

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

378 (22-15)

QUINTANA REDONDA

J.L.Simón Gómez

(UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA)

Noviembre-1989



HOJA Nº 378. QUINTANA REDONDA.

Tectónica alpina.

J.L. SIMON GOMEZ.

Departamento de Ciencias de la Tierra.

Universidad de Zaragoza.

1. DESCRIPCION MACROESTRUCTURAL.

La hoja de Quintana Redonda se sitúa en el sector centro-septentrional de la Cuenca de Almazán y se encuentra ocupada esencialmente por materiales neógenos y cuaternarios. Los únicos terrenos más antiguos son los paleógenos aflorantes en el cuadrante NE de la hoja (en torno a la propia localidad de Quintana Redonda) y el Cretácico superior, que aparece en dos contextos distintos: (a) una estrecha franja situada en el límite norte de la hoja, entre Monasterio y Nafria, correspondiente al borde de la Sierra de San Marcos, y (b) pequeños enclaves aislados en el interior del Neógeno (N de La Muela, NE de Escobosa de Calatañazor, Andaluz).

El Paleógeno de Quintana Redonda se encuentra afectado por un sistema de pliegues flexurales muy constantes en cuanto a escala,

orientación y estilo. Presentan longitudes de onda en torno a 1 Km y trazas axiales que en algún caso se prolongan hasta casi una decena de kilómetros. La orientación de sus ejes está comprendida entre 090 y 100. Puede reconocerse en ellos una cierta vergencia hacia el Norte, por cuanto que los flancos septentrionales de los anticlinales buzan siempre más (hasta 45-50°) que los meridionales (entre 10 y 20°) (fig. 1.A). El sistema consta, esencialmente, de tres parejas anticlinal-sinclinal que se emplazan, respectivamente y de N a S, a la altura de Los Llamosos, junto a Quintana Redonda y al N de Tardelcuende. El anticlinal y el sinclinal de Tardelcuende tienen ejes menos continuos y, a juzgar por la disposición espacial de las capas afectadas, también una marcada inmersión hacia el W. Tanto al E como al W del valle estos pliegues aparecen fosilizados por el Neógeno.

La franja de Cretácico correspondiente al borde meridional de la Sierra de San Marcos presenta también una estructuración general E-W con, al menos, un anticlinal y un sinclinal de esa dirección, fácilmente observables en fotografía aérea cortados por el Barranco de Fuenteberros, al E de Nafria.

El Cretácico situado al N de La Muela presenta un cierto aire de anticlinorio, con dos ejes antiformes cerca de sus límites norte y sur y un sinclinal intermedio cuya charnela se atraviesa aproximadamente en el kilómetro 33 de la carretera entre Nafria y La Muela. Los pliegues se orientan próximos a E-W y vergen ligeramente hacia el N, alcanzando los buzamientos más altos (unos 40°) en su borde septentrional (Fig. 1.C).

En Andaluz aparece otro anticlinal aislado, de amplitud hectométrica

y longirud kilométrica, afectando a las calizas del Cretácico superior. La sobreimposición del Río Fuentepinilla deja ver un corte muy claro de la estructura junto a esa localidad. También en este caso la orientación del eje es E-W y el buzamiento del flanco norte (45°) es algo mayor que la del flanco sur (25°) (Fig. 1.B). El extremo oriental de su trazado cartográfico parece corresponder a un cierre periclinal simple fosilizado por los depósitos neógenos, en tanto que el extremo occidental aparece complicado por la presencia de dos fallas, una NE y otra NW, que lo cortan originando cambios bruscos en la orientación de las capas.

En el pequeño enclave cretácico situado entre Rioseco y Escobosa de Calatañazor se han observado las capas buzando casi monoclinamente unos $25-30^\circ$ hacia el NNW, sin describir ninguna estructura particular y cubiertas en discordancia angular por las arcillas rojas miocenas.

Los materiales neógenos permanecen en toda la hoja prácticamente sin ninguna deformación. Ya hemos señalado cómo muchos de los pliegues E-W descritos se encuentran fosilizados por ellos. Quizá no debe descartarse completamente que en alguno de sus contactos con flancos relativamente abruptos puedan las capas encontrarse ligeramente inclinadas. Sin embargo, resulta difícil reconocer la estratificación en las facies neógenas arcillosas inmediatas a los contactos (tal ocurre, por ejemplo, en el anticlinal de Andaluz), y lo cierto es que, al alejarnos sólo unas pocas decenas de metros, se encuentran ya capas horizontales. Puede concluirse, por tanto, que el plegamiento de dirección E-W es esencialmente de edad paleógena.

La serie neógena horizontal se dispone a veces en *onlap* sobre las

estructuras mesozoicas, siendo localmente las calizas de facies Páramo que la coronan las que reposan sobre el Cretácico o se adosan a él. La superficie de colmatación de la cuenca, representada por el techo de estas calizas de facies Páramo, enlaza nítidamente con la superficie de erosión que se extiende ampliamente por toda el área arrasando las estructuras de plegamiento. Se trataría de la llamada *superficie de erosión fundamental*, de SOLE SABARIS, 1978), que en esta hoja se sitúa siempre alrededor de la cota 1050. En la figura 2 se observa una panorámica del arranque de dicha superficie de erosión a partir del relieve residual de la Sierra de San Marcos y su enlace con el techo de las calizas terminales del sector de Monasterio.

Las calizas de facies Páramo se presentan prácticamente indeformadas al igual que el conjunto de toda la serie neógena. Sin embargo, si cabe destacar en ellas, aparte de una cierta fracturación de escala métrica a la que nos referiremos en el apartado siguiente, un suave sinclinal que describen las capas en la localidad de La Muela, con buzamientos de hasta 10° y un eje de orientación aproximada ENE.

2. ANALISIS MICROESTRUCTURAL.

Dentro de esta hoja se han tomado y analizado datos de microestructuras frágiles (estilolitos, juntas de extensión y microfallas) en tres estaciones localizadas en calizas cretácicas, con el fin de reconstruir los estados de paleoesfuerzo que caracterizan la evolución tectónica alpina (estaciones 1, 2 y 3). Para dicho análisis se han utilizado métodos estadísticos tanto de tipo analítico (ETCHECOPAR et al., 1981)

como gráfico (diagrama y-R de SIMON GOMEZ, 1986). Asimismo, en otras dos estaciones (4 y 5), se ha procedido a la medición de las fracturas que afectan a las capas terminales del Neógeno de facies Páramo. Los resultados de todas ellas se recogen en la figura 3 y en los anexos 1, 2 y 3.

La estación 1 (Andaluz) comprende dos afloramientos situados, respectivamente, en los flancos norte y sur del anticlinal de Andaluz, correspondiendo a sendas canteras abiertas en las proximidades de esta localidad. Los picos estilolíticos medidos se agrupan en dos máximos: uno próximo a N-S que únicamente se registra en el flanco sur y otro ESE que aparece mayoritariamente en el flanco norte, pero que también tiene cierta representación en el otro (ver figura 3).

Se han medido asimismo en ambos afloramientos una serie de microfallas direccionales, que tienen rumbos NNW y NNE en el sur y más variables en el norte. El análisis de las mismas no proporciona, en ninguno de los dos casos, soluciones muy satisfactorias; en el primero debido a que no existe suficiente variedad de fallas implicadas (prácticamente todas son dextrales), y en el segundo por ser su número muy escaso. El intento de análisis conjunto de los datos de ambos afloramientos, tanto en su posición actual como "desplegado" las capas, no aporta ninguna mejora, puesto que las fallas de uno y otro siguen tendiendo a agruparse en soluciones distintas. No obstante, sí resulta claro que las fallas medidas en el flanco norte son compatibles con la misma compresión 100 que indican los estilolitos (ver anexo 1), y que las dextrales del flanco sur lo serían con una compresión aproximada NE, distinta de la N-S que se infiere de la otra familia de estilolitos y del propio pliegue E-W. Existen algunos indicios, aunque no muy concluyentes, que sugieren que la compresión NE

fue anterior a la N-S: (a) En una falla de dirección 024 se encuentran estrias sínestrales que parecen superpuestas a otras dextrales. (b) En tres de los planos próximos a N-S las estrias dextrales son cubiertas por una drusa de calcita que sugiere su apertura como juntas de extensión bajo un estado de esfuerzo con σ_3 próximo a E-W.

La estación 2 (Rioseco) se sitúa en un pequeño afloramiento de calizas cretácicas en la confluencia de los arroyos del Pozo y de la Merendilla, unos 3 Km al sur de Rioseco. Si bien en dicho afloramiento no se reconocen pliegues completos, la estratificación presenta un buzamiento medio de unos 27° al norte que muy probablemente se debe a la acción del plegamiento E-W descrito en el apartado anterior. Se ha medido una población de microfallas de componente principal direccional y rumbos dominantes N-S y E-W, así como algunos picos estilolíticos subhorizontales en torno a 045. El análisis de las fallas no arroja, desgraciadamente, resultados muy claros, probablemente debido a la existencia de una cierta simultaneidad entre su movimiento y el desarrollo de los pliegues. El diagrama y-R realizado para las capas en su posición actual (ver anexo 2) no es interpretable. En cambio, abatiendo la estratificación a la horizontal se obtiene una solución aceptable que indica una compresión próxima a 020, más tarde corroborada por el método de Etchecopar (σ_1 026, 28N; σ_3 109, 11W; R = 0.91). La actuación de esta compresión debe ser considerada anterior a la inclinación de las capas (y por tanto, probablemente, al plegamiento).

Otras dos soluciones que se recogen en el anexo 2 señalan compresiones de dirección 018 y 036 con inmersión sur. Estas son, en realidad, un tanto confusas y explican grupos de fallas no absolutamente

excluyentes entre sí ni con la primera mencionada; sin embargo, la existencia, en tres de los planos observados, de dos direcciones distintas de estriás de fricción, compatible cada una con diferentes soluciones, apoya la existencia de varios estados de esfuerzo diferenciados. Estas dos últimas soluciones serían probablemente post-plegamiento, y la segunda de ellas es perfectamente coherente con la familia de picos estilolíticos, lo que le confiere un mayor grado de verosimilitud. En uno de los planos se ha observado la superposición de estriás compatibles con estas dos últimas soluciones sobre otras compatibles con la primera, lo cual apoya la secuencia cronológica propuesta (fallas 2 y 3 en el anexo 2).

La estación 3 (La Muela) se sitúa en el borde sur del Cretácico plegado que aflora justo al oeste de esa localidad, en capas que buzan entre 10 y 25° hacia el SSE. Existen en ella picos estilolíticos de dirección media 020, compatibles con grandes juntas de extensión subverticales de similar dirección, y compatibles, también, con la dirección de acortamiento que indican los pliegues. Sin embargo, la población de fallas medida arroja dos soluciones que corresponden a sendos estados compresivos de direcciones 050 y 143, respectivamente. La primera no se encuentra lejana de la dirección de algunos de los picos estilolíticos medidos (040 y 046) y, a juzgar por las superposiciones de estriás observadas en dos planos, debe de ser posterior a la compresión 143. Uno de tales planos, además, forma parte de la familia de grandes juntas de extensión; en él se observa cómo la drusa de calcita asociada a su apertura extensiva (compatible con la compresión próxima a N-S) es posterior a la estriación sinestral compatible con la compresión 143 y anterior a la estriación dextral compatible con la compresión 050. La secuencia de eventos en este plano (fallas 8, 9 y 10 en el anexo 3) parece reflejar, por

tanto, la siguiente sucesión de direcciones de compresión: (1º) 143, (2º) 000 a 020, (3º) 050.

La fracturación que afecta en diversos puntos a las calizas de facies Páramo ha sido analizada en las estaciones 4 (Nafria) y 5 (Monasterio). En cada una de ellas se han medido unos 40 planos de fractura sin síntomas de desplazamiento, cuyos diagramas en rosa aparecen en la figura 3. Las familias principales que se observan en una y otra son perpendiculares entre si: direcciones medias 140 y 050, respectivamente. Aparte de éstas, existen en ambos casos familias menos relevantes en torno a N-S y E-W.

2. INTERPRETACION TECTONICA.

El rasgo estructural más destacable de la hoja de El Burgo de Osma lo constituyen los pliegues E-W a ESE que aparecen diversos puntos afectando tanto al Paleógeno del área de Quintana Redonda como a los enclaves de calizas del Cretácico superior (haciendo aflorar éstas entre los materiales neógenos de la Cuenca de Almazán). Tales pliegues deben de estar causados por una compresión N-S que también ha sido puesta de manifiesto mediante microestructuras frágiles en todas las estaciones analizadas. La edad de los pliegues parece esencialmente paleógena: afectan a los materiales de este periodo y aparecen siempre discordantes bajo los depósitos neógenos (si bien en puntos de alguna de las hojas vecinas los niveles basales de éstos se halla todavía afectados débilmente por el plegamiento o por pequeñas fallas inversas). No creemos que el suave sinforme que afecta a las calizas neógenas de facies Páramo de La Muela esté relacionado verdaderamente con este sistema de pliegues.

Se han registrado también otras dos direcciones de compresión, detectadas únicamente por microestructuras frágiles:

(a) Una, muy local, 140 que parece anterior a la N-S. También se detecta en hojas vecinas (Almazán y Berlanga) con la misma relación cronológica, así como en todo el ámbito de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (ALVARO, 1975; CAPOTE et al. (1982).

(b) Otra NE, detectada aquí en las tres estaciones analizadas, y que parece posterior a la N-S. Al menos eso es lo que indica la información microestructural de Rioseco y La Muela, así como la procedente de otros puntos de las hojas vecinas de Berlanga y El Burgo de Osma. Algun indicio de secuencia cronológica en sentido contrario, como el hallado en la estación Andaluz, es muy puntual y bastante menos sólido. Caso de ser realmente posterior a los pliegues E-W, la edad de esta compresión podría entrar ya en el Neógeno. Sin embargo, su intensidad en esta área no debió de ser muy grande, ya que no produjo ningún tipo de macroestructura.

Este esquema de evolución tectónica contrasta con el que puede reconocerse en el ámbito de la Cordillera Ibérica y en el sector oriental de la Cuenca de Almazán, donde la dirección de compresión paleógena, responsable de las macroestructuras de plegamiento, es precisamente NE a ENE, y donde otra compresión más próxima a N-S, en los casos en que aparece, resulta ser más reciente. Esto indica que, durante el Paleógeno, tanto las trayectorias del campo de esfuerzos compresivo como las directrices de los pliegues presentan una variación espacial importante entre los sectores oriental y centro-occidental de la Cuenca de Almazán. El primero se halla vinculado a la parte central de la Cordillera Ibérica y desarrolla direcciones de pliegues SE a SSE, mientras el segundo lo está al

sector soriano de la cadena y al extremo occidental de la Rama Castellana, donde domina la directriz E-W y aun, localmente, la NE. En la vecina hoja de Soria llega a producirse el tránsito prácticamente continuo entre estas direcciones estructurales.

Durante, al menos, la mayor parte del Neógeno, predomina en la región un ambiente de calma tectónica, dentro del cual tiene lugar el desarrollo de la superficie de erosión que arrasa las estructuras de plegamiento y es correlativa de los niveles calcáreos de facies Páramo que colmatan la Cuenca de Almazán (superficie de erosión fundamental de SOLE SABARIS, 1978). Las capas neógenas aparecen siempre horizontales en toda la extensión de la hoja. Únicamente hemos de reiterar la existencia de la estructura sinforme laxa en La Muela y, como estructuras más penetrativas, los sistemas de fracturas sin desplazamiento que se observan a escala de afloramiento. Todas estas deformaciones deben de estar sin duda relacionadas con los procesos distensivos que caracterizan la evolución tectónica tardía de la Cordillera Ibérica y la Meseta. Si bien no es en esta hoja donde más nítido aparece, existe en el conjunto de la Cuenca de Almazán un patrón de fracturación conformado por parejas de familias mutuamente perpendiculares, y que coincide con el que se muestra en otros muchos puntos de la Cordillera Ibérica y de la Depresión del Ebro. Este patrón es característico de un régimen de distensión de tipo "radial" o "multidireccional" ($\sigma_2 \approx \sigma_3$, ambos horizontales) (SIMON GOMEZ, 1989). Dentro de tal régimen, la aparición de fracturas extensivas según dos direcciones distintas y perpendiculares entre sí se explicaría por el intercambio de los ejes σ_2 y σ_3 , debido a la similitud de sus valores y a la redistribución de esfuerzos causada por la aparición de la primera familia de discontinuidades.

BIBLIOGRAFIA.

- Alvaro, M. (1975): Estilolitos tectónicos y fases de plegamiento en el área de Sigüenza (borde del Sistema Central y la Cordillera Ibérica). Estudios Geol., 31 (3-4), 241-247.
- Capote, R.; Díaz, 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.
- 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.
- 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. (1989): Late Cenozoic stress field and fracturing in the Iberian Chain and Ebro Basin (Spain). J. Struct. Geol., 11 (3), 285-294.
- Solé Sabaris, L. (1978): La Meseta. En: De Terán, M. (ed): Geografía de España Ariel, Madrid, 42-62.

PIES DE FIGURAS.

FIGURA 1.

Cortes estructurales a escala 1:50.000. A: Transversal S-N en la parte oriental de la hoja. Coordenadas UTM de los puntos extremos: S: 30TWM282003; N: 30TWM328133. B y C: Transversal S-N en la parte occidental de la hoja. S: 30TWL156945; N: 30TWM187130.

c: Cretácico. p: Paleógeno. n: Neógeno.

FIGURA 2.

Panorámica de la superficie de erosión fundamental (s) del área de Nafria-Monasterio, arrancando de los relieves residuales (r) de la Sierra de San Marcos y enlazando con los niveles carbonatados de facies Páramo (p) que coronan la serie neógena. Coordenadas UTM del punto de toma de la fotografía: 30TWM184110.

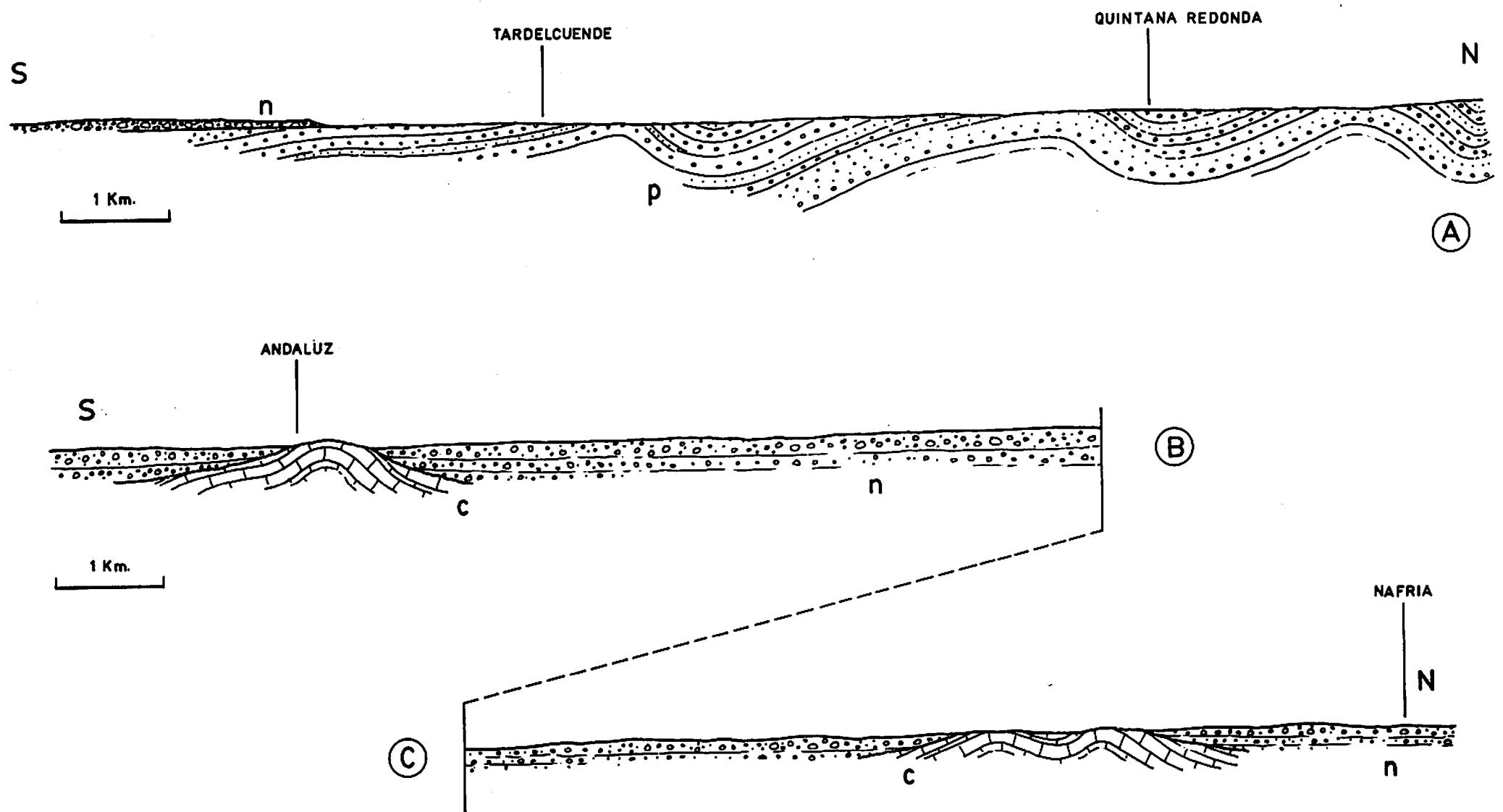
FIGURA 3.

Resultados del análisis de microestructuras frágiles.

Estaciones: 1: Andaluz (coordenadas UTM: dominio Andaluz1 -flanco norte del anticlinal-: 30TWL158974; dominio Andaluz2 -flanco sur del anticlinal-: 30TWL157968). 2: Rioseco (30TWM139070). 3: La Muela (30TWM182088). 4: Nafria (30TWM185110). 5: Monasterio (30TWM255120).

Símbolos: 1: Pico estilolítico. 2: Ciclográfica y estría de falla, con indicación del sentido de movimiento del labio superior. 3: Polo medio de la estratificación. 4: Polo de junta de extensión. 5: Eje de esfuerzo máximo σ_1 inferido del análisis estadístico de fallas. 6: Eje de esfuerzo intermedio σ_2 . 7: Eje de esfuerzo mínimo σ_3 . R es el valor de la relación de esfuerzos $(\sigma_2 - \sigma_3)/(\sigma_1 - \sigma_3)$. Las flechas indican las direcciones de compresión inferidas tanto a partir de fallas como de estilolitos.

Para las estaciones 4 y 5 se representan sendos diagramas en rosa de las fracturas. El radio de la circunferencia representa 5 fracturas.



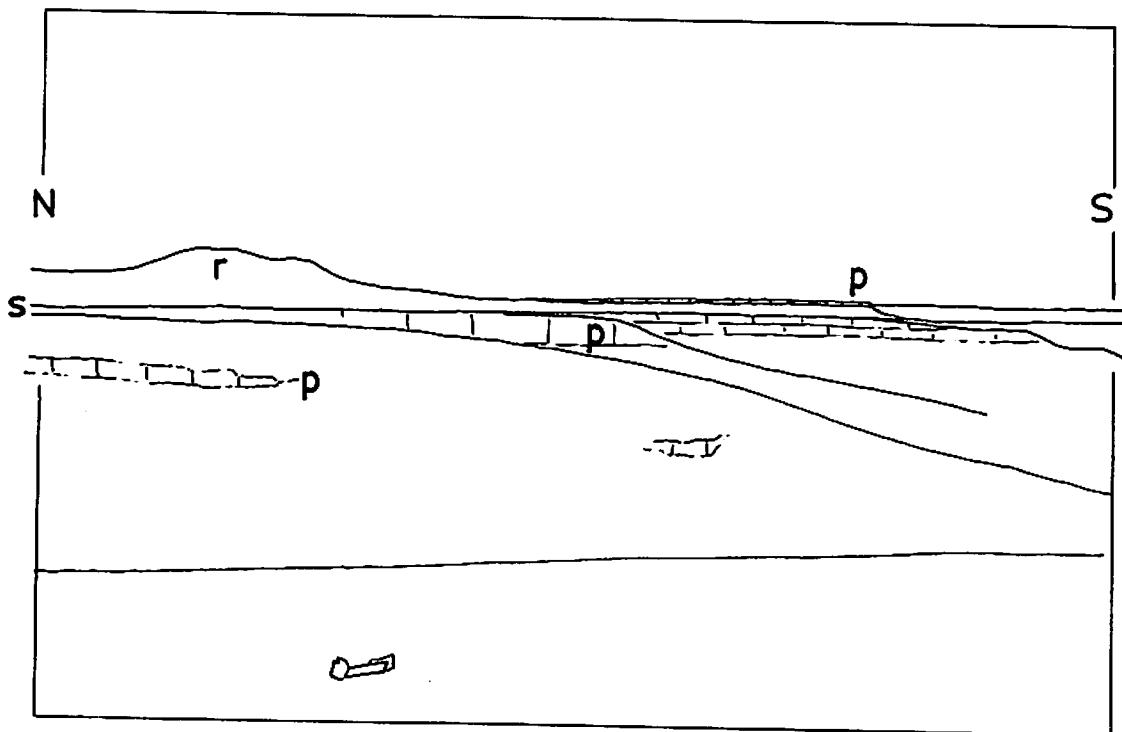
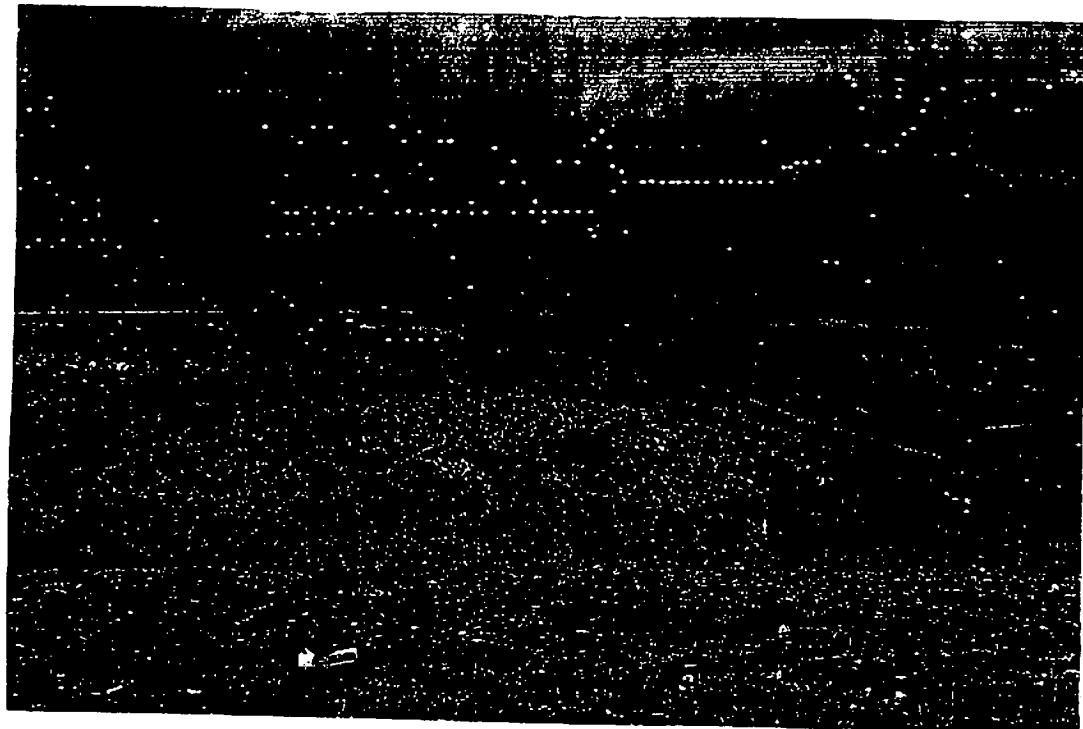


FIG. 2

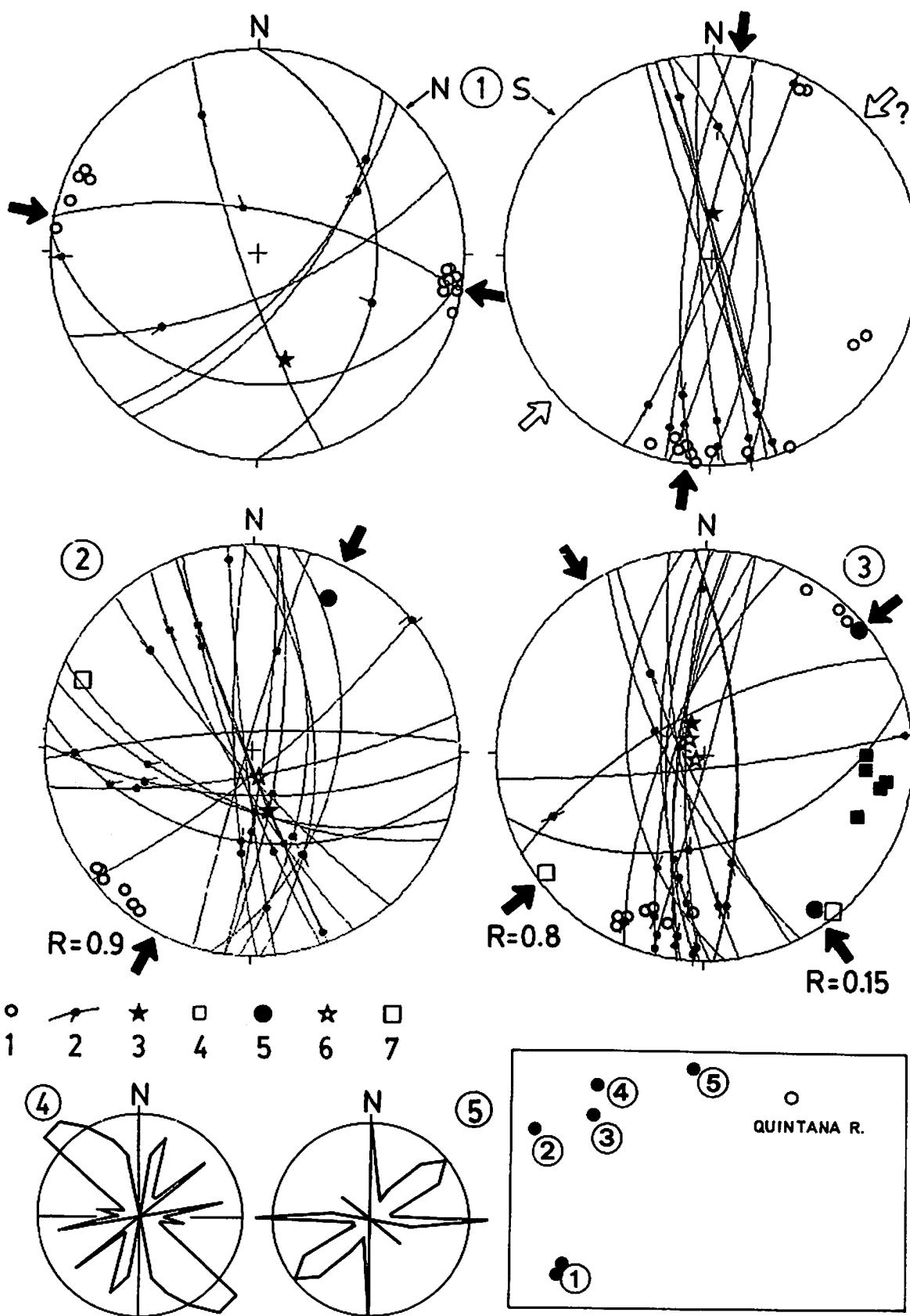


FIG. 3

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 estríados. Los documentos que se incluyen, para cada estación, son los siguientes:

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

(2) 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 estriás teóricas y reales, donde se sitúan todas las fallas de acuerdo con su numeración en el listado inicial.

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

(3) 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 .

ANEXO 1.

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROESTRUCTURAL
EN LA ESTACION 1 (ANDALUZ).

DOMINIO ANDALUZ 1: FLANCO N DEL ANTICLINAL.
DOMINIO ANDALUZ 2: FLANCO S DEL ANTICLINAL.



Centro de Cálculo de la Universidad de Zaragoza



ANDALUZ1

100	66
37	62
42	66
95	25
66	0
95	30
161	80
450	25
0	0

N M E M S S

78	23
0	34
70	7
18	32
32	7

M N S N M

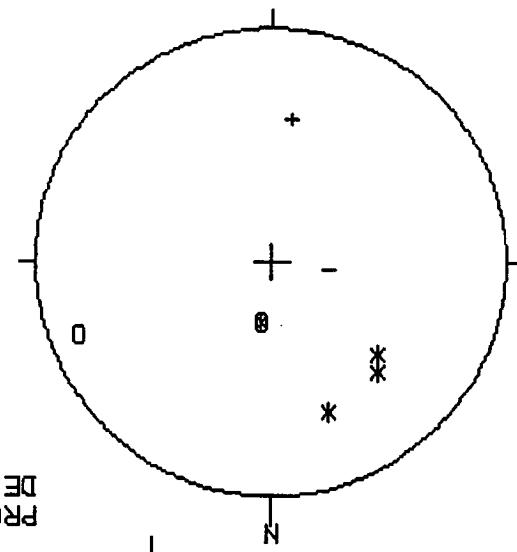
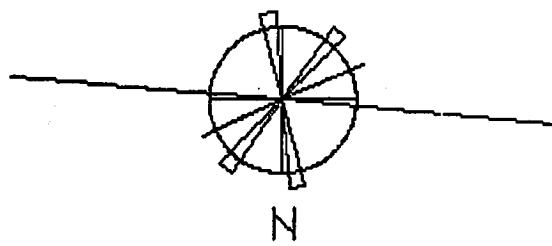
0 0 0 0 0 0 0

N D D I S D S

101	101
102	102
103	103
105	105
104	104
106	106
107	107
108	108
0	0

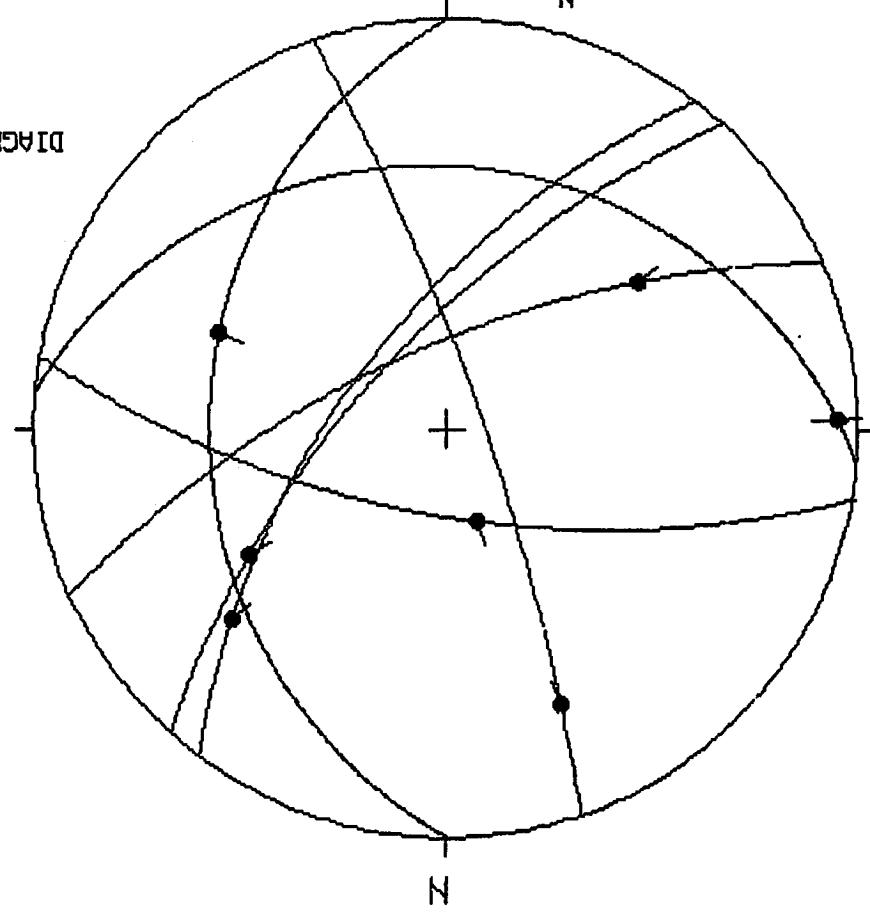


*POLLOS DE FARRAS DEXTRALES
+POLLOS DE FARRAS INVERSAES
+POLLOS DE FARRAS NORRALES
-POLLOS DE FARRAS SINISTRALES
RADIO DE LA CIRCONFERENCIA=10k



PROYECCION
DE POLLOS

DIGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS
DE DIRECCIONES DE FARRA



HOJA N.º: 378
COORDENADAS UTM:
30TUL158974
SO: 075/45N
EDAD/FACIES CRETÁ
NUMERO DE DATOS:8

ESTACION: ANDALUZ

Geología Estructural
Univ. de Zaragoza

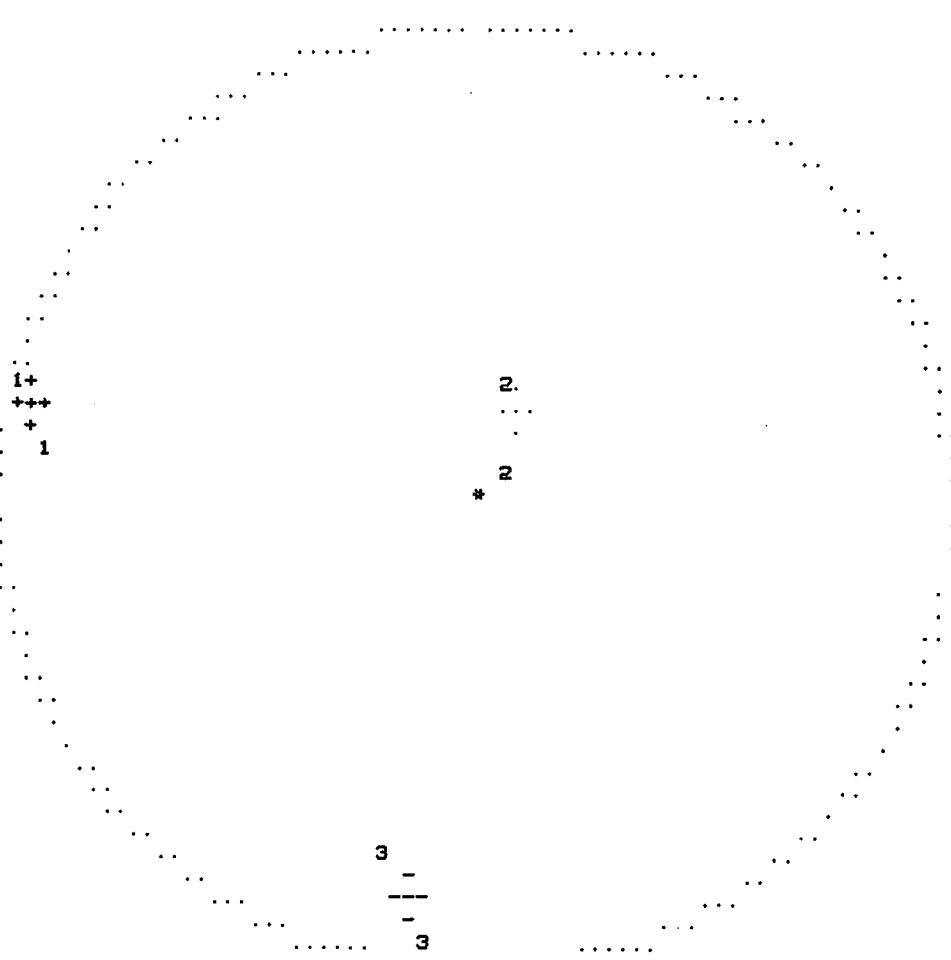
ANDALUZ1

RESULTADO DEL METODO DE ETGHECOPAR.

GAMME	NBRE	INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME
1	0. 0 0. 1	4
2	0. 1 0. 2	5
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	7
8	0. 7 0. 8	7
9	0. 8 0. 9	7
10	0. 9 1. 0	7
11	1. 0 1. 2	7
12	1. 2 1. 4	7
13	1. 4 1. 6	7
14	1. 6 1. 8	7
15	1. 8 2. 0	7
16	2. 0 2. 2	7
17	2. 2 2. 4	7
18	2. 4 2. 6	7
19	2. 6 2. 8	7
20	2. 8 3. 0	7
21	3. 0 3. 2	8
		108

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

ANDALUZ1



*****FIN FINALE

ECART MOYEN EN DEGRES 11.33719

COMP NO 1	ERR SUR DIREC	3.2	ERR SUR PEND	8.5
COMP NO 2	ERR SUR DIREC	44.1	ERR SUR PEND	17.2
COMP NO 3	ERR SUR DIREC	2.0	ERR SUR PEND	21.1

ERREUR SUR R 0.19E+00

ANDALUZI

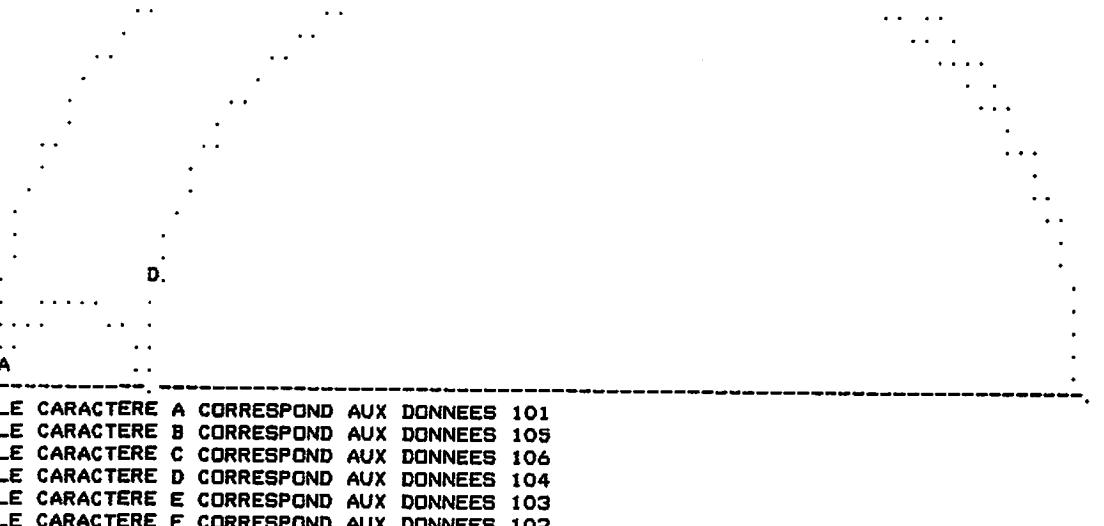
NO TENSEUR EN X Y Z DANS LES AXES PRINCIPAUX *****

SIGMA(1)= 0.62021	DIRECTION 281.6	PENDAGE 4.3
SIGMA(2)= -0.24042	DIRECTION 26.0	PENDAGE 73.3
SIGMA(3)= -0.37979	DIRECTION 190.3	PENDAGE 16.1

RAPPORT R = 0.14

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.0782 POUR LES 6 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR L ET A 10.2441 POUR L'ENSEMBLE DU PAGUET

REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR

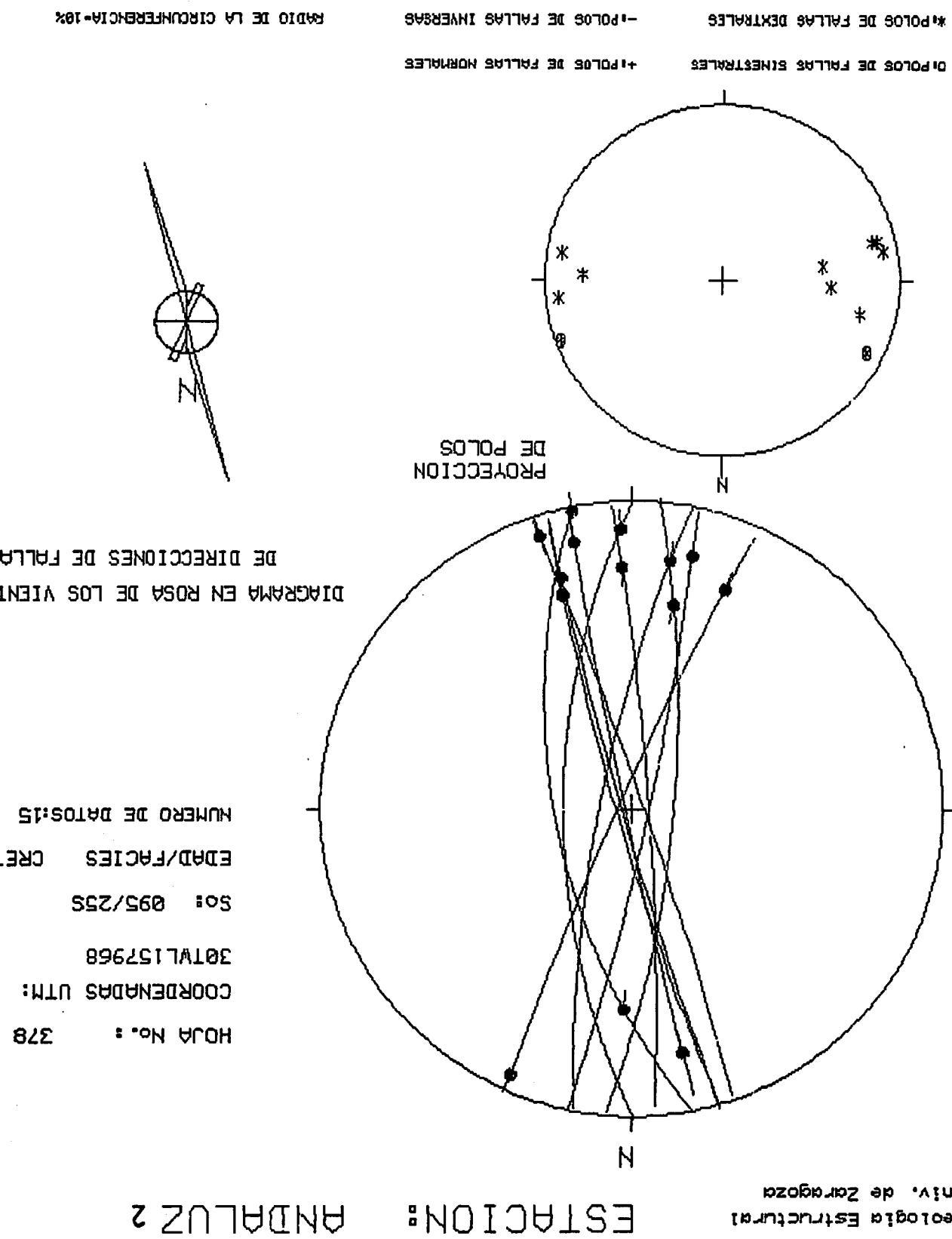


LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES 101
 LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES 105
 LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES 106
 LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES 104
 LE CARACTERE E CORRESPOND AUX DONNEES 103
 LE CARACTERE F CORRESPOND AUX DONNEES 102

***** FIN DE L ETAPR NO 3

***** DEBUT DE L ETAPE NO 4

0.427945E+01 0.732900E+02 0.161216E+02 0.281552E+03 0.259862E+02 0.190313E+03



ANEXO 2.

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROESTRUCTURAL
EN LA ESTACION 2 (RIOSECO).

RIOSECO

16	87	W	37	N	S	S	101
150	77	W	20	N	D	I	102
150	77	W	40	S	D	D	103
160	80	W	32	S	D	D	104
160	80	W	37	S	D	D	105
50	79	W	0	S	D	S	106
173	86	W	15	S	D	D	107
158	86	W	23	S	D	D	108
138	80	W	21	S	D	D	109
173	86	W	4	S	D	D	110
178	80	W	37	S	D	S	111
87	79	W	9	S	D	S	112
7	75	W	68	S	D	S	113
91	65	W	37	S	D	S	114
99	42	W	88	S	D	S	115
99	42	W	30	S	D	S	116
109	58	W	44	S	D	S	117
7	83	W	47	S	D	D	118
177	56	W	38	S	D	D	119
3	60	W	48	S	D	D	120
79	76	W	30	S	D	D	121
158	87	W	3	S	D	D	122
115	60	W	75	S	D	D	123
11	45	W	47	S	D	D	124
150	77	W	20	S	D	D	125
173	86	W	15	S	D	D	126
99	42	W	0	S	D	D	127
450	0						0

Centro de Cálculo de la Universidad de Zaragoza

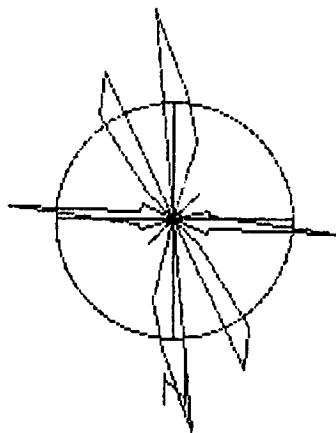




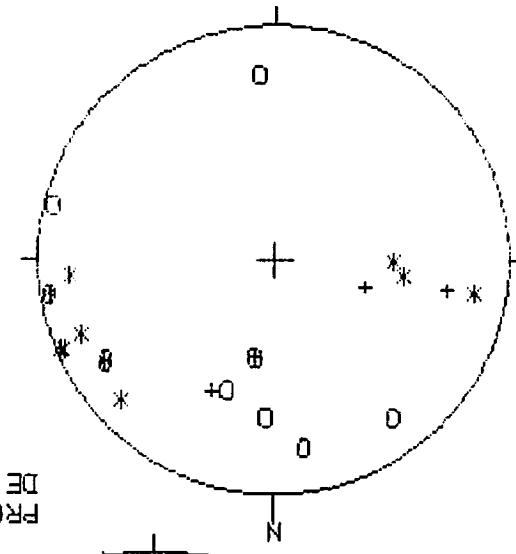
Centro de Cálculo de la Universidad de Zaragoza



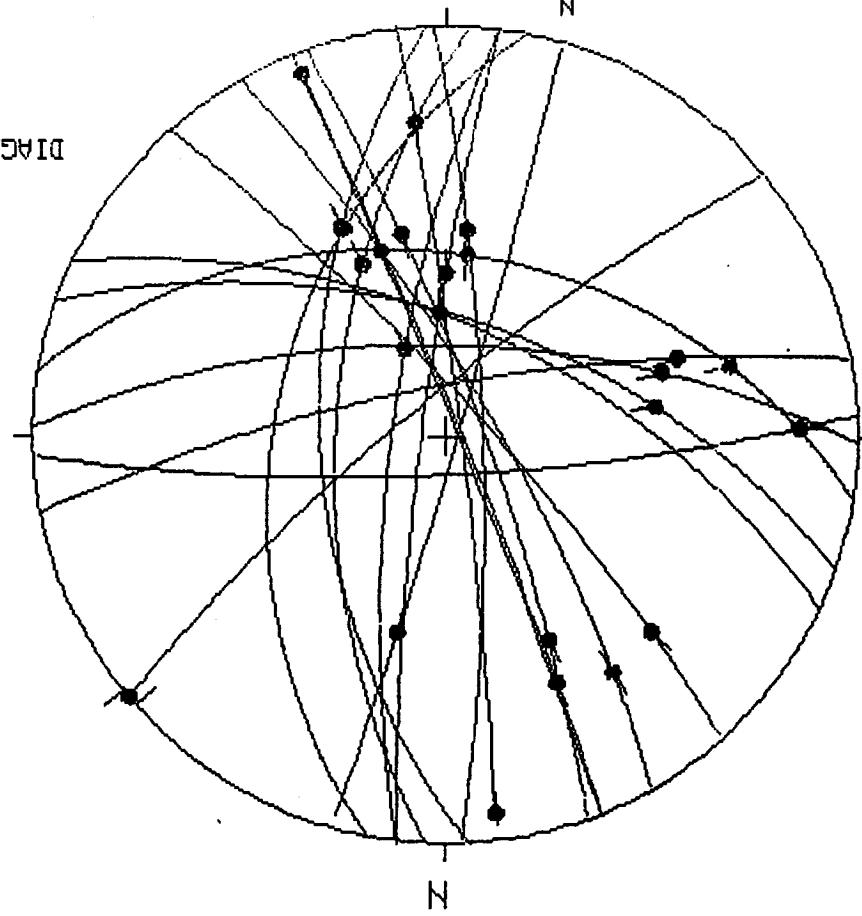
+IPOLOS DE FALLES EXTRALLES
-IPOLOS DE FALLES INVERSAES
+IPOLOS DE FALLES NORMALES
-IPOLOS DE FALLES SINESTRALES
RATIO DE LA CIRCUIMFERENCIA-10x



PROYECCION
DE FALLOS



DIGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS
DE DIRECCIONES DE FALLA



HOJA N.º.: 378
COORDENADAS UTM:
30TWM139070
SO: 075,27 N
EDAD/FACIES CRETÁ
NUMERO DE DATOS:27

ESTACION: RIOSECO

Geología Estrucutural
Univ. de Zaragoza

ECART MOYEN EN DEGRES 3.83009

COMP NO 1	ERR SUR DIREC	13.4	ERR SUR PEND	35.8
COMP NO 2	ERR SUR DIREC	33.6	ERR SUR PEND	33.2
COMP NO 3	ERR SUR DIREC	4.7	ERR SUR PEND	2.9

RESULTADOS DEL
METODO DE ETCHECOPAR.

SOLUCION 1.

ERREUR SUR R 0.79E-01

RIOSECO

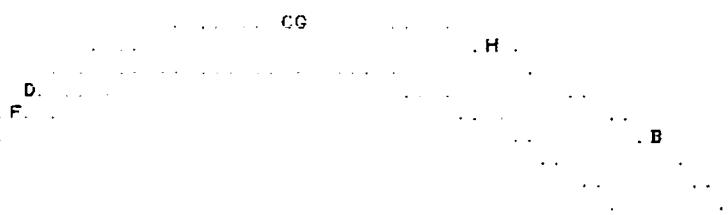
NO TENSEUR EN X Y Z DANS LES AXES PRINCIPAUX *****

SIGMA(1)= 0.36346 DIRECTION 26.1 PENDAGE 28.7
 SIGMA(2)= 0.27309 DIRECTION 180.4 PENDAGE 58.7
 SIGMA(3)= -0.63694 DIRECTION 289.7 PENDAGE 11.4

RAPPORT R = 0.91

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.0179 POUR LES 8 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR LI
 ET A 45. C181 POUR L'ENSEMBLE DU PAQUET

REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR



LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES 112
 LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES 109
 LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES 108
 LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES 106
 LE CARACTERE E CORRESPOND AUX DONNEES 120
 LE CARACTERE F CORRESPOND AUX DONNEES 119
 LE CARACTERE G CORRESPOND AUX DONNEES 104
 LE CARACTERE H CORRESPOND AUX DONNEES 102

***** FIN DE L'ETAPE NO 3

***** DEBUT DE L'ETAPE NO 4

0.287297E+02 0.585824E+02 0.114080E+02 0.260701E+02 0.180351E+03 0.289720E+03

RIOSECO

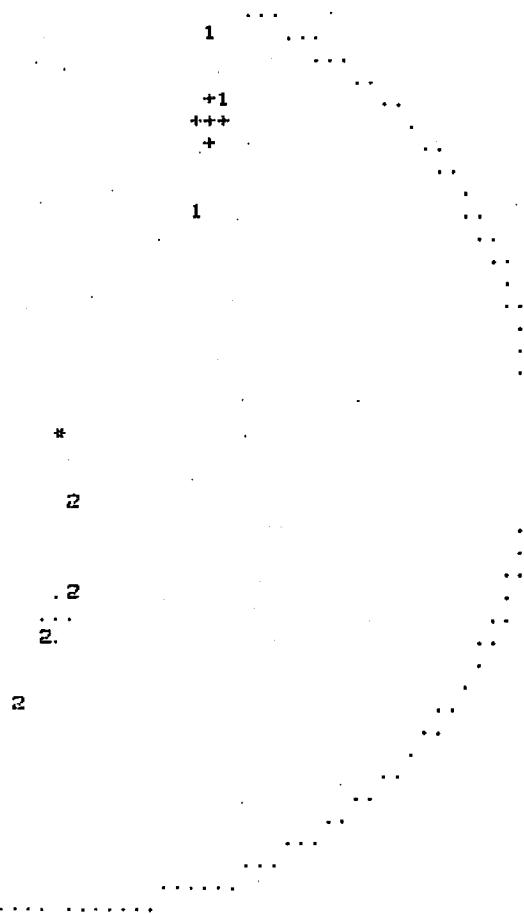
GAMME	NBRE	INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME
1 0. 0 0 1	8	112 109 108 106 120 119 104 102
2 0. 1 0 2	8	
3 0. 2 0 3	8	
4 0. 3 0 4	8	
5 0. 4 0 5	11	122 116 121
6 0. 5 0 6	13	124 117
7 0. 6 0 7	14	114
8 0. 7 0 8	15	107
9 0. 8 0 9	15	
10 0. 9 1 0	16	113
11 1. 0 1 2	19	105 103 118
12 1. 2 1 4	20	111
13 1. 4 1 6	21	127
14 1. 6 1 8	23	123 115
15 1. 8 2 0	23	
16 2. 0 2 2	23	
17 2. 2 2 4	24	126
18 2. 4 2 6	25	101
19 2. 6 2 8	26	110
20 2. 8 3 0	26	
21 3. 0 3 2	27	125

Universidad de Zaragoza

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

RIOSECO

Centro de Cálculo de la Universidad de Zaragoza



*****FIN FINALE

ECART MOYEN EN DEGRES 10.33697

COMP NO 1 ERR SUR DIREC 17.1 ERR SUR PEND 17.4
 COMP NO 2 ERR SUR DIREC 46.6 ERR SUR PEND 11.4
 COMP NO 3 ERR SUR DIREC 4.4 ERR SUR PEND 14.9

SOLUCION 2.

ERREUR SUR R 0.304+00

RIOSECO

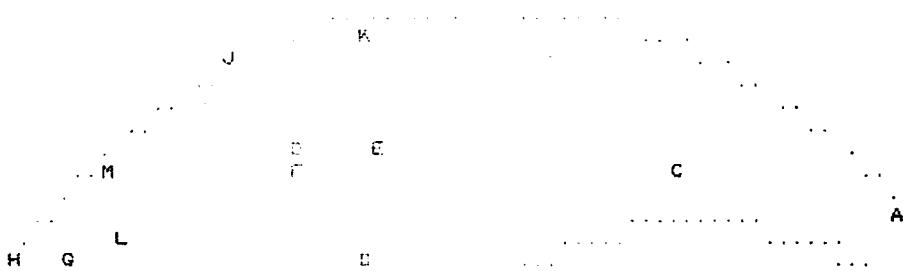
NO TENSEUR EN X Y Z DANS LES AXES PRINCIPAUX *****

$\Sigma\sigma(1) = 0.53276$ DIRECTION 198.4 PENDAGE 19.3
 $\Sigma\sigma(2) = -0.06551$ DIRECTION 329.3 PENDAGE 61.9
 $\Sigma\sigma(3) = -0.46724$ DIRECTION 101.2 PENDAGE 19.6

RAPPORT R = 0.40

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A 0.2926 POUR LES 13 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR LE ET A 44.7608 POUR L'ENSEMBLE DU PAQUET

REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR



LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES 112
 LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES 124
 LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES 121
 LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES 106
 LE CARACTERE E CORRESPOND AUX DONNEES 119
 LE CARACTERE F CORRESPOND AUX DONNEES 120
 LE CARACTERE G CORRESPOND AUX DONNEES 118
 LE CARACTERE H CORRESPOND AUX DONNEES 111
 LE CARACTERE I CORRESPOND AUX DONNEES 127
 LE CARACTERE J CORRESPOND AUX DONNEES 105
 LE CARACTERE K CORRESPOND AUX DONNEES 103
 LE CARACTERE L CORRESPOND AUX DONNEES 113
 LE CARACTERE M CORRESPOND AUX DONNEES 107

***** FIN DE L'ETAPE NO 3

***** DEBUT DE L'ETAPE NO 4

0.192970E+02 0.618759E+02 0.196423E+02 0.198419E+03 0.329345E+03 0.101240E+03

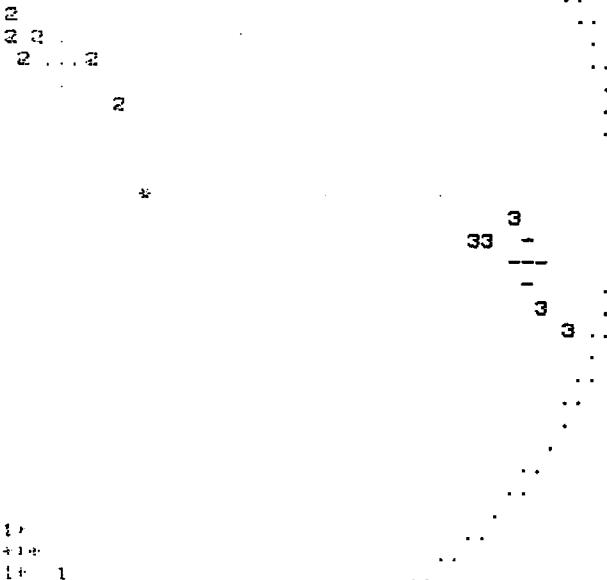
RIOSECO

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

versidad de Zaragoza

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

RIOSECO



Centro de Cálceno de la Universidad de Zaragoza

*****FIN FINALE

ECART MOYEN EN DEGRES 7.48130

SOLUCION 3.

COMP NO 1	ERR SUR DIREC	7.7	ERR SUR PEND	11.8
COMP NO 2	ERR SUR DIREC	44.7	ERR SUR PEND	11.2
COMP NO 3	ERR SUR DIREC	9.6	ERR SUR PEND	19.1

ERREUR SUR R 0.91E-01

RIOSECO

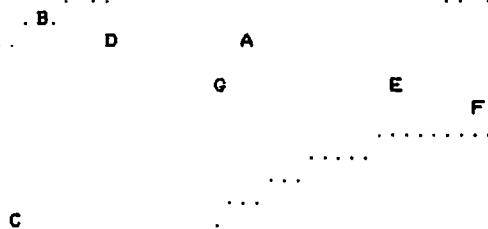
NO TENSEUR EN X Y Z DANS LES AXES PRINCIPAUX *****

SIGMA(1)= 0.56028	DIRECTION 216.9	PENDAGE 21.9
SIGMA(2)= -0.12056	DIRECTION 80.4	PENDAGE 60.8
SIGMA(3)= -0.43972	DIRECTION 314.1	PENDAGE 18.3

RAPPORT R = 0.32

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.0511 POUR LES 7 PREMIERES DONNEES TRIEES PA
ET A 37.4901 POUR L'ENSEMBLE DU PAQUET

REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR



LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES 107
LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES 121
LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES 116
LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES 114
LE CARACTERE E CORRESPOND AUX DONNEES 105
LE CARACTERE F CORRESPOND AUX DONNEES 103
LE CARACTERE Q CORRESPOND AUX DONNEES 117

***** FIN DE L ETAPR NO 3

***** DEBUT DE L ETAPE NO 4

0.219154E+02 0.607865E+02 0.183299E+02 0.216431E+03 0.804419E+02 0.314110E+03

RIOSECO

GAMME	NBRE	INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME
1 0. 0 0. 1	4	107 121 116 114
2 0. 1 0. 2	7	105 103 117
3 0. 2 0. 3	7	
4 0. 3 0. 4	7	
5 0. 4 0. 5	9	122 111
6 0. 5 0. 6	9	
7 0. 6 0. 7	11	124 118
8 0. 7 0. 8	11	
9 0. 8 0. 9	11	
10 0. 9 1. 0	11	
11 1. 0 1. 2	13	113 127
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	14	115
17 2. 2 2. 4	15	123
18 2. 4 2. 6	16	101
19 2. 6 2. 8	16	
20 2. 8 3. 0	17	110
21 3. 0 3. 2	18	126

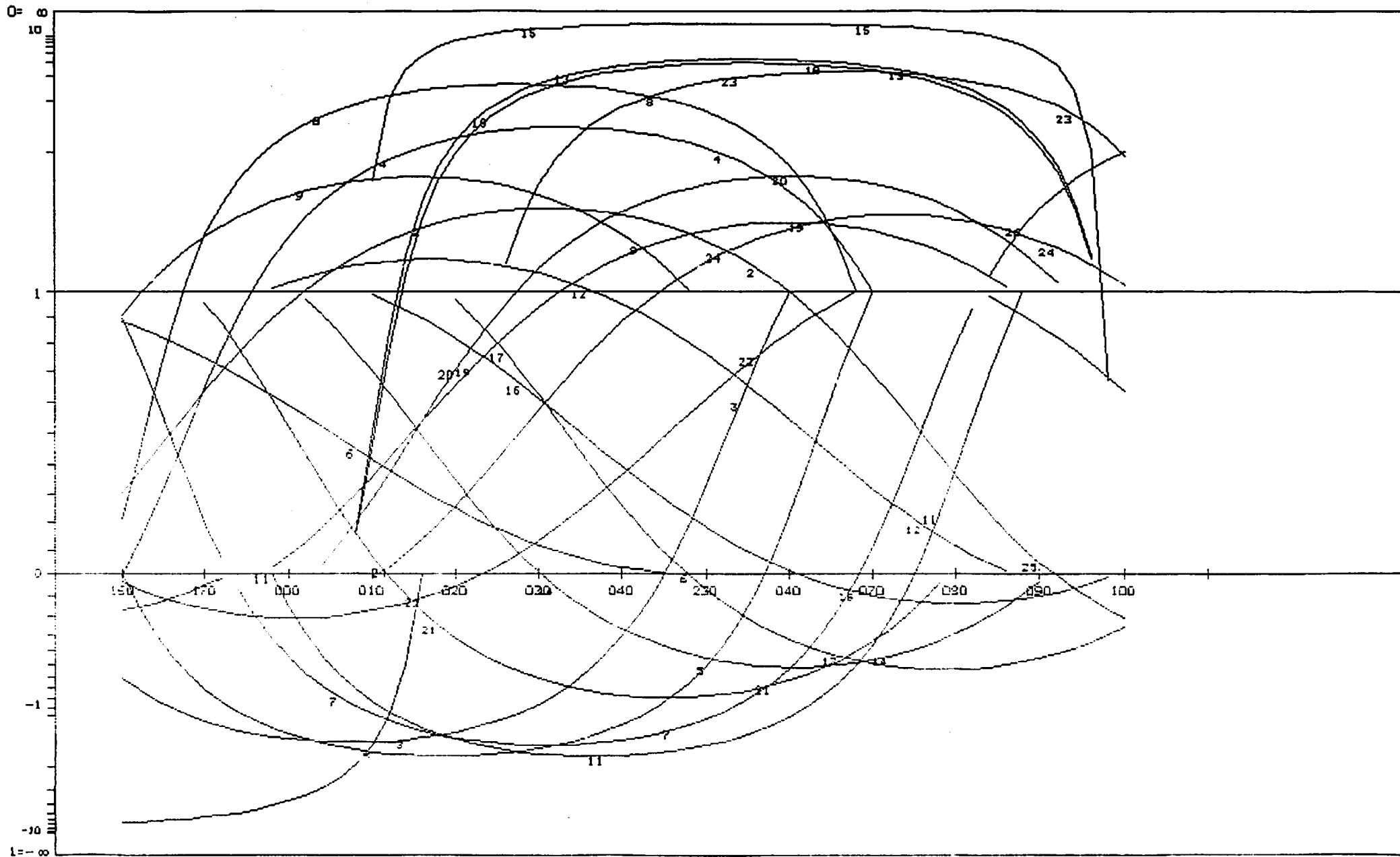
PROJECTION SUR DIAGRAMME DE SCHMITT DES AXES DES TENSEURS CORRESPONDANT A CHAQUE STRIE

RIOSECO

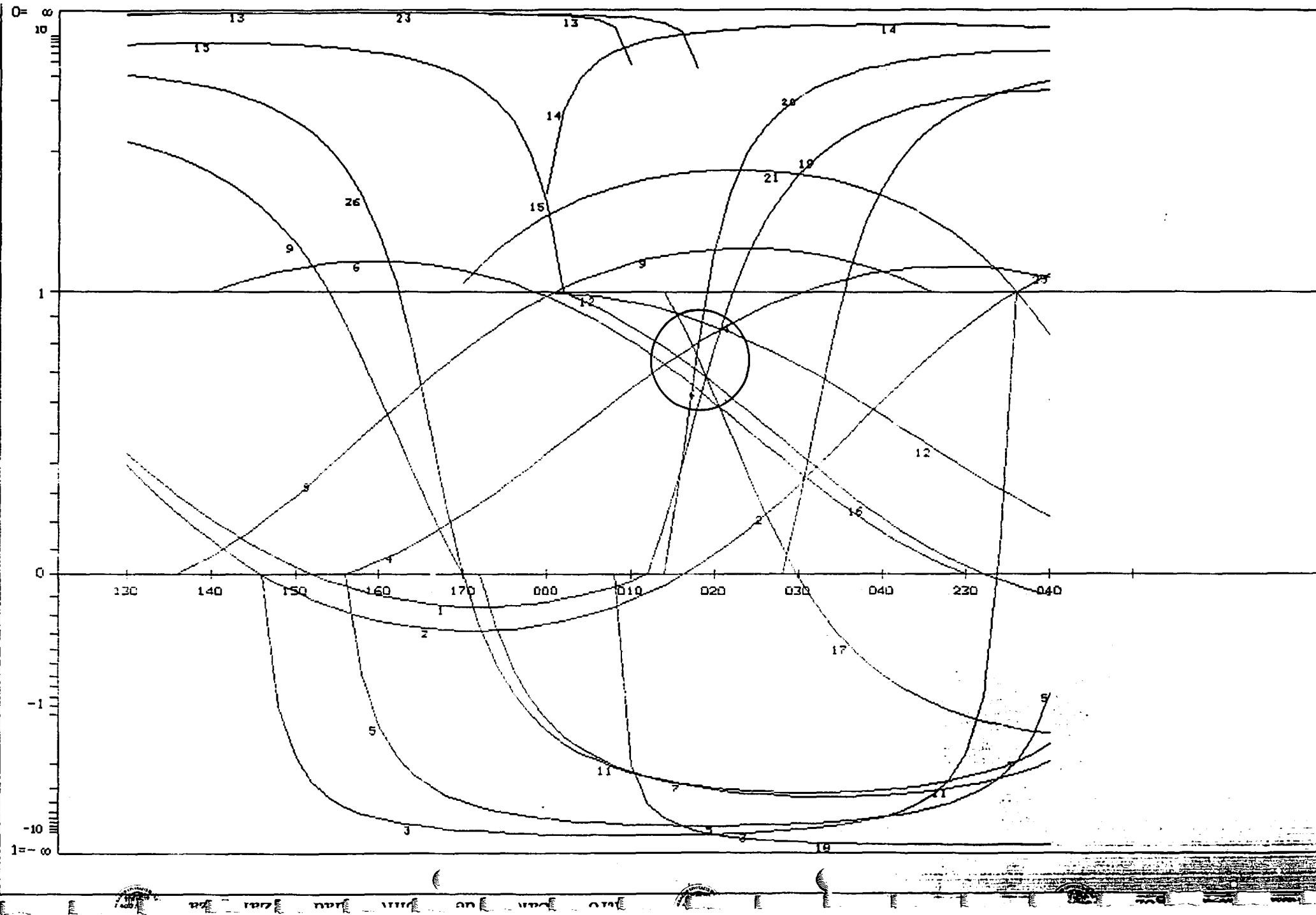
*****FIN FINALE

METODO DE LOS DIAGRAMAS YR

ESTACION: RIOSECO / SIN ABATIR
GEOLOGIA ESTRUCTURAL. Universidad de Zaragoza



ESTACIÓN: RIOSECO / PLANO ABAT. 075/27N
GEOLOGÍA ESTRUCTURAL. Universidad de Zaragoza



ANEXO 3.

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROESTRUCTURAL
EN LA ESTACION 3. (LA MUELA).



Centro de Cálculo de la Universidad de Zaragoza

A. MUELA	22	69
	2	70
	6	76
	1	80
	1	80
	7	77
	170	77
	178	67
	178	67
	178	67
	178	67
	13	74
	13	74
	174	50
	155	80
	155	80
	152	72
	61	66
	177	73
	14	88
	72	43
	83	83
	2	70
	170	77
	61	64
	14	88
	83	83
O	450	0

7	2	2	7	12	4	4	18	38	30	20	12	2	39	40	80	66	15	35	6	18	70	2	2	18	15	16	6	2	0
---	---	---	---	----	---	---	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	---	----	----	---	---	----	----	----	---	---	---

မရှိဖော်ပြန်စတင်စွဲအကျဉ်းချုပ်မှု

ଶବ୍ଦାଳୁରେ କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା

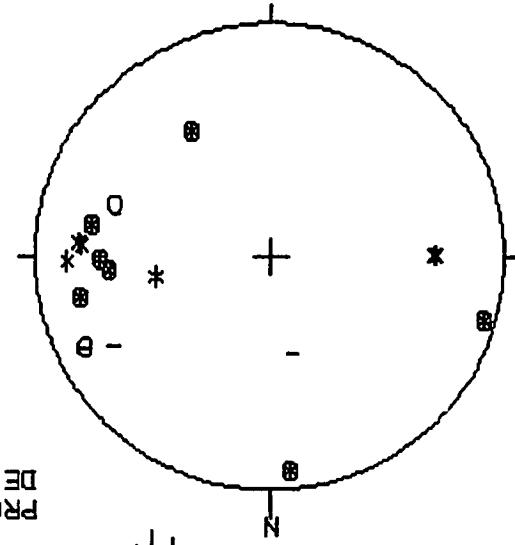
101	101
102	102
103	103
104	104
105	105
106	106
107	107
108	108
109	109
110	110
111	111
112	112
113	113
114	114
115	115
116	116
117	117
118	118
119	119
120	120
121	121
122	122
123	123
124	124
125	125
126	126
127	127
0	



Centro de Cálculo de la Universidad de Zaragoza

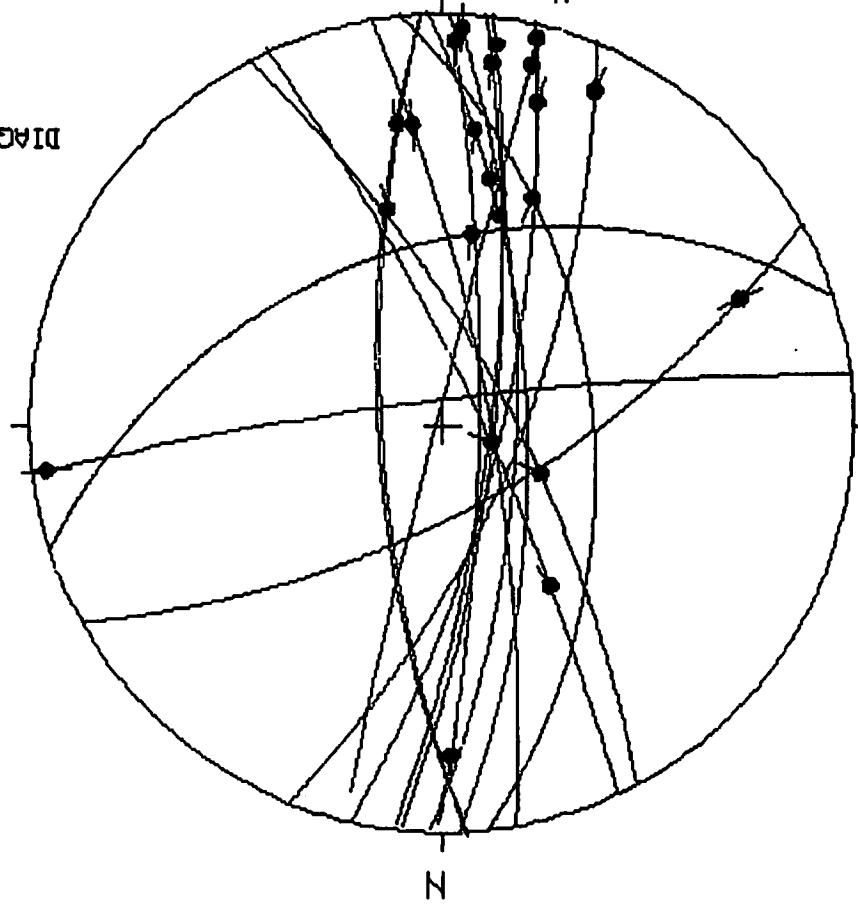


*POLOS DE FALLES DEXTRALES
RADIO DE LAS FALLES INVERSAES
+POLOS DE FALLES NORRALES
-POLOS DE FALLES SINISTRALES



PROYECCION
DE POLOS

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS
DE DIRECCIONES DE FALLA



SO: 065/17S
30TVM182088
COORDENADAS UTM:
HOJA N°.: 379
EDAD/FACIES CRETÁ
NUMERO DE DATOS: 27

ESTACION: LA MUELA

Geología Estrutural
Univ. de Zaragoza

ECART MOYEN EN DEGRES 4. 23791

RESULTADOS DEL
METODO DE ETCHECOPAR.

SOLUCION 1.

COMP NO 1	ERR SUR DIREC	5.3	ERR SUR PEND	8.3
COMP NO 2	ERR SUR DIREC	19.8	ERR SUR PEND	8.2
COMP NO 3	ERR SUR DIREC	4.7	ERR SUR PEND	4.5

ERREUR SUR R 0.12E+00

LA_MUELA

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

SIGMA(1)= 0.39770	DIRECTION 143.0	PENDAGE 11.8
SIGMA(2)= 0.20459	DIRECTION 329.1	PENDAGE 78.1
SIGMA(3)= -0.60230	DIRECTION 233.2	PENDAGE 1.2

RAPPORT R = 0.81

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.0164 POUR LES 7 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR LE
ET A 134.7136 POUR L'ENSEMBLE DU PAGUET

REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR

..... Q E.C.

F.

B.

D..

A.

LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES 129
LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES 122
LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES 111
LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES 101
LE CARACTERE E CORRESPOND AUX DONNEES 126
LE CARACTERE F CORRESPOND AUX DONNEES 124
LE CARACTERE G CORRESPOND AUX DONNEES 109

***** FIN DE L ETAPR NO 3

***** DEBUT DE L ETAPE NO 4

0.118422E+02 0.780906E+02 0.124573E+01 0.142970E+03 0.329149E+03 0.233231E+03

LA_MUELA

Universidad de Zaragoza

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

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

LA_MUELA

Centro de Cálculo de la Universidad de Zaragoza

11+
+++
+1

*****FIN FINALE



Ecart moyen en degrés 8 13130

SOLUCION 2.

COMP NO 1	ERR SUR DIREC	11.8	ERR SUR PEND	10.8
COMP NO 2	ERR SUR DIREC	629.0	ERR SUR PEND	15.7
COMP NO 3	ERR SUR DIREC	13.5	ERR SUR PEND	43.1

ERREUR SUR R 0.24E+00

LA_MUELA

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

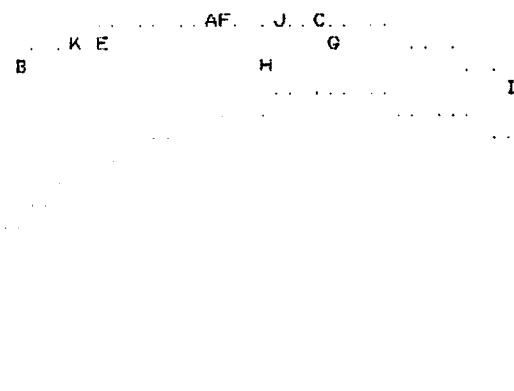
SIGMA(1)= 0.61312	DIRECTION	50.3	PENDAGE	3.8
SIGMA(2)= -0.22623	DIRECTION	240.1	PENDAGE	86.2
SIGMA(3)= -0.38688	DIRECTION	140.3	PENDAGE	0.6

RAPPORT R = 0.16

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.1610 POUR LES 12 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR LE
ET A 91.8091 POUR L'ENSEMBLE DU PAQUET

ugozu

REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR



Centro de Cálculo de la Universidad de Zaragoza

LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES 106
LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES 127
LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES 105 104
LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES 117
LE CARACTERE E CORRESPOND AUX DONNEES 112
LE CARACTERE F CORRESPOND AUX DONNEES 103
LE CARACTERE G CORRESPOND AUX DONNEES 110
LE CARACTERE H CORRESPOND AUX DONNEES 113
LE CARACTERE I CORRESPOND AUX DONNEES 107
LE CARACTERE J CORRESPOND AUX DONNEES 102
LE CARACTERE K CORRESPOND AUX DONNEES 119

***** FIN DE L'ETAPE NO 3

***** DEBUT DE L'ETAPE NO 4

0.377156E+01 0.861733E+02 0.646416E+00 0.503063E+02 0.240060E+03 0.140349E+03



LA_MUELA

Universidad de Zaragoza

GAMME	NBRE	INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME
1 0. 0 0. 1	8	106 127 105 117 112 103 110 113
2 0. 1 0. 2	11	107 102 119
3 0. 2 0. 3	12	104
4 0. 3 0. 4	12	
5 0. 4 0. 5	12	
6 0. 5 0. 6	12	
7 0. 6 0. 7	13	120
8 0. 7 0. 8	13	
9 0. 8 0. 9	13	
10 0. 9 1. 0	14	118
11 1. 0 1. 2	14	
12 1. 2 1. 4	16	116 121
13 1. 4 1. 6	17	115
14 1. 6 1. 8	17	
15 1. 8 2. 0	17	
16 2. 0 2. 2	18	114
17 2. 2 2. 4	18	
18 2. 4 2. 6	18	
19 2. 6 2. 8	19	108
20 2. 8 3. 0	23	109 126 123 111
21 3. 0 3. 2	27	101 124 125 122

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

LA_MUELA

Centro de Cálculo de la Universidad de Zaragoza



*****FIN FINALE

MÉTODO DE LOS DIAGRAMAS

ESTACIÓN: LA MUELA / PLANO ARAT. 065/175
GEOLOGÍA ESTRUCTURAL. Universidad de Zaragoza

