

XU: RED UTILITARIA DE CATALUÑA

M.Soro, A.Térmens, M.A.Ortiz, J.Talaya.
Institut Cartogràfic de Catalunya
Parc de Montjuïc
08038 Barcelona.

Palabras Clave: Redes geodésicas, Vértices geodésicos, GPS.

Resumen

Desde el año 1990 uno de los objetivos del *Institut Cartogràfic de Catalunya* (ICC) es densificar la red geodésica del Instituto Geográfico Nacional (IGN) monumentando, observando y calculando la red denominada *Xarxa Utilitaria de Catalunya* (XU) en el marco del proyecto SPGIC (*Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya*).

El objetivo de la XU es el de disponer de una red geodésica moderna y accesible al público. Moderna porque la XU es una red tridimensional, donde no se separan las componentes horizontales de las verticales. Accesible porque la distribución de sus vértices se adapta a las necesidades de los usuarios y a los acondicionamientos propios del territorio y de la tecnología, tanto por lo que respecta a la implantación y la observación de la red como para el posterior aprovechamiento.

Para poder conocer la descripción, ubicación, coordenadas y información asociada con cada uno de los vértices de la XU se genera una reseña de la señal. Estas reseñas pueden ser consultadas e impresas a través de la base de reseñas de la XU consultable gratuitamente en la página Internet del ICC.

Hasta el final del año 2002 la XU se han observado 2138 puntos con tecnología GPS. En los próximos años el ICC pretende finalizar la implantación de la XU con unos 2000 puntos adicionales, a razón de unos 250 puntos anuales. La densidad de la XU dependerá de la dificultad de acceso a la ROI así como a la dinámica del territorio.

1. Introducción

Tradicionalmente, la gran mayoría de actividades relacionadas con el posicionamiento geodésico se han apoyado en redes geodésicas preestablecidas o bien se han orientado hacia su establecimiento. Esto ha sido resultado de dos hechos: en primer lugar, las técnicas de observación eran locales y, por lo tanto, el posicionamiento era relativo en el sentido diferencial y a "corta" distancia; en segundo lugar, la determinación repetida de coordenadas era mucho más costosa que la construcción y el mantenimiento de los vértices geodésicos en que las coordenadas se materializaban.

Con la introducción del GPS como herramienta topográfica y geodésica, la necesidad de disponer una red geodésica de referencia y de un nuevo marco de referencia más preciso se hizo aún más evidente. Las observaciones GPS son básicamente vectores tridimensionales, que se diferencian de las técnicas de triangulación y nivelación tradicionales usadas para establecer las redes existentes horizontal y vertical. Para disponer de coordenadas tridimensionales a partir de campañas GPS es necesario disponer de estaciones de puntos que dispongan de coordenadas en las tres dimensiones. Con las redes existentes casi nunca es posible. Además la precisión de las antiguas redes no es la adecuada con la alta precisión que puede ser obtenida a partir del GPS, especialmente sobre grandes distancias. Con el fin de obtener el máximo aprovechamiento del GPS sobre aplicaciones geodésicas uno no se puede restringir sólo con disponer de una buena red geodésica de referencia.

Con el fin de poder satisfacer las demandas originadas por estas nuevas tecnologías (especialmente por el GPS), desde 1991, el ICC está llevando a cabo el proyecto SPGIC (*Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya*). SPGIC es un conjunto de estaciones geodésicas permanentes, redes, procedimientos y datos que permiten la determinación de coordenadas en el territorio de Cataluña. El concepto de SPGIC es el resultado de la evolución del concepto clásico de posicionamiento relativo basado en redes geodésicas hacia un concepto más moderno basado en redes geodésicas menos densas, en el conocimiento del geoide y en el GPS. El término integrado destaca del hecho de que gracias al conocimiento preciso del geoide y a que las observaciones GPS son tridimensionales, el sistema de posicionamiento también es tridimensional, integrando así los sistemas de referencia horizontal y de altitudes vía la información del campo gravitatorio contenido en el geoide.

SPGIC es un servicio de posicionamiento al alcance del público. A tal efecto, SPGIC ha reobservado la Red de Orden Inferior (ROI) –duplicándola cuando ha sido imposible realizar una observación GPS en un vértice- y ofrecer una densificación más alta en los núcleos de población grandes y en sus alrededores. Así, la *Xarxa Utilitaria de Catalunya* (XU) ha de contener sólo unos 4000 puntos materializados sobre el territorio aproximadamente. XU permite el posicionamiento relativo autónomo GPS en cualquier lugar de Cataluña con bases tridimensionales menores de 10 Km de longitud (consecuencia de la reobservación de la ROI) y permite, además, trabajar con técnicas convencionales allá donde el uso del GPS sea muy caro o imposible. La XU junto con un geoide de precisión harán innecesario el disponer de una red de nivelación densa.

2. Marco de referencia geodésico de la XU

En la actualidad se está trabajando con distintos sistemas de referencia. Por un lado el sistema de referencia que actualmente es oficial y vigente en la península Ibérica y en las islas Baleares -y en el que se apoya toda la cartografía oficial- es el *European Datum 1950* (ED50), siendo su marco de referencia o materialización del sistema, la Red Geodésica Nacional; mientras que el sistema de referencia utilizado por la tecnología GPS es el *World Geodetic System 1984* (WGS84). Desde hace algunos años se están definiendo sistemas de referencia globales más precisos y acordes con las nuevas tecnologías de observación. En el caso de Europa se trata del sistema ETRS89 y en particular en España de los marcos de referencia IBERIA95 y REGENTE.

IBERIA95 está compuesto por 39 vértices (27 españoles y 12 portugueses) que densifican el marco de referencia ETRS89 en la Península Ibérica. Así, IBERIA95 es una red geodésica tridimensional de alta precisión que mejora considerablemente las precisiones de la campaña EUREF89. El cálculo ha sido realizado utilizando el software *Bernese v4.0* fijando las estaciones de referencia MADR, HERS, MATE, WETT, ZIMM y SFER.

REGENTE (Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales) es la densificación en el territorio español de IBERIA95. En cada hoja del Mapa Topográfico Nacional (MTN) 1:50000 existirá como mínimo una estación REGENTE coincidente con un vértice de la ROI o con un clavo de nivelación NAP. El cálculo de REGENTE se apoya en IBERIA95 obteniéndose una precisión mejor que 5 cm, asegurando de esta manera la homogeneidad de REGENTE con el marco de referencia ETRS89.

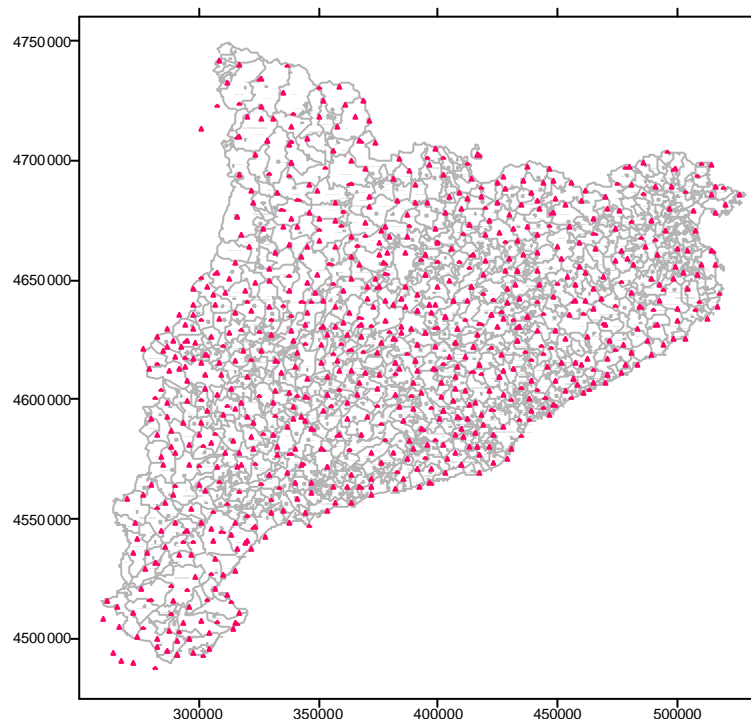


Figura 1: ROI en Cataluña (732 vértices)

El sistema de referencia *European Datum 1950* (ED50) fue establecido como reglamentario en el estado español por el Decreto 2303/1970. Las altitudes utilizadas en ED50 son altitudes ortométricas referidas al nivel medio del mar en Alicante. El sistema ED50 se materializa sobre el territorio español mediante unos 12000 puntos que forman la Red de Orden Inferior (ROI), siendo responsable de la misma el Instituto Geográfico Nacional (IGN). En Cataluña este marco de referencia, como puede observarse en la Figura 1, está materializado por 732 vértices geodésicos.

WGS84 es el sistema de referencia que utiliza la tecnología GPS y está bajo la responsabilidad de la *National Imagery Agency* (NIMA). El marco de referencia lo establecen el conjunto de estaciones del segmento de control del sistema GPS y algunas estaciones de la propia NIMA.

El marco de referencia inicial de ETRS89 está formado por las estaciones ITRS (*International Terrestrial Reference System*) europeas existentes en 1989 en Europa, donde se infiere la orientación y la escala del sistema ITRF89 época 1989.0. Este marco de referencia inicial ha sufrido diversas densificaciones en distintas campañas realizadas con GPS que en el estado español –y en el caso concreto de Cataluña- han sido: Red EUREF89 (2 puntos), IBERIA95 (2 puntos) y REGENTE (80 puntos). Actualmente, la densificación europea de la red de estaciones permanentes IGS (*International GPS Service*), denominada *European Permanent Network* (EPN), define el marco de referencia de ETRS89. En Cataluña, 5 de las estaciones permanentes de la red CATNET están integradas dentro de la red EPN: BELL, CREU, EBRE, ESCO y LLIV.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la ROI en Cataluña se compone de 732 vértices que fueron observados con anterioridad al año 1990 utilizando técnicas de geodesia clásica. Desde el inicio del proyecto SPGIC en el año 1991, se ha ido reobservando los vértices ROI con técnicas GPS con el objetivo principal de obtener una coherencia interna de la red congruente con las precisiones necesarias para la realización de cartografía a escalas grandes (de manera similar y paralela al trabajo desarrollado por el IGN con IBERIA95 y REGENTE). Para asegurar esta precisión interna se han utilizado las estaciones permanentes CATNET que, como ya se ha mencionado, pertenecen a la red mundial IGS y a la densificación europea de EUREF.

El ICC ha realizado un primer ajuste en el sistema ETRS89 para poder calcular posteriormente los parámetros de transformación del sistema ETRS89 al ED50 que adapten lo mejor posible la red ROI calculada en el sistema ETRS89 con las coordenadas oficiales ED50. Para poder garantizar la coherencia de esta nueva red con los trabajos realizados en el ámbito de estado español, se han comprobado las coordenadas obtenidas con las coordenadas provisionales de la red REGENTE. El error medio cuadrático de las diferencias encontradas entre XdPO-XdOI y REGENTE es de 0.016 m en las componentes horizontales y 0.048 m en la componente vertical.

Esta reobservación se materializa en una red de 694 puntos, denominada XdPO-XdOI, en la que se han ajustado –por el método de mínimos cuadrados con GeoTeX/ACX - un total de 3414 bases GPS y en la que se han fijado las coordenadas ETRS89 de las 5 estaciones permanentes CATNET que forman parte de EPN (ver Figura 2). La precisión interna obtenida en estos 694 puntos es de unos 0.5 cm en planimetría y 1 cm en altimetría. Se ha evaluado también una transformación del sistema ETRS89 al sistema ED50 definido por la ROI, que permite transformar la red ajustada en ETRS89 en el sistema de referencia oficial.

Al aplicar la transformación y comparar con las coordenadas de la ROI originales se han encontrado las diferencias que se muestran en la Tabla 1. La razón principal está en las mejoras técnicas en los métodos de observación, en este caso el GPS. Por otro lado, las diferencias encontradas ha demostrado la necesidad de reobservar la red ROI.

<u>Diferencias</u>	<u>%</u>
> 5 m	1
1 – 5 m	4
0.5 – 1 m	18
0.2 – 0.5 m	56
< 0.2 m	21

Tabla 1: Porcentaje de diferencias encontradas en la reobservación de la ROI

Des de 1991, el ICC ha ido estableciendo la XU –tal y como se detalla en los apartados siguientes- que en a finales del 2002 se componía de 2138 puntos. La red XU se ajusta globalmente junto con la reobservación anterior de una forma continuada, fijando las coordenadas de la XdPO-XdOI, obteniéndose una precisión interna media de 3 mm en planimetría y 6 mm en altimetría.

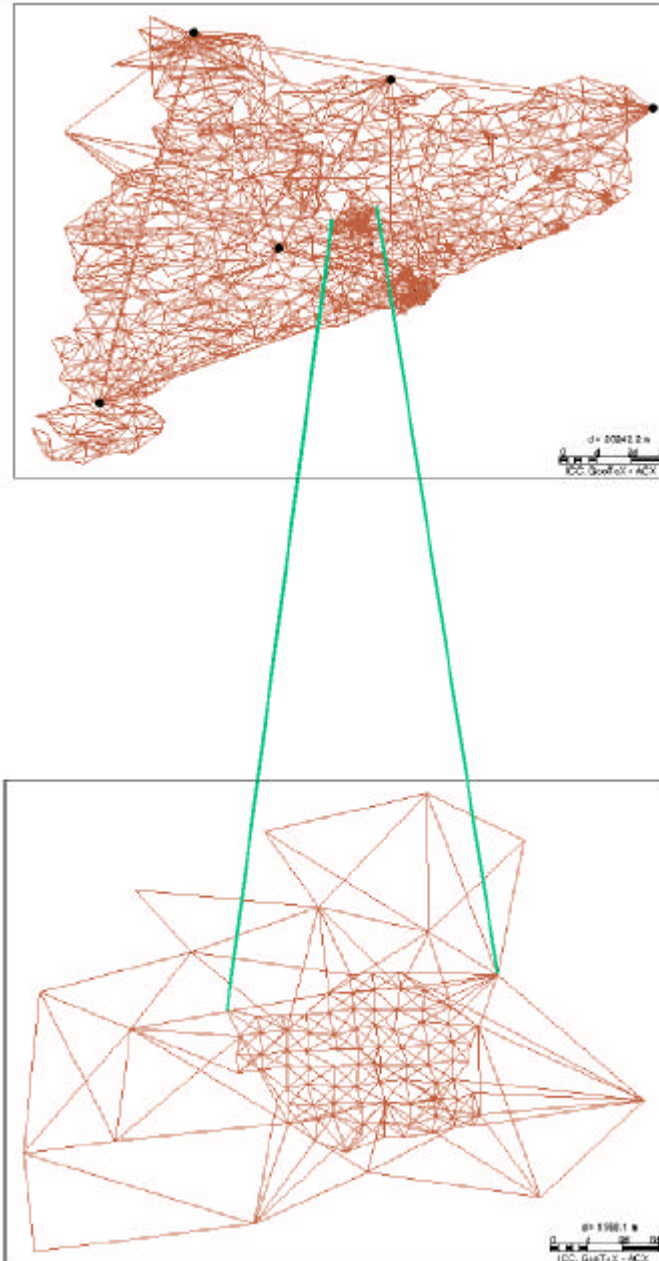


Figura 2: Marco de referencia geodésico XU

Algunos vértices de la XU son también vértices de nivelación de la XdA. De esta manera se asegura que el posicionamiento sea integrado, en el sentido que integra los sistemas de referencia horizontal y de altitudes vía el conocimiento del geoide.

3. Establecimiento de la XU

Los vértices o señales geodésicas que constituyen la XU se caracterizan por su permanencia en el terreno, si bien las características físicas en cuanto a observación y tipología pueden ser variables. A continuación se presentarán de una manera muy resumida las características principales sobre la materialización y la observación de las señales que componen la red XU. Para información más detallada se encuentra en [10,11].

3.1. Especificaciones de la monumentación

Los vértices de la XU se emplazan en lugares de acceso fácil, con la única condición de evitar las obstrucciones en la recepción de las señales de los satélites geodésicos. De todas maneras, para permitir el aprovechamiento de la red con técnicas topográficas clásicas, en la medida de lo posible y especialmente en áreas urbanas, los vértices de la red utilitaria se distribuyen de manera que se mantenga la visibilidad con al menos dos de los vértices vecinos. Pueden ubicarse en lugares edificados, prioritariamente en edificios o construcciones de titularidad pública o que presenten garantías de permanencia (se excluyen edificios declarados de patrimonio histórico-artístico) y en lugares libres de edificación, donde sea técnicamente aconsejable. En la medida de lo posible, hay que evitar la colocación de señales en espacios naturales protegidos, o bien se han de instalar en las zonas más accesibles.

3.2. Especificaciones de las mediciones

- Para la medición de XU se utilizan de receptores GPS de doble frecuencia con antenas de calidad geodésica. El fabricante, modelo y el número de serie completo de todos los receptores y antenas utilizados en el proyecto han de estar incluidos en las hojas de campo.
- Las mediciones tienen que estar referenciadas como mínimo con 3 vértices de la red XdPO-XdOI próximos al área de trabajo. Siempre que sea posible, se incluirán en las sesiones las estaciones de la red CATNET más próximas.
- Todos los puntos han de ser observados, como mínimo, 2 veces de una manera completamente independientemente.
- El estacionamiento de la antena es la parte más crítica de las mediciones de la campaña. Siempre que sea posible se tienen que usar trípodes de altura fija para todos los receptores. Cuando esto no sea posible, la altura de la antena se tiene que medir con meticulosidad para prevenir errores sistemáticos: un error en la observación afecta directamente en el resultado. La medición de la altura de la antena se tiene que realizar al inicio y al final de la sesión GPS.



Figura 3: Ejemplo tipo monumentación en XU

- Los periodos de observación para cada base GPS, entre vértices adyacentes de la XU, tienen que ser, como mínimo de 30 minutos. Para sesiones más largas que 30 minutos, hace falta almacenar los datos en intervalos de 15 segundos. Para sesiones más cortas que 30 minutos, se almacenan a 5 segundos.
- El ángulo mínimo de elevación de los satélites es de 10 grados sobre el plano de la antena GPS.

3.3 Post-proceso de bases GPS

- El procesado de las bases se realiza normalmente con software comercial, por ejemplo GPSurvey de Trimble, SKI-Pro de Leica u otro similar. Aunque tampoco se descarta el uso de software más preciso como el Bernese v.4.2 para el cálculo de bases de grandes distancias (entre estaciones CATNET principalmente).
- Con el software comercial suele utilizarse efemérides radiodifundidas (*broadcast*). Para el proceso de bases con Bernese se utilizan efemérides precisas (final orbits).
- Para sesiones de medición GPS más largas que 30 minutos, se tienen que procesar los datos cada 30 segundos. En caso contrario se tienen que procesar los datos cada 5 segundos (intervalo de medición).
- Se utilizan sólo los satélites que se encuentran sobre 15 grados de elevación sobre el plano de la antena receptora (condición normal para una correcta observación), aunque para algunos casos excepcionales se tendrán que procesar con los 10 grados de elevación que se han observado.

3.4 Ajuste de la red.

Como ya se ha mencionado, la red XU se ajusta en ETRS89 -por el método de mínimos cuadrados con GeoTeX/ACX- fijando las coordenadas de la XdPO-XdOI, obteniéndose una precisión interna media de 3 mm en planimetría y 6 mm en altimetría.

Hasta que no se disponga de coordenadas definitivas de la red XdPO-XdOI, se procede a realizar ajustes globales secuenciales fijando las coordenadas ETRS89 de las 5 estaciones CATNET/EPN. Posteriormente se procede a comparar las coordenadas ajustadas con las resultantes del ajuste XdPO-XdOI, con el ajuste XU anterior y con REGENTE. Aunque las diferencias entre los diversos ajustes de XU son siempre inferiores al centímetro, este procedimiento actual impide disponer de un marco de referencia totalmente estable.

4. Productos y servicios de la XU

Tal y como se ha mencionado al principio, el objetivo fundamental de la XU es el de disponer de una red geodésica:

- Moderna, tridimensional, donde no se separan las componentes horizontales de las verticales y, donde, como ya se ha visto, las coordenadas están referidas a un marco de referencia global (ETRS89).
- Accesible al público, ya que la distribución de sus vértices se adapta a las necesidades de los usuarios y a los acondicionamientos propios del territorio y la tecnología, tanto por lo que respecta a la implantación y la observación de la red como para el posterior aprovechamiento.

Así pues para que la comunidad topográfica y geodésica pueda aprovechar al máximo el despliegue de la XU es necesario que pueda disponer de la máxima información asociada a la misma materializada en productos y/o servicios (parte fundamental del proyecto SPGIC).

4.1. Reseñas XU

Para poder conocer la descripción, ubicación, coordenadas y información adicional relacionada (coordenadas en el marco de referencia oficial ED50, ondulación del geoide, etc.) con cada una de las señales geodésicas de la XU se genera una reseña de la señal. Estas reseñas pueden ser consultadas en tiempo real (ver un ejemplo en la Figura 5) y posteriormente impresas en la base de reseñas de la XU en la página web <http://www.icc.es/ressenyes/>.

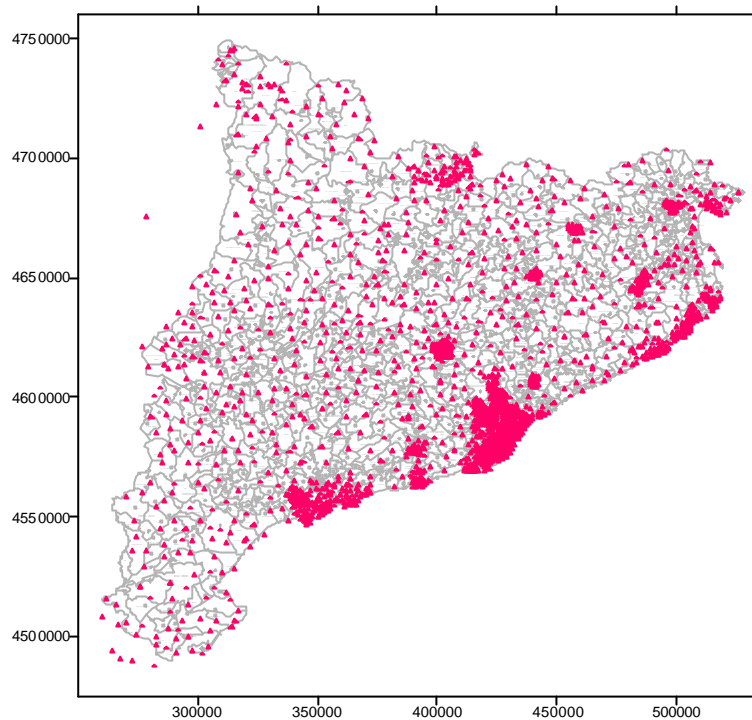


Figura 4: Estado XU a finales del 2002; 2314 puntos, 9292 bases GPS

4.2. GeoFons

Junto con la distribución de datos de las estaciones permanentes CATNET, en GeoFons es posible disponer de las coordenadas de toda la red XU en los diferentes marcos de referencia (coordenadas ED50 expresadas en UTM, coordenadas ETRS89, coordenadas geodésicas ED50, etc.), los parámetros de transformación entre los sistemas ED50 y ETRS89, el modelo de geoide local UB91 para Cataluña, software básico del propio ICC para realizar algunas conversiones, etc.

GeoFons, está accesible vía web a través de la siguiente dirección <http://www.icc.es/geofons/>. Las coordenadas de la red XU aparecen codificadas por los diferentes ajustes globales que se van realizando **-iccyynn.zip** donde yyyy es el año y n la versión dentro del año. Dentro de cada archivo comprimido se encuentran los siguientes archivos:

- **iccyynn.gps**: coordenadas geodésicas (longitud, latitud, altura elipsoidal) en el sistema ETRS89
- **iccyynn.ged**: coordenadas geodésicas en el sistema ED50
- **iccyynn.geo**: coordenadas geográficas y alturas ortométricas en el sistema ED50.
- **iccyynn.utm**: coordenadas UTM con alturas ortométricas en el sistema oficial ED50.

También se puede disponer del archivo **datums.pd** donde pueden encontrarse las diferentes determinaciones del conjunto de parámetros que componen la transformación entre los sistemas ED50 y ETRS89 (**700100nnn/100700nnn**) y de los archivos **cat70000.gr** y **cat100nn.gr** asociados al modelo geoidal local UB91 en los sistemas ETRS89 y ED50 respectivamente.

4.3. Consultas

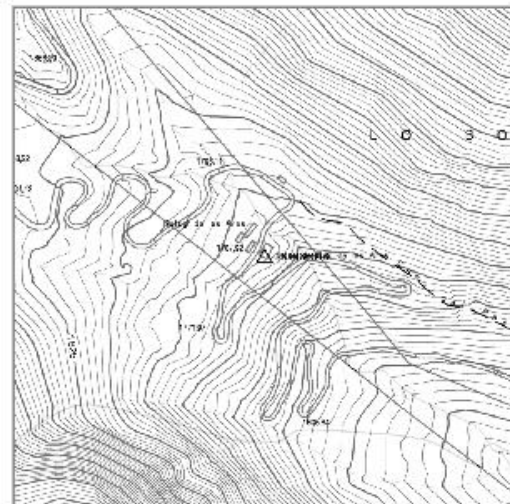
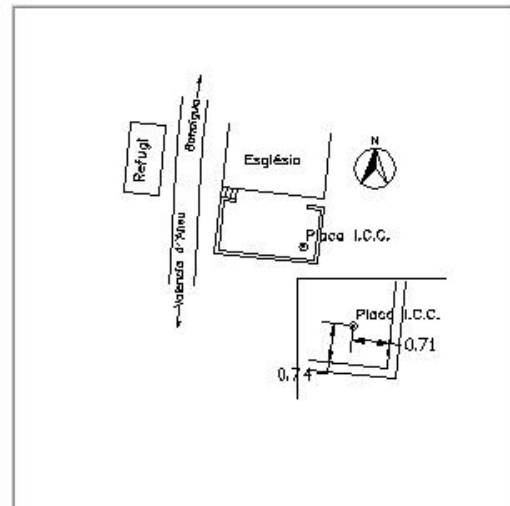
Existe la posibilidad de realizar cualquier tipo de consulta sobre las señales geodésicas de la red XU vía correo electrónico a las siguientes direcciones geofons@icc.es y webmaster@icc.es. Este servicio de consultas es muy útil para detectar la desaparición o alteración de cualquier señal, así como para recibir de los usuarios sugerencias o información adicional.

FITXA DE SENYAL GEODESIC

Numero:	261065016	Projeccio:	UTM fus 31 hemisferi N	k: 0.999928	w: -1° 20' 58.3277"
Xarxa:	XU	UTMX:	336744.812 m	σ (X): 0.004 m	
Full MTN(1:50.000):	181	UTMY:	4723810.450 m	σ (Y): 0.004 m	
Full MTC(1:5.000):	261 85	λ :	E 1° 0' 30.6290"	σ (λ): 0.0002"	
		φ :	N 42° 38' 55.2727"	σ (φ): 0.0002"	
Sistema de referència:	ED50	H:	+1769.339 m	σ (H): 0.0122 m	N: -9.281 m
Geoide:	UB91				
Data construcció:	01.09.99				
Data revisió:	15.09.99				
Ajust:	icc20000				

Municipi: Alt Àneu
Comarca: Pallars Sobirà

DESCRIPCIO: Placa de l'ICC situada a la cantonada sud-est de la terrassa de l'ermita de la Mare de Déu d'Ares.



UBICACIO: Des de Vaqueira s'agafa la carretera C-28 i després de passar l'alt del port de la Bonaigua, en direcció a València d'Àneu trobarem l'ermita i el refugi d'Ares.

Figura 5: Reseña vértice XU

4.4. Aplicación de la XU: dianas fotogramétricas

Para aprovechar la señal en trabajos de fotogrametría aérea, siempre que sea posible al realizar la materialización de la señal se procura que su situación permita la pintura de dianas fotogramétricas de puntería (ver Figura 6). El tamaño de las dianas vendrá condicionado por la escala del vuelo fotogramétrico que se lleve a cabo, aunque principalmente está destinado a vuelos para realizar posteriormente cartografía urbana. De esta manera las coordenadas -junto con su precisión- de las señales XU se traspasan directamente a la aerotriangulación del proyecto fotogramétrico en forma de puntos de control.



Figura 6: Señal XU con diana fotogramétrica

5. Conclusiones

El uso del GPS en geodesia y topografía requiere de un sistema de referencia que se ajuste lo mejor posible con el sistema global de los satélites GPS. La mejor manera es utilizar un sistema de referencia determinado directamente en el marco de referencia del sistema GPS como el ETRS89. El ICC con XU provee a la comunidad topográfica de una red de referencia para poder realizar los trabajos directamente en ETRS89. La red XU, tal y como ha sido diseñada, permite la conversión a coordenadas en el sistema oficial ED50.

Así, el objetivo que se marcó el proyecto SPGIC en 1991 de disponer de una red geodésica moderna y accesible al público, de unas 4500 señales como máximo aproximadamente, se está llevando a cabo satisfactoriamente. A finales del 2002, la XU se compone de 2138 señales. En los próximos años el ICC pretende finalizar la implantación de la XU con unos 2000 puntos adicionales, a razón de unos 250 puntos anuales.

Agradecimientos

El ICC agradece la colaboración de los Ayuntamientos y Consells Comarcals implicados en el despliegue y posterior mantenimiento de la XU. Sin ellos, la tarea sería mucho más ardua y lenta.

Referencias

- [1]. Cabré,M., Térmens,A., Moysset,M., Soro,M., Ortiz,M.A., Talaya,J., 2003. XdA: Red de nivelación de Cataluña. 5ª. Setmana Geomàtica de Barcelona "Cartografía, Telemática y Navegación". 11-14.2.2003, Barcelona.
- [2]. Colomina,I., Navarro,J., Térmens,A., 1992. GeoTeX: a general point determination system. Mapping, No. 6.
- [3]. Colomina,I., Ortiz,M.A., Térmens,A., 1995. Redes geodésicas virtuales. Maratón GPS. Madrid, 3-4.4.1995.

- [4]. Colomina,I., Térmens,A., Ortiz, M.A., Talaya,J., 1995. SPGIC: Integrated Geodetic Positioning System of Catalonia. IUGG XXI General Assembly, 2-14.7.1995, Boulder (Colorado, EEUU).
- [5]. Llei 11/1994,d'11 de juliol, sobre els senyals geodèsics. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya. No. 1923 - 20.7.1994. pp. 4969-4971.
- [6]. Ortiz,M.A., Térmens,A., Colomina,I., 1995. El Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya. II Setmana de Geomàtica de Barcelona, 25-28.4.1995, Barcelona.
- [7]. Ortiz,M.A., Soro,M., Térmens,A., 1998. Reobservación con GPS y ajuste de la red geodésica en Catalunya. I Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica. IX Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica, 9-13.2.1998, Aguadulce, Almería.
- [8]. Ortiz,M.A., Soro,M., Térmens,A., 1998. Reobservación con GPS y ajuste de la red geodésica en Catalunya. III Congreso Venezolano de Geodesia. VI Encuentro Internacional de Mediciones Geodésicas y de Cartografía, 22-25.2.1998, Maracaibo, Venezuela.
- [9]. Parareda,C., Bosch,E., Térmens,A., Ortiz,M.A., Talaya,J., 2003. CATNET: Servicios de posicionamiento de alta precisión y su integración en las nuevas tecnologías de la información. 5ª. Setmana Geomàtica de Barcelona "Cartografía, Telemática y Navegación". 11-14.2.2003, Barcelona.
- [10]. ICC, 2002. Plec d'especificacions tècniques per a l'observació de campanyes GPS de la XU v.2.0. Informe 000108003-003P. (ftp://ftp.icc.es/pub/geofons/pub/data/geo_data)
- [11]. ICC, 2002. Plec d'especificacions tècniques per a la monumentació de senyals geodèsics de la XU v.2.0. Informe 000108003-004P. (ftp://ftp.icc.es/pub/geofons/pub/data/geo_data)
- [12]. Térmens,A., Ortiz,M.A., Colomina,I., 1995. El Sistema de Posicionamiento Geodésico Integrado de Cataluña: Estado actual y perspectivas. VIII Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica, 29.5.1995-1.6.1995, Madrid.