

Riesgo Sísmico en La Depresión de Guadix-Baza (S España).

Seismic Hazard in the Guadix-Baza (S. Spain) Basin.

I. Martín-Rojas (*), J.E. Díaz Hernandez (**), M. Martín(***) y R. Juliá(****)

* Departamento de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente, Universidad de Alicante, AP-99, 03080 Alicante.

** Centro de Investigaciones Agrarias, Junta de Andalucía, C. de Purchil s/n, 18080 Granada.

*** Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias, 18071 Granada; Departamento de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente, Universidad de Alicante, AP-99, 03080 Alicante.

**** Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera CSIC, C. Martí y Franques s/n, 08028 Barcelona.

ABSTRACT

Sinuosity, Facetation percentage, dissection percentage and width/high valley ratio geomorphic parameters are applied to the Alicún Spa resort mountain front. This front, defined by a normal fault, shows several springs originated during the Quaternary. Travertine deposits are related to the springs and the fault. The travertine ages are correlated with the values from the geomorphic parameters, in order to obtain seismic risk information.

KEY WORDS: travertines, geomorphic parameters, active tectonics, Southern Spain.

Geogaceta, 28 (2000), 97-100

ISSN: 0213683X

Introducción

Un frente montañoso de falla es la expresión geomorfológica de una zona de falla que se desarrolla frecuentemente en los bordes de depresiones. Estos elementos geomorfológicos de origen tectónico son muy característicos en zonas semiáridas tectónicamente activas (Silva Barroso, 1994), como es el caso de la Depresión de Guadix-Baza. Estos frentes montañosos de falla registran la historia del levantamiento tectónico acumulado por la zona de falla (Mayar, 1992). Dicho levantamiento se refleja en su carácter rectilíneo o sinuoso así como en el encajamiento de ramblas y arroyos que lo drenan. Así, es posible evaluar cuantitativamente la actividad tectónica de un frente a través de la aplicación de una serie de parámetros morfométricos que constituyen una aproximación numérica a distintos aspectos geomorfológicos relacionados con los procesos erosivos y deposicionales de la red fluvial (Keller, 1986).

En la presente nota se procederá al estudio del frente montañoso situado en las proximidades del Balneario de Alicún (Depresión de Guadix, SE España; Fig. 1A y B). En este sector se reconocen materiales del basamento de la citada depresión en contacto mecánico con sedimentos del relleno neógeno-cuater-

nario de la misma (Fig. 1B), todos ellos afectados por el encajamiento de la red fluvial posterior a la colmatación de la cuenca (Vera, 1970 y Peña, 1985), lo que a su vez dió lugar al depósito de materiales cuaternarios (Viseras 1991). El área en cuestión presenta una característica particular para la realización de estudios geomorfológicos destinados a la cuantificación de la tectónica activa, ya que, como se observa en la Fig. 1C, los depósitos más recientes aparecen relacionados con el contacto mecánico que separa los materiales del basamento de los del relleno de la cuenca. Dichos depósitos, de tipo travertínico, pueden ser datados de forma absoluta permitiendo conocer el momento de actuación de la zona de falla. Esto permitiría asignar a los valores obtenidos mediante parámetros geomorfológicos un intervalo de edad, y por tanto, conocer el momento de actuación de la zona de falla y su consiguiente riesgo sísmico a partir de un sencillo análisis morfométrico.

Marco geológico

Los manantiales termales del Balneario de Alicún se originaron asociados al contacto impermeable/permeable relacionado con la actuación de una falla normal que delimita materiales del

sustrato de la depresión (carbonatos) de los de relleno de la misma (arcillosos, margosos y detríticos finos). A partir del momento en el que aparecieron las surgencias también se inició el depósito de travertinos en este sector.

Se pueden reconocer tres plataformas travertínicas (Fig. 1C), de las cuales la superior aparece sellando la falla de manera que ésta se pierde debajo de dicha plataforma (Fig. 1 B y C). Hacia el S la falla define un frente montañoso de orientación aproximada N70E (Figs. 1 y 2) al que aplicaremos los parámetros geomorfológicos.

Metodología

Los parámetros geomorfológicos empleados se describen detalladamente a continuación:

1.- Sinuosidad del frente montañoso: se define como la razón existente entre la longitud total del frente y la longitud medida a lo largo de una línea recta paralela al mismo (Bull, 1977). Es decir, este parámetro cuantifica la similitud del frente a una morfología rectilínea, de tal forma que cuanto más se aproxime a 1 mayor será la actividad de la falla, puesto que su actividad dará lugar a un frente recto que se hará más sinuoso a medida que progrese la erosión.

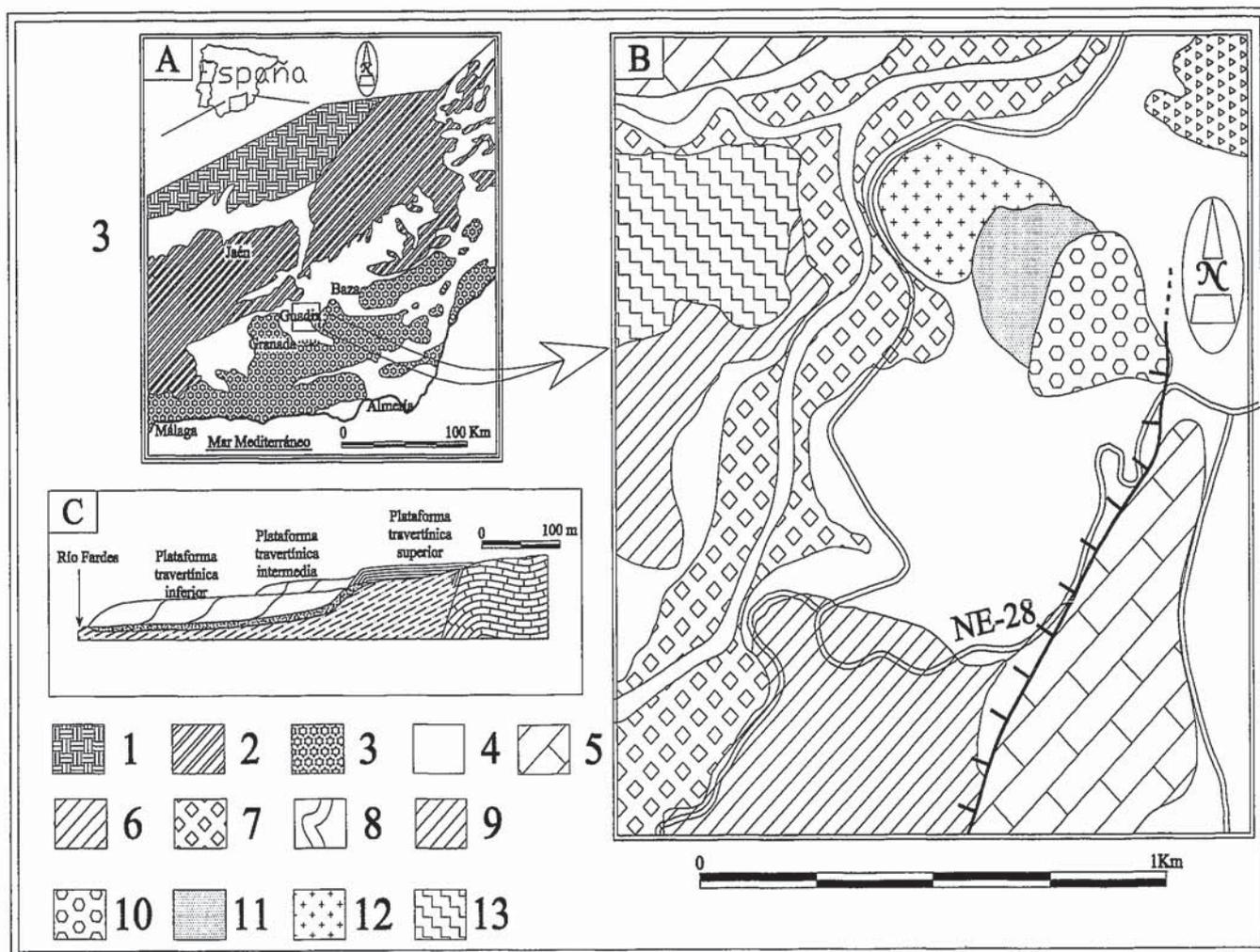


Figura 1: A.- Localización geográfica y geológica del area de estudio. B.-Esquema cartográfico de las plataformas travertínicas, del frente montañoso y sectores adyacentes. C.- Corte geológico mostrando la morfología interna de las plataformas travertínicas y su relación con la falla. 1: Antepaís, 2: Zonas Externas Béticas, 3: Zonas Internas Béticas, 4 Terrenos neógenos, 5: Jurásico del sustrato de la Cuenca de Guadix, 6: Terraza fluvial superior, 7: Terraza fluvial inferior, 8: Cauce del río Fardes, 9: Terraza fluvial intermedia, 10: Plataforma Travertínica Superior, 11: Plataforma Travertínica Intermedia, 12: Plataforma Travertínica Inferior, 13: Terraza fluvial superior

Figure 1: A.- Geographic and geologic location of the study area. B.- Cartographic sketch of the travertine platform, mountain front and surrounding area. C.- Geologic section showing the infernal morphology of the travertine platform and its bearings with the fault. 1: Foreland, 2: External Betic Zone, 3: Infernal Betic Zone, 4 Neogene terrains, 5: Jurassic of the basement of the Guadix Basin, 6: Upper fluvial terrace, 7: Lower fluvial terrace, 8: Fardes River, 9: Middle fluvial terrace, 10: Upper travertine platform, 11: Middle travertine platform, 12: Lower travertine platform.

2.- Porcentaje de facetación: cuantifica en qué proporción un frente montañoso que está formado por facetas triangulares bien definidas, mediante la razón existente entre la longitud acumulada de facetas y la longitud total del frente, medidas ambas a lo largo de una línea recta paralela al frente (Wells *et al.*, 1988). Los frentes montañosos tectónicamente activos presentan grandes facetas triangulares que son generadas y mantenidas por la actuación de las fallas en la base de los escarpes; por tanto cuanto mayor sea el porcentaje de facetación mayor será la actividad tectónica del frente.

3.- Porcentaje de frente montañoso disectado: es el tanto por ciento de frente que aparece afectado por encajamientos de la red fluvial. La expresión que lo define es la razón existente entre la longitud de frente disectado y la longitud total del frente, medidas también ambas a lo largo de una línea recta paralela al frente (Wells *et al.*, 1988). Los frentes montañosos menos activos tectónicamente están afectados en mayor medida por la erosión; así pues el porcentaje de frente montañoso disectado es inversamente proporcional a la actividad tectónica relativa del frente.

4.- Razón ancho/alto de valle: permite establecer si la morfología de los valles que afectan al frente tiende a ser en artesa (en «U») o encajada (en «V»). Este parámetro es directamente proporcional a la anchura del fondo del valle e inversamente proporcional a la altura de las paredes del mismo (Bull 1977); de tal manera que cuanto mayor sea el valor obtenido menos encajados serán los valles.

Resultados

La figura 2 muestra sobre la base topográfica digital 1:10.000 de manera

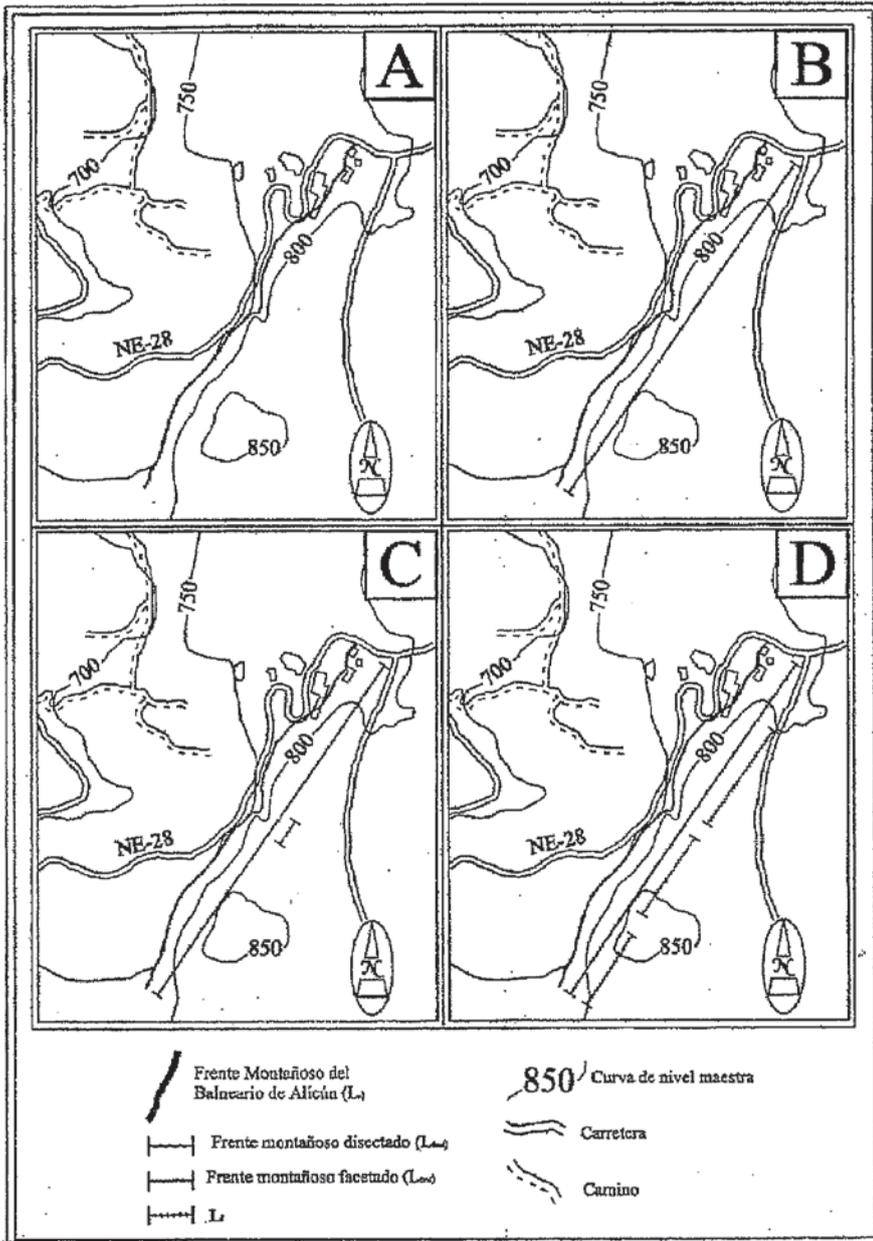


Figura 2: Parámetros geomorfológicos estudiados sobre una base topográfica (1:10.000). A.- Localización del frente montañoso y la base topográfica. B.- Sinuosidad. C.- Frente montañoso disectado. D.- Facetación.

Figure 2: Geomorphic parameters studied over the topographical base (1:10.000). A.- Mountain front location and topographic base. B.- Sinuosity. C.- Disected mountain front. D.- Facetation.

gráfica los diferentes parámetros geomorfológicos aplicados al frente montañoso del Balneario de Alicún (Fig. 2A) cuyos valores vienen recogidos en la Tabla 1. El primer y principal parámetro utilizado es el de sinuosidad (Fig. 2B), cuyo valor es 1.06, lo cual indica una actividad tectónica muy elevada. Seguidamente se han medido el porcentaje de frente montañoso disectado (Fig. 2C), el de facetación (Fig. 2D) y la razón fondo/anchura de valle, cuyos valores respectivos son

0.07, 0.73 y 0.13 (tabla 1, que también reflejan elevada actividad tectónica. Los valores obtenidos por los parámetros geomorfológicos ponen de manifiesto la coherencia de todos los datos entre si y el carácter activo de la tectónica en el sector.

Silva Barroso (1994) propone una la clasificación de frentes montañosos para el SE de España; esta clasificación se basa en criterios geométrico-espaciales de los sistemas de abanicos aluviales asociados. Atendiendo a los

valores de la tabla 1, el frente montañoso del Balneario de Alicún entraría en la categoría A (tectónica activa).

Discusión

Las aguas termales provienen de un acuífero profundo conectado con el exterior por medio de una falla normal, y en este sentido, los materiales carbonatados actúan como transmisores del agua gracias a sus discontinuidades primarias y secundarias. Una vez generada la falla se produjo un contacto subaéreo de materiales permeables-impermeables por debajo del nivel freático, lo que debió ocasionar la aparición de surgencias. Dado el carácter termal del agua y otros factores como la saturación en calcita, actividad de organismos, clima, etc., se dieron las condiciones para el inicio de depósitos travertínicos.

La disposición de la plataforma travertínica superior con respecto al contacto mecánico permite deducir que la actuación de la falla se inició, al menos, cuando se produjeran los primeros depósitos travertínicos (base de la plataforma travertínica superior), es decir, hace 144.000 ± 5200 a.B.P. (Díaz Hernández *et al.*, 2000). El hecho de que la parte proximal y superior de la misma plataforma selle la falla indica que los movimientos de la misma acaecidos desde entonces, de haberlos habido, tuvieron que ser de entidad menor, como demuestra el hecho de que el travertino no ha sido afectado por los mismos. Esto permite proponer la edad del techo de la plataforma superior ($115,437 \pm 615$ a.B.P.: Díaz-Hernández *et al.*, 2000) como la más probable para el final de los movimientos importantes de la falla.

Este último valor sería el de inicio de actuación de los agentes modeladores que darán lugar a la morfología que hoy vemos y a la que le hemos aplicado los parámetros geomorfológicos.

Conclusiones

La aplicación de técnicas morfométricas sencillas a frentes montañosos pone de manifiesto la actividad tectónica de un área. Es posible establecer la tipología de estos frentes en base a los valores que proporcionan los parámetros como los obtenidos en el Balneario de Alicún, al que se le asigna un comienzo de actividad hace 115.000 ± 615 a.B.P. Comparando los datos obtenidos con la clasificación de Silva-Barroso

Parámetro	Valor
Sinuosidad	1.06
Porcentaje de Facetación	0.73
Porcentaje de Frente Disectado	0.07
Razón ancho/alto de valle	0.13

Tabla 1: Valores obtenidos de los parámetros geomorfológicos estudiados.

Table 1: Obtained values from the geomorphic parameters studied.

(1994) el frente montañoso del balneario de Alicún estaría en la categoría A o de tectónica activa. El hecho de conocer la edad posible de inicio de actuación de los agentes modeladores permite proponer un nuevo tipo de clasificación de manera que, conocidos los valores de los parámetros geomorfológicos se pudiera conocer la edad de actuación de la falla a la que están asociados, siempre que se consideren litologías equivalentes. En este sentido, el caso estudiado constituiría una categoría dentro de la

nueva clasificación, que tiene como base la datación de su actividad. Esto permitirá diferenciar la potencialidad de la actividad tectónica a escala regional, y los riesgos implícitos.

Para llegar a tener datos concluyentes sería necesario aplicar las técnicas expuestas a un amplio número de frentes similares, que abarquen un abanico cronológico suficientemente extenso para que de este modo, su inventario y caracterización diera lugar a nuevas categorías de clasificación.

Agradecimientos

Los autores agradecen el soporte financiero de los Proyectos de Investigación PB-96-430, CL195-1905, PB97-1267-C03-01 de la DGICYT, el Grupo de la Junta de Andalucía RNM 208 y el PIR-9447 de la DGIA, así como los apoyos facilitados por D. José María Medialdea Casas, director gerente del Balneario de Alicún.

Bibliografía

- Bischoff, J.L.; Rosenbauer, R.J.; Tavo-so, A. and Lumley, H. (1988): *Geoch. et Cosmoch. Acta*, 55, 543-554.
- Bull, W. B., (1977): *Proc. Eighth Annual Geomorph. Symposium*. New York: 115-118.
- Díaz Hernández, J.L., Martín, M., Juliá, R. (2000): *Geogaceta*, 28, 35-38.
- Keller, E.A. (1986): *Stud. Geoph. Nat. Atad. Press*. Washington D.C. 136-147.
- Mayer, L. (1992): *Stud. Geoph. Nat. Atad. Press*. Washington D.C. 125-135.
- Peña, J.A. (1985): *Est. Geol.*, 41, 33-46.
- Silva Barroso, P. G. (1994): *Tesis Univ. Complutense Madrid*. pp 642.
- Vera, J.A. (1970): *Bol. Geol. Min.*, 8, 1,429-462.
- Viseras, C. (1991): *Tesis Univ. Granada*. 327 pp.
- Wells, S. G. B.; Menges, C. M.; Drake, P. G.; Karas, P. A.; Kelson, K. L.; Ritter, J. B. and Wesling, J. R. (1988): *Geomorph.* 1, pp.239-265.