

5. LA RED DE ESTACIONES DE REFERENCIA GNSS DE EXTREMADURA (REP)

*Juan Morillo Barragán
Antonio Andrés Moreno González
Ángel Felipe Pulido Moreno*

1. INTRODUCCIÓN

Revisando algunos de los avatares de la Historia podemos llegar a entender someramente las actuales redes de estaciones de referencia, como la Red Extremeña de Posicionamiento (REP) que nos ocupa en este trabajo, y la importancia que tienen para marcar correctamente nuestra posición.

Uno de esos hitos importantes fue el Decreto de la Longitud, promulgado bajo el mandato de la reina Ana I de Gran Bretaña el 8 de julio de 1714. Establecía un premio de 20.000 libras esterlinas (equivalentes a varios millones de euros en la actualidad) para un método que determinara la longitud con un error no superior a medio grado de círculo máximo (unas 30 millas náuticas o en torno a 55 km) puesto que hasta ese momento era muy fácil perderse en las largas navegaciones oceánicas. Equivale a un error de tiempo acumulado de 2 minutos, a razón de un atraso de 3 segundos diarios durante una travesía media de 40 días (desde Inglaterra al Caribe).

El relojero escocés John Harrison (Sovel, 1997), resuelve ese reto en 1772 con un prototipo del primer cronómetro, el H5, que atrasa menos de un tercio de segundo al día (los relojes de la época atrasaban varios minutos diarios), zanjando el problema relativo al cálculo de la longitud geográfica que acuciaba a los navegantes de la época.

Con el desarrollo de los primeros cronómetros, la medida del espacio queda confinada a una medida precisa del tiempo. Los últimos relojes atómicos basados en osciladores cuánticos atrasan un segundo en 3.700 millones de años, frente a los actuales relojes atómicos que portan los satélites GPS basados en osciladores de hidrógeno que atrasan 1 segundo cada 3 millones de años.

Otro hito definitivo lo marca el primer satélite artificial lanzado en 1957, el Sputnik I, siendo la geodesia espacial (Núñez-García, 1992) capaz de establecer su órbita analizando las señales radiodifundidas desde el satélite a estaciones de control terrestres de posición conocida. Invirtiendo esos términos, si conocemos la posición de varios satélites es posible determinar la situación de cualquier receptor sobre la superficie terrestre. Este razonamiento abre las puertas a los actuales sistemas de posicionamiento por satélite.

La precisión en la medida, ya sea del tiempo o del espacio, se ha convertido en una auténtica prioridad en todos los ámbitos de la tecnología. Con los actuales sistemas de medición por satélite es posible alcanzar precisiones de unos pocos milímetros en longitudes que superan los veinte mil kilómetros de distancia, considerando esta distancia como la separación entre un receptor GPS y la constelación de satélites.

Hasta ahora la Geodesia venía señalizando nuestros montes con esos hitos tan reconocibles que son los vértices geodésicos para estudiar la forma y dimensiones del territorio. Suponen una ayuda inestimable para que ingenieros y topógrafos pudiesen trazar la cartografía o topografía local con la del territorio nacional.

Sin embargo esas señales de la geodesia tradicional que actúan de forma pasiva al ser avistadas en los levantamientos, se ven ahora superadas por un nuevo modelo de redes de antenas de referencia que ejercen un papel activo para el cálculo de nuestra posición empujadas por los nuevos sistemas de posicionamiento por satélite.

El término GPS (*Global Positioning System*), que en pocos años se ha hecho común en todos los ámbitos, se ve ahora ampliado por la iniciativa de las principales potencias, que aspiran a competir con sus propias constelaciones de satélites.

Ahora hablamos de GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*) como una denominación genérica que engloba a todos los sistemas globales de navegación por satélite de este tipo que existen en el mundo:

- USA: Global Positioning System (GPS)
- Federación rusa: Global Navigation Satellite System (GLONASS)
- Europa: European Satellite Navigation System (Galileo)
- China: Compass/BeiDou Navigation Satellite System (CNSS)
- India: Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS)
- Japan: Quasi-Zenith Satellite System (QZSS)

Actualmente, sólo se encuentran operativos GPS y GLONASS, pero en un futuro próximo, cuando nuestro receptor nos informe de la posición, puede estar utilizando para su cálculo satélites de cualquiera de esas constelaciones.

2. APLICACIONES DE LAS REDES DE ESTACIONES DE REFERENCIA GNSS

Para que pueda entenderse la necesidad de establecer una red de receptores GNSS en posiciones concretas, es necesario conocer el método GNSS diferencial y cómo desde esa red se envía la denominada corrección diferencial para que los receptores GNSS que la reciben mejoren su precisión.

2.1. Necesidad de una corrección diferencial

Cualquier receptor GNSS, por sí mismo y por muy costoso que sea, es incapaz de alcanzar precisiones por debajo del metro, puesto que necesita información relativa al medio que lo separa de los satélites y por el que viajan las señales.

La posición exacta de los satélites (efemérides), imprecisiones de los relojes o el retardo de la señal desde éstos a los receptores al atravesar la ionosfera y troposfera, son varios de los errores que imposibilitan el conseguir mejores precisiones.

Si emplazamos el receptor GNSS en una posición fija de coordenadas conocidas, podemos cuantificar el error contrastando la posición calculada a los satélites con la de esas coordenadas conocidas, con lo que podremos hacer partícipes del error a otros receptores GNSS que puedan encontrarse en los alrededores. A esos errores que van evolucionando en el tiempo los denominamos **correcciones diferenciales** y al método **GNSS diferencial**.

A ese receptor fijo se le conoce como **estación de referencia** y la corrección diferencial que envía será válida para aquellos receptores que la reciban dentro de un periodo de tiempo y siempre que tengan a la vista una misma constelación de satélites. Estas circunstancias se dan cuando ambos, estación y receptor, se encuentran próximos, degradándose las precisiones con el distanciamiento de la estación de referencia.

Existen dos tipos de corrección, la corrección diferencial de código, también conocida como GPS diferencial (DGPS o DGNSS) y la corrección diferencial de código y fase, denominada RTK (Real Time Kinematic). Mientras con las primeras las precisiones pueden alcanzar los 30 cm, con el RTK podemos alcanzar 1 o 2 cm.

Otra cuestión es cómo se realiza la transmisión de la información de la corrección diferencial para hacerla llegar desde la antena de referencia hasta el equipo móvil. Existen alternativas como señales desde satélites estacionarios, enlaces de radio (radio módem) o bien el propio internet vía GPRS (*General Packet Radio System* - Sistema General de Paquetes Vía Radio).

En resumidas cuentas, para trabajar con precisiones en torno al centímetro, nuestros profesionales deben contar con una pareja de receptores GNSS, uno de ellos en una localización fija y otro itinerante para realizar el trabajo, lo que implica duplicar la inversión en equipos de alto precio.

La existencia de este tipo de redes promovidas por la Administración ahorra a los usuarios la compra de ese segundo equipo que quedaba condenado a una posición inmóvil, y permite coordinarnos con otros organismos regionales, nacionales e internacionales dentro de los marcos de referencia vigentes.

2.2. Aplicaciones

El acceso en tiempo real proporciona al instante, siempre que se cuente con el receptor GNSS adecuado, las correcciones diferenciales y, por ende, las precisiones centimétricas que de esta corrección se derivan. Esto implica toda una panoplia de aplicaciones a cielo abierto, entre otras:

Redes geodésicas: se pueden densificar las tradicionales redes geodésicas sin necesidad de que los vértices se sitúen en lugares de difícil acceso o que sean visibles entre

sí. Los vértices geodésicos “on line” se constituyen en una red activa básica para el desarrollo de los grandes proyectos de obra civil (carreteras, ferrocarriles, canales, ...).

Levantamientos y replanteos: en espacios abiertos su uso no tiene competencia, no sólo por la rapidez en las mediciones, sino también porque evitamos múltiples estacionamientos encadenados, al disponer de los conocidos en todo momento y de manera independiente para cada punto. Es necesaria una única persona para manejar el equipo a diferencia de las estaciones totales de infrarrojos, con las que se necesita de un ayudante para colocar el prisma.

Fotogrametría: la toma de puntos de apoyo para la fotogrametría se ve mejorada, ya que no hay que realizar larguísimas poligonales, ni radiar puntos allí donde la visibilidad es imposible.

Guiado de maquinaria: cualquier maquinaria de obra civil puede ser controlada mediante un software con la información de la obra, que junto con un sistema hidráulico, permite posicionar la máquina en el proyecto y mover la cuchilla lo necesario.

Monitorización de estructuras: se pueden detectar movimientos y controlar grandes estructuras de manera permanente y en tiempo real, como sucede en la auscultación de presas, edificios y puentes.

Gestión de flotas de transporte: el control de flotas de transporte nos permite el seguimiento de los vehículos sobre un mapa y poder obtener informes de la ruta seguida por los vehículos, incluyendo paradas, entradas y salidas de áreas predefinidas, distancia recorrida y horas de funcionamiento. Además se pueden asociar otras variables a la propia trayectoria, como datos de sensores que evalúen la humedad o temperatura de los productos transportados. Este conjunto de técnicas vendrá a englobarse en lo que denominamos Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT).

Agricultura de precisión: la agricultura del futuro estará presidida por múltiples aplicaciones, que necesitarán de la concurrencia de uso de los GNSS para tener un control total de la cadena productiva, desde que el producto se siembra hasta que llega al consumidor. Los sistemas de ayuda al guiado o, para una mayor precisión, los sistemas automáticos de guiado, son cada vez más necesarios en prácticas culturales como las que siguen:

- Plantaciones frutales
- Siembra
- Aplicación de fitosanitarios
- Abonado
- Cosecha: mapas de rendimiento

3. IMPLANTACIÓN DE LA REP EN EXTREMADURA

El proyecto de la Red Extremeña de Posicionamiento (REP) se inicia en el año 2008 con una inversión de 200.000 € para la compra e instalación de equipos por parte de la Dirección General de Urbanismo y Ordenación del Territorio, de la Consejería de Fomento de la Junta de Extremadura.

Entra en funcionamiento a finales de 2009, con un convenio de colaboración con la Universidad de Extremadura para el mantenimiento de la citada red.

3.1. Condicionantes para la implantación

Para servir la corrección diferencial podemos optar por dos alternativas posibles que condicionan la implantación:

- Antenas simples
- Antenas en red

En el formato de antenas en red las precisiones de los receptores móviles son más homogéneas y no se degradan de manera lineal con la separación de su antena de referencia. Además, se pueden alcanzar distancias de hasta 70 km entre estaciones de referencia, cuando en el caso de antenas simples nos tenemos que limitar a distancias máximas de 45 km, lo que obliga a instalar un mayor número de antenas.

A la vista de estas características, el modelo en red resulta más ventajoso y, como si una red de aspersores se tratase, se han buscado las localidades que cumpliesen los criterios de:

Distancia entre estaciones: la distancia máxima aconsejada es de 70 km en función de los algoritmos de cálculo actuales.

Recepción de los satélites: las antenas deben estar situadas en emplazamientos elevados que aseguren un horizonte despejado y libre de posibles obstáculos, como árboles o edificios. Se deben evitar superficies planas o reflectantes como tejados de chapa galvanizada, láminas de agua, grandes áreas de vidrio, etc., que puedan provocar el efecto multitrayectoria de la señal.

Estabilidad funcional: los receptores deben contar con suministro eléctrico permanente, disponibilidad para la transmisión de datos y montaje robusto para evitar movimientos no deseados.

Acceso y seguridad: el lugar elegido tendrá un acceso apropiado y se debe proteger el equipo contra rotura o daños de visitas desautorizadas.

Resultado de estos criterios es la instalación en 11 edificios propiedad de la Consejería de Fomento de la Junta de Extremadura, relacionados con estaciones de autobuses, Inspección Técnica de Vehículos y otros organismos oficiales (gráfico 1).

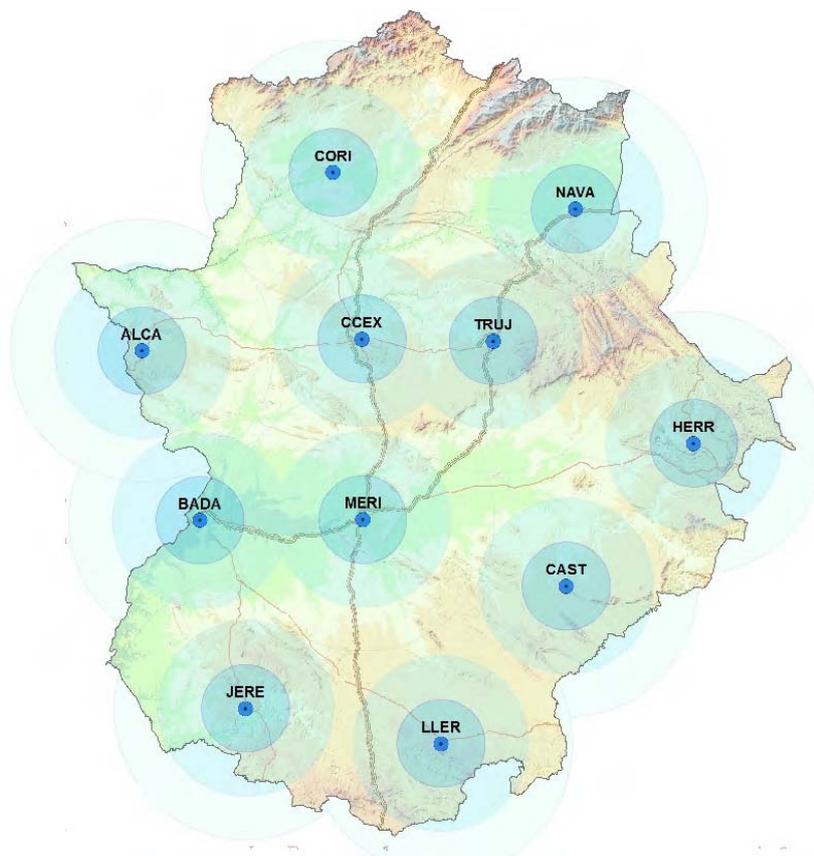
3.2. Situación ibérica y regional

En el vecino Portugal coexisten dos redes, la RENEP (Rede Nacional de Estações Permanentes), consistente en un servicio público del IGP (Instituto Geográfico Português), con 50 estaciones de referencia a las que se accede previo registro.

La otra red también abierta es el denominado Sistema de Estações de Referência GPS VIRtuais (SERVIR), perteneciente al Instituto Geográfico del Ejército portugués, que cuenta con 27 estaciones y proporciona correcciones diferenciales RTK en red y en el sistema de referencia ITRF2005, a diferencia de la RENEP, que sólo aporta correcciones de antena simple y utiliza en el sistema de referencia ETRS89.

En España, la red de estaciones permanentes del Instituto Geográfico Nacional (IGN), denominada ERGPS, cuenta con más de una veintena de antenas distribuidas por todo el territorio nacional y enlazadas con las redes europeas. Dada la gran separación

GRÁFICO 1: Mapa cobertura de la REP



Fuente: Elaboración propia

entre sus estaciones, y que en Extremadura sólo hay una única estación en la localidad de Cáceres, se hace necesario contar con una red de estaciones más tupida.

Dentro de las competencias transferidas en el ámbito de la cartografía a las comunidades autónomas, cada región ha ido creando su propia red de estaciones y prácticamente todas están operativas (cuadro 1). En el caso de Baleares están en pleno proceso de instalación y, por último, quedarían pendientes comunidades como Castilla-La Mancha y Aragón, donde apenas existe alguna estación de referencia aislada en algún organismo oficial.

3.3. Arquitectura de la REP

Como podemos ver en el gráfico 2, el sistema se apoya en cuatro componentes para generar y hacer llegar a los usuarios las correcciones diferenciales:

Red de adquisición de datos: la componen los diferentes receptores GNSS distribuidos por el territorio que reciben las señales de los sistemas de navegación.

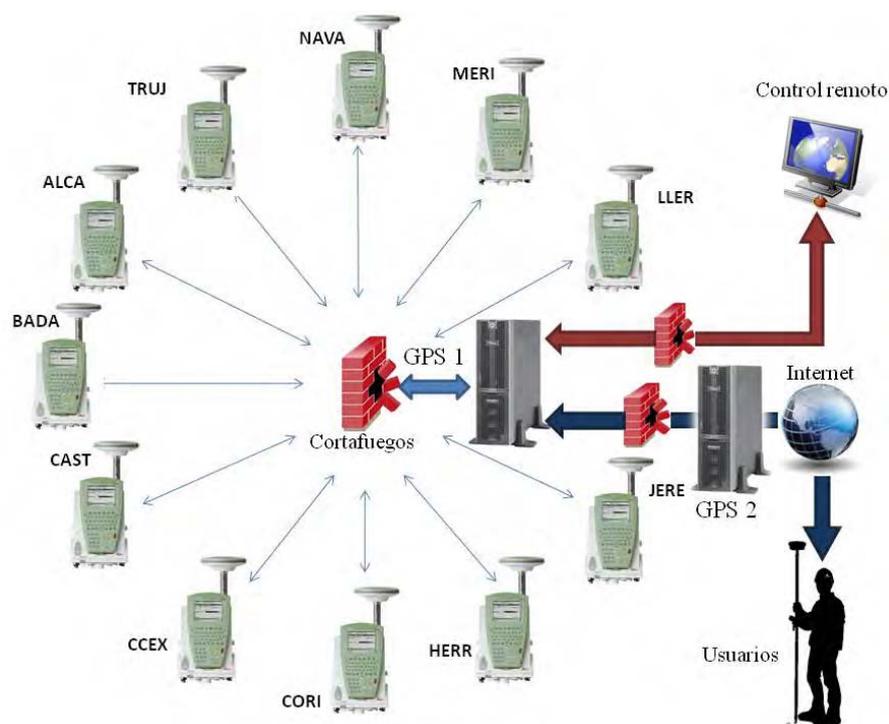
Red de transmisión de datos: comunica las estaciones de referencia con el centro de control por medio de conexiones ADSL, red LAN corporativa y GPRS/UMTS.

CUADRO 1: Situación de las redes estaciones permanentes GNSS a nivel regional

Comunidad Autónoma	Propiedad	Nº de Estaciones	Direcciones en la Web
Andalucía	C.A	22	http://www.juntadeandalucia.es/obraspublicasytransportes/redandaluzadeposicionamiento/rap/
Asturias	C.A	8	http://rgapa.cartografia.asturias.es/
Canarias	C.A	9	http://visor.grafcan.es/visorweb/
Cantabria	C.A	6	http://www.gnss.unican.es/
Castilla y León	C.A	36	http://gnss.itacyl.es/
Cataluña	C.A	13	http://catnet-ip.icc.es/
Extremadura	C.A	11	http://194.224.247.162:8080/WebExtremadura/
Galicia	Privada	16	http://www.cartogalicia.com/index.php?option=com_content&task=view&id=99&Itemid=45/
La Rioja	C.A	6	http://www.iderioja.larioja.org/index.php?id=20&lang=es
Madrid	Privada	9	http://www.iberef-gps.com/frmIndex.aspx
Murcia	C.A	6	http://gps.medioambiente.carm.es/
Navarra	C.A	14	http://www.navarra.es/AppsExt/RGAN/estacion.aspx
País Vasco	C.A	10	http://www.gps2.euskadi.net/
Valencia	C.A	10	http://icverva.cetesi.gva.es:8080/

Fuente: Elaboración a partir de datos web de los diferentes organismos (junio 2010)

GRÁFICO 2: Esquema de la arquitectura de la REP



Fuente: Elaboración propia

Centro de Control: en él se reciben todos los datos procedentes de los diferentes receptores GNSS, repartidos por el área a cubrir, y se procesan para generar las correcciones. Se compone de dos servidores, donde corren los programas con los correspondientes cortafuegos para establecer las oportunas medidas de seguridad. Desde los equipos de control remoto se lleva a cabo la mayoría de tareas para el mantenimiento y gestión.

Red de difusión de correcciones: el último elemento del sistema es aquel que permite hacer llegar las correcciones a los usuarios de campo en tiempo real. En nuestro caso se distribuyen por Internet accesibles vía GPSR. Es importante primar la latencia sobre el ancho de banda, por lo que las correcciones deben llegar en menos de un segundo al cliente.

4. EMPLEO DE LA REP

Analizamos los resultados del empleo de la REP después de sus 6 primeros meses de andadura, de enero a junio de 2010.

4.1. Acceso a la REP

La REP es un servicio abierto, público y gratuito, que permite realizar posicionamientos de precisión centimétrica en tiempo real o en postproceso a cualquier marca de receptores del mercado, utilizando receptores GNSS (con cualquier constelación, GPS, GLONASS, Galileo,...) y una conexión a Internet a través de telefonía móvil.

4.1.1. *Tiempo real (RTK)*

Para el control estadístico que analizamos en el apartado siguiente, es necesario para el acceso a las soluciones de tiempo real autenticarse con un usuario y contraseña que se puede solitar a rep@unex.es rellenando un breve formulario de registro.

Se puede optar por conectarse a una estación simple o por conectarse a toda la red, siendo esta segunda opción la más recomendable, puesto que la corrección es mucho más estable, ya que se genera un modelo con las correcciones de todas las estaciones de los alrededores.

Una vez recibida la clave de usuario para acceder al servicio, si lo que busca es una **solución de red**, es necesario conectarse a la dirección IP **195.55.164.9** por el puerto **2101**, indicando nombre de usuario y contraseña.

Al conectarse, el operador debe elegir de una lista la solución que más le conviene en función de la marca comercial del receptor y los formatos que es capaz de interpretar.

Si le interesa una **antena simple**, porque su receptor no pueda trabajar en red, puede conectarse a la dirección IP **195.55.164.9** por el puerto **2102**, y entonces tendrá a su disposición una relación con las 11 estaciones de referencia.

4.1.2. Postproceso

Para las correcciones en postproceso es posible la descarga de archivos RINEX (Receiver Independent Exchange Format) a 1 segundo y 30 segundos directamente desde la FTP anónima (<ftp://158.49.61.10/>). El formato RINEX es el formato ASCII estándar de intercambio de correcciones utilizado en postproceso y que se organiza en los siguientes lotes de tiempo:

- RINEX01s: lotes horarios con una secuencia temporal de registro de 1 segundo
- RINEX30s: lotes diarios con una secuencia temporal de registro de 30 segundos

Se mantendrán los ficheros RINEX de los dos últimos meses anteriores a la fecha vigente. Cualquier dato anterior a esta fecha debe ser solicitado expresamente a la dirección de correo de contacto.

4.2. Uso de la REP

La andadura de uso de la REP se inicia con el comienzo del año 2010, afianzándose con la divulgación de su empleo en diversas jornadas de información regionales y artículos en diferentes ámbitos. En la medida en que han ido incorporándose usuarios, se han tratado de implementar nuevas soluciones que respondan a los intereses que los clientes demandan.

Se ha tenido siempre como meta recabar toda la información útil sobre la recepción y uso de la REP que pueda contribuir a su mejora y para cumplir estos objetivos, se ha tratado de automatizar, en la medida de lo posible, todos los procesos para organizar un volumen de información que puede llegar a desbordarnos.

Para ello se ha construido una base de datos con diferentes tablas orientadas por un lado a las incidencias de registro en postproceso y tiempo real y, por otra parte, a la explotación que hacen los usuarios de esas dos líneas de trabajo. Resultado de esa base de datos son los gráficos que a continuación intercalamos de cómo ha sido la evolución entre los meses de enero a junio de 2010, que han marcado el arranque de este apasionante proyecto.

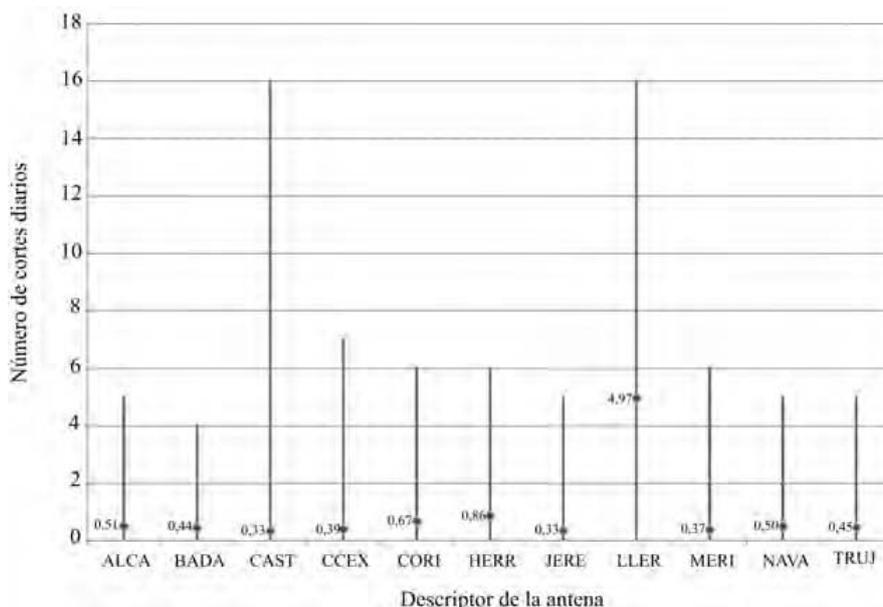
Las incidencias de registro básicamente hacen referencia a la falta de datos, que de forma muy puntual pueden producirse por causas tales como fallos en las comunicaciones o cortes en la red de alimentación de los equipos, aunque se cuente con sistemas de salvaguarda.

Los cortes de corriente no muy prolongados no llegan a afectar al receptor de referencia GNSS, siempre que no se supere la autonomía de las baterías del SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida). El receptor continúa grabando los datos, pero si se afectan las comunicaciones, la antena no se encuentra operativa para conectarse en tiempo real. En ese supuesto el receptor graba los datos en una tarjeta de memoria interna y descarga automáticamente toda esa información al servidor cuando se restablecen las comunicaciones.

Otras veces se producen pequeños microcortes en las comunicaciones, que afectan a la transmisión de datos en tiempo real y de forma momentánea, según la conexión de que disponga la antena de referencia afectada (ADSL, LAN y 3G). En ambos tipos de cortes la información se recaba de forma semiautomática, realizando un seguimiento continuo.

En el gráfico 3 podemos verificar cómo en alguna localidad se producen numerosos cortes en las redes de telecomunicación de la zona donde se ubica la antenna. En Llerena la media de cortes diarios supera los 5 y hay días que ha llegado a los 16 cortes por lo que se ha hecho llegar tal extremo a la compañía de telefonía para solventar la incidencia.

GRÁFICO 3: Valores máximos, mínimos y medios de cortes diarios en cada una de las 11 antenas de referencia de la REP



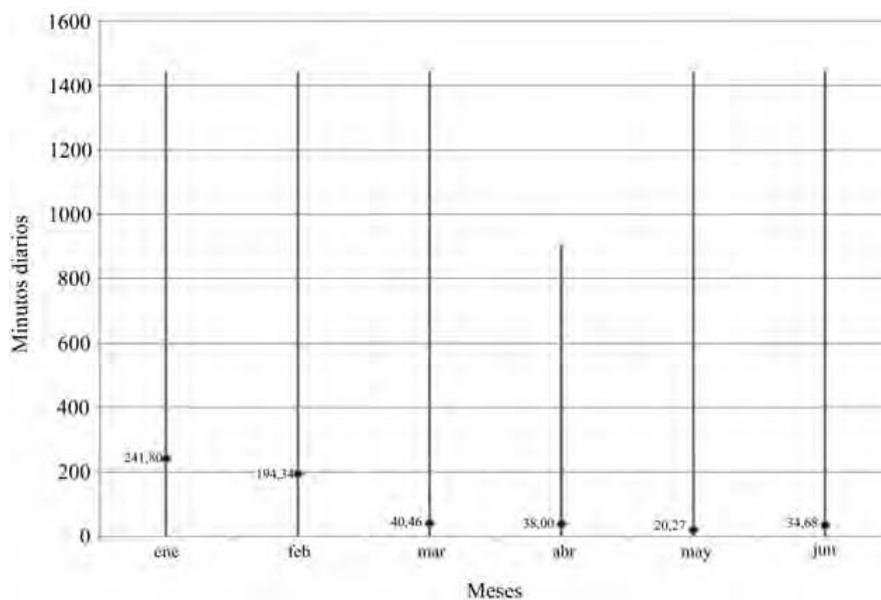
Fuente: Elaboración propia

En la medida en que se consolida el proyecto, hemos ido mejorando los tiempos sin servicio, aunque los cortes por fallos en las comunicaciones no pueden llegar a erradicarse, de forma que el tiempo que una antena de referencia puede quedar inoperativa va siendo cada vez menor. Actualmente estamos en tiempos medios de apagón de las antenas en torno a los 34 minutos diarios (ver gráfico 4), que apenas afectarían a las soluciones de red para tiempo real, ya que las antenas de alrededor tomarían el relevo en el clúster para efectuar los cálculos. La generación de correcciones para postproceso están aseguradas introduciendo en aquellos puntos críticos con apagones eléctricos de larga duración, equipos que aseguran el suministro ininterrumpido de energía (SAI) durante 72 horas.

En cuanto a la utilización de la REP, analizamos por separado el uso de los ficheros RINEX para postproceso, los cuales se pueden descargar de forma anónima en la dirección ftp (ftp://158.49.61.10/), de las conexiones a las diferentes soluciones para tiempo real, que precisan de una acreditación con usuario y clave para su acceso.

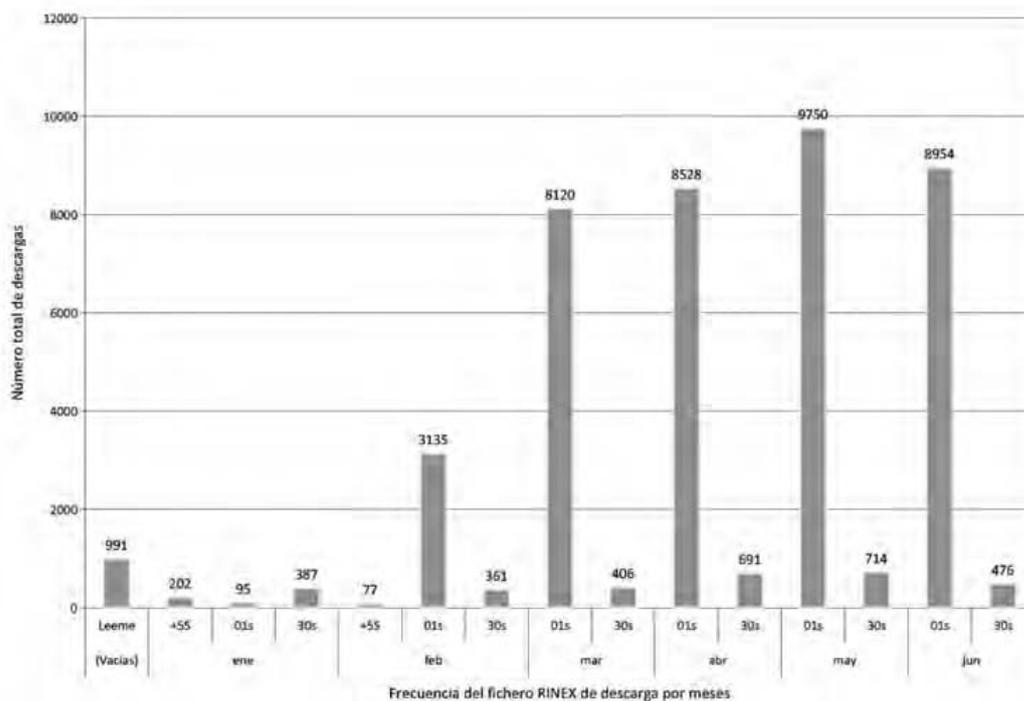
Si observamos la evolución de los ficheros RINEX (gráfico 5) por lotes horarios y secuencias temporales de 1 segundo, se han ido incrementando mes a mes hasta casi las 9.000 descargas en el mes de junio. Por su parte en los RINEX de lotes diarios con secuencias temporales de 5 segundos, se ha mantenido constante su tasa de descargas por debajo de las 400 mensuales. La demanda de información en forma de mapas, reseñas, ficheros de posición de las antenas, etc., se recolecta de la carpeta “Léeme”, que a finales de mayo alcanzaba las 869 descargas.

GRÁFICO 4: Valores máximos, mínimos y medios de tiempos de corte diarios en minutos por meses de cada una de las 11 antenas de referencia de la REP



Fuente: Elaboración propia

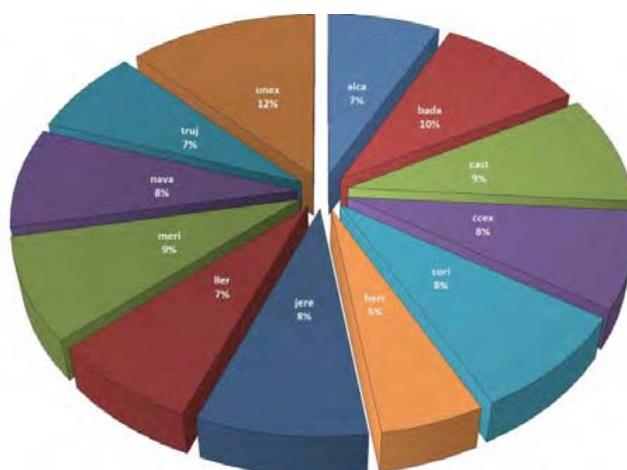
GRÁFICO 5: Descargas de ficheros RINEX por meses y diferentes secuencias temporales de registro en la REP



Fuente: Elaboración propia

Si diseccionamos qué antenas son más demandadas para el postproceso (gráfico 6), podemos comprobar que, considerando además de las 11 antenas que conforman la REP, la antena que la Universidad de Extremadura tiene en la Escuela de Ingenierías Agrarias de Badajoz, es esta localidad la que mayor tráfico de descargas soporta, un 22% (UNEX 12% y BADA 10%), que triplica la media de descargas, que se sitúa en alrededor del 8% en la mayoría de antenas, mientras que Herrera del Duque es la menos demandada, con la mitad de solicitudes de la media (5%).

GRÁFICO 6: Descargas de ficheros RINEX desde las diferentes antenas de la REP



Fuente: Elaboración propia

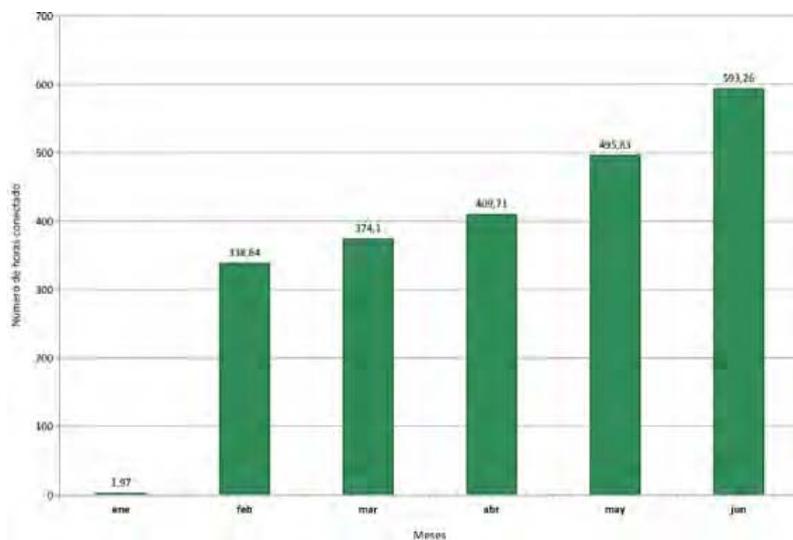
El empleo de soluciones en tiempo real está teniendo un crecimiento más lento, aunque sostenible, durante todo el periodo, que alcanza las 58 empresas registradas con un parque de 329 receptores. Estos servicios requieren receptores de última generación con capacidad para la conexión a la red, aunque también existe la posibilidad de conexiones a antenas aisladas en el caso de receptores bifrecuencia más antiguos.

En el gráfico 7 se observa el incremento mensual en valores de tiempo de conexión en horas de los distintos usuarios, que alcanza valores próximos a las 600 horas durante el mes de junio, a la medida que se ha ido informando de la existencia y fiabilidad de la misma.

Las soluciones que más se demandan son las de red (gráfico 8), con antena más cercana en un 49%, mientras que la solución de red MAX alcanza el 25 %. El resto son conexiones a antenas aisladas entre las que destacan Badajoz, Coria, Navalmoral de la Mata y Mérida, que suponen en su conjunto el 24% de la demanda.

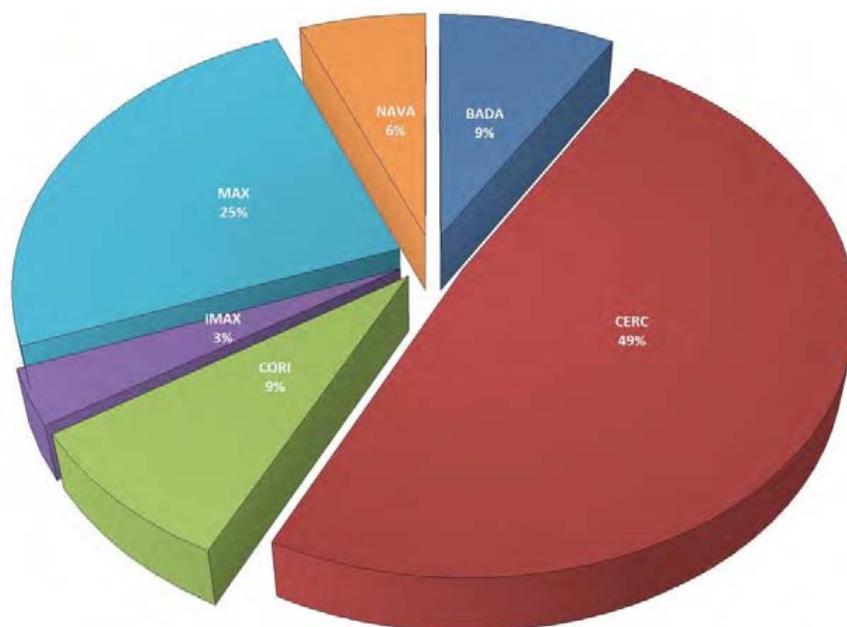
Seguiremos abundando en estas estadísticas para que podamos ir corrigiendo poco a poco las deficiencias que pueda presentar el sistema.

GRÁFICO 7: Evolución del tiempo de conexión a soluciones en tiempo real



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 8: Uso de las diferentes soluciones en tiempo real de la REP



Fuente: Elaboración propia

5. PERSPECTIVAS DE LA REP

Acabamos de arrancar con este ambicioso proyecto y son muchas las perspectivas que se abren y que poco a poco trataremos de desarrollar. Citamos algunas de ellas:

- Estudio completo de la precisión de las diferentes soluciones en el territorio regional.
- Solapamiento de la cobertura con las redes vecinas: ITACyL, RENEP, SERVIR y RAP.
- Automatización de estadísticas de uso.
- Mapa de utilización y cobertura.
- Control y seguimiento de usuarios en tiempo real.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a la apuesta de la Junta de Extremadura, y en concreto de la Dirección General de Urbanismo y Ordenación del Territorio de la Consejería de Fomento por las estaciones de referencia GNSS, aprovechando la experiencia que la Escuela de Ingenierías Agrarias de la Universidad de Extremadura tiene en este tema.

BIBLIOGRAFÍA

- Nuñez-García, A. et al (1992). GPS. *La nueva era de la topografía*. Ediciones Ciencias Sociales. Madrid
- NIST's Second "Quantum Logic Clock" is World's Most Precise Clock **[En línea]** <http://www.nist.gov/physlab/div847/logicclock_020410.cfm>[Consulta: 25/06/2010]
- Red Extremeña de posicionamiento (REP) **[En línea]** <<http://194.224.247.162:8080/WebExtremadura/>>[Consulta: 25/06/2010]
- Sovel, D. (1997). *Longitud*. Debate. Madrid