

*LA CONEXION DE ALGUNOS RASGOS GEOLOGICOS
Y GEOMORFOLOGICOS CON LA TECTONICA.*

Adrian E. Scheidegger

*Instituto de Geofísica
Universidad Tecnológica de Viena
Gusshaus str. 27-29
A -1040 Viena, Austria

ABSTRACT

The surface features of the earth are caused by two types of processes: exogenic and endogenic ones.

The exogenic processes are due to the action of wind, water and ice; their character is that they are of a random nature. The endogenic processes are caused by the action of the tectonic stress field; their character is that they are of a non-random nature. Conversely, it is possible to determine the geotectonic stress field from the phenomena that it has caused. To determine these, it is necessary to separate the non-random (systematic) aspects from the random aspects of a geological or geomorphological phenomenon. This has to be done by statistical techniques. The method is illustrated in the case of the analysis of joints and of the analysis of river orientations. It is shown that the resulting tectonic directions agree with those postulated by plate tectonics in all parts of the world that have been analyzed to-date.

RESUMEN

Los rasgos de la superficie de la tierra son producto de dos tipos de procesos: exógenos y endógenos. Los procesos exógenos son causados por la acción del viento, del agua y del hielo; su carácter es aleatorio. Los procesos endógenos son causados por la acción del campo de los esfuerzos tectónicos; su carácter es sistemático o no-aleatorio.

A la inversa, es posible determinar el campo de esfuerzos tectónicos, a partir de los fenómenos causados por él. Para determinarlos, es menester separar, en los procesos geológicos o geomorfológicos, los aspectos no-aleatorios (sistemáticos) de los aleatorios. Esta tarea ha de ser realizada por métodos estadísticos. El procedimiento se ilustra para el caso de los análisis de diaclasas y de los análisis de cauces fluviales. Se demuestra que las direcciones principales deducidas de los esfuerzos tectónicos concuerdan con las postuladas por la tectónica de placas en todas las regiones del mundo hasta ahora analizadas.

OBSERVACIONES GENERALES

Es evidente que la fisionomía actual de la tierra es el resultado de la acción antagónica de dos tipos de procesos, causados por dos tipos de fuerzas, llamadas "endógenas" y "exógenas".

Las fuerzas endógenas tienen su origen en el interior de la tierra; las llamadas exógenas en el exterior de la corteza sólida del globo terrestre, es decir en la atmósfera, en el mar y en los ríos.

En general, se ha postulado que las fuerzas "endógenas" son primarias, crean montañas, altiplanos y causan la deriva continental. Las estructuras resultantes, entonces, son destruidas por las fuerzas exógenas, por la erosión y por el movimiento de masas. En este sentido puede hablarse de un "ciclo" geotectónico: primero las estructuras son creadas, luego destruidas.

Sin embargo, la opinión actual de los científicos se inclina a suponer que los dos tipos de fuerzas actúan simultáneamente, lo cual puede expresarse por la postulación de un principio de antagonismo (Scheidegger, 1979 a). Este principio indica simplemente que la imagen instantánea de la superficie de la tierra es el resultado de la acción antagónica de las mencionadas fuerzas, las endógenas y las exógenas.

Por ejemplo, en algunos casos, en áreas montañosas, estas fuerzas pueden ser muy poderosas en dirección vertical, de mm por año; es decir km por millones de años. Esto es, en sentido geológico, una

gran actividad. Por consiguiente, la mayor parte de la topografía terrestre de alto relieve es, geológicamente hablando, muy reciente.

Las fuerzas endógenas se caracterizan por el hecho de que su acción es esencialmente *sistemática* (no aleatoria). Las fuerzas tectónicas actúan de modo constante en áreas grandes ("placas" enteras y a gran escala producen características uniformes).

La acción de las fuerzas exógenas es esencialmente aleatoria. Esta característica está de acuerdo con su naturaleza. El mecanismo de la acción queda determinado principalmente por la teoría estadística de las turbulencias y está influenciado esencialmente por elementos estocásticos.

El principio del antagonismo y la caracterización de las fuerzas antagonicas por lo aleatorio y lo no aleatorio tiene consecuencias para la interpretación de los rasgos geológicos o fisiográficos: Una prueba de lo aleatorio o no aleatorio puede dar una indicación acerca del origen de una característica específica; por lo general, los rasgos no aleatorios pueden atribuirse a fenómenos endógenos; es decir, fenómenos de tectónica de placas, y los rasgos aleatorios pueden atribuirse a factores exógenos.

En este trabajo queremos hablar de la conexión de los rasgos geológicos y geomorfológicos con *la neotectónica*.

De acuerdo con lo antes dicho, hay que enfocar la atención a los aspectos no aleatorios de un paisaje. Estos deben ser causados por el campo de esfuerzos neotectónicos. A la inversa es posible deducir los rasgos principales de los esfuerzos tectónicos a partir de los fenómenos no aleatorios en un paisaje.

El estado de los esfuerzos no aleatorios en la corteza terrestre no puede ser totalmente arbitrario: Es evidente que no puede existir una fuerza de cizallamiento paralela a la superficie de la tierra, porque el aire o el agua no pueden transmitir tales cizallamientos. Por lo tanto, la dirección normal a la superficie tiene que ser una de las direcciones principales del tensor de los esfuerzos. Las otras deben ser paralelas a la superficie. Entonces a partir de rasgos no-aleatorios de la superficie de la tierra es posible presentar una solución parcial del problema de la determinación de los esfuerzos tectónicos: Se pueden determinar las direcciones principales casi horizontales de dichos esfuerzos. Como hemos dicho el método está basado en el estudio de los fenómenos causados por los esfuerzos; por ejemplo en el análisis de las diaclasas visibles en afloramientos y en el del patrón de los valles de los ríos, como veremos en detalle en las secciones siguientes.

FENOMENOLOGIA DE LAS DIACLASAS

Muchos afloramientos muestran abundantes "grietas" o fracturas. Tales fracturas son llamadas "diaclasas" por los geólogos. Es evidente que la caída de un fragmento de roca (Fig. 1) de una pared rocosa exige la existencia de tres planos de diaclasas, puesto que nos encontramos en un espacio tridimensional. En las figuras 2 a 4 se muestran algunos ejemplos característicos.

Así, la figura 2 muestra una región de Los Alpes austriacos. Afloran calizas afectadas por el agua. La figura 3 muestra calizas de Barbados muy retrabajadas por el viento. En la figura 4 se ven diaclasas en el flysch de Lamayuru, en los Himalayas; las diaclasas atraviesan los planos de esquistosidad.

La primera tarea para estudiar las diaclasas es hallar un método de fijar numéricamente su carácter. En las ciencias exactas, una descripción cualitativa no es suficiente; siempre hay que establecer un esquema numérico para cada propiedad de un fenómeno. En cuanto a las diaclasas, una de las propiedades más importantes es su orientación. Dicha orientación puede variar en el espacio tridimensional. Para determinar la orientación del *plano* de cada diaclasa se establece la dirección y el ángulo del buzamiento del plano. Si se da solamente la dirección del *rumbo* de las diaclasas en lugar de la del buzamiento, siempre existe la duda del sentido en que sumerge o inclina el plano. Así se obtienen valores de dos parámetros para cada diaclasa.

EVALUACION ESTADISTICA

Para el caso de un único afloramiento, supongamos que hayamos medido las orientaciones de veinte o treinta diaclasas, es decir que poseamos unos veinte o treinta pares (acimut y ángulo de buzamiento) de valores. Podemos marcarlos como puntos pares en una representación de una esfera unitaria. (Fig. 5). En general, un punto representa el polo de una diaclasa. Es evidente que hay regiones sobre la esfera donde la densidad de puntos que representan las diaclasas, está aumentada. Esas regiones corresponden a las orientaciones preferenciales de las diaclasas en el afloramiento investigado.

Es posible determinar cualitativamente los lugares de densidad máxima mirando el diagrama. Por medio de un contador de puntos (Fig. 6) podemos determinar la cantidad de puntos por unidad de área y entonces trazar isolíneas de densidad (Fig. 7). Sin embargo, este proceso no es satisfactorio. Por esta razón se ha recurrido a un método estadístico usando una computadora. Para ello se ha escogido un tipo

de distribución teórica que tiene el siguiente carácter:

$$f = A \exp [k^2 \cos^2 (v - v')]$$

Aquí, f significa la distribución, A un parámetro de peso estadístico, k un parámetro de agudeza, y $(v - v')$ el ángulo de desviación de la orientación medida en relación con la preferencial, sobre la esfera unitaria. Se ha establecido que, generalmente, tres distribuciones superpuestas del tipo descrito bastan para representar la distribución de diaclasas realmente medidas en un afloramiento. Para una superposición de tres distribuciones del tipo descrito hay que determinar 11 parámetros: Cada distribución es descrita por 4 parámetros, es decir A , K y el acimut y el ángulo de buzamiento de su "centro", lo que da 12 parámetros. Sin embargo, hay que recordar la condición de que el integral sobre toda la esfera resulte con valor igual "1"; por esta razón sólo quedan 11 parámetros.

Estos 11 parámetros se determinan por un método de minimización de la dispersión cuadrática entre los valores medidos y teóricos. El proceso es muy complicado porque se usa el método de Monte Carlo, y ha sido descrito en detalle por Kohlbeck y Scheidegger (1977).

RESULTADOS DE MEDICION DE DIACLASAS

Aplicando el método mencionado se llega a las siguientes conclusiones:

1. En un afloramiento, existen generalmente tres sistemas de diaclasas, es decir, tres orientaciones preferenciales que están, a menudo, muy bien definidas. El primer sistema es casi horizontal, es decir, en el que el buzamiento varía de 0° a 40° y evidentemente puede ser correlacionado con factores litológicos como planos de sedimentación, etc. Los otros dos sistemas son casi verticales y ortogonales uno a otro; los llamados "sistemas tectónicos".

2. Dichos sistemas tectónicos parecen ser de edad muy reciente. Las figuras 8-11 muestran claramente que las diaclasas cortan a través de los cantos de los conglomerados representados. Aún en rocas antiguas es evidente que diaclasas antiguas rellenas por inyecciones de pegmatita o cuarzo no son reactivadas en el tiempo reciente; las diaclasas antiguas son atravesadas con frecuencia en un ángulo muy agudo por las diaclasas recientes (Fig. 12).

Al comienzo de nuestro trabajo sobre las diaclasas, pensábamos que las diaclasas en una roca antigua eran coetáneas con la formación de la roca. Este es el caso de las diaclasas rellenas con inyecciones;

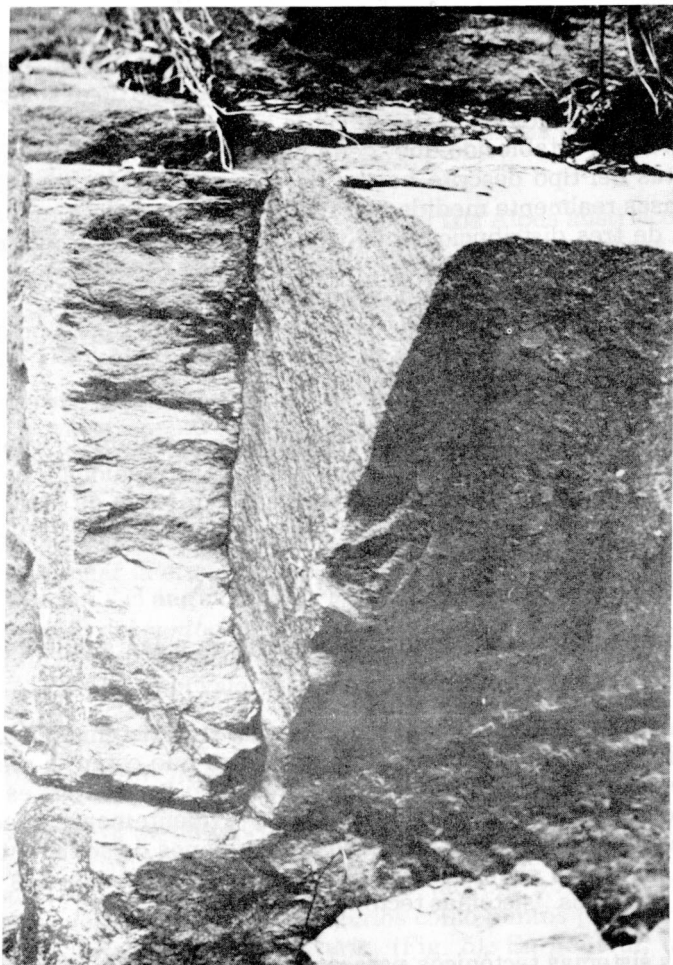


FIGURA 1. Fragmento rocoso fundamental (migmatita de Muskoka, Canadá).



FIGURA 2. Karst en los Alpes austriacos.



FIGURA 3. Calizas de Barbados.

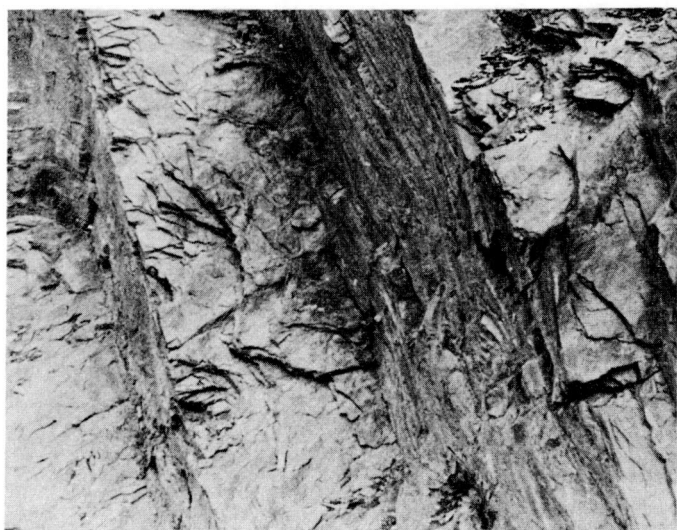


FIGURA 4. Diaclasas en el flysch de Lamayuru, Himalayas.

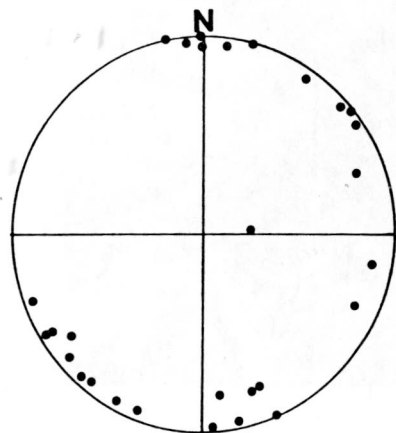


FIGURA 5. Representación de diaclasas por medio de polos sobre la esfera unitaria.

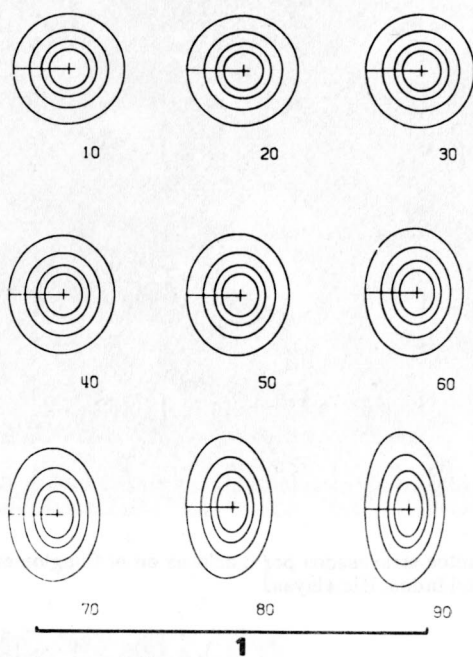


FIGURA 6. Contadores de polos de diaclasas; el número significa la inclinación.

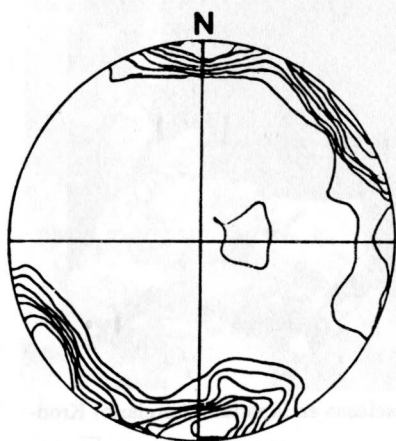


FIGURA 7. Líneas de densidad de polos que corresponden a los puntos en la Fig. 5.



FIGURA 8. Cantos atravesados por diaclasas en el Conglomerado de Hemis, Molassa del Indus, Himalayas.



FIGURA 9. Cantos atravesados por diaclasas en la molasa (terciario) Kronberggrat, Alpes Suizos.



FIGURA 10. Cantos cortados por diaclasas en un conglomerado jurásico. Brugger Berg, Suiza.



FIGURA 11. Cantos cortados por diaclasas en un lahar volcánico: Bouillante, Guadeloupe.



FIGURA 12. Diaclasas antiguas llenadas de cuarzo, atravesadas por diaclasas recientes. Cantera de Zellerndorf, Austria (Granito de Thaja, Morávico)

sin embargo, encontramos que las diaclasas superficiales, evidentemente activas en el presente durante la caída de las rocas, no tienen ninguna conexión con las diaclasas antiguas, pero que corresponden en su orientación totalmente a las diaclasas existentes en la parte más reciente de una pared rocosa. Por estas razones creemos que las diaclasas superficiales, llamadas tectónicas, sean de edad reciente y representen el efecto del campo de esfuerzos tectónicos del tiempo presente.

3. Si investigamos una serie de afloramientos vecinos, hallamos generalmente orientaciones preferenciales de diaclasas que son consistentes.

4. Si investigamos muchos afloramientos en una región entera (por ejemplo Ontario, México) hallamos generalmente direcciones preferenciales de diaclasas consistentes, excepto en aproximadamente 20% de lugares. En estos lugares las direcciones preferidas están vueltas hasta a 30°. Estos son lugares que representan "anomalías" en el sistema de orientaciones. Tales lugares con anomalías no se distribuyen al azar, sino que aparecen agrupados.

5. El sistema regional de las diaclasas (exceptuando las anomalías) corresponde a los esfuerzos tectónicos principales si estos son tomados como las bisectrices del rumbo de las orientaciones preferenciales de las diaclasas. El sector menor contiene la presión; sin embargo el ángulo entre las orientaciones preferenciales es siempre muy cercano a 90°; por esta razón no siempre es posible identificar el ángulo agudo de la bisectriz. El sistema de esfuerzos así deducido corresponde con el postulado por la teoría del movimiento de placas tectónicas.

6. Queda la cuestión del origen de las diaclasas. Existen muchos trabajos sobre este asunto. Las hipótesis incluyen las siguientes:

- (i) las diaclasas son grietas de tensión.
- (ii) las diaclasas son grietas de presión.
- (iii) las diaclasas son fallas de cizallamiento.

Podemos mostrar que ninguna de dichas hipótesis puede ser aceptable. Si las diaclasas fueran grietas de tensión, no atravesarían los cantos de los conglomerados (Cf. Fig. 8-11) y estos deberían permanecer enteros. En cuanto a la suposición de que las diaclasas sean grietas de presión, hay que decir que en un estado de presión, las grietas en realidad se forman como fracturas de tensión en el centro de una muestra sometida a compresión. Como hemos visto, esto no concuerda con los hechos hallados en la naturaleza. En cuanto a la suposición de que las diaclasas sean grietas de cizallamiento, hay que

volver a la teoría de Coulomb y Mohr que dice que las fallas de cizallamiento se forman en dos planos. Estos planos contienen la dirección principal intermedia del tensor de los esfuerzos y forman un ángulo agudo (cerca de 30°) con la dirección de la presión máxima. Los datos reales muestran, en el caso de las diaclasas, que este ángulo es muy cercano a 45° y no a 30° . Además, las diaclasas superficiales que investigamos casi nunca contienen estrías. Esos hechos excluyen la posibilidad de que las grietas sean fallas de cizallamiento.

¿Qué hacer ante este caos? Supongamos que las diaclasas no son fallas, pero representan planos de máximo cizallamiento. En un sistema de esfuerzos en tres dimensiones, las orientaciones de los planos con máximo cizallamiento forman un ángulo de 45° con la máxima presión. En un estado puramente plástico, en dos dimensiones, esos planos son líneas y son bien conocidas en la práctica por los ingenieros como "Líneas de Lüders".

Así, creemos que las diaclasas son un fenómeno de cizallamiento, pero no fallas, sino más bien planos de máximo cizallamiento.

APLICACION A LA NEOTECTONICA

Miremos ahora la aplicación de la teoría expuesta a algunas regiones características del mundo.

En la figura 13 se muestran las placas tectónicas del globo. Recordemos que las márgenes de las placas constituyen las regiones móviles. En general, hay una presión a través del margen en una zona de colisión o subducción y una tensión en el margen centro-oceánico. A veces, se hallan zonas de cizallamiento también.

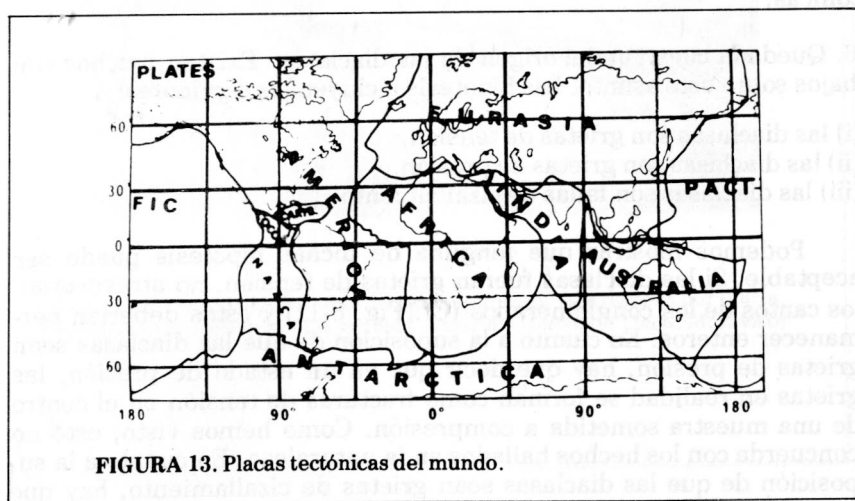


FIGURA 13. Placas tectónicas del mundo.

Comencemos con la región central de México. Hemos tenido la oportunidad de medir orientaciones de diaclasas en esta parte durante una visita auspiciada por el acuerdo cultural entre Austria y México. Hemos visitado una serie de afloramientos, los cuales están cerca de la Ciudad de México, del paso de Cortés, del Xinantécatl y de Acapulco. La evaluación conjunta de todas las diaclasas produce el diagrama de densidad de polos mostrado en la figura 14. Se ven dos direcciones preferenciales de buzamientos, con acimut $N 80^{\circ}E$ y $N 168^{\circ}E$. Ello da una dirección de $N 30^{\circ}E$ para la máxima presión, que puede ser comparada con la dirección del movimiento de placas deducida del estudio de fenómenos sísmicos. En la figura 15, mostramos la tectónica de placas y marcamos el rumbo preferencial de las diaclasas y la dirección de la máxima presión. Se ve que hay una correspondencia sorprendente.

La región de Europa es muy interesante también. Tenemos allí resultados de diversos métodos de la determinación de los esfuerzos tectónicos. Empecemos mostrando los resultados del estudio de las diaclasas (Fig. 16). En Europa central, de 20° Este hasta la península Ibérica, se halla, a partir del estudio de las diaclasas, una dirección de la máxima presión de cerca de $N 40^{\circ}$ Oeste. Esta dirección puede ser comparada con medidas insitu de los esfuerzos tectónicos (Fig. 17). Las medidas fueron hechas por grupos franceses, suizos, alemanes, italianos y austriacos. Es absolutamente claro que la dirección de la presión máxima está cerca de $N 40^{\circ}$ Oeste, lo que corresponde con los resultados del estudio de las diaclasas. Parece que esta dirección es la dirección europea de los esfuerzos neotectónicos.

Es posible también determinar la dirección principal del campo de los esfuerzos tectónicos a partir de las soluciones de planos de falla de focos sísmicos. En la literatura, se encuentra un número de estas soluciones para Suiza hechos por Pavoni (1976), como muestra la figura 18. Se ve de nuevo la misma dirección de $N 40^{\circ}$ Oeste para la máxima presión, lo cual concuerda también con los resultados obtenidos del estudio de estilolitos recientes (Fig. 19). Finalmente, la comparación de dos redes geodésicas de primer orden, hechas en 1890 y en 1960 en Alemania Oriental da la deformación de la región y permite deducir las direcciones principales de los esfuerzos tectónicos (Fig. 20). El trabajo fué hecho por un grupo bajo la dirección de Thurm et al. (1977).

Hemos hecho estudios adicionales en muchas regiones del mundo y hemos hallado que las diaclasas corresponden siempre a planos de cizallamiento en el campo de esfuerzos neotectónicos propuesto por la teoría de placas tectónicas.

• MEXICO GESAMT DECL. 12 DEG. W.

LAMBERT PROJECTION

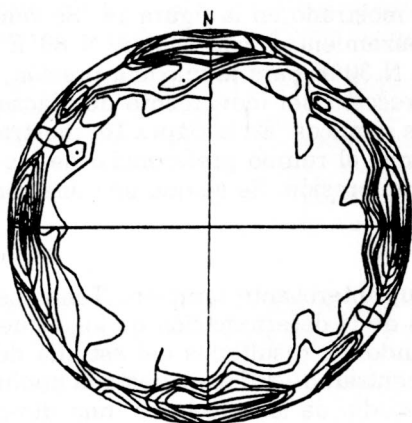


FIGURA 14. Isolinias de densidad de polos de diaclasas en México. El círculo interior significa la esfera unitaria.

+

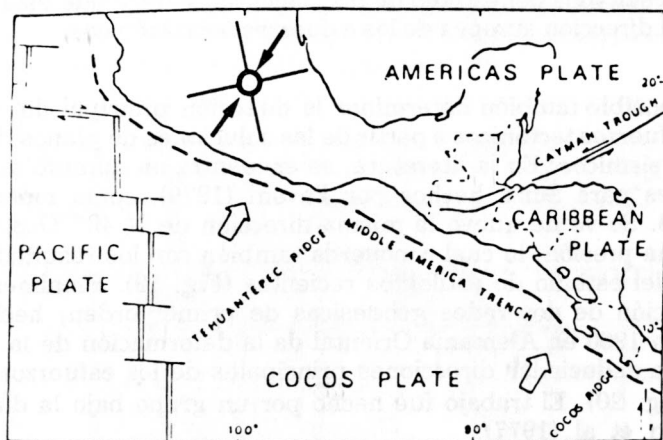


FIGURA 15. Rumbo de diaclasas, presión máxima deducida y movimiento de placas propuesto para México.

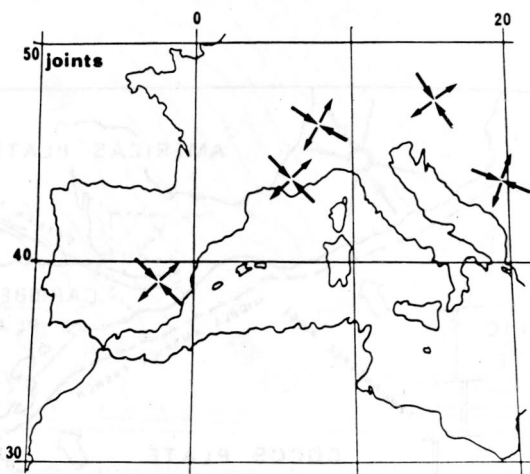


FIGURA 16. Esfuerzos principales en Europa a partir del análisis de diaclásas.

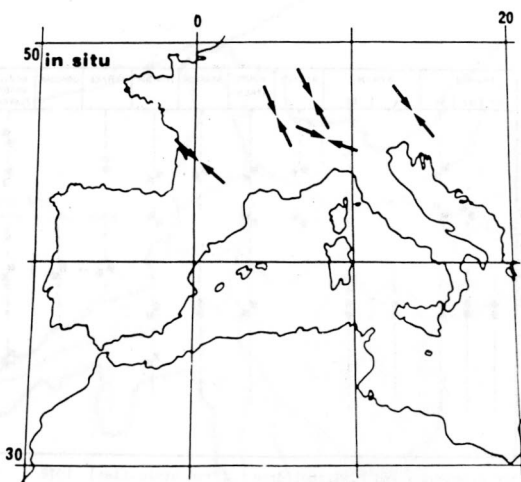


FIGURA 17. Esfuerzos principales en Europa a partir de medidas in situ.

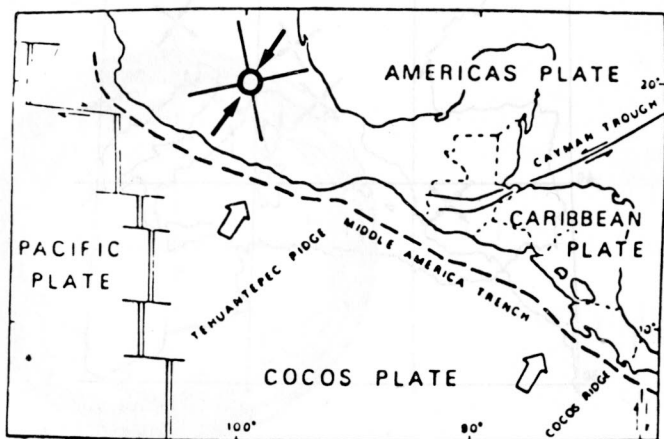
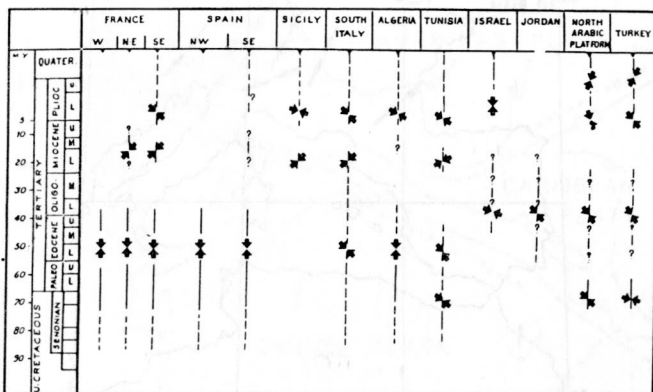
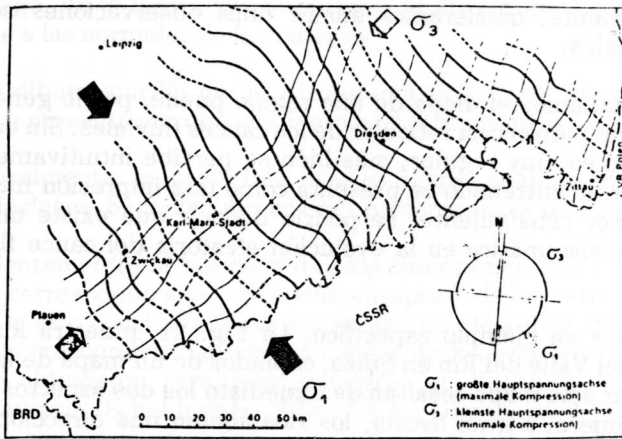


FIGURA 18. Esfuerzos principales en Suiza deducidos de soluciones de planos de falla de terremotos (Pavoni 1976).



After J. Letouzey and P. Tremolieres (from stylolites) 1978

FIGURA 19. Esfuerzos principales en Europa deducidos del estudio de estilolitos (Letouzey & Tremolieres 1980).



Hypothetisches Spannungsfeld im Südostteil der DDR, abgeleitet aus den Daten der Horizontalverchiebung

FIGURA 20. Líneas de máxima presión en Europa deducidos de estudios geodésicos. (Thurm & al 1977).

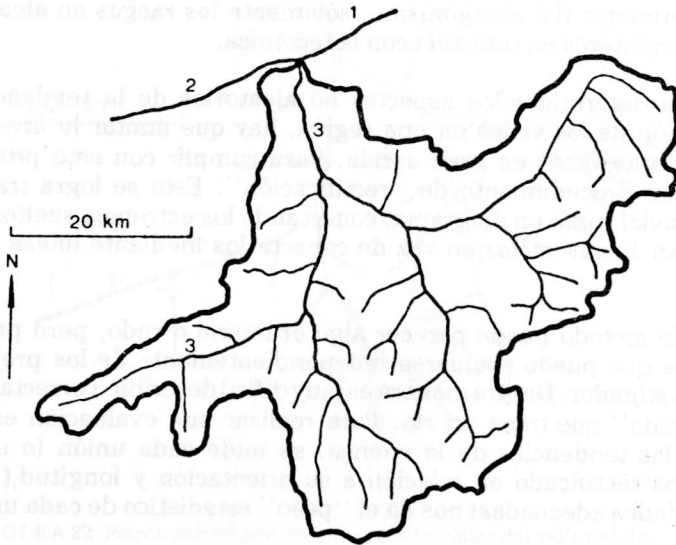


FIGURA 21. Cauces fluviales del valle del Rin.

REDES FLUVIALES

Finalmente, quisieramos añadir unas observaciones sobre las redes fluviales.

Si estudiamos el mapa de una región puede, por lo general, encontrarse un patrón casi reticular de los cauces fluviales. Sin embargo, esta red no es muy regular; más bién se percibe intuitivamente y al observador no entrenado se presenta como una impresión muy generalizada. Por consiguiente, se podría deducir que existe un patrón vagamente sistemático en la evolución aleatoria del cauce fluvial en un plano.

Veamos un ejemplo específico: La Fig. 21 muestra los cauces fluviales del Valle del Rin en Suiza, copiados de un mapa de la región. Al observar este mapa resaltan de inmediato los dos aspectos mencionados. Primero, a gran escala, los ríos siguen una dirección aproximadamente paralela a la cordillera de Los Alpes y a veces se observa un rompimiento transversal del curso. Este aspecto de la orientación de los ríos de la región de Los Alpes está obviamente relacionado con la tectónica local. Segundo, a escala menor, los ríos no siguen una línea recta sino que oscilan alrededor de su dirección principal. Por consiguiente, a escala mayor los cauces muestran un patrón sistemático (no aleatorio), y a escala pequeña, se observa un patrón aleatorio. Según el principio del antagonismo, sóloamente los rasgos no aleatorios presentan interés en conexión con la tectónica.

Para determinar los aspectos no aleatorios de la tendencia de orientación de los valles en una región, hay que limitar la investigación a los aspectos en gran escala. Para cumplir con este propósito se creó un procedimiento de "rectificación". Esto se logra tratando la red fluvial como un diagrama, conectando los extremos sueltos y los nudos por líneas *rectas* en vez de conectarlos mediante líneas sinuosas.

Este método puede parecer algo ordinario o rudo, pero produce un mapa que puede evaluarse independientemente de los prejuicios del investigador. De otra manera es muy difícil describir correctamente el "sentido" que toma un río. Para realizar una evaluación estadística de las tendencias de la cuenca, se mide cada unión (o enlace) del mapa rectificado en relación a su orientación y longitud, y esto (en unidades adecuadas) nos dá el "peso" estadístico de cada unión.

Luego es posible realizar una evaluación estadística del patrón de orientación de las uniones del área. La primera posibilidad consiste en dibujar un histograma polar de la distribución. Se observa, eso sí, que no es práctico tramar las uniones (orientación) sino sus normales,

ya que esto corresponde al tratamiento de los rasgos tectónicos, es decir, las diaclasas. Como ejemplo se presenta en la figura 22 primero el diagrama rectificad del mapa de los ríos de la región de Los Alpes y, luego, en la figura 23, se muestra el histograma polar correspondiente a las normales de las uniones.

Este dibujo sencillo de un histograma polar para el análisis estadístico representa un procedimiento bastante primitivo.

Naturalmente, es preferible usar el mismo análisis en conexión con las diaclasas. Se hallan direcciones preferenciales de los ríos.

Evidentemente, la bisectriz de esas direcciones tiene un acimut de lo que corresponde a la "dirección europea" de los esfuerzos principales. De esto concluimos que los rasgos no aleatorios de las redes fluviales corresponden también al campo de los esfuerzos neotectónicos. Se obtuvieron resultados similares en España (Scheidegger, 1979 c), Austria (Scheidegger 1979 d) y los Himalayas (Scheidegger, 1979 e).

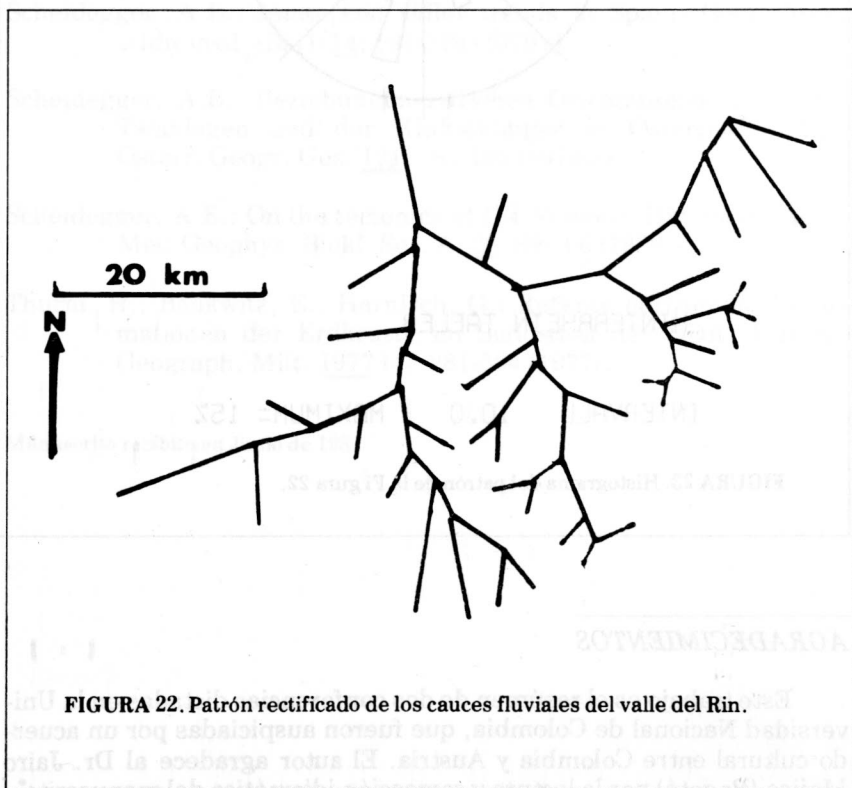
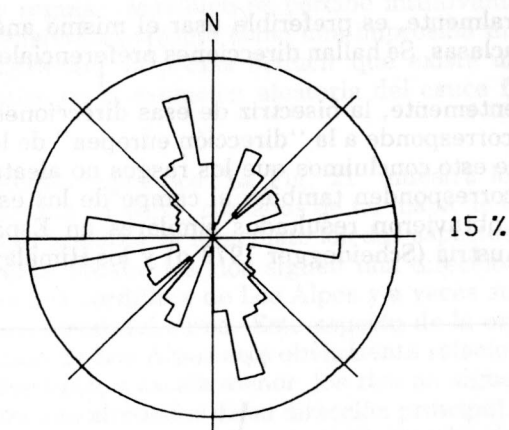


FIGURA 22. Patrón rectificad de los cauces fluviales del valle del Rin.

En todos los casos se encontró una buena relación entre la orientación de las diaclasas y las tendencias de los cauces, lo que indica una causa idéntica que produce dos tipos de características.

En resumen puede decirse que las características sistemáticas de la evolución de cauces fluviales en un plano se deben al campo del esfuerzo neotectónico.



HINTERRHEIN TAELEK

INTERVALL 10.0 MAXIMUM= 15%

FIGURA 23. Histograma del patrón de la Figura 22.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es el resumen de dos conferencias dictadas en la Universidad Nacional de Colombia, que fueron auspiciadas por un acuerdo cultural entre Colombia y Austria. El autor agradece al Dr. Jairo Mojica (Bogotá) por la lectura y corrección idiomática del manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Kohlbeck, F., Scheidegger, A.E.: On the theory of the evaluation of joint orientation measurements.- *Rock Mech.* 9:9-25 (1977).
- Letouzey, J., Tremolieres, P.: Paleo-stress fields around the Mediterranean since the mesozoic from microtectonics. Comparison with plate-tectonic data. -*Rock Mech. Suppl.* 9 (1980).
- Pavoni, N.: Herdmechanismen von Erdbeben und regionaltektonisches Spannungsfeld im Bereich der Geotraverse Basel-Chiasso.-*Schweiz. Min. Pet. Mitt.* 56: 697-702 (1976).
- Scheidegger, A.E.: The principle of antagonism in the Earth's evolution.-*Tectonophys.* 55: T7-T10 (1979 a).
- Scheidegger, A.E.: Orientationsstruktur der Talanlagen in der Schweiz. -*Geogr. Helv.* 34: 9-15 (1979b).
- Scheidegger, A.E.: Joints and valley trends in Spain.-*Geol. Appl. e Idrogeol. (Bari)* 14: 167-179 (1979 c)
- Scheidegger, A.E.: Beziehungen zwischen Orientationsstruktur der Talanlagen und der Kluffstellugen in Osterreich. -*Mitt. Osterr. Geogr. Ges.* 121: 187-195 (1979 d)
- Scheidegger, A.E.: On the tectonics of the Western Himalaya.-*Arch. Met. Geophys. Biokl. Ser. A*, 28: 89-106 (1979 e).
- Thurm, H., Bankwitz, E., Harnisch, G.: Rezente horizontale Deformationen der Erdkruste im Sudostteil der DDR.-*Peterm. Geograph. Mitt.* 1977 (4): 281-304 (1977).

Manuscrito recibido en Junio de 1981