



# Mejoramiento de la infraestructura geodésica espacial GNSS en Cayo Serranilla

Por:

**Héctor Mora-Páez<sup>1</sup>, Richard Moreno<sup>1</sup>,**

**Ricardo Torres<sup>2</sup>, Hermann León<sup>2</sup>,**

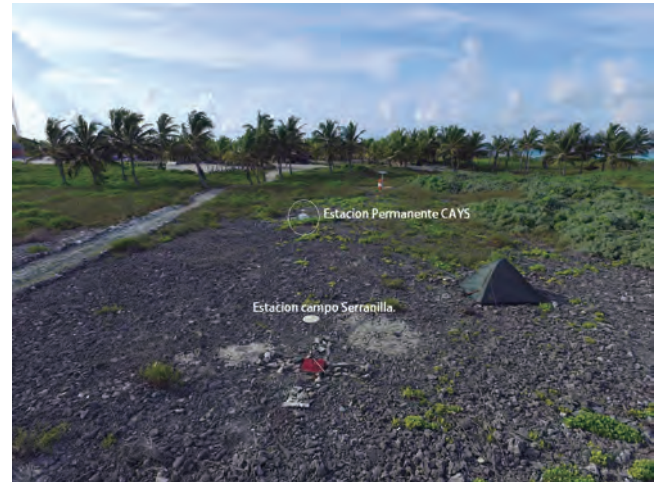
**Yerson Pardo<sup>3</sup>, Juan Sebastián González<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Grupo de Investigaciones Geodésicas Espaciales, Servicio Geológico Colombiano.

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de Cartagena.

<sup>3</sup> Dirección General Marítima.

## *Improvement of the GNSS geodetic spatial infrastructure in Cayo Serranilla*



### Introducción

Teniendo como referente el convenio interadministrativo 04 de 2014, la Dirección General Marítima (Dimar) y el Servicio Geológico Colombiano (SGC), a través del Grupo de Investigaciones Geodésicas Espaciales, unieron esfuerzos para actualizar y mejorar la infraestructura geodésica instalada en el año 2012 en Cayo Serranilla, en el marco del proyecto GeoRED, correspondiente a la 'Implementación Red Nacional de Estaciones Geodésicas GNSS con propósitos geodinámicos'. La puesta nuevamente en operación de esta estación permitirá obtener los datos necesarios para continuar con la determinación de las velocidades geodésicas en el Caribe, como apoyo a las investigaciones geodinámicas, realizar la conexión geodésica entre dicha estación y el mareógrafo para las investigaciones asociadas a las variaciones del nivel del mar.

### Introduction

Having as a reference the inter-administrative agreement 04 of 2014, the General Maritime Directorate (or Dimar in Spanish) and the Colombian Geological Service (SGC in Spanish), through the Geodetic Space Research Group, have joined efforts to update and improve the geodetic infrastructure installed in 2012 in Cayo Serranilla, within the framework of the GeoRED project, corresponding to the 'Implementation of the National Network of GNSS Geodetic Stations for geodynamic purposes'. The commissioning of this station again will allow obtaining the necessary data to continue with the determination of geodetic velocities in the Caribbean, in support of geodynamic investigations, making the geodetic connection between said station and the tide gauge for the investigations associated with sea level variations.



### **Proyecto GeoRED: implementación Red Nacional de Estaciones Geodésicas GNSS con propósitos geodinámicos**

Con el propósito de avanzar en el conocimiento de la geodinámica en el territorio colombiano, el Grupo de Investigaciones Geodésicas Espaciales (GIGE), adscrito a la Dirección de Amenazas Geológicas del Servicio Geológico Colombiano, viene desarrollando el Proyecto 'Implementación Red Nacional de Estaciones Geodésicas GNSS con propósitos geodinámicos', más conocido como GeoRED (Geodesia: Red de Estudios de Deformación), proyecto de investigación orientado a determinar el estado de deformación de la corteza terrestre, cálculo de velocidades de las placas tectónicas convergentes en la esquina noroccidental de Suramérica, así como a lo largo de fallas activas, e investigar su asociación con la posible ocurrencia de sismos a partir de datos geodésicos de alta precisión.

Este proyecto es base fundamental para la consolidación del Sistema Nacional de Observación Geodésica Espacial para el estudio de la dinámica de la Tierra.

La red geodésica nacional con propósitos geodinámicos del SGC está compuesta por dos segmentos: a) red de estaciones geodésicas permanentes de operación continua, y b) red de estaciones de campo de ocupación episódica, bajo la modalidad de campañas de campo. Las estaciones de dichas redes han sido instaladas de forma gradual, tanto en el área continental como en las zonas insulares del país. En la región Caribe colombiana se han instalado estaciones geodésicas permanentes en las islas de San Andrés y Providencia, así como en Cayo Serranilla. Las estaciones ubicadas en las islas de San Andrés (SANO) y Providencia (CN35) son además parte integrante del proyecto Coconet (*Continuously Operating Caribbean GPS Observational Network*), correspondiente a la red de estaciones geodésicas GNSS para el estudio de las amenazas geofísicas y meteorológicas en el Caribe, el cual fue concebido y desarrollado con apoyo de *National Science Foundation* de Estados Unidos, a raíz del sismo que afectó a Haití de enero 12 de 2010. La Fig. 1 corresponde a una vista general de la estación geodésica de Cayo Serranilla (CAYS, instalada en el año 2012).

### **Actualización infraestructura geodésica Cayo Serranilla**

Entre el primero y el 11 de abril de 2017, personal del Grupo de Investigaciones Geodésicas Espaciales, con el apoyo de la Dimar e infantes de

### **GeoRED Project: implementation of the National Network of GNSS Geodetic Stations for geodynamic purposes**

*With the purpose of advancing in the knowledge space of geodynamics in the Colombian territory, the Space Geodetic Research Group (or GIGE in spanish), attached to the Directorate of Geological Threats of the Colombian Geological Service, has been developing the Project 'Implementation of the National Network of GNSS Geodetic Stations for geodynamic purposes', better known as GeoRED (Geodesia: Red de Estudios de Deformación [Geodesy: Deformation Study Network]), a research project aimed at determining the state of deformation of the earth's crust, calculating velocities of converging tectonic plates in the northwestern corner of South America, as well as along active faults, and investigating their association with the possible occurrence of earthquakes from high-precision geodetic data.*

*This project is fundamental for the consolidation of the National Geodetic Space Observation System for the study of Earth dynamics.*

*The national geodetic network for geodynamic purposes of the Colombian Geological Service (SGC in spanish) is composed of two segments: a) a network of permanent geodetic stations for continuous operation, and b) a network of episodic occupation field stations, under field campaign modality. These network stations have been installed gradually, both in the continental area and in the island areas of the country. In the Caribbean region of Colombia, permanent geodetic stations have been installed on the islands of San Andrés and Providencia, as well as in Cayo Serranilla. The stations located on the islands of San Andrés (SANO) and Providencia (CN35) are also an integral part of the Coconet (Continuously Operating Caribbean GPS Observational Network) project, corresponding to the GNSS geodetic network station for the study of geophysical and meteorological threats in the Caribbean; which was conceived and developed with support from the National Science Foundation of the United States, following the earthquake that hit Haiti on January 12, 2010. Fig. 1 corresponds to an overview of the geodesic station of Cayo Serranilla (CAYS, installed in 2012).*

### **Cayo Serranilla Geodetic Infrastructure Update**

*Between April 1 and 11, 2017, personnel from the Geodetic Space Research Group, with the support of the Dimar and the Marines stationed in Cayo Serranilla, they carried out activities corresponding to the total change of geodetic equipment installed in 2012 in that place; as*

marina establecidos en Cayo Serranilla, realizaron las actividades correspondientes al cambio total de los equipos geodésicos instalados en el año 2012 en dicho lugar; así como mejoramiento de la infraestructura física que soporta la operación de dichos equipos, la cual se encontró en deplorables condiciones, como consecuencia de la acción corrosiva del agua de mar, como se aprecia en la Fig. 2.

La Fig. 3 ilustra el estado en que se encontró la base de la antena, accesorio fundamental que garantiza la calidad de los datos al mantener la antena geodésica en una posición estable. Para superar este problema, fue necesario perforar los tornillos que garantizan la horizontalidad de la antena, y así proceder al cambio de la sección superficial (ver Fig. 3).

Para actualizar y mejorar la estación geodésica permanente GNSS de operación continua de Cayo Serranilla se realizaron las siguientes acciones:

1. Instalación de gabinete de poste para reemplazar el gabinete de piso.
2. Instalación de sistema fotovoltaico para reemplazar el averiado por las condiciones adversas en el cayo y templetes.

*well as improvement of the physical infrastructure that supports the operation of said equipment, which was found in deplorable conditions, as a consequence of the corrosive action of seawater. as shown in Fig. 2.*

*Fig. 3 illustrates the state in which the antenna base was found, a fundamental accessory that guarantees the quality of data by keeping the geodesic antenna in a stable position. To overcome this problem, it was necessary to drill the screws that guarantee the horizontal position of the antenna, and thus proceed to change the surface section. (see Fig. 3).*

*In order to update and improve the permanent GNSS geodetic station of continuous operation of Cayo Serranilla, the following actions were carried out:*

1. Pole cabinet installation to replace the floor cabinet.
2. Installation of a photovoltaic system to replace the damaged



*Amplia experiencia en Fabricaciones y Montajes Industriales*

### Nuestros Servicios

- Reparaciones en dique de embarcaciones marítimas y fluviales
  - Construcción de artefactos navales y fluviales
  - Modificación de embarcaciones
    - Incrementos en capacidad de embarcaciones
    - Mantenimiento y reparación de sistema de gobierno y propulsión
    - Tratamientos anticorrosivos
  - Limpieza de superficies con chorro de arena
  - Aplicación de pinturas



• Oficina/Planta de Fabricación: Via 40 Cra. 67  
Bodega 10-50 Centro Industrial La Loma No. 3  
• Astilleros calle 2 # 2-53, Palermo Sitio Nuevo-Magdalena  
• Tel: 385 - 9122 / 385 - 7918  
• Fax 385 - 7918  
• r.jamis@ausa.com.co / e.gomez@ausa.com.co  
• www.ausa.com.co  
• Barranquilla-Colombia





3. Cambio del cable de conexión de antena a receptor geodésico.
4. Cambio de la sección superficial de la base de la antena.
5. Instalación de antena geodésica nueva.
6. Instalación de receptor geodésico nuevo.

La Fig. 4 corresponde a la fotografía de la estación mejorada y actualizada, con sus dos componentes esenciales: antena geodésica GNSS y gabinete metálico, donde se almacena el receptor junto con el sistema fotovoltaico que le proporciona la alimentación al instrumental geodésico.

### Conclusiones

La renovación y puesta en funcionamiento de la estación geodésica GNSS en Cayo Serranilla, es un especial ejemplo del trabajo mancomunado de dos instituciones del Estado bajo un propósito común, que va a permitir la obtención de datos que servirán a diferentes propósitos asociados a diversos campos disciplinares. De esta forma, los estudios geodinámicos del Caribe se verán enriquecidos en la medida que los datos diarios de esta estación puedan ser procesados para la obtención de las series geodésicas de tiempo, insumo fundamental para el cálculo de las velocidades geodésicas y elemento esencial para establecer el campo de deformación de la corteza terrestre. La estación se constituye en una herramienta esencial para la geo-referenciación en levantamientos hidrográficos, geofísicos y de infraestructura, entre otros, que permitirán gradualmente avanzar en el conocimiento de la región Caribe.

one by the adverse conditions in the key and temples.

3. Change of the connection cable from an antenna to a geodetic receiver.
4. Change of the surface section of the antenna base.
5. Installation of a new geodetic antenna.
6. Installation of a new geodetic receiver.

Fig. 4 corresponds to the photograph of the improved and updated station, with its two essential components: the GNSS geodetic antenna and metal cabinet, where the receiver is stored together with the photovoltaic system that provides power to the geodetic instruments.

### Conclusions

The renovation and start-up of the GNSS geodesic station in Cayo Serranilla, is a special example of the joint work of two State institutions under a common cause, which will allow the collection of data that will serve different purposes associated with various disciplinary fields. In this way, the geodynamic studies of the Caribbean will be enriched to the extent that the daily data of this station can be processed to obtain the geodetic time series, a fundamental input for the calculation of geodetic velocities and an essential element to establish the deformation field of the earth's crust. The station is an essential tool for geo-referencing in hydrographic, geophysical and infrastructure surveys, among others, which will gradually allow us to advance our knowledge of the Caribbean region.



Figura 1. Estación CAYS puesta en operación en el año 2012. (Antena geodésica, izq) y (gabinete para almacenamiento del receptor con sistema fotovoltaico, der).

Figure 1. CAYS station put into operation in 2012. (Geodetic antenna, left) and (Storage cabinet for receiver with photovoltaic system, right).

Fig 2. Composición fotográfica del estado de la estación CAYS puesta en operación en el año 2012. (Gabinete izq) y (antena geodésica, der).

Figure 2. Photographic composition of the state of the CAYS station put into operation in 2012. (Left: cabinet / Right: geodesic antenna).

Por otra parte, se abre una oportunidad para la realización de estudios combinados de datos, tanto del mareógrafo como de la estación geodésica, con la respectiva conexión que permita establecer con alta precisión los movimientos eustáticos marinos y también aquellos en sus tres componentes asociados a la tectónica de placas. Esta información será esencial en el entendimiento de las amenazas sobre el territorio insular del Archipiélago debido al aumento del nivel del mar.

Por lo anterior, es recomendable realizar por lo menos una visita a la estación cada año, para no perder o sobre-escribir los datos que se están almacenando en el receptor, hacer la descarga manual de los datos y realizar el mantenimiento preventivo, indispensable en las estaciones que están localizadas en ambientes marinos.

#### Agradecimientos

Al Capitán de Fragata Darío Eduardo Sanabria, Comandante del ARC "Malpelo" y su tripulación, así como a los infantes de marina establecidos en Cayo Serranilla, quienes apoyaron las actividades de mejoramiento y actualización de la infraestructura física de la estación permanente GNSS. ▲

*On the other hand, an opportunity is opened for the fulfillment of combined data studies, both of the tide gauge and the geodetic station, with the respective connection that allows us to establish, with high precision, the marine eustatic movements and also those in its three components associated with the Tectonic plates. This information will be essential in the understanding of threats to the island's territory due to the rise in sea level.*

*Therefore, it is advisable to make at least one visit to the station every year, so as not to lose or overwrite the data that is being stored in the receiver, make the manual download of the data and perform preventive maintenance, which is essential for the stations that are located in marine environments.*

#### Acknowledgments

*To Frigate Captain Darío Eduardo Sanabria, Commander of the ARC "Malpelo" and his crew, as well as to the Marines stationed in Cayo Serranilla, who supported the improvement and updating activities of the physical infrastructure of the permanent GNSS station. ▲*



Fig 3. Composición fotográfica del estado de la base nivelante de la antena y retiro de la sección superficial.  
Fig. 3. Photographic composition of the state of the leveling base of the antenna and removal of the surface section.



Fig 4. Infraestructura geodésica actualizada. Antena, (der), y gabinete con sistema fotovoltaico (izq).  
Figure 4. Geodetic infrastructure updated. (Right: Antenna / (Left: cabinet with photovoltaic system.