

# ESTRUCTURAS DE BASE EN LOS CONGLOMERADOS DEL COMPLEJO ALUVIAL MONTSANT-CRESTAS DE LA LLENA\*

## INTRODUCCION

Para el estudio de la polaridad de los aportes en los depósitos canalizados fósiles suelen emplearse tanto los criterios geométricos de los cuerpos sedimentarios como otras estructuras directamente ligadas al paso de una corriente con capacidad de transporte de sedimento. Dentro del grupo de las estructuras de base producidas por una corriente, los «scour marks», que no han sido originados por la acción de objetos arrastrados por la corriente sobre el sedimento del fondo, son los que nos pueden dar una idea más precisa sobre las características del flujo.

Un caso especial y poco citado en la literatura geológica dentro de los «scour marks» son los surcos y crestas longitudinales y convergentes desarrollados en sentido paralelo a la corriente sobre arena fina o limos en el fondo de canales (fig. 2). Estas estructuras guardan cierta semejanza geométrica, salvando las diferencias de escala con los «rectilinear longitudinal grooves» y «longitudinal meandering grooves» (Allen, 1969) producidos en

(\*) En este trabajo se incluyen los datos de la comunicación presentada, con el mismo título, en el VIII Congreso Nacional de Sedimentología. — 1977.

experimentos de laboratorio, los «ripples» longitudinales (Mosley, 1973) formados artificialmente simulando las condiciones de una llanura aluvial, y los descritos en medios actuales por Van Straaten (1951) en las llanuras mareales del mar de Wadden (Holanda). Estructuras de este tipo se encuentran frecuentemente en la base de los canales de las series continentales representando casi la única indicación de paleocorriente en los depósitos conglomeráticos masivos de las partes internas de un aparato aluvial («Alluvial Fan»). Existen numerosos afloramientos de surcos y crestas longitudinales y convergentes en todo el complejo de conglomerados de la Serra del Montsant y Crestas de La Llena (fig. 1). En esta área y en varias estaciones próximas a la localidad de Vilanova de Prades las excelentes condiciones de afloramiento con superficies visibles de hasta 300 m.<sup>2</sup> permiten estudiar con precisión las formas y variaciones geométricas de estas estructuras en relación con su posición en las bases de los canales amalgamados de un sistema tipo «braided» (canales anastomosados). En este trabajo se pretende hacer algunas precisiones de interés para su aplicación en la medida de paleocorrientes.

El complejo de los conglomerados de la Serra del Montsant y Crestas de La Llena se encuadra dentro de los depósitos Eocenos de abanicos aluviales marginales a la Depresión del Ebro. Este conjunto que se desarrolla desde el extremo más occidental de la Serra del Montsant hasta las inmediaciones de L'Espluga de Francolí está formado por un mínimo de cinco unidades menores que se extendieron hacia el Norte ocupando una depresión tectónica sinsedimentaria. Para el estudio de la dinámica del desarrollo de estas pequeñas unidades que se superponen y adaptan como los lóbulos de un sistema deltaico fue necesario, ya que no era posible una diferenciación por áreas fuente, recurrir a la representación de la distribución areal de las paleocorrientes. Se desecharon los métodos gráficos de diagramas «en rosa» por resumir en una media vectorial un conjunto de medidas, cada una con un carácter puntual, del que se debería obtener teóricamente una distribución radial divergente para cada unidad.

Las estructuras más utilizadas y prácticamente las únicas válidas para darnos datos sobre el sentido de desarrollo del sistema principal de canales, fueron los ejes de éstos cuando su geometría era claramente visible, y otras estructuras erosivas presentes en la base de las capas de conglomerados que hemos

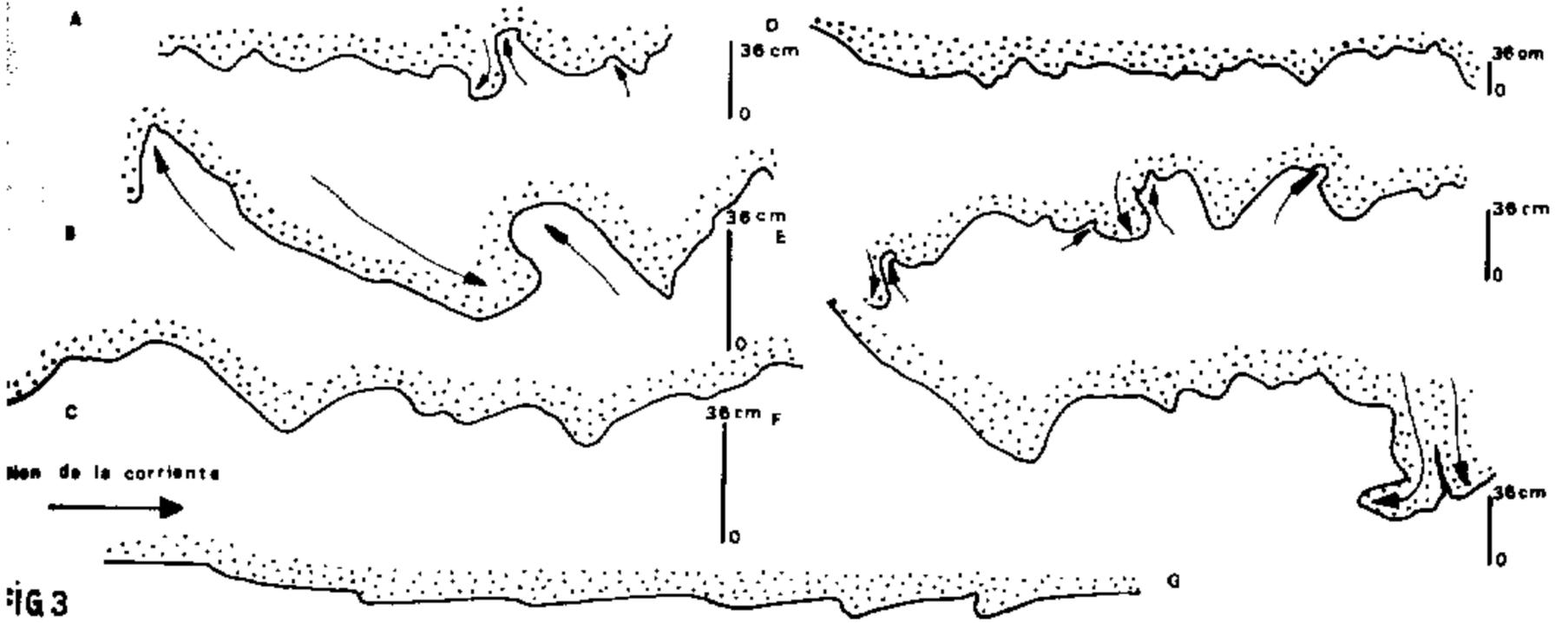
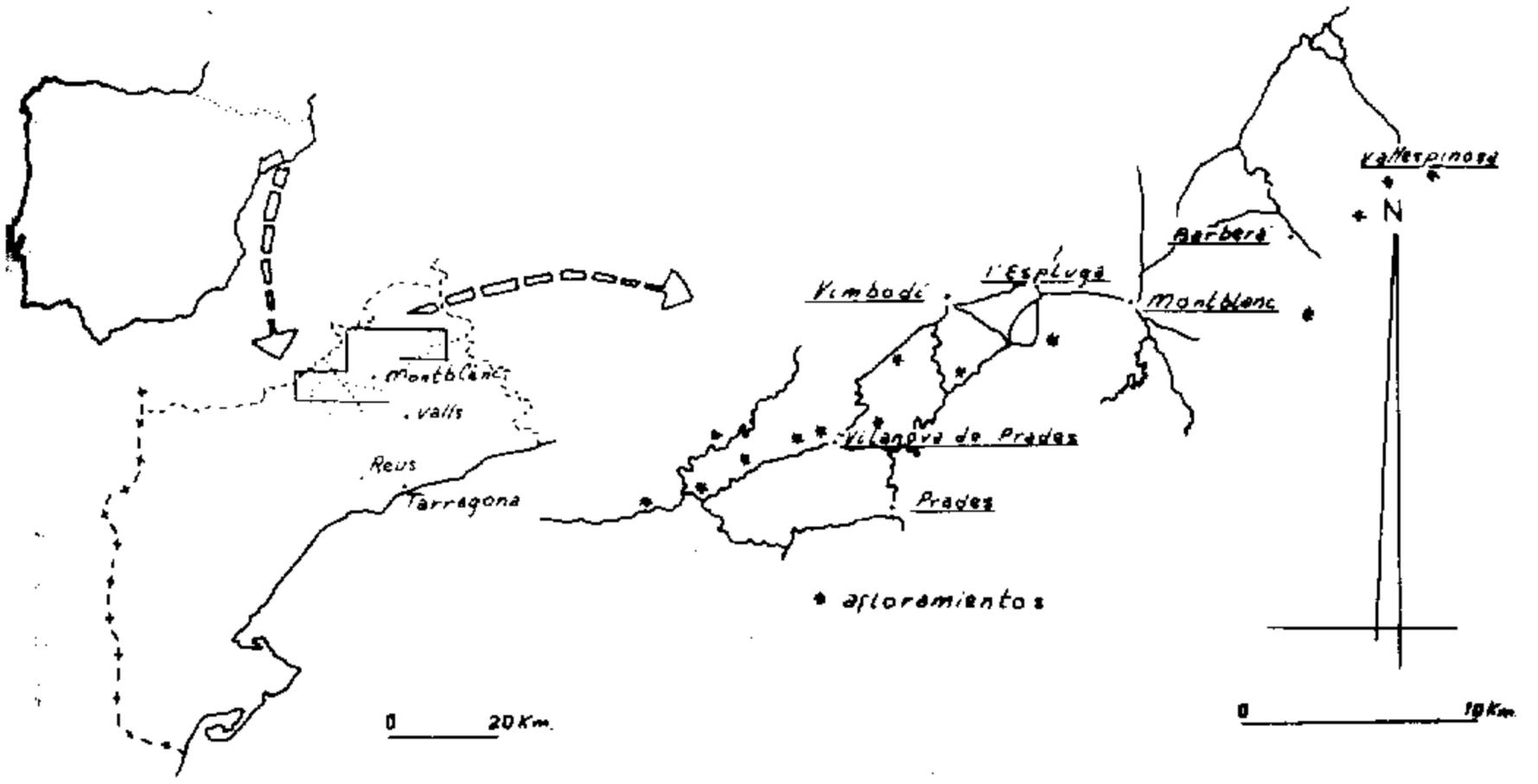


FIG 3

denominado como surcos y crestas longitudinales y convergentes atendiendo a las características geométricas de su trazado sobre las superficies de afloramiento. (Figuras 2, 4, 5).

## ESTRUCTURAS LONGITUDINALES Y CONVERGENTES.

### DESCRIPCIÓN

Se trata de una estructura formada por elevación y depresiones longitudinales preservadas en las bases erosivas de canales rellenos de conglomerados. Estos canales se desarrollan sobre arcillas o areniscas de grano fino pertenecientes a las partes más distales de los depósitos de desborde («overbank»). La estructura representa por lo tanto el molde en conglomerados de incisiones sobre limos efectuadas por la corriente en el lecho de los canales. Las crestas que son más anchas en su base que en la cúspide poseen un perfil transversal en forma de U o V de 9 a 12 centímetros de altura. (Fig. 3). La amplitud media suele ser el doble de la altura pudiendo alcanzar hasta 40 cms. La distancia entre dos crestas adyacentes varía frecuentemente por su falta de paralelismo desde algunos milímetros hasta un metro. Cuando las crestas son rectilíneas y paralelas se mantiene esta separación con unos valores medios que oscilan entre 25 y 35 cms. La longitud máxima observada de una de estas crestas es de 25 metros pero posiblemente en su desarrollo completo se alcance varias veces este valor.

Como muestran las fotografías (Figs. 2, 4, 5) su forma en planta varía desde rectilínea a meandriforme e irregular pudiéndose distinguir en todos los casos una dirección predominante de desarrollo sobre la que los surcos y crestas presentan ligeras desviaciones.

Es frecuente que algunas crestas estén aplanadas por deformación por carga y que otras adopten formas circulares o de pilares por inyección de los sedimentos gruesos entre las arcillas (Fig. 4). Una característica muy importante atendiendo a su configuración en planta, es la convergencia de las crestas en el sentido que suponemos discurría la corriente (Fig. 2, 4, 5). El ángulo de convergencia varía desde muy pocos grados hasta cerca de los 90°, aunque estos valores mayores se corresponden

con erosiones y superposiciones de varios sistemas de surcos y crestas meandriformes (Fig. 2, C). Se han encontrado notables diferencias entre los valores medios de convergencia de los dos tipos de configuración en planta; en un conjunto de crestas rectilíneas éstas son originariamente paralelas y tienden de una forma gradual a disminuir la distancia lateral entre ellas. En los conjuntos meandriformes las uniones entre las crestas son rápidas y a veces bruscas haciéndose dentro de una amplia variedad de ángulos cuyos valores medios oscilan entre 35° y 50° grados. Ambos tipos de configuraciones en planta no se presentan juntos en una misma superficie. Se pueden ver áreas con sólo crestas rectilíneas y áreas con crestas meandriformes dispuestas lateralmente y con tránsitos graduales de las primeras hacia las segundas según el sentido de la corriente (Figs. 4 y 5).

En varias secciones longitudinales a las crestas se observa que éstas se inician suavemente, y solamente en raras excepciones parten de estructuras semejantes a grandes «flute cast»; éstos son sin embargo más frecuentes a lo largo de algunas crestas meandriformes.

Las fotografías (Figs. 2, 4, 5) muestran buenos ejemplos de surcos y crestas longitudinales que se originaron por erosión de las arcillas en la parte inferior de una corriente fluvial y que fueron rellenadas y fosilizadas por los conglomerados de los canales. Aunque los conglomerados que los preservan poseen diversas estructuras internas como son la granoclasificación decreciente, estratificación cruzada e imbricación de cantos, las arcillas inferiores tan solo presentan laminación paralela truncada por la estructura erosiva. Estas arcillas representan los términos más distales de depósitos de desborde de otros canales laterales que gradan transicionalmente a éstos a través de un término intermedio de areniscas con estructuras internas de régimen turbulento. Son frecuentes en estas arcillas pequeños niveles carbonatados, restos de la actividad de raíces, estromatolitos, oncolitos y moldes de grietas de desecación, lo que indica periódicas inundaciones probablemente en relación con el desborde de los canales en épocas de crecida.

## VARIACION LATERAL Y ASOCIACIONES CON OTRAS ESTRUCTURAS

Los surcos rectilíneos y meandriformes se presentan específicamente asociados a ciertas partes de los canales. Cuando las bases son superficies llanas o planas ligeramente inclinadas las crestas son rectilíneas y paralelas o convergentes en el sentido de la inclinación original de la superficie. Cuando las bases son convexas hacia abajo siguiendo el perfil de la concavidad natural de un canal, se encuentran crestas y surcos meandriformes. Del estudio de las relaciones entre los dos tipos de esta estructura y su posición dentro de un canal se puede afirmar que los surcos rectilíneos ocupan las partes laterales de los canales mientras que los meandriformes se presentan siempre en un área central que contiene el eje del canal.

Las crestas longitudinales y paralelas tienen siempre una componente de dirección ligeramente oblicua a las secciones longitudinales de los canales, entre  $15^{\circ}$  y  $20^{\circ}$ , y pasan hacia el centro del canal cambiando de forma, a las crestas meandriformes cuyo desarrollo general se hace paralelo al eje del canal.

Si analizáramos la base de un canal simétrico que tuviera su eje en el centro, las estructuras en surcos y crestas tendrían asimismo una disposición simétrica; en los bordes estarían las formas rectilíneas y en el centro las meandriformes. La transición entre una y otra se hace hacia el centro del canal siguiendo el sentido de la corriente (Figs. 5, 6).

Para determinar el carácter indicativo de la polaridad de los mecanismos que originaron estas estructuras se han hecho comparaciones con otras marcas de corriente a las que indirectamente están asociadas. Ya se ha dicho anteriormente que son prácticamente las únicas estructuras, junto con estratificaciones cruzadas e imbricación de cantos, que pueden ser utilizadas en los conglomerados del Montsant y Crestas de La Llena. Si a esto añadimos que mientras estas últimas se presentan escasamente, los surcos y crestas longitudinales son abundantes en casi todos los canales de tipo «braided».

Se han tomado, para comprobar los sentidos de otras estructuras de corriente que aunque no han sido formadas en el mismo momento nos pueden dar una idea de la progresión del medio

en el que se desarrollaban los canales. Estas son las estructuras propias de los ciclos de relleno de algunos canales más distales y las de los depósitos de «overbank». Los resultados obtenidos no nos han dado nuevas ideas sobre el desarrollo de los surcos y crestas pero sí nos han ayudado a determinar cómo progresaban los límites de las áreas en que ellos se producían; además, nos han servido para conocer el grado de confianza de las medidas tomadas. La separación en cinco unidades en el complejo conglomerático Montsant-La Llena se pudo resolver al conocer que estas estructuras de los conglomerados nos podían aportar, conociendo su configuración en planta, la dirección y el sentido del eje del canal y por lo tanto la del desarrollo del sistema distributivo, y en última instancia la de las conoides aluviales.

## CONSIDERACIONES

Se han hecho algunos experimentos en condiciones ideales de laboratorio de estructuras cuya configuración es semejante a las que se presentan en los conglomerados torrenciales de las Crestas de La Llena; de entre todos ellos destaca el trabajo de Allen (1969) por la semejanza que representa la sucesión de estructuras longitudinales rectilíneas y meandriformes al aumentar el poder de una corriente canalizada. En nuestro caso el cambio de forma entre surcos rectilíneos y meandriformes se hace desde los bordes del canal hacia el centro siguiendo líneas de progresivo incremento en el poder del flujo. Es por ésto que en igualdad de condiciones en la naturaleza del substrato arcilloso la erosión de la capa del fondo del canal depende de las características de la corriente, como la forma de transporte, velocidad del flujo, cantidad de carga..., por lo que sería muy aventurado establecer en este momento un modelo físico partiendo del registro fósil.

Estructuras semejantes que creemos fueron formadas siguiendo el mismo modelo concurren también en otros ambientes sedimentarios como en el caso de canales en llanuras mareales de las areniscas Lutecienses de la Unidad de Barras de Marea (prepirineo, Gerona, Santisteban 1978) o en canales submarinos de los sistemas distributivos de pequeños «fan delta» Miocenos del

Levante español. En estos tres ejemplos se encuentran características similares para los canales que poseen estas estructuras direccionales:

1. — Son canales del sistema de drenaje de cuerpos con geometría en abanico.
2. — Se corresponden con canales tipo «braided».
3. — Su funcionamiento es intermitente o esporádico con corrientes que transportan gran cantidad de carga.

No creemos que estas estructuras se correspondan con las descritas por Mosley (1973), ya que éstas se formaron sobre superficies inicialmente llanas como respuesta funcional a su drenaje, al contrario, en nuestro caso fueron originadas dentro de un sistema de drenaje ya creado. Esta condición también invalida otras posibles explicaciones a partir de torbellinos multidireccionales y corrientes condicionadas por plantas que estaban fijadas sobre la elevación del «levée» (Van Eden, 1970). Para nosotros tales estructuras han sido formadas en la base de canales activos tipo «braided» a causa de las características del fondo del flujo de una corriente densa.

## CONCLUSIONES

— Los surcos y crestas longitudinales y convergentes, cuyo origen preciso no está aún bien definido, son estructuras erosivas presentes en la base de canales anastomosados.

— Estas estructuras son características tanto de ambientes continentales como marinos someros, dependiendo no del ambiente sino de las propiedades del flujo de la corriente.

— Son estructuras desarrolladas sobre arcillas o areniscas de grano fino.

— Su morfología en planta obedece a dos modelos transicionales ligados a las características del fondo del flujo en cada parte del canal. Las crestas longitudinales se forman sobre su-

perfiles planas en los márgenes, mientras que las crestas meandriformes se corresponden con la parte central del canal.

— Un conjunto de crestas rectilíneas tienden a converger y unirse en la dirección de la corriente a la vez que hacia el centro del canal adoptan morfologías típicamente meandriformes.

— Estas estructuras son útiles para la medida de paleocorrientes siempre que se tengan en cuenta su morfología y distribución areal. La paleocorriente obtenida nos dará la dirección del eje del canal.

— No se puede a la vista del presente estudio establecer una hipótesis firme sobre el régimen de flujo que formó dichas estructuras.

C. SANTISTEBAN BOVÉ

#### BIBLIOGRAFIA

- ALLEN J. R. Erosional Current Marks of weakly cohesive mud. beds. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 39, nº 2, p. 607-623, Figs. 1-18, (June, 1969).
- JULIVERT M. Estratigrafía del Eoceno - Oligoceno entre el Francolí y el Anoya. Mem. y Com. Inst. Geol. Dip. Prov. Barcelona nº 11, pp. 5-12, 1 fig. 1 map. T. 9-11 (1954).
- MOSLEY M. P. Longitudinal ripples formed by overland flow and tidal currents. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 43, nº 3, p. 795-798, Figs. 1-2, (September 1973).
- NAGTEGAAL P. J. Scour-and-fill structures from a fluvial piedmont environment. *Geologie en mijnbouw*. 45e JAARGANG. Página 342-354. (October 1966).
- SANTISTEBAN C. Estudio ambiental de la cuenca eocena prepirenaica entre Olot y Ripoll (provincia de Gerona) Bellaterra (1978).
- VAN EDEN J. G. A reconnaissance of deltaic environment in the middle eocene of the south-central pyrenees, Spain. *Geologie en mijnbouw*. Volume 49 (2), p. 145-157. (1970).
- VAN SRAATEN L. M. J. U. Longitudinal ripple marks in mud and sand. *Jour. Sed. Petrology*, V. 21, P. 47-54. (1951).



Fig. 5

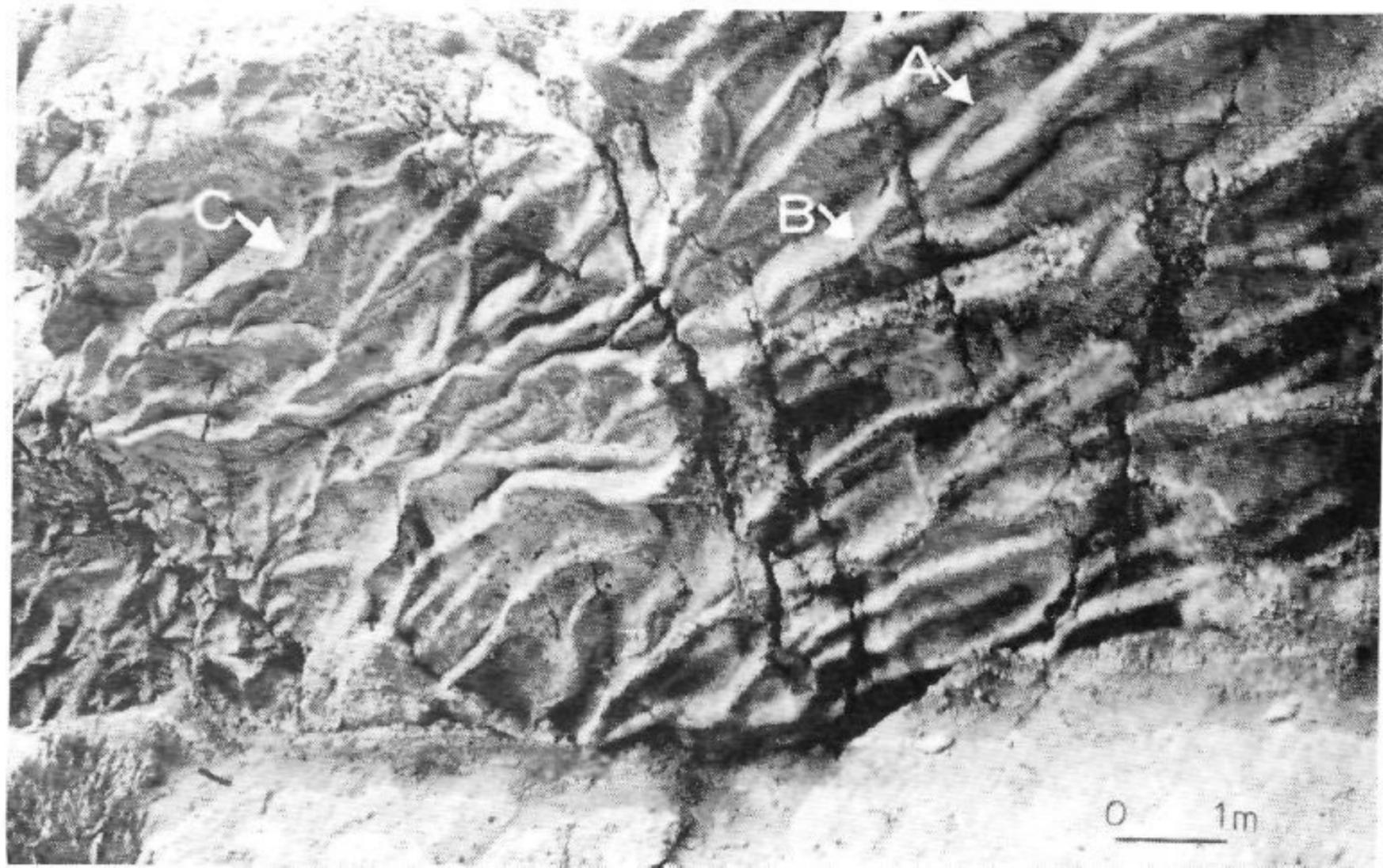


Fig. 2

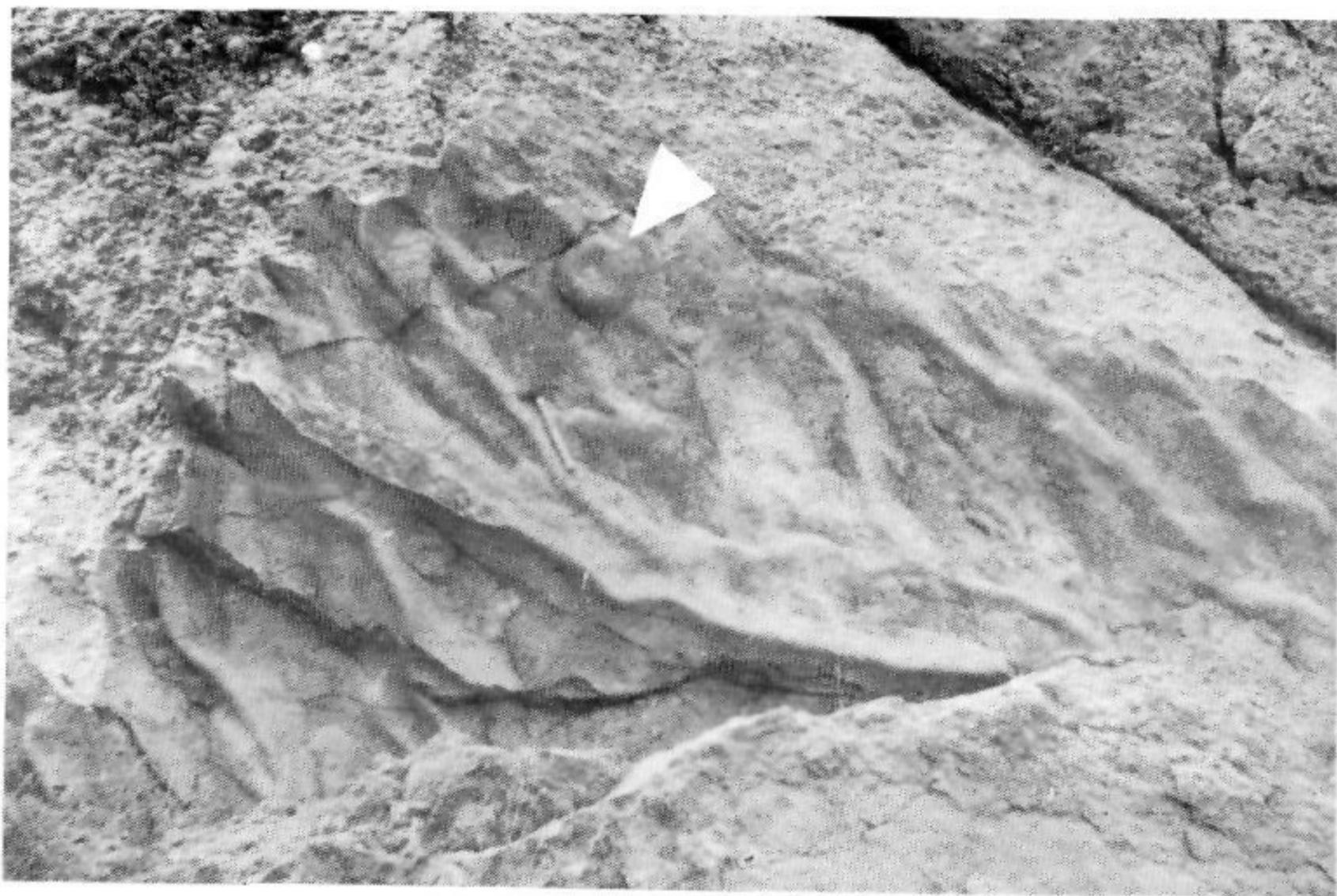


Fig. 4

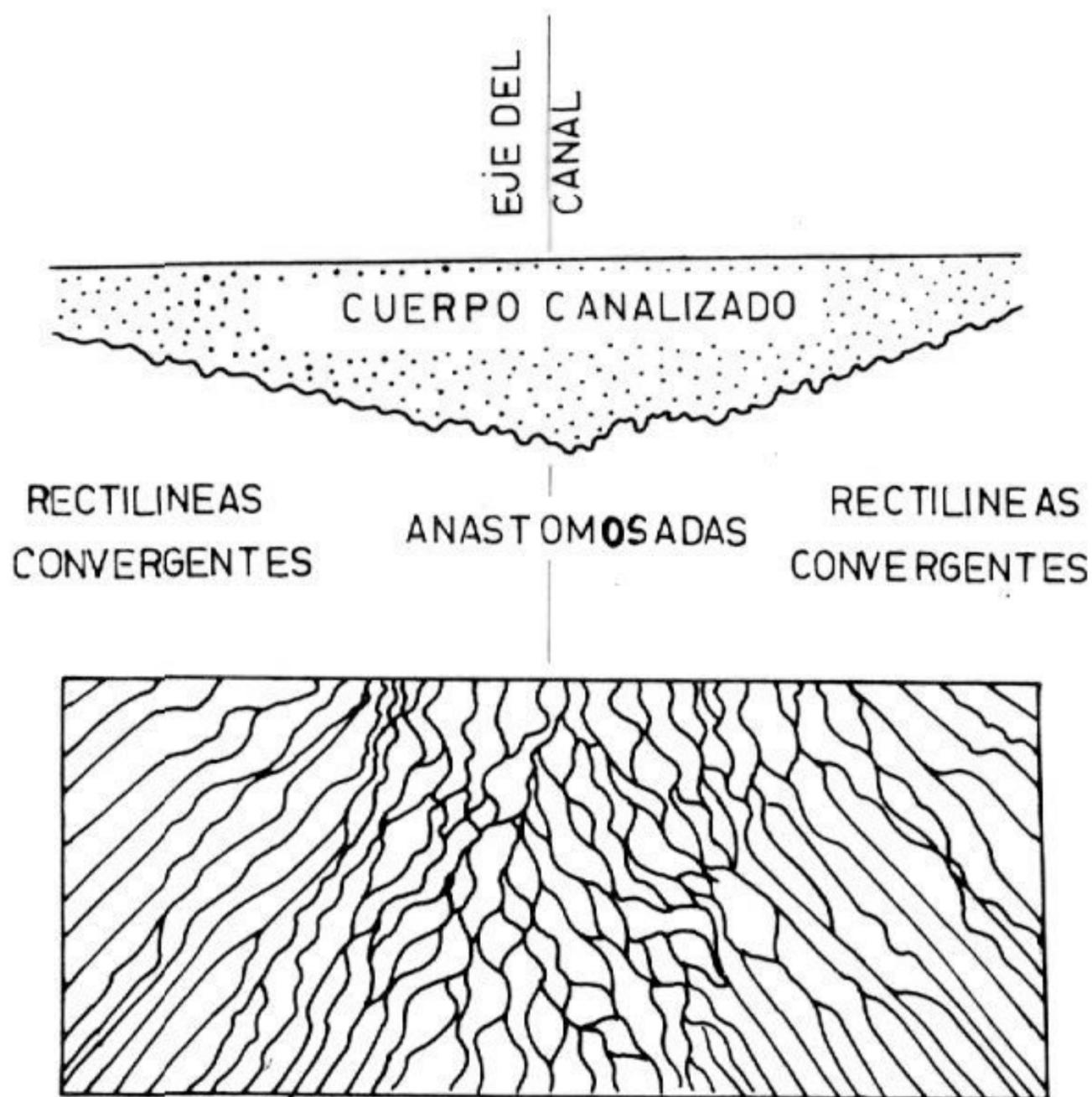


FIG. 6