

Prospección geofísica en el sistema de fallas Amer-Brugent (Girona, España) *Geophysical prospection at the Amer-Brugent fault system (Girona, Spain)*

P. Martínez⁽¹⁾, T. Teixidó⁽¹⁾, J. Fleta⁽¹⁾, X. Goula⁽¹⁾, F. Renardy⁽²⁾

⁽¹⁾ Institut Cartogràfic de Catalunya, Parc de Montjuïc, 08038 Barcelona, España; teixido@icc.es

⁽²⁾ Université de Liège, Université de Liège au Sart Tilman, B-4000 Liège, Bélgica

SUMMARY

The Amer-Brugent fault system, probably associated to the first earthquakes of the seismic sequence of 1427-28 presents well defined geomorphological evidences of recent activity. Three zones have been chosen to pursue detailed geophysics studies in order to choose the precise sites, candidates to be trenched for paleoseismological analysis. Electrical logs were carried out to obtain a general view in the extended study area. Tomography profiles, using dipole-dipole method were placed on specific sectors. Inversion electric analysis, high-resolution seismic reflection surveys and geo-radar profiles (GPR) were achieved on the most probable sites to find surface ruptures. The objective of this communication is to present the geophysical results.

1. INTRODUCCIÓN

El objeto de esta comunicación es presentar la metodología y el trabajo de prospección realizado en la zona del sistema de fallas de Amer-Brugent, concretamente en la Vall d'en Bas (Girona, España). El estudio ha tenido como objetivo la detección de posibles emplazamientos de fallas cuaternarias para realizar estudios de paleosismicidad. El trabajo se enmarca dentro del proyecto europeo *Paleosis* (ENV-CT97-0578 EC) que tiene por finalidad el estudio de paleosismicidad en regiones de sismicidad moderada. En concreto nuestra actividad se incluye en la región IV *Eastern Pyrenees*.

Dada la extensión de la zona de estudio, la prospección geofísica ha consistido en tres etapas de actuación: Una primera de caracterización de la geometría general de la zona, consistente en la recopilación/revisión de antiguos sondeos eléctricos verticales (SEV) (Aero Service Ltd., 1963; Cros, 1986) y en la realización de 47 nuevos SEV en las zonas de interés (ICC, 1999). En la segunda etapa se han realizado 20 perfiles eléctricos dipolo-dipolo emplazados en los lugares de más probable localización de fallas. La tercera etapa ha consistido en 2 perfiles sísmicos de reflexión de alta resolución y perfiles georadar.

2. ZONA DE ESTUDIO

La Vall d'en Bas se sitúa al NE de la península Ibérica, en la comarca de la Garrotxa (Girona). Es un valle plano con una extensión de 21 km², de forma alargada en dirección N-S (11 km) y con pocos sectores que superan los 2.5 km de anchura (figura 1).

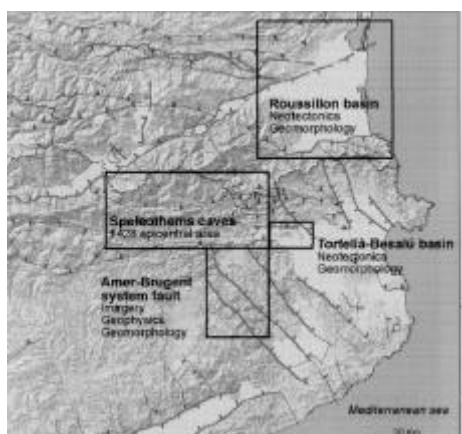


Figura 1: Mapa de situación con las distintas zonas estudiadas dentro del proyecto. (Situation map of the Study areas in the project).

Geológicamente, el área de estudio se localiza en la zona volcánica de la Garrotxa. Los terrenos más antiguos aflorantes en el entorno del valle son de edad eocena y se depositaron sobre materiales paleozoicos. La fracturación postalpina del basamento dió lugar a la formación de un conjunto de bloques hundidos hacia el E (Saula et al., 1996). El límite occidental de la Vall d'en Bas corresponde a la falla de Amer-Brugent, una de las fracturas que conforman estos bloques. Por otro lado, las erupciones volcánicas de la Garrotxa que se produjeron durante el Cuaternario Medio y Superior provocaron la obturación del valle y la posterior sedimentación lacustre. Para esta zona, las litologías cuaternarias se puede resumir en cuatro grupos: 1) grabas y arenas de origen aluvial. 2) Lavas, escorias y piroclastos de origen volcánico. 3) Limos y arcillas de formación lacustre. 4) Depósitos coluviales y de pie de monte.

3. SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV)

Tanto los sondeos eléctricos verticales recopilados como los realizados para este estudio utilizaron una geometría Schlumberger. A partir de su interpretación y correlación se establecieron una serie de perfiles geoelectrónicos obteniendo la geometría del valle y la localización de anomalías (figura 2). La información aportada por los perfiles geoelectrónicos junto con el estudio geomorfológico (Ferrer et al., 1999a), permitió definir dos zonas de actuación para una prospección más detallada: el sector de Sant Privat, al NW del valle, y el sector de Joanetes, al W.

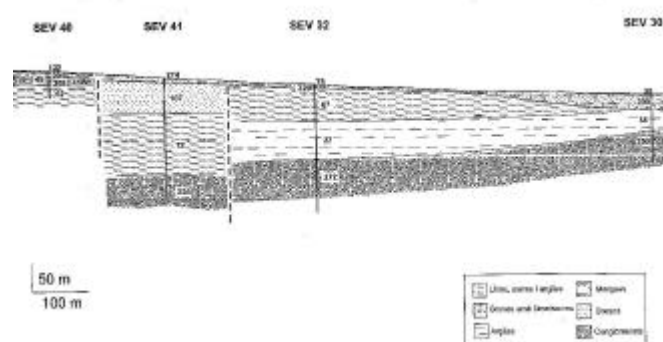


Figura 2: Perfil geoelectrónico en el sector Joanetes. (Geo-electric profile in Joanetes sector).

4. PERFILES ELÉCTRICOS DIPOLO-DIPOLO (PDD)

Los 20 perfiles dipolo-dipolo se emplazaron en los dos sectores deducidos por los resultados obtenidos por los SEV y por el estudio geomorfológico. Este método se propuso teniendo en cuenta que el

tipo de anomalías a detectar se caracterizaban por pequeños cambios en la disposición espacial de los materiales cuaternarios. Para su realización se utilizó una distancia AB y MN de 4 m; quedando limitada la inspección del subsuelo por una malla de puntos de 2x2 m, resolución suficiente para la detección de este tipo de estructuras. Con los datos obtenidos se llevó a cabo el proceso de inversión para obtener una imagen tomográfica mejor definida que el campo dipolar registrado (figura 3).

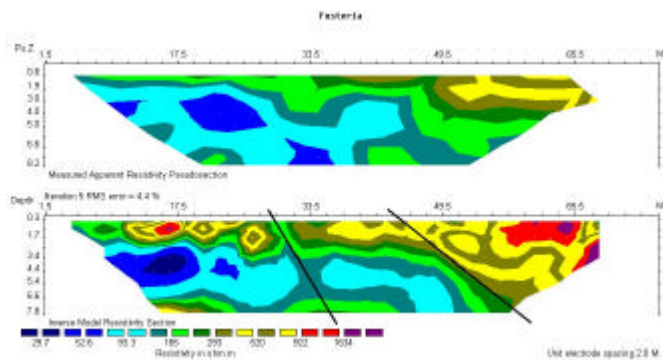


Figura 3: Campo dipolar obtenido (a) y (b) tomografía del perfil de Fusteria. (Dipolar obtained field(a) and (b) tomographic results of inversion. Fusteria line).

5. SÍSMICA DE REFLEXIÓN Y GEORÁDAR

El análisis de los perfiles PDD permitió centrar la sismica de reflexión en dos emplazamientos concretos del sector de Joanetes, denominados Fusteria y Estruços. La adquisición de datos se realizó con geófonos y tiros cada metro; suponiendo una distancia de trazas CDP entorno los 0.5 m. Como fuente sísmica se utilizó un martillo de 8 kg de masa, grabándose 48 trazas/registro. La sección sísmica (figura 4) muestra una serie de rupturas superficiales de señal probablemente emplazadas en sedimentos cuaternarios, en donde la anomalía localizada en la zona central coincide con un escarpe geomorfológico.

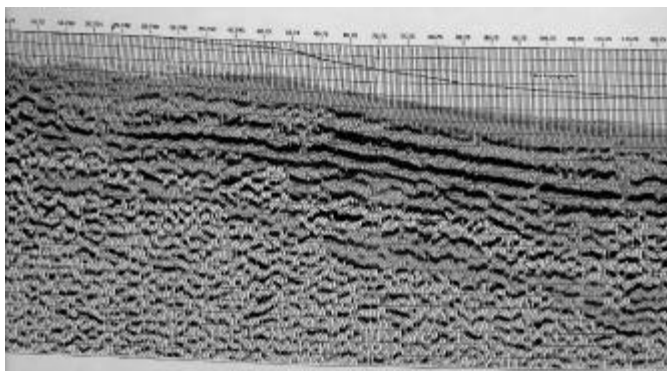


Figura 4: Sección sísmica de la línea Estruços. (Seismic section for Estruços line).

Los perfiles PGR se realizaron posteriormente al estudio sísmico y dadas las condiciones de saturación y la granulometría de los materiales más superficiales, se obtuvieron perfiles con poco contraste.

6. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos por los distintos métodos se procedió a realizar una síntesis de los resultados (Figura 5). De esta manera, se han propuesto dos zonas probables de localización de fallas para efectuar el estudio paleosismológico (Fleta y Goula, 1999; Ferrer et al., 1999b).

Desde un punto de vista metodológico, si el área a investigar es extensa, se proponen los sondeos eléctricos verticales como método

más rápido y eficaz para obtener una primera estimación de la geometría regional y así concretar las zonas de actuación de la geofísica de detalle.

Cuando se trata de detectar pequeñas anomalías superficiales, como es el caso de fallas activas cuaternarias, se propone la utilización de distintos métodos geofísicos en prospección de muy alta resolución, dado que éstos presentan una fuerte dependencia/efectividad con el estado de los materiales que constituyen los primeros metros del sub-suelo.

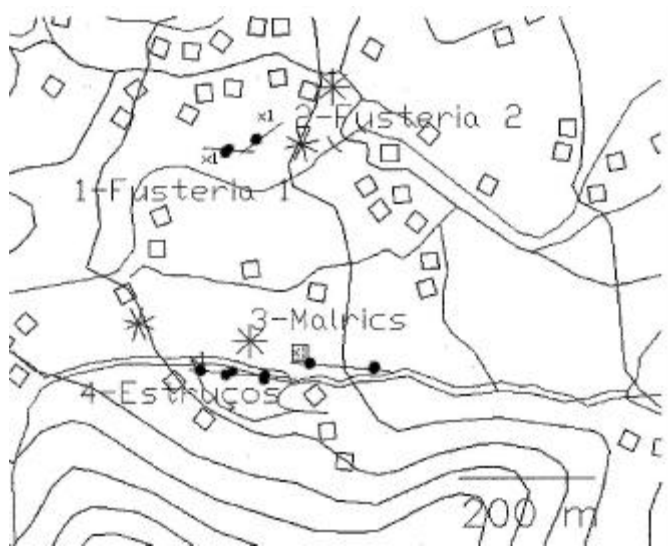


Figura 5: Anomalías encontradas para el sector de Joanetes. (Located anomalies for the Joanetes sector).

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto europeo *Paleosis* (ENV-CT97-0578 EC) que tiene por finalidad el estudio paleosismológico de determinadas regiones europeas. Queremos agradecer la colaboración de todos los grupos integrantes, especialmente al grupo de la Universidad de Liège por su participación en el procesado de inversión eléctrica.

7. REFERENCIAS

- Aero Service Limited (1963): "Investigación de aguas subterráneas en el Valle de Bas y las Presas (Gerona)". 12p, 3 mapas.
- Cros, J. (1986): "El Cuaternario de la Vall d'en Bas (provincia de Girona)". Tesis de Licenciatura, Universitat Autònoma de Barcelona, 62p.
- Ferrer, Masana y Santanach, (1999b): "Analysis of relevant geologic and geomorphologic data for paleoseismologic trenching across the Brugent fault". *Paleosis*, Internal report, 25p.
- Ferrer, P.; E. Masana y P. Santanach (1999a): "Expresión geomorfológica de la actividad reciente de la falla de Amer (NE de la Península Ibérica)". *Acta Geol. Hispánica*, 31 (1996), 4, 17-24 (Pub. 1999).
- Fleta, J. y X. Goula (1999): "Paleosis: Evaluation of the potential for the large earthquakes in region of present day low seismic activity in Europe. Meeting and Field trip guide, October 7,8 and 9 in Eastern Pyrenees. Barcelona". Institut Cartogràfic de Catalunya, Informes del Servei Geològic de Catalunya, GS124-99. 25 p. Generalitat de Catalunya.
- ICC (1999): "Prospecció geofísica a la Vall d'en Bas. La Garrotxa". Institut Cartogràfic de Catalunya, Informes del Servei Geològic de Catalunya, Informe núm: GA-157/99, 32p., 5 annexes. Generalitat de Catalunya.
- Saula, E.; Picart, J.; Mató, E.; Llenas, M.; Losantos, M.; Beràstegui, X. y J. Agustí (1996): "Evolución geodinámica de las fosas del Empordà y Sierras Transversales". *Acta Geol. Hispánica*, 29, 55-75.