

El Instituto Geológico y Minero de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus publicaciones son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.

Los derechos de propiedad de los trabajos publicados en esta obra fueron cedidos por los autores al Instituto Geológico y Minero de España.
Queda hecho el depósito que marca la Ley.

EXPLICACION DE LA PORTADA

Microfotografía de megacuarczo en rosetas reemplazando a yeso (Brea de Tajo).

Foto: M.^a Angeles Bustillo

ISSN 0366 - 0176

Depósito legal: M. 3.279 - 1958

Imprenta IDEAL, S. A. - Chile, 27 - Teléf. 259 57 55 - 28016-MADRID

Fracturación y fotointerpretación en el sector de Albuñol-La Rábita (Granada) (Conjunto Alpujárride. Cordilleras Béticas)

13 JUN. 1985

Por C. SANZ DE GALDEANO (*), F. FERNANDEZ-RUBIO (**) y S. FERNANDEZ-LORCA (**)

RESUMEN

Se comparan los resultados de la fotointerpretación con los datos tomados sobre el terreno, y se muestra la validez de aquella si se consideran tanto las fracturas seguras o muy probables como los tramos de cauces controlados por las fracturas. A su vez, la forma de los afloramientos puede influir en la fotointerpretación. Todos los datos han sido tratados con ordenador.

Tres son los sistemas principales de fracturas, de los que destacan los de dirección NO-SE y NNE-SSO, todos presentes tanto en materiales carbonatados de la unidad Alpujárride inferior como en las metapelitas superiores, lo que permite considerar esta fracturación como un fenómeno tardío. Esta fracturación tiene relevancia, también, en los estudios hidrogeológicos.

Palabras claves: fracturación, fotointerpretación, diaclasas.

ABSTRACT

The photointerpretation of this area is compared with the field data. This shows the worthy of the photointerpretation if we consider the fractures that are certain or very probable and the parts of the drainage patterns controlled by the fractures. At the same time the form of the outcrops may have influx in the photointerpretation. All the data have been treated by computer.

Three are the principal systems of fractures (NW-SE, NNE-SSW and E-W in this order of importance). All are present in the limestones of the lower Alpujarride unit as in the metapelitas of the upper unit. This permit to consider the fracturation as a late phenomenon. This fracturation has also interest in hydrogeologic studies.

Key words: Fracturation, photointerpretation, joints.

1. INTRODUCCION

El área a la que se refiere este estudio de fracturación corresponde, aproximadamente, a la mitad meridional de la ventana tectónica de Albuñol y a la prolongación hacia el sur, en la cuenca vertiente de la Rambla de Albuñol, hasta La Rábita, donde se alcanza la costa (fig. 1).

(*) Dpto. de Geología. Fac. de Ciencias. Univ. Granada. Proyecto del «Borde Mediterráneo Español» de la C.A.I.C. y T.

(**) Cátedra de Hidrogeología. Esc. Téc. Sup. de Ing. de Minas. Univ. Politécnica. Madrid.

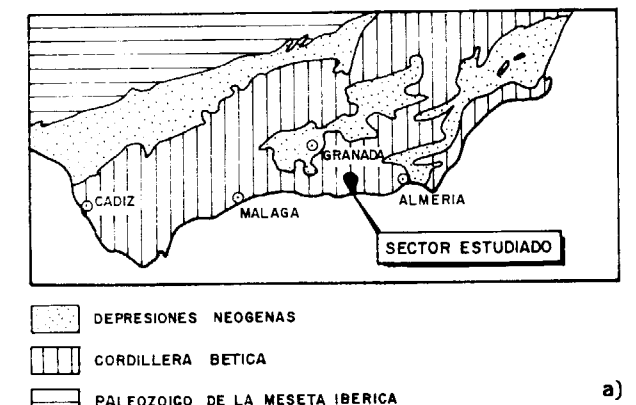
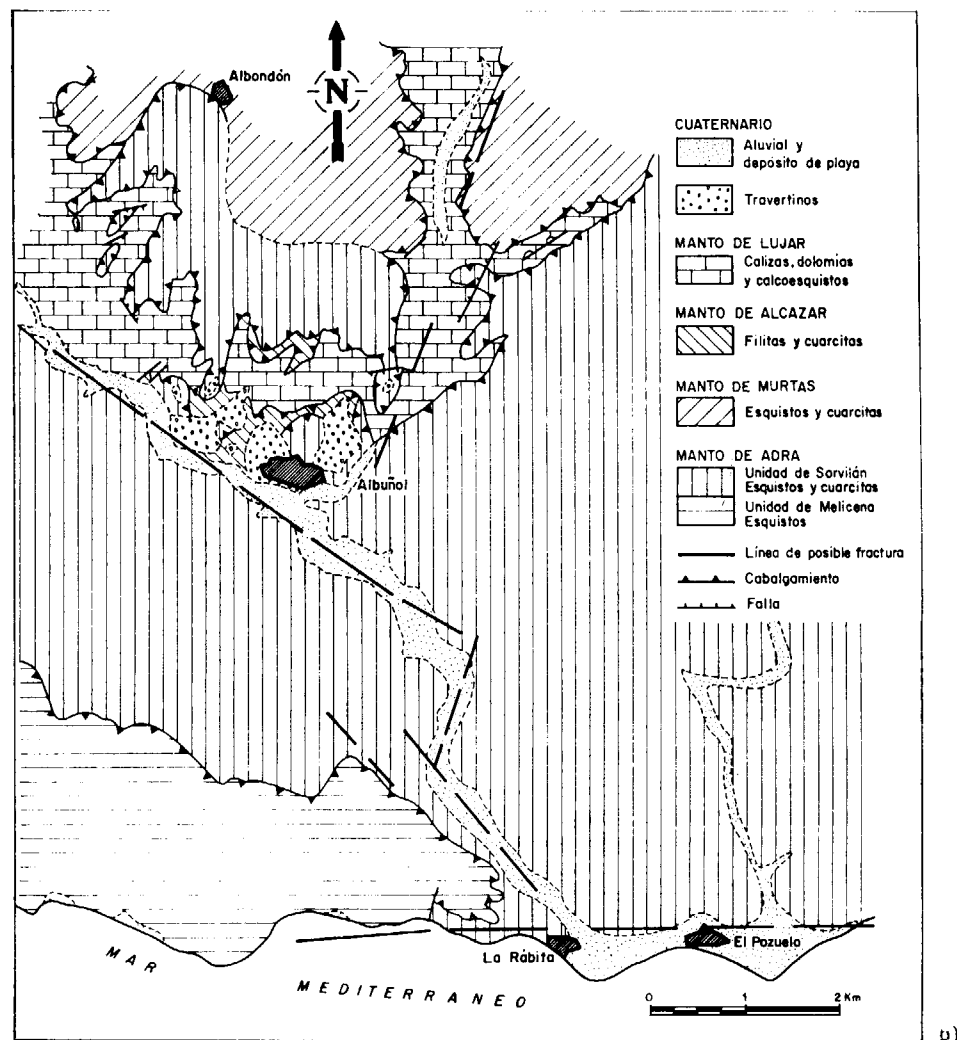


Figura 1.—a) Esquema de la situación del área estudiada. b) Esquema geológico del área estudiada. (Tomado de ALDAYA, 1981, y ALDAYA et al. (en prensa), salvo la posición de las posibles fracturas).

En este sector aparecen tres mantos alpujarridos superpuestos (ALDAYA, 1981 y ALDAYA et al., en prensa). Los materiales inferiores, correspondientes al Manto de Lújar, están integrados por calizas, dolomías y calcoesquistos (los llamaremos en general carbonatos); alcanzan, al menos, varios cientos de metros de potencia, y su base no se observa. Sobre ellos existen filitas, del Manto de Alcázar, que conservan poco espesor, al encontrarse laminadas por el Manto de Adra, que se le superpone. Próximo se sitúa el Manto de Murtas que, según ALDAYA (1981), estaría totalmente laminado en el sector tratado. Los materiales del Manto de Adra, aquí representados por las unidades de Sorvilán y Melicena, siempre según ALDAYA (op. cit.), están formados por esquistos y por cuarcitas y esquistos cuarcíticos. En conjunto, a estos materiales de los Mantos de Alcázar y Adra, los llamaremos metapelitas (figura 1b).

El objetivo de este trabajo es el estudiar la fracturación del sector, tanto en los carbonatos como en las metapelitas, comparar sus direcciones y deducir la génesis de la misma. Además de compulsar la idoneidad de los estudios fotogeológicos previos, y compararlos con los realizados sobre el terreno. Por último, comparar esta fracturación con la existente en otros sectores próximos y en las Cordilleras Béticas, en general.

El tratamiento por ordenador de los datos ha



sido realizado por uno de los firmantes (S. F. L.), con diseño de un programa para un Apple II Europlus, con salida gráfica en plotter Watanabe.

2. LA FRACTURACION

La fracturación se ha estudiado sobre foto aérea a escala aproximada 1:18.000, en visión estereoscópica, y sobre el terreno, para su comparación. Aquella se hizo previamente a la del terreno, a fin de evitar, en lo posible, toda influencia en la interpretación, si se conocían ya los datos del campo.

El estudio fotogeológico ha sido realizado por dos de los firmantes (R. F. R. fotointérprete: F-1 y C. S. G., F-2). De esta forma hemos tratado

de comparar la subjetividad del observador tal como hizo RAZACK (1978). Las dos interpretaciones han diferenciado las fracturas localizadas en metapelitas y en carbonatos.

En su estudio fotogeológico F-2, tras conocer los resultados de F-1, distinguió las fracturas que se observaban seguras o muy probables y, por otra parte, algunos rasgos rectilíneos, casi exclusivamente tramos de cauces, claramente orientados, de los que podía pensarse que correspondieran a fracturas o que tuvieran un control por fracturas. De todos estos datos, digitalizados, se ha hecho también tratamiento por ordenador para obtener diagramas (S. F. L.).

En el estudio sobre el terreno se ha estudiado un total de doce estaciones, repartidas entre las metapelitas y los carbonatos. Corresponden, normalmente, no a puntos, sino a sectores situados en el entorno próximo a los puntos. Después se han unido, en el análisis, algunos de estos puntos, dada su proximidad. El muestreo no es homogé-

neo, ya que hay amplias áreas en las que el terreno, por dedicarse al cultivo, no muestra buenos afloramientos.

Las fracturas, en general, corresponden a diaclasas prácticamente verticales, muy limpias y netas, localmente con mineralizaciones de siderita y óxidos de hierro. En general se presentan en dos lotes, con numerosas fracturas en cada lote. En otros casos son fallas, de escasa importancia, pero también las hay importantes, como se señala más adelante. En general, las medidas se han hecho sobre juegos de diaclasas.

2. DISCUSION DE LOS DIAGRAMAS OBTENIDOS

En la figura 2 se muestran los resultados globales, correspondientes a las medidas de campo y a las obtenidas por los fotointérpretes 1 y 2, y en las figuras 3, 5 y 6 se presentan los diagramas parciales, realizados a partir de medidas de campo

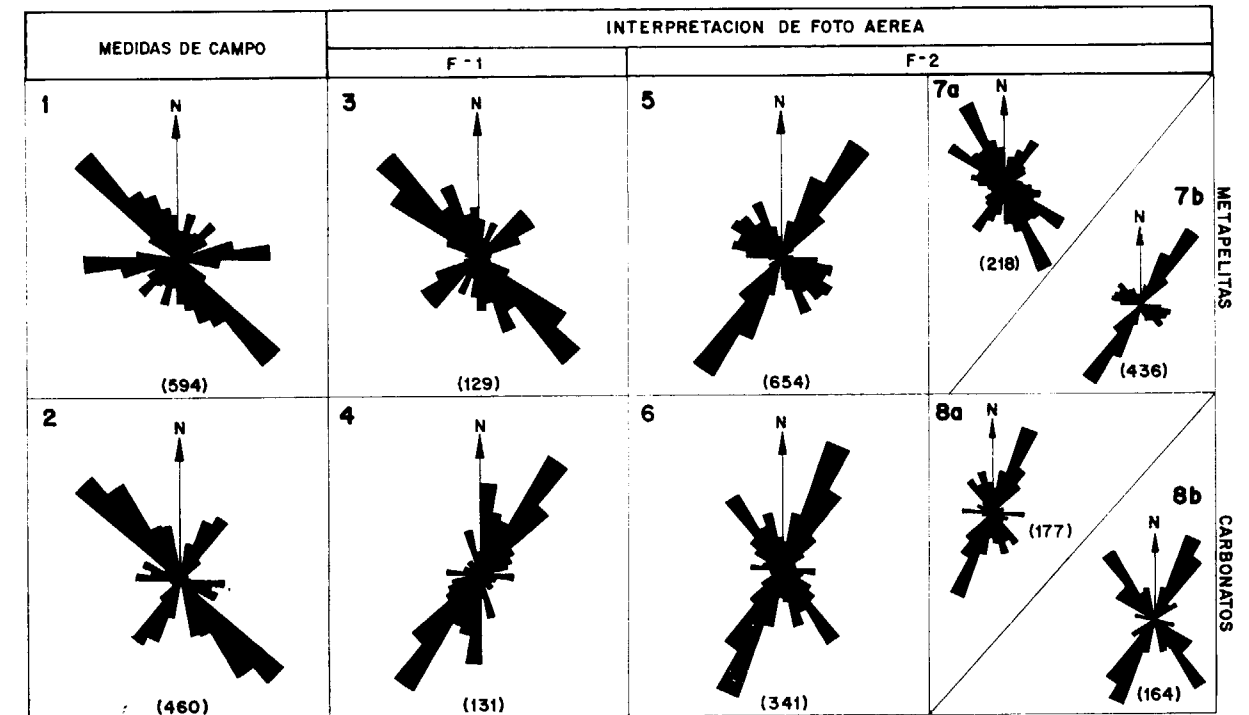


Figura 2.—Diagramas de resultados totales. 1 y 2: Medidas de campo. 1: en metapelitas. 2: en carbonatos. 3 a 8: resultados de fotointerpretación. 3 y 4: datos de F-1. 3: en metapelitas. 4: en carbonatos. 5 a 8: medidas totales en metapelitas. 5: medidas en metapelitas de fracturas seguras o muy probables. 6: en carbonatos. 7a: medidas en metapelitas de fracturas seguras o muy probables. 7b: id. en tramos de cauces controlados por fracturas. 8a: medidas en carbonatos seguras o muy probables. 8b: id. en tramos de cauces controlados por fracturas. En cada caso se indica el número de medidas

o de fotointerpretación, bien sea de fracturas seguras o casi seguras, bien sea de cauces de ríos controlados por fracturas.

2.1.1. Diagramas obtenidos sobre el terreno

Los diagramas totales se presentan en la figura 2 (diagramas 1 y 2). En ellos se observa, tanto en las metapelitas como en los carbonatos, un máximo muy neto, de dirección NO-SE. Existe otro máximo de dirección próxima a E-O, menos marcado en los carbonatos y, por último, en éstos se observa otro máximo según la dirección NNE-SSE, poco marcado en las metapelitas.

En la figura 3 se muestran los diagramas parciales de campo. Se observa que el máximo, según la dirección NO-SE, algo rotado según los puntos, aparece en todos los sectores, tanto en carbonatos como en metapelitas.

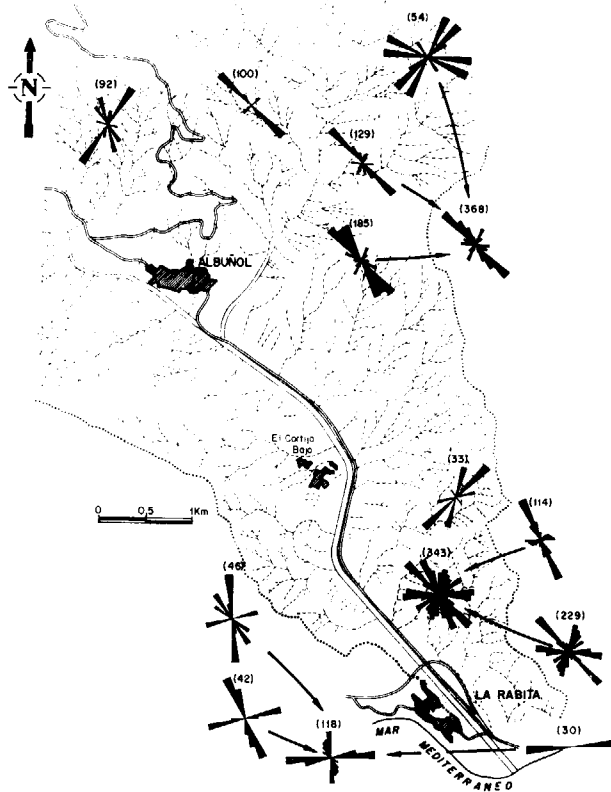


Figura 3.—Diagramas por sectores de las medidas de campo. Las flechas indican que para confeccionar el diagrama apuntado se han sumado los datos de los diagramas de donde éstas parten. Los diagramas ocupan aproximadamente el lugar central del sector de medidas. En algunos casos, sobre todo en el que se han hecho sumas de varios diagramas estos sectores son amplios.

Las direcciones próximas a la E-O, si bien presentes en todos los sectores, se concentran preferentemente en el Sur, casi en la misma costa, donde incluso existen fracturas no verticales, de apariencia normal, buzantes al Sur, muy homogéneas. Son las únicas de estas características representadas (aparecen en la proximidad de La Rábita): las restantes son esencialmente verticales.

La dirección NE-SO aparece más neta en los carbonatos que en las metapelitas. Pero en éstas, y también en los carbonatos, se muestra en algunos puntos como juegos conjugados con las NO-SE. En las metapelitas esto sucede preferentemente en el punto 3 y en el 6, aunque en éste sólo se han obtenido 19 medidas por las condiciones del afloramiento.

Así pues, tanto en las metapelitas como en los carbonatos, se observan sobre el terreno los mismos sistemas de fracturas, si bien en los diagramas totales se marcan los máximos E-O y NE-SO con distinta importancia.

2.1.2. Diagramas obtenidos a partir de fotointerpretación

Los resultados obtenidos por F-1 se expresan en los diagramas 3 y 4 de la figura 2. En las metapelitas se distingue bien el máximo según la dirección NO-SE y otro máximo menor de dirección ENE-OSO, mientras que en los carbonatos está claramente diferenciado el máximo según la dirección NE-SO. Se han tomado tan sólo las fracturas seguras o muy probables. El resultado, tan diferente entre las metapelitas y los carbonatos, hizo pensar que se trataba de juegos genéticamente diferentes y quizá previos a la estructuración en mantos.

Aquellos resultados determinaron que el fotointérprete F-2 hiciera una doble diferenciación en su estudio fotogeológico. Los resultados se reflejan en los diagramas 5 a 8 de la figura 2 y en los diagramas de las figuras 5 y 6. Los diagramas 7a y 8a corresponden a las fracturas dadas como seguras o casi seguras, en metapelitas y carbonatos respectivamente. Con ellas se obtienen los mismos resultados que el fotointérprete F-1.

Los diagramas 7b y 8b muestran los resultados de considerar los tramos rectos de cauces como posibles fracturas. En las metapelitas se destaca



Figura 4.—Esquema de parte de las fracturas localizadas por fotointerpretación y de los tramos de ríos controlados por fracturas. En línea gruesa se señalan las fracturas consideradas seguras o muy probables. En fina los tramos de ríos presuntamente controlados por fracturas.

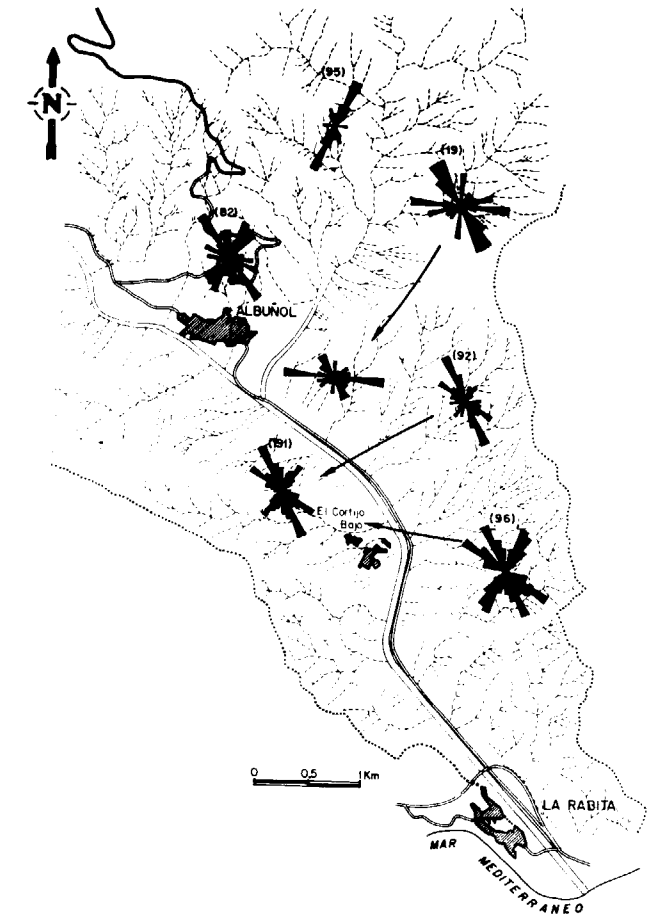


Figura 5.—Diagramas por sectores de las fracturas seguras o muy probables según los datos de F-2.

más el máximo de dirección NE-SO, y en los carbonatos aparece también el de dirección NO-SE. La suma de los diagramas 7a y 7b nos da el diagrama 5 y la del 8a y 8b nos da el 6. En ambos aparecen las dos direcciones que se acaban de reseñar y en los carbonatos se marca también la próxima a E-O. Las figuras 5 y 6 muestran los resultados, por sectores, y se observa una coincidencia, bastante notable, de direcciones obtenidas a partir de fracturas seguras y muy probables y a partir de la red hidrográfica controlada por fracturas.

2.1.3. Comparación de resultados

En los carbonatos los resultados son muy ho-

mogéneos. Así se observa si se comparan los datos de campo con los de F-2. Con F-1 hay más diferencia. Así, en el diagrama 4 no se marca el máximo de dirección NO-SE como ya se señaló y en parte sucede en el diagrama 8a. La explicación puede venir dada por el hecho de que el mayor número de fracturas en los carbonatos, se ha medido al NE de Albuñol, en la rambla encajada en calizo-dolomías, cuya dirección es aproximadamente NNE-SSO y en la foto permite que se marquen mejor las de esta dirección que las transversales. Sobre el terreno sucede lo contrario: las fracturas que se observan en foto, según la dirección del barranco, son menos numerosas que las transversales, aunque la mayoría de éstas no dan rasgos suficientes para ser definidas en las fotos. Cuando se considera también la red hidro-

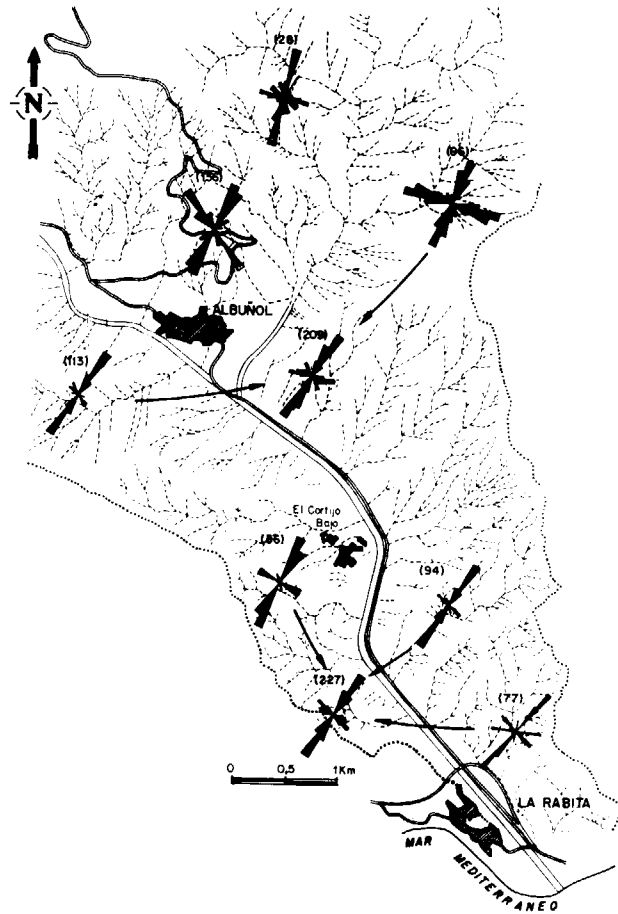


Figura 6.—Diagramas por sectores de los tramos de ríos controlados por fracturas según los datos de F-2.

gráfica controlada, se compensa la falta de adecuación que se produce según la forma de los afloramientos.

En las metapelitas el «muestreo» realizado sobre las fotos aéreas está mejor distribuido que sobre el terreno. Hay amplios sectores en los que los cultivos no permiten gran número de medidas y de algunos de ellos no se han obtenido. Se han concentrado las medidas en los puntos donde se observó eran más abundantes, en especial allí donde hay enriquecimiento en cuarzitas, que permiten mejores medidas por la mayor dureza de la roca. De todas formas, y en todos los casos, destaca el máximo según la dirección NO-SE y peor el máximo NE-SO en el total de campo, si bien en algunos diagramas parciales ya se ha señalado su clara existencia.

Globalmente hay que indicar la igualdad de direcciones obtenidas a partir de datos de campo y foto aérea, salvo los casos ya comentados y también hay que insistir en la coincidencia de las direcciones controladas en metapelitas y en carbonatos.

2.2. LA DIRECCION DE LAS GRANDES FRACTURAS DE LA REGION

En el conjunto de las Cordilleras Béticas son tres las direcciones de fracturación predominantes, si se consideran de forma simplificada (SANZ DE GALDEANO, 1983). Igual sucede para sectores próximos (como el valle de Lecrín-Orgiva) (SANZ DE GALDEANO et al., en prensa). Estas mismas son las direcciones presentes en el área estudiada. Así, la ventana tectónica de Albuñol está limitada, en su borde SO, por una neta línea de dirección N 125°, prácticamente del juego NO-SE. Esta línea es aprovechada por el río para instalar su curso. Este río, aguas abajo, modifica su dirección tres veces más, antes de llegar al mar: toma las direcciones NNO-SSE, NNE-SSO y NO-SE, con curvas de poco radio y largos tramos rectos. A su vez el barranco del Este de Albuñol toma dirección general NNE-SSO.

En las proximidades a la línea de costa las fracturas E-O son más abundantes. Deben corresponder a fracturas satélites a la posiblemente existente que configura la costa, de dirección casi E-O. Parte de sus movimientos últimos parecen de tipo normal, con hundimiento del bloque meridional. Asociadas a ésta serían las existentes en la propia Rábita, de iguales dirección y buzamiento.

Otros rasgos importantes no se observan en el sector. Con los señalados parece que se puede afirmar la coincidencia general de las direcciones de las grandes y de las pequeñas fracturas.

3. CONCLUSIONES

1. Las direcciones de fracturación obtenidas en las metapelitas y en los carbonatos son equivalentes. Esto supone una génesis similar y nos ofrece datos sobre el momento de su creación: posteriormente al empilamiento de los mantos alpujarrides. O sea, estos juegos de fracturas, en general verticales, en la mayoría de los casos sim-

ples diaclasas, constituyen un fenómeno tardío. A juzgar por los datos de SANZ DE GALDEANO (1983) y SANZ DE GALDEANO et al. (en prensa), se han producido esencialmente a partir del Mioceno Medio y, muchas de ellas, se han movido en el mismo Cuaternario.

2. Dada la gran densidad media de estos juegos de fracturas, constituyen un fenómeno penetrativo de la roca, al menos a media escala, lo que tiene interés en los estudios hidrogeológicos.

3. El hecho de encontrar diaclasas verticales de dirección NO-SE, conjugadas con otras NNE-SSO, permite deducir una dirección de compresión máxima, próxima a la dirección N-S, algo girada al O. La dirección E-O, a su vez, se ha encontrado conjugada con otras NNO-SSE o NO-SE, por lo que puede pensarse en otra dirección de compresión aproximada N 120° E. De ser cierto esto supondría que no todas las fracturas NO-SE y NNO-SSE que existen son singénicas, y muchas de las que son fallas han podido moverse de forma diferente.

4. La red hidrográfica se encuentra, en gran medida, controlada por la fracturación. Este hecho se observa bien sobre foto aérea y sobre el terreno, y aunque en muchos casos sobre los cauces no se vea la línea de fractura neta, sí se observa su paralelismo con otras fracturas próximas. Por ello, en este caso al menos, es importante considerarla en el estudio de fotointerpretación, pues completa los resultados obtenidos si se consideran tan sólo las fracturas seguras o muy probables. Ya se señaló que la forma y dirección de los afloramientos, con respecto a un sistema de fracturas, puede potenciar que sean observables mayor o menor número de dichas fracturas.

5. Para casos como el presente, en que la roturación del terreno no permite un cómodo muestreo, según una malla bien distribuida (con mayor

dedicación sí se habría conseguido mejor muestreo, pero no habría compensado posiblemente el tiempo), la fotointerpretación en general ayuda al estudio sobre el terreno. La consideración de los tramos rectos de los cauces (fig. 4) permite destacar algunas direcciones que quedaban menos patentes. Los muestreos, en algunos puntos concretos sobre el terreno, en los que estas direcciones se observan bien y donde, a la vez, se ve bien su relación con la red hidrográfica, avalan este hecho.

6. En todos los casos los diagramas se han realizado para intervalos de 5, 10 y 15 grados. De ellos, en general, las agrupaciones mejores se daban en los de intervalos de 10 grados, que son los que incluimos en las representaciones. Hay que señalar que, a veces, el que aparezca más o menos nítido un máximo está muy condicionado por el intervalo elegido. El de 10 grados nos parece el de menos distorsión.

BIBLIOGRAFIA

- ALDAYA, F.: *Mapa geológico nacional a escala 1:50.000, Hoja núm. 1056 (Albuñol)*. Plan MAGNA. IGME (1981).
- ALDAYA, F.; BAENA PÉREZ, J., y EWERT, K.: *Mapa geológico nacional a escala 1:50.000, Hoja núm. 1057 (Adra)*. Plan MAGNA. IGME (en prensa).
- RAZACK, M.: *Contribution a l'étude de la structure des aquifères en roches fissurées. Numerisation et analyse quantitative de la fracturation relevée sur clichés aériens*. Tesis. Univ. S. T. Languedoc. Montpellier, 124 pp. (1978).
- SANZ DE GALDEANO, C.: *Los accidentes y fracturas principales de las Cordilleras Béticas*. Est. Geol., 39, 156-165 (1983).
- SANZ DE GALDEANO, C.; ESTÉVEZ, A.; LÓPEZ GARRIDO, A. C., y RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, J.: *La fracturación tardía al SW de Sierra Nevada (Terminación occidental del corredor de las Alpujarras. Cordilleras Béticas)*. Estudios Geológicos (en prensa).

Recibido: Mayo 1984.