bloques, que también influyó en la distribución lateral de éstos y en la variación de su espesor. En el subsuelo de la Cuenca, estos depósitos alcanzan unos 600 m de espesor.

Las rocas volcánicas predominantemente andesíticas a dacíticas sobreyacen discordantemente a los depósitos clásticos continentales y a rocas más antiguas y tienen un espesor promedio de 600-700 m, habiéndose acumulado durante el Oligoceno tardío-Mioceno temprano. Su origen magmato-tectónico estuvo relacionado con el proceso de subducción a lo largo de la costa occidental de México que finalizó hace unos 20 Ma.

El terreno formado por las rocas volcánicas oligo-miocénicas quedó profundamente erosionado antes de que las siguientes manifestaciones volcánicas aparecieran en la región hacia el final del Mioceno. Este nuevo periodo de magmatismo, de composición riolítica, dacítica, andesítica y hasta basáltica, se inició después del rearrreglo geodinámico de la región del Pacífico Oriental a raíz de una convergencia general NE-SW que hoy en día está activa. Las manifestaciones de este magmatismo consisten en derrames de lava y material volcanoclastico asociado y en la región de la Cuenca de México conforman la mayor parte de las sierras que constituyen sus límites oriental, septentrional y occidental, así como la masa principal de la Sierra de Guadalupe. Asociados a estas manifestaciones volcánicas, se presentan depósitos volcánicos epiclasticos

que se acumularon principalmente durante el Plio-Cuaternario como abanicos aluviales coalescentes, desde las sierras limítrofes de la Cuenca hacia el antiguo Valle de México. Estos depósitos alcanzan espesores cercanos a los 650 m en algunos sitios del subsuelo de la Cuenca.

Las manifestaciones volcánicas más trascendentales para el entorno geológico actual de la Cuenca de México, aun cuando no son los más espectaculares, se formaron durante los últimos 700,000(?) años y consisten en unos 220 conos volcánicos monogenéticos de andesita basáltica, que se presentan en dos campos volcánicos mayores (Chichinautzin y Tezontepec), además de una veintena de conos en las partes meridionales del vaso de la Cuenca. Fue ésta la actividad volcánica que convirtió al antiguo valle en la Cuenca actual, y cuyas manifestaciones reflejan la orientación NE-SW del esfuerzo tectónico en la región, estrechamente relacionado con el marco geodinámico del sur de México.

Con el marco estratigráfico anteriormente esbozado como base, se emprendió este proyecto de investigación con objeto de asegurar o descartar el papel que pudiera jugar la configuración geológico-estructural de la Cuenca y sus relaciones tectónicas regionales en la localización de áreas dañadas a raíz de sismos. Con este propósito, se llevó a cabo la cartografía estructural basada en medio millar de puntos de observación en el campo y en el levantamiento de 55 secciones en las serranías que bordean la Cuenca en el poniente y el oriente. Además, se reinterpretó la información gravimétrica existente para las partes centrales de la Cuenca desde 1953 mediante la digitalización de los datos originales, lo cual permitió utilizar la técnica de promedio pesado de nueve puntos y la elaboración del nuevo mapa gravimétrico residual. Además, utilizando un programa de inversión en 2 1/2 dimensiones, se hizo el modelado de siete perfiles gravimétricos. Los datos geológico-estructurales de campo y gravimétricos se complementaron con la orientación del esfuerzo tectónico a partir de la alineación de conos volcánicos monogenéticos cuaternarios, utilizando el concepto de la fractura extensional de cizalleo. De esta manera, pudo inferirse la ubicación de las trazas de 14 fallas mayores que atraviesan la Cuenca, incluyendo la mayor parte de la zona urbana de la Ciudad de México y que forman la parte sustancial de una zona de cizallamiento de desplazamiento lateral siniestro, con orientación NE-SW. El registro sismológico sugiere que la mayoría de estas fallas pudiera estar relacionada con sismicidad local y que las zonas más severamente dañadas a raíz de los sismos de septiembre de 1985 parecen estar localizadas sobre tramos de algunas de ellas. Con los datos con que se cuenta actualmente, puede afirmarse que algunas de estas fallas son activas, mientras que otras son potencialmente activas.

La evaluación de los datos geológicos publicados, el alineamiento de algunos cauces hidrográficos mayores, la presencia de anomalías gravimétricas dipolares y la distribución de epicentros de sismos someros (<30 km) permitieron localizar la continuación de la zona de cizallamiento detectada en la Cuenca de México hacia el surponiente, hasta la región costera de Zihuatanejo-Petatlán, la cual parece extenderse también con dirección al nororiente hacia el Golfo de México. Este rasgo tectónico mayor denominado Zona de Cizallamiento Tenochtitlán está íntimamente relacionado con el proceso de subducción oblicua a lo largo de la costa meridional de México [definida por el movimiento de la Placa de Cocos en dirección N 35-45° E, obtenida mediante métodos gráficos simples con base en los datos de Molnar y Sykes (1969, p. 1667) y de Minster y Jordan (1978), o en dirección N 37° E según McNally y Minster (1981, p. 4950), debajo de la Placa de América del Norte a lo largo de la Cabalgadura Continental que tiene un rumbo de N 64-74° W (de Cserna, 1961; Drummond, 1981)], donde los sismos mayores generados pueden propagar sus ondas de manera preferencial a lo largo de esa zona hacia la Cuenca de México. Por otra parte, los esfuerzos que se están acumulando a lo largo de esa misma zona, pueden liberarse en forma de sismos locales y someros.

Como conclusión, se puede adelantar que la Cuenca de México, y específicamente la zona urbana de la Ciudad de México, están expuestas a los efectos, tanto de sismos mayores alejados y generados en la zona frontal de la subducción a lo largo de la costa meridional de México, como a sismos locales y menores. Los efectos de estos sismos en áreas urbanas, locali-

zadas sobre los depósitos lacustres, se manifiestan eminentemente por movimientos ondulatorios y oscilatorios de mayor duración, mientras que en las ubicadas sobre los diversos depósitos que conforman propiamente el basamento para el relleno de la Cuenca, por movimientos bruscos y de menor duración. Las trazas de las fallas son propicias para la localización de los epicentros de los sismos locales y éstas, al mismo tiempo, pueden desempeñar el papel de reflectores y refractores de las ondas sísmicas. Además, las fallas, aunque no tengan sismicidad local registrada, pueden ser activas por reptación. Bajo estas circunstancias, tanto la estratigrafía como la estructura geológica de la Cuenca, una vez verificadas por métodos directos de exploración, constituyen factores fundamentales para el diseño y planeación de obras civiles en el área.