



DISEÑO, INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACION PERMANENTE GPS (CORS) EN LA UNIVERSIDAD DISTRITAL DE BOGOTA – COLOMBIA

Permanent Gps-Cors station at distrital university in Bogota - Colombia

Luis Antonio Hernández Rojas¹, Youlin Romero Méndez²

Para citar este artículo: Hernández, Luis., Romero Y., Diseño, Instalacion y puesta en Funcionamiento de la Estacion Permanente GPS (CORS) en la Universidad Distrital de Bogotá - Colombia. Revista Topografica Azimut, (4), 35-43.

Recibido: 11-enero-2012 / **Aceptado:** 31-julio-2012

Resumen

Los avances y contribuciones que han proporcionado los Sistemas Globales de Navegación Satelital (GNSS) a la sociedad no son ajenos a la actuación de las ingenierías de las ciencias de la tierra, permitiendo determinar la posición espacial precisa en cualquier lugar de la tierra y facilitando los diferentes campos de actuación en los que nos desempeñamos.

Este proyecto presenta la gestión, investigación y documentación de las diferentes fases que se llevan a cabo para el diseño, instalación y puesta en funcionamiento de la estación permanente GPS CORS, resaltando su importancia y necesidad para la realización de investigaciones basadas en los datos recepcionados.

La metodología que integra el funcionamiento, son cruciales para un resultado idóneo y eficaz, demostrado en una operatividad continua y de calidad, llevando a un desarrollo satisfactorio y promotor de futuras investigaciones.

Palabras clave: GNSS, GPS, CORS

Abstract

The advances and taxes that it has provided the technology GNSS to the society are not unaware to the performance of the engineering related to earth sciences. Allowing to determine the accurate spatial position in any place of the earth and facilitating the different performance fields in those that we act.

This project presents the administration, investigation and documentation of the different phases that were carried out for design, installation and setting in operation of the permanent station GPS CORS, standing out its magnitude and necessity for the realization of investigations based on the data receptions.

The methodology that integrates the operation is crucial for a suitable and effective result, demonstrated in a continuous operability and of quality, taking to a satisfactory development and promoter of future investigations.

Key words: GNSS, GPS, CORS

1 Profesor Asociado Universidad Distrital

2 Ingeniera Topográfica Universidad Distrital

INTRODUCCION

En la formación académica de los profesionales de las geociencias, la actualización constante de los avances tecnológicos mundiales es fundamental por los grandes beneficios que ocasiona en cuanto a mejorar la calidad y rapidez en las actividades laborales así como una contribución investigaciones aplicadas. Viéndolo desde otro punto de vista la mayoría de las profesiones están en constante cambio debido a que las tecnologías asociadas avanzan muy rápido, aún durante la ejecución de grandes proyectos.

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas como ente educativo e investigativo, con los programa de Ingeniería Topográfica y Tecnología en Topografía, logra adquirir una estación permanente GPS tipo CORS y ponerla en funcionamiento para generar una herramienta de georreferenciación avanzada que funcione adecuadamente para ser utilizada en proyectos de investigación e igualmente en los procesos académicos.

Este proyecto académico enmarcado en el medio ambiente y la agrimensura, contribuye como Universidad en la densificación del marco geocéntrico de referencia nacional, con su instalación y puesta en funcionamiento en el edificio Natura 2000 sede Vivero en la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital e integrada como parte de la red internacional del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas ([SIRGAS](#)), cumpliendo con los requisitos y parámetros establecidos por la International GNSS Service (IGS) y en un futuro la Universidad deberá incorporada como un centro experimental de procesamiento.

OBJETIVO

Diseñar la metodología para la instalación y puesta en funcionamiento de la estación permanente GPS ([CORS](#)) UD 01, en la Universidad Distrital Francisco

José de Caldas, Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, sede Vivero.

MARCO CONCEPTUAL

La tecnología GNSS es sin duda alguna la revolución de los sistemas de posicionamiento mundial, permitiendo al hombre realizar diferentes estudios con base a la información que arrojan sus recepciones satelitales y el elemento terrestre correspondiente a las estaciones permanentes, quienes cumplen una actuación vital para el post procesamiento y datos de calidad que serán utilizados para proyectos e investigaciones en la comunidad, por lo cual la mejor forma de conseguir estos procedimientos es implementado gradualmente los nuevos avances de tal forma que se creen evoluciones sistemáticas dentro de la Universidad y al mismo tiempo dentro de otras instituciones interesadas.

El control oficial de la estación es generado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC quien es una de las entidades con mayor experiencia en el manejo de este tipo de estaciones y que además es el rector institucional geodésico en el país. Culminar un proyecto en conjunto con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC es de vital valor para la Universidad ya que permite una nueva etapa de formación de proyectos interinstitucionales de los cuales se desencadenara enriquecedores proyectos para los estudiantes. El control otorgado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC hace referencia a las certificaciones y permisos para publicar la información en medios de divulgación masiva, también la vinculación a la red geodésica entre otros parámetros establecidos oficialmente por el gobierno.

METODOLOGIA

Se determinó un flujo de trabajo que permitiera determinar el desarrollo del proyecto por lo que se propusieron para el diseño y ejecución cinco criterios con sus correspondientes subgrupos necesarios para el cumplimiento del mismo y finalmente evaluación de resultados ([Figura 1](#)).

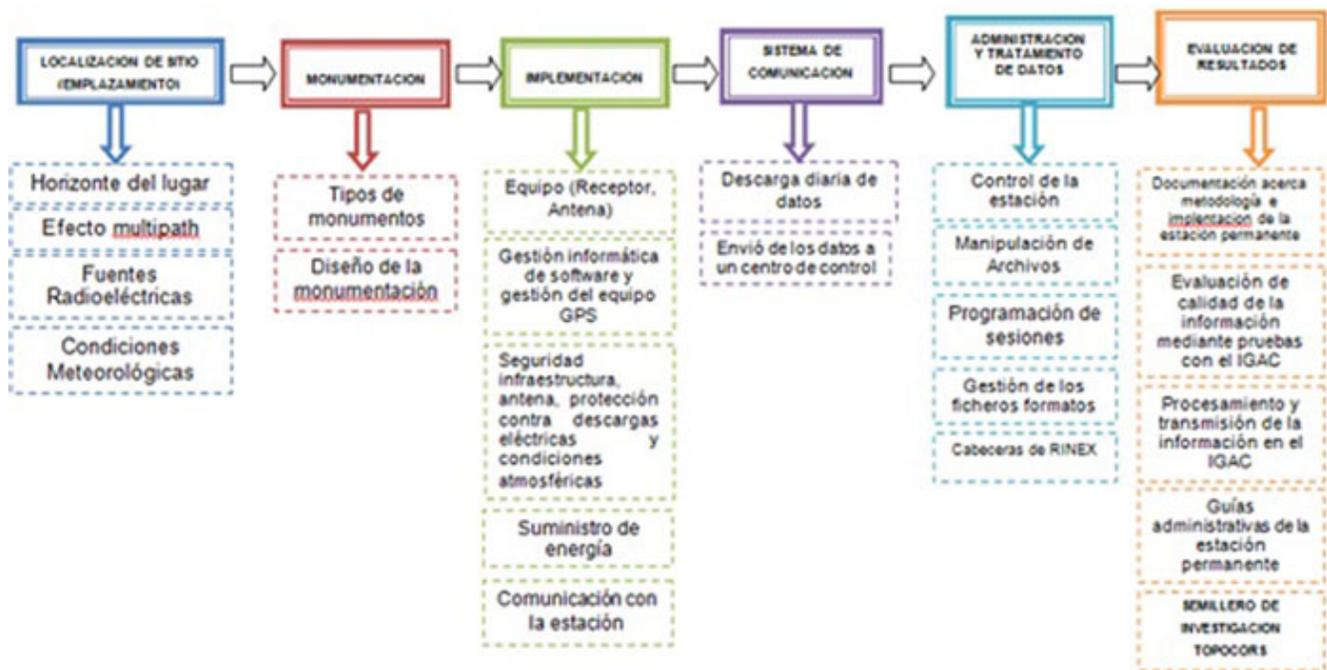


Figura 1. Esquema de la metodología desarrollada

LOCALIZACIÓN DEL SITIO

La elección de la ubicación de la estación CORS estuvo delimitada por una serie de parámetros de carácter normativo y otros de tipo circunstancial.

Horizonte del Lugar

Indicando la mayor posibilidad de obtención de datos satelitales dentro del espacio aéreo observado, el horizonte en torno a la estación debe estar libre de obstáculos sobre un ángulo de elevación mayor que 5 grados. Entre 0 y 5 grados, la presencia de obstáculos debe ser mínima, para asegurar que la ubicación de la estación cumpliera con este parámetro se realizó un levantamiento topográfico, el cual dio como resultado que el cerro oriental se encuentra con una horizontalidad igual a 15°, pero el valor importante hacia este sector es de la vegetación arbórea que llega hasta 31°. La cubierta de las escaleras alcanza un ángulo de 19° y todos los otros sectores tienen un rango entre 0 y 5°.

Efecto Multipath

Los errores de la observación pueden ser ocasionados por la recepción de ondas de rebote sobre los obstáculos, lo que quiere decir, es que no son directamente recibidos del satélite, si no que rebotan sobre alguna otra superficie, este efecto es discriminante debido a la antena utilizada tipo Chock Ring la cual tiene como característica principal minimizar el efecto multipath.

Fuentes Radioeléctricas

En la localización de la antena se tiene en cuenta las fuentes radioeléctricas para evitar el desfase del centro de la antena, este centro radioeléctrico es el punto que realmente posiciona, de esta forma podemos concluir que una descarga eléctrica de gran magnitud puede afectar la recepción del dispositivo, para evitar este error en la señal la antena se encuentra ubicada en un área de 60° de protección de un pararrayes ubicado a 2 metros de la pilastra en donde yace la antena GPS.

MONUMENTACION

La monumentación garantiza la fidelidad de la información capturada debido a la estabilidad. No se tiene un modelo específico para la monumentación, solo se necesita que se garantice con la estructura una señal permanente, estable y de alta calidad.

Ubicación de la monumentación

Debido a que la recepción debe realizarse en un lugar que proporcione una cobertura total, sin obstáculos de la señal, el lugar para la monumentación de la antena GPS es el edificio Natura 2000 costado Nororiente, debido a que este edificio es el más alto que tiene la facultad y tiene un control de seguridad en donde no tiene tránsito continuo de personas que perjudiquen la recepción de los datos y cumple con los anteriores criterios mencionados ([Figura 2](#)).

Tipo de monumentación

La monumentación se realizó tipo pilastra, ya que esta monumentación se acoge a los requerimientos de estabilidad, la altura del monumento es de 1,7 metros debido a que la planeación de la Universidad tiene proyectos que implican el tránsito de personas en la terraza de natura 2000 y con esta altura no se verá afectada la recepción de la señal.

Diseño de la monumentación

Se realizó una sección de 28cmx28cm en donde se ubicaron las varillas de 5/8", se colocaron 10 flejes de 3/8", se amarraron con alambre negro calibre 18, en el centro de la estructura yace un tubo de 2" en donde se colocó el accesorio de nivelación en la parte superior. Para fijar el tubo en el centro se aseguró con flejes triangulares. Se elaboró una pilastra de 40cm X 40cm y una altura 1,7 m. Después de fundir la estructura, en la parte inferior se elaboró una mediacaña para que pueda seguir el agua sin que se presenten infiltraciones.

IMPLEMENTACIÓN

Corresponde al equipo y software utilizado para la estación permanente, los cuales conjunto con los criterios de localización, monumentación y administración permitirán una operatividad que se preserven en el tiempo con calidad y eficiencia en la información.

Receptor

El receptor utilizado es un NetRS Trimble contiene 24 horas de fase de portadora L1 y L2, L1 C/A-pseudorange código y observaciones L2 P-código pseudorange en un intervalo de 1 segundo de registro. Los archivos están en formato AAAAMMDD, hace referencia a la hora GMT. Este receptor tiene grandes



Figura 2. Monumento construido para la ubicación de la antena

beneficios como lo es que el mecanismo de comunicaciones primario IP es configurable, los niveles de seguridad son múltiples para el acceso del usuario, el consumo de energía es mínimo ([Figura 3](#)).

Antena

La antena utilizada es de la empresa ANTCOM CORPORATION tipo Choke Ring es omnidireccional para el uso de diferentes frecuencias, está compuesta por un numero de cilindros concéntricos alrededor de una antena central, cuando es expuesta a elementos que perjudiquen la recepción de la señal se coloca una cubierta de protección o domo ([Figura 4](#)).

Software

El funcionamiento de la estación tendrá la integración de programas propios de está los cuales atenderán las diferentes necesidades del usuario. TRIMBLE GPS BASE, permite autonomía en el manejo de la información tomada por el receptor, ya que tiene un control estándar de las operación del receptor, como conexión encendido y manejo de archivos para el proceso en archivo Trimble DAT, RINEX, generación de alarmas sobre problemas de computo entre otros beneficios.

El módulo GPSWEB Y GPSESERVER brinda solución a los problemas presentados mediante la red de internet, además es usado para la publicación de

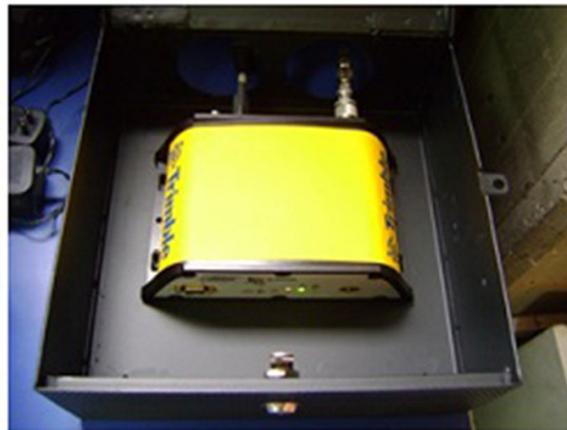


Figura 3. Receptor NetRS Trimble



Figura 4. Antena utilizada tipo Choke Ring

mejoras desde el punto de vista de aplicar los datos de corrección de red al conjunto múltiple de la base sencilla de estaciones de datos en tiempo real y proceso de poste los datos usando la Internet.

Suministro de energía

La estación tiene un sistema auxiliar de alimentación eléctrica en caso de fallo o corte, UPS (Uninterruptible Power System). Este equipo o dispositivo es capaz de suministrar potencia o energía frente a alguna interrupción del suministro normal además protege de una caída de voltaje o voltajes fuera de rango, en gran medida las sobre tensiones.

SISTEMA DE COMUNICACIÓN

La estación permanente se encuentra comunicada por una IP que permite la transferencia y administración de la información por parte del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, permitiendo una transmisión continua de la información, el centro de cómputo se encuentra en la sala de cartografía en donde el receptor está dotado de energía y conexión de la red para su continua comunicación.

Descarga diaria de datos

Los datos o archivos generados por la recepciones durante el día, son almacenados en el interior del centro de cómputo, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC entra en la red de la Estación por medio de la IP descargando los archivos, teniendo los datos crudos que se componen por un navegado y un observado, el IGAC realizarán la transformación a RINEX y concatenaran los datos del día, dejaran como resultado un solo RINEX de sesiones de 1 segundo en archivos de una hora en total, 24 archivos navegados y 24 archivos observados, procesando diariamente 48 archivos.

Envío de datos a un centro de control

El envío de datos no se realizara, en vez de esto el centro de control que es con alianza con la Universidad

el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, entrara diariamente por medio del IP para esto se realizó el paso del firewall de la red de la universidad quienes otorgaron un código de acceso para que el IGAC pueda tener contacto con la estación permanente y poder tener información de esta. El servidor del centro de cómputo o el receptor GPS también debe encontrarse activos y sin ningún tipo de seguridad en cuanto a la asistencia remota por medio de un network para acceder a la información. De esta manera el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC podrá entrar a la IP del receptor mediante la autorización otorgada por la Universidad, y poder acceder a la información de la estación diariamente.

ADMINISTRACION Y TRATAMIENTO DE DATO

La información de la estación permanente administrada por la Universidad Distrital en cabeza del semillero de investigación TOPOCORS de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, será de acceso libre y se encuentra compilada en el <ftp://gemini.udistrital.edu.co> donde se tiene la información en formato RINEX, que además puede encontrarse en formato fuente .T00 propio de la Trimble en el <ftp://190.24.137.74/> con el USUARIO: TOPOCORS y CONTRASEÑA: UDISTRITAL

Control de la estación

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, estará atento de la información diaria que almacena la estación, y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas mediante el grupo de investigación TOPOCORS brindara seguimiento para que no presente fallas en el almacenamiento y transferencia idóneo a la información y de esta forma permitir que la evaluación de continuidad en el tiempo llene los requisitos de calidad para que la estación haga parte de la red MAGNA SIRGAS. Actualmente puede encontrarse la información en formato fuente Trimble en el <ftp://190.24.137.74/> y en formato Rinex gracias a los controles de la Universidad Distrital mediante su semillero TOPOCORS en el <ftp://gemini.udistrital.edu.co>

Manipulación de archivos

El receptor almacena la información, contiene los archivos de cada hora en registros de 15 segundos, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC descarga diariamente los 24 archivos observados y 24 archivos navegados correspondientes a todo el día, en total 48 archivos, los convertirán en archivos RINEX y procederá en dejar un solo archivo diario, compilando la información en el ftp dispuesto para el almacenamiento, el cual podrá ser descargado por los usuarios que requieran de esta información.

La información es de acceso libre y podrá ser descargada tanto en formato fuente como en RINEX sin restricción a los usuarios ya sean estudiantes o particulares que requieran de los datos suministrados por la Estación UD01.

Programación de sesiones

En la configuración inicial se especificó que las sesiones son cada segundo, y tendrá archivos cada hora, el criterio se estableció con los parámetros utilizados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC.

EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para un completo acople del programa establecido a cerca del manejo de la Estación Permanente se recomienda la adquisición del software de post-proceso científico, aprovechar la nueva herramienta aportada por este proyecto para que prevalezca en el tiempo, es importante hallar la cota geodésica y gravimétrica de la estación, permitiendo la fidelidad de los cálculos realizados con el amarre de este punto, hacer un control permanente y la adquisición de nuevas estaciones que potencialicen las investigaciones en esta área de conocimiento.

En el país como en muchos otros lugares del mundo ya existen estaciones permanentes en funcionamiento, la divulgación de esta tecnología en nuestro país es aún muy tenue y mediante la integración de la Estación Permanente GPS en la Universidad Distrital, se abre una puerta que permite la divulgación de esta tecnología el manejo y funcionamiento, cimentado en su academia los estudiante y profesores que se integran ante la necesidad de difundir y capacitar a las personas de la importancia de esta tecnología, trabajan en conjunto con entidades que ya tienen trayectoria en el tratamiento de esta información como lo es el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. ([Figura 5](#))



Figura 5. Estación Instalada

Unos de los grandes logros del proyecto fue la formación de un sistema de comunicación eficiente, mediante el cual se logra la interacción con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC y la publicación de los datos por medio de un ftp en internet, el cual fue signado para el almacenamiento de los datos obtenidos por la estación permanente. Con el siguiente ftp://190.254.22.45 y se puede acceder a él para descargar los archivos de forma libre, pidiendo el ingreso del usuario y contraseña, que hacen referencia a la estación permanente de la universidad. USUARIO: TOPOCORS, CONTRASEÑA: UDISTRITAL. Actualmente se cuenta con archivos RINEX mediante el ftp:geminii.udistrital.edu.co labor adelantada por el semillero TOPOCORS de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Como es fundamental la continuidad del proyecto, se llevó a cabo la creación del semillero de investigación TOPOCORS constituido para hacerse cargo de la administración de la estación permanente en tiempos futuros y promover investigaciones a partir de esta novedosa herramienta. Partiendo de su primordial participación en la continuidad del proyecto sus funciones iniciales son: mantenimiento de la infraestructura y equipo GPS, el procesamiento de los datos obtenidos a través de la estación permanente, generación de copias de seguridad(backup) de la información obtenida y cumplimiento con los requerimientos exigidos para la prevalencia de la información con calidad.

CONCLUSIONES

El funcionamiento correcto de la estación permanente, implica el cumplimiento de especificaciones técnicas compiladas en este proyecto, garantizando con su desarrollo satisfactorio la vinculación a la red internacional Magna Sirgas. El proyecto cumple con los requerimientos para acceder a la oficialización en la International GNSS Service.

La administración del proyecto está conformada por un grupo académico, entre los cuales están los estudiantes precursores del proyecto, estudiantes integrados mediante un semillero de investigación, el director del semillero y profesores que requieran la utilización de la información de la estación permanente como una herramienta en sus actividades académicas y estén interesados en la ejecución de futuras investigaciones.

Por medio del trabajo en equipo entre cada una de los participantes del proyecto se logró un sistema de comunicación eficiente y próspero, como lo es la asignación del protocolo IP con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, capacitaciones, publicación de datos libres y de buena calidad en la información recepcionada.

Mostrando los resultados del proyecto se puede entender que el desarrollo es hasta ahora un pequeño paso de investigación para construir un fuerte conocimiento del manejo de datos GNSS, pero también es un gran avance en cuanto a la mejora de fuentes de observación para trabajos topográficos de alta precisión adelantados constantemente por las personas integrantes de la Universidad. Cuando la estación ubicada en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, quede totalmente vinculada a la red MAGNA-SIRGAS se acogerá un nuevo punto de arranque para los estudios topográficos en general.

Es importante destacar que los datos, resultados e información general proporcionada por la Estación Permanente GPS CORS serán de acceso libre posibilitando nuevos avances donde la información no tenga restricciones que obstaculicen la solución a problemas. El manejo administrativo de configuraciones de estado, recepciones, almacenamiento de datos de observación satelital, entre otros, podrá ser consultado por los estudiantes interesados que deseen mejorar sus habilidades en esta área, consolidando profesionales con un más amplio conocimiento en la tecnología GNSS.

Es fundamental la retroalimentación de información mediante la participación en talleres Sirgas, mediante el cual se conozca del avance de la tecnología GNSS y sus aportes serán transmitidos en la discusión académica.

Es necesario el compromiso institucional que permita continuar con el crecimiento de la tecnología GNSS en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas mediante la ubicación de nuevos puntos de control terrestre (estaciones permanentes) dentro de otras facultades, contribuyendo a la integración de bases de datos geográficas, vinculación con otras instituciones de investigación que enriquezcan el objetivo de avanzar en esta área.

REFERENCIAS

- IGAC, Adopción del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA – SIRGAS, Bogotá, Abril de 2005.
- IGAC, Aspectos Prácticos de la Adopción del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA – SIRGAS, Bogotá, Abril de 2005
- LEICK, Alfred. GPS Satellite Surveying. Department of Surveying Engineering, University of Maine, Orono : John Wiley and Sons, 1990.
- SIRGAS, Sistema Geocentrico para las Américas. Obtenido de <http://www.sirgas.org/>
- RODRIGUEZ, J. R. Red Geodesica Colombiana Magna - Sirgas Materialización de Magna - Eco (Marco Geocentrico Nacional de Estaciones Continuas CORS). Bogotá.
- Guía para la instalacion de estaciones SIRGAS-CON_V1_3. pdf. Tomado de http://www.sirgas.org/fileadmin/docs/Guias/2011_01
- Guía técnica de manejo software módulos infraestructura de Trimble. Oficina corporativa, Trimble Navigation Limited, Ingeniería y grupo de Construction, 5475 camino de Kellenburger, Dayton, Ohio 45424 – 1099 EE.UU.
- Procedimiento para inscribir una nueva estación en la red SIRGAS-CON. Tomado de http://www.sirgas.org/fileadmin/docs/Guias/2011_01
- Guía técnica de manejo software GIPSY. Depto. de Geociencia, Universidad de Arkansas Departamento de Geociencias de la Universidad de Arkansas G. Mattioli G. Mattioli.
- Guía técnica de manejo software BERNISE, Versión 5.0 Curso introductorio, Sesión terminal, Rolf Dach, Urs Hugentobler, Peter Walser Enero de 2011
- SEEBER, Gunter. Satellite Geodesy Fundations, Methods, and Applications. Berlin - New York : Walter de Gruyter, 1993.