

Caracterización Geofísica del Sistema de Fallas Alhama Murcia (FAM). Transepto la Torrecilla. Lorca, España.

Johanna Camacho

Universidad de Granada, España

Abstract

This study uses data from seismic reflection and data from the first arrivals of the P wave to obtain a velocity model along a profile of 1 km in length. Has also been used information from other geophysical methods such as electrical tomography and audiomagnetotellurics: they have all been integrated to make a Geophysics characterization Fault System Alhama's-Murcia (FAM) in the transept Torrecilla located in the Betic Cordillera (Spain). In addition to the survey FAM-1 of 175m depth it has contributed much in the geophysical information about the different materials of the fault zone. The work is part of research project InterGeo (CGL2013-47412-C2-1-P Ref.) Called: "Analysis and Monitoring Behavior of Sismogenetics Intersegment Regions in Active Faults tear".

In addition to the geophysical characterization of the present lithologies, the main result of this research is that the Alhama-Murcia's Fault has a similar expression to a "flower structure" faulting detected in the SE sunken half block, which has important sismogenetics implications in this seismically active zone.

A methodological level, this study has led to a treatment seismic reflection process data very thorough due to strong environmental noise of traffic in the area that has been superimposed constructively to seismic signals and not entirely linear path of the seismic profile produced the geometric displacement of many CDPs.

Keywords: Alhama's-Murcia fault, Béticos, active fault, geophysics

INTRODUCCIÓN

El presente estudio se enmarca dentro del proyecto de investigación InterGEO (Ref. CGL2013-47412-C2-1-P) denominado: "Análisis y Monitoreo del Comportamiento Sismogénico de Regiones Intersegmento en Fallas Activas de Desgarre"; siendo el Investigador Principal el Dr. José J. Martínez Díaz, perteneciente al Departamento de Tectónica Activa, Paleosismicidad y Riesgos Asociados de la Universidad Complutense de Madrid. El objetivo global del proyecto es caracterizar y comprender el comportamiento sismogénico en zonas seleccionadas de la Falla Alhama de Murcia (FAM, España); concretamente la investigación se centra en el transecto denominado de La Torrecilla (Fig. 1) donde se han aplicado los métodos sísmicos de refracción y reflexión a lo largo de un perfil de 1 km de longitud planificado para cortar el sistema de fallas en esta zona intersegmento.

El sistema de fallas Alhama de Murcia (FAM), está localizado al Sureste de la Península Ibérica en la provincia de Murcia (Fig. 1) y tiene una longitud total de traza de la falla observable en campo que supera los 90 km desde la depresión de Huerca al SO hasta las proximidades de Murcia al NE. Los estudios geológicos de la FAM han puesto de manifiesto (J.J. Martínez Díaz, 2000) que se trata de una falla con una cinemática de desgarre sinistral con componente inversa que ha estado activa durante el Mioceno Superior, el Plioceno y el Cuaternario (Moutenat et al., 1987 a y b). Trabajos recientes (Martínez-Díaz et al., 2012) coinciden en que hay una tectónica activa asociada al corredor

con régimen compresivo y con posibles estructuras cosísmicas asociadas que tendrían implicaciones en la peligrosidad sísmica de la zona.

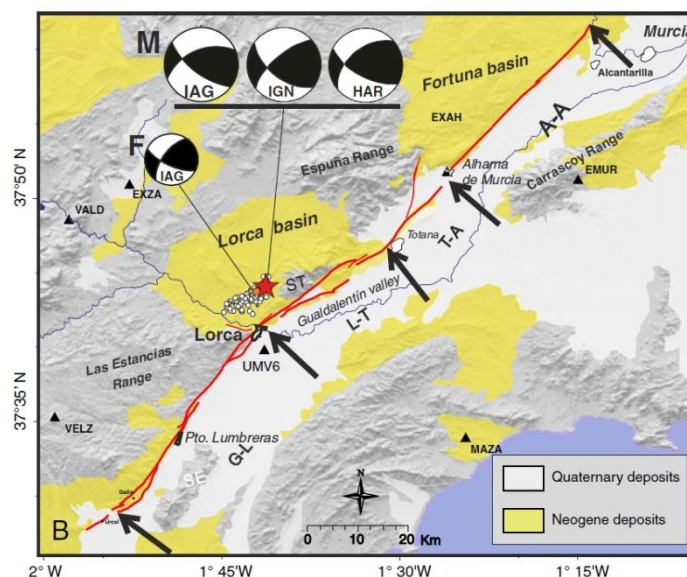


Figura 1. Mapa del área de estudio donde se han proyectado las fallas cuaternarias. Las flechas indican los límites de los cuatro segmentos principales de la FAM: GL (Goñar–Lorca), LT (Lorca–Totana), TA (Totana–Alhama), AA (Alhama–Alcantarilla). Los círculos y la estrella hacen referencia, respectivamente, a los precursores y a las réplicas del terremoto de Lorca del 2011 (secuencia sísmica extraída de Lopez-Comino et al., 2012). También se muestran las soluciones del mecanismo focal del terremoto principal (M) propuestas por distintas agencias y de una de las réplicas (F); IAG: Instituto Andaluz de Geofísica; IGN: Instituto Geográfico Nacional; HARV: Harvard University. Los triángulos negros son estaciones sísmicas utilizadas en la relocalización.

METODOLOGÍA

El trabajo concreto de este TFM se ha centrado fundamentalmente en la adquisición de los datos sísmicos y en el procesado de los mismos.

Para la toma de datos se utilizó un equipamiento sísmico cedido por el Helmholtz-Centre Postdam-GFZ German Research Centre for Geosciences (Alemania) consistente en 10 Geodes de 24 canales (Geometrics Inc.), 240 geófonos de 20 Hz de frecuencia natural y 10 líneas sísmicas con 24 tomas separadas 2 m. La fuente sísmica utilizada fue una caída de peso acelerada de 250 kg. El perfil sísmico tuvo una longitud de 1056 m, que se explotó con 209 tiros separados cada 6 m; con 528 geófonos separados cada 2 m (240 canales/tiro, 1 ms de intervalo de muestreo y una ventana temporal de 4s).

En laboratorio los datos sísmicos también se han usado para generar un modelo de velocidades de las ondas P aplicando el método de tomografía de primeras llegadas (34150 tiempos leídos) basado en la técnica de inversión por cálculo del tiempo de viaje de la trayectoria del rayo mediante la aproximación de la ecuación Eikonal 2D (WET, *Wavepath Eikonal Traveltime*, Qin et al., 1992 y Schuster; 1993). El modelo de distribución de las

velocidades V_p (Fig. 2) se ha obtenido en la iteración 90 con un porcentaje de error RMS del 0.7%.

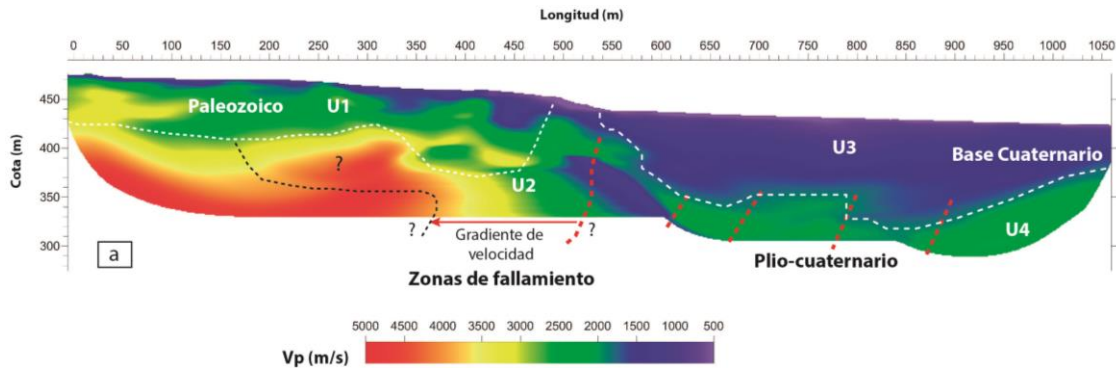


Figura 2. Modelo final de velocidades correspondiente a la iteración número 90 para el perfil de tomografía sísmica de La Torrecilla.

En cuanto al procesado de la sección sísmica de reflexión, ésta ha tenido dos puntos cruciales el primero ha sido establecer los lugares geométricos correctos de los CDP debido a que la traza del perfil sísmico era irregular (*crooked-line*), lo que ha conllevado a realizar varios intentos de definir el tamaño óptimo de los CDP y prescindir de las trazas que no pertenecen a ninguno. El otro punto se ha centrado en eliminar lo máximo posible el ruido producido por la autovía Puerto Lumbreras-Murcia que se ha superpuesto a las señales de reflexión, a efectos de no producir artefactos en los registros se ha tenido que proceder a un extensivo análisis espectral y F-K.

RESULTADOS OBTENIDOS

Una vez obtenidos los dos modelos sísmicos éstos se han correlacionado con un perfil eléctrico (ERT) y un modelo audiomagnetoteléurico (AMT) obtenidos sobre la misma traza con el propósito de efectuar una interpretación conjunta y proponer un modelo estructural para este transecto hasta el kilómetro de profundidad aproximada. Para este análisis también se ha dispuesto de la información litológica de un sondeo mecánico efectuado sobre la zona de falla de 175 m de profundidad y de sus correspondientes testificaciones geofísicas y geológicas

En la sección sísmica de la Figura 3 se han diferenciado una serie de unidades, en la mitad SE, la Unidad U3 hace referencia al tramo de los depósitos cuaternarios y se caracteriza por fuertes reflectores horizontales cuyo contacto con los materiales Plio-Cuaternarios (Unidad U4) viene descrito por rupturas en la base de éstos, lo que podría indicar que se trata de una superficie erosiva previa al abanico aluvial cuaternario. En cuanto al contacto entre el Plio-Cuaternario (arenas y limos) y los materiales miocenos de margas y areniscas (U6) es poco claro y su límite se ha trazado en base al perfil AMT y al trazado tectónico. En el extremo NW las secuencias de esquistos, filitas y cuarcitas del Paleozoico (U1) se identifican por reflectores de tamaño medio que describen los plegamientos de estos materiales.

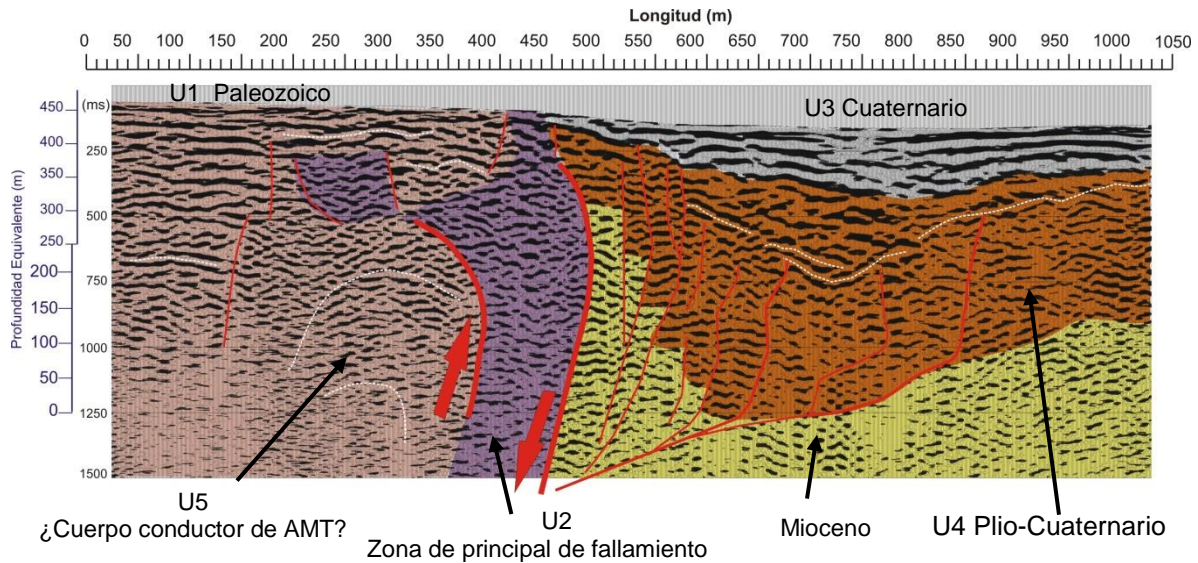


Figura 3. Sección sísmica final interpretada. En líneas rojas se han trazado las rupturas más importantes y en blanco las orientaciones de algunos reflectores con el fin de poner en evidencia estructuras de interés. La geometría de estas discontinuidades indica una zona de cizalla con estructura en flor negativa; para más información se refiere al texto. Según los intervalos de profundidad equivalente (conversión de tiempo doble a profundidad en tramos de velocidad de intervalo) la escala vertical debería ser más exagerada respecto de la horizontal para guardar la proporción entre ellas.

A nivel estructural se detecta la zona de fallamiento principal (U2) centrada a los 400 m de longitud, los dos lados de esta zona de cizalla muestran una estructura ancha formada bajo condiciones dúctiles a dúctiles-frágiles (J.J. Martínez-Díaz, 2012), ya que en las fallas de desgarre sinistral, como es el caso, se observa cómo estos laterales se acomodan al movimiento horizontal de los bloques adyacentes.

Según el modelo AMT, el desplazamiento relativo del bloque levantado respecto del hundido es de unos 500 m, siendo la parte superior compatible con la homóloga de esta sección sísmica. Si bien la zona central de cizalla es una banda estrecha (entre 75-100 m de grosor) con una inclinación general en torno los 70° , en su flanco SE ésta se halla acompañada de un conjunto de fracturas con mayor o menor grado de deformación (de subparalelas a oblicuas entre sí) que dan lugar a una estructura de “flor negativa” donde las discontinuidades secundarias se disponen progresivamente en ángulos inferiores con respecto a la envolvente que evolucionan hacia un ángulo más grande. La geometría de estas fallas secundarias muestra que convergen en profundidad a unos 500 m (a unos -100 m de cota n. m.) hacia la zona de fallamiento principal. En cuanto al bloque levantado paleozoico (extremo NW) se han detectado una serie de fallas superficiales que desaparecen a mayor profundidad pasando a estructuras más dúctiles y plegadas; una de ellas podría ser el cuerpo conductor U5 detectado en el modelo AMT (¿grafito?).

CONCLUSIONES

Este estudio es un ejemplo más que pone de manifiesto la utilidad de utilizar más de un método de exploración geofísica para obtener la mayor información posible del subsuelo.

En un contexto geológico de grandes tensiones mecánicas la prospección sísmica es fundamental porque al encontrar contraste entre los materiales, los modelos resultantes son claros.

Por su parte las exploraciones electromagnéticas han mostrado la capacidad que tienen estos métodos para zonificar las litologías, tanto en su versión a mayor escala (AMT) como en los modelos más detallados (ERT).

La combinación de ambos grupos de métodos (mecánicos y electromagnéticos) ha permitido obtener una información geológica y tectónica complementaria muy útil en este Proyecto. Por su parte el sondeo mecánico ha permitido caracterizar cuantitativamente los materiales de la zona de falla de forma muy precisa lo cual ha posibilitado su extrapolación a los modelos geofísicos.

El modelo resultante de este estudio muestra que la estructura tectónica del transepto de La Torrecilla es una fractura de cizalla por desgarre sinistral formada bajo condiciones dúctiles, con estructura de flor negativa en el bloque hundido que se une a la zona principal de fallamiento en torno los 500 m de profundidad. Mientras que en el bloque levantado se detectan fallas hasta los 300 - 400 m de profundidad seguido por un paleozoico más dúctil.

Parece ser que las condiciones geomecánicas en este transepto apoyan la teoría de que hay un grosor aproximado de materiales con consolidación mecánica baja-media de 500 m; principalmente formado por: la capa de gravas cuaternarias, las arenas y limos Plio-Cuaternarios, y las margas con yesos miocenas.

REFERENCIAS

Martínez-Díaz J.J., 2000: Estudios Geológicos y Sismotectónica de la falla de Alhama de Murcia. Implicaciones sismogenéticas del terremoto de Lorca de Junio-1977. 55: 251- 266.

Martínez-Díaz J.J., Masana E., Ortuño M., 2012: Active tectonics of the Alhama de Murcia fault, Betic Cordillera, Spain. *Journal of Iberian Geology* 38 (1) 253-270. doi: 10.5209/rev_JIGE.2012.v38.n1.39218.

Montenat, C., Ott d'Estevou, P. and P. Masse (1987a), Tectonic-sedimentary characters of the Betic Neogene basins evolving in a crustal transcurrent shear zone (SE Spain), *Bull. Cent. Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine*. 11, 1-22.

Montenat, C., Ott d'Estevou, P., Larouziere F.D. y Bedu P., 1987b: Originalité géodynamique des bassins néogènes du domaine bétique oriental, Espagne. Notes de mem. C:F.P., Paris.

Schuster, G.T., Quintus-Bosz, A., 1993, Wavepath eikonal travelttime inversion: Theory. *Geophysics*, Volume 58, 1314-1323.

Qin, F., Luo, Y., Olsen, K., Cai, W., and Schuster, G., 1992, Finite-difference solution of the eikonal equation: *Geophysics*, 57, 478-487.