

Sesión regular

Geodesia

Organizadores:

Enrique Cabral

Bertha Márquez

Alejandro González Ortega

GEOD-1

ANÁLISIS DE DEFORMACIÓN DE LA CORTEZA TERRESTRE MEDIANTE ESTACIONES CGPS QUE OPERAN EN MÉXICO

Vázquez G. Esteban¹, Trejo Manuel E.¹, Bennett Rick², Spinler Josh² y Andrade Rosendo¹
¹Facultad de Ciencias de la Tierra y El Espacio de la Universidad Autónoma de Sinaloa, FACITE-UAS
²Department of Geosciences, the University of Arizona, Tucson, AZ, estebarv_99@yahoo.com

Se realizó un estudio con base en datos de estaciones que realizan mediciones continuas a los Sistemas de Posicionamiento Global (CGPS) que se encuentran operando México, para comprender una variedad de factores que pueden tener un impacto sobre deformaciones de la corteza terrestre de México — un tema de investigación analizado durante muchos años. Esto surge del hecho de que México está directamente influenciado por las interacciones entre las placas tectónicas de América del norte, Pacífico, Cocos, Caribe y Rivera. Se analizaron datos GNSS procedentes de varias redes geodésicas CGPS distribuidas a lo largo y ancho del Territorio Nacional. Dichas estaciones se han instalado para atender diversos propósitos y usos y son administradas por diversas organizaciones que incluyen organismos gubernamentales y universidades públicas. Se evaluaron un total de 80 estaciones CGPS que operan en México; donde receptores geodésicos GPS de doble frecuencia coleccionaron datos continuamente durante los periodos entre 1994 y 2014.5, con el fin de proporcionar una visión sinóptica de las velocidades de la corteza terrestre de México. Las estaciones CGPS situadas en el Territorio Mexicano fueron procesadas con respecto a 133 estaciones localizadas fuera de México (es decir, Caribe, Pacífico, y las placas de América del norte y del Sur) para evaluar la deformación de la corteza de México en el contexto de los movimientos relativos entre las placas tectónicas. Dada la naturaleza heterogénea de las redes CGPS disponibles, realizamos un análisis de series de tiempo en cuanto a su duración y precisión, encontrando generalmente alta precisión. De las velocidades estimadas de la corteza, se observa que son muy comparables (± 1 mm) con respecto a valores previamente obtenidos para estaciones ubicadas en la península de Baja California, Oaxaca y la región de Guerrero.

GEOD-2

MODELO DE DESPLAZAMIENTOS SUPERFICIALES DE LA CORTEZA POR LA INTERACCIÓN DE LA PLACA DE COCOS CON LA PLACA NORTEAMERICANA PARA CONTROL DE LA EXACTITUD DE LA RED GEODÉSICA

Esquivel Ruben, Huerta Juarez Francisco Javier,
 González Franco Guido Alejandro y Avalos Naranjo David
 Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI
 ruben.esquivel@inegi.org.mx

Cuando las coordenadas geodésicas obtenidas de posicionamiento GPS o GNSS deben generarse con relación a una época específica (ITRF2008 época 2010.0 por ejemplo) se pueden utilizar modelos de tectónica de placas globales como información auxiliar para trasladar las coordenadas a diferentes épocas. Sin embargo los modelos globales no resultan adecuados para este fin en regiones en las que la interacción de diferentes placas provoca desplazamientos más complejos de describir, lo que hace necesario contar con modelos regionales. En México una de las regiones con las deformaciones más complejas es la parte sur del país, en donde se ha observado mediante análisis de estaciones GPS permanentes que la subducción de la placa de Cocos con la placa Norteamericana provoca desplazamientos superficiales promedio de hasta 2 cm/año con respecto al desplazamiento descrito por modelos globales. Mediante el análisis de velocidades de estaciones GPS permanentes se elaboró un modelo inicial de tales desplazamientos con el objetivo principal de utilizarlo como auxiliar para mantener la exactitud que establece la normatividad vigente para las estaciones geodésicas.

GEOD-3

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE MEDICIONES GPS DE LA RED GEODÉSICA URBANA DE LA CIUDAD DE CULIACÁN EMPLEANDO UN SOFTWARE COMERCIAL

Carrillo Chavez Martin, Garcia Lopez Ramon Victorino,
 Moraila Valenzuela Carlos Ramon y Trejo Soto Manuel
 Universidad Autónoma de Sinaloa
 martincarrillo_7@hotmail.com

Las redes geodésicas urbanas se pueden establecer de manera precisa mediante mediciones a los Sistemas Globales de Navegación Satelital (GNSS). En Culiacán se ha establecido la Red Geodésica Urbana de Culiacán (RGUC) por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) con el apoyo de la Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Culiacán (JAPAC) y la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Espacio. En el presente trabajo se procesaron los datos de las mediciones realizadas con receptores geodésicos GPS de doble frecuencia. Se realizó un estudio estadístico y de precisión al inicio del proyecto tomando en cuenta información ya existente (coordenadas geodésicas) y se estimó que la red tenía

una precisión de 10 cm en la componente horizontal y 15 cm en la vertical. Al final del presente trabajo la precisión alcanzada fue mejor que 5 cm en la componente horizontal y vertical. Se realizaron dos campañas de medición de manera que cada vértice tuviera dos soluciones independientes en las coordenadas. El procesamiento de los datos se realizó con el software Topcon Tools v.8.2 considerando efemérides precisas y se utilizó la estación de Culiacán (CULC) de la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) como punto de control. Dentro de los objetivos contemplados en el presente proyecto se comparó la eficiencia y precisión del procesamiento y ajuste por mínimos cuadrados considerando todas las sesiones de medición simultáneamente ó procesando vectores generados por cada una de las sesiones. Se encontró que la precisión fue relativamente mejor por sesiones que por vectores tanto en la componente vertical como en la horizontal. Se realizó un análisis comparativo de eficiencia y requerimiento de almacenamiento en relación a la eficiencia del procesamiento por vectores que fue significativamente mejor (10 veces más rápido), el procesamiento llevó 1.5 minutos mientras que por sesiones llevó 15 minutos. Así mismo se evaluó la exactitud de los parámetros de transformación publicados entre los Marcos de Referencia Internacional Terrestre de 1992 (ITRF92 por sus siglas en inglés) y el ITRF2008. Encontrándose una ligera inconsistencia (menor a 10 cm) en la transformación para el área de estudio.

GEOD-4

AMPLIACION Y ACTUALIZACION DE LA RED ALTIMETRICA GEODESICA URBANA DE CULIACAN, SINALOA

Trejo Soto Manuel Edwiges, Vázquez Becerra Esteban, Aguilar Villegas Juan Martin, Soto Alvaro, Alapizco Ariathna y Gerardo Cortez Noel
 Universidad Autónoma de Sinaloa, UAS
 mtrejosoto@uas.edu.mx

Los distintos organismos, agencias gubernamentales o particulares que requieren contar con sistemas altimétricos para llevar a cabo su actividad o parte de esta, es común que establezcan sistemas de alturas independientes o basados en sistemas de referencia de otros organismos o agencias, ligados a sistemas altimétricos poco confiables. Esto da lugar a que existan distintos sistemas de referencia altimétricos que difieren entre sí en relación al sistema geodésico altimétrico nacional. La variedad de requerimientos de apoyo altimétrico en zonas urbanas, así como la necesidad de modernizar, establecer y/o restablecer el soporte altimétrico dentro de estas, exige la aplicación de metodologías actualizadas y adecuadas al desarrollo tecnológico, tanto en los instrumentos de recolección de información, accesorios, etc., como en la capacidad de los sistemas de cómputo, que permiten el uso de esquemas de elaboración matemática efectivos llevadas a cabo en correspondencia rigurosa con los postulados de la teoría clásica de los errores, de la estadística matemática y del método de los mínimos cuadrados, así como la inclusión recurrente de puntos de densificación sin disminuir sus precisiones en relación a los bancos de nivel o vértices de enlace. El análisis de la red geodésica altimétrica urbana de la Cd. de Culiacán, Sinaloa, ha permitido: Introducir en la práctica cotidiana de los trabajos geodésicos del diseño y materialización del soporte altimétrico, un esquema adecuado de generación de alturas fiables perteneciente a un sistema independiente, mediante el análisis previo de las condiciones y posibilidades técnicas; Sustentar la conveniencia de llevar a cabo los trabajos de mediciones geodésicas, bajo la observancia estricta de las normas técnicas existentes; Comprobar la eficiencia de los métodos de elaboración matemática de los resultados de las mediciones geodésicas en los sistemas altimétricos independientes y analizar las variantes generadas por las condiciones reales de los sistemas de apoyo existentes; Comprobar mediante la solución de problemas reales, la necesaria fundamentación matemática del proyecto de establecimiento de sistemas geodésicos de apoyo.

GEOD-5

PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN DEL LEVANTAMIENTO Y CARTOGRAFÍA DE FRACTURAMIENTOS ASOCIADOS A LA SUBSIDENCIA CASO JESÚS MARÍA, AGUASCALIENTES.

Sánchez Reyes Joel Armando y Pacheco Martínez Jesús
 Universidad Autónoma de Aguascalientes, UAA
 joelarmandosanchezreyes@gmail.com

Actualmente existe toda una problemática en el Valle de Aguascalientes por la propagación y crecimiento de fallas y grietas asociadas a la subsidencia por extracción de agua subterránea. El fracturamiento causa daños a viviendas e infraestructura en general, y ha generado varias disputas legales debido a que aunque existe un mapa de las fallas y grietas en el municipio de Jesús María, el cual es el documento de referencia para la compra venta y desarrollo de bienes raíces, este no está actualizado y es producto de levantamientos desarrollados en diferentes épocas con diferentes metodologías y diferentes sistemas de referencia. Debido a esto, la cartografía existente contiene diversos errores que causan conflictos entre particulares por su uso como referencia legal. En este trabajo se presenta una propuesta de estandarización de la metodología para el levantamiento y cartografía de fallas y fracturamientos asociados a subsidencia considerando la Norma Técnica para el Sistema Geodésico Nacional. Con la estandarización propuesta la cartografía resultante será más confiable en los conflictos legales de bienes raíces, y será,

compatible y comparable con diversos datos geográficos que organismos como el INEGI o el SGM produce.

GEOD-6

ESTUDIOS DE GEODESIA ESPACIAL EN EL SEGMENTO SUR DE LA FALLA DE SAN ANDRÉS DESPUÉS DEL SISMO EL MAYOR-CUCAPAH

González Ortega Alejandro¹, Sandwell David¹, Fielding Eric² y González García Javier³

¹ Scripps Institution of Oceanography, Institute of Geophysics and Planetary Physics, SIO/GPPP

² Solid Earth, Jet Propulsion Laboratory, National Agency and Space Administration

³ Departamento de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE.

jag112@ucsd.edu

En los últimos cuatro años, a raíz del sismo El Mayor-Cucapah, Mw=7.2, ocurrido el 4 de abril de 2010, a 30 km al sureste de la ciudad de Mexicali, Baja California, México. Hemos implementado arreglos de monumentos de observación temporal del Sistema de Posicionamiento Global Satelital (GPS), y realizado observaciones provenientes del Vehículo Autónomo Aéreo de Radar de Apertura Sintética (UAVSAR), en el segmento sur de la falla de San Andrés: fallas Imperial y Cerro Prieto. Con el objetivo de caracterizar y modelar el gradiente de velocidad superficial, así como, las tasas de deslizamiento y acumulación de momento sísmico en el noreste de Baja California. Los resultados preliminares indican que las fallas Imperial y Cerro Prieto tienen tasas de deslizamiento de ~30 mm/año y capa sísmogénica de ~6-7 km. Por otro lado, el análisis de series de tiempo de UAVSAR desde Febrero de 2012 hasta Mayo de 2015, indica una tasa de subsidencia de ~15 cm/año en la zona del Campo Geotérmico de Cerro Prieto, ello de acuerdo con estudios previamente realizados. Ambos resultados pueden contribuir a una mejor evaluación integral del peligro sísmico en el segmento sur de la falla de San Andrés.

GEOD-7

EVALUACION DE MODELOS GEOPOTENCIALES DE ALTA RESOLUCION EN EL TERRITORIO NACIONAL MEXICANO

García Ramon, Gutierrez Ramirez Elizabeth, Vazquez Cendejas Jose Juan, Guzman Galindo Tiojari Dagoberto y Aguilar Villegas Juan Martin
Universidad Autonoma de Sinaloa, UAS
rvgarcia@uas.edu.mx

Actualmente, el conocimiento preciso del geoide es uno de los principales objetivos de la Geodesia, esto con fines de representación de la tierra basándose en su potencial de gravedad. El geoide es una superficie importante para muchas ciencias, principalmente para las ciencias de la tierra como son la Geodesia, la Geofísica, la Cartografía, la Sismología, la Oceanografía y la Geología por mencionar algunas. Se han desarrollado tres misiones las cuales han producido una cantidad enorme de mediciones (CHAMP, GRACE y GOCE). Para la geodesia, uno de los principales objetivos es obtener modelos del geoide los cuales sean cada vez más precisos y confiables. El presente estudio se concentra en el análisis de modelos geopotenciales, producidos por dichas misiones concentrándose en el área de México. También se realizan comparaciones de mediciones en tierra con alturas geoidales en el área noroeste, noreste, sur, este de México y para el área de la ciudad de Culiacán comparando con el GGM10 (Geoide Gravimétrico Mexicano 2010), el EGM2008 (Earth Gravitational Model 2008) y los diferentes modelos de las misiones satelitales recientes. Se encuentra la comparación de cuatro modelos geopotenciales diferentes, comparados a su vez con el Geoide Gravimétrico Mexicano (GGM10) determinado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Entre ellos está el EGM2008 modelo el cual está considerado en la actualidad como uno de los más precisos y con más alta resolución. Los demás modelos son determinados por cada una de las misiones satelitales recientes (CHAMP, GRACE y GOCE) que han estado obteniendo mediciones gravimétricas. Por último la comparación de mediciones en tierra donde se a utilizando medición con GPS y nivelación diferencial, por ser esta la forma más precisa de determinar el geoide, estos datos son comparados también con el GGM10, el modelo EGM2008 y los diferentes modelos de las misiones satelitales.

GEOD-8 CARTEL

SUBSIDENCIA EN EL VALLE DE MEXICALI OBSERVADA CON NIVELACIÓN E INSTRUMENTOS GEOTÉCNICOS DURANTE EL PERIODO 2010-2015

Glowacka Ewa¹, Robles Braulio², Sarychikhina Olga³, López Sergio³, Márquez Ramírez Víctor Hugo⁴, García Arthur Miguel Ángel¹, Farfán Sánchez Francisco Javier¹ y Higuera Ayón Daysi Berenice⁵

¹ Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

² Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA

³ Comisión Nacional del Agua, Conagua

⁴ Centro de Geociencias, UNAM

⁵ Universidad Autónoma de Sinaloa, UAS

glowacka@cicese.mx

La deformación de la corteza terrestre en el Valle de Mexicali está influida por la actividad tectónica en el centro de dispersión Cerro Prieto, ubicado en la

frontera entre las placas Norteamérica y Pacífico, y por la presencia de actividades relacionadas con la extracción e inyección de fluidos en el campo geotérmico Cerro Prieto (Glowacka et al., 1999, 2005, 2009, Carnec y Fabriol 1999, Sarychikhina et al., 2011). Desde 2009 el IMTA, en cooperación con CICESE y CONAGUA, está realizando trabajos de nivelación de precisión en el Valle de Mexicali. Se han realizado nivelaciones de primer orden clase II en 3 ocasiones desde el verano 2010, en perfiles que alcanzan alrededor 200 km de longitud. La forma de la subsidencia observada en el periodo 2015-2012 es muy parecida a la del periodo 2012-2010, con una disminución de la tasa de subsidencia, con un máximo de 12.5cm/año, comparado con 15cm/año en el periodo anterior. La disminución de la tasa de subsidencia puede estar relacionada con la reducción de la extracción de fluido hidrotermal en la planta geotérmica en la zona. Desde 1996 el CICESE mantiene una red de medidores de deformación, REDECIVAM, con el objeto principal de estudiar la distribución espacial y temporal de las deformaciones de la corteza en el Valle de Mexicali. En el periodo 2010-2015 se dispone de registros de 1 extensómetro, 7 inclinómetros y 2 testigos instalados en las fallas tectónicas o muy cerca de ellas. El testigo, extensómetro e inclinómetros instalados en la falla Saltillo, en el límite este de la zona de subsidencia, muestran valores casi constantes de la tasa de deformación desde 2010, mientras que el testigo instalado en la falla Cerro Prieto, en el límite oeste de la zona de subsidencia, muestra un aumento de la tasa de deformación desde el mismo año. Así mismo, el inclinómetro instalado en la prolongación norte de la falla Cerro Prieto, al noroeste de la zona de subsidencia, muestra un aumento de la tasa de deformación comparado con el periodo antes del sismo de 2010 manteniéndose constante desde el verano de 2010. Existe una discrepancia entre las tasas de subsidencia resultado de las nivelaciones comparado con los instrumentos geotécnicos, esto puede deberse a que entre las nivelaciones de 2012 a 2015 se perdieron un número importante de bancos de nivel, lo cual no permitió obtener más datos de subsidencia en la zona.

GEOD-9 CARTEL

SISTEMA DE TELEMETRÍA PARA INSTRUMENTOS DE MONITOREO DE DEFORMACIÓN DE CORTEZA EN EL VALLE DE MEXICALI

García Arthur Miguel Angel, Farfán Francisco, Glowacka Ewa, Gálvez Oscar y Orozco Luis
Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, CICESE
marthur@cicese.mx

Dotar a una red de instrumentos con capacidad de telemetría presenta las ventajas de que se puede monitorear el estado de los instrumentos y el valor de los parámetros que se registran, en tiempo real. También permite recuperar continuamente los datos, en forma automática, para ser almacenados remotamente. La conexión en tiempo real también permite el aumento de la frecuencia de muestreo, pues no se corre el riesgo de saturar las memorias de los registradores. El aumento de frecuencia de muestreo, por otro lado, ayuda a monitorear y entender procesos físicos de deformación con más detalle. Se hizo un estudio de opciones y se decidió usar telemetría basada en módem celular y panel solar como fuente de energía. En el trabajo se va a presentar el esquema de las conexiones, software y la configuración del sistema, así como algunos datos sobre consumo de energía.

GEOD-10 CARTEL

MONITOREO DE DEFORMACIONES DE TERRENO EN EL VALLE DE MEXICALI USANDO LA TÉCNICA DE DINSAR E IMÁGENES DE RADARSAT-2.

Sarychikhina Olga, Glowacka Ewa, Arregui Ojeda Sergio Manuel y Mojarro Bermúdez José De Jesús
Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, CICESE
osarytch@yahoo.com

El Valle de Mexicali, localizado en la región noroeste de México, es una zona donde se observan las deformaciones de terreno causadas por una variedad de procesos naturales, tales como sismos, deformación tectónica continua, actividad volcánica, pero también por actividad humana, sobre todo las actividades relacionadas con el desarrollo y explotación del campo geotérmico Cerro Prieto. La detección y monitoreo de las deformaciones de la superficie terrestre representa una importante fuente de información para la toma de decisiones en zonas de alto peligro y/o riesgo geológico. En las últimas dos décadas, la técnica denominada Interferometría Diferencial de Radar de Apertura Sintética (DInSAR por sus siglas en inglés) se ha empleado con éxito para el estudio de deformaciones de la superficie terrestre causadas por diversos procesos naturales y antropogénicos. La detección y monitoreo de las deformaciones del terreno mediante la técnica de DInSAR se realiza a partir de las imágenes adquiridas desde las plataformas satelitales por un sensor activo (Radar de Apertura Sintética, SAR por sus siglas en inglés). La aplicabilidad de la técnica de DInSAR depende principalmente de la disponibilidad de las imágenes SAR para el área de estudio. En los estudios previos de las deformaciones del terreno en el Valle de Mexicali mediante la técnica de DInSAR (Carnec y Fabriol, 1999; Hanssen, 2001; Sarychikhina et al., 2009, 2011a, b, 2015) las imágenes SAR de misiones satelitales ERS-1, ERS-2 y ENVISAT de Agencia Espacial Europea (ESA por sus siglas en inglés) obtenidas dentro de proyectos científicos sin costo y/o con costo bajo relativo han sido usadas. Los datos de nueva misión de ESA Sentinel – 1A están abiertamente disponibles a partir de octubre de 2014. Sin embargo, para el área de estudio, no se dispone de imágenes SAR

de misiones de ESA en el periodo de octubre de 2010 a octubre de 2014. Para cubrir esta falta de las imágenes SAR, se adquirieron las imágenes SAR de satélite comercial Radarsat -2. Debido a su alto costo, solo se adquirieron 4 imágenes de paso ascendente (modo de adquisición MF1) y 4 imágenes de paso descendente (modo de adquisición MF4N). Los pares interferométricos procesados mediante el software Gamma (Wegmüller y Werner, 1997) cubren los periodos de noviembre de 2012 a febrero de 2013 y de diciembre de 2013 a marzo de 2014. En este trabajo presentamos los mapas de deformación obtenidas a partir de las imágenes SAR de Radarsat-2. Las magnitudes de deformación obtenidas para los periodos mencionados se comparan con las que se obtuvieron en los trabajos previos (Camec y Fabriol, 1999; Hanssen, 2001; Sarychikhina et al., 2009, 2011a, b, 2015).

GEOD-11 CARTEL

SISTEMA GEODÉSICO PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO DE AGENTES GEODINAMICOS EN LA ESTABILIDAD DE GRANDES ESTRUCTURAS DE INGENIERIA

Trejo Soto Manuel Edwiges¹, Vázquez Becerra Esteban¹,
Romero Andrade Rosendo² y Benítez Báez Manuel Jesús¹

¹Universidad Autonoma de Sinaloa, UAS

²Universidad Autonoma de Sinaloa
mtrejosoto@uas.edu.mx

Los asentamientos, desplazamientos horizontales y las deformaciones de grandes obras de ingeniería y sus instalaciones, se presentan por la acción de distintos factores naturales y de sus particularidades constructivas, tanto en sus fundamentos como por su misma constitución. La prolongación y magnitud de las deformaciones de las estructuras de ingeniería dependen principalmente de los suelos donde se encuentran enclavadas, y el tipo de las deformaciones, así como de las particularidades constructivas. Cualquier manifestación geodinámica: desplazamientos de la corteza terrestre, dislocamientos móviles tectónicos, procesos cársticos y de deslizamientos, derrumbes, desmoronamientos, avalanchas, hundimientos – es decir, variaciones radicales en la estructura de los suelos por la influencia del propio peso y su dilatación, variaciones de las condiciones hidrotermicas relativas a las fluctuaciones temporales y perennes de la temperatura, humedad y niveles de los mantos freáticos – pueden ocasionar la acumulación de tensiones, no consideradas en el proyecto de las obras de ingeniería, las cuales en combinación con las cargas generadas en su explotación pueden causar el agotamiento de la capacidad de carga, la durabilidad, así como la disminución de la seguridad de su uso. Un sistema geodésico permitirá registrar los indicios de las distintas formas de actividad geodinámica, así como estimar la influencia sobre la estabilidad técnica de grandes obras de ingeniería entre todo el complejo de cargas externas y su influencia. Los trabajos geodésicos más complejos son característicos al monitorear las obras hidrotécnicas, aceleradores de partículas atómicas, plantas atómicas, térmicas de generación de electricidad, complejos de radio telescopios, entre otras. Las observaciones para detectar asentamientos o desplazamientos horizontales se llevan a cabo en todo el periodo constructivo, y en la mayoría de las grandes obras de ingeniería, continúan en el periodo de su explotación sin limitación del periodo de tiempo o bien hasta que se detecten los periodos de estabilización de las deformaciones. Los aspectos relevantes para la organización del monitoreo geodésico son: aspectos técnicos del desarrollo de los trabajos geodésicos resaltando las exigencias de precisión; descripción de la obra de ingeniería, sus características constructivas, condiciones naturales, regimenes de trabajo; esquema de las redes geodésicas; características constructivas de los vértices o puntos geodésicos de apoyo y deformantes; establecimiento de precisiones; descripción de métodos y medios de medición; recomendaciones para la elaboración matemática de los resultados de las mediciones geodésicas e interpretación de los resultados.