



REUNION SIRGAS 2010

UTILIZACIÓN DEL NTRIP EN VENEZUELA: AVANCES Y APLICACIONES

Hoyer M., Cioco V., Royero G., Márquez A., Brito J.

RESUMEN

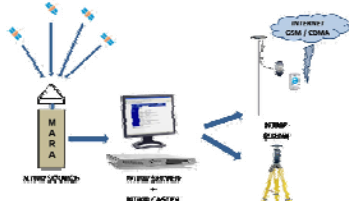
Instituciones públicas y privadas del país (Universidad del Zulia, PDVSA, MECINCA) han acumulado experiencias importantes en el desarrollo y utilización del NTRIP como un método eficaz para obtener posiciones en tiempo real mediante GNSS para diversos fines. Pruebas anteriores de cobertura, alcance y conectividad han demostrado la versatilidad y calidad de los resultados al compararlos con los obtenidos por otros procedimientos de observación y coordenadas de precisión. La posibilidad de ofrecer en forma continua correcciones NTRIP desde las estaciones REMOS se ha ensayado en la estación ubicada en Maracaibo, aumentando potencialmente las aplicaciones de la misma. Los nuevos desarrollos en cuanto al software BNC V2.4 y sus aplicaciones de PPP en tiempo real para el área SIRGAS son objeto de estudio y presentación en este trabajo en conjunto con las aplicaciones convencionales del NTRIP.

GENERALIDADES

El posicionamiento GNSS en Tiempo Real (GNSS-TR) ha venido fortaleciéndose durante la última década, gracias al desarrollo de la técnica observacional y a los avances en la tecnología de las telecomunicaciones, siendo el NTRIP un ejemplo significativo de esta realidad.

NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) puede definirse como un enlace comunicacional basado en la Internet como medio de transporte, mediante el protocolo TCP/IP. Aplicado al posicionamiento geodésico con GNSS, el NTRIP permite la transmisión de correcciones diferenciales bajo el mismo principio de las mediciones en tiempo real, con la ventaja de poder aumentar la longitud de las líneas bases y reducir los costos asociados al trabajo de campo.

Esta novedosa opción desarrollada por el BKG Bundesamt für Kartographie und Geodäsie y la Universidad de Dortmund (Alemania), permite la obtención de coordenadas tridimensionales, referidas a un marco geocéntrico global y de alta calidad en tiempo real. Las innovaciones se centran en la manera de transmitir y aplicar las correcciones diferenciales. El GNSS-NTRIP está a la vanguardia, consolidándose como una de las mejores opciones para el posicionamiento en tiempo real gracias a la simplicidad y flexibilidad del método, permitiendo a la observación GNSS-TR ser más "amigable y productiva".



El trabajo describe las experiencias de Venezuela, como país miembro del Proyecto SIRGAS, en cuanto al uso y aplicaciones del GNSS-NTRIP.

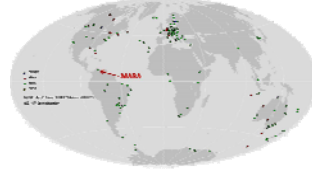
ANTECEDENTES

En el año 2002, el BKG conjuntamente con la Universidad de Dortmund, inician las investigaciones acerca de la transmisión de correcciones diferenciales a través de protocolos de Internet. Con este hecho, países europeos como España, Francia e Italia se sumaron a la implementación de la técnica en sus principales ciudades. En el 2002 el marco de referencia europeo (EUREF) adoptó una resolución para proporcionar datos en tiempo real para posicionamiento y navegación DGPS, a partir de allí se dio inicio al servicio denominado EUREF-IP.

Para el año 2003 ya se contaba con un número de 90 estaciones emitiendo correcciones DGPS en el formato estándar RTCM mediante NTRIP, en las principales ciudades europeas.

En el contexto regional, fue Brasil quien dio el primer paso en la realización de las primeras pruebas con NTRIP y desde el año 2006 este país opera su propio *caster* en la Universidad de Sao Paulo (FUTUNESP).

Actualmente, en América del Sur son pocos los países que además de Brasil están aplicando esta técnica de posicionamiento en tiempo real, entre ellos Argentina, Chile, Uruguay y Venezuela con una estación, siendo ésta el punto SIRGAS-REGVEN-REMOS Maracaibo (MARA), todos a través del BKG.



Para el año 2008, SIRGAS da inicio al proyecto piloto SIRGAS en Tiempo Real (SIRGAS-TR), con el objetivo de investigar los fundamentos y aplicaciones asociadas a la difusión en el continente, de observaciones y/o correcciones a las mediciones GNSS en tiempo real mediante NTRIP o cualquier otro medio de largo alcance.

En Venezuela a partir del año 2007 la empresa privada Mediciones Científicas e Industriales CA (MECINCA), ofrece a la comunidad de las geociencias del país, sus primeros ensayos con el NTRIP. Ya en 2009 la Universidad del Zulia a través del IGLFS efectuó una investigación más detallada y paralelamente a la industria petrolera nacional PDVSA, dando a conocer la calidad satisfactoria en las determinaciones, aplicables en los diferentes trabajos propios de la Topografía, Cartografía y afines.

EL ACCESO A INTERNET COMO PROBLEMA

Sin duda alguna, la mayor limitante del NTRIP es su dependencia de la Internet, a la que puede accederse mediante dispositivos Wi-Fi, bluetooth, smart-phones y similares, pero sin la adecuada cobertura y disponibilidad en el área de trabajo, nada puede hacerse. Por tal razón, es importante disponer de plataformas confiables para que la técnica resulte efectiva bajo cualquier condición de observación. Es el sistema nacional de telefonía celular quien provee a los usuarios del NTRIP el servicio de Internet.

En este sentido, la telefonía celular en Venezuela ha venido evolucionando de forma rápida, reemplazando la tecnología CDMA, sistema digital de primera generación, por los W-CDMA/HSPA instalados por la empresa de telecomunicaciones del Estado. Los servicios más importantes que conciernen a la difusión del NTRIP son el ABA Móvil, las redes GSM y las UMTS.

Los cambios realizados por el sector privado a la plataforma GSM y los actuales EVDO del sector público, están permitiendo en ciertas zonas la cobertura de datos que hasta ahora no eran posibles, sin embargo, las zonas donde existen focos de desarrollo, construcciones de nueva vitalidad, ferrocarriles, entre otros, no están cubiertos por la telefonía celular, es este uno de los principales retos a vencer.

Las comunicaciones son el talón de Aquiles del sistema. Desafortunadamente las empresas de telefonía celular, instalan celdas operativas solo en lugares con alta densidad de población, de tal forma que hay enormes vacíos en el mapa de cobertura. Sin embargo, debemos mencionar que donde no funcionan los teléfonos celulares de uso masivo, es decir los celulares normales, funcionan bien en muchos de estos "lugares negros", los celulares con antenas de alta ganancia y ya existen en el mercado los "retransmisores", equipo que integra un celular con antena de alta ganancia (+6dB), que mediante el protocolo NTRIP se conecta a una estación de referencia GNSS, para tomar la corrección RTCM de cualquier tipo y retransmitirla vía UHF, para lograr una cobertura superior a los 20km desde el lugar de la retransmisión. No es tan costoso y llena un espacio adicional de cobertura. Pensamos que pudiese trabajar bien en zonas cercanas a las poblaciones.

COMENTARIOS FINALES

1. La técnica NTRIP ha sido utilizada en Venezuela en los últimos 3 años, tanto en el sector público como en el privado, a pesar de que no se cuenta con una red de estaciones que presten un servicio como tal.
2. La Universidad del Zulia, PDVSA y la empresa MECINCA han hecho pruebas e investigaciones propias tratando de evaluar el potencial del NTRIP en su respectivo campo de acción.
3. La experimentación con NTRIP abarca desde las clásicas pruebas de conectividad, calidad y cobertura hasta comparaciones con otras tecnologías, instrumentales y el novedoso desarrollo de PPP-TR.
4. Las bases están sentadas para la conversión de la red REMOS a una red activa con opción al tiempo real y para el establecimiento de redes-servicios por parte de PDVSA fundamentadas en esta técnica.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar el apoyo prestado por el BKG, quien en todo momento ha estado dispuesto a colaborar con el equipo de trabajo, en cuanto a asistencia técnica y sugerencias se refiere.

USUARIOS DEL NTRIP EN VENEZUELA Y POTENCIAL DE APLICACIONES

El uso del NTRIP en Venezuela ha venido ampliándose en la medida que la comunidad de usuarios ha conocido su existencia. Entre los usuarios registrados en el servicio ofrecido por el BKG/IGS-IP, se encuentran entes públicos y privados dedicados al área de las geociencias.

Afortunadamente las empresas privadas ven con gran acierto y acogida la aplicación del NTRIP. El primer factor que incide en la aceptación de la tecnología es la posibilidad de necesitar un solo equipo GNSS, el rover. Por lo cual el cliente invertirá solo la mitad del valor de un equipo regular. El segundo punto importante es la consistencia y calidad de los resultados.

Entre las aplicaciones más resaltantes del NTRIP por parte de la empresa privada, pueden mencionarse: proyecto de construcción, trazado, replanteo y ejecución de las líneas de ferrocarriles, establecimiento de control geodésicos con fines diversos, estudios ambientales, aplicaciones hidrográficas y costeros, topografía, prospección sísmica, percepción remota, posicionamiento de líneas de transmisión de hidrocarburos, levantamientos catastrales a nivel urbano y rural, diseño de SIG's, entre otros.

Además, en el sector académico existen usuarios interesados en el método para así indagar y darle respuestas a necesidades que impliquen un posicionamiento preciso, con la ventaja de ser en tiempo real y de fácil obtención. El desarrollo de investigaciones que permitan ofrecer respuestas concretas sobre la utilidad práctica del GNSS-NTRIP en el ámbito de la ciencia y la tecnología inherentes a la Geodesia y sus afines, tienen gran interés por parte de la Universidad del Zulia y su Centro de Procesamiento y Análisis GNSS SIRGAS, esto debido a la gran potencialidad del NTRIP como herramienta precisa para lograr un posicionamiento confiable en modo diferencial y absoluto.

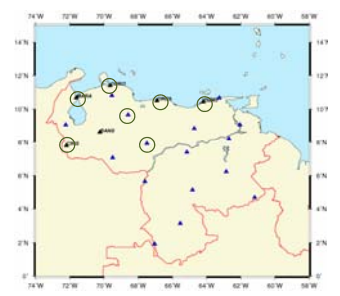
En el caso específico de la industria petrolera venezolana (PDVSA), se ha encontrado en el GPS-NTRIP una valiosa alternativa al momento de realizar tareas como: replanteo de tuberías, localizaciones de producción, exploratorias y de linderos, ortorectificación de imágenes satelitales de alta resolución, posicionamiento y orientación de líneas sísmicas, operaciones catastrales urbanas y rurales propias de PDVSA y la delimitación de sus zonas de seguridad.



ACCIONES POR REALIZAR

Hasta los momentos solo funciona en Venezuela una estación como generadora y transmisora de correcciones diferenciales vía NTRIP, siendo ésta MARA. Para diversificar el uso del método a nivel nacional, resulta imprescindible la adecuación de las estaciones activas que integran a REMOS e inclusive, la instalación de otras más permitiendo la densificación de la red. Inicialmente, la incorporación de las estaciones a la red del IGS-IP, resulta convenientemente hasta tanto se pudiese la puesta en funcionamiento de un *caster* nacional.

Del total de estaciones REMOS actualmente existentes, sólo siete tienen la capacidad instrumental para formar parte de la red NTRIP de IGS, siendo éstas San Cristóbal, Coro, San Carlos, Caracas, Cumandá y San Tomé, además de Maracaibo.



Está previsto a corto plazo, la adecuación de algunas estaciones en el marco de un proyecto de investigación desarrollado por la Universidad del Zulia, para luego dar inicio a los primeros ensayos de conectividad, rendimiento y funcionamiento en general.

La extensión del NTRIP a REMOS es una realidad necesaria y conveniente. La estación de referencia de LUZ (MARA), una SOKKIA GRS 2700, tiene su propio *caster*, y puede ser accedida en forma directa o a través del BKG, funcionando de forma estable todo este tiempo, pero con una sola estación en funcionamiento no es suficiente; la incorporación del resto de las estaciones si bien no es complicada, requiere de trabajo conjunto entre las instituciones responsables, la idea es consolidar una red GNSS activa capaz de ofrecer posicionamiento en tiempo real NTRIP, siendo la mejor alternativa a nivel nacional, en cualquier país del grupo SIRGAS para mantener un sistema geodésico de vanguardia.

REFERENCIAS

• Briccio A., Marcó I., Ruib L., Cioco V., Royero G., Baracoa L., Wildermann E., Hoyer M., Barrios M. (2009) "Mediciones GPS NTRIP: Una nueva alternativa para el posicionamiento preciso en Venezuela". Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería, LUZ, Vol. 32, No. 3.

• Briccio A., Marcó I., Ruib L. (2009) "Implementación del servicio NTRIP en la estación GPS de monitoreo permanente REMOS-MARA". Trabajo de Pregrado, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

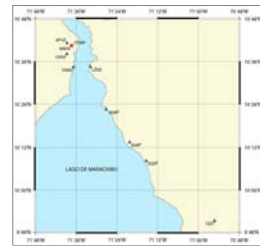
• Hoyer M., Costa S., Pérez R., Weber G., Da Fonseca E., Krueger C., Junier N. (2009) "NTRIP in South America through the SIRGAS-RT Project". Paper International Association of Geodesy Scientific Assembly, Buenos Aires, Argentina.

• Márquez A. (2007) "NTRIP: herramienta indispensable para la Cartografía y el Caster". Seminario Nacional de Geodesia Mediciones Científicas e Industriales CA, MECINCA, Caracas, Venezuela. <http://www.mecinca.com>

• Ramos F. y Viloria D. (2009) "Evaluación e implementación de mediciones GNSS mediante el uso de NTRIP en Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA)". Trabajo de Pregrado, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

PRUEBAS REALIZADAS Y SUS RESULTADOS

Las pruebas realizadas por parte del Centro de Procesamiento y Análisis GNSS SIRGAS de la Universidad del Zulia (CPAGS-LUZ), han estado centradas en darle continuidad a los ensayos desarrollados desde 2009, cuando se evaluó el método midiendo sobre líneas base cortas, medias y largas desde la estación MARA. Para líneas base de hasta 120km, midiendo con doble frecuencia, se lograron determinaciones en el orden de ±3cm en posición y ±15cm en altura alipsoidal. Mediciones con una frecuencia arrojaron determinaciones en el orden de ±3cm y ±15cm en posición y altura, para líneas de hasta 11km. Para líneas mayores se evidencian efectos de ambigüedades principalmente.



De esta manera, con el fin de evaluar la consistencia de las determinaciones GPS-NTRIP en términos de exactitud, latencia, fijación de ambigüedades, hardware y software, disponibilidad del servicio de Internet, entre otros, se han estado ejecutando mediciones vinculadas con la estación MARA, sobre puntos exentéricos a ella, a través del *caster* del BKG, utilizando instrumental de una y doble frecuencia. Adicionalmente, otras estaciones base como Manaos, Rio de Janeiro (ambas en Brasil) y Concepción (en Chile) fueron consideradas.

Si bien es cierto que las longitudes de las líneas base formadas entre las exentéricas de MARA y las demás estaciones, son considerablemente largas, implicando efectos que desmejoran la calidad de los resultados GPS, la idea fue evaluar la disponibilidad y conectividad. Las posiciones estimadas para las exentéricas EXC1 y EXC3 con instrumental de una y doble frecuencia, fueron comparadas con las conocidas, obteniéndose las diferencias mostradas en las tablas 1 y 2.

Tabla 1: Diferencias medias entre las coordenadas estimadas vía GPS-NTRIP con respecto a las conocidas para EXC1 y EXC3; equipo de doble frecuencia

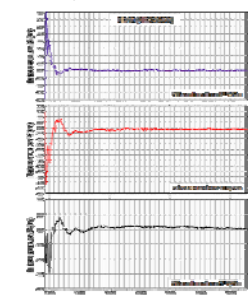
BASE	ROVER	Δp (m)	Δh (m)	Δh (m)	Tipo de Solución	Latencia (s)	Longitud de la línea (Km)	Tiempo de Fijación
MARA	EXC1	0.026	0.003	0.020	Fija	2	0.06	Inmediato
MARA	EXC1	0.001	0.012	0.065	Fija	2	0.005	Inmediato
NAUS	EXC3	0.732	1.236	0.883	Flotante	3	~1650	20min
CONZ	EXC3	1.948	0.293	2.516	Flotante	2	~4830	20min
CONZ	EXC3	2.724	0.468	7.866	Flotante	2	~5250	25min

Tabla 2: Diferencias medias entre las coordenadas estimadas vía GPS-NTRIP con respecto a las conocidas; equipo de una frecuencia

BASE	ROVER	Δp (m)	Δh (m)	Δh (m)	Tipo de Solución	Latencia (s)	Longitud de la línea (Km)	Tiempo de Fijación
MARA	EXC3	0.024	0.027	0.091	Fija	2	0.006	Inmediato
NAUS	EXC3	1.927	0.258	0.930	Flotante	3	~1650	20min

Estos resultados, demuestran una vez más el uso potencial del GPS-NTRIP en Venezuela, pues la limitante que representa el acceso a Internet ha venido siendo superada en los últimos años, pero otra debilidad persiste, siendo ésta la escasez de estaciones activas generadoras y transmisoras de correcciones diferenciales. Este es sin duda, uno de los mayores problemas que deben ser atacados si se desea una implementación más efectiva del método en el país.

En cuanto a la implementación del Posicionamiento de Punto Preciso en Tiempo Real (PPP-TR) a través de la infraestructura NTRIP, el CPAGS-LUZ ha realizado algunas pruebas piloto, evaluando en primera instancia el software BNC V2.4 ofrecido por el BKG, el cual además de permitir el acceso a correcciones de órbitas y parámetros de reloj de los satélites para lograr la estimación precisa en forma absoluta, también posibilita la aplicación de parámetros de transformación para la expresión de las coordenadas a los marcos SIRGAS95 y SIRGAS00. Los resultados son muy alentadores, logrando la obtención de coordenadas con una calidad media de ±0,20m luego del periodo de convergencia de la solución PPP.



PDVSA por su parte, ha efectuado diversas pruebas destinadas a establecer el marco de aplicaciones del GPS-NTRIP en sus áreas de influencia, evaluando en primer lugar las condiciones bajo las cuales puede accederse a los mensajes de corrección diferencial NTRIP, pues la mayoría de sus trabajos geodésicos toman lugar en condiciones de entorno rural y semi-rural en donde la infraestructura comunicacional sigue siendo escasa.

De esta manera, comparaciones y evaluaciones del desempeño propio del GPS-NTRIP con respecto a la metodología RTK (ampliamente utilizada por la industria), han tomado lugar, incluyendo naturalmente los espacios urbanos. En estos, la novedosa herramienta de posicionamiento en tiempo real resultó más eficaz al permitir la observación sobre estaciones donde no fue posible recibir la corrección por vía radio modem.



Otras comparaciones entre el GPS-NTRIP con servicios de posicionamiento por suscripción como es el caso del Omnistar VBS, también han sido realizadas por parte de PDVSA. Los resultados fueron altamente satisfactorios luego de medir sobre vértices de la densificación PDVSA-REGVEN, al lograr la estimación de posiciones con una mayor calidad, tal y como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Comparación entre determinaciones GPS-NTRIP vs Omnistar VBS

Estación	Diferencia en Posición (m)		Diferencia en Altura (m)		Línea Base (Km)
	NTRIP	Omnistar	NTRIP	Omnistar	
128R	0.03	1.48	1.67	0.80	8.2
162R	0.31	1.26	1.12	0.92	21.4
168R	0.18	0.59	1.10	1.98	35.7

Las pruebas por parte de MECINCA han estado orientadas a evaluar los rangos de distancia mínimos para lograr una fijación de ambigüedades óptima, empleando instrumentos con características diferentes, estos ensayos revelan la necesidad de una red GNSS activa que satisfaga las necesidades de las mediciones en tiempo real NTRIP, para así explotar al máximo sus beneficios. No obstante, para líneas base mayores a 20km el tipo de solución obtenida (fija o flotante) permite la aplicación en trabajos catastrales rurales, en los cuales según por normas venezolanas, la precisión de hasta ±0,50m es aceptable.

Actualmente se está experimentando con un receptor Proflex 500 de Ashtech, que tiene salida directa por los puertos que uno desee, en nuestro caso desde el 1051 al 1055, en el 1051 tiene salida RTCM 3.1 y en el 1055 sale RTCM 2.3, y en forma directa nos conectamos a los puertos (IP Director) para evaluar la diferencia en los tiempos de latencia (tiempo muerto) sin el protocolo NTRIP; hemos observado que la ganancia no es mayor de medio segundo, por lo que se prefiere NTRIP en su *caster*.