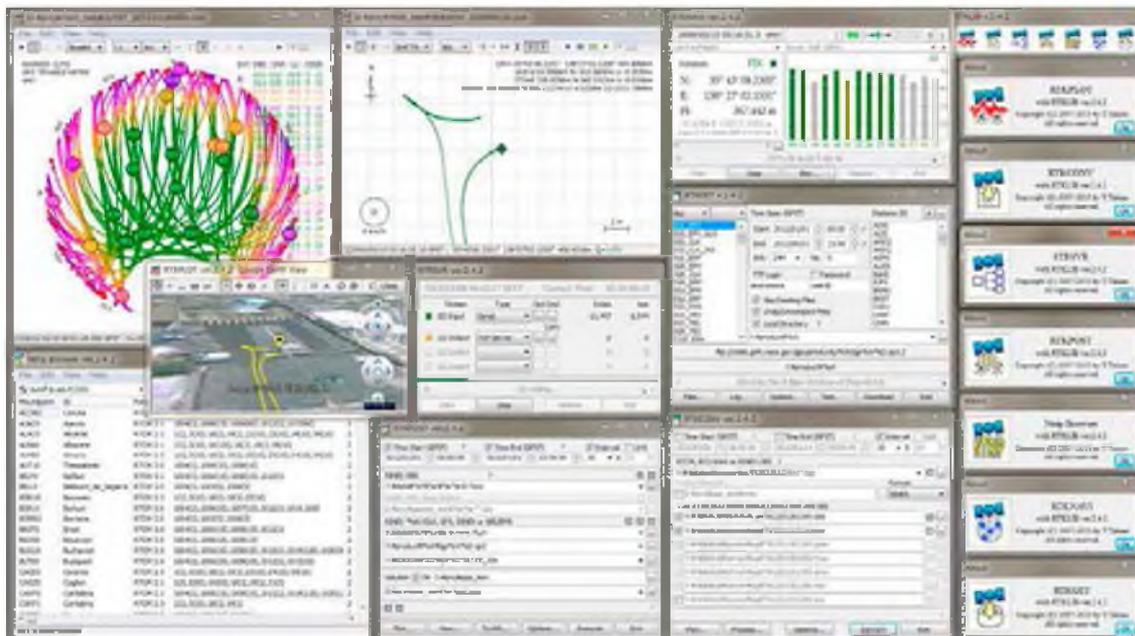


DOI: <http://dx.doi.org/10.30972/eitt.604396>

Uso del software RTKLIB para el procesamiento de señales GPS

Melissa Gisel Escobar⁽¹⁾; Fabian Octavio Sesin⁽²⁾; Valeria Sara Titiosky⁽³⁾; Rubén Edgar Corvalán⁽⁴⁾; Norberto Argentino Sanabria⁽⁵⁾; Elvira Eva Ferrari⁽⁶⁾



RESUMEN

La ionosfera, que retrasa la señal, en una cantidad variable y desconocida,

es la principal fuente de error en el posicionamiento puntual; la única manera de eliminarla sería contando con navegadores que midan sobre el código

(1), (2), (3), (4), (5), (6) Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste – Departamentos de Agrimensura e Ingeniería. 9 de julio 1449 y Avenida Libertad 5470, 3400 Corrientes.

(1) Becaria de Beca Estimulo a la Investigación Científica y Tecnológica (escobargiselle1607@gmail.com)

(2) Becaria de Beca Estimulo a la Investigación Científica y Tecnológica (octaviosesin110@gmail.com)

(3) Especialista en Tecnología de Información Geográfica (vstitios@hotmail.com)

(4) Magister, Especialista, Diplomado, Ingeniero (rubenpstt@yahoo.com.ar)

(5) Especialista, Ingeniero (norbertoargentinosanabria@gmail.com)

(6) Especialista, Agrimensora Nacional, Prof. de Matemática y Cosmografía (elviraeferrari@yahoo.com.ar)

C/A (código de fácil acceso) y P (código preciso), lo que, si bien es posible, no resulta práctico por motivos económicos; por lo que analizamos los modelos ionosféricos, ya que ellos reducen este error. Se estudio el Software libre RTKLIB 2.4.2, que es un paquete de programas de código abierto para el posicionamiento estándar y preciso con GNSS; consta de una biblioteca de programas portables; cuando hablamos de Software Libre nos referimos a la libertad de los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, cambiar y mejorar el software. Este software permite incorporar distintas correcciones, entre ellas el retardo ionosférico en las mediciones con GPS.

Palabras claves: Ionosfera - Posicionamiento - Software - Error

SUMMARY

The ionosphere, which delays the signal, in a variable and unknown quantity, is the main source of error in punctual positioning; the only way to eliminate it would be by having browsers that measure on the C / A code (easily accessible code) and P (precise code), which, although possible, is not practical for economic reasons; So we analyze the ionospheric models since they reduce this error. The RTKLIB 2.4.2 Free Software was studied, which is an open source program package for standard and precise positioning with GNSS; it consists of a library of portable programs; When we talk about Free

Software we mean the freedom of users to execute, copy, distribute, study, change and improve the software. This software allows incorporating different corrections, including ionospheric delay in GPS measurements.

Keywords: Ionosphere - Positioning - Software - Error

DESARROLLO

Para poder llegar a nuestro objetivo del plan de trabajo, de evaluar la factibilidad de ampliar las prestaciones en precisión y alcance de los receptores de GPS de bajo costo- navegadores y de monofrecuencia-, se tuvo que realizar un relevamiento de los tipos de instrumentos de posicionamiento global utilizados en la zona del NEA, para lo cual se hizo una encuesta destinada a los organismos públicos y privados y así poder saber los instrumentos del mercado actualmente en uso. Lo fundamental era conocer la capacidad de recepción del equipo, ya que nuestro estudio se centra en los receptores de simple frecuencia, y en el caso de que utilice receptores de simple frecuencia saber si realizaba las correcciones por el retardo ionosférico. Luego, se realizó un análisis del número de encuestas obtenidas con respuestas simple frecuencia respecto al total de encuestas realizadas, confirmando que predomina el uso de instrumentos de simple frecuencia; por lo cual, nos centramos en conocer, de manera más

específica, los detalles y características de los equipos de simple frecuencia, como su marca y modelo, para, de esta forma, poder analizar qué tipo de modelo ionosférico se podrá ajustar más adecuadamente a nuestra región.

Se relevaron los datos de los distintos receptores para utilizar las correcciones de retardo ionosférico proporcionados por los modelos ionosféricos existentes en el software RTKLIB. La implementación de guías de procedimientos para introducir las correcciones dadas por dichos modelos en receptores GPS de distintas marcas, se describen paso a paso en un trabajo complementario a la investigación donde se detalla el funcionamiento de la aplicación RTKPOST, facilitando su empleo para cualquier usuario.

En las pruebas realizadas, se obtuvieron mediciones con un grado de precisión de hasta tres centímetros para receptores de una frecuencia y de milímetros en receptores de doble frecuencia; precisiones que, en el ámbito de la agrimensura, y, apuntado directamente a la georreferenciación de parcelas rurales, se encuentran en tolerancias admitidas por las entidades catastrales que aplican la Ley Nacional de Catastro 26209. Actualmente, en la provincia de Corrientes, no se aplica esta ley, por lo que la investigación realizada sienta precedente en la utilización de un software de procesamiento de datos,

totalmente gratuito, de fácil empleo y con la posibilidad de incorporar múltiples correcciones, a las mediciones realizadas con GPS.

MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS

El procedimiento que se realizó fue el siguiente: se descargaron archivos de navegación y observación de GPS de la página del IGN (Instituto Geográfico Nacional), de la Red de Estaciones Permanentes llamada RAMSAC (Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo) (*Figura 1*)

Luego, se descomprimieron esos archivos para poder introducirlos en el software y realizar las correcciones; se eligieron dos estaciones permanentes, ya que una es la Base y la otra es el Móvil o Rober, verificando que todas las opciones del software se encuentren tildadas o seleccionadas, de acuerdo con el manual y las que se consideren necesarias, ya que esto permitirá que el procesamiento sea el correcto. Posteriormente, y con la información obtenida en el relevamiento, fue necesaria la utilización del software de procesamiento de datos que proporciona correcciones, mediante distintos modelos ionosféricos. Se realizó un análisis minucioso de la aplicación RTKPOST, así como de los modelos y algoritmos de corrección que esta contiene.

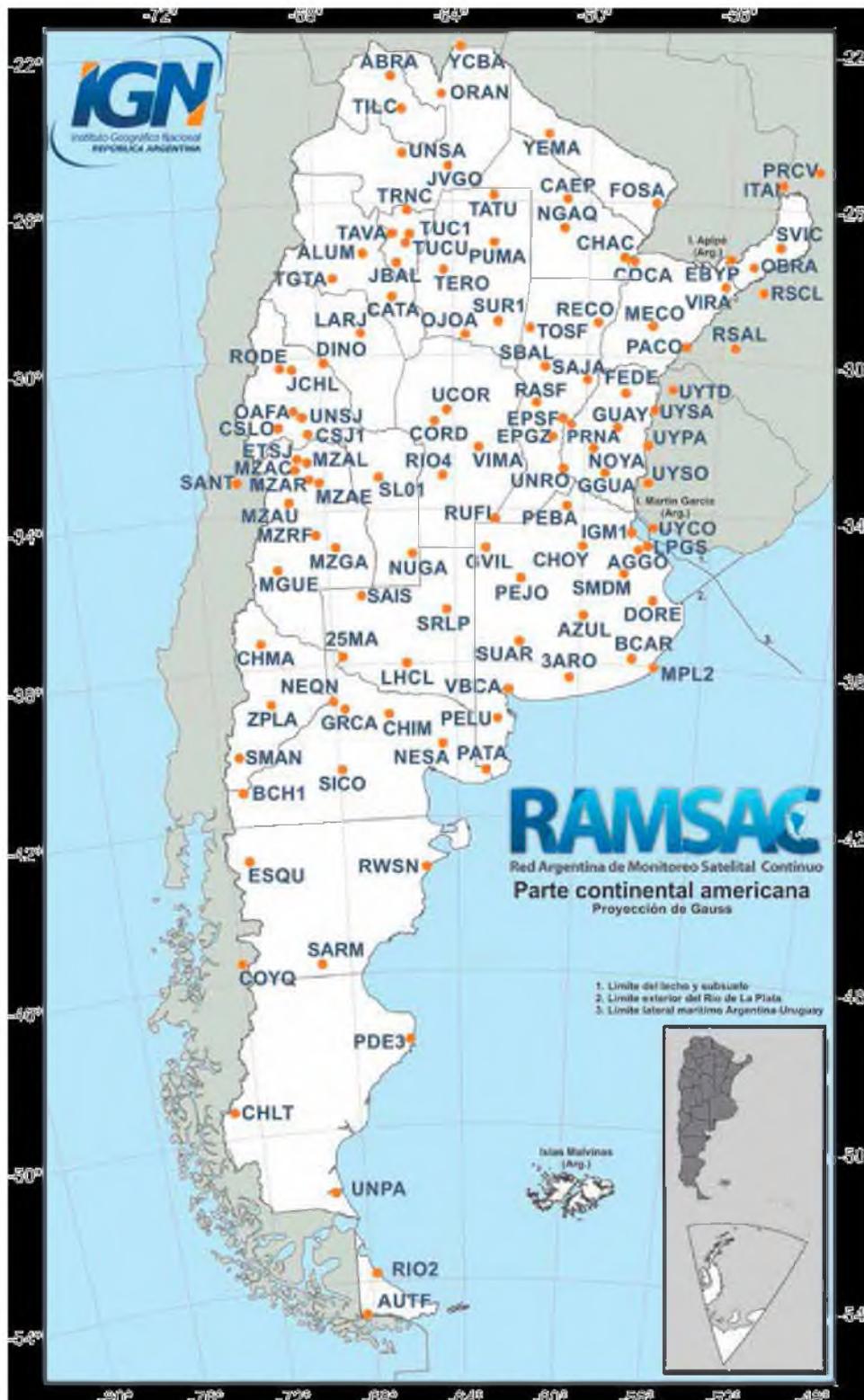


Figura 1: Red RAMSAC

A continuación, se expresan algunas de las consideraciones más importantes por las cuales se implementó este software:

- Posee una gran variedad de métodos de medición, permitiendo que el usuario elija la opción más conveniente, teniendo en cuenta las características de los mismos y su influencia en resultado final del procesamiento.

- Establece opciones de corrección ionosférica, lo cual es importante para mejorar la exactitud de la medición. El software realiza una estimación dependiendo del modelo elegido, el retardo ionosférico vertical para cada satélite se estima. Para línea de base larga, la estimación de ionosfera es efectiva para suprimir los efectos de retardo de ionosfera.

- Aplica correcciones a los efectos de la Troposfera, Efemérides y Reloj.

La versión que se utilizó para la investigación fue 2.4.2, creada en el año 2013, versión que se va actualizando con parches fácilmente descargados de la página de soporte; de esta forma, se van solucionando errores y problemas de creación del software.

Se realizan varias pruebas con parámetros diferentes para analizar los resultados del postproceso. Para ello, se descargaron los archivos

de observación y navegación de las estaciones permanentes UCOR y CATA de la página del Instituto Geográfico Nacional.

Estas pruebas se realizan conforme a los lineamientos establecidos por el IGN en la normativa para la Georreferenciación de Parcelas Rurales, donde se determina que la misma se realice con un método diferencial "estático" (se utilizan dos receptores no muy alejados entre sí (10 km), que observan los mismos satélites en el mismo momento; un receptor permanece fijo en una estación de referencia de coordenadas conocidas durante toda la observación), variando los tiempos de observación dependiendo de las distancias.

Consideramos como "Estación Base" al receptor de la estación permanente UCOR ubicado en la provincia de Córdoba, con coordenadas conocidas referidas a la red geodésica POSGAR-07. El receptor de la estación permanente CATA en la provincia de Catamarca, es el "Móvil" o "Rover", al que determinaremos las coordenadas en el post-procesamiento, comparando con las coordenadas oficiales de la misma.

Se realizaron dos grupos, dependiendo del tiempo de duración de las observaciones. El primero, para periodos de tiempos de 24 horas y, el segundo, para tiempos de 2 horas. Con el

fin de comparar los resultados obtenidos y analizar las diferencias en la precisión para ambos grupos, los parámetros modificados en las mediciones fueron, los "Modelos Ionosféricos" y "Tipo de Frecuencia".

RTKLIB incluye las siguientes GUI (Interfaces gráficas de usuario), las cuales brindan la posibilidad de realizar trabajos variados facilitando su uso. Las Funciones RTKLIB se pueden apreciar en la **Tabla N° 1**

Función	GUI AP
Iniciador	RTKLAUNCH
Posicionamiento en tiempo real	RTKNAVI
Servicio de comunicación	STRSVR
Posicionamiento en postproceso	RTKPOST
Convertidor RINEX	RTKCONV
Visualizador de soluciones	RTKPLOT
Descargas de productos y datos GNSS	RTKGET
Navegador NTRIP	NTRIP

Tabla N°1: Funciones de RTKLIB

A continuación, se describen tres funciones importantes del Software a parte del RTKPOST descrito anteriormente

RTKLAUNCH: Se refiere a la aplicación de inicio (Figura 2), la cual ofrece la posibilidad de iniciar las demás aplicaciones del software.

A continuación, se describen tres funciones importantes del Software a parte del RTKPOST descrito anteriormente

RTKLAUNCH: Se refiere a la aplicación de inicio (Figura 2), la cual ofrece la posibilidad de iniciar las demás aplicaciones del software.

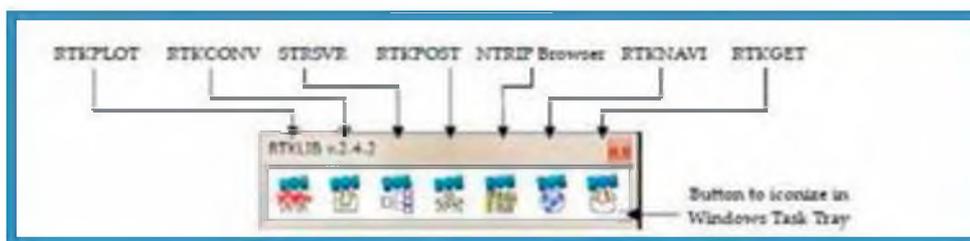


Figura 2. Imagen principal de RTKLAUNCH.

1 – APLICACIÓN RTKPLOT (Figura 3)

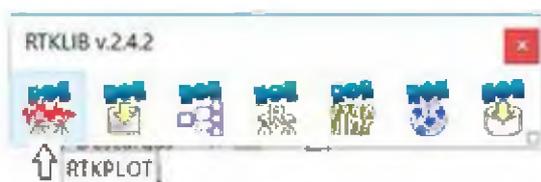


Figura 3. Botón Ingreso de Aplicación

1.2 – FUNCIONAMIENTO DEL SOFTWARE CON PUNTOS PROCESADOS:

RTKPLOT permite abrir 1 o 2 soluciones y trabajar con todos los archivos seleccionados que estén procesados. Se trabajó con archivos bajados de las Estaciones Permanentes, a través de la descarga de Archivos RINEX (Receiver Independent Exchange Format, siglas de un formato de intercambio de información GPS) de la página del IGN. La página del IGN proporciona archivos RINEX de las Estaciones Permanentes de todo el País para su posterior procesamiento. Los puntos representados se pueden visualizar también con "GOOGLE MAP" o con "GOOGLE EARTH", para cualquiera de los 2 casos se debe identificar el punto a querer visualizar. De querer visualizarlo en "Google Earth" se puede hacer de dos maneras: ya sea seleccionando el icono () de Google Earth que se encuentra en la barra de herramienta de RTKPLOT (para el mismo es necesario estar conectado a internet), o una vez procesado con RTKPOST, en la barra de herramienta inferior de esta aplicación se puede convertir el archivo a KML, y de esta forma se podrá visualizar.

Seleccionados el o los puntos, RTK PLOT permite cambiar el nombre del punto, y también nos muestra datos referentes al mismo (Latitud, Longitud, Altura).

2- APLICACIÓN RTKCONV (Figura 4)



Figura 4. Botón Ingreso de Aplicación

2.1 - INTRODUCCIÓN A RTKCONV: la necesidad de disponer de un archivo de intercambio de datos que facilitara el cálculo de bases GPS-GNSS, hizo que se reconociera la aparición del Formato RINEX. Ahora bien, son varias las ventajas del formato RINEX, pero el usuario, generalmente en su trabajo, se encuentra con formatos nativos de receptores. Es por ello, que RTKLIB proporciona el convertidor RTKCONV (Aplicación), que traduce los mensajes del receptor nativo a formato RINEX. El análisis post-procesamiento RTKLIB con la aplicación RTKPOST "utiliza los archivos de datos en RINEX" como entradas.

3 - APLICACIÓN STRSVR (Figura 5)



Figura 4. Botón Ingreso de Aplicación

3.1 - INTRODUCCIÓN: para posicionamiento relativo, se utiliza un receptor en una estación base y un receptor Móvil, que trabajan en sitios separados. Ahora bien, cuando queremos hacerlos trabajar como RTK (Real Time Kinematic, posicionamiento cinemático en tiempo real) es necesario que ambos receptores o uno de ellos, envíe en forma de flujo los datos recolectados, a la computadora que realiza el post-procesamiento e informara los resultados en tiempo real (en nuestro caso donde está instalada la Aplicación de RTKNAVI). Para facilitar estos enlaces de comunicación, RTKLIB proporciona una Aplicación STRSVR, que se puede denominar "servidor de comunicaciones" o "derivador de datos", con el que el usuario puede configurar los datos de entrada y salida (en forma de flujo) a través de los enlaces de comunicación (USB, Serial, etc.).

CONCLUSIONES

Actualmente, la utilización del GPS cuenta con una gran cantidad de aplicaciones, que abarcan muchísimos campos (Topografía, Agronomía, Ingeniería etc.) por lo que, poder implementar correcciones a las mediciones realizadas con este instrumento, se convierte en un factor preponderante, a la hora de realizar un trabajo de alta precisión.

El software analizado en este

artículo demostró que puede procesar varios métodos de mediciones GNSS eficazmente, acorde a los trabajos o necesidades del profesional de la Agrimensura. Cuenta con ventajas al momento de realizar un trabajo como tener multiplicidad de algoritmos y modelos matemáticos de corrección, opciones en diferentes tipos de frecuencias, trabajar con archivos comprimidos, etc. Presenta compatibilidad con la señal de diferentes constelaciones satelitales (GPS, GLONAS, Galileo (sistema de navegación por satélite de la Unión Europea), QZSS (Sistema por Satélite Quasi-Zenith, sistema de corrección de señales de navegación global por satélite en Japón), BeiDou (sistema de navegación por satélite chino) y SBAS (abreviatura inglesa de *Satellite Based Augmentation System*, Sistema de Aumentación Basado en Satélites)), permite por medio de enlaces trabajar con diferentes tipos de correcciones. Es de muy fácil manejo, y lo mejor de todo que el mismo se puede descargar en forma gratuita desde Internet a cualquier computadora, siendo

un archivo que ocupa poca memoria y de sencilla instalación. Como desventaja se puede decir que al momento de realizar un post-procesamiento solo se puede realizar con dos puntos a la vez, emite un reporte básico, la aplicación para gráficos no contiene herramientas para medir distancias, ni se puede exportar a un archivo CAD.

Las pruebas realizadas demostraron que con tiempos de observación de "dos" horas para la frecuencia L1, se obtiene un error de centímetros utilizando el modelo ionosférico "Broadcast", mientras que para el modelo "Ionex Tec" es de decímetros para observables, tanto largos como cortos. Con respecto a frecuencias L1/L2 dicho modelo, es más eficiente logrando una precisión de milímetros a medida que el tiempo de observación incrementa y de centímetros en intervalos de tiempo cortos (2 hs.). El modelo "Iono-free LC" se aplica cuando se trabaja con un solo receptor, es decir, con un método autónomo, no recomendable para trabajos de Agrimensura.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- AZPILICUETA, F. Modelos ionosféricos globales derivados de observaciones GPS y altimetría satelital, Tesis doctoral, FCAG, UNLP, Noviembre de 2006.
- BRUNINI, C., J.C. USANDIVARAS, M. GENDE, J. MIORANO, AND A. MEZA, Geoposicionamiento Satelital en el ordenamiento territorial, el manejo de los recursos naturales y el medioambiente, FCAG-UNLP, 1998.
- BRUNINI C., A. MEZA AND M. A. VAN ZEELE, Análisis de confiabilidad entre mapas que describen el contenido vertical de electrones en la ionosfera, 20va reunión de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas, San Juan, 2000.
- BRUNINI, C., CAMILION, E., AZPILICUETA, F. *Simulation study of the influence of the ionospheric layer height in the thin layer ionospheric model*, *Journal of Geodesy*, doi 10.1007/s00190-011-0470-2, 2011.
- CORVALÁN, R., SCHALLER, J., TITIOSKY, V., FERRARI, E., Uso de receptores para mediciones geodésicas en sistema CNSS, en la región del Nordeste. Revista Extensionismo, Innovación y transferencia tecnológica, claves para el desarrollo. (2018)
- GENDE, M. A. Modelos ionosféricos derivados de observaciones GPS: Investigaciones científicas y aplicaciones geodésicas, Tesis Doctoral, FCAG, UNLP, Abril de 2002.
http://www.rtklib.com/prog/manual_2.4.2.pdf