



## El proyecto EUREF-IP. Resultados con GPRS *EUREF-IP project. Results with GPRS*

González-Matesanz, F.J.<sup>(1)</sup>, Weber, G.<sup>(2)</sup> Celada, J.<sup>(3)</sup>, Dalda, A.<sup>(4)</sup> y Quiros, R.<sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup>Instituto Geográfico Nacional, General Ibañez Ibero 3, 28003, Madrid, [fjgmatesanz@mfom.es](mailto:fjgmatesanz@mfom.es)

<sup>(2)</sup>Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Richard-Strauss-Allee 11, D-60598 Frankfurt am Main

<sup>(3)</sup>Instituto Geográfico Nacional, General Ibañez Ibero 3, 28003, Madrid, [icelada@mfom.es](mailto:icelada@mfom.es)

<sup>(4)</sup>Instituto Geográfico Nacional, General Ibañez Ibero 3, 28003, Madrid, [adalda@mfom.es](mailto:adalda@mfom.es)

<sup>(5)</sup>Instituto Geográfico Nacional, General Ibañez Ibero 3, 28003, Madrid, [rquiros@mfom.es](mailto:rquiros@mfom.es)

### SUMMARY

*The increased data throughput capacity of the Internet, in conjunction with services such as WI-FI (Wireless Fidelity) or GPRS (General Packet Radio Service), makes it possible to broadcast DGPS or RTK corrections, EGNOS data, raw data, or any data, and receive it with small and powerful devices like PDAs or Tablet PCs. From the broadcaster's point of view, this technology avoids the drawbacks of techniques such as DAB (Digital Audio Broadcasting) or RDS (Radio Data System) while achieving better reception by utilizing Internet mobile services. EUREF-IP, a real-time differential GNSS service, was developed applying IP streaming techniques. This paper shows results of receiving RTK/DGPS data from the Madrid reference station with a GPRS connection.*

### 1. INTRODUCCIÓN

Dentro del marco de EUREF el BKG ha desarrollado una nueva técnica de registro e intercambio de datos GNSS así como la difusión de productos derivados como la transmisión de correcciones diferenciales en tiempo real, todo ello ha sido realizado utilizando como partida código abierto de GNU. La mayor parte de la actividad en este campo es llevada a cabo a través de la disseminación de datos GPS (DGPS) en forma de correcciones diferenciales para posicionamiento preciso y navegación. Este artículo describe la técnica basada en una conexión tipo "http" para la transmisión de datos GNSS a los usuarios móviles conectados a Internet mediante redes tipo: GSM, GPRS, EDGE o UTMS. Esta técnica utiliza un protocolo denominado NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol).

GSM: Global System for Mobile Communications

EDGE: Enhanced Data rate for Global Evolution

GPRS: General Packet Radio Services

UTMS: Universal Mobile Telecommunications Service

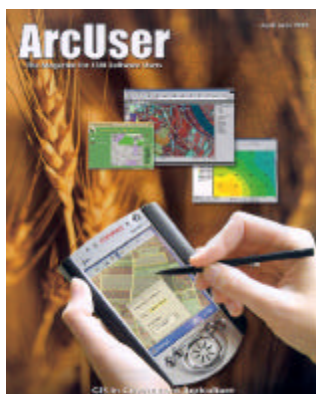


Figura 1 Integración de tecnologías

### 2. TECNOLOGÍA

Debido en gran incremento de capacidad de Internet, se han creado aplicaciones que son capaces de transferir continuos flujos de datos mediante paquetes IP (Internet Protocol) como por ejemplo Internet radio. Comparada con estas aplicaciones, como por ejemplo la videoconferencia, el ancho de banda requerido para difundir correcciones GPS es relativamente pequeño, unos 0.5Kb/s para DGPS y 5Kb/s para RTK. Debido esto, la difusión de correcciones GPS mediante Internet y redes de telefonía móvil IP es una

alternativa al uso de las redes clásicas terrestres de radiodifusión. El acceso móvil a Internet está disponible hoy el día en muchas regiones a precios asequibles. Además, los flujos de datos de las estaciones de referencia y de las grandes bases de datos SIG pueden ser atendidas de forma simultánea a través de un único canal de comunicación *http*. Hoy en día es posible integrar en equipos extraordinariamente pequeños tecnologías procedentes de diferentes naturalezas: GPRS, GPS, DGPS/RTK, GIS como se puede observar en la Figura 1.

### 3. PRINCIPIOS BÁSICOS

La generación de correcciones diferenciales GPS se realiza generalmente directamente en un receptor GPS o mediante un conjunto de observaciones procedentes de una red y obtenidas a través de una serie de estación de referencia. el flujo de datos es enviado a un servidor que hace posible el acceso de los mismos a través de Internet por medio del protocolo adecuado (Figura 2) un usuario móvil puede acceder a estos mediante Internet a través de un teléfono móvil utilizando un programa cliente que accede a la dirección IP del servidor para proporcionar éstos al receptor GPS. La distancia entre la estación de referencia y el cliente se parte en dos, una que conecta la estación GPS con el servidor y la otra que conecta éste con el usuario; esta última es posible realizarla mediante tecnología móvil.

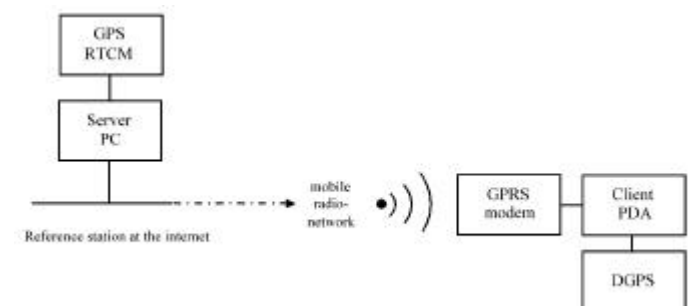


Figura 2 Flujo de datos RTCM sobre Internet

Es decisión del usuario escoger la tecnología de acceso a los datos DGPS o RTK de entre las disponibles, como por ejemplo, GSM, GPRS o EDGE. La tecnología GPRS orientada a paquetes IP es de gran importancia para las aplicaciones DGPS, la fiabilidad de GPRS y la excelente cobertura de la red de telefonía móvil proporcionan una herramienta excepcional como predecesora de la futura UTMS; con la tecnología GPRS los usuarios pagan únicamente por los datos transferidos y no por la duración de la conexión. Si lo comparamos con GSM los gastos para un usuario



DGPS bajan hasta un 90%, no observándose un ahorro significativo respecto de la tecnología RTK debido a que ocupa un ancho de banda casi diez veces mayor. El coste estimado con un bono de 20Mb por 6€ suele rondar los 0.45€ por punto RTK.

#### 4. EL PROTOCOLO NTRIP

Este protocolo han sido desarrollado por el BKG junto con la universidad de Dortmund y está basado en *http* (Hyper Text Transfer Protocol), permite transmitir el flujo DGPS así como cualquier otro tipo de datos GNSS a receptores móviles mediante Internet. Este protocolo permite transmitir RTCM y obtener suficiente precisión si la edad de la corrección no es mayor de algunos segundos.

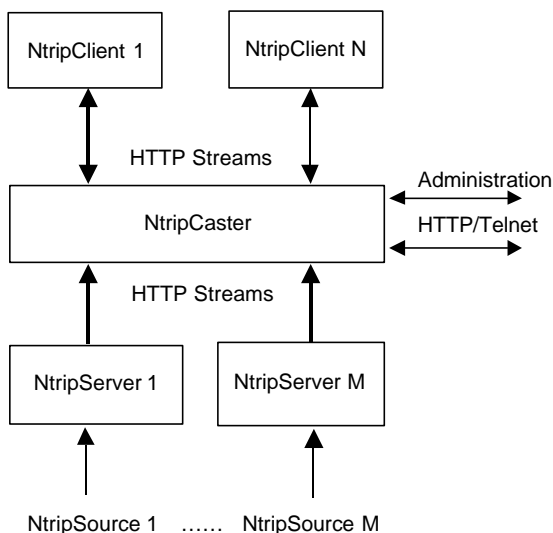


Figura 3 Componentes de NTRIP

Los componentes de NTRIP son:

- NtripSources: que generan flujos de datos DGPS en una localización determinada
- NtripServers: que transfieren los datos desde una o varias fuentes en formato NTRIP.
- NtripCaster: corresponde al sistema de difusión y repartidor de flujos
- NtripClients: los receptores de datos de la distintas fuentes desde el caster

Las ventajas de esta tecnología son:

- a) El protocolo NTRIP está basado en *http* como “capa de protocolo” en la parte más alta de TCP/IP (modelo OSI). Consecuentemente cualquier flujo de datos es transmitido exclusivamente a través del puerto 80, de esta manera los problemas habituales con los *firewall* y *proxies* se eliminan.
- b) El “caster” que actúa entre el cliente y el servidor de forma similar a Internet de radio duplica los flujos de datos entrantes de tal manera que puedan ser recibidos simultáneamente por varios usuarios. Éste paso intermedio actúa a la vez como elemento de seguridad para los proveedores de datos.

#### 5. ESTACIONES DE REFERENCIA

En julio de 2003 unas 90 estaciones emitiendo RTCM o datos brutos de están disponibles a través de NTRIP. En el caso de Alemania la red GREF formada por unas 20 estaciones GPS/GLONASS fue integrada en el proyecto, esta vez se ha denominado GREF-IP y proporciona correcciones DGPS de unas 20 estaciones de referencia virtuales distribuidas por todo el territorio de la República Federal de Alemania. este servicio permite un posicionamiento con garantías suficientes en torno a 0.5m en todo el

territorio. La unidad central de proceso utiliza el software GPSNet de Trimble para generar los datos de corrección.

La red permanente europea (EPN) tiene cerca de 160 estaciones GPS distribuidas por todo el continente a cargo de distintas agencias cartográficas nacionales, en junio de 2002 EUREF adoptó una resolución para proporcionar datos en tiempo real RTCM para posicionamiento y navegación DGPS, de esta manera se inició el servicio denominado EUREF-IP. Además, muchas instituciones privadas o públicas han mostrado gran interés en proporcionar datos DGPS o RTK sobre Internet. actualmente se dispone de los flujos de datos que se que se pueden ver en la Figura 4 para Europa, existiendo flujos de datos disponibles en Australia, EEUU y otras redes también en Europa.

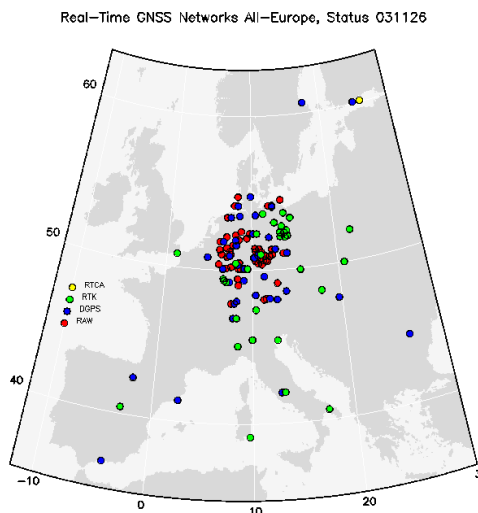


Figura 4 Datos disponibles en tiempo real en Europa (Nov 2003)

#### 6. PRECISIÓN Y EDAD DE LAS CORRECCIONES

Al igual que sucede con un cualquier otro tipo de técnica de transmisión, el tiempo de viaje de los datos de correcciones DGPS o RTK juega un papel de decisiva importancia. El software de posicionamiento en un GPS móvil requiere datos de la manera más instantánea posible, lo cual depende también del tipo de posicionamiento. El uso de los sistemas de transmisión clásicos, como por ejemplo VHF o FM, dedicados exclusivamente a la transmisión de corazones diferenciales permite garantizar el ancho de banda, al contrario que sucede cuando se transmite a través de Internet, el proveedor de servicios de Internet (ISP) debe garantizar que la medida de lo posible un ancho de banda suficiente para las distintas técnicas GNSS, lo cual también es relativamente sencillo hoy en día.

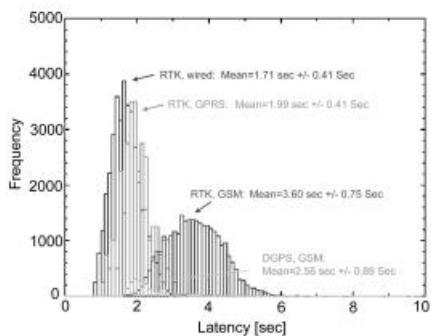


Figura 5 Latencia de correcciones RTK utilizando varios tipos de transmisión atos disponibles en tiempo real

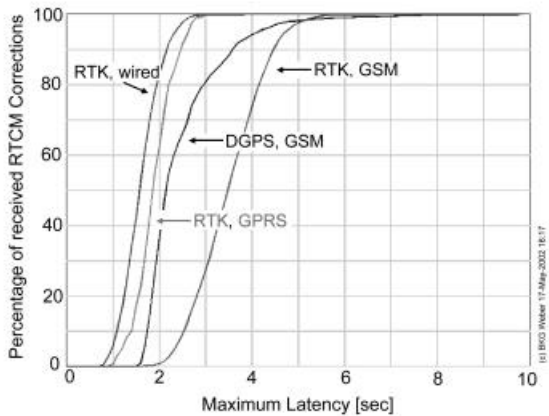


Figura 6 Latencia máxima de correcciones RTK utilizando varios tipos de transmisión

La Figura 5 muestra la latencia de datos de corrección DGPS y RTK (RTCM 2.0 y 2.1) utilizando distintas tecnologías: conexión cable entre receptores, Internet y redes telefónicas móviles (GSM y GPRS). Se han encontrado latencias por debajo de cuatro segundos, lo que implica que Internet es un medio apto para este tipo de comunicaciones sin que exista una perceptible disminución de calidad con este método.

En la Figura 7 se puede observar un registro de datos cada segundo sobre una posición estática en un punto conocido. Las correcciones RTCM fueron recibidas mediante Internet y GPRS. La figura muestra las diferencias aún. Conocido durante un período de una hora. Ni para aplicaciones DGPS o RTK se observa una disminución de calidad por la comunicación móvil.

Se han realizado distintos test en Madrid con un equipo experimental compuesto por teléfono móvil de 2.5G (segunda generación y media), ordenador portátil y equipo GPS de doble frecuencia con OTF.



Figura 7 Toma de datos en campo

Las pruebas realizadas mediante la configuración que se puede ver en la Figura 9 en puntos situados a diferentes distancias dan un resultado excelente para la utilización del sistema en cualquiera de sus variantes: datos brutos, DGPS, RTK o EGNOS. El hecho de enviar RTK, con el incremento notable de ancho de banda necesario para ello (5Kb/s) se justifica por el hecho de que es posible abarcar todo el área metropolitana de Madrid con una única estación (figura 8)

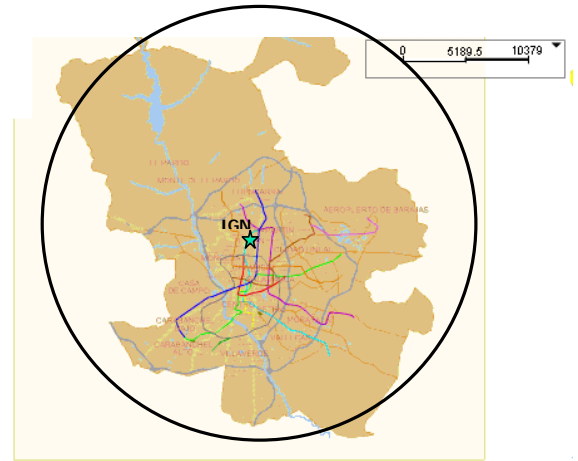


Figura 8 Estación de Madrid y radio de 15 Km.

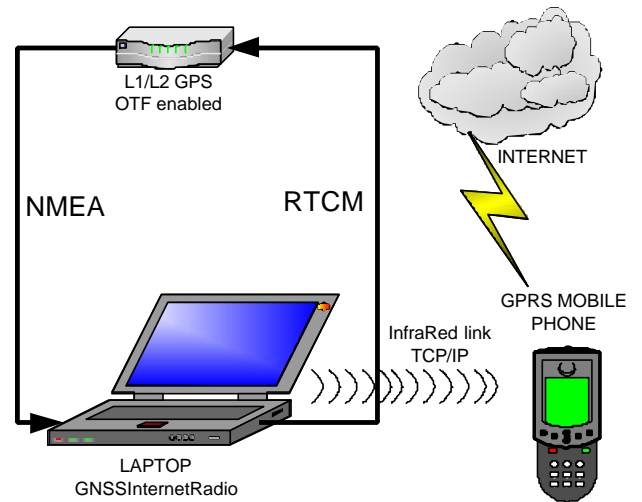


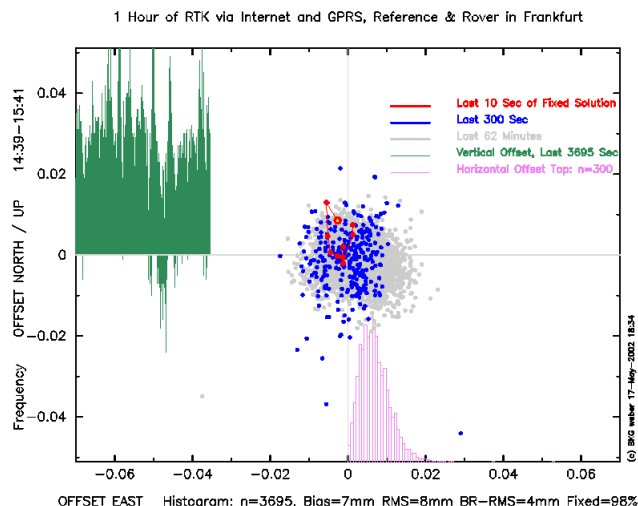
Figura 9 Flujo de datos y equipo utilizado en los test

## 7. CONCLUSIONES

NTRIP es la nueva tecnología para transferir datos GNSS (por ejemplo correcciones RTCM) mediante redes de Internet o de telefonía móvil. Los test realizados no muestran una significativa pérdida de prestaciones comparado con el uso de otros medios de transporte. El software NTRIP se ha desarrollado dentro de EUREF bajo licencia GNU (General Public License) y en la actualidad existe un grupo de trabajo dentro del comité 104 de RTCM a fin de que NTRIP sea un estándar internacional.

Las pruebas de campo realizadas muestran la viabilidad del servicio si bien no es una configuración hardware adecuada dado que la conexión infrarroja entre el ordenador y el teléfono móvil (Figura 9) añade algún segundo más en la edad de los datos. Para fijar la línea base de 20Km fue necesario únicamente 18 segundos. Las Tablas 1 a 4 muestran los resultados obtenidos para unos 7 minutos de ocupación. Este test fue confeccionado para analizar únicamente la solución fija siendo las demás analizadas únicamente para demostrar el efecto comparativo de ambas soluciones. Este test no puede clasificarse de riguroso dado que para ello el tiempo de estación debería haber sido mayor en cada una de las soluciones. No obstante, es una excelente visión de las posibilidades del sistema. Se puede comprobar lo que la teoría dice y confirma la experiencia, esto es, la calidad de la solución fija es fuertemente dependiente de la configuración y la geometría de los satélites.

Finalmente, la tecnología inalámbrica (wireless) está sufriendo un crecimiento espectacular en prestaciones y disponibilidad de uso;



es posible acceder a internet de muy diversas formas de manera inalámbrica (WI-FI, GPRS, EDGE) así como en acceso “fijo” (DSL, ISDN, PLC, cable, VSAT) lo que configura un escenario muy beneficioso para este tipo de tecnología.

Figura 10 Precisión en RTK

Tabla 1 - Solución fija

DTRef	E Dif	N Dif	H Dif	# SV	Time span	Point
5015	-0.008	0.006	0.028	10	429	BM5
10403	0.003	0.008	0.046	6	105	BM10
10403	0.014	0.023	0.022	8	357	BM10
14649	-0.014	0.055	0.008	5	460	BM15
14649	-0.041	0.034	0.010	9	374	BM15
20493	0.010	-0.008	0.020	7	362	VILLE
20640	0.007	0.021	0.021	9	134	VILLT
27568	No fix					Lomo

Tabla 2 - Solución flotante

DTRef	E Dif	N Dif	H Dif	# SV	Time span	Point
5015	-0.020	-0.111	0.197	10	51	BM5
10403	0.247	0.299	0.768	6	541	BM10
10403	0.147	-0.369	0.036	8	82	BM10
14648	0.286	0.051	1.000	5	192	BM15
14649	-0.009	0.073	0.442	9	8	BM15
20493	-0.464	-0.304	-3.164	7	11	VILLE
20640	-0.745	0.283	-0.163	8	89	VILLT
27568	0.156	-0.493	0.342	8	600	Lomo

Tabla 3 - Solución DGPS

DTRef	E Dif	N Dif	H Dif	# SV	Time span	Point
5015	-0.026	-0.203	-0.113	10	56	BM5
10403	0.216	0.092	0.784	6	124	BM10
10403	-0.360	-0.028	-0.905	8	43	BM10
14649	0.112	-0.624	0.893	5	6	BM15
14649	-0.082	-0.147	0.679	9	5	BM15
20492	0.234	0.335	0.229	7	6	VILLE
20640	-0.322	0.293	-0.090	8	62	VILLT
27568	0.048	-0.760	0.583	8	5	Lomo

Tabla 4 - Solución autónoma

DTRef	E Dif	N Dif	H Dif	# SV	Time span	Point
5018	-1.288	-2.022	7.874	10	202	BM5
10400	0.511	5.678	21.232	6	176	BM10
10405	-2.580	1.687	10.283	8	32	BM10
14646	1.158	3.620	15.971	5	15	BM15
14648	1.017	-1.567	11.380	9	119	BM15
20493	-0.160	2.648	14.200	7	45	VILLE
20639	0.528	1.389	14.271	8	187	VILLT
27570	-2.335	3.668	18.148	8	59	Lomo

## 8. REFERÊNCIAS

- Weber, G., and Gonzalez-Matesanz, Javier, (2003) EUREF-IP for Wireless GNSS/DGNSS, Example Implementation in Madrid, *EUREF 2003 Symposium of the IAG Subcommittee for Europe (EUREF)*, Toledo, Spain
- Hada, H., K. Uehara, H. Sunahara, J. Murai, I. Petrovski, H. Torimoto and S. Kawaguchi (1999) New Differential and RTK Corrections Service for Mobile Users, Based on the Internet, *Proc. of ION'99*.
- JPL, Orbiter and Radio Metric Systems Group (2001). Internet-based Global Differential GPS, <http://gipsy.jpl.nasa.gov/igdg/>.
- Kawakita, Y., H. Hada, K. Uehara, I. Petrovski, S. Kawaguchi, H. Torimoto, S. Yamaguchi, and J. Murai (2000). Design of Internet Based Augmentation Network, *Proc. of GNSS2000*, May
- Rupprecht, W. (1999-2001). DGPS corrections over the Internet, <http://www.wsrcc.com/wolfgang/gps/dgps-ip.html> ..
- EUREF-IP Real-Time Project [http://www.epncb.oma.be/projects/euref\\_IP/euref\\_IP.html](http://www.epncb.oma.be/projects/euref_IP/euref_IP.html)
- Distribution Maps of Real-Time GNSS Data Availability in Europe [http://igs.ifag.de/root\\_ftp/misc/ntrip/maps](http://igs.ifag.de/root_ftp/misc/ntrip/maps)
- Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (Ntrip), Documentation [http://igs.ifag.de/root\\_ftp/software/NtripDocumentation.zip](http://igs.ifag.de/root_ftp/software/NtripDocumentation.zip)
- Ntrip Software Downloads [http://igs.ifag.de/ntrip\\_down.htm](http://igs.ifag.de/ntrip_down.htm)
- EUREF-IP Ntrip Broadcaster [http://igs.ifag.de/index\\_ntrip\\_cast.htm](http://igs.ifag.de/index_ntrip_cast.htm)
- Notice Advisory to Broadcaster Users (NABU) [http://igs.ifag.de/root\\_ftp/misc/ntrip/nabu](http://igs.ifag.de/root_ftp/misc/ntrip/nabu)