

NOTAS TÉCNICAS SOBRE LA RED GEODÉSICA NACIONAL ACTIVA

Cálculo de coordenadas ligadas a la RGNA

El avance científico y tecnológico reciente en el ámbito geodésico permite cuantificar con gran exactitud el sentido y la magnitud del desplazamiento de las placas tectónicas en las que se asienta el territorio, calculados mediante poderosos programas de procesamiento y datos provenientes de una o más de las diferentes técnicas geodésicas espaciales, principalmente VLBI, SLR, LLR y GPS.

Esta determinación lleva a plantear algunas consideraciones y recomendaciones en relación al procedimiento de cálculo de coordenadas de nuevos vértices GPS de la Red Geodésica Pasiva o subredes geodésicas en el Marco Geodésico de Referencia Nacional, el cual debe considerar que la mayor parte del territorio continental de nuestro país se encuentra asentado principalmente en dos placas tectónicas: Placa Norteamericana y Placa del Pacífico. Una pequeñísima parte de Chiapas cercana a la frontera, se ubica en la Placa del Caribe (ver figura 1)

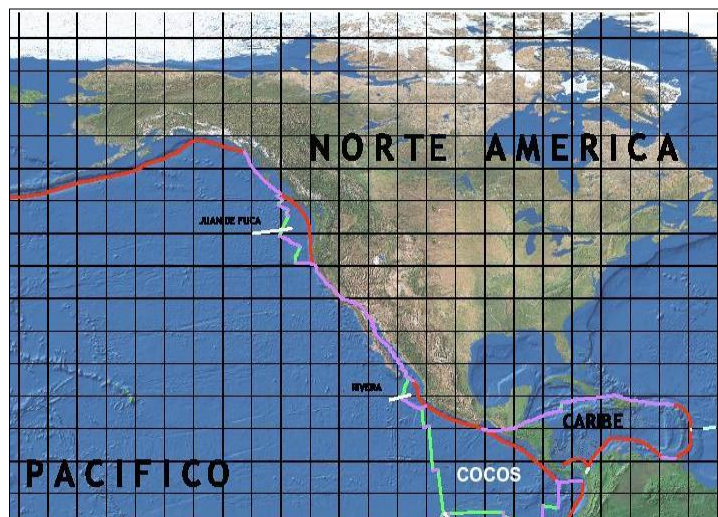


Fig.1 Placas tectónicas en que se ubica el territorio mexicano (Gráfico USGS)

Esta situación, relacionada con el procedimiento de procesamiento habitual que omite los modelos de desplazamiento de placas o las velocidades de las estaciones, tiene efectos en el cálculo de coordenadas de nuevos vértices cuando se utilizan en un mismo procesamiento y ajuste estaciones de la RGNA ubicadas en distintas placas o con distintas velocidades, pudiendo causar distorsiones en los resultados.

Adicionalmente, contribuyen a la distorsión en la obtención de las coordenadas de los vértices: las diferentes velocidades de las estaciones de la RGNA involucradas (significativamente diferente entre LPAZ y MEXI); la ubicación geográfica de los puntos por calcular, el tiempo transcurrido entre la definición del marco y la fecha del levantamiento GPS, así como el procedimiento de procesamiento de los datos.

Considerando lo anterior, para obtener mejores resultados en levantamientos de alta precisión, se hacen las siguientes recomendaciones generales:

- Para nuevos vértices ligados a la RGNA aplicar el procedimiento de procesamiento geodésico riguroso, el cual emplea estaciones (y sus velocidades), ubicadas en diferentes placas tectónicas.

Mediante este procedimiento se mejora la exactitud, al permitir obtener las coordenadas a la época de los datos para después llevarlas a la época del marco oficial.

Para facilitar su aplicación en proyectos que requieran alta precisión, se sugiere al usuario consultar el procedimiento de procesamiento riguroso en el portal institucional del INEGI en Internet en la ruta:

<http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/instituto/contacto.asp?c=1609>

Efectos locales.

Otro factor que afecta la exactitud son los fenómenos locales tales como terremotos o subsidencia en el área del proyecto. Tal es el caso del sismo de 7.2 grados Richter ocurrido el 4 de abril de 2010 en la región de Mexicali.

Este sismo causó un desplazamiento de la estación MEXI de aproximadamente 0.18 m con respecto a su posición inmediata anterior (ver fig. 2)

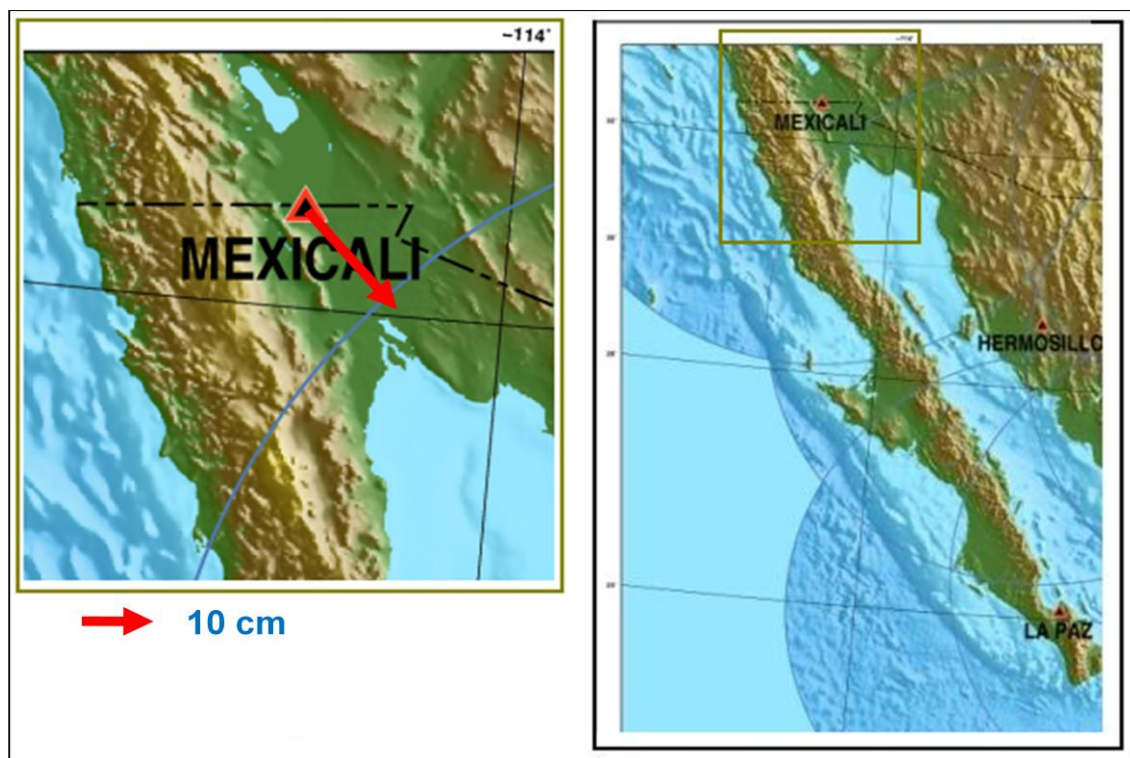


Fig.2 Desplazamiento de la estación MEXI, después del evento sísmico.

Con respecto a esta situación, a partir de esa fecha deben observarse los siguientes puntos:

- La estación MEXI se ubica cercana a la frontera entre las placas tectónicas del Pacífico y Norteamericana; en estas áreas los modelos de desplazamiento anual de las placas presentan mayor incertidumbre.

- ▶ Para nuevos vértices levantados en áreas circunvecinas a la estación MEXI difícilmente se obtendrá una exactitud mejor que submétrica en el marco y época oficial actual, independientemente del procedimiento de procesamiento empleado.
- ▶ Para nuevos vértices levantados en zonas más distantes a MEXI, pero que sea factible su ligue a esta estación, se recomienda procesamiento geodésico riguroso en proyectos de alta precisión
- ▶ En aquellos casos en que el levantamiento o aplicación del usuario requiera sólo precisión submétrica o métrica, podrá emplearse el procesamiento habitual que no considera velocidades.
- ▶ En el procesamiento habitual no se recomienda emplear LPAZ y MEXI simultáneamente; en este tipo de procesamiento se sugiere ajustar los vértices preferentemente a LPAZ.

Altura Geodésica de la estación INEG

Situación legal

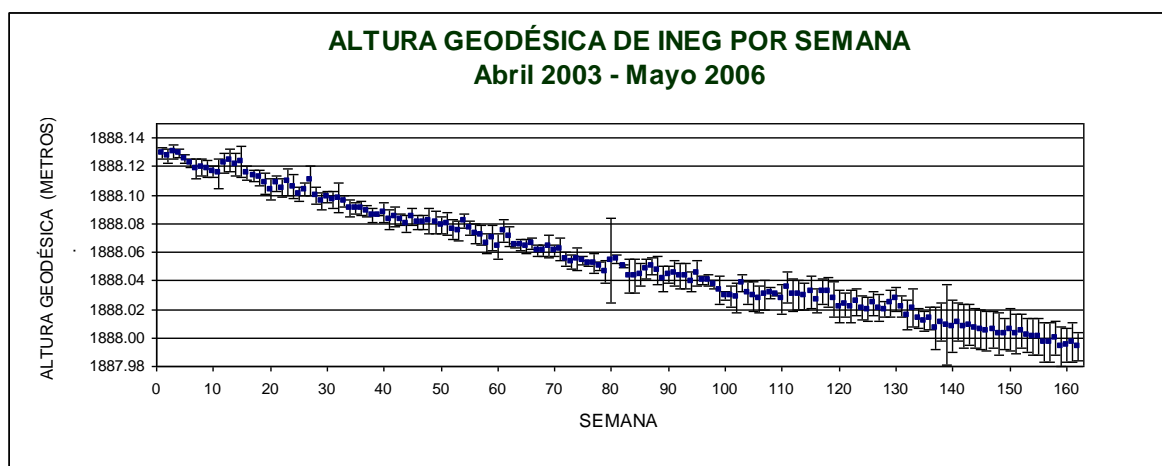
Las coordenadas publicadas de la estación INEG están en el marco de referencia oficial ITRF92, época 1988.0 La época de referencia de las coordenadas representa la fecha en que las coordenadas del marco de referencia geodésico oficial se fijan en el tiempo.

Por ello, las coordenadas publicadas de la estación INEG son coordenadas legalmente establecidas.

Situación física

En la estación INEG se han detectado cambios en la altura geodésica derivados del efecto de subsidencia en el sitio de emplazamiento.

Esta situación se observa en la siguiente serie de tiempo, en la cual se puede observar el comportamiento de la altura geodésica de la estación INEG, en diferentes épocas de observación:



Lo anterior plantea las siguientes consideraciones y recomendaciones:

La propagación de coordenadas en el marco de referencia oficial (ITRF92 época 1988.0) para puntos medidos con receptores GPS se lleva a cabo mediante el proceso diferencial de los datos obtenidos; esto implica el uso de una o varias estaciones de la Red Geodésica Nacional con coordenadas en dicho marco.

La exactitud de las coordenadas de los puntos propagados depende de varios factores, uno de ellos es la exactitud de las coordenadas conocidas del punto(s) o estación (es) empleado(s) para el proceso diferencial. En este sentido, para el uso de la estación INEG en la propagación de coordenadas se debe tomar en cuenta la situación que presenta la altura geodésica de esta estación.

Existen estimaciones de la velocidad de desplazamiento de la estación en sus tres componentes (por ejemplo Marquez-Azua and DeMets, 2003). Sin embargo, desde 1992 a la fecha en los datos de altura geodésica de INEG se ha observado que el desplazamiento vertical no ha sido lineal. Por lo tanto, la aplicación de un modelo de desplazamientos no soluciona por completo el problema.

Para el caso de levantamientos GPS en los que la propagación de coordenadas se hace a partir de una sola estación, se recomienda evitar el uso de la estación INEG, a menos que la calidad de la altura geodésica propagada no sea relevante.

En los casos en que se utilice más de una estación de referencia se recomienda no fijar la altura de INEG en el proceso y ajuste de los vectores para evitar que la calidad de las alturas geodésicas resultantes se vea afectada.

Finalmente, cabe mencionar que las coordenadas de latitud y longitud de la estación INEG pueden utilizarse sin problema en la propagación de coordenadas en el marco oficial.