



# CATNET: una red de estaciones permanentes GPS con capacidades de tiempo real *CATNET: a permanent GPS network with real-time capabilities*

**Julià Talaya, Ernest Bosch, Miquel Àngel Ortiz, Carme Parareda**

Institut Cartogràfic de Catalunya, Parc de Montjuïc 08038 Barcelona, talaya@icc.

## SUMMARY

Since 1992 the Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) has deployed a permanent GPS network that covers Catalonia. The network consists of 8 stations with an average distance of 100 km between them. To take full advantage of the network the ICC is working on the deployment of several real time services that will bring CATNET closer to the user. A description of the different services will be presented, some of the services are already operational since 1995 as the RASANT while others are still under development as RTK broadcast. The real time services will be based on satellite technology VSAT (Very Small Aperture Terminal) for the real time data collection from the permanent GPS stations and DAB (Digital Audio Broadcast) for the data dissemination to the end user. First test and experiences with will be presented.

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde 1991 el Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) está trabajando en el proyecto SPGIC (Sistema de Posicionamiento Geodésico Integrado de Cataluña), Colomina et al. (1995). SPGIC se define como un conjunto de normas legales, datos, comunicaciones, hardware, software y soporte técnico que permiten el posicionamiento en todo el territorio de Cataluña.

Uno de los elementos fundamentales del proyecto SPGIC es CATNET (CATalan Network), una red de estaciones permanentes GPS, Ortiz et al. 1998. La red está configurada por 8 estaciones de referencia que cubren una área de 30000 km<sup>2</sup> con una población de 6 millones de habitantes (Figura 1). La red ha sido diseñada para proporcionar una cobertura uniforme excepto en el área de Barcelona (con mayor densidad de población) que está cubierta por dos estaciones para aumentar la redundancia.

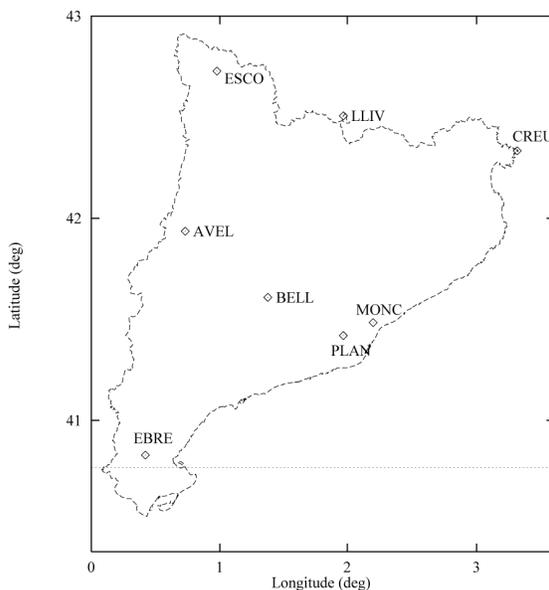


Figura 1 - CATNET

Todas las estaciones disponen de receptores geodésicos con antenas choke-ring montadas sobre pilares muy sólidos. Desde el inicio del despliegue se identificó la importancia del posicionamiento cinemático por lo que todos los receptores recogen observaciones con una cadencia de 1 Hz. Los ficheros se envían mediante telefonía celular al ICC. Según necesidades, dichos ficheros se filtran a un intervalo entre épocas de 15 segundos antes de su envío al ICC.

## 2. RED GPS CON CAPACIDADES DE TIEMPO REAL

CATNET proporciona un excelente marco de referencia para el posicionamiento geodésico en Cataluña, diversas aplicaciones pueden ser llevadas a cabo mediante postproceso sin embargo la posibilidad de disponer de los datos de la red en tiempo real aumentaría enormemente sus aplicaciones, Talaya y Bosch (1999).

Para poder proporcionar servicios en tiempo real los datos de las estaciones permanentes tienen que ser transferidos a la sede del ICC, procesados y posteriormente diseminados para su utilización por parte de los usuarios. Después de realizar un análisis detallado el ICC decidió utilizar la tecnología VSAT (Very Small Aperture Terminal), Maral (1996), basada en comunicaciones vía satélite para la transmisión de los datos de las estaciones permanentes GPS a la sede del ICC y utilizar la tecnología emergente de radio digital DAB (Digital Audio Broadcast) para la difusión de la información a los usuarios.

### Tecnología VSAT

VSAT es un sistema de comunicaciones basado en satélite de bajo coste, fiable y de fácil instalación. El sistema dispone de un servidor central (figura 2) y utiliza la misma infraestructura de la nueva red sísmica del ICC implementada por la Unidad de Geología, Roca et al. (1998). A finales de 1999 dos estaciones GPS (AVEL, LLIV) transmitirán observaciones GPS a 1 Hz a la sede del ICC vía VSAT.

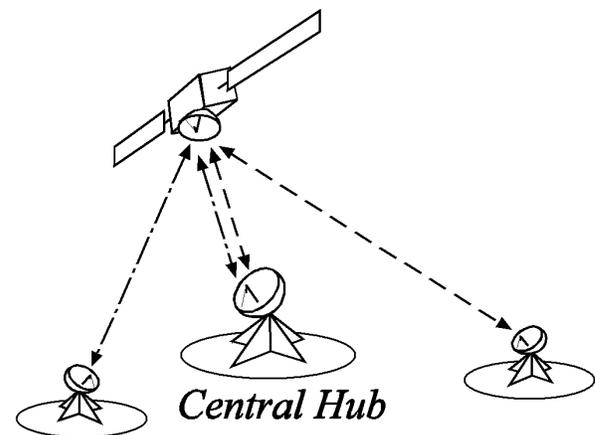


Figura 2 - Configuración de red en estrella VSAT (VSAT Star network configuration)



### *Tecnología DAB*

Como se ha comentado anteriormente para proveer de servicios en tiempo real la información de las estaciones permanentes debe ser difundida a los usuarios. El medio de radiodifusión debe ser: de bajo coste, de alta calidad, proporcionar cobertura a una gran parte del territorio y disponer de la capacidad suficiente para la transmisión de los datos. El servicio RASANT, Talaya et al. (1997), transmite la información vía RDS (Radio Data System) sobre subportadoras de emisoras comerciales de FM, sin embargo la difusión de correcciones diferenciales de la fase requiere capacidades de transmisión mucho mayores. El ICC ha adoptado la tecnología DAB para difundir servicios en tiempo real que requieran una alta capacidad de transmisión.

DAB es un estándar para la transmisión de radio digital comercial, tiene una capacidad de 1.7 Mbps repartidos en 6 programas de audio de alta calidad y dispone de una capacidad importante (150 – 300 Kbps) para la transmisión de datos. Se ha desarrollado una canal transparente de datos (TDC) que permite una conexión RS-232 transparente entre el multiplexor DAB y el receptor de radio DAB. La información RTK se inyecta mediante un enlace RS-232 al multiplexor DAB y esta misma información, estará disponible en el enlace RS-232 del receptor de radio DAB lista para ser inyectada al receptor GPS.

### **3. SERVICIOS DE CATNET**

Para explotar al máximo las capacidades en tiempo real de CATNET el ICC esta trabajando en el despliegue de 5 servicios públicos.

#### *RASANT*

Desde 1995 el ICC ha estado transmitiendo correcciones diferenciales de código de la estación BELL mediante el sistema RASANT vía RDS. En 1999 se empezó la instalación de un servicio de monitorización de integridad del sistema para proporcionar mayor robustez al servicio RASANT. Dicho sistema estará basado en la duplicidad de las estaciones GPS generadoras de las correcciones diferenciales de código, BELL (estación principal), PLAN (estación secundaria) y de una estación que monitorice continuamente las correcciones RASANT, en caso de detectar algún error en las correcciones diferenciales transmitidas el sistema cambiaría automáticamente a la estación de referencia secundaria.

#### *RACP*

La idea de utilizar una red de estaciones permanentes GPS para mejorar el posicionamiento de código ha existido desde el desarrollo del concepto WAAS (Wide Area Augmentation System). En el WAAS las observaciones de una red de estaciones permiten la determinación de los diferentes parámetros presentes en los modelos usados para el posicionamiento de código. Esta misma idea aplicada a una área regional permitiría una mejora del posicionamiento de código a nivel regional, RACP (Regional Area Code Positioning), hasta los niveles nominales del ruido de las observaciones de código (20-30 cm) en toda la región cubierta por la red.

#### *RTK*

Una estación permanente que transmita correcciones diferenciales RTK permitiría un posicionamiento centimétrico en un radio de 15-20 km de la estación. Puesto que entre el 50-60% de la población de Cataluña habita en el área de Barcelona, la transmisión de correcciones de la fase RTK desde las estaciones de PLAN y MONC proporcionaría un servicio de posicionamiento centimétrico en una de las zonas más dinámicas de Catalunya.

El 12 de Julio de 1999 empezó la fase experimental para la transmisión de correcciones diferenciales RTK de estaciones GPS individuales vía DAB. Mensajes RTCM (tipo 18 –21) se transmitieron utilizando el canal TDC con una capacidad de 8000 bps. Los resultados mostraron gran calidad de transmisión y soluciones RTK/OTF fueron obtenidas por el receptor móvil. Dentro

de la fase experimental, desde noviembre de 1999 se está transmitiendo continuamente correcciones RTK vía DAB.

#### *RARTK*

La transmisión de correcciones diferenciales RTK de estaciones GPS individuales proporciona un excelente servicio en áreas limitadas (15 – 20 km de la estación) pero la total cobertura de un territorio con una red de estaciones permanentes con una separación media de 30-40 km implica una gran inversión en infraestructura. La comunidad geodésica esta estudiando la idea de utilizar Regional Area RTK para superar los 20 km de limitación inherentes del posicionamiento RTK clásico. El proceso en tiempo real de los datos de la red de estaciones permanentes GPS permitiría la obtención de un vector de correcciones (correcciones de órbitas, correcciones del reloj de los satélites, correcciones ionosféricas, correcciones troposféricas) de alta precisión que debería permitir la resolución de ambigüedades en toda la región cubierta por la red de estaciones permanentes. Este vector de correcciones sería transmitido al usuario vía DAB.

#### *GEOFONS*

Las observaciones realizadas por las estaciones permanentes GPS también están disponibles vía ftp (<ftp.icc.es>) para su utilización en aplicaciones de postproceso. La transmisión de los datos en tiempo real en el ICC permitirá su disponibilidad vía ftp con un retardo máximo de 0.5 – 2 horas lo cual posibilitará su utilización para la mejora de predicciones meteorológicas a partir de la determinación del retardo que sufren las señales GPS a su paso por la troposfera (proyecto MAGIC).

### **4. AGRADECIMIENTOS**

Parte de la infraestructura de CATNET ha sido financiada por el proyecto español IGUANA (CICYT TIC97-0993-C02-01), el proyecto europeo MAGIC (PL972065) y por el CUR catalan (Comissionat per a les Universitats i Recerca).

### **5. REFERENCIAS**

- Colomina,I., Térmens, A., Ortiz,M.A., Talaya,J., 1995. SPGIC: Integrated Geodetic Positioning System of Catalonia. International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) XXI General Assembly, 2.7.95 -- 14.7.95 Boulder, (Colorado – EEUU).
- Maral G., 1996. VSAT Networks. Willey & Sons.
- Ortiz,M.A., Talaya,J., Bosch,E., Parareda,C., 1998. GPS diferencial en tiempo real en Cataluña. II Maratón GPS. 16 – 17 Noviembre, Madrid.
- Roca, A., Goula,X., Olmedillas J.C., Talaya,J., 1998. Redes de Observación Geofísica con plataformas VSAT. Proyecto de red del Institut Cartogràfic de Catalunya. Jornadas científicas, 100 años de observaciones sísmológicas en San Fernando. Julio 1998, San Fernando.
- Talaya,J., Mesa,J., Segarra,J., Colomina,I., 1997. El Sistema DGPS RASANT en Cataluña. III Setmana Geomàtica de Barcelona, 8.4.97-- 11.4.97, Barcelona.
- Talaya,J., Bosch,E., 1999. CATNET, a permanent GPS network with real-time capabilities. Proc. ION GPS-99, 12<sup>th</sup> Int. Tech. Meeting of The Satellite Division of The U.S. Institute of Navigation, 14-17 September, Nashville, (Tennessee – EEUU).