

**ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE
LA DEFORMACION DE LOS
SEDIMENTOS CRETACEOS
DE ABEJORRAL**

Andreas Kammer*

RESUMEN

En este informe se examina la deformación de los sedimentos Cretáceos de la cordillera conocidos bajo el nombre de Formación Abejorral por BURGL y RADELLY (1962) y se intenta correlacionar su estilo de deformación con la tectónica del basamento.

ABSTRACT

This paper analices the deformation of the Abejorral Formation and correlate it with the basement structures.

INTRODUCCION

La región en consideración se sitúa al borde occidental de la Cordillera Central y comprende en gran parte la vertiente oriental del valle del Cauca. Buenos afloramientos se presentan en cortes de carretera que conduce de Abejorral hasta Pantanillo y en la carretera que comunica la vereda Portugal con Abejorral. La región está atravesada por fallas de dirección NNW entre las cuales, la más prominente es la falla Romeral que coincide con el límite topográfico entre la vertiente de la Cordillera Central y los promontorios del valle del Cauca. Dicha falla marca también un límite paleográfico ya que los depósitos fluviales terciarios de la Formación Amagá no se presentan generalmente más al E de este lineamiento.

Trabajos anteriores se realizaron con distintos objetivos. BURGL y RADELLI (1962) describieron varios niveles fosilíferos y con esta base asignaron una edad Aptiano-Albiano a esta Formación; JARAMILLO y RAMIREZ (1968) levantaron una columna completa de los sedimentos a lo largo de la carretera Abejorral-Pantanillo; TOUSSAINT y RESTREPO (1974) se refieren a la Formación Abejorral en un contexto regional, comparándola con otros afloramientos Cretáceos de la Cordillera Central y asociando su plegamiento a un cabalgamiento hacia el E de un manto ofiolítico. Una cartografía regional se cumplió bajo la dirección de Humberto González quien en su informe acompañante presenta descripciones petrográficas del basamento y una columna de los sedimentos; un trabajo sedimentológico está actualmente siendo adelantado por G. GUZMAN.

* Profesor. Universidad Industrial de Santander. A.A. 678. Bucaramanga.

LITOLOGIA

Para las unidades al E de la Falla Romeral se puede concebir una columna estratigráfica (véase Figura 1) que comprende las siguientes litologías:

Gabro :

Las partes no deformadas muestran cristales máficos euhedrales (piroxenos?) no orientados y englobados en una matriz de plagioclasa.

Microdiorita :

Se distingue por su tamaño fino.

Rocas verdes :

Son en general macizas y afaníticas de tono verdoso, a veces con fenocristales de feldespato sausuritizado.

Esquistos :

Son bien exfoliados por alternancias de bandas de feldespato y cuarzo y capas micáceas ricas en clorita. Poseen pliegues de dirección N-S y arriba de la vereda Naranjal se presentan diques pegmatíticos.

Diques de Diorita :

Variablemente leucocráticos, con hornblenda como constituyente máfico.

Pizarras Negras :

Se denominan así por el predominio de arcillolitas de aspecto poco metamórfico. Más al N de la región examinada, en la Quebrada Honda, las pizarras tienen un aspecto bandeado por intercalaciones de capas de lutita hacia la base. Estas lutitas poseen estructuras de carga ("ball and pillow structures").

Conglomerados :

Poligmíticos con cantos subangulares hasta redondeados de cuarzo, esquistos y roca verde (?). En las partes pulidas por el agua se distinguen estratificaciones cruzadas. Estos conglomerados supuestamente forman la base de los sedimentos Cretáceos y se separan de las pizarras negras por una discordancia angular.

Lutitas Cretáceas :

De color gris, generalmente bien estratificadas por la alternancia de capas finas con tamaño de grano variable, formando estructuras "linsen-flaser" con intercalaciones de arcillolita. Las lutitas son ricas en materia orgánica y contienen amonites del Albiano y Aptano (ver Cuadro 6 en GONZALEZ, 1980).

TECTONICA Y ESTRUCTURAS GENERALES

En este aparte se discuten los rasgos estructurales de mayor escala y los límites de las unidades del basamento y de las fajas de sedimentos. Las letras del texto siguiente se refieren a los lugares indicados en la Figura 1. En la Quebrada Las Campanas (ver a en la Figura 1) la Falla Romeral se manifiesta como distintos horizontes filoníticos que buzán 40 grados hacia el E en promedio. Estos horizontes poseen lineaciones, grietas de tensión y microplegamientos que indican desplazamientos a ángulos rectos a la dirección de la falla; de otra parte como rocas plutónicas descansan sobre rocas efusivas, la falla tiene características de una falla inversa. La primera faja de sedimentos contiene una parte conglomerática bastante gruesa que suprayace las pizarras negras del basamento.

Sin embargo, en la Quebrada Las Juntas (ver c en la Figura 1) conglomerados están ausentes y el contacto entre esquistos y lutitas está claramente fallado. Otro contacto obvio aflora en el techo de la faja, entre lutitas y esquistos de la carretera al W de Pantanillo (ver d en la Figura 1) y se manifiesta como un plano nítido buzando desde 40 grados hasta 50 grados hacia el E y visible hasta una altura de más de 20 m el cual interpreto como falla.

Esta primera faja sedimentaria muestra buzamientos internos que son consistentes con los de las unidades encajantes (Figura 1, Figura 3). En la base de la segunda faja sedimentaria, al W de Pantano Negro predominan conglomerados y areniscas. Un contacto con los esquistos subyacentes aflora en la carretera que baja hacia la vereda el Naranjal (ver e en la Figura 1) y muestra un nivel conglomerático en lentes alargados y localmente adelgazados adheridos a una superficie irregular de los esquistos y un espesor no mayor de 80 cm. Encima de este nivel siguen lutitas. El contacto con los esquistos al E de la vereda Pantano Negro está tapado (ver f en la Figura 1). Sin embargo, los esquistos siguientes manifiestan en su margen occidental planos estriados muy notables y aproximadamente verticales lo que sugiere un contacto fallado.

La tercera faja sedimentaria al E de la vereda Pantano Negro y al S de la carretera comienza a su vez con un conglomerado basal que reposa sobre una faja de pizarras negras al cual

siguen lutitas. Sin embargo, un poco más al E se intercala una gruesa capa de conglomerados que buza fuertemente al E. El contacto con las lutitas antecedentes no aflora y está posiblemente fallado por existir una silleta entre ambas litologías. Para aclarar esta duda sería beneficioso saber, si los conglomerados gruesos siempre ocupan una posición basal dentro de la secuencia estratigráfica original.

En la margen oriental de esta faja se intercalan dos lentejones de roca verde que contiene fenocristales de plagioclasa dentro de una matriz afanítica (ver h y l en la Figura 1). El lentejón de la carretera parece estar limitado por una falla buzando hacia el W a juzgar de su estructura interna (Figura 6) y por el buzamiento de las lutitas adyacentes (Figura 1); mientras que el lentejón más al S está poco inclinado y buza al E. En esta área hay una multitud de diques dioríticos cuya inclinación afectó los sedimentos por plegamiento y fallamiento (Figura 7).

El contacto entre esta faja sedimentaria y el gneis de Abejorral está tapado en el área de la Figura 1, pero aflora en la carretera que conduce de Abejorral a la vereda Portugal y se trata de un plano bien definido buzando 50 grados hacia el E y con una lineación horizontal bien desarrollada, que contrasta claramente con la lineación débil y de orientación perpendicular a la dirección de las capas de lutitas.

Las relaciones entre las distintas unidades pueden ser resumidas de la siguiente manera:

- El buzamiento general de los límites de las unidades y de sus foliaciones o estratificaciones internas varían desde 40 hasta 50 grados y están dirigidas hacia el E.
- La secuencia general de las unidades muestra una polaridad normal a gran escala documentado por el cambio gradual del gabro a rocas efusivas y esquistos, seguido por las pizarras y los sedimentos Cretáceos.
- La falla límite a la base de ésta secuencia es una falla inversa y corresponde a la Falla Romeral. El techo está formado por el gneis de Abejorral, unidad posiblemente preJurásica (GONZALEZ, 1980) e igualmente separada por una falla inversa.
- La parte superior de la secuencia considerada se repite a lo largo de fallas inversas secundarias, lo que se ilustra particularmente bien por las relaciones de los sedimentos Cretáceos con las unidades encajantes. Estos sedimentos reposan generalmente en el contacto estratigráfico sobre las unidades subyacentes mientras que los contactos de techo son fallados. Según este concepto fallas inversas menores pusieron también en contacto los lentejones de roca verde y posiblemente los conglomerados en g (ver Figura 1) con las lutitas subyacentes. Dentro de este esquema queda por saber en que medida hay discordancia angular entre los sedimentos cretáceos y su basamento. Los datos estructurales no

muestran diferencias apreciables entre ambas unidades en el área examinada, pero el espesor variable o la ausencia total de las pizarras negras sería un argumento para una erosión diferencial de esta última unidad. Además, en la Quebrada Honda las pizarras tienen una dirección NW que difiere marcadamente de la dirección general de los sedimentos cretáceos.

DEFORMACION DE LOS SEDIMENTOS

Mientras que los conglomerados exhiben una deformación interna considerable, que se manifiesta por una esquistosidad transversal a la estratificación y por un alineamiento bien definido de los cantos alargados, las lutitas están plegadas a escala menor y muestran solo una esquistosidad débil. Para investigar el estilo variable de los pliegues en las lutitas examiné los tres lugares siguientes:

1. Lutitas de la faja occidental de la vertiente Sur de la Quebrada Las Juntas (cerca de c en la Figura 1).

Aquí afloran lutitas grises en placas delgadas y muestran una lineación fuerte que gradúa hasta acanaladuras (para las orientaciones de los elementos estructurales véase la Figura 3). En cortes se manifiestan lentes componentes que forman estructuras de tipo "pinch and swell" y partes más arcillosas afectadas por una esquistosidad penetrativa que se confunde con la estratificación. Los pliegues muestran flancos bastante adelgazados con bisagras que buzan paralelamente con la lineación (Figura 2).

2. Lutitas de la faja Oriental, localidades h, i y k en la Figura 1.

En la parte oriental de esta faja los buzamientos son generalmente más fuertes comparados con los sedimentos más al W y varían mucho debido a un plegamiento intenso mientras que la esquistosidad está poco definida y buza al E con ángulos moderados. En la localidad h sedimentos estratificados son afectados por pliegues bien redondeados hasta angulares que gradúan hasta bandas "kink" (Figura 4b) y las orientaciones de sus bisagras muestran una gran diversidad pero un una red estereográfica se reparten en un gran círculo (Figura 5). Este plano se indicó en la Figura 1 con rayas dobles y puede ser interpretado como plano de aplastamiento. Más al E (localidad i, Figura 4b) se superponen planos de cizalla separados por distancias métricas a decamétricas a la esquistosidad y los pliegues. Cerca de la roca verde y antes de la localidad k, donde las capas asumen un buzamiento occidental o "invertido" las lutitas están afectadas por una esquistosidad de crenulación que parece corresponder por su inclinación y su sentido de cizalla a las bandas de cizalla de la localidad i. En este

segundo sitio no se presenta una esquistosidad transversal pero las capas exhiben una lineación de estriamiento fuerte.

3. Lutitas y areniscas conglomeráticas en la carretera Abejorral-vereda Portugal, entre San José y la vereda Portugal.

Este corte se ubica 5 km más al N del mapa presentado en la Figura 1 y allí capas verticalizadas están afectadas por una esquistosidad en ángulo bajo respecto a la estratificación buzando hacia el E que exhibe además una refracción muy fuerte, siendo prácticamente horizontal dentro de los bancos conglomeráticos. Capas de arenisca en intercalaciones de arcillolita y arenisca exhiben estructuras en "mullion" cuyas formas son simétricas respecto al plano de capa a pesar de la esquistosidad transversal oblicua (Figura 8d). Los pliegues dentro de las lutitas son generalmente abiertos y asimétricos correspondientes a la oblicuidad ligera entre capas y esquistosidad (Figura 8b, observé sin embargo un caso más simétrico con las capas menos verticales en la Figura 8a). Capas más ricas en arcillas exhiben pliegues cerrados con flancos muy adelgazados.

En este sitio las orientaciones de los ejes de los pliegues y de las estructuras "mullion" se agrupan todas en la dirección N-S (Figura 9). Esta gran diversidad refleja posiblemente condiciones superficiales durante el plegamiento. No queda claro si los distintos tipos de pliegues se relacionan a "niveles estructurales" o condiciones muy locales.

El reemplazamiento de la esquistosidad de plano axial con buzamiento hacia el E, por una crenulación de buzamiento contrario en el segundo sitio acompaña el cambio de buzamiento de las capas dentro del segmento h-i-k (Figura 1) y puede ser relacionado a una estructura de abanico. Esta estructura tendría una extensión restringida, ya que más al N el contacto entre gneis de Abejorral y lutitas exhibe un buzamiento de orientación regular hacia el E.

Un problema no resuelto se presenta con la actitud general de la esquistosidad que buza frente a las capas en ángulo bajo y menos inclinado hacia el E. Este fenómeno correspondería al flanco invertido de un pliegue con vergencia hacia el W. Sin embargo, estas relaciones son tan comunes y se observan hasta en el contacto oriental de las lutitas con los gneis de Abejorral (carretera Abejorral-vereda Portugal, vereda Betulia), lo cual excluye un plegamiento a gran escala ya que los flancos no invertidos no existirían. Este fenómeno tiene probablemente su equivalente en una esquistosidad de crenulación que afecta a veces muy intensamente a las pizarras negras y a los esquistos del basamento, desplazando la esquistosidad en un sentido inverso.

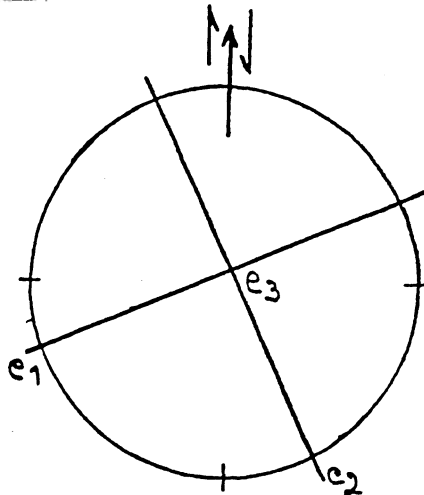
DEFORMACION FRAGIL DE LOS SEDIMENTOS Y EL BASAMENTO

Se examinaron las fallas estriadas de cinco (5) sitios y se evaluaron los campos de deformación correspondientes, según el procedimiento indicado por ALEKSANDROWSKI (1985) y los resultados son compilados en la tabla 1.

TABLA 1. Campos de deformación para las Figuras 10a-d. Los ejes principales e1, e2 y e3 son orientados según el estereograma siguiente (direcciones aproximadas).

		Sitios (Fig.1)	e1	e2	e3	Población
1	Roca Verde	k	Z	Y	X	P1 Aplast.Lat.
2	Conglomerados	g	Z	X	Y	P2 Alargam.N-S
3	Esquistos	f	Z	Y	X	P1 Aplasta.Lat
			Z	X	Y	P2 Alargam.N-S
4	Microdioritas	b	X	Y	Z	P3
			Y	Z	X	P4 ?
			Y	X	Z	P5

Los cinco(5) sitios son:



1. Lentejón de roca verde dentro ó al límite de la faja sedimentaria oriental (h, Figura 1). La población principal de las fallas indica aplastamiento E-W y alargamiento subvertical lo que concuerda con la estructura interna de la roca (Figura 6). Una segunda población puede posiblemente ser correlacionada con la segunda población del tercer sitio.

2. Conglomerados dentro de la faja sedimentaria oriental (g, Figura 1). La única población encontrada se correlaciona con la segunda población del tercer sitio.

3. Cantera en los esquistos que separan las dos fajas sedimentarias orientales (f, Figura 1). La lineación horizontal de la población P2 (marcada con cuadros en la Figura 10c) se encuentra sobre fallas verticales muy conspicuas mientras que los planos de la población P1 con lineaciones pendientes son más penetrativos.

4. Microdioritas cerca a la vereda Llano Grande. La población P3 se compara con la población P1 anteriormente encontrado por similares orientaciones de las fallas estriadas. Los desplazamientos relativos, sin embargo, son invertidos. Las poblaciones P4 y P5 se distinguen entre sí únicamente por los desplazamientos invertidos y no tienen equivalentes en los demás sitios. La población P5 fue medida 500 m más al S de las poblaciones P3 y P4.

En los tres primeros lugares la deformación frágil es bastante consistente. El acortamiento E-W y el alargamiento subvertical que se atribuye a la población P1 corresponde con su simetría al plegamiento de las lutitas y a la deformación interna de los conglomerados. El acortamiento E-W combinado con el alargamiento N-S que se atribuye a la segunda población P2 ocurre también en el conglomerado como evento frágil y por eso es claramente más joven. Las tres poblaciones del cuarto lugar quedan enigmáticas por la imposibilidad de correlacionarlas con otras estructuras.

DISCUSION FINAL

La cartografía presentada, debido a los afloramientos escasos en las vertientes de la cordillera, no permiten deducir la orientación exacta de las unidades. Sin embargo las observaciones a la escala del afloramiento y los datos estructurales son bastantes consistentes para inferir un buzamiento entre 40 y 50 grados hacia el E en el caso de las unidades más occidentales de la región examinada. Estos buzamientos se vuelven más irregulares y más verticales en la faja sedimentaria amplia al E y definen posiblemente abanicos locales como se infirió para el segmento h-i-k de la Figura 1.

El estilo variable de plegamiento dentro de los sedimentos se atribuye aquí a una deformación bajo condiciones superficiales. En conclusión, este estudio demostró que los sedimentos cretáceos suprayacen un basamento predominantemente "verde", es decir, de origen oceánico y que esta columna se repite en parte por fallamientos inversos debido a un acortamiento lateral de la cordillera. A este evento se asocian el plegamiento de los sedimentos y la deformación frágil principal del basamento. A este

acortamiento lateral se superpuso otro episodio de acortamiento E-W durante el cual hubo alargamiento N-S y se reactivaron las fallas con estriás horizontales.

En este estudio no se encontraron evidencias estructurales, tales como pliegues con vergencias hacia el E y fallas inversas poco inclinadas las cuales apoyarían la hipótesis adelantada por TOUSSAINT y RESTREPO (1974) de un cabalgamiento dirigido hacia el E que habría emplazado las rocas ultrabásicas de la Cordillera Central en sus sitios actuales. Considero más bien la posibilidad de que las rocas de afinidad oceánica se hubieran acrecionado durante un evento o eventos preCretáceos y que dentro de esta "Paleocordillera" se generaron las condiciones para la depositación de los sedimentos cretáceos.

AGRADECIMIENTOS.

Norberto Parra y Maria Teresa ayudaron a preparar el texto. Con G. Guzmán y L. Vergara pude compartir unos días en el campo. A cada uno quiero dirigir mis agradecimientos.

BIBLIOGRAFIA

1. ALEKSANDROWSKI, P. 1985. Graphical determination of principal stress directions for slicken side lineation population. J. struct. geol. 7, 73-82.
2. BURGL, H. y RADELLI, L. 1962. Nuevas localidades fosilíferas en la Cordillera Central de Colombia. Geol. Col. U. Nal. 3, 133-13
3. GONZALEZ I, H. 1980. Geología de las planchas 167 (Sonsón) y 187 (Salamina). Bol. Geol. INGEOMINAS 23/1, 1-174.
4. JARAMILLO, I. y RAMIREZ A.O.1968. El Cretáceo de Abejorral, Antioquia. Tesis inédito. Facultad Nacional de Minas, 63p.
5. TOUSSAINT, J.F. y RESTREPO, J.J. 1974. La Formación Abejorral y sus implicaciones sobre la evolución de la Cordillera Central de Colombia durante el Cretáceo. An. Fac. Nal. de Minas.58, 13-29, Medellín.

Figura 1. Mapa geológico de la carretera Abejorral Pantanillo.

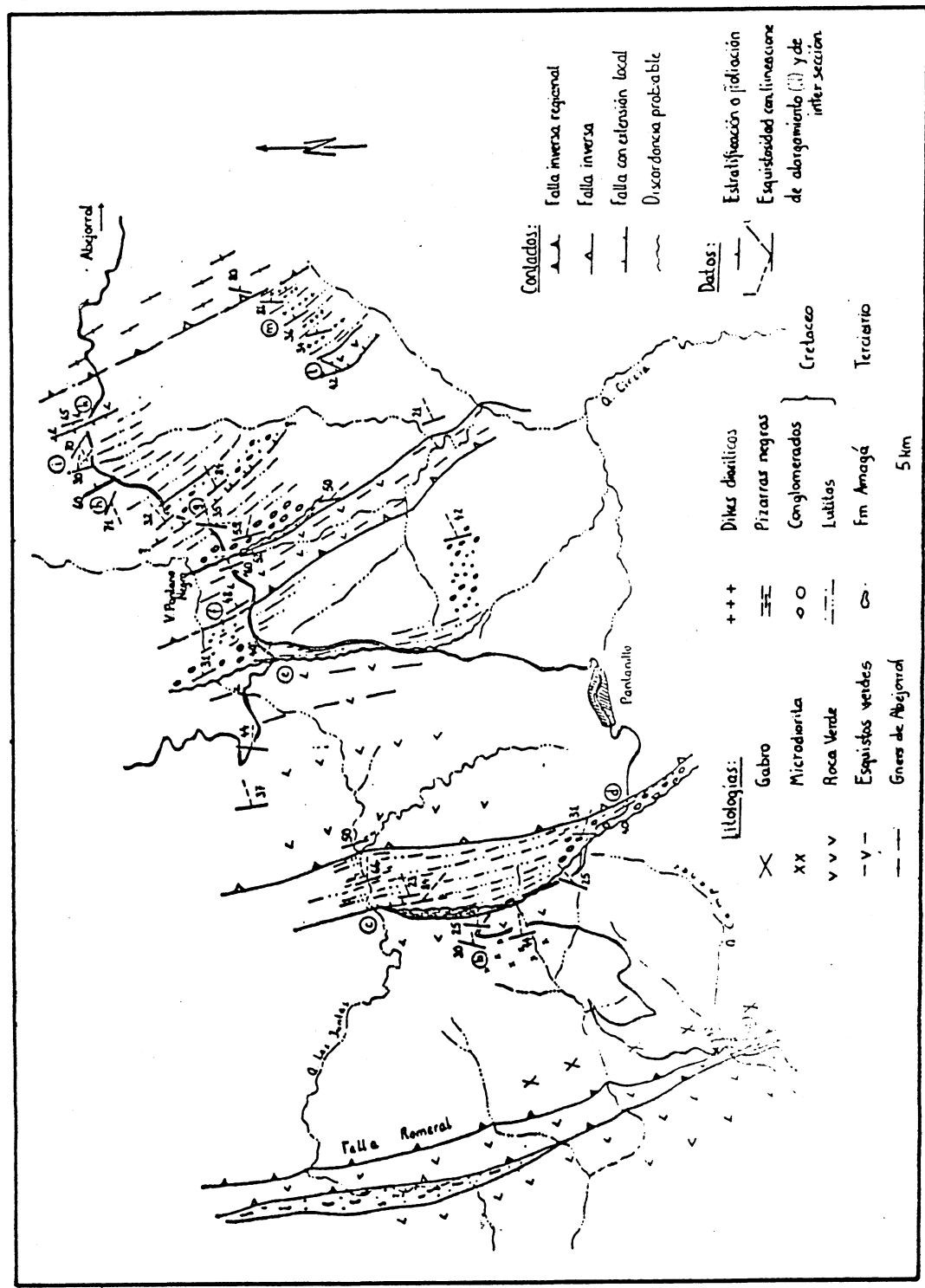


Figura 2. Pliegues con bisagras paralelas a una lineación de alargamiento (1); cerca de la localidad c en la Figura 1.

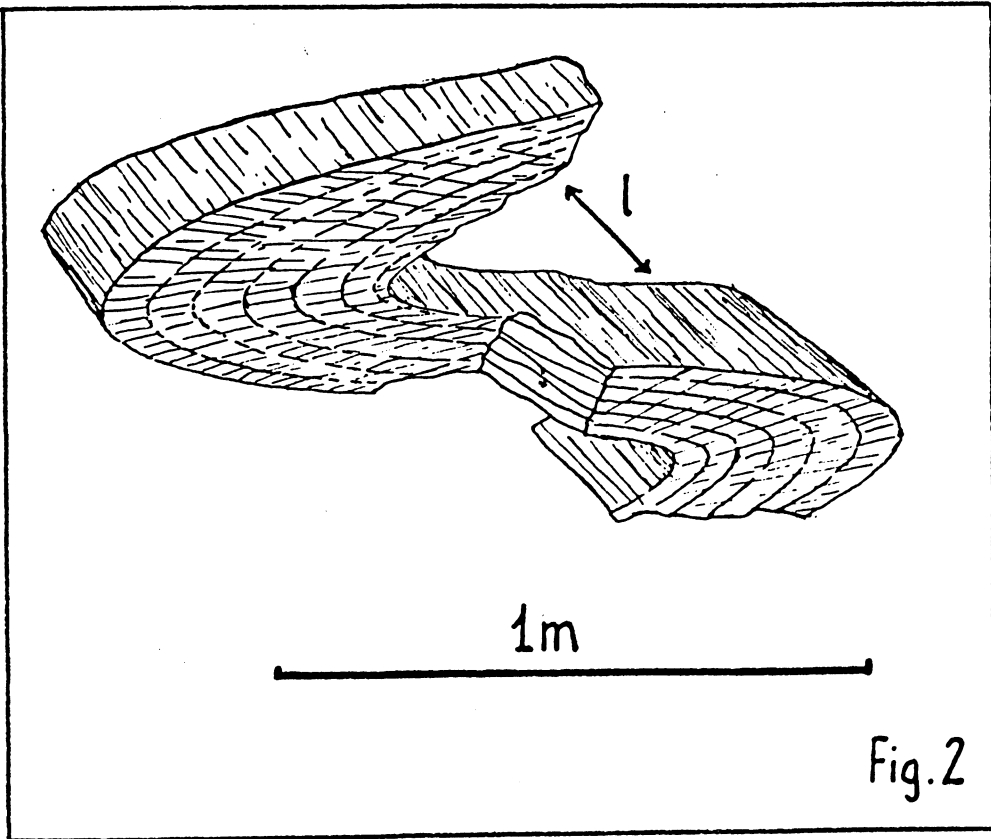


Figura 3. Estereograma de los sedimentos al E de la localidad c en la Figura 1. Para los símbolos véase las explicaciones de la Figura 5.

- Esquistos
- Sedimentos

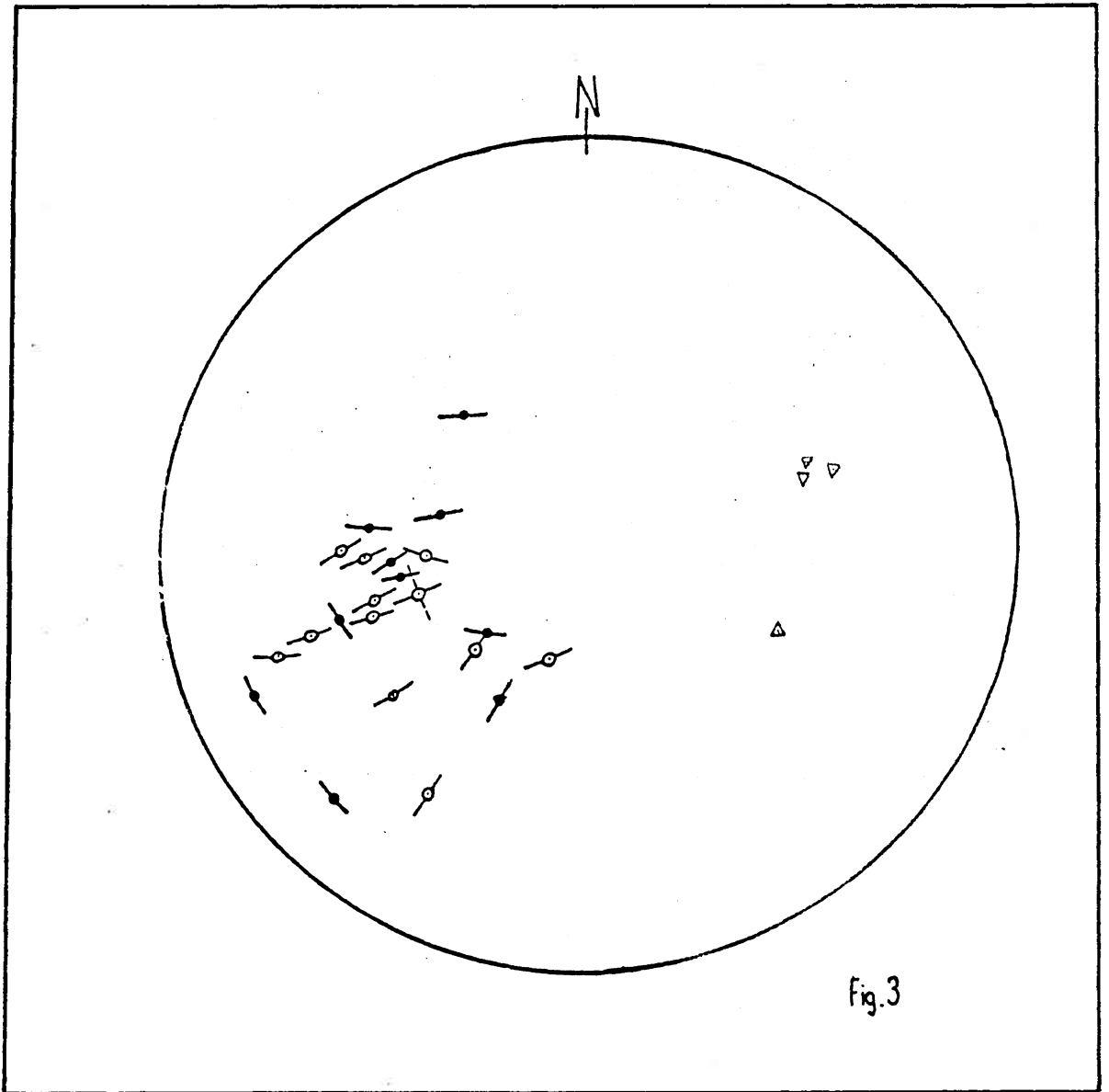


Figura 4. Pliegues de las localidades i y h de la Figura 1.

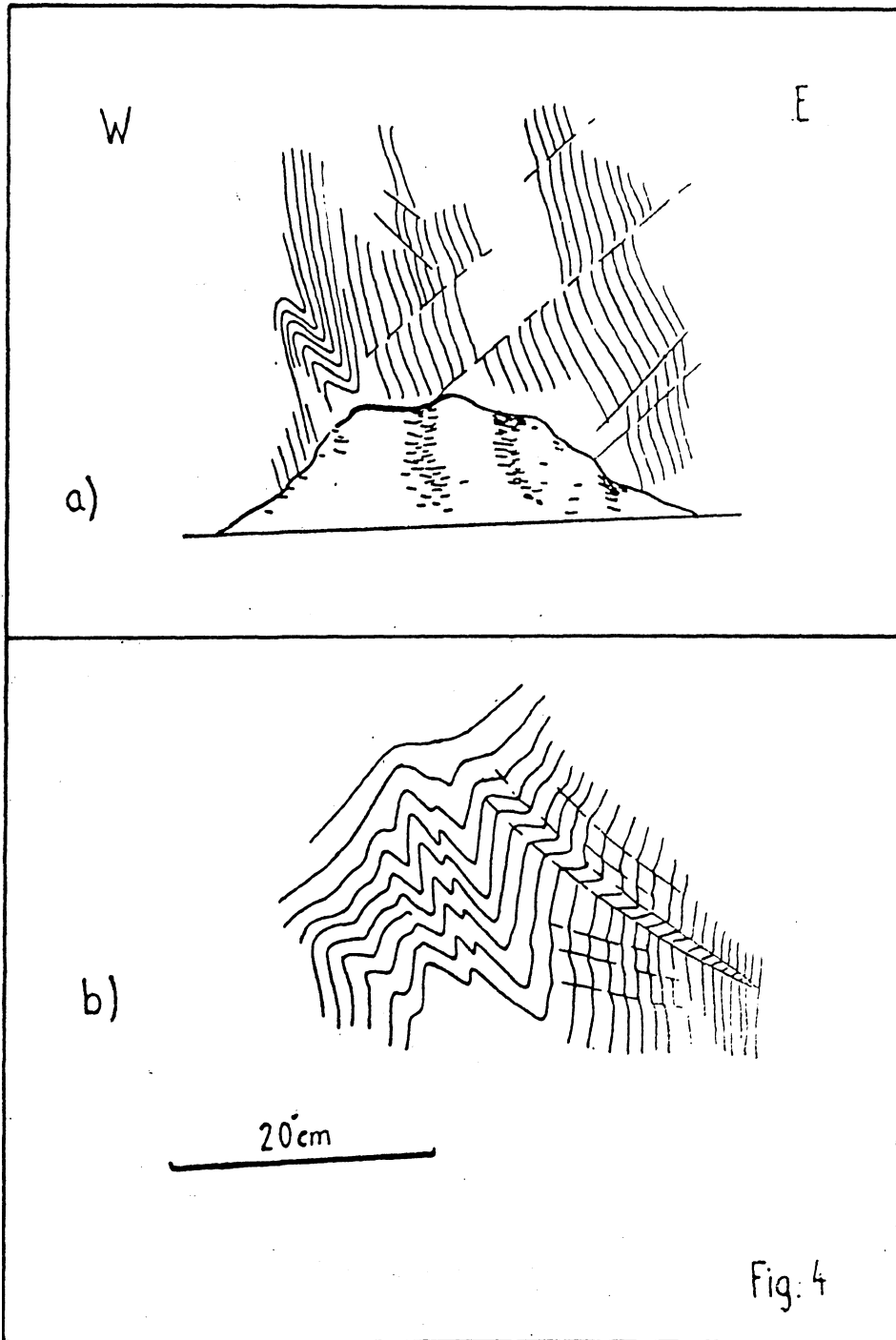


Figura 5. Estereograma de la localidad h de la Figura 1.

- - Estratificación (polo)
- ⊙ - Esquistosidad (polo)
- ⊙ - Polos de estratificación y de esquistosidad correspondientes
- ⊙ - Esquistosidad (polo) con lineaciones de alargamiento y de crenulación
- △ - Eje de pliegue
- - Eje de estructura "mullion"

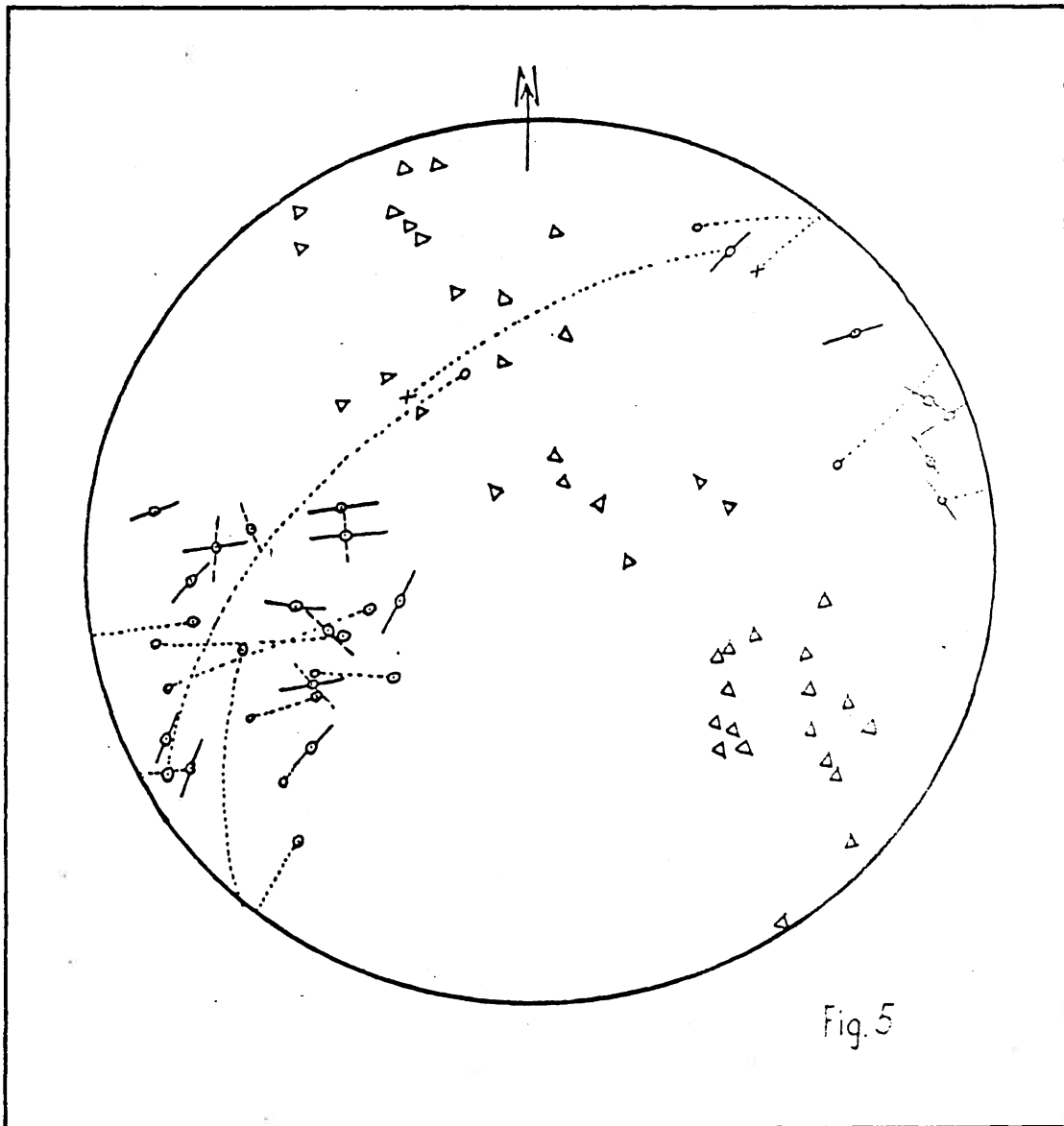


Figura 6. Estructuración interna del lentejón de roca verde en la localidad k de la Figura 1.

Figura 7. Contacto entre dique diorítico y sedimentos de la localidad m de la Figura 1.

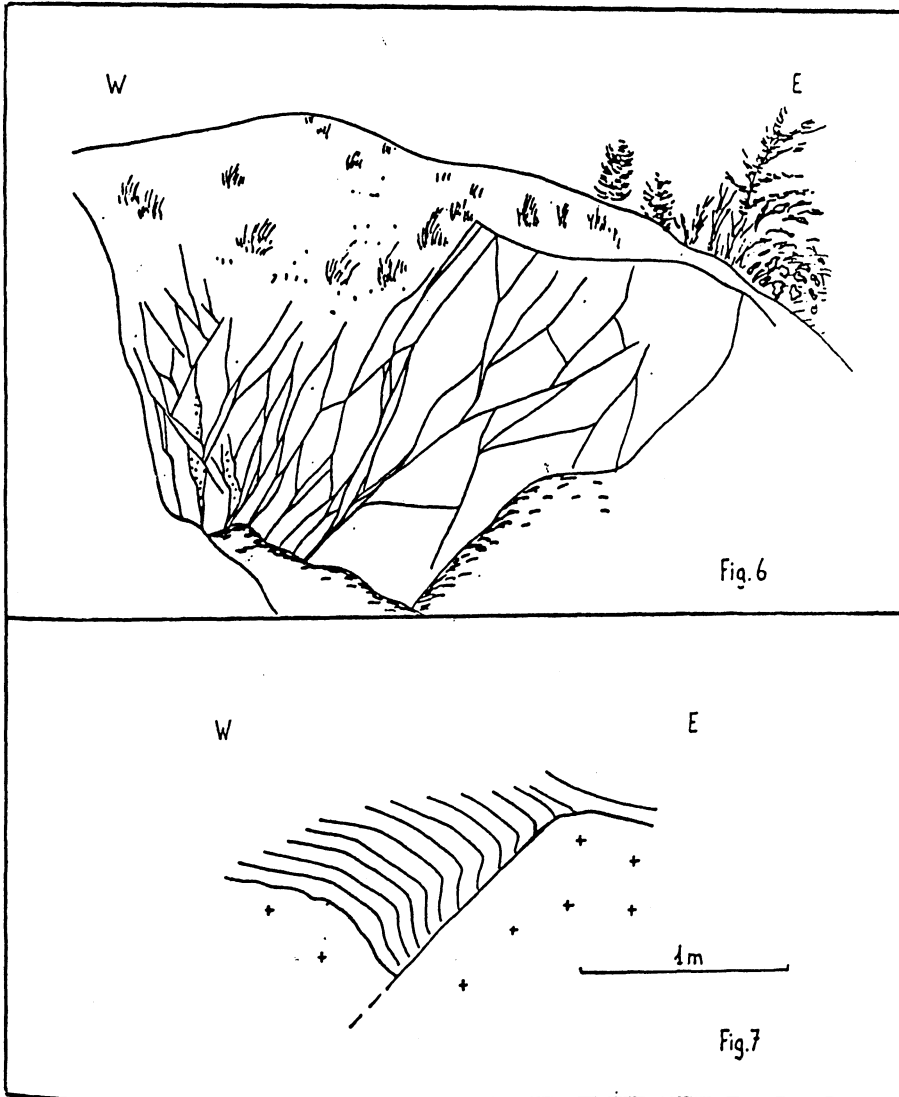


Figura 8. Pliegues a lo largo de la carretera Abejorral vereda Portugal.

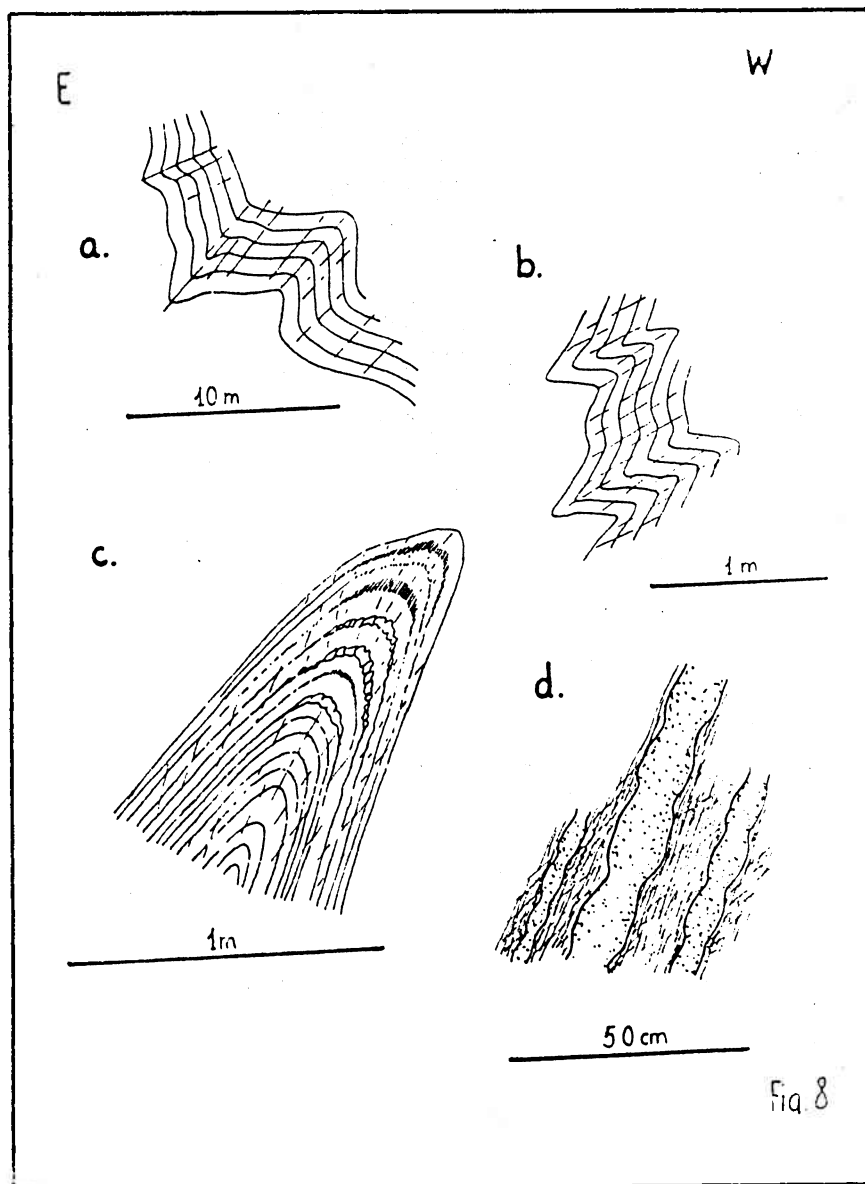


Figura 9. Estereogramas de los sedimentos de la carretera Abejorral-vereda Portugal. Para los símbolos véase las explicaciones de la Figura 5.

● - Falla al E de la faja

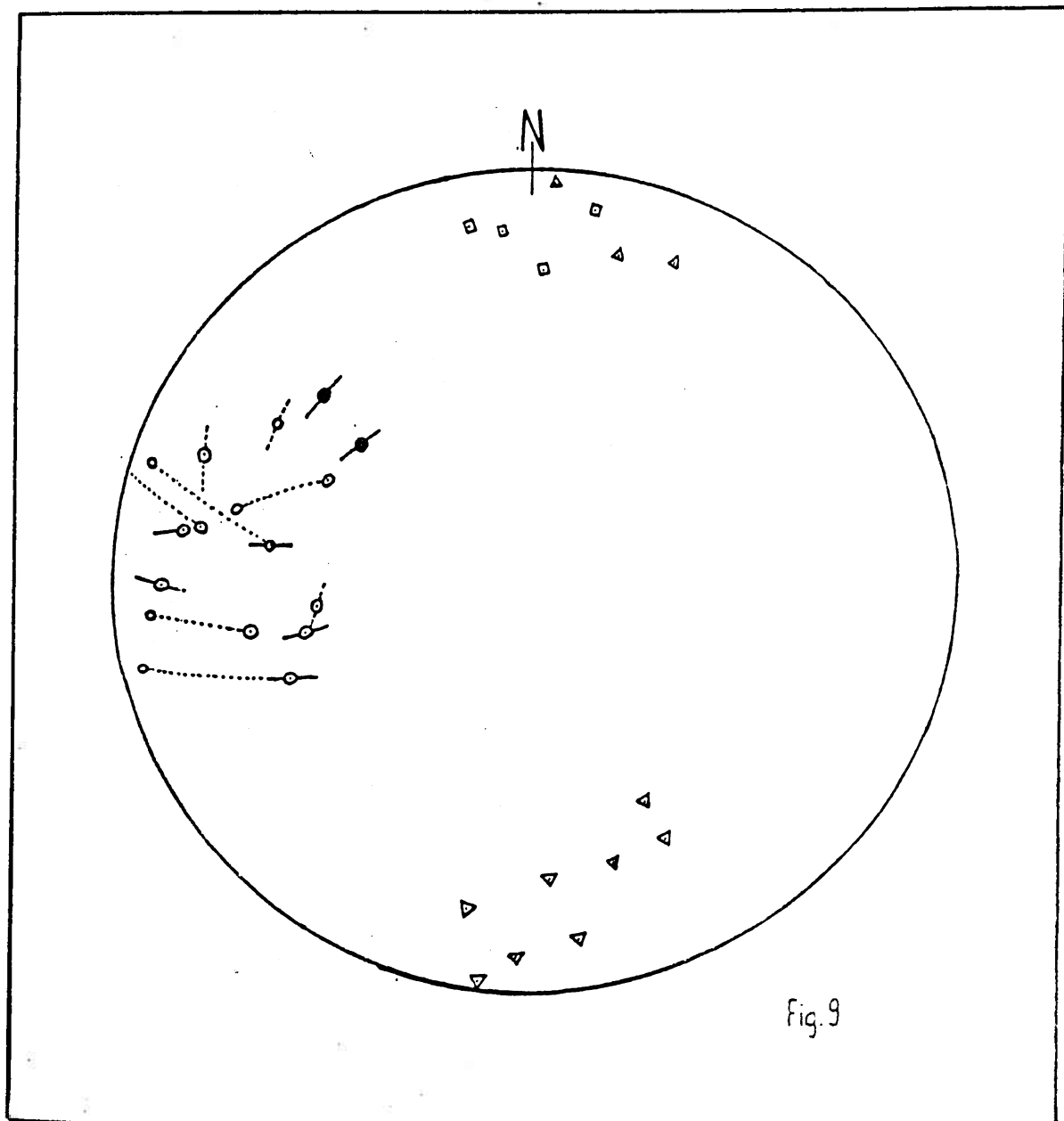
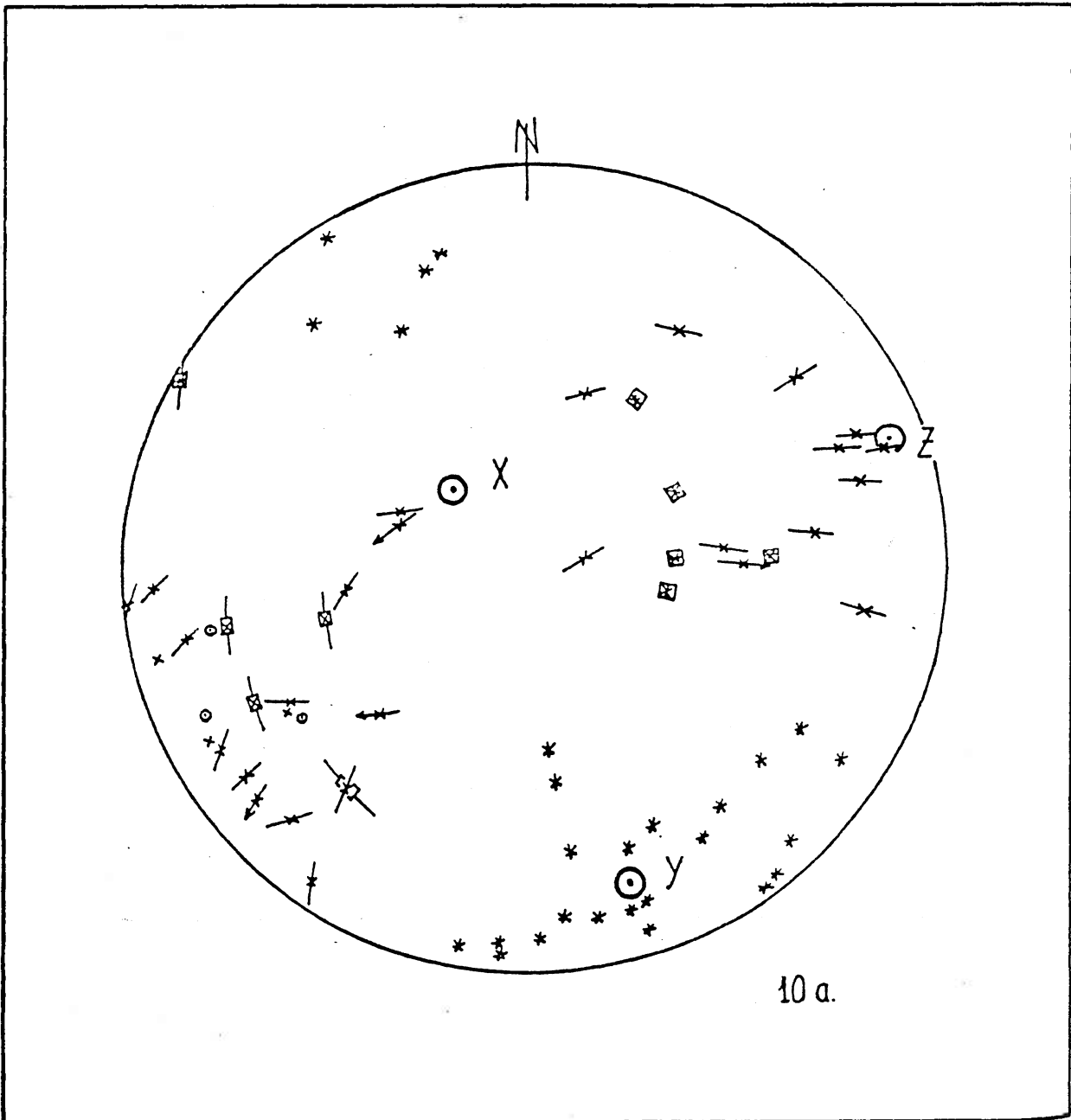
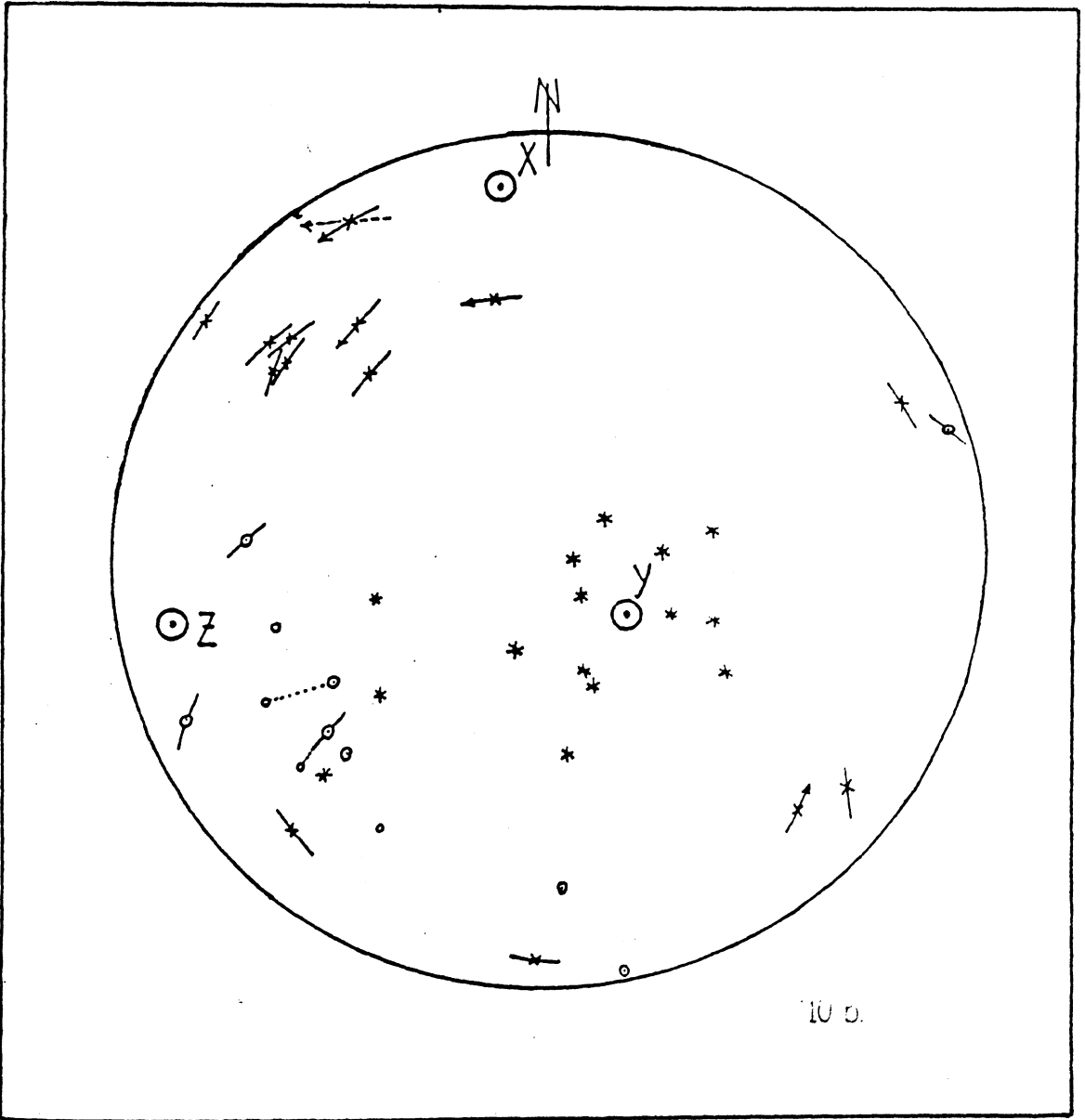
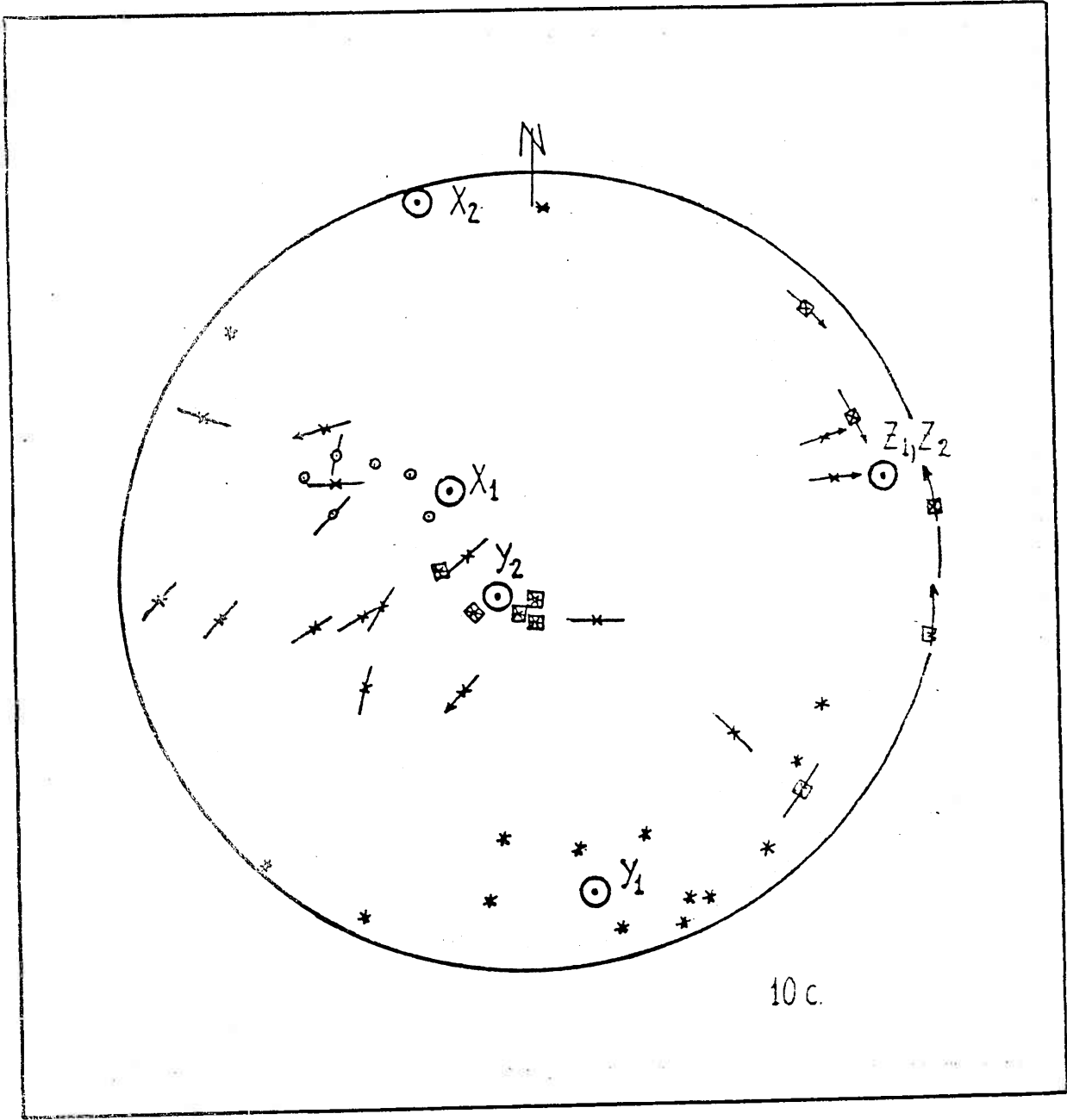


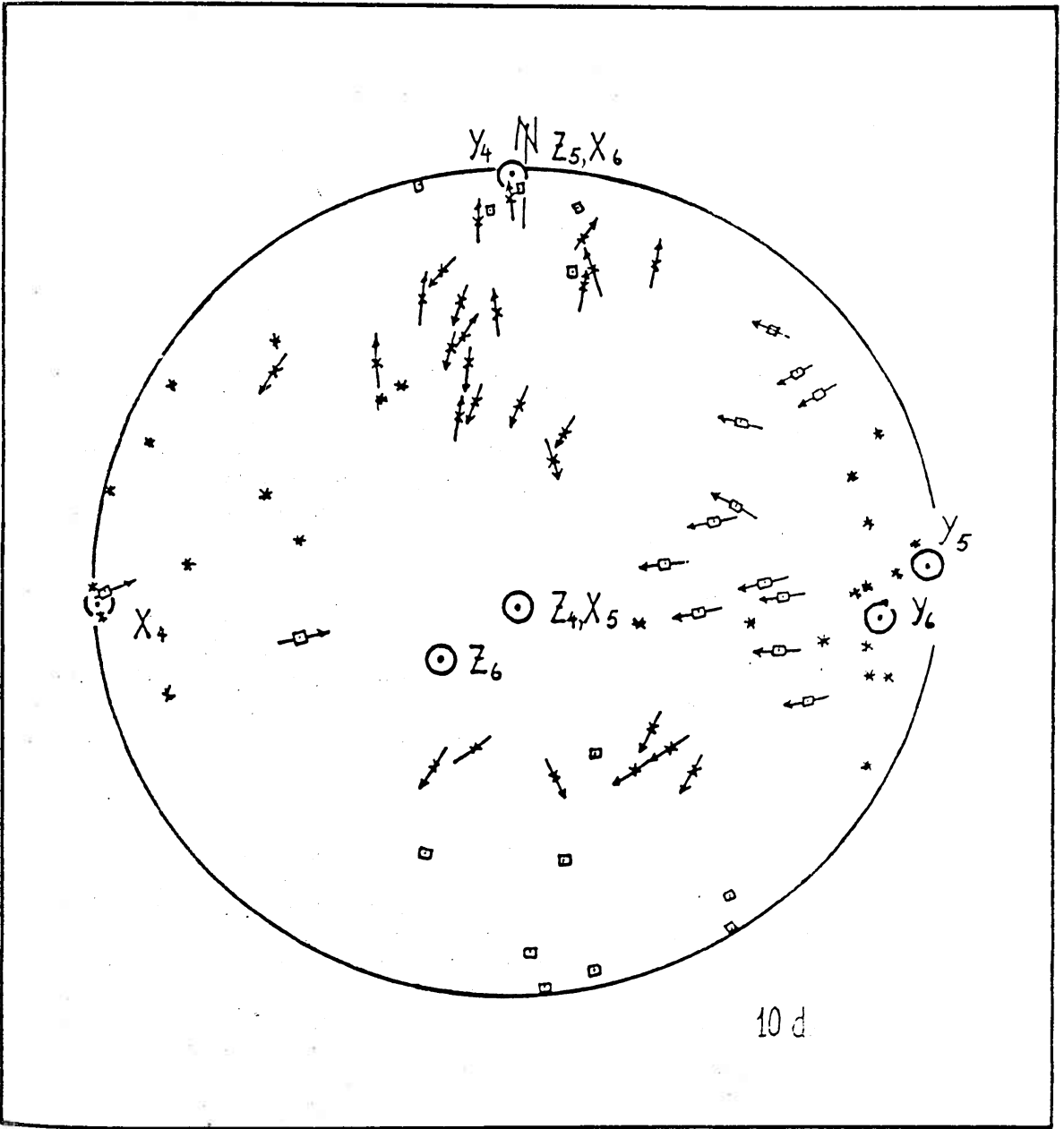
Figura 10. Estereogramas con fallas estriadas. Símbolos:

- ⊙ - Esquistosidad (polo)
- ↗ - Falla estriada. La flecha indica la dirección y el sentido de desplazamiento del comportamiento superior.
- * - Polo "M" de un plano definido por el polo y la lineació de una falla estriada
- ⊕ - Eje de dirección principal de un campo de deformación; X, Y, Z son evaluados según el método gráfico de ALEKSANDROWSKI (1985). a. Roca verde de la localidad k (Figura 1); correspondiente a la Figura 6. b. Conglomerado de la localidad g (Figura 1). c. Esquistos de la localidad f (Figura 1). d. Microdioritas y rocas verdes de la cercanía de b (Figura 1).









10 d