

Nota Técnica

ESTACION PERMANENTE GPS “ACON”. INSTALACION Y FUNCIONAMIENTO. MONTE ACONCAGUA. MENDOZA, ARGENTINA

Luis Lenzano^{1,2,3}, M. Virginia Mackern^{1,3}, María G Lenzano^{1,2,3}, Ana M. Robín¹, Gabriel Cabrera¹ y Jorge Barón⁴

¹ Unidad de Aplicaciones Geodésicas y Gravimétricas. IANIGLA, CONICET (CRICYT).

² Instituto de Geodesia y Geodinámica. Facultad de Ingeniería, UNCuyo

³ Facultad de Ingeniería. Universidad Juan Agustín Maza

⁴ Instituto CEDIAC. Facultad de Ingeniería, UNCuyo

e-mail: llenzano@lab.cricyt.edu.ar

RESUMEN

El Programa SIGMA (Sistema de Investigación GPS *Mauna* Aconcagua) es un esfuerzo dirigido hacia el desarrollo científico-tecnológico dentro del Parque Provincial Aconcagua, que vinculará a los procesos naturales y antrópicos con las variables a desarrollar para el control del medio ambiente. SIGMA comprende investigaciones en el campo de la geodesia y la geofísica y en forma indirecta en glaciología, geología y geomorfología. Desarrollará conocimientos básicos que permitirán programar y ejecutar medidas de manejo de ecosistemas de montaña, conducentes a la preservación y restauración para mitigar los riesgos naturales. En la temporada 2006 se instalaron en el área de la cumbre, una Estación Permanente GPS, denominada ACON y una estación meteorológica. En este trabajo se detallan la metodología empleada para realizar el montaje de la EP GPS ACON en la cumbre del Cerro Aconcagua y las etapas de prueba que se realizaron con el equipamiento.

ABSTRACT

The SIGMA project (Mauna Aconcagua GPS Research System) is an effort toward the scientific-technologic development within the Aconcagua National Park, that will link natural and anthropic processes with the variables to be developed for controlling the environment. The SIGMA project comprises research in the fields of geodetics and geophysics and indirectly in glaciology, geology and geomorphology. It will develop basic knowledge for the programming and development of the management of mountain ecosystems, leading to preservation and restoration to alleviate natural hazards. A permanent GPS station, named ACON and a meteorological station were installed at the summit. This work gives account about the methodology used to install the GPS ACN PS in the summit of Mt. Aconcagua, and the trial stages carried out with the equipment.

INTRODUCCION

El concepto de geodinámica, es el motivador en la actualidad del desarrollo y análisis a diferentes escalas, de procesos naturales. Tectónica de placas, remoción en masa, dinámica glaciar, deslizamientos, fallas geológicas, eje de rotación terrestre, mareas, geoides, son algunos de los ejemplos que se pueden citar. Para comprender esta evolución del conocimiento en el concepto de “velocidades de coordenadas”, “geodinámica” se debe analizar el punto de inflexión que se produce en la década del 90, a partir de las observaciones GPS (Global Position System).

En la Argentina las estaciones GPS se han incrementado en los últimos 10 años y se han fortalecido en su trabajo en conjunto integrando la Red Nacional de EP GPS. En la provincia de Mendoza, la actualización de la infraestructura geodésica es de interés científico y provincial. Es ejemplo de ello la estación permanente GPS MZAC que opera desde el 2001, cuyo objetivo principal es materializar el Marco de Referencia Terrestre Internacional en la provincia y servir de nexo para la Georreferenciación al mismo. Se encuentra integrada actualmente a la red nacional de EP GPS y a la red e IGS. En el sur de la Provincia el Programa SIGMA se propuso instalar una nueva EP GPS en el área de la cumbre del Cerro Aconcagua. Persigue realizar aportes a estudios de la geodinámica, mediante el seguimiento de las coordenadas de la EP GPS, surgidas de cálculos rigurosos a partir del procesamiento diferencial con otras EP distribuidas en otras zonas o placas. Se realizará también la densificación de un nuevo punto en el marco de referencia internacional.

La mencionada estación permanente GPS se identificará con el nombre “ACON”. Su emplazamiento resulta de gran interés ya que no tiene antecedentes a nivel mundial, pues se trata de la instalación de instrumental

científico permanente a 6963 metros de altura sobre el nmm.

Considerando su ubicación geográfica, equidistante a otras EP GPS de la región, se podría decir que se encuentra en un lugar estratégico desde el aporte que se pretende brindar a la geodinámica de los Andes Centrales. (Fig. 1). El proyecto, tiene varios objetivos a cumplir, entre otros evaluar la existencia de un movimiento diferencial del macizo con respecto a la cordillera central, fundamentalmente en su componente vertical. Estamos hablando de un cuerpo que tiene una media en altura de 2000 metros mayor que todo el contexto que le rodea.

ETAPAS DEL PROYECTO

En este proyecto participan las siguientes instituciones: IANIGLA (CONICET - CRICYT), Instituto de Geodesia y Geodinámica (Facultad de Ingeniería – UNCuyo), Instituto CEDIAC (Facultad de Ingeniería – UNCuyo) y el Pacific GPS Facility (University of Hawai). El equipamiento que se adquirió fue principalmente un receptor GPS, marca TRIMBLE, modelo NetRS, doble frecuencia, un equipo de radio para transmisión de datos INTUICOM, modelo “Master Netid 1010” y una estación meteorológica DAVIS, modelo Wireless Vantage. El desarrollo del proyecto se dividió en las siguientes etapas:

1) Desarrollo tecnológico de los componentes de la EP GPS En esta etapa se desarrolló un sistema óptimo para su traslado a la cumbre, su conexión por personas no idóneas y su operatividad en condiciones de temperatura y presión extremas. El sistema se desarrolló principalmente en el Instituto CEDIAC, donde se establecieron tres instancias de prueba, funcionamiento en condiciones de laboratorio, funcionamiento en condiciones de bajas temperaturas y comunicación de las radios con su

correspondiente descarga de datos a la distancia de 20 km.

Las comunicaciones entre el equipo GPS y el hardware se realizaron a través de la radio INTUICOM. Los archivos de datos se almacenaron en forma automática. Para ello se diseñó un programa específico, que habilita y establece la comunicación en forma automática, entre la PC y el equipo GPS. Los datos se obtienen en forma automática a las 12 hs local. El equipo GPS fue programado para guardar un archivo diario con un intervalo de registro de las observaciones GPS de un segundo.

Una vez realizada las pruebas de los equipos, comenzaron las etapas de instalación del instrumental. La primera campaña se realizó durante el mes de enero del 2006. Además del reconocimiento de la topografía de la cumbre, se seleccionó el lugar de anclaje, se instalaron los soportes de las antenas del equipo GPS y de radio. La ubicación de las mismas resultó sobre el borde de la pared Sur del cerro, donde el montaje del instrumental fue previsto en la zona alledaña al mismo y con una pendiente del 15%.

La ubicación de los soportes tiene visual directa con la entrada al Parque Provincial

Aconcagua, paraje conocido como "Laguna de los Horcones", donde se encuentra la oficina de los Guardaparques. Esto fue también un condicionante al momento de elegir el sitio del emplazamiento ya que en este lugar se instaló la radio, con su correspondiente antena y equipo de computo que recibiría y almacenaría la información transmitida desde la cumbre. La distancia entre la cumbre y Laguna de los Horcones es de 18 km y las alturas de ambos lugares son: Cumbre del C° Aconcagua 6962 m snm; Laguna de Horcones (Oficina de Guardaparques), 2980 m snm. (Fig. 2)

2) Traslado del material e instrumental científico a la Cumbre

En la segunda etapa, realizada durante la primera quincena del mes de febrero 2006, se trasladó a la cumbre todo el instrumental y equipamiento (receptor GPS, radio, baterías, paneles solares, conectores, caja protectora, cables, etc.) La preparación del personal se hizo en la ciudad de Mendoza y luego se intensificó en el trayecto desde la localidad de Puente de Inca a Plaza de Mulas, campamento base, a 4380 m snm. Desde el Refugio Berlín, a 6300 m de altura, los científicos y técnicos llevaron a la cumbre el instrumental. Al llegar se comprobó que el

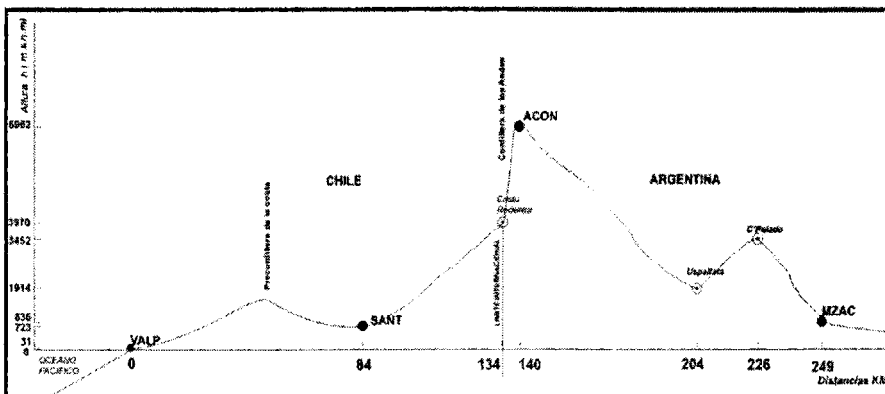


Figura 2 Perfil transversal desde la costa del Océano pacifico al pie de monte de la provincia de Mendoza

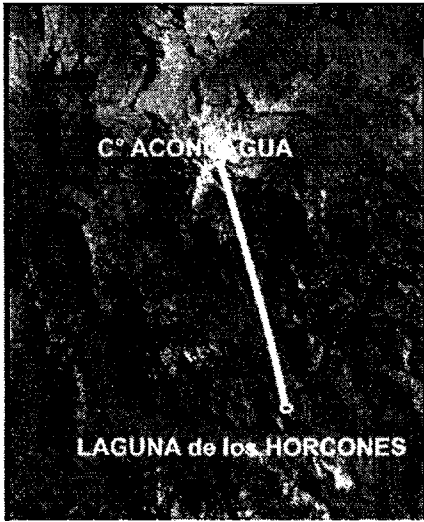


Figura 2. Imagen Landsat Conexión radial Acon-Laguna de los Horcones

soporte de la antena de radio no estaba en condiciones técnicas y debido a las condiciones climáticas adversas se decidió ordenar y dejar el instrumental en un sector seguro en las inmediaciones de la cumbre.

3) Instalación de la EP GPS en la zona de la Cumbre del Cerro Aconcagua

La tercera etapa, tuvo lugar durante la segunda quincena del mes de marzo 2006, se realizó con la participación de cuatro personas: porteadores y técnicos. Se procedió a realizar la instalación del instrumental, según el Manual de procedimientos. Se puso sobre los paneles solares una malla de alambre de trama hexagonal muy pequeña y se la sujetó con grandes rocas que se colocaron sobre la misma. (Fig. 3). Los paneles se ubicaron sobre una pendiente del 15% y con orientación hacia el SW. El 21 de marzo comenzó a funcionar la estación permanente ACON. (Fig.4).

El 24 de marzo, se comprobó la recepción de los datos en forma exitosa. A partir de la primera semana del mes de abril del 2006, se mantuvo la conexión con ACON pero no se contó con voltaje suficiente para la

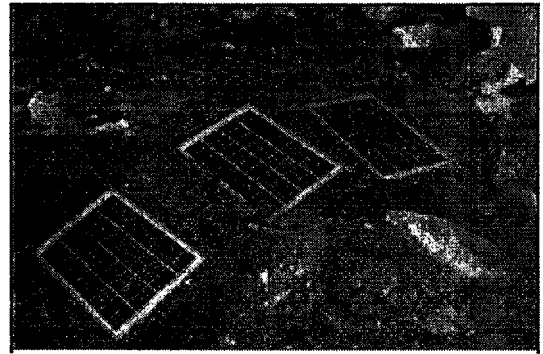


Figura 3 Paneles Solares y malla de alambre que los sujeta

correspondiente descarga de observaciones GPS y la estación dejó de transmitir.

4) Evaluación de las Fallas del Sistema de Alimentación

El corte de la estación por falta de energía en los dos sistemas de potencia, se debe al mal funcionamiento de los paneles solares. Esto tiene dos explicaciones. La primera está relacionada con la "malla de alambre" que se colocó sobre éstos para protegerlos del viento. En este sentido y relacionando la tormenta de nieve del 28 de abril, que aportó gran cantidad de nieve y humedad, hizo que la malla se comportara como un elemento de cohesión de la nieve, y en consecuencia, se formó una capa muy consistente y homogénea de hielo sobre los paneles. Este efecto se lo denomina "iglú",



Figura 4 Instalación de GPS en la cumbre del Co Aconcagua

obviamente que este efecto no deja pasar la radiación solar. La segunda, está relacionada con la orientación y el plano topográfico en que se ubicaron los paneles. Haciendo un análisis, teniendo en cuenta latitud, longitud y época del año, y basándose en la incidencia de los rayos solares (declinación, acimut y altura) se observó que la máxima altura del sol sobre el horizonte, durante el período del 21 de abril al 21 junio, varía desde a los 45.4° a los 33.9°, para la latitud de la EP GPS "ACON". Y si el plano donde se instalaron los paneles tiene una inclinación de 10°, con orientación N-S, el ángulo de incidencia de los rayos solares sobre los paneles, variará entre los 35.4° y los 23.9°. El máximo rendimiento de trabajo de los paneles es a partir de los 35° de incidencia de los rayos. Por debajo de estos valores, disminuye en forma exponencial su rendimiento. A los 25° su funcionamiento es nulo. Esto explica la falta de carga de las baterías.

Para la puesta en funcionamiento se debió realizar innovación tecnológica que permitiera su instalación en condiciones extremas de altura y meteorológicas. La estación *ACON* transmite la información de los observables GPS en forma normal, cuando las condiciones meteorológicas son buenas. La información de los observables es homogénea y estable.

El corte de la estación por falta de energía en los dos sistemas de potencia, se debió al mal funcionamiento de los paneles solares. La corrección de la orientación, su inclinación y el anclaje serán modificados en enero de 2007.

La estación *ACON* está operando en un proceso de prueba durante este período. Se espera que comience a transmitir los datos en forma normal a partir del mes de octubre de 2006. Una vez que la estación pase este período de prueba, los observables GPS se harán públicos. Esperamos que esta etapa se pueda poner en marcha a partir de febrero del 2007.

Agradecimientos: Dr. Benjamin Brooks. University of Hawaii; Empresa TRIMBLE; UNAVCO: Empresa MERCOBRAS; A los Ing. Mauro Blanco, Leonardo Euillades, al Téc. Gabriel Cabrera del Instituto CEDIAC. A LOS Dres. Ricardo Villalba, Federico Norte, Juan C. Leiva, a los Ing. Alberto Vich y Lidio López, a los Técnicos Roberto Bruce, Hugo Videla, Ernesto Corvalán, María E. Soler y José Hernández, al Ing. y al Lic Maximiliano Viale, pertenecientes al IANIGLA; A los Téc. Daniel Rosales, Rubén Soria e Isidoro Busquet del CRICYT; A la Dirección de Recursos Naturales, Gobierno de Mendoza, en especial al cuerpo de Guardaparques del Parque Provincial Aconcagua. Al Ing. Hernán Alvis Rojas de la Universidad Nacional de San Juan.