

Análisis de datos provenientes de la estación GNSS ubicada en el SSN.

Versión 1: febrero 2023.

Objetivo:

Revisar si los datos que el Servicio Sismológico Nacional (SSN) está enviando por el nuevo esquema de distribución de datos son correctos.

Introducción:

Desde el 2012 que el SSN quedó como responsable de una red de estaciones permanentes GNSS, co-localizadas con las estaciones sismológicas de dicho servicios, los datos que se generan en las estaciones remotas se transmiten vía satelital en continuo y tiempo real. Tanto la transmisión, como la adquisición de estos datos se realiza utilizando el protocolo NTRIP mediante el programa RTD. La distribución de los datos se realiza mediante un servidor FTPpush a todos los usuarios registrados (reporte interno Franco S.I, 2016).

Hoy día, tanto los sistemas de navegación como los de comunicación han experimentado varios cambios que han hecho que tanto el programa RTD como el servidor en el que se encuentra instalado quede obsoleto y se corra el riesgo de perder la manera de adquirir los datos, lo que podría traducirse en el pérdida de los mismos (comunicación personal Rodríguez-Rasilla, 2022).

Desde el 2022, el SSN está planteando una nueva manera de adquirir y distribuir sus datos. Este nuevo esquema considera que cada receptor GNSS es un ntrip server que envía los datos al cáster que a su vez lo distribuye a los usuarios. En este punto, los usuarios estamos obligados a tener un servidor cliente NTRIP.

El objetivo de este documento es registrar las tareas que se he realizado en el LaGeoS para garantizar que los datos que estamos recibiendo cumplen con las características que necesitamos, registrar los pasos a seguir para reproducir la configuración tanto del servidor como del programa una vez que estemos recibiendo los datos de manera óptima.

En el caso del LaGeoS, el cliente NTRIP que estamos utilizando es el BNC (BKG Ntrip Client; <https://igs.bkg.bund.de/ntrip/bnc>).

Actualmente, el LaGeoS se encuentra en una coyuntura de situaciones nuevas que, si bien no es el objetivo de este documento abordar, es importante mencionar:

- I. GipsyX: Nueva versión de programa para procesar datos GNSS. Esta nueva versión incluye cambios mayores, casi es un nuevo programa.
- II. Modernización de la constelación GPS (aumento en número de frecuencias y códigos en las observables).
- III. Modernización de receptores GNSS del SSN, lo que se traduce en datos GNSS multiconstelación.
- IV. Nuevo formato de archivos de observación GNSS (rinex 3).
- V. Nuevo esquema de transmisión y adquisición de datos GNSS.
- VI. Nuevo marco de referencia geodésico (ITRF20).

Con todos estos cambios operando de manera simultánea y la exigencia de mantener los productos (series de tiempo) congruentes y con la precisión requerida, es que se vuelve imperante analizar cada uno de los aspectos mencionados para garantizar que no afectan

en la estimación diaria de la posición y/o productos paralelos (por ejemplo, estimación del espesor de la tropósfera húmeda).

Como ya se mencionó, en este documento nos centraremos en la adquisición de los datos (punto V del listado). En este tema los puntos II, III y IV tienen implicaciones y repercusiones directas. Por esta razón las abordaremos a continuación.

Formatos de los archivos de observación:

Existen varios formatos de observación, a grandes rasgos los podemos clasificar en:

Formato crudo: Es un formato binario que varía en función de la marca de los receptores.

Formato binex: Formato binario que se desarrolló a principios del año 2000. Es un formato abierto y organismos internacionales, como UNAVCO, desarrollaron herramientas para su traducción, el programa teqc. En febrero de 2019, UNAVCO decidió que ya no se le daría más mantenimiento a este programa por lo que ya no se ha actualizado y, hoy día, es una herramienta obsoleta para convertir de formato binex a rinex. Actualmente existe una herramienta que solo permite convertir de formato binex a rinex solo si se trata de archivos big-endian.

Formato rinex: en el campo de la geodesia, este es el formato que se utiliza para intercambiar datos entre organismos, es el que se proporciona a los usuarios y es el que se utiliza en los programas de procesamiento de datos de alta precisión con fines científicos (como gipsyX). La lectura de este formato no requiere herramientas adicionales, ya que se trata de un archivo ascii. Para más detalle acerca del formato rinex se recomienda consultar: <https://igs.org/wg/rinex/>.

El formato rinex ha modificado su estructura como resultado de los cambios o desarrollo en los sistemas de navegación. Actualmente, la versión más utilizada en los archivos rinex es la 3 (rnx3) y representa un cambio mayor en el formato respecto a la versión 2 (rnx2). La versión 4 está comenzando a utilizarse.

Formato RTCM: Es el formato definido por Radio Technical Commission for Maritime Services. Desde 1985, la comunidad internacional que utiliza la tecnología GPS (ahora llamada GNSS por incluir varias constelaciones) acordaron que el formato RTCM sería el estándar de comunicación para las correcciones diferenciales del GPS (DGPS). Como en el caso del formato rinex, existen varias versiones. Actualmente se utiliza la versión 3 (RTCM3).

Adquisición, almacenamiento y análisis de datos GNSS:

Esquema actual:

Este esquema de adquisición de datos existe desde el año 2016.

Los datos que se generan en las estaciones permanentes GNSS del SSN se transmiten en continuo, en formato crudo y a alta frecuencia (1Hz).

Estos datos se reciben con el programa RTD y es el programa el que se encarga de transformar los datos en formato rinex (v2) y enviarlos mediante un servicio ftp (FTPpush) a los usuarios finales.

En la figura 1 podemos apreciar el flujo de datos dentro del SSN. El LaGeoS recibe los datos que llegan del SSN ya en formato rinex versión 2 (rnx2). En los servidores del LaGeoS solo hay que mover los archivos a la base de datos y al área de procesamiento. Este tipo de adquisición de datos la llamo **adquisición pasiva**. Vale la pena nombrarlo porque para

adquirir datos de otras redes (sismología y TlalocNET) el LaGeoS hace la búsqueda de datos rnx y los trae a sus servidores, a esto le denominamos **adquisición activa**.

En resumen, para este esquema de adquisición el LaGeoS solo debe de contar con un servidor FTP en el cual el servidor RTD (el del SSN) deposite los datos.

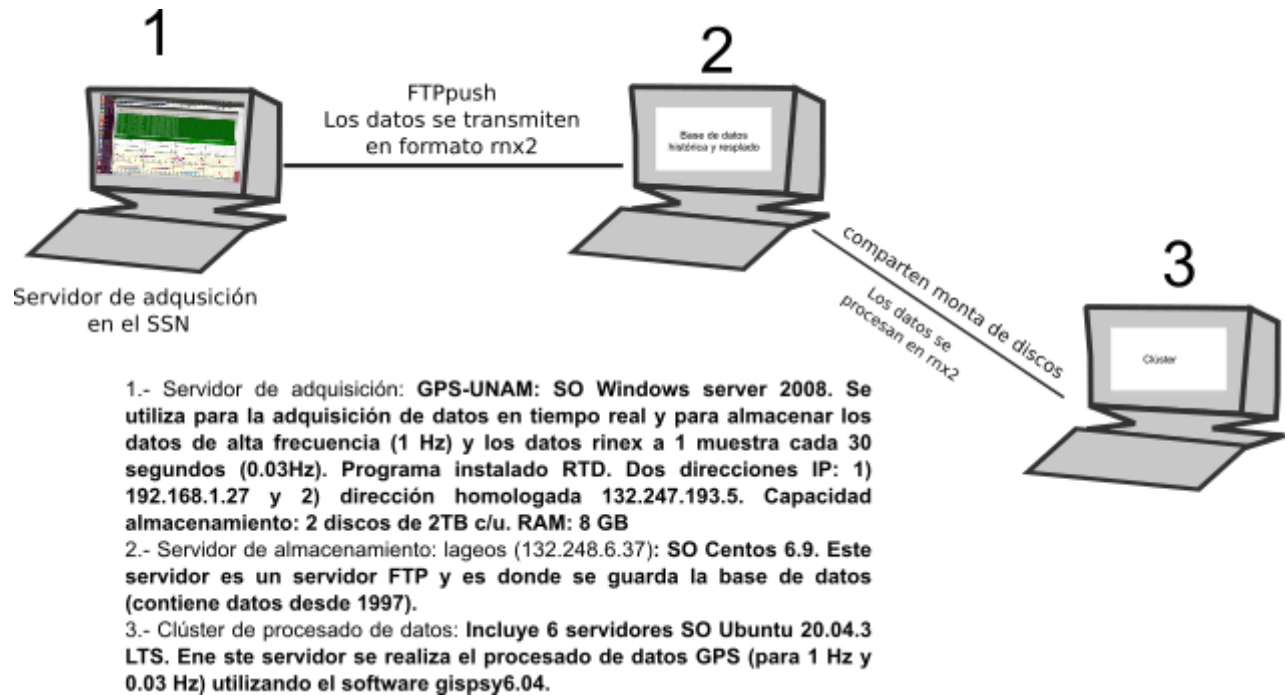


Figura 1: Diagrama de una adquisición de datos pasiva.

Esquema nuevo:

A principios del 2022 el SSN notificó al LaGeoS del cambio en su método de distribución de datos, lo cual se ha traducido en un cambio en el sistema de adquisición del LaGeoS.

Los cambios principales en el circuito distribución-adquisición de datos tiene que ver con el uso del protocolo de comunicación el cual se ha establecido que sea el *Networked Transport of RTCM via Internet Protocol* (NTRIP, comunicación personal Ing. Rodríguez Rasilla). Este protocolo, como depende del RTCM, también experimenta cambios en la versión. Actualmente se utiliza ntrip v.2.

Para actualizar el sistema de adquisición, el SSN cambió su programa RTD al programa BKG Professional NtripCaster que, como su nombre lo indica, utiliza protocolo NTRIP (pensado para transmitir datos en RTCM) y basado en el estándar de transmisión de datos en flujo (streaming) HTTP.

Para tener una comunicación completa de datos, el NTRIP está implementado en 3 programas: cáster, servidor y cliente.

El NTRIP cáster es el programa que puede adquirir los datos desde el flujo proveniente de las estaciones (servidor NTRIP) y administrarlos para su redistribución como servidor HTTP.

Dicho en palabras llanas, juega un rol de cliente y servidor dependiendo de si recibe datos o los distribuye (<https://igs.bkg.bund.de/ntrip/>).

Para este nuevo esquema el LaGeoS ha tenido que adquirir un programa ntrip cliente.

Actualmente tenemos funcionando el BNC (BKG Ntrip Client), el cual es un programa gratuito y desarrollado por el mismo proveedor del cáster que usa el SSN. Este tipo de adquisición de datos le denomino **adquisición activa-continua** (ya que a diferencia de la que es solo activa, aquí el LaGeoS busca los datos y genera los archivos rnx).

Otro cambio importante es que ahora el SSN envía el flujo de datos en formato binex. Lo que significa que los usuarios debemos de generar nuestros propios archivos de observación y convertirlos en formato rinex para que puedan ser utilizados en las tareas de procesado (etapa de gran relevancia para el uso de los datos GNSS).

Análisis de los datos:

El objetivo de hacer el análisis es garantizar que en estos cambios de métodos de adquisición de datos y de formato de distribución de los mismos, los archivos de observación no sufran cambios.

El análisis que se ha realizado a los datos se resume de la siguiente manera:

- 1.- Conversión de datos binex a rnx2, se utiliza el programa teqc.
- 2.- Comparación de observables entre los archivos rnx2 que manda directamente el SSN y los archivos rnx2 que estamos generando en el LaGeoS a partir del nuevo esquema de distribución.
- 3.- Obtención de la posición con ambos archivos.
- 4.- Conversión de los archivos binex usando otro programa (convbin, <https://manpages.debian.org/unstable/rtklib/convbin.1.en.html>)

Resultados:

Al realizar el análisis de datos se encontró lo siguiente:

- A. Las observables en los archivos de observación son diferentes en los archivos dependiendo de la manera en que se generan estos (adquisición pasiva vs adquisición activa-continua).
- B. La posición resultante después del procesado de datos es significativamente diferente y, en el caso de los datos generados con el esquema adquisición activa-continua los errores en la estimación de la posición son muy grandes.
- C. Para garantizar que el programa de adquisición BNC está correctamente configurado, se han añadido flujos de datos de otros proveedores, por ejemplo el IGS y UNAVCO. En el caso de los datos que se obtienen para este conjunto de estaciones, se puede obtener la posición con muy buenos resultados, es decir, con errores finales pequeños. Además, al comparar los archivos generados por el LaGeoS y los archivos rnx que proporcionan las mismas agencias (que ellos generan) son iguales, no existen diferencias en las observables.
- D. No se pudo utilizar el programa convbin para generar archivos rinex. Está acción se hizo para tratar de descartar que el problema surge al utilizar el programa teqc.

Conclusiones y recomendaciones:

1. La razón de que la posición de las estaciones no se puede determinar con buena precisión está íntimamente ligada con el hecho de que las observables sean diferentes en ambos archivos.

2. A partir de una evaluación rigurosa de la configuración del BNC por parte del LaGeoS, se descarta que el origen de la diferencia entre datos se asocie a la manera de adquirirlos (punto C del apartado anterior).
3. Los datos provenientes de otras agencias no presentan los problemas que se describen para los datos del SSN.
4. El programa convbin no se pudo utilizar porque los datos bienx que envía el SSN son little-endian y convbin solo funciona con big-endian. Esta característica se determina en el receptor GNSS.
5. Hay evidencia para pensar que la configuración en el receptor (es decir en la estación) es diferente para transmitir los datos al programa RTD (formato crudo) y los que se transmiten a BKG cáster (binex).

Con base al trabajo realizado, se recomienda a los operadores de las estaciones GNSS de SSN y a los administradores de comunicación lo siguiente:

Modificar el formato de transmisión y redistribución de los datos a RTCM, ya que ese es el formato para el que han sido diseñados los programas BKG que están utilizando en el esquema de adquisición-distribución de datos.

Para optimizar el ancho de banda utilizado en la transmisión, es deseable utilizar el mismo canal de datos que se envía al programa RTD, comunicación TCP/IP

Trabajar conjuntamente con el personal del SSN para establecer las mejores prácticas en la configuración de los receptores.

Extender este análisis considerando las otras fuentes de incertidumbre que se mencionan en la introducción.