

PROTECCIÓN DE LA COMUNIDAD DE SANTIAGO DE CUBA CON EL USO DEL SISTEMA GLOBAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE

PROTECTION OF SANTIAGO DE CUBA CITY BY USING THE GLOBAL SATELLITE NAVIGATION SYSTEM

Lic. Yurdenis Luna Basán. luna@santiago.geocuba.cu

Dr. C. Yordanys Esteban Batista Legrá. yebatista@ismm.edu.cu

Fecha de recepción: 20 de abril de 2018

Fecha de aceptación: 2 de julio de 2018

RESUMEN

Se expusieron las potencialidades de la introducción de las novedosas tecnologías del Sistema Global de Navegación por Satélite en el Polígono Geodinámico de Santiago de Cuba para la protección de la comunidad ante los eventos sísmicos. Para ello se utilizó el método análisis – síntesis y la revisión de documentos como técnica. Se obtuvieron las posibles aplicaciones de estos equipos en las labores de prevención y percepción del riesgo ante movimientos sísmicos que afectan sistemáticamente a la comunidad en estudio. Se concluye que el establecimiento de estaciones de navegación global por satélite en Santiago de Cuba permite aportar datos premonitorios ante eventos sísmicos, lo que permite cumplir el principio de la Revolución de salvaguardar la vida humana y el ahorro por concepto económico al contrarrestar daños a la infraestructura material.

PALABRAS CLAVES: sismo; geodinámica; peligro; vulnerabilidad; riesgo.

SUMMARY

Potentialities of introducing new technologies of the Global Navigation Satellite System in the Geodynamic Polygon of Santiago de Cuba for protecting community of seismic events were exposed. To fulfill this purpose the analysis - synthesis method was used, as well as the review of documents as a technique. Possible applications of these equipments were obtained in perception and evaluation risk labors of the seismic movements that systematically affect the community under study. It is concluded that the establishment of global navigation satellite stations in Santiago de Cuba allows providing premonitory data when seismic events, which favors the fulfillment the principle of the Cuban Revolution about safeguarding human life and saving by economic concept when counteracting damages to the material infrastructure.

KEYWORDS: Earthquake geodynamic danger; vulnerability; risk.

INTRODUCCIÓN

El riesgo sísmico de mayor categoría para Cuba está ubicado en el oriente del país, debido a su cercanía a la zona de contacto entre las placas de Norteamérica y el Caribe. Ubicada en esta región, la ciudad de Santiago de Cuba con más de 445 000 habitantes y una subestructura socioeconómica imponente, ha sido movida por disímiles terremotos que le han provocado cuantiosos daños a lo largo de su historia (Arango-Árias, 1996).

La geodinámica de Cuba Oriental está estrechamente ligada a la falla transforme de Bartlett Cayman, zona limítrofe entre las Placas Norteamericana (NA) y la Caribeña (CA), lo que genera un campo de esfuerzos de empuje con componentes fundamentales en las direcciones norte y noreste (Arango-Árias, 2003). Como consecuencia del empuje de las placas se producen los movimientos sísmicos.

Por esta causa se pueden provocar afectaciones a los habitantes de las comunidades situadas en las áreas de influencia, tales como: derrumbes totales

o parciales de edificaciones; afectaciones en redes eléctricas, de acueducto, de alcantarillado; muertes y lesiones de personas.

De modo que se hace necesario contribuir a la percepción del riesgo de la población, la realización de predicciones sobre posibles movimientos sísmicos y trabajar en función de proteger a las presentes y futuras poblaciones.

Con el objetivo de monitorear los esfuerzos tectónicos de la corteza terrestre en Santiago de Cuba y utilizarlo en el posible pronóstico de los eventos sísmicos ocurridos en esta región, se organizó desde el año 1981 la creación del Polígono Geodinámico que permite estudiar los Movimientos Recientes Verticales y Horizontales de la Corteza Terrestre (MRVHCT).

Los trabajos de medición iniciaron desde el año 1982, se suspendieron en 1995 por las difíciles condiciones económicas y se reiniciaron en 2015. Para ello, resulta imprescindible la aplicación de métodos geodésicos, que cada vez se perfeccionan más.

Dichos métodos contribuyen al estudio de Movimientos Recientes de la Corteza Terrestre (MRCT), verticales (MVRCT) y horizontales (MHRCT), por los cambios del nivel medio del mar, por mediciones gravimétricas y por observaciones astronómicas (García-Díaz, 1996); pero en la actualidad estos procesos se perfeccionan vertiginosamente debido a la introducción del Sistema Global de Navegación por Satélite (su acrónimo en inglés, GNSS). Particularmente Japón es líder en el empleo de esta tecnología para la predicción de zonas con potencial riesgo sísmico.

Hoy, la mayoría de los países emplean los métodos geodésicos con esta tecnología para el monitoreo de redes de control de alta precisión. Según Detratti (2009) y Martínez (2013), los GNSS también se usan socialmente en:

- ✓ Aplicaciones Móviles.
- ✓ Deportes.
- ✓ Seguimiento de niños/animales.
- ✓ Aplicaciones legales (seguimiento de sospechosos)
- ✓ Guiado automático en caso de nieve
- ✓ Seguridad.
- ✓ Identificación automática.
- ✓ En la agricultura: medidas de parcelas, optimización del riego.

- ✓ En los medios de comunicación y transporte: aviación, supervisión de trenes, control de flotas.
- ✓ En aplicaciones marítimas para la navegación entre fronteras, ayuda a la navegación para los pescadores, salvamento de personas en caso de accidentes, rastrear sustancias contaminantes, mercancías peligrosas e icebergs, y para estudiar las mareas, las corrientes y los niveles de mar.
- ✓ En aplicaciones científicas: para la obtención de la información precisa y fiable sobre la ubicación y la sincronización que ayude a la distribución de electricidad, así como al descubrimiento y la explotación de nuevas reservas de petróleo y gas; eficiencia y capacidad de las telecomunicaciones; la orientación de personas con discapacidad; el control de la atmósfera, el pronóstico del tiempo y la predicción de cambios climáticos; en la emisión de señales horarias de alta precisión.

Particularmente, en Santiago de Cuba, se perfecciona el polígono geodinámico a partir de la incorporación de las nuevas tecnologías GNSS y niveles digitales de precisión que favorecen la percepción del riesgo por parte de la población por la obtención de predicciones sobre la ocurrencia de movimientos sísmicos.

Por tanto, se propone como objetivo de este trabajo: Exponer las potencialidades de la introducción de las novedosas tecnologías del Sistema Global de Navegación por Satélite en el Polígono Geodinámico de Santiago de Cuba para la protección de la comunidad ante los eventos sísmicos.

Metodología

La idea básica del posicionamiento simple con geoposicionadores (GPS) se basa en la medición de distancias (o mejor, pseudodistancias) desde el satélite al receptor a través de la medición del tiempo. Una trilateración inversa en el espacio, conociendo las coordenadas de al menos tres satélites permitirá obtener la ubicación de un punto en tierra (Garate et al., 1996; Hoyer et al., 2002; Rodríguez-Roche et al., 2007).

Esta técnica permite obtener coordenadas tridimensionales en un sistema de referencia global, por naturaleza geocéntricas, ya sean geográficas o cartesianas, con una alta calidad en cuanto a exactitud y en corto tiempo aun cuando

necesiten de una fuerte etapa de procesamiento para obtener resultados altamente refinados (Hoyer, Wilder Mann, Rayero y Suárez, 2002).



Fig. 1. Instrumentos propuestos a emplear, a) Receptor GNSS, b) Antena choke-rings.

Por otra parte, dentro de los niveles digitales se encuentra el DNA03, se utiliza para nivelación ordinaria (práctica) y de precisión. La precisión de la medición depende de la mira que se combine con el instrumento. Se usan miras estándar para precisiones media o baja, y miras de invar para las máximas precisiones. El instrumento dispone de lectura electrónica de la altura de la mira de medición.

El ajuste fino del haz objetivo para cada estacionamiento se realiza automáticamente mediante el compensador de alta precisión. La medición de altura simple es fácil de realizar, e igual de fácil es la medición de los aspectos en un trabajo de itinerario altimétrico. Con el programa «Ajustar línea», las alturas medidas pueden compararse directamente con la altura de los puntos fijos y ajustarse a ellos si se desea.

El concepto único de archivos de formato permite la salida de los datos almacenados en prácticamente cualquier formato. Los archivos de formato pueden crearse individualmente y modificarse como se desee. El archivo de registro, puede completarse en campo y transferirse a una tarjeta de memoria interna.



Fig. 2. Nivel digital DNA03.

RESULTADO

Aplicación de las nuevas Tecnologías e instrumentos para los estudios geodinámicos

Estaciones GNSS de alta precisión

En Cuba existe la red de estaciones permanentes de alta precisión que enlaza varias zonas del país, los investigadores de varias instituciones como la Oficina Nacional de Hidrografía y Geodesia, CENAIIS (Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas), Centro de Investigaciones de GEOCUBA.

El establecimiento de Estaciones GNSS es considerado como una de las tecnologías de avanzada para el monitoreo de la geodinámica mediante nuevos marcos de referencias modernos como el Servicio Internacional de Sistemas de Navegación por Satélites (IGS), creado el 1 de enero del 1994 (Rodríguez-Roche, 2004).

La aplicación de esta técnica de avanzada para las mediciones horizontales y verticales posibilitan que se incrementen los estudios de las deformaciones locales en múltiples zonas de la región oriental de Cuba, permitiendo con ello disminuir el tiempo de las mediciones, aumentar las exactitudes y la maniobrabilidad conllevando a que se abaraten los costos de estos estudios, y a la vez, se conozca la peligrosidad sísmica asociada a los movimientos lentos de la corteza terrestre, principalmente en este sector que es la de mayor actividad sísmica del país.

Por tal motivo se crea en nuestro país una Red Geodésica GNSS Especial Permanente (RGEP) que tiene como finalidad el estudio de la geodinámica entre otros (Figura 4); en el territorio oriental se establecen tres estaciones principales ubicadas en las provincias Holguín, Granma y Santiago de Cuba.

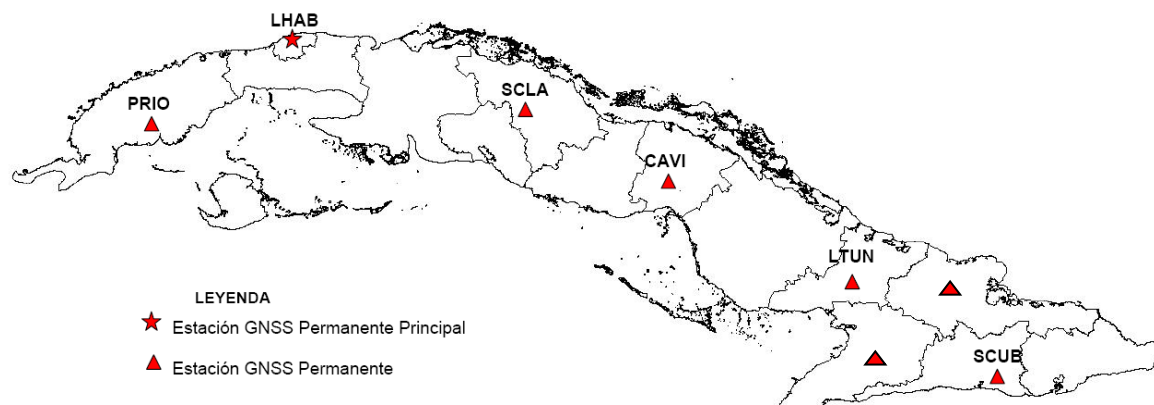


Fig. 3. Estado actual de las estaciones GNSS permanentes.

Niveles digitales de alta precisión

Los niveles digitales son los equipos empleados en la determinación de las alturas de los puntos de la red de control vertical que sirve para el monitoreo de las zonas de alta actividad sísmicas.

Los niveles digitales de alta precisión vienen con una amplia gama de funciones de software, lo que hacen del mismo un producto excelente, con ergonomía a nivel del estado de la técnica y extraordinaria precisión de medición. Dentro de sus aplicaciones se puede mencionar la medición sencilla: lectura de la mira y distancia itinerario alimétrico, la toma y replanteo de puntos intermedios y el funcionamiento on-line en conexión a un ordenador.

DISCUSIÓN DE RESULTADO

Actualmente, en Cuba, la predicción de zonas vulnerables a la ocurrencia de sismos se realiza con otra tecnología. Por tanto, esta investigación es pionera en la introducción en el país de los GNSS con esta función. Aunque en otros países del mundo se le haya atribuido esta función, para adaptarlos a nuestro contexto se deben realizar precisiones por las diferencias de presión, temperatura, altura. Para realizar las predicciones se realizan varias mediciones de la posición y la altura de las placas tectónicas en diferentes períodos de tiempo y, en dependencia de sus variaciones, se pronostica la potencialidad del área para la ocurrencia de sismos.

Con el desarrollo de esta investigación se pretende sentar las bases para complementar tareas de máxima prioridad del estado como los proyectos que se

insertan en el estudio de peligros, vulnerabilidad y riesgos, a partir de la simulación de un sistema de alerta temprana que permita realizar correcciones oportunas para contrarrestar los efectos de los movimientos lentos de la corteza terrestre.

Los resultados permitirán suministrar criterios de diseños a los proyectistas para la construcción de obras sismorresistentes que se ajusten a la geodinámica compleja de Santiago de Cuba, permitirá seleccionar las mejores áreas para la construcción de obras ingenieras.

Todos los estudios están encaminados a la prevención de desastres, fundamentalmente, y, sobre todo, a la protección de la población. La investigación pretende, además, formar una cultura constructiva de la población ajustada a las condiciones de Santiago de Cuba, fundamentalmente, a los pobladores que construyen sus viviendas por esfuerzo propio o locales para el trabajo por cuenta propia, esto permitirá mitigar los daños en la infraestructura en caso de un sismo.

CONCLUSIONES

El establecimiento de estaciones de navegación global por satélite en Santiago de Cuba permite aportar datos premonitorios ante los eventos sísmicos; lo que contribuye a la prevención de desastres, a la protección de la población y a la formación de una cultura constructiva ajustada a las condiciones de la ciudad; por consiguiente, se favorece el cumplimiento del principio de la Revolución de salvaguardar la vida humana y el ahorro por concepto económico al contrarrestar daños a la infraestructura material.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANGO ÁRIAS, E. (1996). *Geodinámica de la región de Santiago de Cuba en el límite de las placas caribeña y norteamericana*. Tesis en opción al título académico de Maestro en Microbiología. México. 86p.

ARANGO ÁRIAS, E. (2003). *Análisis Sismotectónico de la zona límite de placas al sur de Cuba oriental*. Memorias del V Congreso Cubano de Geología y Minería, GEMIN 2003. 4p.

- GARATE, J.; BERROCOS, M.; MARTÍN, J. (1996). Red Geodinámica Andalucía Oriental Norte de África: Diseño y primeras observaciones. *Física de la Tierra*. N.8. 195-203.
- GARCÍA DÍAZ, J. (1996). *Métodos geodésicos para estudios de los Movimientos Recientes de la Corteza Terrestre*. Ponencia presentada en UEN de Geodesia y Geodinámica. Santiago de Cuba. 15p.
- HOYER, M., WILDERMANN, E., ROYERO, G. Y H. SUÁREZ (2002). *Mediciones geodésicas GPS en el área del Sistema Hidráulico Yacambú-Quíbor*. Laboratorio de Geodesia Física y Satelital. 5p.
- RODRÍGUEZ-ROCHE, E. (2004). *Metodología para el posicionamiento GPS*. Documento Técnico 30-35. Cuba. MET 30-35. 62p.
- RODRÍGUEZ-ROCHE, E.; GARCÍA, D. P. Y OLIVERA, R. R. (2007). *La Red Geodésica Estatal Planimétrica de la República de Cuba: Orígenes, evolución y perspectivas para su ulterior perfeccionamiento*. V Congreso Geomática 2007. La Habana. 11p.
- MARTÍNEZ TÉBAR, J. A. (2013). *Sistema Galileo: El concepto europeo de navegación por satélite*.
- DETRATTI, MARCO. (2009). *Aplicaciones GNSS a plataformas de seguridad*. ACORDE Technologies. Santander.