

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

INFORME COMPLEMENTARIO SOBRE LA TECTONICA ALPINA DE LA HOJA

408 (24-16)

TORRIJO DE LA CAÑADA

J.L.Simón Gómez

(UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA)

Noviembre-1989



HOJA N^º 408. TORRIJO DE LA CAÑADA.

Tectónica alpina.

José Luis SIMON GOMEZ.

Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza.

HOJA Nº 408. TORRIJO DE LA CAÑADA.

Tectónica alpina.

J.L. SIMON GOMEZ. Departamento de Ciencias de la Tierra.
Universidad de Zaragoza.

1. DESCRIPCION MACROESTRUCTURAL.

La hoja de Torrijo de la Cañada comprende porciones de tres grandes unidades macroestructurales. Al W de la línea Deza-Cihuela-Embida de Ariza se localiza la cuenca de Almazán, rellena fundamentalmente de depósitos continentales neógenos. Al E se extiende una de las dos grandes ramas paleozoicas que componen la arquitectura del sector central de la Cordillera Ibérica (macizo de Ateca), orlada al NE y al SW por sendas alineaciones de materiales mesozoicos plegados. Finalmente, en el ángulo más nororiental de la hoja aparece asimismo una pequeña porción de la fosa neógena de Calatayud. Desde el punto de vista del estilo y características de las macroestructuras alpinas, y dejando aparte por tanto el macizo paleozoico central, hemos distinguido tres sectores que pasaremos a continuación a describir: (1) borde NE del Paleozoico en su tránsito a la Cuenca de Calatayud; (2) borde SW de tránsito a la Cuenca de Almazán, y (3) el sector perteneciente ya propiamente a dicha cuenca neógena.

1.1. Borde NE del macizo paleozoico de Ateca (sector de Torrijo de la Cañada).

Tal como señalábamos, el núcleo del bloque central que se extiende entre Torrijo de la Cañada y la línea Deza-Embida de Ariza se halla constituido por materiales paleozoicos. Estos fueron plegados esencialmente por las etapas de deformación hercínicas, pero presentan asimismo una estructura grosso modo antiforme que es consecuencia de la tectónica alpina. En su borde NE, el Paleozoico cabalga sobre los materiales cretácicos y terciarios que afloran al W de Torrijo de la Cañada, los cuales se encuentran, a su vez, plegados en un anticlinal de la misma dirección NW-SE en cuyo núcleo aflora de nuevo el Paleozoico. El cabalgamiento se observa bien en el Collado de Valdesornil, al SW de Torrijo, donde aparece un plano de dirección N-S muy tendido (buzamiento de unos 20° al W). En el afloramiento se observan, en realidad, dos planos mecánicos entre el Paleozoico y el Terciario, entre los que aparece pinzada una escama constituida por arenas de facies Utrillas (fig. 1). En el entorno del plano superior se observa una fuerte cataclastización de los materiales: sobre el tramo de arenas de Utrillas aparece una brecha grosera rica en óxidos de hierro, mientras la base del Paleozoico se halla completamente reducida a una harina de falla.

1.2. Estructura de la zona de tránsito entre el Macizo de Ateca y la Cuenca de Almazán (sector de Embid-Deza-Torlengua-Bordalba).

En su borde occidental, el Paleozoico aparece cubierto por la discordancia basal del Buntsandstein, en general poco inclinada (20-25°). La orla mesozoica presenta una anchura mayor que en el área de Torrijo de la Cañada (en torno a 3 km), y en ella aparecen numerosos pliegues de dirección ibérica afectando especialmente a las calizas del Cretácico

superior marino. Las capas de facies Utrillas que yacen por debajo se apoyan directamente sobre el Trías inferior-medio (sector centro-meridional) o incluso sobre el Paleozoico (sector meridional), constituyendo un nivel incompetente que propicia cierta disarmonía en el plegamiento de los niveles del Cretácico superior en relación al zócalo paleozoico y a su tegumento de Trías inferior-medio.

El Terciario que rellena la cuenca de Almazán comprende términos tanto paleógenos como neógenos. A lo largo de todo su límite con la Cordillera Ibérica, y en relación con los mismos pliegues SE a SSE existentes en el Mesozoico, el conjunto de la serie describe una gran discordancia progresiva. Los términos inferiores paleógenos se disponen paraconcordantes sobre el Cretácico superior, con el cual se hallan plegados conjuntamente. El contacto entre ambos llega a estar claramente invertido en los extremos meridional y septentrional de la hoja, mientras en el área entre Embid y Cihuela aparece vertical o con buzamientos normales muy pronunciados. Las deformaciones van atenuándose progresivamente hacia el centro de la cuenca y hacia depósitos de edades más modernas, llegándose a detectar a escala de afloramiento algunos indicios de deformaciones sinsedimentarias a las que más tarde haremos referencia.

El área con mayor densidad de deformaciones es, sin duda, la de Embid de Ariza. En la figura 2 se muestran tres cortes seriados donde puede observarse con claridad el estilo del plegamiento en esta área. Se trata de pliegues isopacos, en algún caso angulares. Las vergencias en general son hacia el W, si bien localmente se aprecia también alguna en sentido contrario (fig. 2.B). Los ejes presentan una dirección dominante muy marcada según 150, siendo la única excepción el anticlinal situado más al SW de los que aparecen en el corte 2.B, el cual se orienta próximo a

120. Los pliegues afectan tanto al Cretácico como al Paleógeno, e incluso, en el caso del sinclinal suave que discurre 1 Km. al W de Embid (Alto de las Hoyas-El Blanquero), a los primeros niveles neógenos.

Un repliegue anticlinal-sinclinal de amplitud decamétrica localizado en las inmediaciones de Cihuela (fig. 3) nos ha permitido realizar observaciones interesantes acerca de la geometría, mecanismos y edad relativa de los pliegues de este sector. En él se han tomado medidas de la orientación de las capas afectadas, así como de algunas estriás de deslizamiento capa sobre capa localizadas en su superficie. Unas y otras definen un "cuasi-plano de movimiento" del pliegue (en realidad es una superficie de cono muy abierta, debido a que el pliegue tiene un cierto carácter cónico) en torno a un eje de plegamiento orientado 132, 25 W. No existen rasgos de deformación interna en la zona de charnela. Todo ello permite atribuir la génesis de estos pliegues a un mecanismo dominante de flexo-deslizamiento. Por otra parte, se comprueba cómo las capas terciarias y cretácicas no han sido plegadas por igual. En sus flancos puede observarse una ligera discordancia angular de las primeras sobre las segundas, así como un carácter "supratenuado" en el sinclinal, todo lo cual permite pensar en un desarrollo del plegamiento sincrónico de la sedimentación.

Al N de Cihuela, y en general en todo el cuadrante NW de la hoja, la dirección de los pliegues cambia en relación con la observada en el área de Embid, situándose en 110-120. Pliegues con esta orientación aparecen en el Cretácico aflorante al NE de Deza; al menos un sinclinal y un anticlinal poco pronunciados, cuyos ejes discurren, respectivamente, al N y S de esa localidad, afectan también al Paleógeno. Conforme nos desplazamos hacia el W y ascendemos en la serie terciaria los buzamientos van atenuándose progresivamente, de forma que en algunos puntos se pasa insensiblemente,

sin discordancia angular clara, a las capas conglomeráticas atribuibles ya al Mioceno (tal es lo que se observa, por ejemplo, al SW de Deza, en la carretera a Bordalba). Estas últimas, sin embargo, llegan a disponerse en onlap sobre el Paleógeno plegado, "cerrando" así la discordancia progresiva. Así se ve al SE de Deza, o también en el área de Las Muelas (5 km al NW de la misma localidad, en el límite septentrional de la hoja), a la que corresponde la parte derecha del corte de la figura 4.

Nos resta por describir un pliegue de gran envergadura que se extiende algo más al S, y que aparece reflejado en la parte izquierda de la misma figura 4. Se trata de un anticlinal de dirección próxima también a 110-120, cuyo eje puede seguirse a lo largo de casi 20 Km. entre un poco al N de Torlengua y el W de Cihuela. La traza de dicho eje parece interrumpida y ligeramente desplazada en sentido dextral (algo más de 0.5 Km.) hacia la mitad de su recorrido, con sendas terminaciones periclinales a ambos lados (se trata, por tanto, de dos segmentos del pliegue que se relevan, y no de un pliegue cortado por una falla de desgarre posterior). En su núcleo afloran los materiales paleógenos, en continuidad espacial con los del área de Cihuela-Embíd. La geometría está próxima a la de un pliegue monoclinal, ya que es fundamentalmente su flanco norte el que, con una dirección extremadamente constante y un buzamiento próximo a la vertical (entre 70 y 80°, por término medio) determina el carácter de la estructura. El flanco sur, por el contrario, presenta buzamientos muy raramente superiores a los 15°, al igual que ocurre con el otro flanco del sinclinal que queda configurado inmediatamente al N, sobre el Neógeno que constituye el ciclo superior de la discordancia progresiva. Sin por ello descartar su relación con un régimen tectónico de signo compresivo, las características generales de la estructura sugieren la presencia de un escalón tectónico en el basamento como posible determinante de su ubicación y desarrollo. Sólo así es posible entender su geometría y su

vergencia totalmente contraria a la de las estructuras del límite de la cadena. El funcionamiento habría sido probablemente sinsedimentario, produciéndose sobre el labio septentrional la acumulación de una serie de sedimentos detríticos y arcillosos mucho más potente (quizá próxima a los 2000 m.) que la que parece existir al S.

1.3. Cuenca de Almazán (sector de Bordalba-Monteagudo).

El Neógeno del cuadrante suroccidental de la hoja, ya en el interior de la Cuenca de Almazán, presenta deformaciones mucho menos acusadas que las existentes en los otros sectores. Entre Torlengua y Fuentelmonge se observa todavía un anticlinal y un sinclinal con la misma orientación 110-120 de los descritos anteriormente, si bien su desarrollo longitudinal es bastante menor y los buzamientos de los flancos suelen alcanzar escasamente los 10°. Entre Fuentelmonge y Monteagudo de las Vicarías se observa ya únicamente un basculamiento suave y constante de las capas hacia el S (unos 5°), hasta pasar éstas a una disposición horizontal en toda la parte sur de la hoja.

2. ANALISIS MICROESTRUCTURAL.

Con el fin de profundizar en el conocimiento de las sucesivas etapas tectónica acaecidas en el área, se ha procedido a estudiar un total de cinco estaciones microestructurales repartidas en materiales de edades distintas. Dos lo están en calizas del Cretácico superior-terminal (estaciones 1 y 2) y las otras tres en materiales terciarios (4, 5 y 6). Hemos prestado una atención especial a las microestructuras frágiles, aplicando métodos de análisis estadístico de poblaciones de fallas que

permiten la reconstrucción de los estados de paleoesfuerzo que caracterizan la evolución tectónica del área (método de ETCHECOPAR et al., 1981; diagrama y-R de SIMON GOMEZ, 1986). Los resultados del análisis microestructural se recogen en la figura 5 y en los anexos I a IV.

La estación 1 (Torrijo de la Cañada) se sitúa en las calizas del Cretácico superior que afloran en una franja de dirección Ibérica al W de dicha localidad, junto al camino que bordea por el S el alto de Mesa. Se ha medido en ella una población de picos estílolíticos horizontales concentrados en torno a la dirección 150 (incompatibles, por tanto, con la dirección de compresión que indican los pliegues y cabalgamientos del área). Asimismo se han observado algunas fallas sinestrales de dirección NE que pueden estar relacionadas con ellos, pero cuyo escaso número no permite un análisis dinámico.

La estación 2 (Embid 1) se localiza en el flanco E de uno de los anticlinales que aparecen en las calizas del Cretácico terminal al S de Embid de Ariza (Km. 14 de la carretera Deza-Cetina). La orientación de las capas es 152, 20 E. Se han medido picos estílolíticos de dirección media 025, así como una población de fallas de desgarre (direcciones preferentes NNE y ENE) e inversas (dirección preferente SE). Un total de 12 de las fallas definen un elipsoide de esfuerzos compresivo con σ_1 046, 10 W; σ_3 124, 51 E, y una relación de esfuerzos $R = (\sigma_2 - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_3) = 0.29$. La orientación del eje σ_1 está próxima a la indicada por la familia de picos estílolíticos. Por otra parte, la inmersión que presentan uno y otros (bastante pequeña y con sentido W), comparada con el valor y sentido del buzamiento del flanco en que se encuentran, sugiere que corresponden a un estado de esfuerzos posterior al desarrollo del pliegue. Existe otro pequeño número de fallas (6) que son explicadas por otra compresión

con σ_1 según 071, σ_2 vertical y $R = 0.58$; sin embargo, el elipsode de esfuerzos en este caso no se halla tan definido; no todos los planos de falla presentan orientaciones favorables para la rotura, y su relación cronológica con la otra compresión es incierta.

De las tres estaciones situadas en materiales terciarios, una lo está en el Paleógeno. Se trata de la estación 3 (Embid 2), que se localiza aproximadamente 1.5 km al SSW de esa localidad, en el barranco llamado de las Algueceras. En ella se han observado y medido una serie de fallas de dimensiones métricas y decamétricas, que cortan a un banco calcáreo inclinado 20° al NNE y presentan orientaciones preferentes N y NE. Alguna de ellas produce un desplazamiento aparente de varios metros en dicho banco, como es el caso de la falla dextral-normal representada en el esquema de la figura 5.A, que produce un desplazamiento real en el muro del estrato de unos 20 m (= salto según el buzamiento/seno del ángulo de cabeceo de la estria = 10 m / sen 30°). Esta falla, por otra parte, tiene un claro carácter intrasedimentario: en el labio hundido el espesor del banco calcáreo y del tramo lutítico que yace por debajo del mismo es, respectivamente, de 3.5 y >6 m., mientras en el labio levantado es de 1 y 3 m.; los depósitos detríticos que se encuentran algo más arriba, pertenecientes ya probablemente al Neógeno, no aparecen afectados. Puede afirmarse que el movimiento de la falla y, por tanto, la actuación del estado de esfuerzos responsable del mismo, fue globalmente sincrónica de la sedimentación de estos niveles paleógenos. Dicho estado de esfuerzos, que explica la falla descrita y un total de 9 más en perfecta coherencia geométrica con ella (fig. 5.3) presenta un eje σ_1 orientado según 025, 27 S, σ_3 según 107, 14 E y $R = 0.27$.

Ya en depósitos neógenos, se encuentran las estaciones 4 y 5. La

estación 4 (La Trasca) se localiza en el Km. 5 de la carretera de Ariza a Bordalba, muy cerca, geográficamente, y sólo unos 20 m por encima, estratigráficamente, de un yacimiento de vertebrados atribuido a la biozona MN 2 (Ageniense) (CUENCA, com. personal). La edad de los depósitos afectados por las estructuras que se estudian queda, por tanto, bien precisada. No así la interpretación de los datos estructurales, que resulta bastante complicada. El análisis de la población de fallas (esencialmente normal-direccionales y con orientación preferente ENE) permite inferir un tensor principal distensivo con σ_1 subvertical, σ_3 070, 07 E y $R = 0.51$, el cual explica un total de 11 fallas. Sin embargo, la geometría del conjunto de planos de rotura resulta poco acorde con los ejes obtenidos, situándose en posiciones mecánicamente poco favorables para su movimiento, según se desprende de su representación en el círculo de Mohr de esfuerzos (anexo III) y teniendo en cuenta el criterio de fractura de Coulomb. Para el resto de fallas es imposible encontrar soluciones aceptables, por el método de ETCHECOPAR et al. (1981), que expliquen más de 6 movimientos. Sin embargo, agrupando una parte de ellas bajo distintas combinaciones, pueden obtenerse varios tensores próximos entre sí que, según muestra el diagrama y-R (anexo III), se sitúan en la zona de $\sigma_y = 015$ a 025 y $R_B = (\sigma_z - \sigma_x) / (\sigma_y - \sigma_x)$ próxima a 1 (R_B es la relación de esfuerzos que aparece en la ecuación de BOTT, 1959, siendo aquí σ_z vertical y $\sigma_y > \sigma_x$ horizontales) Ello configura un estado medio de esfuerzos, quizá variable en el tiempo, pero caracterizado sin duda por un σ_3 horizontal según 110 y unos σ_1 y σ_2 que pueden intercambiarse dentro de un plano vertical 020, lo que sugiere un elipsoide medio de extensión uniaxial ($\sigma_1 \approx \sigma_2$).

La estación 5 (Monteagudo) se localiza también en un tramo calcáreo

situado en la parte inferior de la serie neógena, quizá algo más bajo que el de La Trasca. Se han medido en ella un total de 38 fallas, entre las que cabe distinguir una subpoblación dominante de fallas inversas de dirección SE a SSE y dos familias direccionales N a NNE. A partir de ellas se han inferido dos tensores de esfuerzo compresivos distintos entre sí. Aunque existe una cierta mezcla de los dos tipos mencionados de fallas en las dos soluciones obtenidas, puede decirse que, en líneas generales, una mayoría de las inversas definen un tensor de compresión perfectamente triaxial, con σ_1 horizontal según 066, σ_3 subvertical y $R=0.44$; por otra parte, una mayoría de las direccionales definen un elipsoide con compresión uniaxial, con σ_1 horizontal según 034 y σ_2 y σ_3 de valores muy próximos entre sí ($R=0.01$). El orden en que actuaron ambos estados de esfuerzo puede deducirse de las superposiciones de estriás correspondientes a uno y otro encontradas en dos planos de falla. Las dos coinciden en señalar que la compresión según 066 actuó antes que la 034.

3. INTERPRETACION TECTONICA.

Desde el punto de vista macroestructural, y a tenor de lo descrito en el primer apartado, es posible diferenciar en el área dos generaciones de pliegues, aunque su desarrollo pueda haberse solapado algo en el tiempo. La primera es, básicamente, la que determina la estructura del contacto entre la Cordillera Ibérica y la Cuenca de Almazán, con toda la serie de pliegues paralelos entre si que afectan tanto al Mesozoico como al Terciario, y que llevan una dirección preferente 150 (algo menos norteados en la parte septentrional de la hoja). A ella se debería la estructuración antiforme del bloque de Ateca, así como el cabalgamiento del Paleozoico

de su núcleo sobre el Cretácico y Terciario del sector de Torrijo. A la segunda generación pertenecen los pliegues de dirección 110 que ocupan el cuadrante noroccidental de la hoja.

La edad de ambos sistemas de pliegues puede establecerse en virtud de su relación con las unidades que componen la serie terciaria en la zona marginal de la Depresión de Almazán. Los pliegues 150 debieron de desarrollarse durante una parte importante del Paleógeno, tal como indica la discordancia progresiva que la serie paleógena describe en relación con ellos. El cese de su actividad habría que situarlo probablemente en el inicio del Mioceno, puesto que en el tránsito entre las capas sin- y postectónicas en relación a dicho plegamiento se ha encontrado fauna de vertebrados datada en la biozona MN 2 (Ageniense) (yacimiento de Cetina, situado en la margen izquierda del Río Henar cerca del límite meridional de la hoja: DAAMS, 1976). La unidad siguiente en la serie (probablemente Ageniense-Aragoníense) cierra la discordancia progresiva, fosilizando las estructuras del contacto Mesozoico-Paleógeno (éste se encuentra completamente cubierto por dicha unidad en el sector entre Deza y Cihuela). Sin embargo, los depósitos del Mioceno inferior son afectados, a su vez, por los pliegues 110. En realidad, dichos pliegues deben de ser más o menos sincrónicos de la unidad micena inferior, e incluso, en el caso del anticlinal de Torlengua-Cihuela, también parcialmente del Paleógeno.

Los resultados obtenidos del análisis de microestructuras frágiles corroboran, en lo esencial, esta secuencia de dos etapas compresivas principales según direcciones ENE y NNE. En la estación 5, por ejemplo, en depósitos atribuibles al Mioceno basal, se ha registrado la actuación de una compresión con σ_1 según 066 seguida de otra con σ_1 según 034. En la estación 2, una compresión entre 025 y 046 (dirección media de los

estilolitos y eje σ_1 inferido del análisis de fallas, respectivamente) es posterior a un pliegue 150. Por otra parte, la edad intrapaleógena asignada al tensor de esfuerzos obtenido en la estación 3 sugiere también que una compresión en dirección NNE pudo haber actuado localmente mientras el plegamiento dominante en ese sector era de dirección 150 (compresión ENE), bien debido a una alternancia de ambas en el tiempo a escala regional o bien a modificaciones secundarias de las trayectorias del campo de esfuerzos. En otro orden de cosas, en la estación 4 se ha interpretado un elipsoide de esfuerzos que podría ser compatible con la compresión NNE, pero que muestra una posibilidad de permutación de los ejes σ_1 y σ_2 manteniendo constante un σ_3 de dirección aproximada 110; se trataría de un elipsoide uniaxial a caballo entre el régimen compresivo y el distensivo.

Los datos microestructurales contribuyen asimismo a completar los rasgos de la evolución tectónica, en la medida en que registran episodios que no han tenido reflejo a escala macroestructural. Así, puede reconocerse una compresión 150 a partir de los estilolitos de la estación. Aunque no contamos con observaciones que permitan establecer su relación cronológica con las otras dos etapas compresivas, los datos que existen en áreas contiguas (hojas 1:50.000 de Arcos de Jalón y Alhama) sugieren que sería anterior a ellas. Para terminar, se encuentran también indicios de una distensión con σ_3 según 070 (estación 4), la cual, al igual que en las hojas vecinas, afecta al Mioceno inferior. Puede añadirse también que algunas fallas normales NW-SE encontradas en las proximidades de Blocona (hoja de Arcos de Jalón), y compatibles con ella, actúan sincrónicamente con la sedimentación de capas atribuibles aproximadamente al Mioceno medio, lo cual sugeriría para esta distensión una edad relativamente tardía con respecto al resto de etapas descritas.

En resumen, las etapas esenciales en la evolución tectónica del área son los siguientes (direcciones de esfuerzos medias o aproximadas):

- Compresión 150, registrada sólo a escala microestructural y escasamente documentada. Probable edad paleógena temprana.

- Compresión 060, responsable de las estructuras de plegamiento en la zona de contacto de la Cordillera Ibérica y la Cuenca de Almazán, y reflejada asimismo en microestructuras frágiles. Edad comprendida entre mediados del Paleógeno, aproximadamente, y el Ageniense.

- Compresión 020-030, responsable de los pliegues ESE del cuadrante NW de la hoja. Quizá es activa ya durante el Paleógeno (fallas de la estación 3, anticlinal de Torlengua-Cihuela), pero su desarrollo principal tiene lugar durante el Mioceno inferior. En algún momento puede haber cierta tendencia a pasar a un régimen distensivo por permutación de los ejes σ_1 y σ_2 .

- Distensión con σ_3 en torno a 070. Sólo registrada en microestructuras. Edad probable en torno al Mioceno medio.

La evolución tectónica interpretada aquí es común a las áreas vecinas encuadradas en las hojas de Arcos de Jalón y Alhama de Aragón. Por otra parte, puede correlacionarse, aunque con peculiaridades propias, con los modelos propuestos para otros sectores de la Cordillera Ibérica:

- La compresión temprana 150 podría ser correlacionable con la que cita ALVARO (1975) como responsable de las estructuras de "dirección Guadarrama" en el área de Sigüenza; posteriormente ha sido detectada en otros puntos de la Rama Castellana y la Sierra de Altomira, siempre con orientación SE (CAPOTE et al., 1982; MANERA, 1982; ALFARO, 1987).

- La compresión 060 se encuadra dentro de la que es sin duda la principal etapa compresiva de la Cordillera Ibérica, responsable de sus

macroestructuras de plegamiento principales. Su edad ha sido establecida regionalmente en el Oligoceno-Mioceno basal, con un máximo diastrófico situado probablemente en el Oligoceno superior (VIALLARD y GRAMBAST, 1970; AGUIRRE et al., 1976; ADROVER et al, 1983).

- La compresión intramiocena inferior también está presente en otras muchas áreas, con cierta variabilidad en su dirección pero casi siempre próxima a N-S. Con una dirección similar a la encontrada aquí (entre 000 y 030) aparece asimismo en el borde norte de Cameros (CASAS, 1987) y en el sector occidental de la Depresión del Ebro (GRACIA y SIMON, 1986). En la Rama Castellana se orienta N-S (CAPOTE et al., 1982), mientras en la parte centro-oriental de la cadena su dirección dominante es más bien SSE (SIMON, 1984; CASAS, 1985; SIMON y PARICIO, 1988).

- Una distensión 070 durante el Mioceno medio encaja en lo que parece ser el régimen dominante en la cadena a partir de esa edad. En las fosas tectónicas de Teruel y el área litoral la dirección de extensión es ESE (SIMON, 1984), y resulta evidente la relación que guarda con el proceso de lifting que se desarrolla en todo el margen oriental de la Península durante el Neógeno. En áreas más interiores, como la que nos ocupa, podría considerarse asimismo la posibilidad de que se trate simplemente de una extensión secundaria perpendicular al eje σ_1 dentro del propio campo de compresión, según el modelo de TAPPONIER y MOLNAR (1976). En cualquier caso, el tránsito progresivo desde la compresión anterior N-S a esta distensión E-W, por intercambio de los ejes σ_1 y σ_2 (fenómeno advertido como posible en una de nuestras estaciones), parece ser la tónica común en todo el cuadrante NE de la Península (SIMON, 1984, 1986; GUIMERA, 1984; GRACIA y SIMON, 1986).

BIBLIOGRAFIA

- Adrover, R.; Feist, M.; Ginsburg, L.; Guerin, C.; Hugueney, M. y Moissenet, E. (1983): Les formations continentales paléogènes de la Sierra Palomera (province de Teruel, Espagne) et leur place dans la biostratigraphie tertiaire des Chaînes Ibériques orientales. Bull. Soc. géol. France, (7), 25 (3), 421-431.
- Aguirre, E.; Diaz Molina, M. y Pérez-González, A. (1976): Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Sur española. Trab. Neog. Cuaternario, 5, 7-29.
- Alfaro, J. A. (1987): Sobre la tectónica frágil y neotectónica del NE de la Sierra de Albarracín. Tesis Lic. Univ. Zaragoza, 120 pp.
- Alvaro, M. (1975): Estíolitos tectónicos y fases de plegamiento en el área de Siguenza (borde del Sistema Central y la Cordillera Ibérica). Estudios Geol., 31 (3-4), 241-247.
- Bott, M. H. P. (1959): The mechanics of oblique slip faulting. Geol. Mag., 96, 109-117.
- Capote, R.; Diaz, M.; Gabaldón, V.; Gómez, J.J.; Sánchez de la Torre, L.; Ruiz, P.; Rosell, J.; Sopeña, A., y Yebenes, A. (1982): Evolución sedimentológica y tectónica del Ciclo Alpino en el tercio noroccidental de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. Temas Geológico-Mineros, IGME, Madrid, 290 pp.

Casas Sainz, A. (1985): Análisis de la deformación frágil en el área de Alcaine (Teruel). Tesis de Licenciatura, Univ. Zaragoza, 162 pp.

Casas Sainz, A. (1987): El estado de esfuerzos durante el Terciario en la Depresión de Arnedo (La Rioja). Acta Geol. Hisp. (en prensa).

Daams, R. (1976): Miocene Rodents (Mammalia) from Cetina de Aragón (prov. Zaragoza) and Buñol (prov. Valencia), Spain. Kon. Ned. Akad. Wet. Proc. Series B, 79 (3), 152-182.

Etchecopar, A.; Vasseur, G. & Daignières, M. (1981): An inverse problem in microtectonics for the determination of stress tensors from fault population analysis. J. Struct. Geol., 3 (1), 51-65.

Gracia Prieto, F.J. y Simón Gómez, J.L. (1986): El campo de fallas miocenas de la Bardena Negra (provs. de Navarra y Zaragoza). Bol. Geol. Min., 97(6), 693-703.

Guimerà, J. (1984): Palaeogene evolution of deformation in the northeastern Iberian Peninsula. Geol. Mag., 121 (5), 413-420.

Manera Bassa, A. (1982): Determinación de cuatro fases de deformación en el extremos suroccidental de la Sierra de Altomira. Estudios Geol., 37, 233-243.

Simón Gómez, J.L. (1984): Compresión y distensión alpinas en la Cadena Ibérica oriental. Tesis Doctoral, Univ. Zaragoza. Publ. Instituto de Estudios Turolenses, Teruel, 269 pp.

Simón Gómez, J.L. (1986): Analysis of a gradual change in stress regime (example from the eastern Iberian Chain, Spain). Tectonophysics, 124, 37-53.

Simón Gómez, J.L. y Paricio Cardona, J. (1988): Sobre la compresión neógena en la Cordillera Ibérica. Estudios Geol. (en prensa).

Tapponier, P. & Molnar, P. (1976): Slip-line field theory and large-scale continental tectonics. Nature, 264, 319-324.

Viallard, P. y Grambast, L. (1970): Sur l'âge post-Stampien moyen du plissement majeur de la Chaîne Ibérique Castillane. C. R. Acad. Sc. Paris, 291 (D), 873-876.

FIGURA 5. Resultados del análisis microestructural. 1: Estación de Torrijo de la Cañada (coordenadas UTM 931917). 2: Estación de Embid de Ariza (844796); 3: Estación de Embid 2 (856804); A: detalle de una esp. de trilobites sín sedimentarias medidas en la misma; P: Paleógeno; N: Neógeno.

PIES DE FIGURAS.

1: Estación de Embid 2 (844796); 3: Estación de Embid 2 (856804); A: detalle de una esp. de trilobites sín sedimentarias medidas en la misma; P: Paleógeno; N: Neógeno.

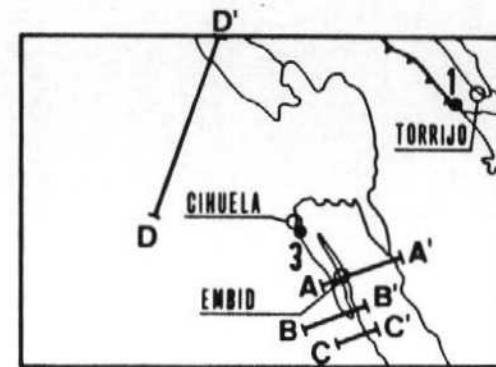
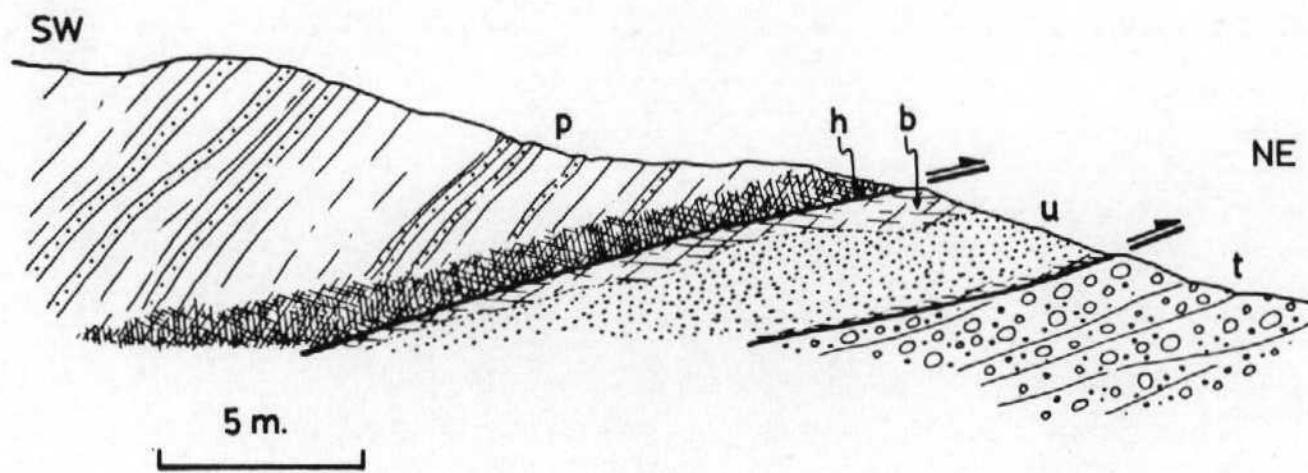
4: Estación de La Trasca (780774). 5: Estación de Monteagudo (698765).

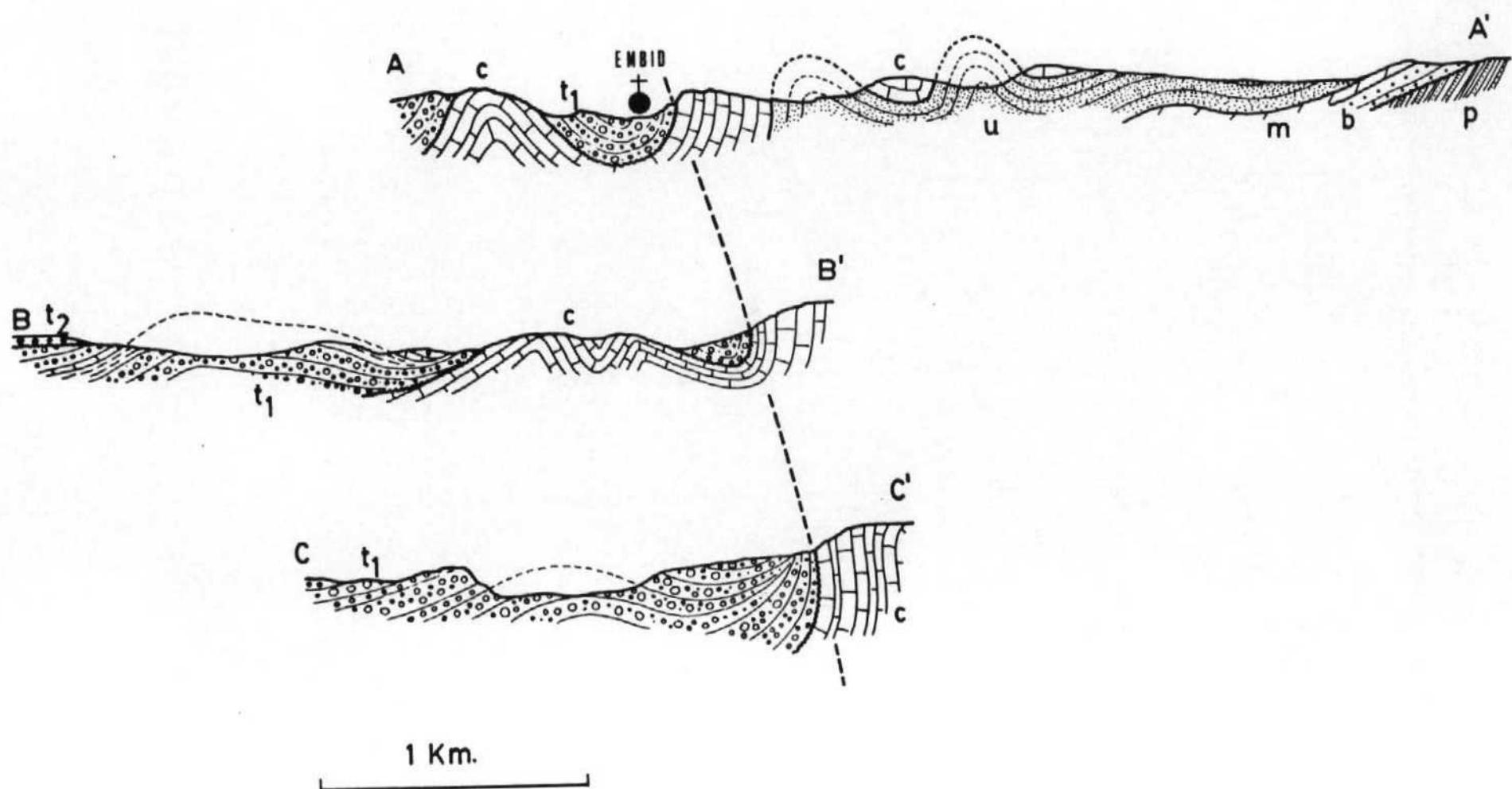
FIGURA 1. Esquema del cabalgamiento del Paleozoico sobre el Terciario y Cretácico en el sector de Torrijo de la Cañada. Leyenda de los cortes de las figuras 1, 2 y 4: p: Paleozoico; b: Buntsandstein; m: Muschelkalk; u: arenas de Utrillas; c: Cretácico superior carbonatado; t: Terciario; t_1 : Paleógeno; t_2 : Mioceno inferior s.l.; t_3 : Mioceno medio-superior s.l.; b: brecha de falla; h: harina de falla. Esquema de situación de dicho corte, así como de los representados en las figuras 2, 3 y 4. Coordenadas UTM: 1: 925912; 3: 840843; A: 851817; A': 889831; B: 844796; B': 870809; C: 855790; C': 877799; D: 758848; D': 793949.

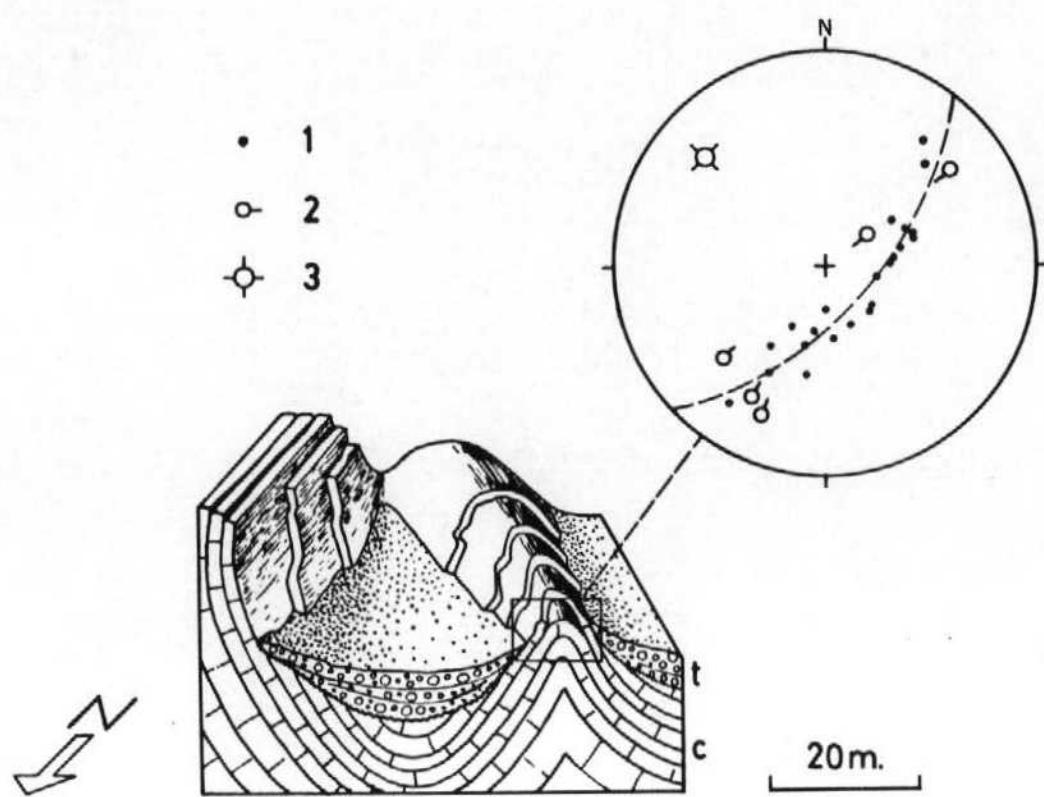
FIGURA 2. Cortes estructurales en el área de Embid de Ariza. Ver leyenda y situación de los mismos en la figura 1.

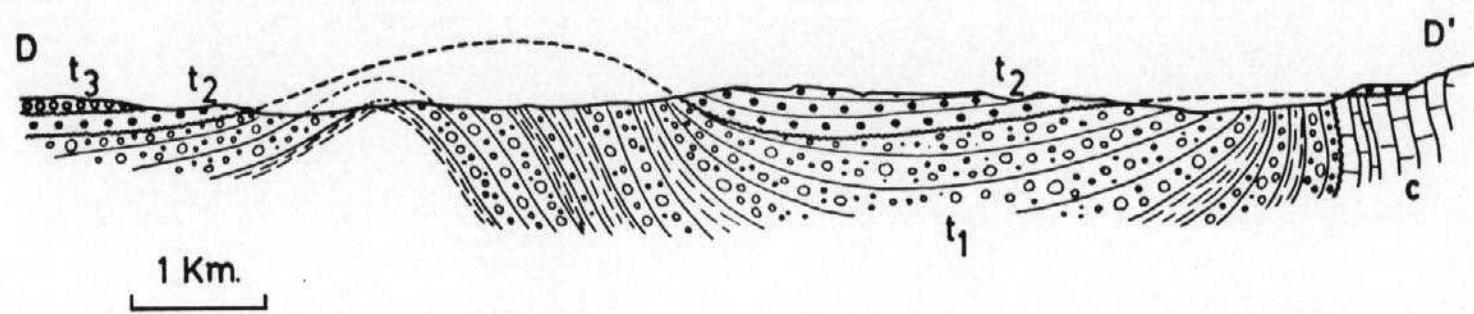
FIGURA 3. Esquema de pliegues sín sedimentarios en el contacto Cretácico-Terciario de las inmediaciones de Cihuela. Ver situación en la figura 1. c: Cretácico superior; t: Terciario; 1: polos de estratificación; 2: estriás de deslizamiento "capa sobre capa"; 3: eje de plegamiento deducido.

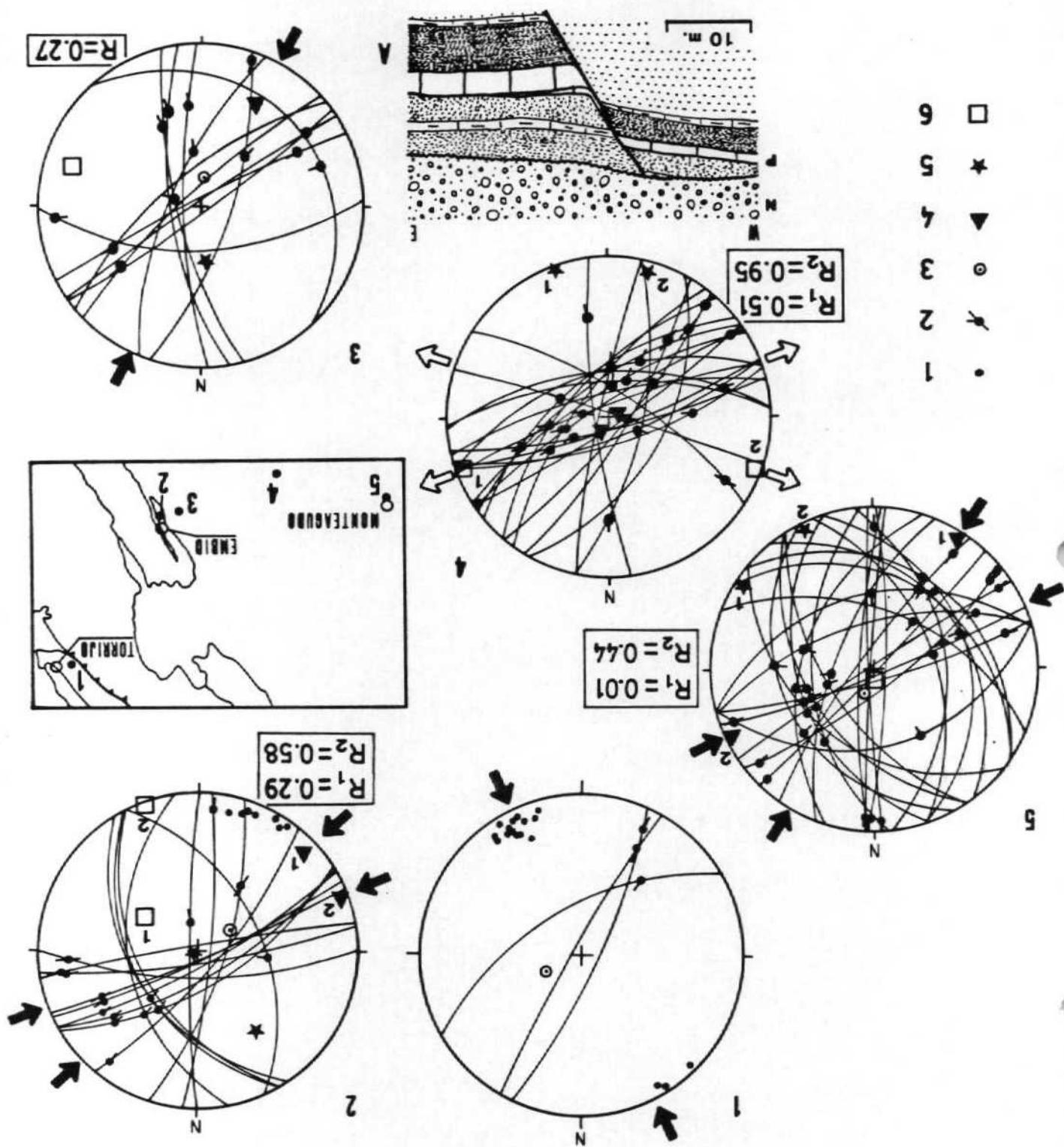
FIGURA 4. Corte estructural del Terciario en el sector al N de Bordalba. Ver leyenda y situación en la figura 1.











ANEXOS

NOTA

A LOS ANEXOS DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE FALLAS.

En los anexos que siguen se recogen los principales resultados que ha arrojado el análisis de fallas en aquellas estaciones en que han podido medirse planos estriados. Los documentos que se incluyen, para cada estación, son los siguientes:

(1) Proyección estereográfica equiangular de ciclográficas y estrias de falla, junto con proyección de polos y diagrama en rosa de las direcciones preferentes.

(2) Diagrama y-R (SIMON GOMEZ, 1986) de la población de fallas. Los tensores solución vienen definidos en el mismo por las coordenadas (y,R) que corresponden a los "nudos" de máxima densidad de intersecciones de curvas. **R** representa aquí la relación de esfuerzos $(\sigma_z - \sigma_x) / (\sigma_y - \sigma_x)$ que aparece en la ecuación de BOTT (1959):

$$\tan \theta = (n/lm) [m^2 - (1-n^2)(\sigma_z - \sigma_x) / (\sigma_y - \sigma_x)]$$

donde θ es el cabeceo de la estria potencial o teórica sobre el plano de falla; l, m y n son los cosenos directores de dicho plano; σ_z es el eje de esfuerzo vertical, y $\sigma_y > \sigma_x$ son los ejes horizontales. El valor de y representa el acimut del eje σ_y .

(3) Extracto de resultados del método de ETCHECOPAR et al. (1981). Se incluyen:

(a) Listado de fallas.

(b) Resultados numéricos de la orientación de los ejes y la relación de esfuerzos $R = (\sigma_2 - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_3)$ del tensor/es solución, junto con el valor de la función minimizada y el ángulo medio de dispersión entre estrías teóricas y reales para la solución hallada. Llamando R_B a la relación de esfuerzos que se emplea en la ecuación de Bott y en el diagrama y-R, y R_E a la utilizada por el método de Etchecopar, la relación existente entre ellas es la siguiente:

- Si $\sigma_z = \sigma_1$ (régimen de distensión): $R_B = 1 / R_E$.

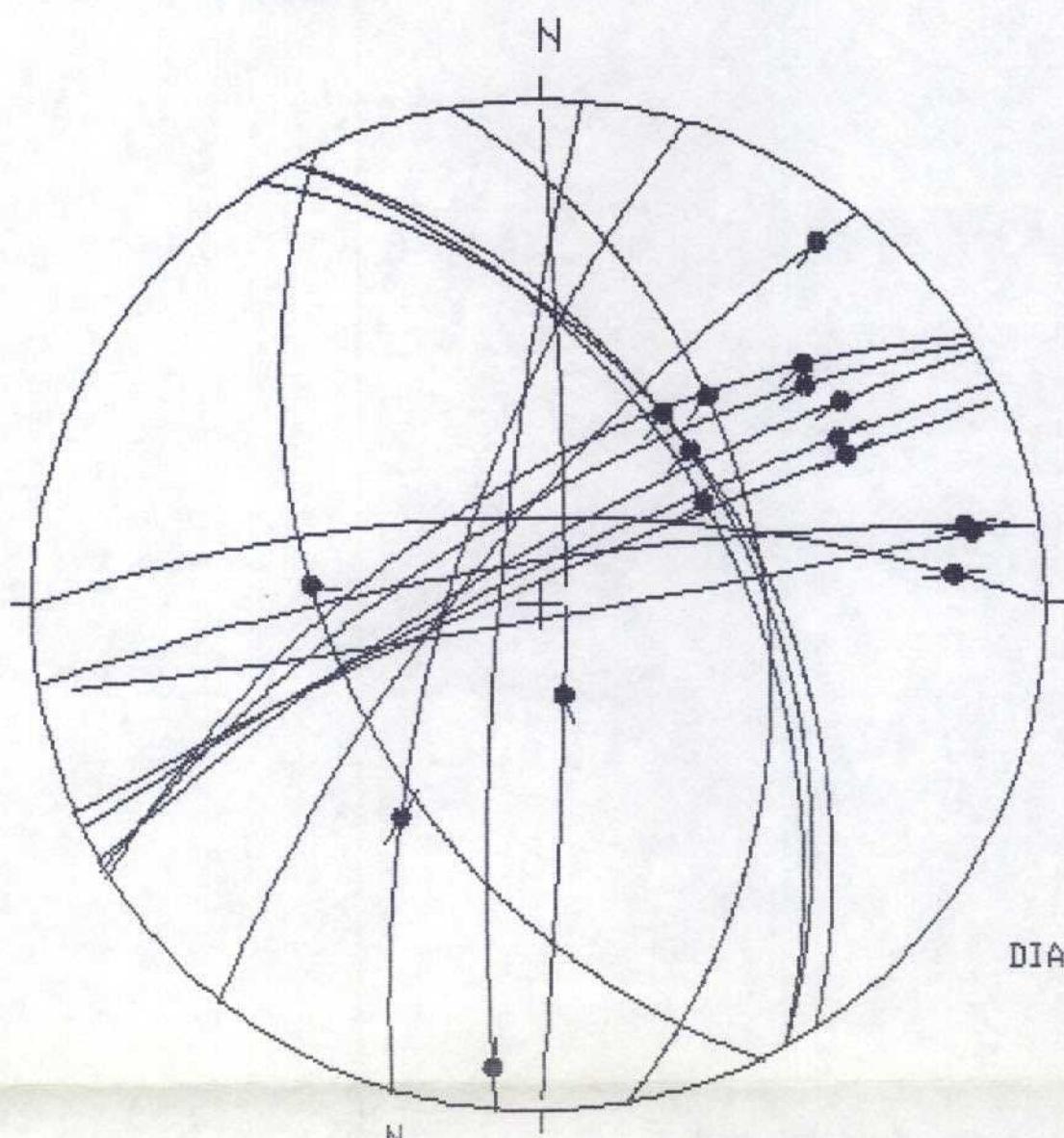
- Si $\sigma_z = \sigma_2$ (régimen compresivo de desgarre): $R_B = R_E$.

- Si $\sigma_z = \sigma_3$ (régimen de compresión triaxial): $R_B = R_E / (R_E - 1)$.

(c) Representación de Mohr de los planos de falla en relación a los ejes de esfuerzo obtenidos.

(d) Histograma de desviaciones angulares (en radianes) entre estrías teóricas y reales, donde se sitúan todas las fallas de acuerdo con su numeración en el listado inicial.

(e) Representación estereográfica equiareal de los ejes de esfuerzo, con indicación gráfica del margen de dispersión con el que se han calculado.



HOJA No.: 408

COORDENADAS UTM:

30TWL864805

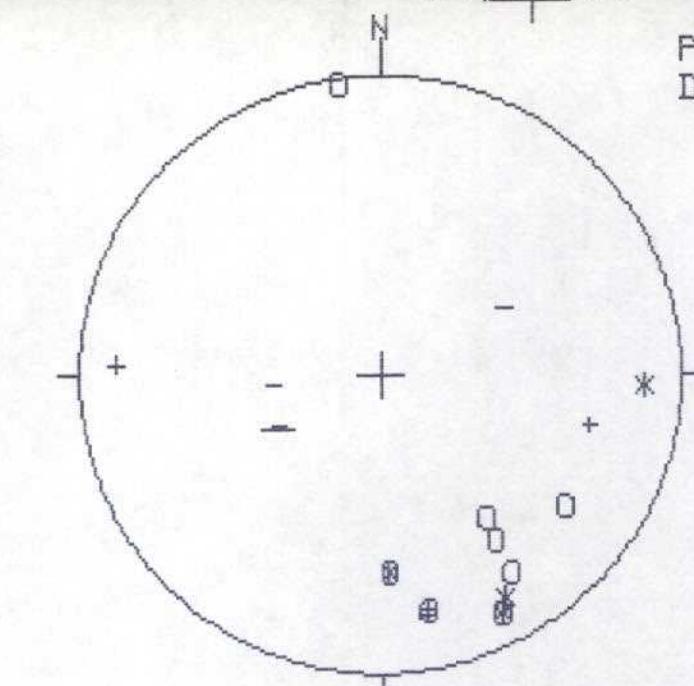
Sa: 152, 20 E

EDAD/FACIES CRETA

NUMERO DE DATOS: 21

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS
DE DIRECCIONES DE FALLA

PROYECCION
DE POLOS



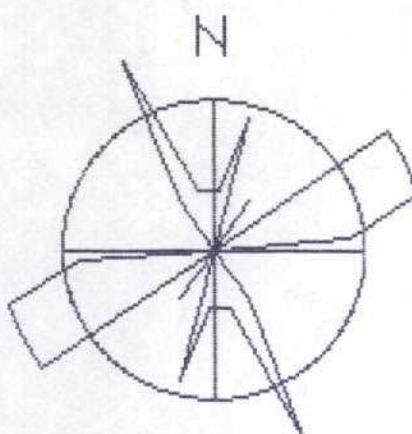
O: POLOS DE FALLAS SINESTRALES

+: POLOS DE FALLAS NORMALES

*: POLOS DE FALLAS DEXTRAS

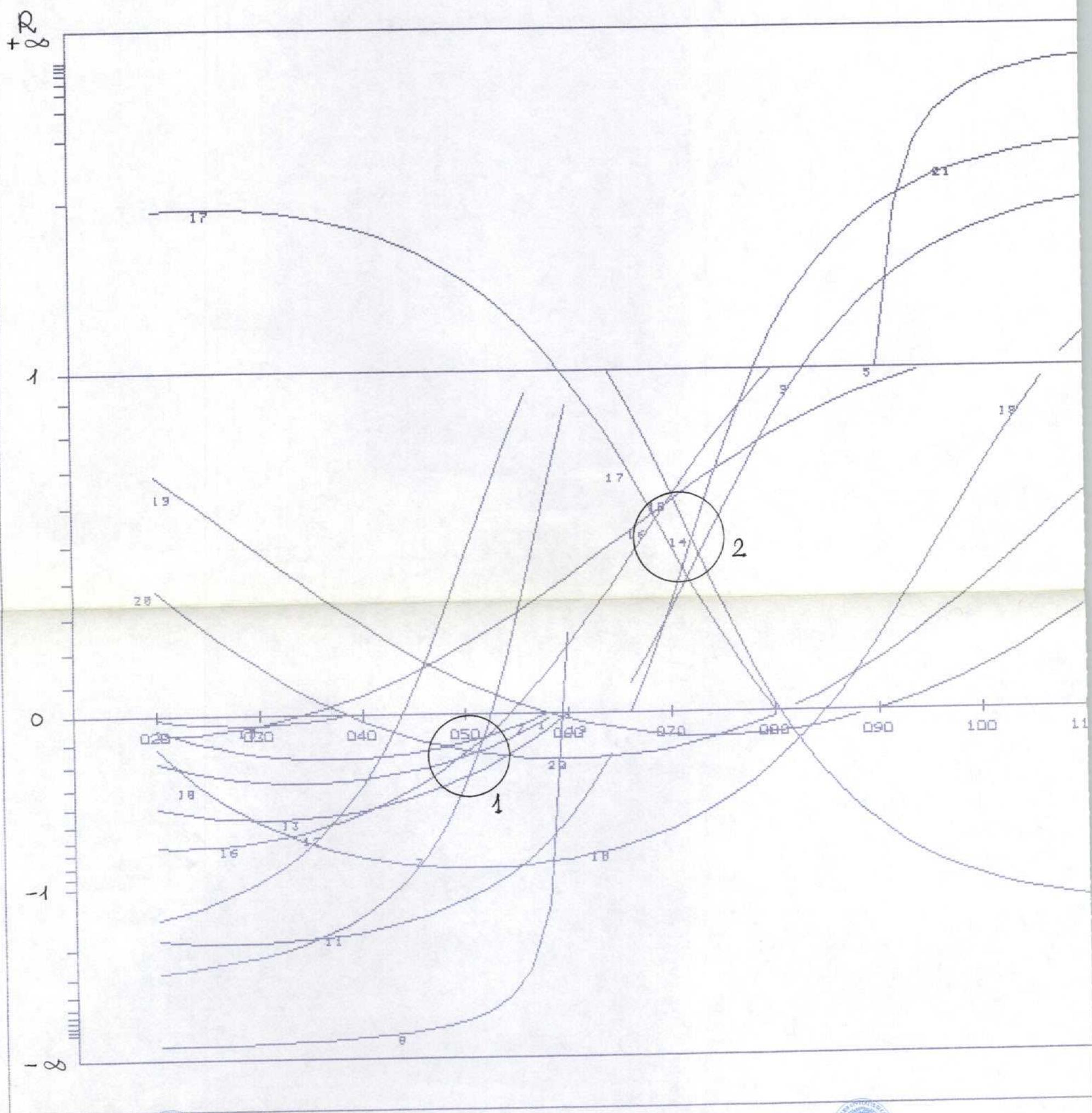
-: POLOS DE FALLAS INVERGAS

RADIO DE LA CIRCUNFERENCIA=10%



METODO DE LOS DIAGRAMAS YR

ESTACION: EMBID 1



PROJECTION SUR DIAGRAMME DE SCHMIT DES AXES DES TENSEURS CORRESPONDANT A CHAQUE STRIE

EMBID_1

33.

1

2.

*

+++
+.
+.

*****FIN FINALE



EMBID_1

59	69
58	63
39	74
17	70
0	84
90	70
151	45
151	48
64	82
81	80
66	85
147	44
60	78
154	46
5	81
170	42
80	87
17	70
90	70
81	80
66	85
450	0



*****DEBUT DE LA TROISIEME ETAPE

REGRESSION MOINDRE CARR SUR LES 11 PLUS FAIBLES ECARTS

TENSOR DE ESFUERZOS 1.

ECART MOYEN EN DEGRES 7.85614

COMP NO 1	ERR SUR DIREC	10.4	ERR SUR PEND	11.9
COMP NO 2	ERR SUR DIREC	17.9	ERR SUR PEND	23.7
COMP NO 3	ERR SUR DIREC	14.9	ERR SUR PEND	24.4

ERREUR SUR R 0.22E+00

EMBIDA

NO	TENSEUR EN X Y Z	DANS LES AXES PRINCIPAUX	*****
SIGMA(1)=	0.56946	DIRECTION 226.5	PENDAGE 9.7
SIGMA(2)=	-0.13893	DIRECTION 324.0	PENDAGE 37.6
SIGMA(3)=	-0.43054	DIRECTION 124.4	PENDAGE 50.7

RAPPORT R = 0.29

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.1315 POUR LES 11 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR LE PROGRAMME
ET A 61.8649 POUR L'ENSEMBLE DU PAQUET



REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR

B C I
E G H F K A

LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES	7
LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES	2
LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES	1
LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES	20
LE CARACTERE E CORRESPOND AUX DONNEES	18
LE CARACTERE F CORRESPOND AUX DONNEES	16
LE CARACTERE G CORRESPOND AUX DONNEES	11
LE CARACTERE H CORRESPOND AUX DONNEES	17
LE CARACTERE I CORRESPOND AUX DONNEES	13
LE CARACTERE J CORRESPOND AUX DONNEES	8
LE CARACTERE K CORRESPOND AUX DONNEES	12

***** FIN DE L ETAPR NO 3

PROJECTION SUR DIAGRAMME DE SCHMID DES AXES DES TENSEURS CORRESPONDANT A CHAQUE TRIE

EMBID 4



*****FIN FINALE

EMBID 1.

GAMME	NBRE	INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME							
1	0. 0 0. 1	8	7	2	1	20	18	16	11
2	0. 1 0. 2	9		13					
3	0. 2 0. 3	11		8	12				
4	0. 3 0. 4	11							
5	0. 4 0. 5	12	15						
6	0. 5 0. 6	12							
7	0. 6 0. 7	12							
8	0. 7 0. 8	12							
9	0. 8 0. 9	13		5					
10	0. 9 1. 0	14		14					
11	1. 0 1. 2	14							
12	1. 2 1. 4	14							
13	1. 4 1. 6	14							
14	1. 6 1. 8	15	3						
15	1. 8 2. 0	15							
16	2. 0 2. 2	15							
17	2. 2 2. 4	15							
18	2. 4 2. 6	15							
19	2. 6 2. 8	15							
20	2. 8 3. 0	15							
21	3. 0 3. 2	21	19	6	21	4	10	9	



REGRESSION MOINDRE CARR SUR LES 6PLUS FAIBLES ECARTS

TENSOR DE ESFUERZOS 2.

ECART MOYEN EN DEGRES 8.60154

COMP NO 1	ERR SUR DIREC	2.8	ERR SUR PEND	12.9
COMP NO 2	ERR SUR DIREC	118.5	ERR SUR PEND	12.4
COMP NO 3	ERR SUR DIREC	2.8	ERR SUR PEND	2.8

ERREUR SUR R 0.18E+00

EMBID_1

NO TENSEUR EN X Y Z DANS LES AXES PRINCIPAUX *****

SIGMA(1)= 0.47480	DIRECTION 251.5	PENDAGE 2.0
SIGMA(2)= 0.05041	DIRECTION 53.4	PENDAGE 87.9
SIGMA(3)= -0.52520	DIRECTION 161.4	PENDAGE 0.7

RAPPORT R = 0.58

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.0450 POUR LES 6 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR LE
ET A 72.7654 POUR L'ENSEMBLE DU PAQUET



REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR

LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES 14 16
LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES 21
LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES 15
LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES 17
LE CARACTERE E CORRESPOND AUX DONNEES 9

***** FIN DE L ETAPR NO 3

***** DEBUT DE L ETAPE NO 4

0. 204195E+01 0. 878527E+02 0. 663910E+00 0. 251454E+03 0. 534285E+02 0. 161431E+03

C.

A.

GAMME	NBRE	INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME				
1 0. 0 0. 1	4	14	21	15	17	
2 0. 1 0. 2	6	9	16			
3 0. 2 0. 3	6					
4 0. 3 0. 4	6					
5 0. 4 0. 5	6					
6 0. 5 0. 6	6					
7 0. 6 0. 7	9	18	8	20		
8 0. 7 0. 8	9					
9 0. 8 0. 9	10	7				
10 0. 9 1. 0	10					
11 1. 0 1. 2	11	12				
12 1. 2 1. 4	12	5				
13 1. 4 1. 6	12					
14 1. 6 1. 8	12					
15 1. 8 2. 0	12					
16 2. 0 2. 2	12					
17 2. 2 2. 4	12					
18 2. 4 2. 6	16	6	19	10	4	
19 2. 6 2. 8	17	2				
20 2. 8 3. 0	19	4	13			
21 3. 0 3. 2	21	3	11			

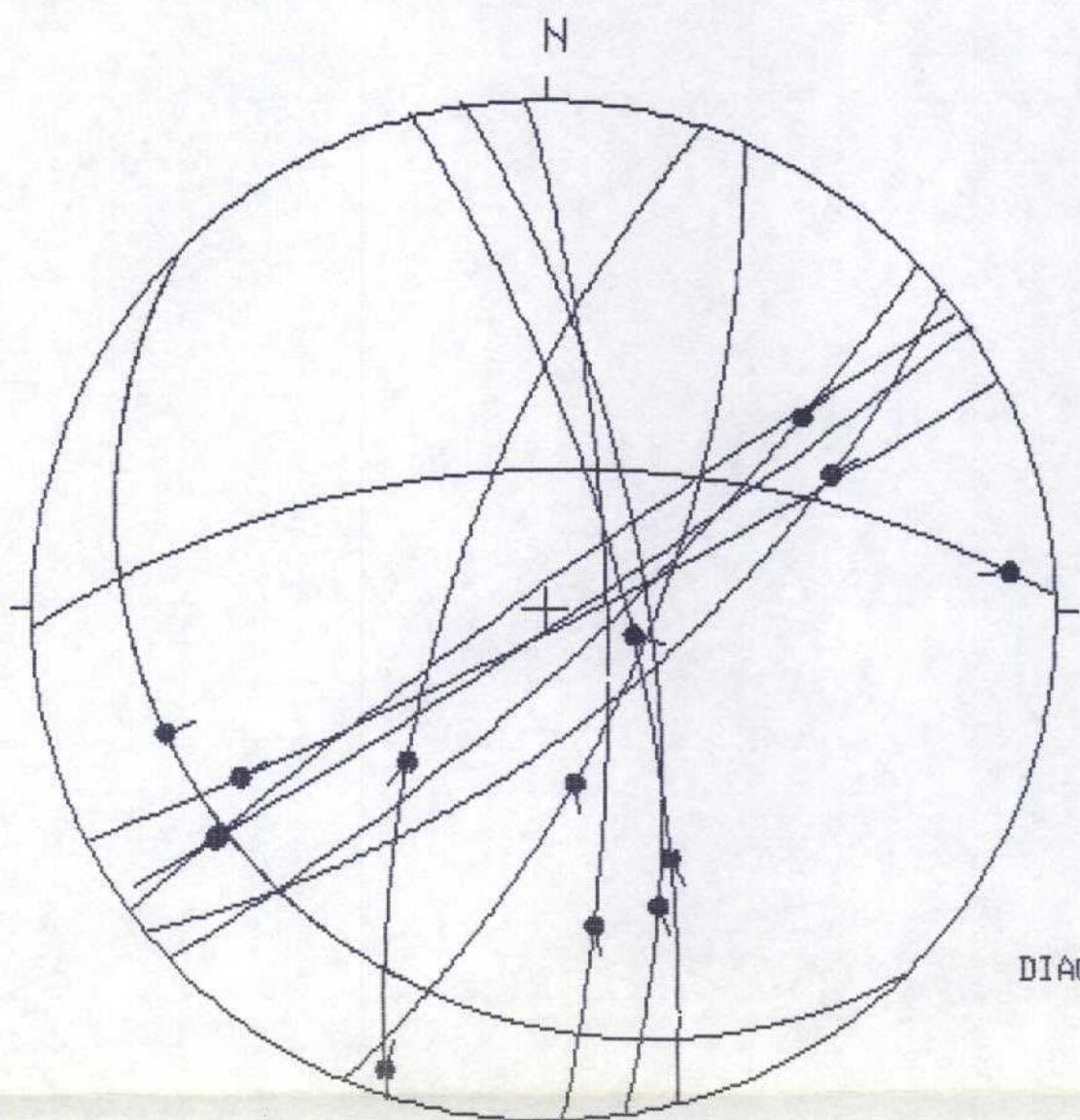


ANEXO II.

ESTACION 3 (EMBID 2)

RESULTADOS DEL ANALISIS DE FALLAS.

ESTACION: EMBID<2



HOJA No.: 408

COORDENADAS UTM:

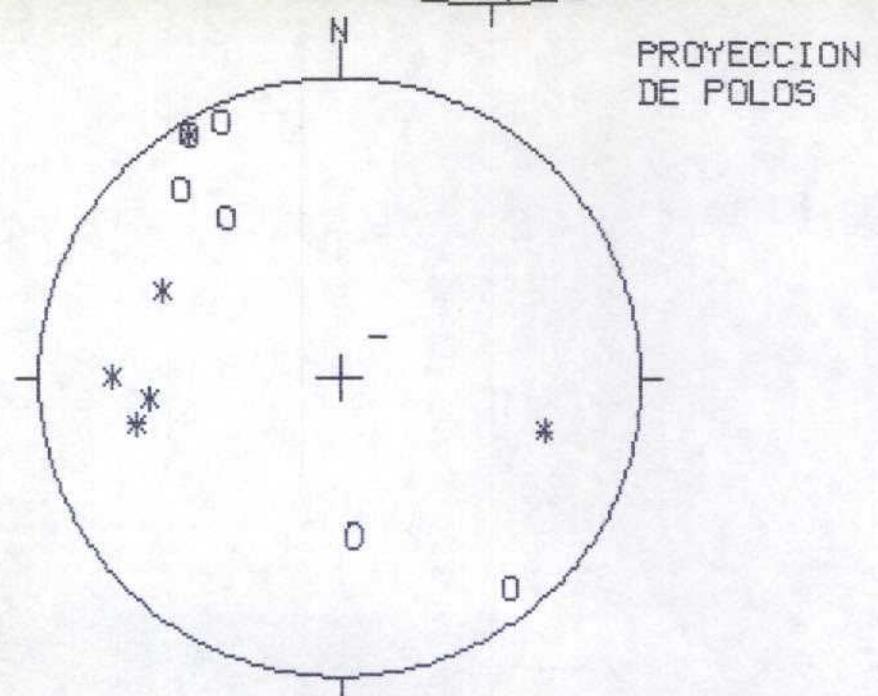
30TWL856804

Ss: 097, 21 N

EDAD/FACIES PALEO

NUMERO DE DATOS: 16

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS
DE DIRECCIONES DE FALLA



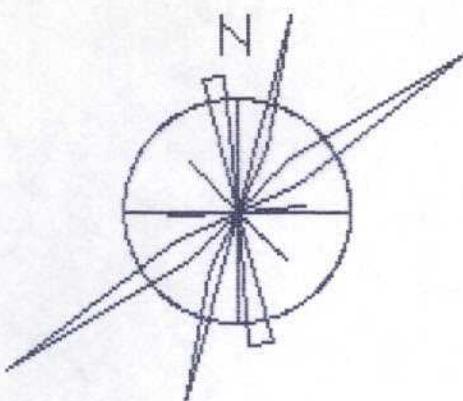
○: POLOS DE FALLAS SINESTRALES

+: POLOS DE FALLAS NORMALES

*: POLOS DE FALLAS DEXTRALES

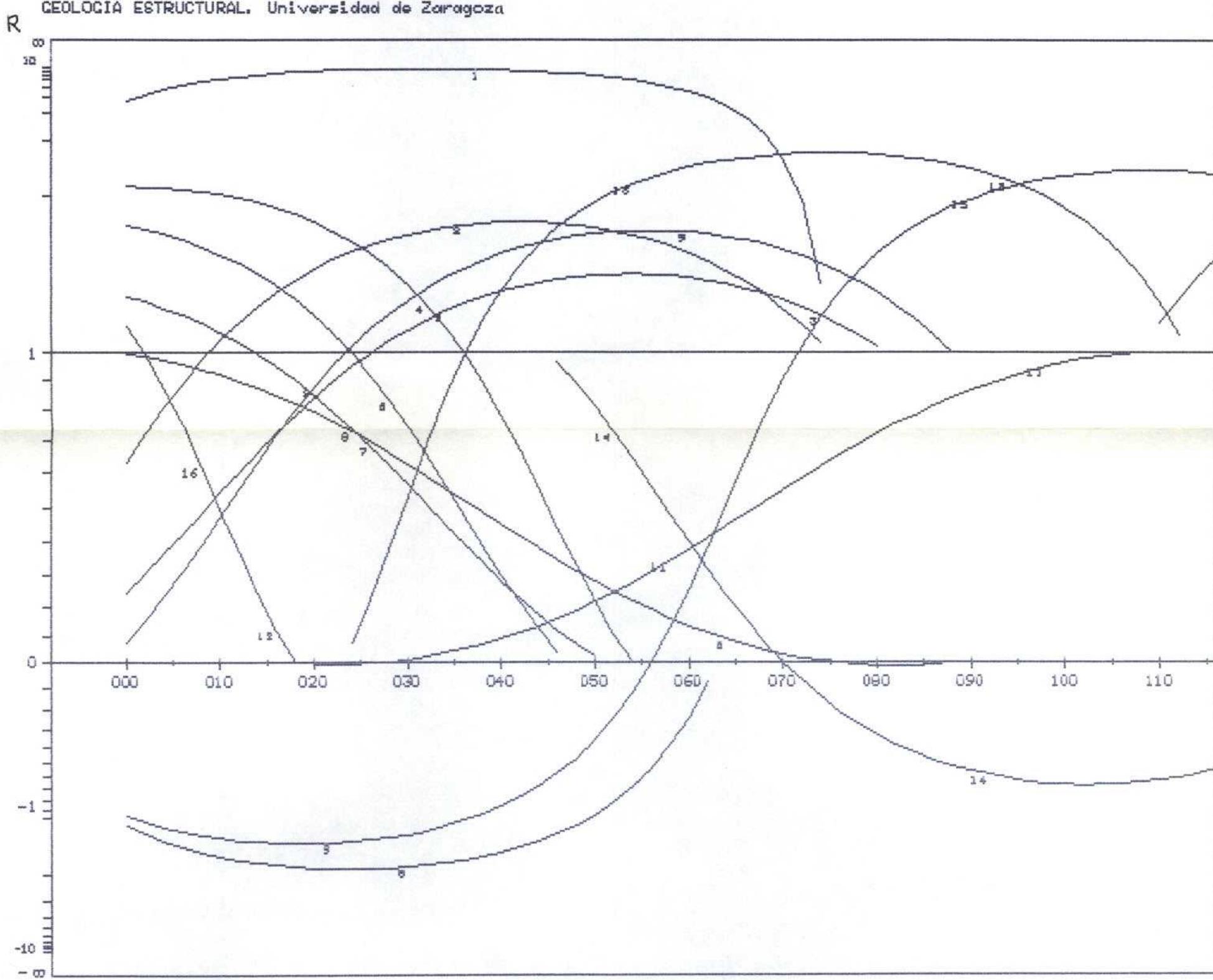
-: POLOS DE FALLAS INVERSAS

RADIO DE LA CIRCUNFERENCIA=18%



METODO DE LOS DIAGRAMAS YR

ESTACION: EMBID 2
GEOLOGIA ESTRUCTURAL. Universidad de Zaragoza



EMBID 2

165	72	E	80	S	0	D	1
165	72	E	35	S	0	D	2
171	67	E	29	S	0	D	3
54	85	N	15	N	0	S	4
63	85	S	22	N	0	S	5
47	78	S	26	W	0	S	6
51	65	S	29	E	0	S	7
88	59	N	6	E	0	S	8
56	86	S	14	N	0	S	9
178	76	E	27	S	0	D	10
18	69	W	3	S	0	D	11
18	69	W	51	S	0	N	12
23	67	E	59	S	0	D	13
135	16	S	64	N	0	I	14
56	86	S	14	N	0	D	15
18	69	W	51	S	0	N	16
450	0		0		0		0

METODO DE ETCHECOPAR ET AL. (1981).

*****DEBUT DE LA TROISIEME ETAPE

REGRESSION MOINDRE CARR SUR LES 10PLUS FAIBLES ECARTS

ECART MOYEN EN DEGRES 4. 53580

COMP NO 1	ERR SUR DIREC	4. 7	ERR SUR PEND	4. 2
COMP NO 2	ERR SUR DIREC	10. 5	ERR SUR PEND	5. 6
COMP NO 3	ERR SUR DIREC	1. 4	ERR SUR PEND	7. 4

ERREUR SUR R 0. 64E-01

EMBID 2

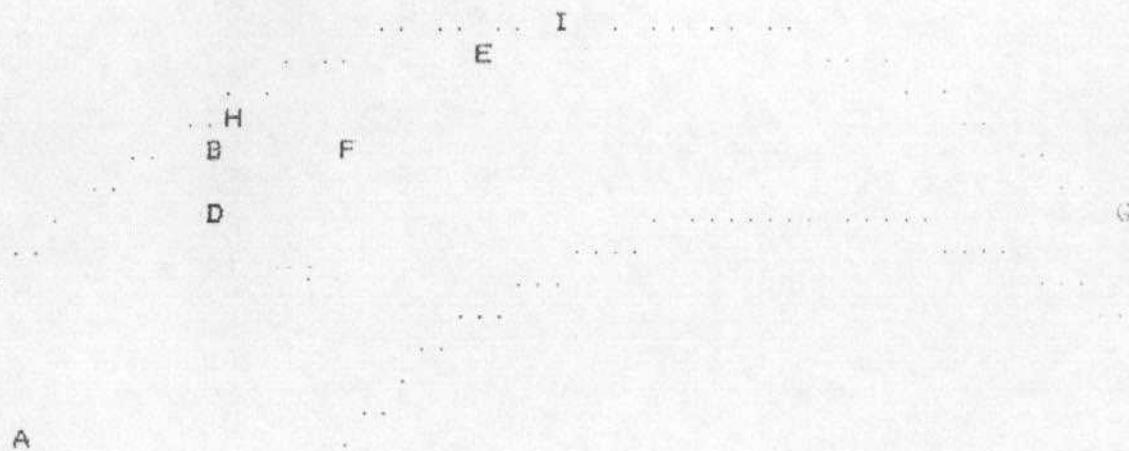
NO	TENSEUR EN X Y Z	DANS LES AXES PRINCIPAUX	*****
SIGMA(1)= 0. 57681	DIRECTION 204. 9	PENDAGE 27. 3	*****
SIGMA(2)= -0. 15363	DIRECTION 353. 1	PENDAGE 58. 7	*****
SIGMA(3)= -0. 42319	DIRECTION 107. 4	PENDAGE 14. 1	*****

RAPPORT R = 0. 27

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0. 0376 POUR LES 10 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR LE PROGRAMM
ET A 24. 6911 POUR L ENSEMBLE DU PAQUET



REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR



LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES	13
LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES	4
LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES	12 16
LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES	9
LE CARACTERE E CORRESPOND AUX DONNEES	3
LE CARACTERE F CORRESPOND AUX DONNEES	5
LE CARACTERE G CORRESPOND AUX DONNEES	8
LE CARACTERE H CORRESPOND AUX DONNEES	10
LE CARACTERE I CORRESPOND AUX DONNEES	2

***** FIN DE L ETAPR NO 3

***** DEBUT DE L ETAPE NO 4

GAMME	NBRE	INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME
1 0. 0 0. 1	9	13 4 12 16 9 3 5 8 10
2 0. 1 0. 2	10	2
3 0. 2 0. 3	10	
4 0. 3 0. 4	11	7
5 0. 4 0. 5	12	6
6 0. 5 0. 6	12	
7 0. 6 0. 7	12	
8 0. 7 0. 8	12	
9 0. 8 0. 9	12	
10 0. 9 1. 0	13	1
11 1. 0 1. 2	13	
12 1. 2 1. 4	13	
13 1. 4 1. 6	13	
14 1. 6 1. 8	13	
15 1. 8 2. 0	13	
16 2. 0 2. 2	13	
17 2. 2 2. 4	14	11
18 2. 4 2. 6	14	
19 2. 6 2. 8	14	
20 2. 8 3. 0	15	14
21 3. 0 3. 2	16	15

PROJECTION SUR DIAGRAMME DE SCHMITT DES AXES DES TENSEURS CORRESPONDANT A CHAQUE STATE

EMBOD 2



*****FIN FINALE

ANEXO III.

ESTACION 4 (LA TRASCA)

RESULTADOS DEL ANALISIS DE FALLAS.

ESTACION: LA-TRASCA

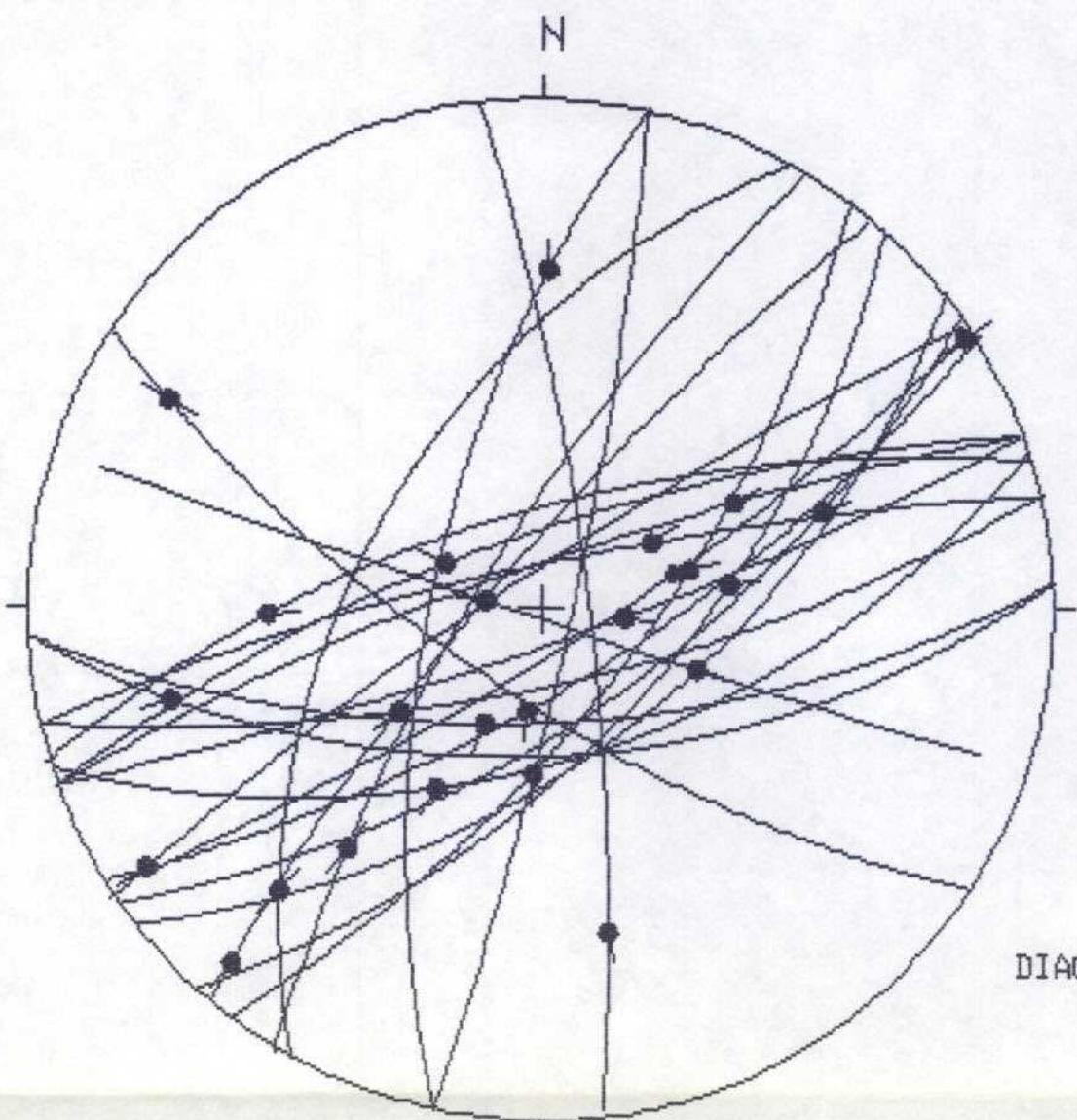
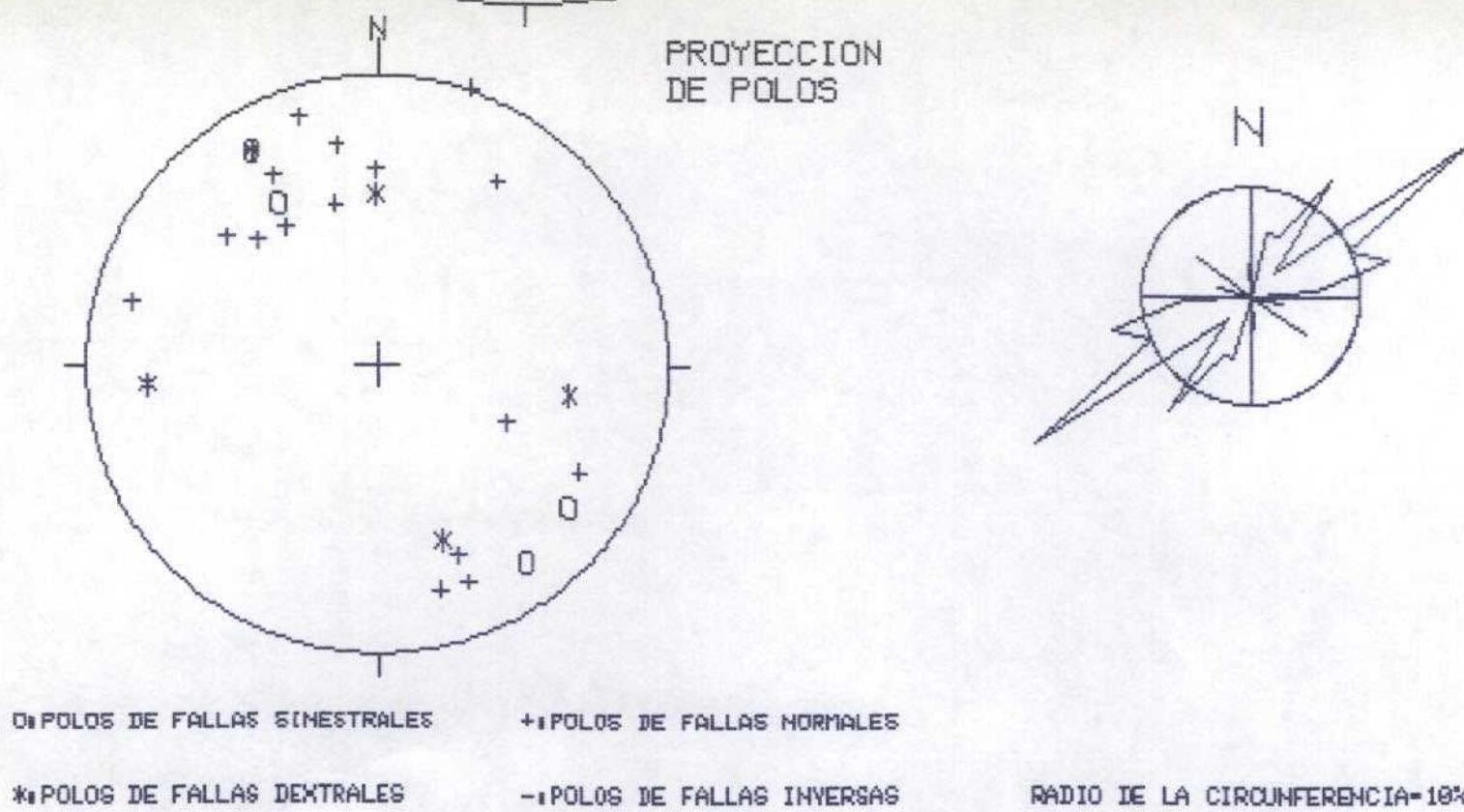
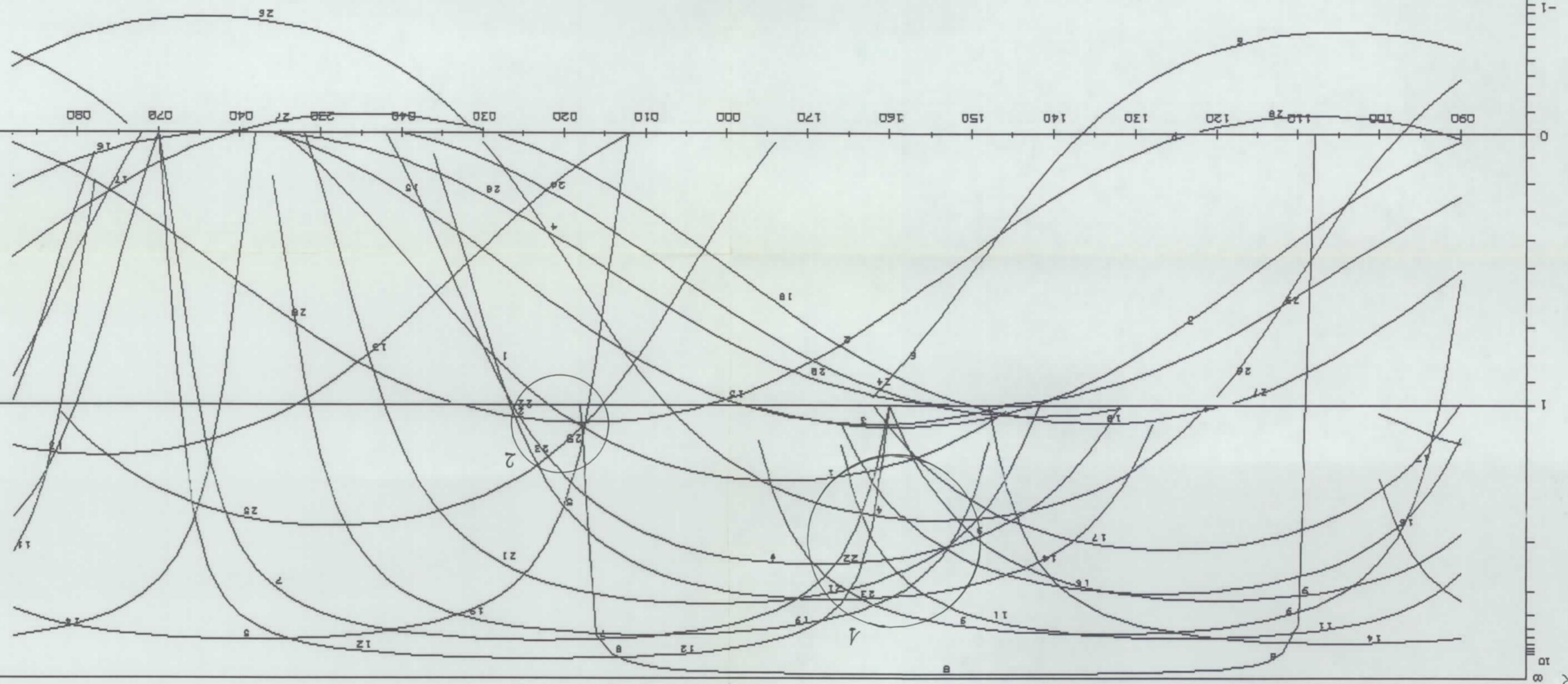


DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS
DE DIRECCIONES DE FALLA





ESTACION: LA TRASCA
GEODÉSICA ESTRUCTURAL. Universidad de Zaragoza

MÉTODO DE LOS DIAGRAMAS YR

LA TRASCA

55	65	S	33	E	O	S	1
123	71	S	11	W	O	N	2
87	58	S	20	W	O	D	3
31	76	SW	29	S	O	N	4
12	83	E	55	S	O	N	5
73	68	N	37	W	O	D	6
70	73	N	74	W	O	N	7
108	88	SS	78	W	O	N	8
87	65	S	77	W	O	N	9
70	80	NN	44	E	O	N	10
77	80	NN	63	EE	O	N	11
70	82	S	73	E	O	N	12
12	66	W	25	N	O	D	13
58	72	SS	76	W	O	N	14
56	82	N	5	W	O	S	15
77	73	S	56	W	O	N	16
72	57	S	59	W	O	N	17
29	51	W	21	S	O	N	18
57	80	SS	61	EE	O	N	19
57	80	SS	1	E	O	S	20
52	58	SS	72	E	O	N	21
42	61	SS	60	E	O	N	22
37	68	S	64	E	O	N	23
40	79	W	5	S	O	S	24
173	79	E	25	S	O	D	25
31	76	WW	29	S	O	I	26
29	51	W	21	S	O	I	27
123	71	SS	11	W	O	I	28
57	80	S	1	E	O	D	29
450	0		0		O		0

METODO DE ETCHECOPAR ET AL. (1981).



ECART MOYEN EN DEGRES 7.61771

TENSOR DE ESFUERZOS 1.

COMP NO 1	ERR SUR DIREC	32.6	ERR SUR PEND	2.9
COMP NO 2	ERR SUR DIREC	3.2	ERR SUR PEND	4.0
COMP NO 3	ERR SUR DIREC	3.0	ERR SUR PEND	3.2

ERREUR SUR R 0.88E-01

LA TRASCA

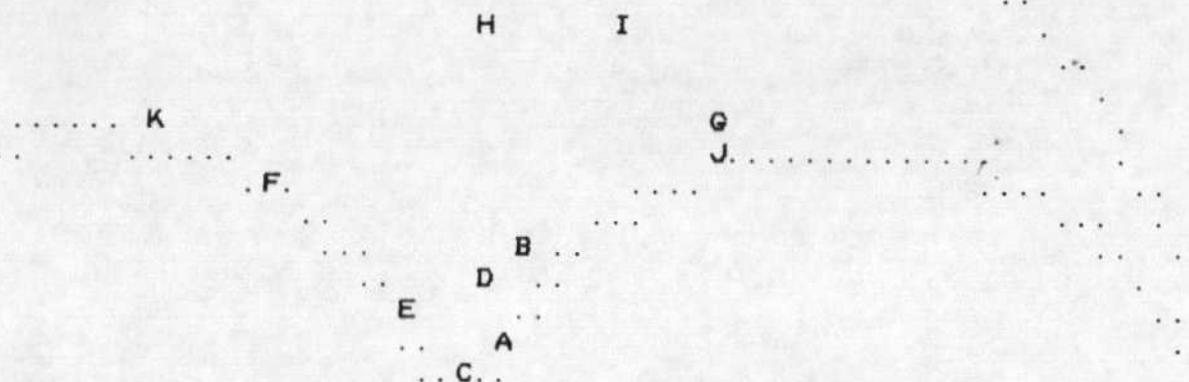
NO	TENSEUR EN X Y Z	DANS LES AXES PRINCIPAUX	*****
SIGMA(1)=	0.49829	DIRECTION 271.6	PENDAGE 82.2
SIGMA(2)=	0.00343	DIRECTION 160.2	PENDAGE 2.9
SIGMA(3)=	-0.50171	DIRECTION 69.8	PENDAGE 7.3

RAPPORT R = 0.51

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.1236 POUR LES 11 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR LE PROGRAMME
ET A 47.1585 POUR L'ENSEMBLE DU PAQUET



REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR



LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES	7
LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES	16
LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES	11
LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES	19
LE CARACTERE E CORRESPOND AUX DONNEES	15
LE CARACTERE F CORRESPOND AUX DONNEES	24
LE CARACTERE G CORRESPOND AUX DONNEES	21
LE CARACTERE H CORRESPOND AUX DONNEES	23
LE CARACTERE I CORRESPOND AUX DONNEES	22
LE CARACTERE J CORRESPOND AUX DONNEES	17
LE CARACTERE K CORRESPOND AUX DONNEES	4

***** FIN DE L ETAPR NO 3

***** DEBUT DE L ETAPE NO 4

LA TRASCA

GAMME	NBRE	INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME							
1	0. 0 0. 1	8	7	16	11	19	15	24	21
2	0. 1 0. 2	10	22	17					
3	0. 2 0. 3	11		4					
4	0. 3 0. 4	11							
5	0. 4 0. 5	12		2					
6	0. 5 0. 6	17	14	9	3	12	18		
7	0. 6 0. 7	17							
8	0. 7 0. 8	18		1					
9	0. 8 0. 9	18							
10	0. 9 1. 0	18							
11	1. 0 1. 2	20	20	10					
12	1. 2 1. 4	21		5					
13	1. 4 1. 6	23	25	8					
14	1. 6 1. 8	23							
15	1. 8 2. 0	24		13					
16	2. 0 2. 2	25		29					
17	2. 2 2. 4	26			6				
18	2. 4 2. 6	27		27					
19	2. 6 2. 8	28		28					
20	2. 8 3. 0	29		26					

PROJECTION SUR DIAGRAMME DE SCHMID DES AXES DES TENSEURS CORRESPONDANT A CHACUNE DES STRIES

LA TRASCA

3
-3

1 + + + 1 *

ECART MOYEN EN DEGRES 9.51009

COMP NO 1 ERR SUR DIREC 19.0 ERR SUR PEND 185.1
COMP NO 2 ERR SUR DIREC 1.9 ERR SUR PEND 185.1
COMP NO 3 ERR SUR DIREC 1.5 ERR SUR PEND 3.0

TENSOR DE ESFUERZOS 2.

ERREUR SUR R 0.17E+00

LA TRASCA

NO TENSEUR EN X Y Z DANS LES AXES PRINCIPAUX *****

SIGMA(1)= 0.35053 DIRECTION 18.2 PENDAGE 77.6

SIGMA(2)= 0.29894 DIRECTION 197.8 PENDAGE 12.4
SIGMA(3)= -0.64947 DIRECTION 287.8 PENDAGE 0.1

RAPPORT R = 0.95

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.0550 POUR LES 6 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR LE PROGRAMME
ET A 0.0550 POUR L'ENSEMBLE DU PAQUET

REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR

C

F

D

A

E

B

LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES	2
LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES	8
LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES	1
LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES	25
LE CARACTERE E CORRESPOND AUX DONNEES	5
LE CARACTERE F CORRESPOND AUX DONNEES	20

***** FIN DE L ETAPR NO 3

***** DEBUT DE L ETAPE NO 4

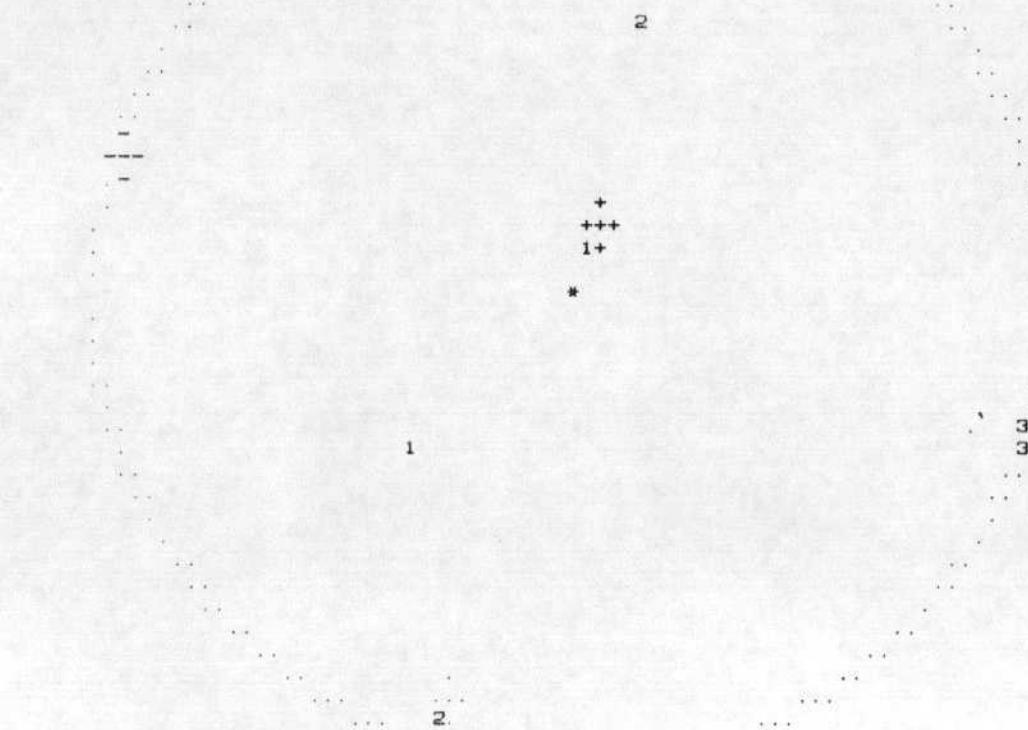
0. 776409E+02 0. 123589E+02 0. 797577E-01 0. 181921E+02 0. 197811E+03 0. 287828E+03

LA TRASCA

GAMME	NBRE	INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME
1 0.0 0.1	5	2 8 1 25 5
2 0.1 0.2	5	
3 0.2 0.3	6	20

PROJECTION SUR DIAGRAMME DE SCHMID DES AXES DES TENSEURS CORRESPONDANT A CHAQUE STRIE

LA TRASCA

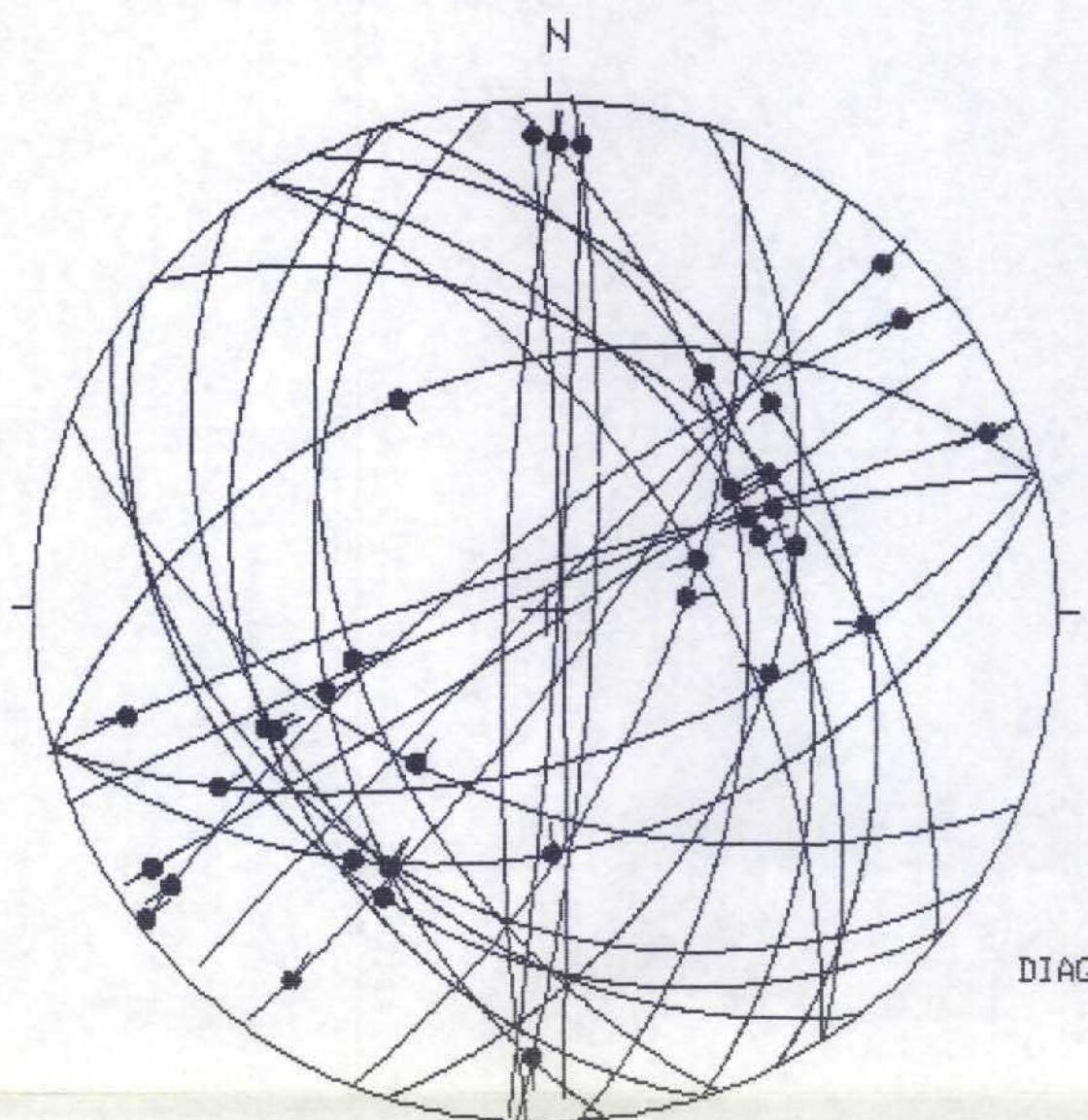


*****FIN FINALE

ANEXO IV.

ESTACION 5 (MONTEAGUDO)
RESULTADOS DEL ANALISIS DE FALLAS.

ESTACION: MONTEAGUDO



HOJA No.: 409

COORDENADAS UTM:

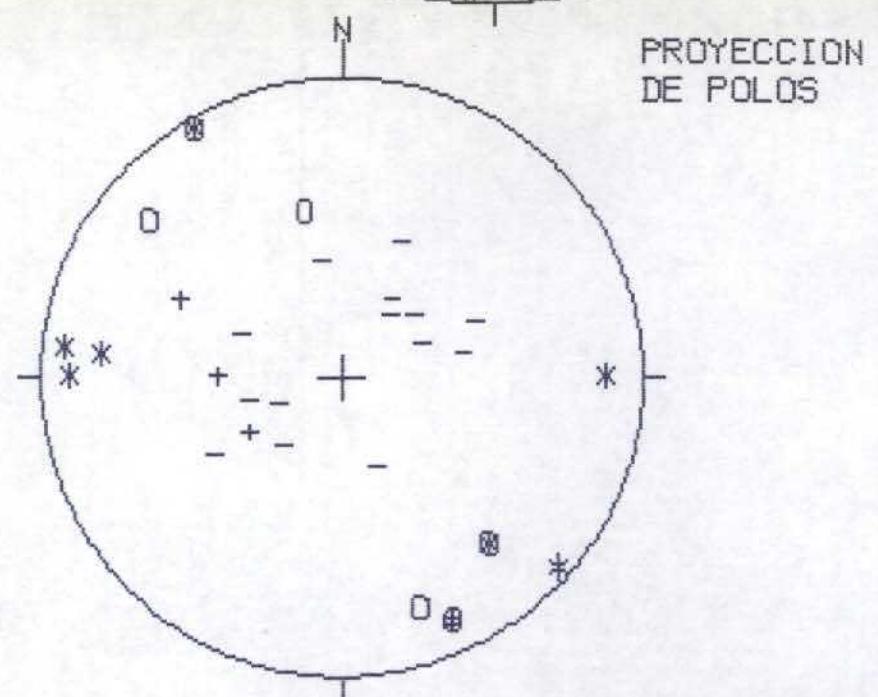
30TWL698788

So: 102, 16 s

EDAD/FACIES MIOCE

NUMERO DE DATOS: 38

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS
DE DIRECCIONES DE FALLA

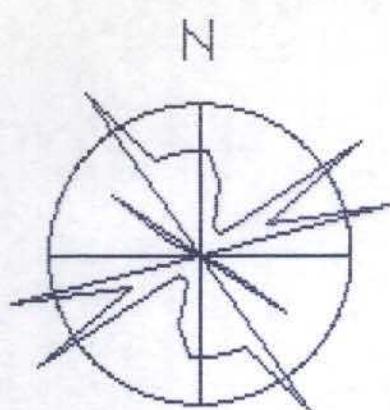


○: POLOS DE FALLAS SINESTRALES

+: POLOS DE FALLAS NORMALES

*: POLOS DE FALLAS DEXTRALES

-: POLOS DE FALLAS INVERSAS

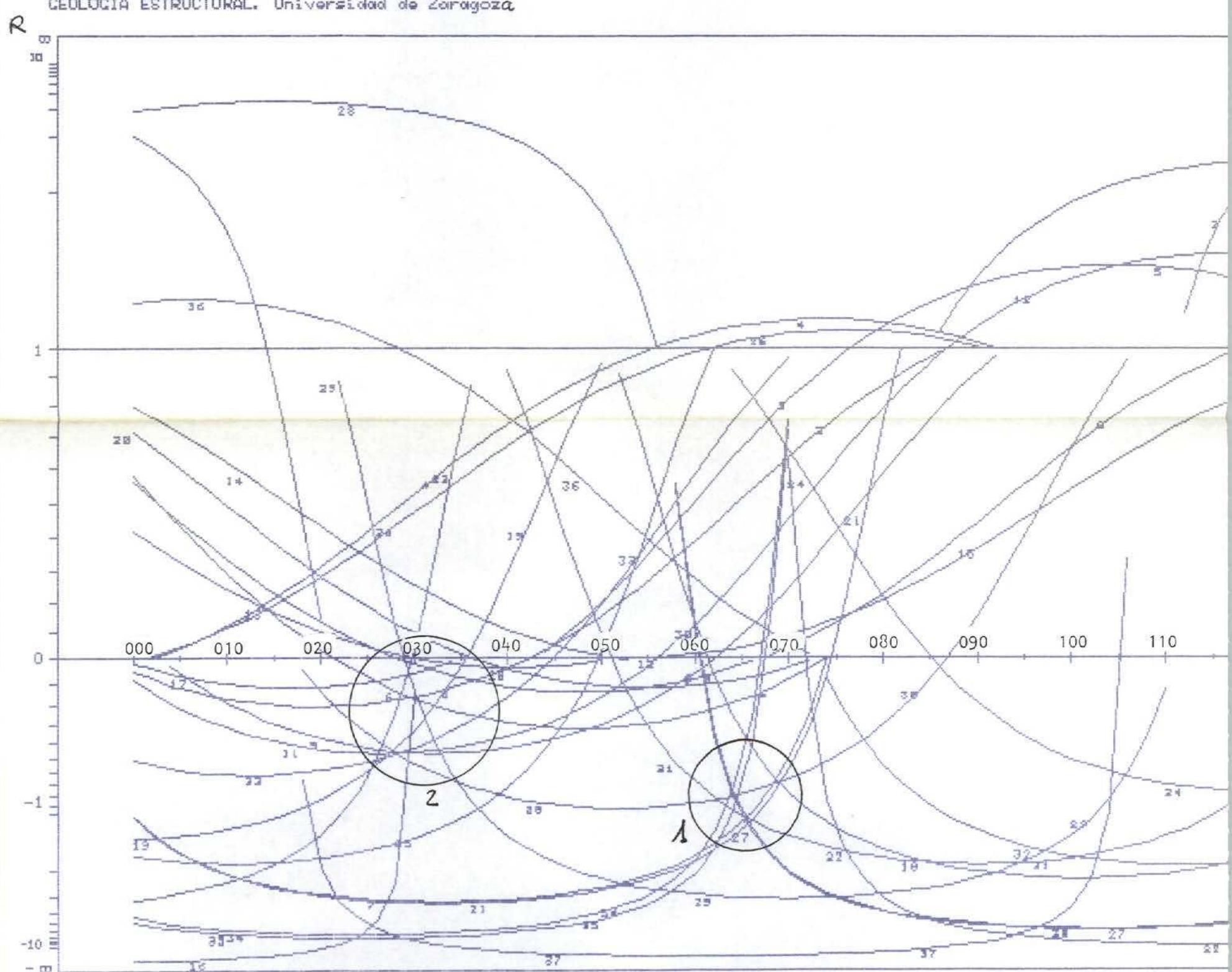


RADIO DE LA CIRCUNFERENCIA=10%



METODO DE LOS DIAGRAMAS YR

ESTACION: MONTEAGUDO.
GEOLOGIA ESTRUCTURAL. Universidad de Zaragoza



M_VICARIAS

176	47	E	69	N	O	N	1
22	62	EE	76	NN	OO	ND	2
178	86	EEE	4	NN	OO	D	3
3	79	EE	8	S	O	D	4
44	88	W	3	N	O	D	5
75	40	SS	45	W	O	I	6
75	40	S	80	W	O	ID	7
68	85	NN	4	EE	O	D	8
68	85	NN	4	E	O	S	9
4	87	NESS	5	N	O	D	10
57	87	SS	5	W	O	S	11
57	87	S	5	W	O	D	12
52	74	NN	6	EE	O	S	13
52	74	NN	6	W	O	S	14
52	74	NN	1	W	O	D	15
122	30	SE	89	E	O	I	16
36	79	SE	8	S	O	S	17
142	31	SS	78	W	O	I	18
142	31	SS	72	EW	O	I	19
74	57	SS	22	W	O	S	20
173	42	SW	80	S	O	I	21
160	48	WW	86	N	O	I	22
128	25	SSE	82	E	O	I	23
153	29	SEE	64	S	O	I	24
153	29	EE	76	N	O	I	25
2	81	WEE	5	N	O	D	26
147	43	EE	84	S	O	I	27
147	43	EE	80	SS	O	N	28
112	49	ESE	78	W	O	I	29
147	56	SEN	82	S	O	I	30
130	37	SEN	75	E	O	I	31
74	38	NE	75	W	O	I	32
162	38	EE	58	N	O	I	33
162	38	EE	85	NN	O	I	34
162	29	W	86	S	O	I	35
74	80	WNE	10	W	O	S	36
18	41	EE	88	NN	O	I	37
18	41	E	64	N	O	I	38
450	0		0	O	O	O	0

METODO DE ETCHECOPAR ET AL. (1981).

*****DEBUT DE LA TROISIEME ETAPE

REGRESSION MOINDRE CARR SUR LES 13PLUS FAIBLES ECARTS

TENSOR DE ESFUERZOS 1.

ECART MOYEN EN DEGRES 3.20787

COMP NO 1	ERR SUR DIREC	4.1	ERR SUR PEND	1.9
COMP NO 2	ERR SUR DIREC	4.1	ERR SUR PEND	0.8
COMP NO 3	ERR SUR DIREC	19.7	ERR SUR PEND	0.7

ERREUR SUR R 0.11E+00

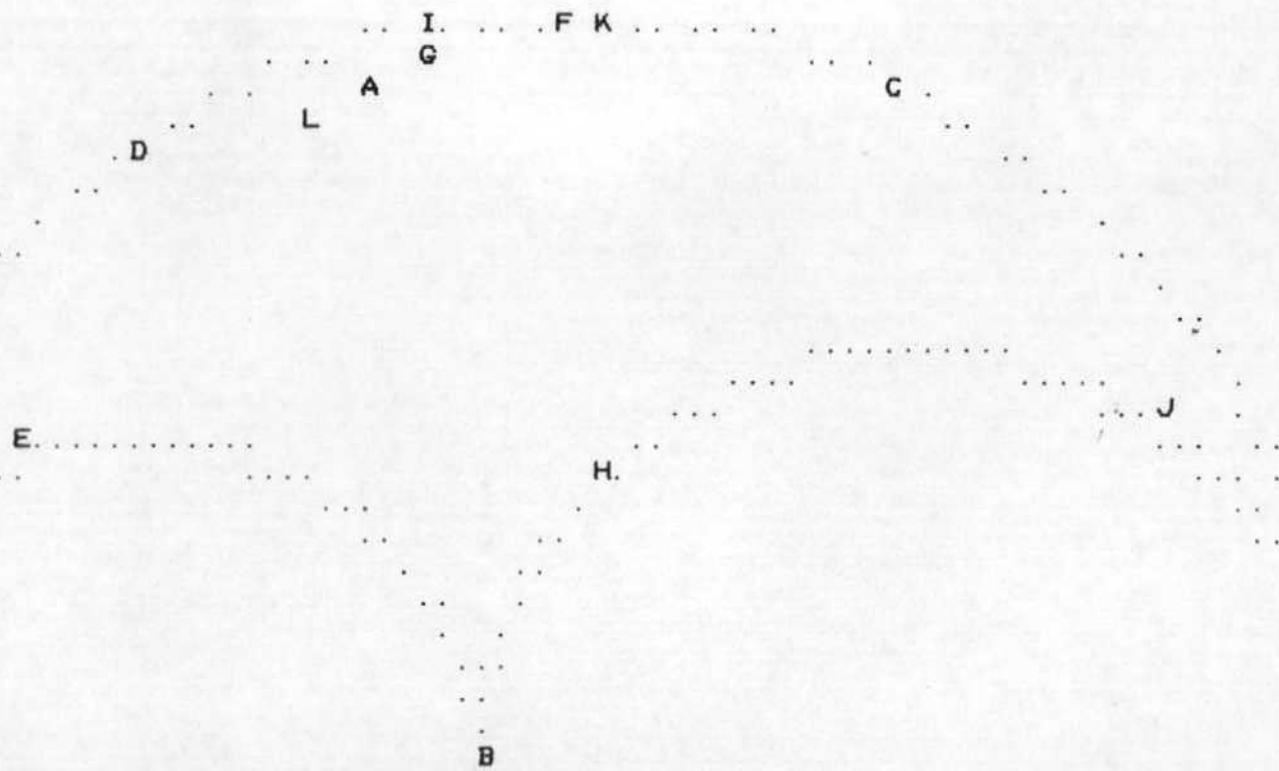
M_VICARIAS

NO	TENSEUR EN X Y Z	DANS LES AXES PRINCIPAUX	*****
SIGMA(1)= 0.51954	DIRECTION 246.3	PENDAGE 1.8	
SIGMA(2)= -0.03908	DIRECTION 156.1	PENDAGE 4.7	
SIGMA(3)= -0.48046	DIRECTION 357.7	PENDAGE 85.0	

RAPPORT R = 0.44

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.0282 POUR LES 13 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR LE PROGRAMME
ET A 66.0450 POUR L'ENSEMBLE DU PAQUET

REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR



LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES	31
LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES	9
LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES	30
LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES	18 35
LE CARACTERE E CORRESPOND AUX DONNEES	7
LE CARACTERE F CORRESPOND AUX DONNEES	27
LE CARACTERE G CORRESPOND AUX DONNEES	21
LE CARACTERE H CORRESPOND AUX DONNEES	5
LE CARACTERE I CORRESPOND AUX DONNEES	34
LE CARACTERE J CORRESPOND AUX DONNEES	10
LE CARACTERE K CORRESPOND AUX DONNEES	22
LE CARACTERE L CORRESPOND AUX DONNEES	38

***** FIN DE L ETAPR NO 3

M_VICARIAS

GAMME	NBRE	INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME												
1 0. 0 0. 1	13	31	9	30	18	7	27	21	5	34	10	22	38	35
2 0. 1 0. 2	14		3											
3 0. 2 0. 3	15		25											
4 0. 3 0. 4	16		29											
5 0. 4 0. 5	21	16	33	24		23	37							
6 0. 5 0. 6	23		19	32										
7 0. 6 0. 7	27		12	6	36	15								
8 0. 7 0. 8	29		26	4										
9 0. 8 0. 9	29													
10 0. 9 1. 0	30		20											
11 1. 0 1. 2	30													
12 1. 2 1. 4	30													
13 1. 4 1. 6	30													
14 1. 6 1. 8	30													
15 1. 8 2. 0	30													
16 2. 0 2. 2	30													
17 2. 2 2. 4	31		13											
18 2. 4 2. 6	34		11	14	17									
19 2. 6 2. 8	35		2											
20 2. 8 3. 0	35													
21 3. 0 3. 2	38		28	1	8									

PROJECTION SUR DIAGRAMME DE SCHMITT DES AXES DES TENSEURS CORRESPONDANT A CHAQUE SIEGE

M_VICARIAS

+
++
++1

3-
—
*

2...
2.2.

*****FIN FINALE

*****DEBUT DE LA TROISIEME ETAPE

REGRESSION MOINDRE CARR SUR LES 15PLUS FAIBLES ECARTS

TENSOR DE ESFUERZOS 2.

ECART MOYEN EN DEGRES 9.51262

COMP NO 1 ERR SUR DIREC 10.8 ERR SUR PEND 163.9
COMP NO 2 ERR SUR DIREC 51.2 ERR SUR PEND 641.5
COMP NO 3 ERR SUR DIREC 4854.5 ERR SUR PEND 266.7

ERREUR SUR R 0.18E+00

M_VICARIAS

NO	TENSEUR EN X Y Z	DANS LES AXES PRINCIPAUX	*****
SIGMA(1)=	0.66439	DIRECTION 213.8	PENDAGE 4.0
SIGMA(2)=	-0.32878	DIRECTION 123.6	PENDAGE 2.7
SIGMA(3)=	-0.33561	DIRECTION 359.8	PENDAGE 85.2

RAPPORT R = 0.01

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.3029 POUR LES 15 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR LE PROGRAMME
ET A 49.3440 POUR L'ENSEMBLE DU PAQUET

REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR

L... F...
H...
K. M
IN
CD
B.
EJ.
G.
A

LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES	17
LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES	11
LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES	19
LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES	16
LE CARACTERE E CORRESPOND AUX DONNEES	23
LE CARACTERE F CORRESPOND AUX DONNEES	29
LE CARACTERE G CORRESPOND AUX DONNEES	13 14
LE CARACTERE H CORRESPOND AUX DONNEES	9
LE CARACTERE I CORRESPOND AUX DONNEES	20
LE CARACTERE J CORRESPOND AUX DONNEES	6
LE CARACTERE K CORRESPOND AUX DONNEES	4
LE CARACTERE L CORRESPOND AUX DONNEES	36
LE CARACTERE M CORRESPOND AUX DONNEES	33
LE CARACTERE N CORRESPOND AUX DONNEES	26

***** FIN DE L ETAPR NO 3

M_VICARIAS

GAMME	NBRE	INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME
1 0. 0 0. 1	8	17 11 19 16 23 29 13 9
2 0. 1 0. 2	12	20 14 6 4
3 0. 2 0. 3	15	36 33 26
4 0. 3 0. 4	15	
5 0. 4 0. 5	15	
6 0. 5 0. 6	15	
7 0. 6 0. 7	15	
8 0. 7 0. 8	15	
9 0. 8 0. 9	15	
10 0. 9 1. 0	16	38
11 1. 0 1. 2	17	(24)
12 1. 2 1. 4	19	32 (37)
13 1. 4 1. 6	19	
14 1. 6 1. 8	19	
15 1. 8 2. 0	20	2
16 2. 0 2. 2	20	
17 2. 2 2. 4	21	1
18 2. 4 2. 6	22	28
19 2. 6 2. 8	22	
20 2. 8 3. 0	22	
21 3. 0 3. 2	25	8 15 12

PROJECTION SUR DIAGRAMME DE SCHMITT DES AXES DES TENSEURS CORRESPONDANT A CHAQUE SIEGE

M_VICARIAS

2

3
3
3
*

11

1

22
2
2

1
1+11
1+++11
+

*****FIN FINALE