

Red GPS CuaTeNeo en el SE de la Península Ibérica con fines geodinámicos *The CuaTeneo GPS network in the SE of the Iberian Peninsula for geodynamical purposes*

Castellote M.^(1,2), Goula, X.⁽¹⁾, Suriñach, E.⁽²⁾, Talaya, J.⁽¹⁾ y Térmens, A.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Institut Cartogràfic de Catalunya. Parc de Montjuïc. 08038-Barcelona

⁽²⁾ Departament de Geodinàmica i Geofísica. Universitat de Barcelona. 08028-Barcelona. Spain, emma@natura.geo.ub.es

SUMMARY

The CuaTeNeo^() GPS network was set up in the south-east of the Iberian Peninsula to quantify the current horizontal deformations rates. This forms part of a collaboration between different specialists in Earth Sciences. The network was designed to control the system of faults Alhama de Murcia, Palomares and Carboneras, in which strike-slip faults predominate. This area is interesting as regards earthquake hazard. The network, consisting of 15 lasting geodetic points, was designed bearing in mind that ultra-precise geodetic measurements are required in order to obtain significant results over humanly feasible times scales, given the low deformation rates expected in the area (0.5 cm/year). The first GPS measurements campaign (epoch 0) was carried out in 1997. Results from the network adjustments made using Bernese software are currently being obtained.*

1. INTRODUCCIÓN

La red GPS CuaTeNeo^(*) fue implantada en 1997 con el fin de determinar las tasas de deformación tectónica en las cordilleras Béticas orientales. La red, fue diseñada en el marco de un proyecto interdisciplinar más amplio cuyo propósito es cuantificar la deformación tectónica de la zona E de la Península Ibérica (Colomina et al. (1999)). El proyecto es una colaboración entre diferentes especialistas de Ciencias de la Tierra (geodestas, geólogos y geofísicos).

La zona oriental de las Cordilleras Béticas orientales es una de las áreas consideradas tectónicamente más activas de la península Ibérica, juntamente con la zona del mar de Alborán. Esta actividad tectónica reciente se relaciona con la convergencia en dirección NS a NNW-SSE de la placas Eurasiática y Africana, que se supone en la zona de interés convergen con una velocidad de aproximadamente 0,5 cm/año (Meghraoui et al. (1996)).

La baja tasa de deformación esperada para la zona, si bien es de las más elevadas de la península Ibérica, condiciona el diseño y características de la red, tanto en lo que respecta a la implantación de los monumentos, como a la obtención y análisis de los datos, ya que son necesarias medidas geodésicas de muy alta precisión. La primera campaña de medidas (época cero) se realizó en el mes de abril de 1997. Se presenta a continuación el estado actual del análisis de estos datos.

2. LA RED CUATENEEO

La red fue diseñada para controlar el sistema de fallas Alhama de Murcia, Palomares y Carboneras. En este sistema dominan las fallas transcurrentes, por lo que los movimientos esperados son mayoritariamente horizontales. Es objetivo de la red determinar los movimientos horizontales ocasionados por el sistema de fallas así como en fallas individuales (Figura 1).

En el diseño e implantación de la red se tuvieron en cuenta criterios geodésicos en compromiso con los criterios sísmológicos y sismotectónicos. Desde el punto de vista geodésico estos criterios afectan a la recepción de la señal y a la geometría de la red. Con el fin de obtener una buena geometría de la red la distribución de los vértices geodésicos fue regular, procurando que los puntos fueran equidistantes y que el desnivel vertical entre ellos fuera mínimo (Soro et al. (1997)); estudios teóricos indican que tales geometrías contribuyen a disminuir los errores. La red consiste en 15 vértices de los cuales 11 están materializados en un pilar de hormigón de

dimensiones 0,5 x 0,5 x 1,0 m an-clado en el substrato y 4 vértices materializados en un clavo de acero inoxidable incrustado directamente en el substrato. El área total cubierta es 40 km x 150 km. Las distancias mínima y máxima entre puntos es 12,760 km y 44,932 km respectivamente, lo que supone una distancia promedio de 25 km entre puntos (Figura 2). La diferencia entre la máxima y mínima altitud es de 1490 m, no pudiéndose reducir esta diferencia debido a las características geográficas de la zona de estudio. Para cada uno de los vértices se construyeron de 3 a 4 señales de apoyo, distantes a lo máximo 20 m, para poder comprobar la estabilidad del monumento y proceder a su reposición en caso necesario. Los monumentos se construyeron sobre substrato rocoso y con criterios de perdurabilidad ya que se pretende repetir las medidas en un periodo de tiempo largo. Además, para que todas las antenas estuvieran orientadas en la misma dirección y la distancia entre pilar y antena fuese constante, fueron diseñados y construidos especialmente para esta campaña, unos adaptadores pilar-antena.

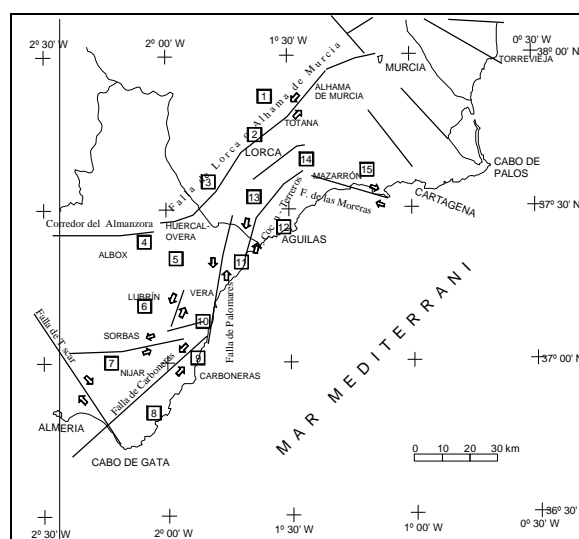


Figura 1 - Distribución de los puntos GPS Cuateneo sobre un mapa esquemático en el que se han indicado las fallas controladas y su movimiento esperado. (Distribution of the CuaTeNeo GPS points on a sketched map where the monitored faults with the expected movements are indicated.)

3. CAMPAÑA DE OBSERVACIONES

Teniendo en cuenta la experiencia acumulada en campañas anteriores PotSis92, PotSis94 (Goula et al. (1996), Talaya et al. (1999)) y ResPyr95 (Fleta, et al. (1996)) se diseñó el procedimiento a seguir durante la recogida de datos de la campaña CuaTeNeo. La red fue medida del 21 al 27 de abril de 1997. Las observaciones consistieron en sesiones diarias de 16 horas (14:00-6:00 UTC), siendo escogida esta franja horaria para minimizar los efectos de la ionosfera sobre la propagación de la señal. Las medidas se realizaron con 7 equipos, cada uno de ellos con un receptor de doble frecuencia L1 y L2 Trimble 4000SSE y una antena Trimble 4000SSE L1/L2 GEOD. Cada punto fue medido un mínimo de 2 veces por equipos diferentes, para facilitar la detección de posibles errores humanos o instrumentales.

4. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Debido a la elevada precisión requerida, el proceso de datos ha sido realizado utilizando el software Bernese (desarrollado por la Universidad de Berna (Rothacher, et al. (1993)). En el cálculo se han utilizado las observaciones de la campaña, efemérides precisas y observaciones de las estaciones permanentes pertenecientes a IGS Ebre, Madrid, San Fernando y Matera (para fijar el marco de referencia). En primer lugar se ha realizado un pre-proceso para eliminar los errores de las observaciones GPS (cycle-slip), posteriormente se han determinado las ambigüedades de un conjunto independiente de líneas de base (junto con la estimación de parámetros troposféricos) para, finalmente, combinar las observaciones de cada sesión y realizar un cálculo global independiente por cada sesión.

El ajuste global de toda la red se ha realizado mediante una combinación de las ecuaciones normales, guardadas en el proceso de cada sesión, utilizando Bernese y también mediante el software GeoTeX, desarrollado por el ICC (Colomina et al. (1992)). Para realizar el ajuste de la red, GeoTeX utiliza las coordenadas y la matriz de covarianza de los vértices de cada sesión calculadas por Bernese. En el póster se presentan los resultados obtenidos.

5. COMENTARIOS FINALES

Con las medidas realizadas se ha fijado la época cero de la campaña CuaTeNeo para próximas campañas. Una segunda campaña en el año 2000 o 2001 servirá para validar las velocidades de deformación esperadas. En estas nuevas campañas serán útiles las estaciones permanentes del Real Instituto y Observatorio de la Armada (Dávila et al, (1998)) (San Fernando ya forma parte), ya que están ubicadas muy próximas a la red, lo cual significará una mejora en el cálculo de las coordenadas de los vértices geodésicos.

6. AGRADECIMIENTOS

(*)CuaTeNeo: Cuantificación de la Tectónica actual y Neotectónica en la parte oriental de la Península Ibérica. Proyecto DGICYT nº PB93-0743-C02.

7. REFERENCIAS

Colomina, I., Navarro, J. y Térmens, A. (1992): "A general point determination system". *International Archives of Photogrammetry*, **29**, comm III, 656-664.

Colomina, I., Fleta, J., Giménez, J., Goula, X., Masana, E., Ortiz, M.A., Santanach, P., Soro, M., Suriñach, E., Talaya, J. y Térmens, A. (1999): "The CuaTeNeo GPS network to quantify horizontal movements in the southeastern part of the Iberian Peninsula". 1ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica. SIM 1 - Assessment and reduction of natural risks (en prensa).

Dávila, J.M., Udías, A., Gárate, J., Buforn, E., Pazos, A., Pérez, P., Quijano, J., Peña, J.A., Gallego, J., Muñoz-Delgado, G. y Borrel, M.A. (1999): "Estudio integrado por métodos GPS y sísmicos de la zona de contacto de las placas Euroasiática-Africana correspondiente a la región Ibero-

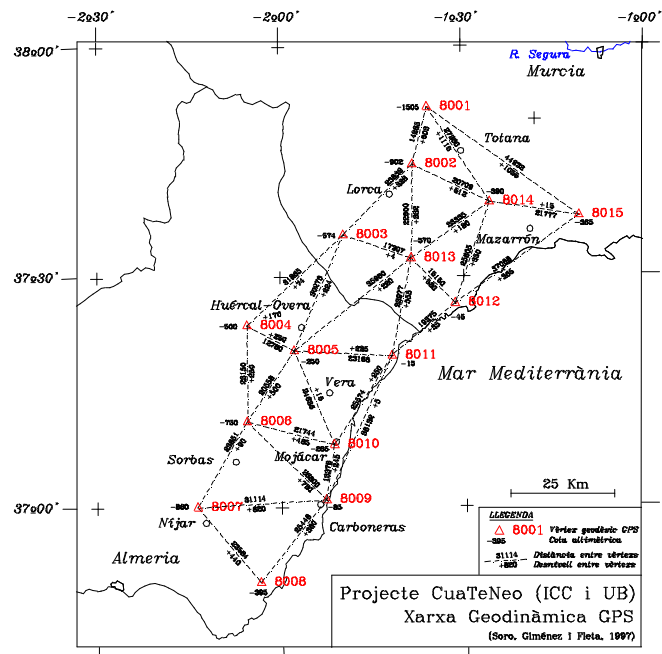


Figure 2- Características de la red GPS CuaTeNeo. (Characteristics of the CuaTeNeo GPS network.)

Mogrebi: situación actual" En:Jornadas científicas 100 años de observaciones sísmológicas en San Fernando 1898-1998. 17-18 Septiembre 1998. San Fernando, Cádiz (en prensa).

Fleta, J., Soro, M., Giménez, J. y Suriñach, E. (1996): "Red GPS para medidas geodinámicas en el Pirineo (ResPyr)". *Geogaceta*, **20** (4), 992-995.

Goula, X., Talaya, J., Térmens, A., Colomina, I., Fleta, J., Greilet, B. y Granier, T. (1996): "Avaluació de la potencialitat sísmica del Pirineu oriental. Primers resultats de les campanyes GPS PotSis'92 i PotSis'94". *Terra*, **28**, 41-48.

Meghraoui, M., Morel, J.L., Andrieux, J. y Dahmani, M. (1996): "Tectonique plio-quatenaire de la chaîne tello-rifaine et de la mer d'Alboran. Une zone complexe de convergence continent-continent". *Bull. Soc. Geol. France*, **167**, 1, 141-157.

Rothacher, M., G. Beutler, W. Gurtner, E. Brockmann y L. Mervart (1993): "The Bernese GPS Software Version 3.4", Druckerei der Universität Bern, Astronomical Institute, University of Berne.

Soro, M., Giménez, J. y Fleta, J. (1997): "Descripció dels emplaçaments per a observacions GPS del marge sudoriental de la Península Ibèrica (prov. Almeria i Múrcia)". Projecte CuaTeNeo, Informe GS-096-97, ICC.

Talaya, J., Feigl, A., Térmens, A. y Colomina, I. (1999): "Practical Lessons from Analysis of a GPS Network Designed to Detect Movements of $\approx 1\text{mm/year}$ in the Eastern Pyrenees". *Phys. Chem. Earth (A)*, **24**, 4, 355-359.