



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

**MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA**  
**Escala 1:50.000**

**DOCUMENTACION COMPLEMENTARIA**

**Informe tectónico**

Hoja nº 585 (22-23)  
ALMONACID DE ZORITA

**E.N. ADARO**  
**Autor: I. Gil Peña**

**Junio, 1991**



## 1.- INTRODUCCION

Desde el punto de vista geológico la hoja de Almonacid de Zorita queda enmarcada en la zona más occidental de la Cordillera Ibérica, estando atravesada en dirección N-S por la Sierra de Altomira que separa la Depresión Intermedia, al E, de la Cuenca del Tajo, al O.

La disposición oblicua de la Cordillera Ibérica dentro de la subplaca Ibérica unido a su posición entre dos márgenes activos (borde pirenaico y borde bético) condiciona una compleja historia tectónica para todo el ámbito de la cordillera.

Su estructura viene marcada por la zonación tectónica de los materiales implicados. Se pueden diferenciar dos niveles estructurales: el zócalo paleozoico compartimentado en bloques por fallas tardihercínicas, con un tegumento de Trías inferior adosado y la cobertera que comprende todas las unidades desde el Lías hasta el Terciario y que está muy adelgazada en el ámbito de Altomira. Entre estos dos niveles se sitúan los materiales plásticos del Trías que actúan como nivel de despegue. El papel jugado por el zócalo paleozoico en las deformaciones de la cobertera es difícil de precisar ya que la información sísmica en las grandes zonas anticlinales es deficiente (QUEROL, 1989). Sin embargo la orientación y geometría de la Sierra de Altomira hace pensar en un importante control de las deformaciones por el juego de accidentes de zócalo (RITCHER y TEICHMULLER, 1944, RIBA y RIOS, 1960-62;

SANCHEZ SORIA y PIGNATELLI, 1967; CAPOTE y CARRO, 1968; MELLENDEZ, 1969).

## 2.- DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

En el ámbito de la hoja se puede diferenciar tres dominios con características estratigráficas, sedimentológicas, y estructurales propias.

- Sierra de Altomira: Alineación mesozoica de orientación N-S que separa la Cuenca del Tajo de la Depresión Intermedia.
- Fosa del Tajo: Representada por los depósitos del Mioceno superior que colmatan la cuenca y que aparecen afectados por los últimos movimientos compresivos.
- Depresión Intermedia: Cuenca terciaria que ocupa el sinclinal entre la Sierra de Altomira y la Serranía de Cuenca.

### 2.1.- DOMINIO DE ALTOMIRA

La Sierra de Altomira constituye el límite occidental de la Cordillera Ibérica, presentando una orientación N-S que es anómala respecto a las directrices generales del resto de la cadena y que posiblemente esté condicionada por la orientación de accidentes de zócalo. Hacia el S la alineación de la Sierra se abre en abanico apareciendo estructuras de dirección NNO.

Al N de la hoja la estructura de este dominio se caracteriza por una sucesión de apretados anticlinales y sinclinales de dirección N-S con flancos verticalizados que hacia la zona occidental de la Sierra se hacen progresivamente más vergentes al oeste. En ocasiones el flanco occidental se

rompe y cabalga sobre el sinclinal adyacente haciéndolo desaparecer en algunos casos. Los pliegues son de tipo flexural, observándose en los flancos estrías de deslizamiento capa sobre capa. En el interior de las Sierras las unidades aflorantes implicadas en la estructura son las Carniolas del Lías (1) y toda la serie Cretácica, incluyendo las margas y yesos de la formación Villalba de la Sierra (9). Sin embargo, en el flanco oriental de las sierras las unidades paleógena y paleógena-neógena, aparecen en continuidad estructural con la serie cretácica lo que implica que la fase principal de plegamiento tuvo lugar durante el Mioceno inferior.

Hacia el S el acortamiento aumenta, resolviéndose mediante el deslizamiento sobre planos de cabalgamiento. Así, en el frente del relieve denominado Sierra de Altomira las carniolas (1) del flanco oriental de esta sierra cabalgan sobre sí mismas y sobre las arenas de la formación Utrillas sobre este plano de orientación aproximadamente N-S que buza unos  $35^\circ$  hacia el E, existen 3 estriaciones distintas que indican la existencia de, por lo menos otros tantos momentos diferentes de deslizamiento. Una de estas estriaciones indica un fuerte carácter inverso del movimiento sobre el plano de falla ( $84^\circ$  hacia el S de cabeceo de la estría); otra indica un deslizamiento en dirección ( $11^\circ$  S de cabeceo) y la tercera indica un movimiento dextral-inverso ( $35^\circ$  N de cabeceo). De las relaciones de corte entre las estrías se deduce que el primer deslizamiento en el tiempo fue de tipo inverso, no habiéndose encontrado criterios de temporalidad entre los otros dos movimientos. En el diagrama y-R de la fig. 1, las curvas muestran las distintas direcciones del eje d máxima compresión horizontal  $\sigma_y$  compatible con cada una de estas estriaciones en función de la relación R entre los valores de los esfuerzos principales.

METODO DE LOS DIACRAMAS YR

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

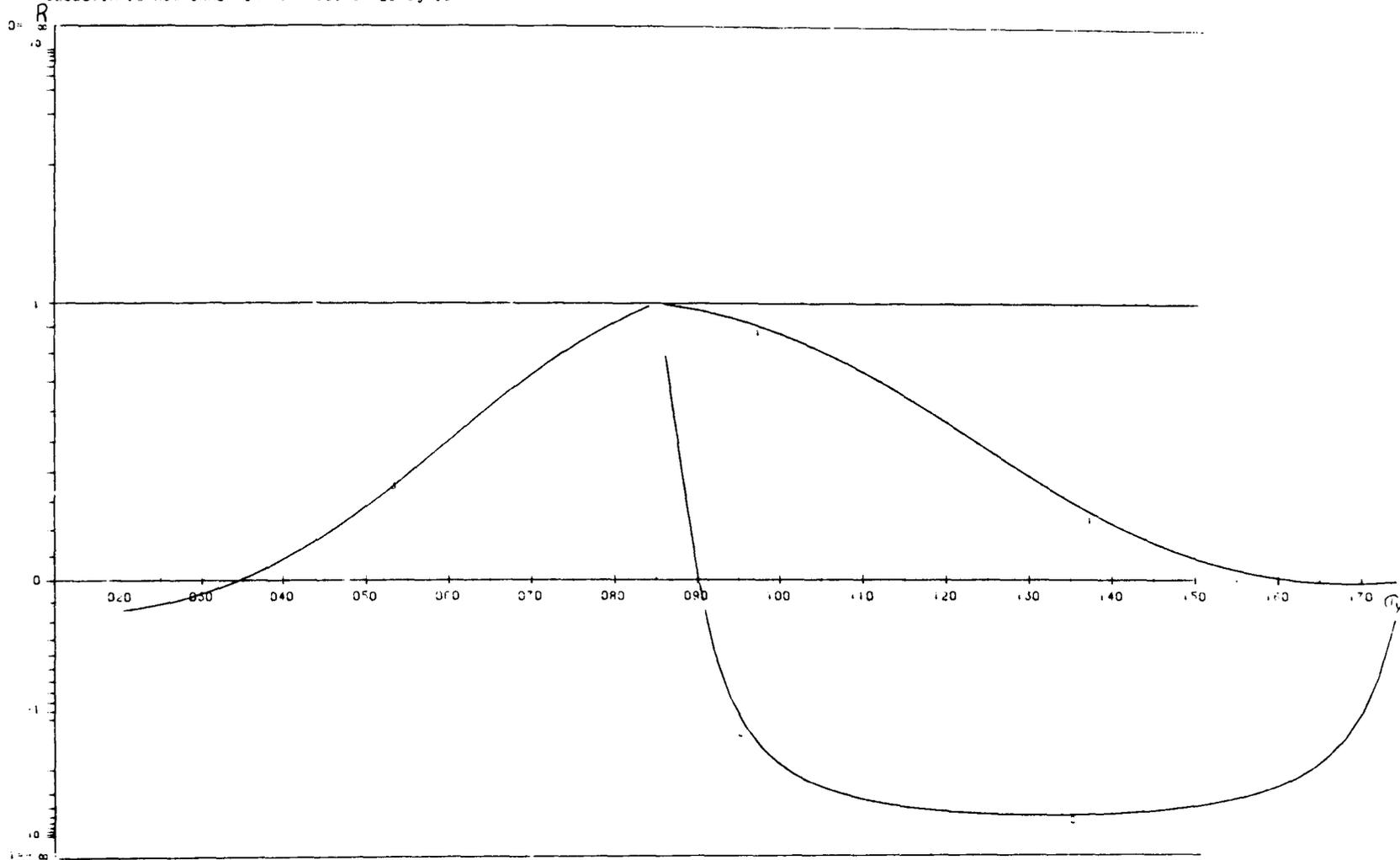


Fig. 1.- Direcciones del eje de máximo esfuerzo horizontal  $\sigma_y$  compatibles con los distintos tipos de movimiento registrados en un plano de cabalgamiento, en función de la relación  $R = (\sigma_2 - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_3)$  entre los valores de los esfuerzos principales. (1) Movimiento sinistral, (2) Movimiento inverso, (3) Movimiento dextral-inverso.

En el borde occidental de la sierra, en todos los casos observables, la serie mesozoica cabalga sobre los yesos y margas de la formación Villalba de la Sierra.

## 2.2.- DOMINIO DE LA FOSA DEL TAJO

Ocupada por la serie continental terciaria, su relleno ha estado fuertemente ligada a la evolución tectónica de la Sierra de Altomira, localizándose los principales períodos de deformación en el Oligoceno-Mioceno inferior (DIAZ MOLINA et al, 1989).

Los depósitos del Mioceno superior, postectónico, respecto al período diastrófico principal presentan deformaciones atribuibles a un régimen tectónico de tipo compresivo (SANCHEZ SORIA y PIGNATELLI, 1967). Así, en el ámbito de esta hoja tanto los conglomerados vallesienses como las calizas turolenses aparecen afectados por pliegues de escala kilométrica con orientación N-S a NNE presentando sus flancos buzamientos en torno a los 30°. Además en las calizas turolenses se han medido microfallas direccionales coherentes con una dirección de compresión ESE.

La deformación en este dominio debe responder a la propagación del cabalgamiento frontal de la Sierra de Altomira hacia la Cuenca del Tajo actuando esta como cuenca de antepaís. Este proceso fue bastante activo hasta el Mioceno medio. Pequeñas reactivaciones locales ligadas a episodios compresivos tardíos serían la causa de las deformaciones observadas en las unidades del Mioceno superior adosadas a la Sierra.

### 2.3.- DOMINIO DE LA DEPRESION INTERMEDIA

Al igual que ocurre en la fosa del Tajo el principal marcador de las etapas de deformación son las numerosas discordancias internas observables en la serie terciaria. Así la discordancia que media entre las unidades paleógena y paleógena-neógena marca el comienzo de la estructuración de la Depresión Intermedia como consecuencia directa del inicio del plegamiento en el dominio de Altomira.

La deformación continuo durante el depósito de la unidad paleógena-neógena quedando evidenciado por la discordancia progresiva que enlaza esta unidad con la anterior en el anticlinal de Carrascosa del Campo (DIAZ MOLINA, 1974).

La primera unidad neógena, discordante sobre la unidad paleógena-neógena, marca ya el atenuamiento del período compresivo principal mostrando en el anticlinal de Pareja, al N de la Sierra de Altomira, una discordancia progresiva. Esta unidad aparece afectada, junto con la unidad paleógena-neógena, por pliegues de amplio radio con orientación submeridiana. El más oriental de estos pliegues, el anticlinal de Hueyte, se hunde hacia el N a la altura de Moncalvillo.

De acuerdo con los datos de sísmica (QUEROL, 1989) las estructuras anticlinales que afectan a las unidades terciarias de la Depresión Intermedia son el reflejo en superficie de cabalgamientos ciegos cuyo nivel de despegue lo constituyen los materiales plásticos del Keuper.

La segunda unidad neógena, discordante sobre la unidad anterior, presenta una estructura subtabular únicamente trastocada en la mitad occidental de la hoja por un laxo sinclinal de dirección N-S que sigue las directrices generales de

las estructuras descritas anteriormente. En la mitad oriental de la hoja esta unidad aparece basculada ligeramente hacia el S.

En la carretera Huete-Garcinarro, en el km. 16, se puede ver como la unidad Paleógena-Neógena está afectada por fallas normales de orientación dominante ENE (ver fig. ). En los Paraleja también existen fallas normales afectando en este caso a la primera unidad neógena. La orientación dominante es E-O.

Estas estructuras son explicables como consecuencia de una variación temporal del valor de la relación de los valores absolutos de los esfuerzos lo que puede provocar un intercambio episódico entre los ejes  $\sigma_1$  y  $\sigma_2$  del elipsoide de esfuerzos.

### 3.- ANALISIS MICROESTRUCTURAL

Se han obtenido medidas de microestructuras frágiles (planos de falla con estrías, algunas diaclasas, juntas estilolíticas y de extensión) en siete estaciones, estando cuatro de ellas situadas en la hoja de Almonacid de Zorita y las tres restantes en la hoja de Huete.

Para el análisis de las poblaciones de fallas se han utilizado tres métodos estadísticos que permiten obtener los estados de paleoesfuerzo compatibles con las mismas: el método geométrico-cinemático de los Diedros Rectos (PEGORADO, 1972) que orienta sobre la complejidad de la población de fallas, y los métodos dinámicos de Etchecopar (ETCHECOPAR et al, 1981; ETCHECOPAR, 1964) y diagrama yR (SIMON GOMEZ, 1984), este último, por su carácter gráfico, proporciona una mejor visualización de las soluciones.

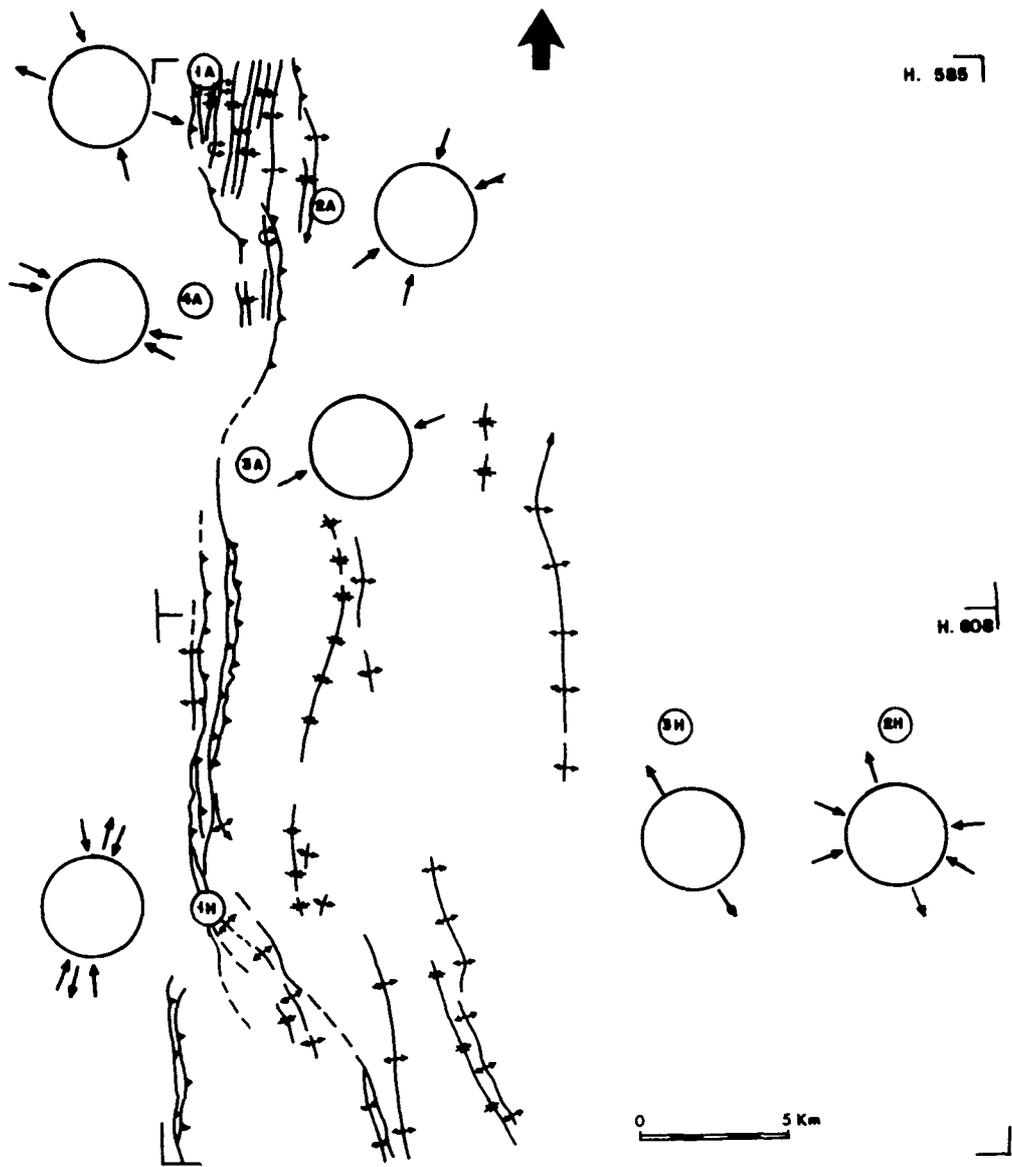


Fig. 2.- Esquema tectónico con la situación de las estaciones de microestructuras y representación de los tensores de esfuerzos obtenidos a partir del análisis de éstas.

En los casos en que la estratificación no se encontraba subhorizontal ha sido necesaria la realización de sucesivos diagramas yR abatiendo la población de fallas según la dirección del plano de estratificación y con distintos buzamientos para llegar a visualizar las distintas soluciones compatibles con la población de fallas.

A continuación se describen las estaciones analizadas, los resultados gráficos del análisis se recogen en la figura 2 y en los anexos.

**Estación: Almonacid de Zorita 1**

#### Situación

Pista que va de la Ermita de San Antón (hoja de Sacedón) a la urbanización de chalets de Albalate de Zorita y próximo al pico Encina de Ventanillos.

Coordenadas UTM. 30TWK941646

#### Litología y estratificación

Núcleo del anticlinal cabalgante de Encina de Ventanillos, brechas del Lias . Estratificación: 175,20 E.

#### Microestructura

Se han medido 29 planos de fallas, presentando 6 de ellos dos estriaciones distintas. Las fallas son generalmente normales o dextrales. Los indicadores cinemáticos principales son escalones de recristalización de calcita.

### Método de los diedros rectos

Se obtiene un máximo distensivo bien definido de dirección 090, subhorizontal. El máximo compresivo es más amplio y de orientación 020 con marcada inmersión al S (uno 50° aproximadamente).

### Método de Etchecopar

El conjunto de las fallas queda explicado con dos soluciones distintas:

- a) El 66% de las fallas es explicado por un régimen distensivo triaxial ( $\sigma_1$  vertical) con  $\sigma_1$  060, 800 /  $\sigma_2$  017,7 N /  $\sigma_3$  108,7 E, siendo  $R = 7,14$ . La posición de los planos en el círculo de Mohr indica que su orientación es favorable al movimiento bajo ese estado de esfuerzos.
- b) El 23% de las fallas es explicado por un régimen de desgarre ( $\sigma_2$  vertical) con  $\sigma_1$  165,8 N /  $\sigma_2$  119,79 E /  $\sigma_3$  0 74,80, siendo  $R = 0,14$ . La orientación de las fallas es favorable para el movimiento bajo ese estado de esfuerzos.

### Método del diagrama y-R

Al abatir la población de fallas según el plano de estratificación (175,20 E) se clasifica un nudo en el campo distensivo que ya se insinuaba en el diagrama sin abatir. La dirección de  $\sigma_3$  deducida a partir de este nudo es 105 con  $R = 3$ .

En el campo del desgarre también "mejora" el nudo en torno a la dirección 165 de  $\sigma_1$  pero hay que notar que la au-

sencia casi total de fallas sinestrales hace que no se tenga un nudo bien definido.

La fracturación en este área es consecuencia de dos regímenes tectónicos distintos: una distensión triaxial con  $\sigma_3$  ESE y una compresión en régimen de desgarre con  $\sigma_1$  en dirección NNO, no quedando claro el orden temporal de actuación de estos regímenes ni su relación en el plegamiento.

**Estación: Almonacid de Zorita 2**

### Situación

En la cantera del molino de Jabalera, junto al río Jabalera.

Coordenadas UTM: 30 TWK180603

### Litología y estratificación

Flanco oriental del anticlinal de Jabalera en las dolomías tableadas del Santoniense. Estratificación: 179,79 E.

### Microestructuras

Se han medido 31 planos de fallas, 4 de ellas con dos estriaciones distintas y 11 juntas de extensión. Los planos de estratificaciones han rejugado como juntas de extensión y/o como fallas direccionales, también se observan algunas fallas que han rejugado posteriormente como juntas de extensión.

## Análisis de fallas

### Método de los diedros rectos

Existen dos máximos compresivos que están poco definidos, uno en dirección NNE con ligera inmersión hacia el N y otro en dirección ENE con inmersión de unos 30° al E. El máximo distensivo se sitúa en dirección E-O aproximadamente, con inmersión al O. De la distribución de máximos parece deducirse que la población es politensional.

### Método de Etchecopar

El conjunto de las fallas queda explicado por dos tensores:

- a) El 17% de las fallas es explicado por un tensor de desgarre ( $\sigma_2$  vertical) con  $\sigma_1$ , 016,15 N /  $\sigma_2$  178,75 S /  $\sigma_3$  105,5 O, siendo  $R = 0,12$ , la orientación de estas fallas es favorable para el movimiento bajo ese régimen de esfuerzos.
- b) El 28% de las fallas es explicado por un tensor con  $\sigma_1$  060,51 E /  $\sigma_2$  148,2 N /  $\sigma_3$  057,39 O, siendo  $R = -0,21$ . La posición de estos planos en el círculo de Mohr indica que su orientación es, en general, favorable al movimiento bajo ese estado de esfuerzos.

### Método del diagrama y-R

Al abatir la población de fallas según un plano de orientación 179,55 E se clasifica un nudo en el campo de desgarre que ya se insinuaba al abatir según el plano de estratificación. La dirección de  $\sigma_1$  obtenida a partir de este nudo

es 020 con  $R = 0,1$  (desgarre muy próximo a compresión uniaxial).

La fracturación en este área es consecuencia de dos regímenes tectónicos distintos: una compresión en régimen de desgarre con  $\sigma_1$  NNE y una compresión próxima a uniaxial con  $\sigma_1$  ENE que actuó posteriormente al inicio del plegamiento en la región.

**Estación: Almonacid de Zorita 3**

### Situación

Carretera Vellisca-Embalse de la Bujeda, en el límite de las provincias de Cuenca-Guadalajara.

Coordenadas UTM: 30TWK154516

### Litologías y estratificación

Flanco oriental del anticlinal cabalgante de la Sierra de los Degollados, en las brechas dolomítica del Santoniense. Estratificación: 172,22 E.

### Microestructuras

Se han medido 20 planos de fallas, presentando una de ellas 2 estrías diferentes.

El movimiento de estas es normalmente de tipo direccional. Los indicadores cinemáticos son principalmente escalones de recristalización.

## Análisis de fallas

### Método de los diedros rectos

Se obtiene un máximo comprensivo en dirección 060-070 con ligera inmersión hacia el E. El máximo distensivo se alarga en dirección 150-160, pudiendo presentar cualquier inmersión, lo cual nos indica que el valor de  $\sigma_2$  y  $\sigma_3$  debe ser muy próximo.

### Método de Etchecopar

El 86% de las fallas es explicado por un régimen de desgarre próximo a la compresión uniaxial ( $\sigma_2$  vertical y con un valor muy próximo a  $\sigma_3$ ) con  $\sigma_1$  069,16 E /  $\sigma_2$  051,74 O /  $\sigma_3$  157 5 N, siendo  $R = 0,06$ . Los ejes  $\sigma_1$  y  $\sigma_3$  están contenidos aproximadamente en el plano de estratificación.

### Método del diagrama y-R

Al abatir la población de fallas según el plano de estratificación (172,22 E) aparece un nudo en el campo de desgarre próximo a compresión uniaxial con  $\sigma_1$  entre 060-080 y R entre 0 y 0,4.

El movimiento de las fallas en este área es consecuencia de un régimen tectónico de desgarre próximo a la compresión uniaxial con  $\sigma_1$  070 que actuó previamente al plegamiento de las capas ya que  $\sigma_1$  y  $\sigma_3$  están contenidos en el plano de estratificación.

**Estación: Almanacid de Zorita 4**

### Situación

En la cantera situada unos 3 km al N del embalse de la Bujeda, junto a la carretera que va a Albalate de Zorita.

Coordenadas UTM: 30TWK138574

### Litología y estratificación

Flanco oriental de un anticlinal que afecta a las calizas del Turolense. Estratificación 004,36E.

### Microestructuras

Se han medido 47 planos de falla, 2 de ellas con 2 estrías distintas, 10 picos estilolíticos y 6 juntas de extensión. Las juntas de extensión definen dirección de máxima extensión 020 aproximadamente mientras que los estilolitos, más dispersos, definen una dirección de compresión entre E-O y NO-SE.

La orientación de los planos de falla es bastante variable aunque se agrupa en 3 familias de orientación NO-SE, NE-SO y NS. Predominan los movimientos de tipo direccional.

### Método de los diedros rectos

Se obtiene un máximo compresivo bien definido, de dirección 110 y con ligera inmersión hacia el E. El máximo distensivo se sitúa en posición subhorizontal con ligera inmersión hacia el S y que se alarga bastante en dirección 020.

### Método de Etchecopar

El conjunto de las fallas queda explicada por dos soluciones bastante próximas entre sí.

- a) El 68% de las fallas es explicado por un régimen de desgarre ( $\sigma_2$  vertical) con  $\sigma_1$  112,30 E /  $\sigma_2$  113,60 O /  $\sigma_3$  022,1S, siendo  $R = 0,14$  los ejes  $\sigma_1$  y  $\sigma_3$  quedan contenidos en el plano de estratificación. La posición de los planos en el círculo de Mohr nos indica que su orientación es favorable para moverse bajo ese estado de esfuerzo.
- b) El 16% de las fallas es explicado por un tensor de desgarre con  $\sigma_1$  122,20 /  $\sigma_2$  048,81 N /  $\sigma_3$  032,9S, siendo  $R = 0,40$ . Las fallas presentan una orientación en general favorable para moverse bajo ese estado de esfuerzos.

### Método de diagrama $\gamma$ -R

En el diagrama sin abatir se observan dos soluciones:

- $\sigma_1$  115 y  $R_0$  próximo a 0 en régimen de compresión uniaxial ( $\sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_x = \sigma_z$ ).
- $\sigma_1$  115 y  $R = 0,4$  en régimen de desgarre ( $\sigma_x = \sigma_z$ ).

Al abatir la población de fallas según el plano de estratificación aparece un único nudo relativamente disperso y con  $\sigma_1$  en dirección 110 y el valor de  $R$  comprendido entre 0 y 0,4.

La fracturación y el resto de las microestructuras en esta localidad son compatibles con una compresión uniaxial ESE que comenzó a actuar previamente al plegamiento y que

continuó con posterioridad a este, aunque con un valor de la relación de esfuerzos R más alto. El plegamiento también es compatible con este mismo régimen tectónico.

**Estación: Huete 1**

### Situación

En la cantera del canal de Riansares, sobre la vía del tren.

Coordenadas UTM 30 TWK144362.

### Litología y estratificación

Flanco occidental de un anticlinal desarrollado en las calizas de Utiel (Santoniense), en el punto en que este se inflexiona orientándose localmente en dirección E-O. Estratificación 096,50\$.

### Microestructuras

Se han medido 23 planos de fallas, habiéndose encontrado en 7 de ellos dos estrías diferentes. Las orientaciones dominantes de los planos son NE y ESE siendo más frecuentes los movimientos de tipo direccional.

### Análisis de fallas

### Método de los diedros rectos

Se obtiene un máximo compresivo bien definido en dirección SSO, con fuerte inmersión hacia el S (unos 50° apro-

ximadamente). El máximo distensivo es menos claro, tomando una orientación entre ENE y ESE.

#### Método de Etchecopar

El conjunto de las fallas es explicado por 3 tensores, siendo dos de ellos muy próximos entre sí.

- a) El 47% de las fallas es explicado por un tensor con los ejes  $\sigma_1$  y  $\sigma_3$  contenidos en el plano de estratificación:  $\sigma_1$  023,53 S,  $\sigma_2$  006,36 N,  $\sigma_3$  102,8 E;  $R = 0,51$ .

La posición de los planos en el círculo de Mohr indica que en general es posible el movimiento de estos bajo este estado de esfuerzos aunque su orientación no es óptima.

- b) El 30% de las fallas es explicado por un tensor con el eje  $\sigma_3$  contenido en el plan de estratificación y con  $\sigma_1$  buzando en el mismo sentido pero menos que la estratificación:  $\sigma_1$  176,33 S,  $\sigma_2$  016,55 N;  $\sigma_3$  093,9 O,  $R = 0,5$ . El movimiento de estas fallas es posible bajo este régimen de esfuerzos aunque su orientación no es óptima.

- c) El 20% de las fallas es explicado por un tensor con el eje  $\sigma_3$  contenido en el plano de estratificación:  $\sigma_1$  162,38 N,  $\sigma_2$  086,16 E;  $\sigma_3$  014,47 S;  $R = 1,92$ . La orientación de las fallas es favorable al movimiento bajo este régimen de esfuerzos.

#### Método del diagrama y-R

Al abatir la población de fallas según el plano de estratificación se clasifica un nudo en el campo del desgarre

con  $\sigma_1$  015 y  $R \approx 0,5$ . En el diagrama sin abatir se encuentra el mismo nudo aproximadamente para  $\sigma_1$  010 y  $R \approx 0,7$ .

La fracturación en esta localidad parece haberse producido en dos etapas distintas: una compresión en régimen de desgarre con el eje  $\sigma_1$  en torno a NNE que actuó previa y durante el plegamiento y una distensión triaxial con  $\sigma_3$  NNE que también actuó previamente al plegamiento. Aunque esta 2ª solución explica un número muy pequeño de fallas se ha tenido en cuenta ya que la población total se compone de relativamente pocas fracturas. En cualquier caso hay que tener cuidado a la hora de interpretar los estados de esfuerzos aquí deducidos en términos de campos de esfuerzos regionales ya que la situación de la estación justo en un punto en el que las macroestructuras giran posiblemente como respuesta a un accidente de zócalo indica que los esfuerzos han podido reorientarse.

**Estación: Huete 2**

#### Situación

Km. 3 de la carretera de Caracenilla a Castillejo del Romeral, en una pequeña cantera.

Coordenadas UTM: 30TWK373418.

#### Litología y estratificación

Calizas lacustres del Aragoniense-Vallesiense suavemente alabeadas. No ha sido posible medir ningún plano de estratificación.

## Microestructuras

Se han medido 27 planos de fallas cuyas orientaciones dominantes son NNE y ENE. En 9 de los planos existen varias estrías de falla distintas (2 ó 3 según los casos). Dominan los movimientos de tipo dextral. Los indicadores cinemáticos son poco abundantes dominando los de tipo estilolítico.

## Análisis de fallas

### Método de los diedros rectos

Se obtiene un máximo compresivo de orientación entre ENE y ESE con ligera inmersión hacia el E. El máximo compresivo está en posición subhorizontal con dirección S-SSO.

### Método de Etchecopar

El conjunto de las fallas queda explicado por tres tensores, dos de ellos relativamente próximos entre sí.

- a) El 27% de las fallas es explicado por un régimen de distensión triaxial ( $\sigma_1$  vertical) con  $\sigma_1$  162,89 N;  $\sigma_2$  073,0 y  $\sigma_3$  163,1 S;  $R = 2,78$ .
- b) El 28% de las fallas es explicado por un régimen de desgarre ( $\sigma_2$  vertical) con  $\sigma_1$  113,3 E;  $\sigma_2$  174,84 N y  $\sigma_3$  023,5 S;  $R = 0,5$ . La posición de los planos en el círculo de Mohr nos indica que su orientación en general es favorable para el movimiento bajo ese estado de esfuerzos.
- c) El 15% de las fallas es explicado por un tensor con los ejes algo inclinados cuya orientación es  $\sigma_1$  079,4 E;  $\sigma_2$  179,69 S y  $\sigma_3$  168,21 N;  $R = 0,33$ .

### Método del diagrama y-R

La máxima acumulación de curvas se da en el campo del desgarre ( $\sigma_x = \sigma_z$ ) para una orientación de  $\sigma_y$  115 y un valor de  $R = 0,5$ . También se insinúa un pequeño nudo en el campo de la distensión ( $\sigma_2 = \sigma_3$ ) para una orientación de  $\sigma_y$  <sup>105</sup> y un valor de  $R \approx 1,5$ .

La fracturación en esta localidad se produjo en varias etapas distintas: una compresión en régimen de desgarre con el eje de máxima compresión situado en dirección ESE y una distensión triaxial con  $\sigma_3$  en dirección 163. No se han encontrado criterios de edad relativa claros entre los distintos estados de esfuerzos.

**Estación: Huete 3**

### Situación

En la carretera de Huete a Verdelpino de Huete.

Coordenadas UTM 30TWK295433

### Litología y estratificación

Medidas en las areniscas de la unidad paleógena-neógena (12). Estratificación : 170, S E.

### Microestructuras

Se han medido 39 diaclasas que se agrupan en torno a una dirección ENE. Estas estructuras son coherentes con un eje de máxima extensión  $\sigma_3$  NNO.

#### 2.4.- INTERPRETACION TECTONICA

Desde el inicio del Mesozoico la región fué sometida en su conjunto a una etapa distensiva que la configuró como un área de sedimentación controlada por los accidentes tardihercínicos. Estos funcionaron con movimiento vertical delimitando zonas de umbrales y surcos, pudiendo invertir su tendencia de una etapa a otra.

Estos movimientos en la vertical producidos durante las fases neokimérica y austrica en el Jurásico y Cretácico son los responsables de la ausencia del Jurásico medio y superior y de parte del Cretácico inferior en la zona estudiada (SANCHEZ SORIA, 1973). Quizá puedan atribuirse a esta tectónica mesozoica las microestructuras de la estación 1, de Almonacid de Zorita, compatibles con un régimen de distensión triaxial con el eje de máxima extensión en dirección ESE que es coincidente con el deducido por ROMAN (1990) para esta misma edad del análisis microestructural en las hojas de Gascueña y Villar de Olalla.

El Cretácico superior se caracteriza por la estabilidad tectónica, no observándose discordancias en la secuencia sedimentaria.

A finales del Cretácico la aparición de los primeros sedimentos continentales marca posiblemente el cambio de régimen generalizándose en la región una tectónica compresiva que es la responsable de la mayor parte de las macro y microestructuras observables en la zona. Este régimen de esfuerzos se extiende a lo largo de todo el Paleógeno y parte del Mioceno, debilitándose hacia el final de este período y siendo finalmente sustituido por un nuevo régimen distensivo.

La edad aproximada de las estructuras vistas en la hoja puede establecerse en virtud de su relación con las unidades que componen la serie terciaria en la zona marginal de la Depresión Intermedia y Cuenca del Tajo. Así, la etapa de estructuración más importante debe coincidir con el depósito de la unidad paleógeno-neógena ya que la unidad paleógena presenta una marcada continuidad estructural con toda la serie cretácica mientras la unidad paleógena-neógena en la hoja de Huete dibuja una discordancia progresiva en relación con el anticlinal de Carrascosa del Campo (DIAZ MOLINA, 1974).

Durante el depósito de la primera unidad neógena la deformación continua en las zonas de la Depresión Intermedia adyacentes a la Sierra de Altomira, acentuándose los pliegues que habían comenzado a formarse en el período anterior y formándose otros nuevos.

En el Mioceno superior un nuevo pulso compresivo provoca el plegamiento de los materiales del Mioceno superior de la Fosa del Tajo y de la Depresión Intermedia.

Los resultados del análisis microestructural coinciden parcialmente con lo indicado por la macroestructura. Así en la estación 3 se deduce una compresión ENE en régimen de desgarre que comenzó a actuar previamente al plegamiento. Este régimen evolucionó hacia una compresión uniaxial (estación 2) que posiblemente es la responsable de la formación de pliegues y cabalgamientos. Los distintos movimientos registrados en el plano de cabalgamiento en la línea de Altomira responden, posiblemente a variaciones temporales en el valor de la relación entre los valores de los esfuerzos principales unido a un pequeño giro de los ejes ya que el movimiento dex-

tral-inverso y el sinistral muestran un rango muy pequeño de compatibilidad dinámica.

La compresión N-S detectada en las estaciones 1 y 2 no tiene ningún reflejo a nivel macroestructural en el ámbito de Altomira aunque en el resto de la Cordillera Ibérica está ampliamente documentada.

La compresión ESE detectada en la estación 4 es compatible con el plegamiento de las unidades del Mioceno superior en la fosa del Tajo. En la hoja de Huete esta compresión ha sido también detectada en la Depresión Intermedia (Estación 2 de Huete).

En resumen, la evolución tectónica del área durante el período orogénico está marcada principalmente por una compresión ENE que actuó aproximadamente desde el Arserniense hasta finales del Ageniense, teniendo probablemente el máximo diastrófico, una edad intra-ageniense. Esta compresión ha sido detectada también por MANERA BASSA (1981) al S de Altomira y se correlaciona con la tercera fase definida por CAPOTE et al (1982) para la rama castellana de la Ibérica, siendo posterior a la que ha sido definida como etapa compresiva principal de la Ibérica (ALVARO, 1975).

La compresión N-S, de escasa importancia en Altomira, hay que situarla en el Mioceno inferior o medio teniendo su correlación en otras muchas áreas de la Ibérica (CAPOTE et al, 1982; SIMON 1984, CASAS, 1990) y en el Sistema Central (CALVO et al, 1991). Para GUIMERA y ALVARO (1990) y GUIMERA (1988) esta es la única dirección de compresión primaria en la Ibérica, respondiendo el resto de las compresiones a desviaciones en las trayectorias de los esfuerzos provocados por los grandes accidentes de zócalo cobertera.

Los últimos movimientos compresivos registrados tienen lugar durante el Mioceno superior correlacionándose con la etapa de instalación de mantos en la Sierra de Cantabria y con etapas de deformación en las Béticas.

Se han encontrado pocos datos en esta hoja de movimientos tectónicos neógenos de tipo distensivo aunque estos están bien documentados a escala regional. Únicamente pueden considerarse aquí las fallas normales a escala de afloramiento que afectan a la unidad paleógeno-neógena y primera unidad neógena. La orientación de estas fallas coincide aproximadamente con la orientación dominante de la diaclasa de la estación 3 de Huete resultando perpendicular al eje  $\sigma_3$  deducido del análisis de microfallas en la estación 2 de Huete. En esta última estación parte de las fallas resultan compatibles con un régimen de distensión triaxial con  $\sigma_1$  según NNO. Este régimen de esfuerzos se instaló con posterioridad a las etapas compresivas principales de Altomira, probablemente durante el Mioceno medio o superior. El tránsito de la compresión a la distensión debió producirse de forma gradual mediante el intercambio de los ejes  $\sigma_1$  y  $\sigma_2$  del elipsoide, fenómeno que parece ser la tónica común en todo el cuadrante NE de la Península (SIMON, 1984, 1986; GUIMERA, 1984; GRACIA y SIMON, 1986).

## ANEXO DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE FALLAS

En este anexo 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 son los siguientes:

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

(2) Estereograma con el resultado del método de los Diedros Rectos (proyección de Schmidt, hemisferio inferior). Las isolíneas unen las direcciones del espacio para las cuales el porcentaje de fallas compatibles con extensión en esa dirección es el mismo.

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

a) Resultados numéricos de la orientación de los ejes y la relación de esfuerzos  $R = (\sigma_2 - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_3)$  del ángulo medio de dispersión entre estrías teóricas y reales para la solución hallada. Llamando  $R$  a la relación de esfuerzos que se emplea en la ecuación de Bott y en el diagrama Y-R, y  $R_0$  a la utilizada por el método de Etchecopar, la relación existente entre ellas es la siguiente:

- Si  $\sigma_2 = \sigma_1$  (régimen de distensión):  $R = 1/R_0$
- Si  $\sigma_2 = \sigma_2$  (régimen compresivo de desgarre):  $R = R_0$
- Si  $\sigma_2 = \sigma_3$  (régimen de compresión triaxial):  $R = R_0 / (R_0 - 1)$

b) Representación de Mohr de los planos de falla en relación a los ejes de esfuerzos obtenidos.

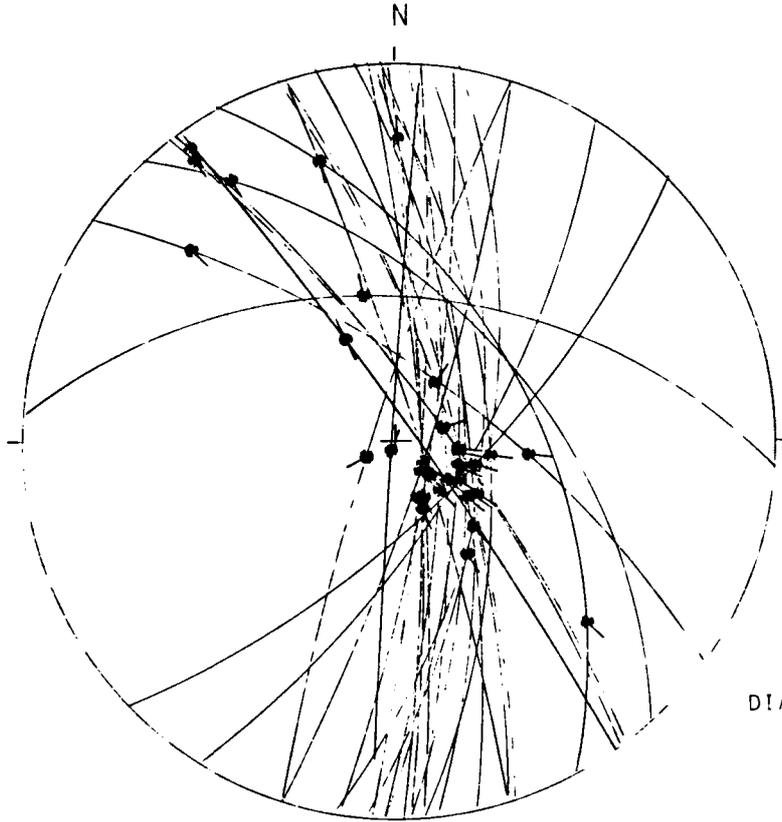
c) Histograma de desviaciones angulares (en radianes) entre estrías teóricas y reales.

d) Representación estereográfica equireal de los ejes de esfuerzo.

(4) 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 BOTT (1959):

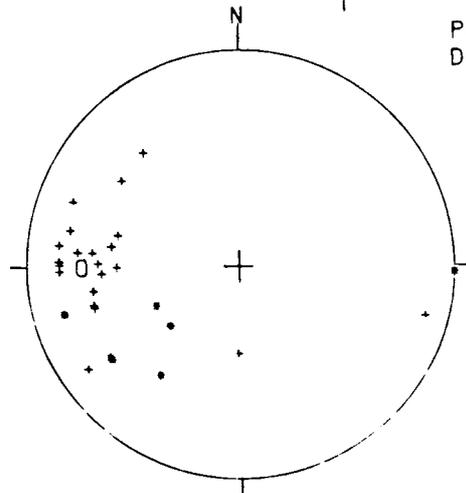
$$\operatorname{tg}\phi = (n/lm) [m^2 - (1-n^2)(\sigma_z - \sigma_x) / (\sigma_y - \sigma_x)]$$

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

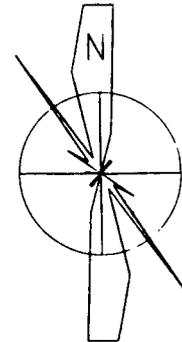


HOJA No.: 585  
COORDENADAS UTM:  
30TWK141646  
S<sub>0</sub>: 175/20E.  
EDAD/FACIES CRET?  
NUMERO DE DATOS:37

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS  
DE DIRECCIONES DE FALLA



PROYECCION  
DE POLOS

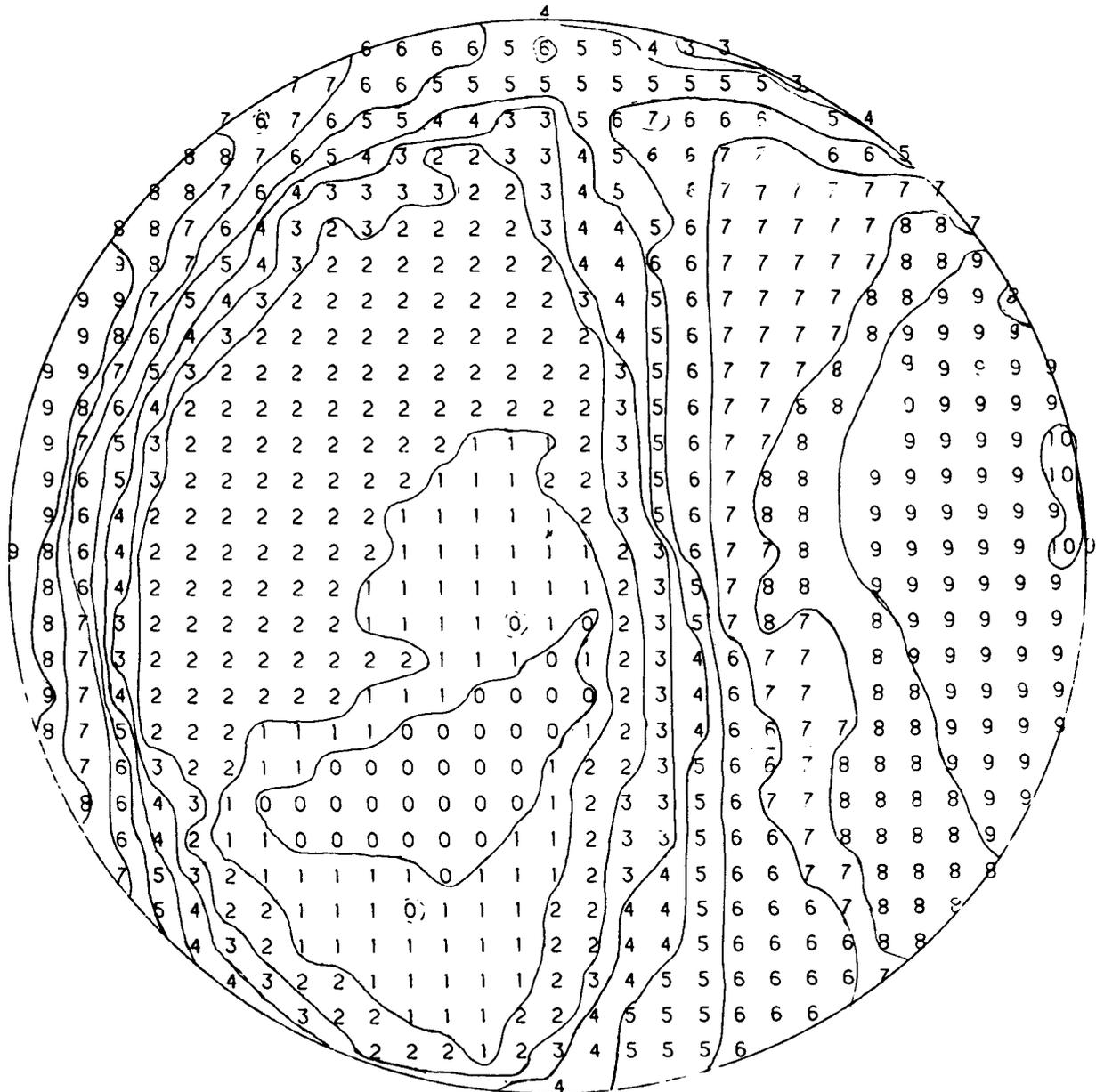


o: POLOS DE FALLAS SINISTRALES      +: POLOS DE FALLAS NORMALES  
•: POLOS DE FALLAS DEXTRALES      -: POLOS DE FALLAS INVERSAS

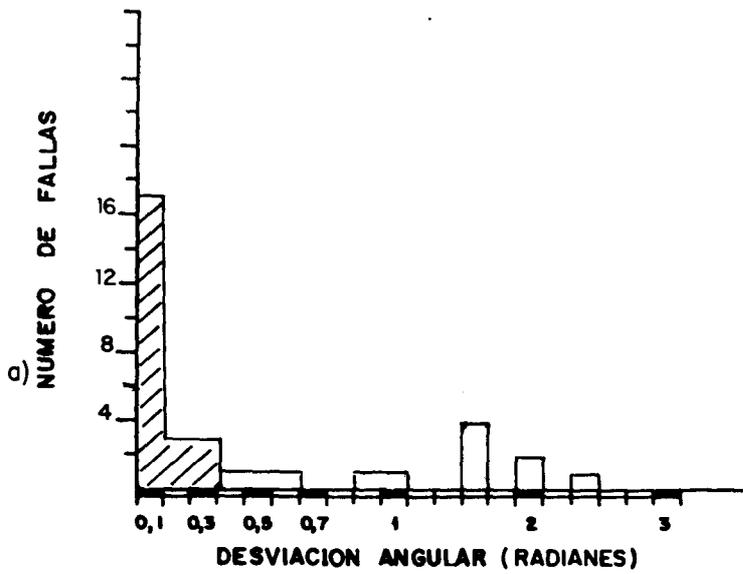
RADIO DE LA CIRCUNFERENCIA=102

# METODO DE LOS DIEDROS RECTOS

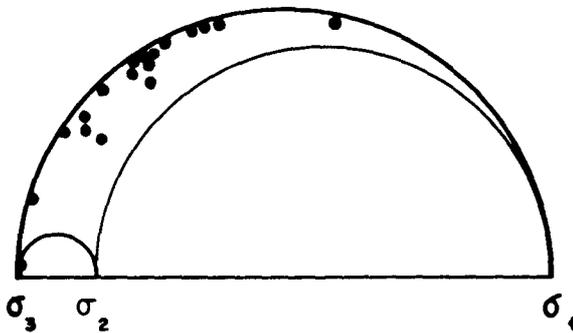
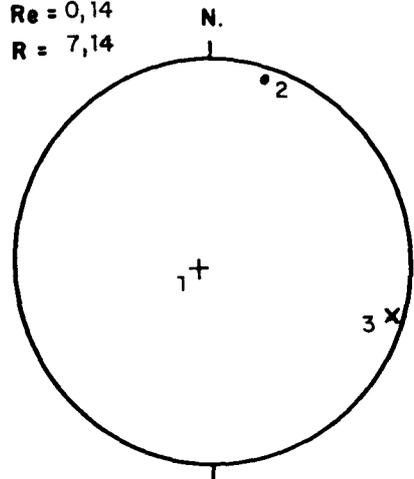
ESTACION : ALMONACID1



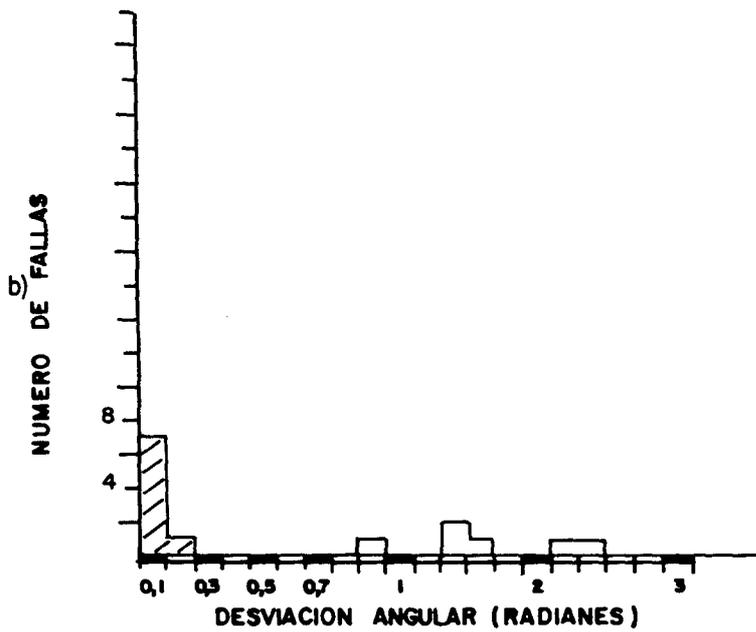
ALMONACID 1



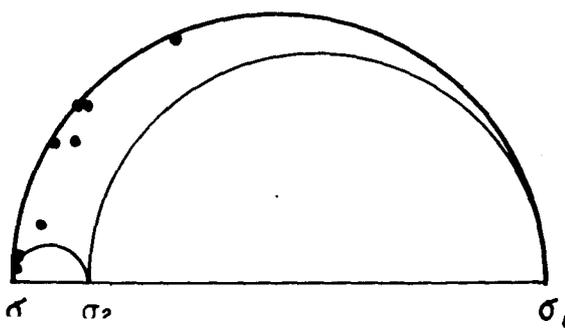
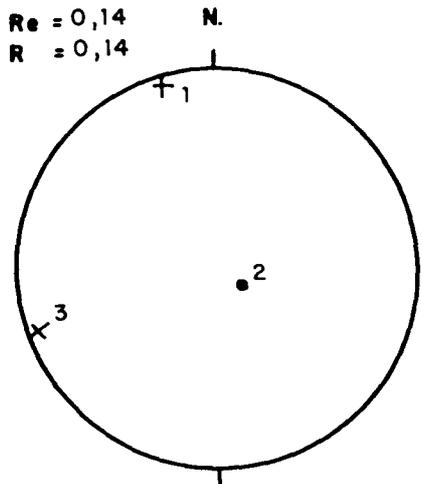
Re = 0,14  
R = 7,14



$\sigma_1 = 061,800$   
 $\sigma_2 = 018,7N$   
 $\sigma_3 = 108,7E$   
 DESVIACION MEDIA ( $^\circ$ ) =  $7^\circ$   
 PORCENTAJE EXPLICADO = 66%



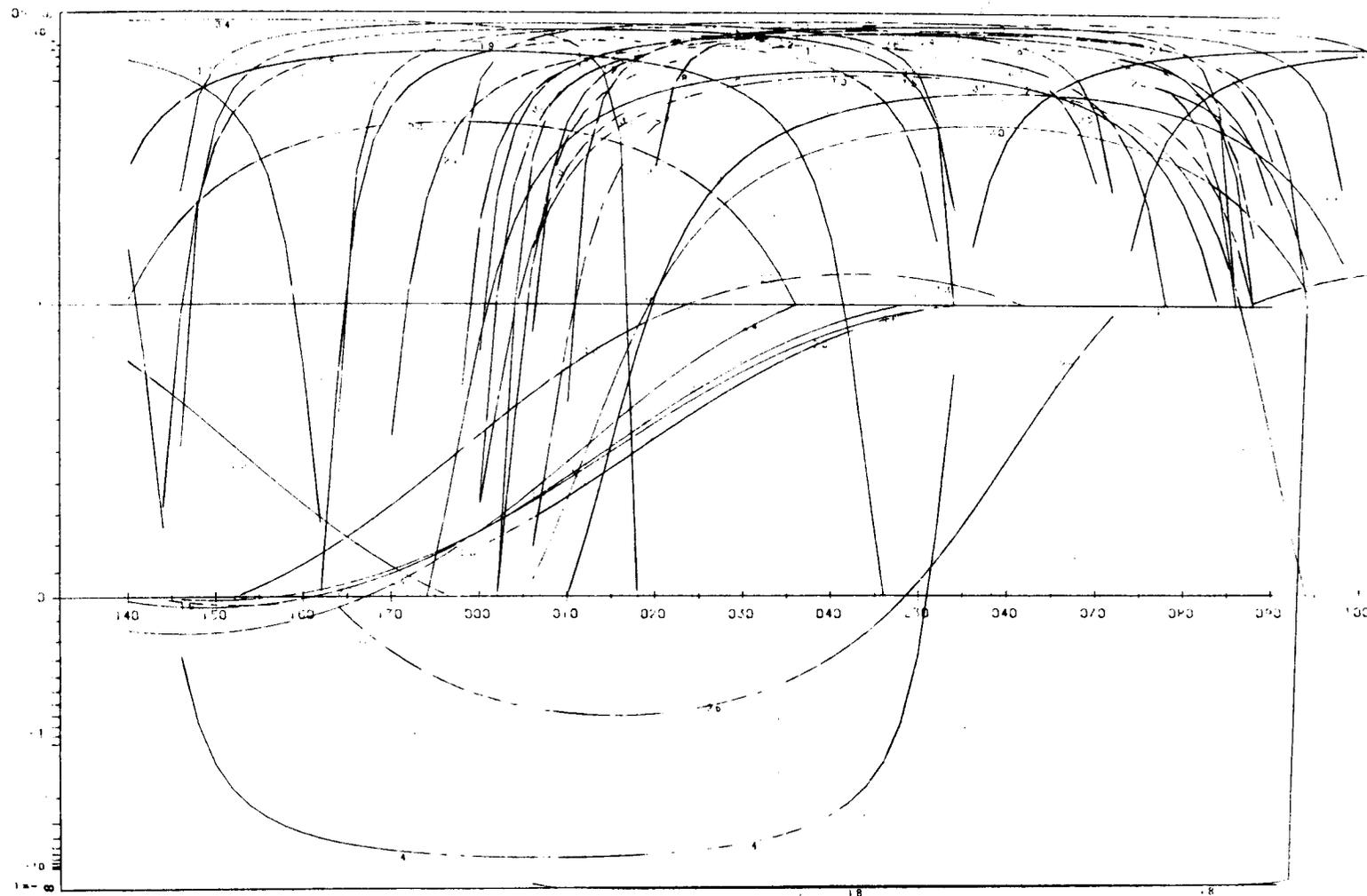
Re = 0,14  
R = 0,14



$\sigma_1 = 165,8N$   
 $\sigma_2 = 119,79E$   
 $\sigma_3 = 074,80$   
 DESVIACION MEDIA ( $^\circ$ ) =  $6^\circ$   
 PORCENTAJE EXPLICADO = 23%

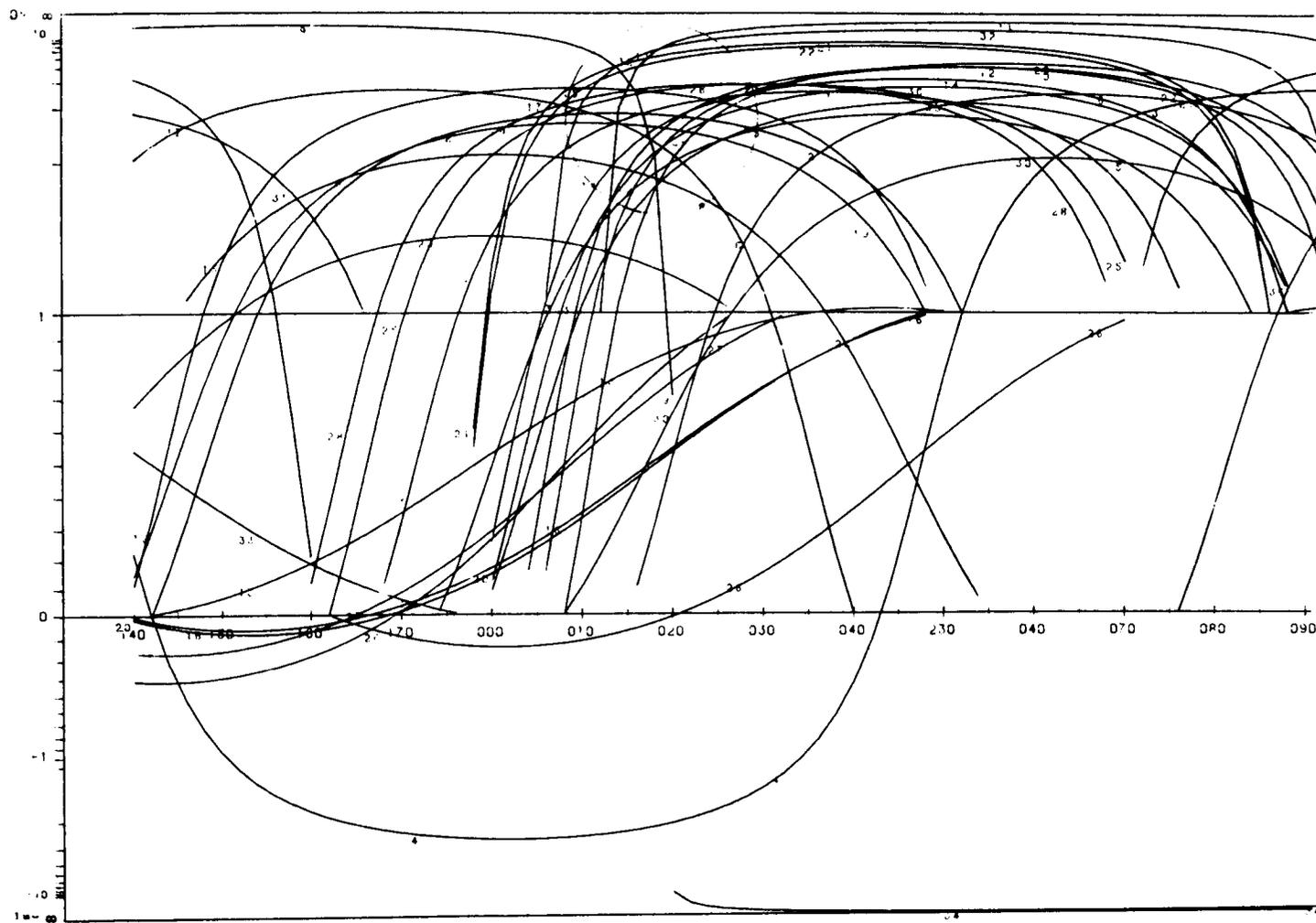
METODO DE LOS DIACRAMAS YR

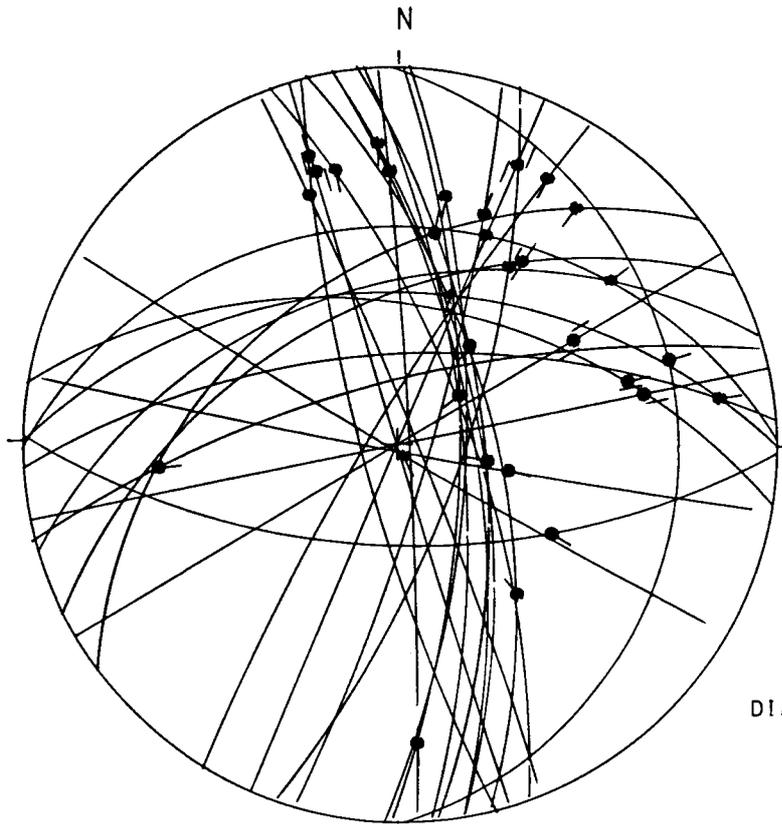
ESTACION: ALMONACIDI / SIN ABALIP  
GEOLOGIA ESTRUCTURAL: Universidad de Zaragoza



METODO DE LOS DIAGRAMAS YR

ESTACION: ALMONACIDI / PLANO ABAT. 175/20B  
GEOLOGIA ESTRUCTURAL: Universidad de Zaragoza





HOJA No.: 585

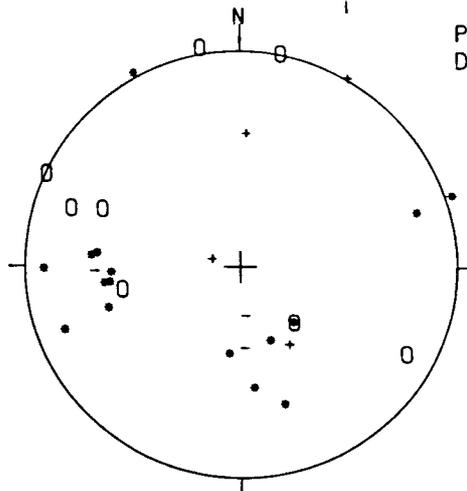
COORDENADAS UTM:  
30TWK180603

So: 179/79E.

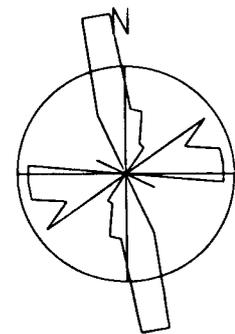
EDAD/FACIES CRET.

NUMERO DE DATOS:33

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS  
DE DIRECCIONES DE FALLA



PROYECCION  
DE POLOS



O: POLOS DE FALLAS SINISTRALES

+ : POLOS DE FALLAS NORMALES

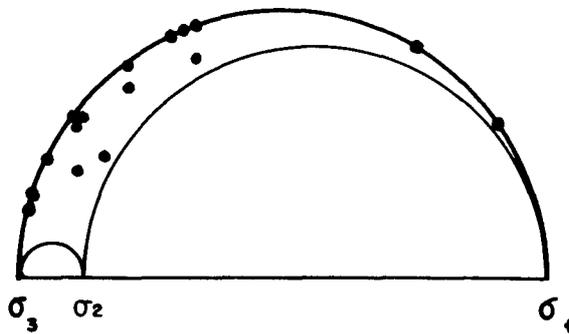
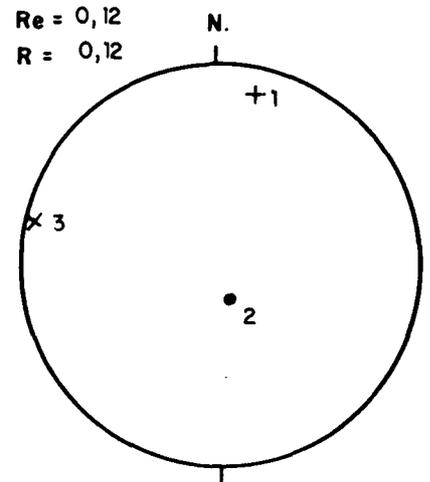
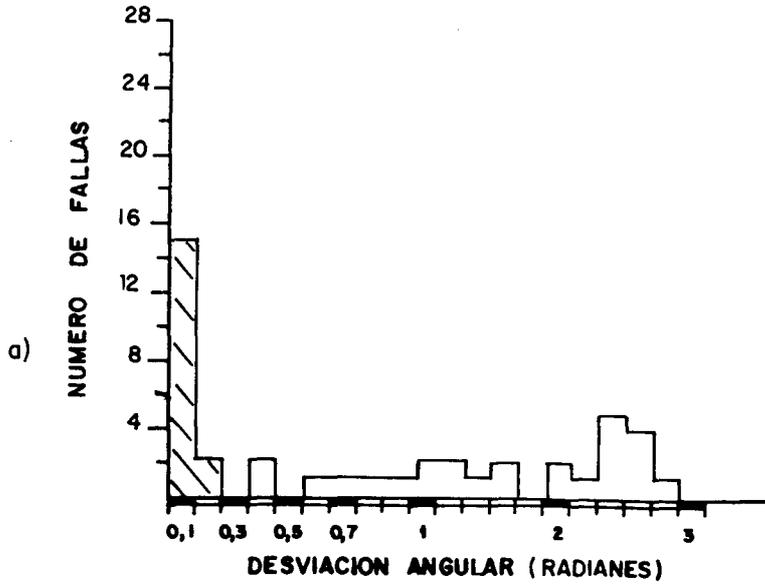
• : POLOS DE FALLAS DEXTRALES

- : POLOS DE FALLAS INVERSAS

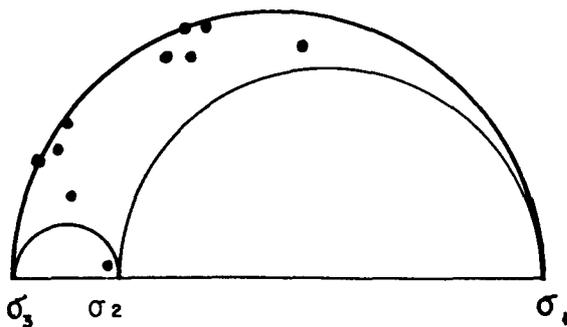
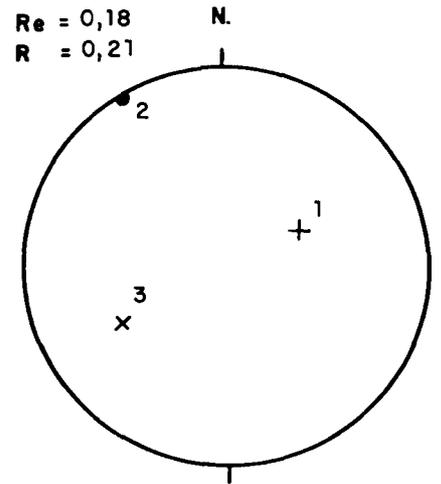
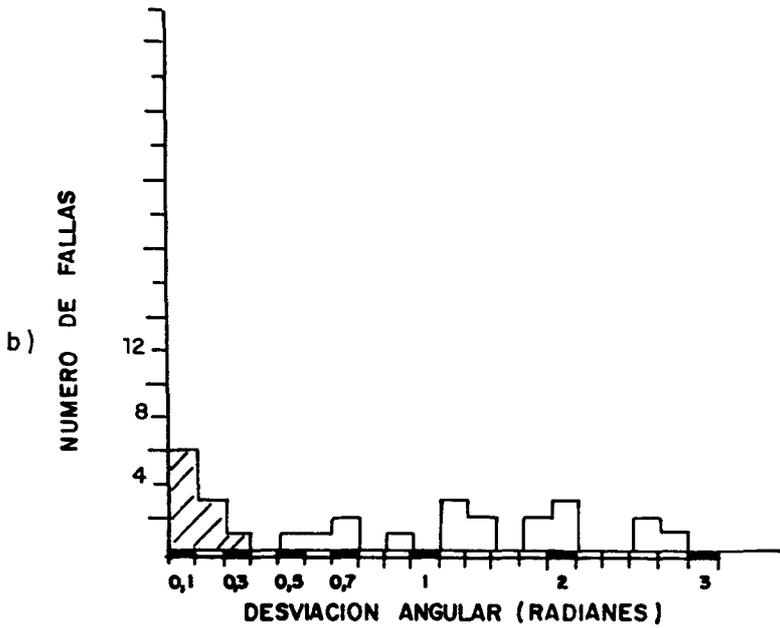
RADIO DE LA CIRCUNFERENCIA=10X



ALMONACID 2



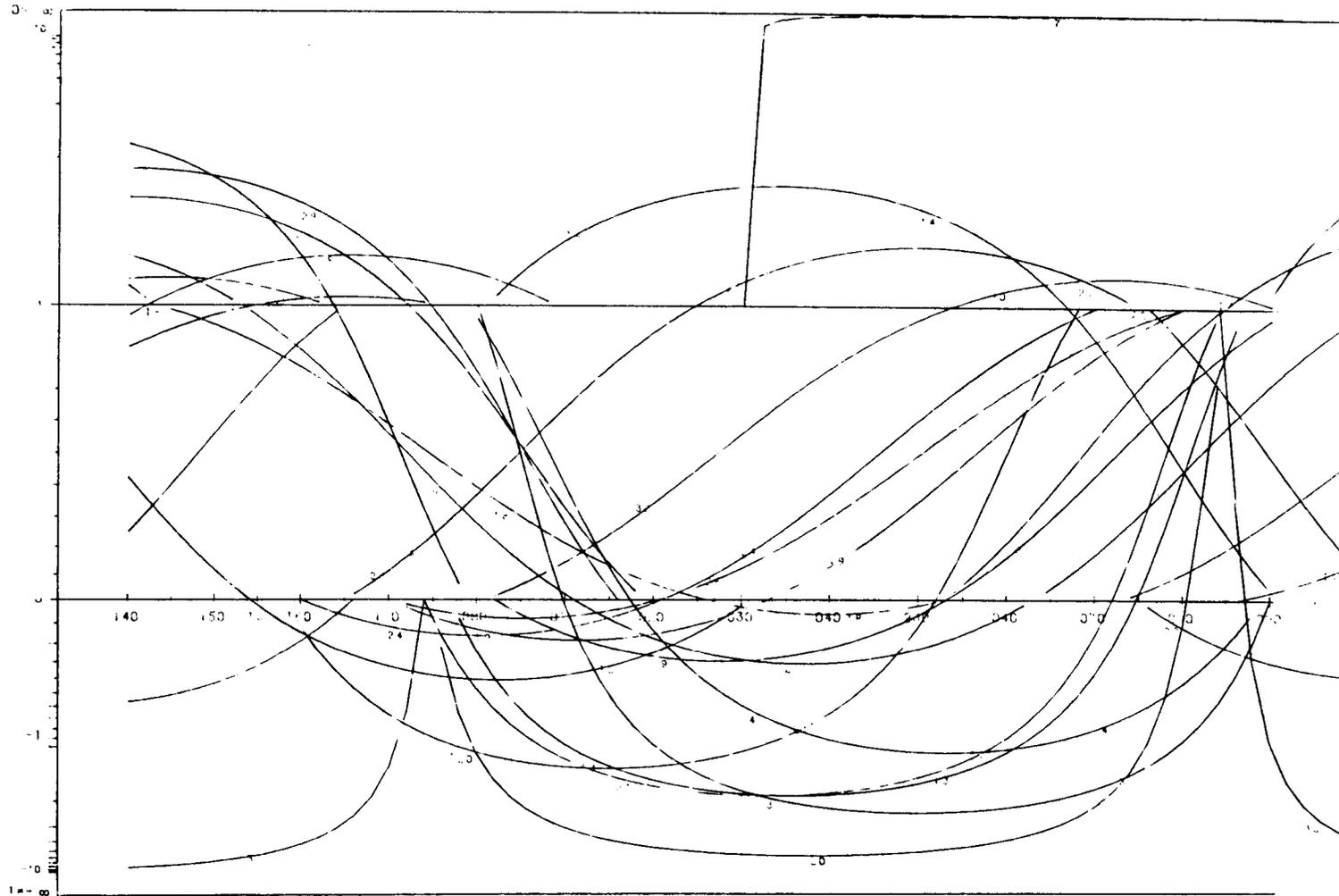
$\sigma_1 = 016,15 N$   
 $\sigma_2 = 178,75 S$   
 $\sigma_3 = 105,50$   
 DESVIACION MEDIA ( $^\circ$ ) =  $5^\circ$   
 PORCENTAJE EXPLICADO = 47%



$\sigma_1 = 060,51 E$   
 $\sigma_2 = 148,2 N$   
 $\sigma_3 = 057,390$   
 DESVIACION MEDIA ( $^\circ$ ) =  $9^\circ$   
 PORCENTAJE EXPLICADO = 28%

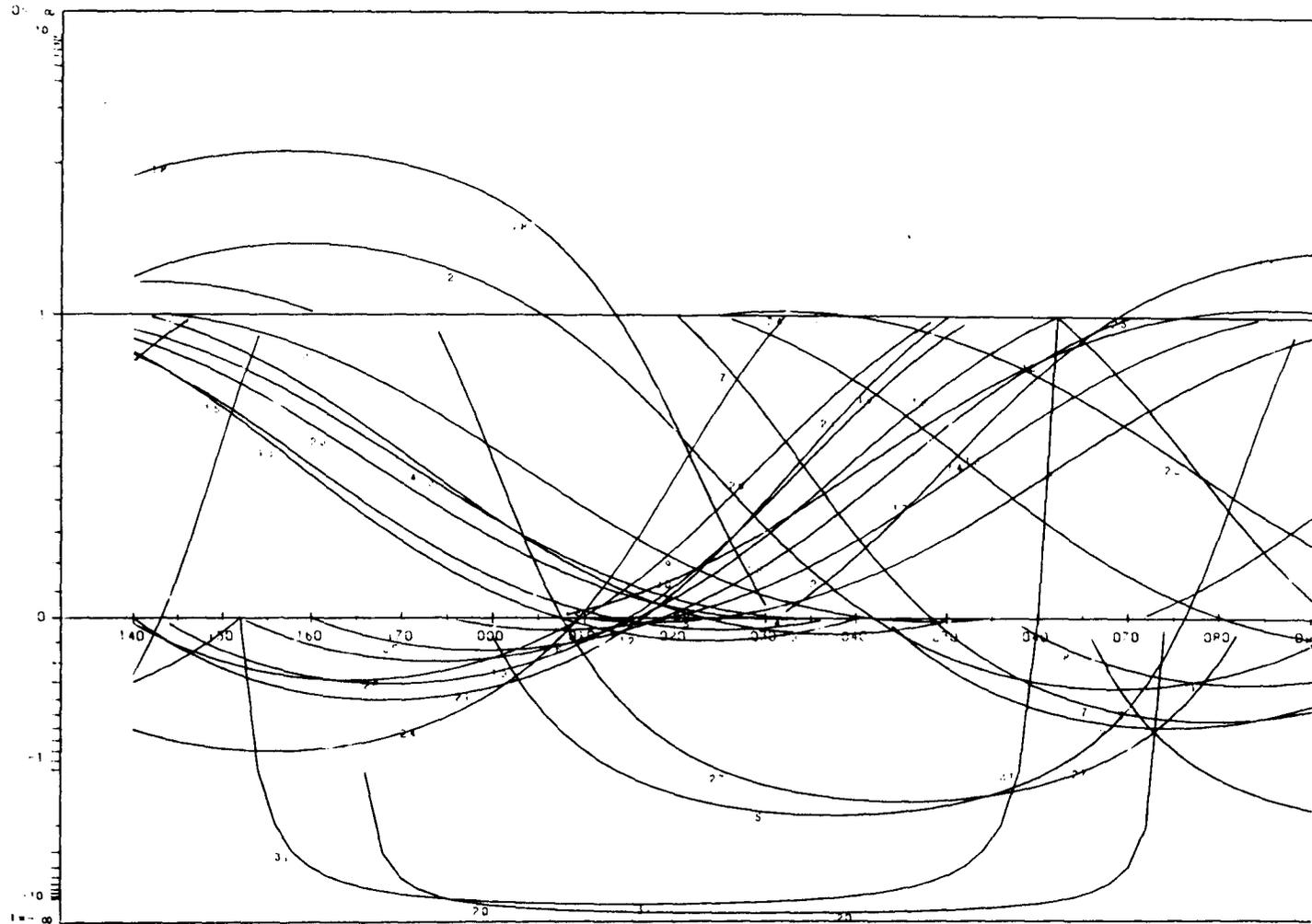
METODO DE LOS DIAGRAMAS YR

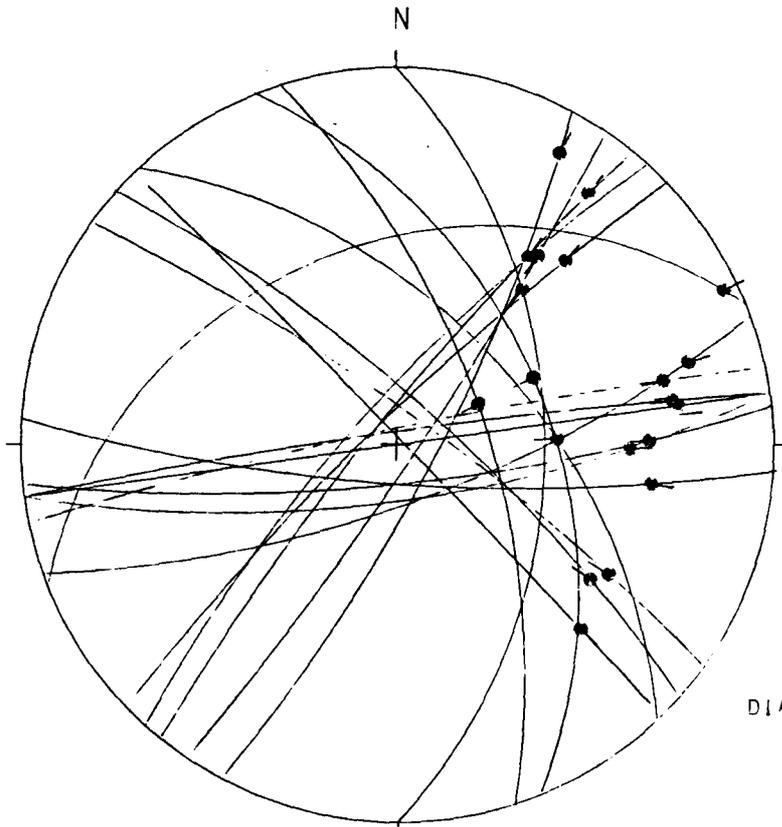
ESTACION: ALMONACID2 / SIN ABATIP  
GEOLOGIA ESTRUCTURAL - Universidad de Zaragoza



METODO DE LOS DIAGRAMAS YR

ESTACION: ALMONACID2 / PLANO ABAL. 1/9/55E  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL - Universidad de Zaragoza





HOJA No.: 585

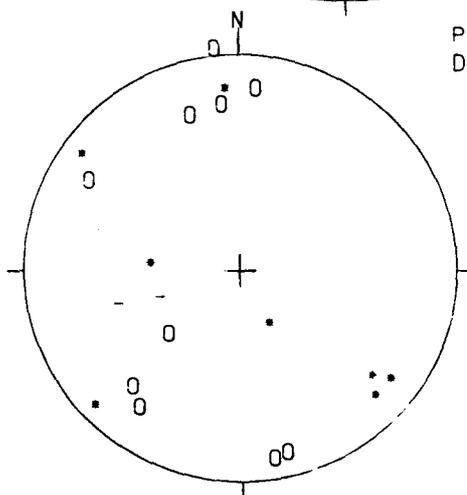
COORDENADAS UTM:  
30TWK154516

So: 172/22E.

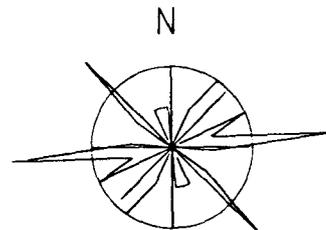
EDAD/FACIES CRET.

NUMERO DE DATOS:20

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS  
DE DIRECCIONES DE FALLA



PROYECCION  
DE POLOS



○: POLOS DE FALLAS SINISTRALES

•: POLOS DE FALLAS NORMALES

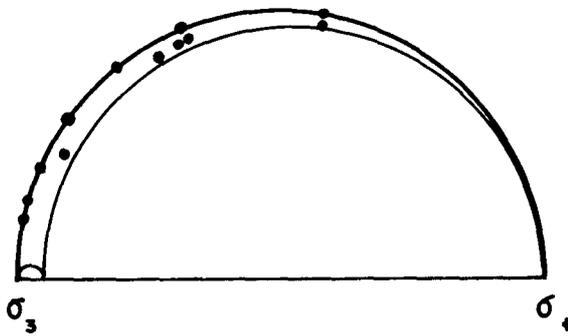
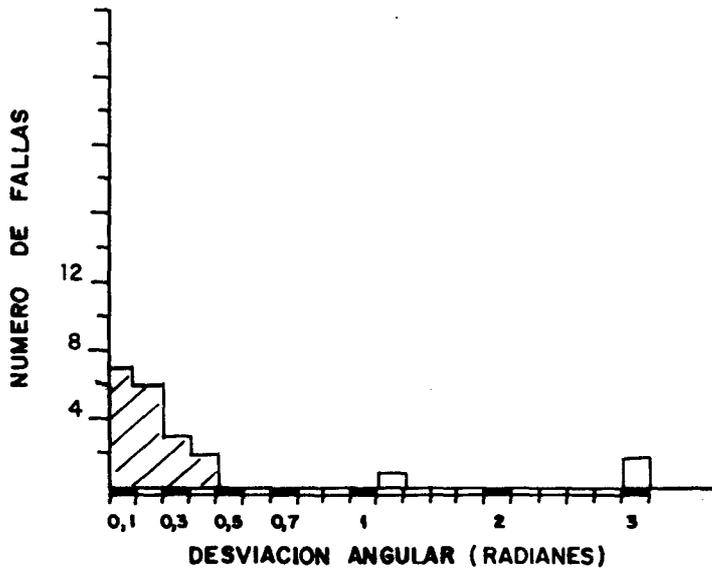
◻: POLOS DE FALLAS DEXTRALES

◌: POLOS DE FALLAS INVERSAS

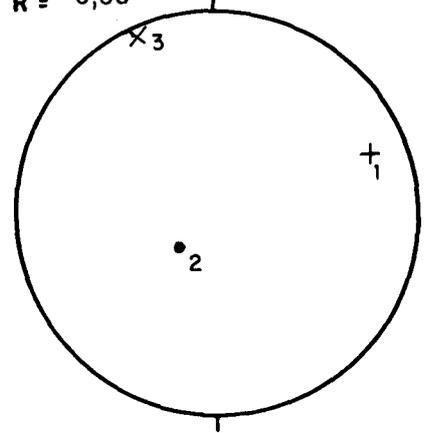
RADIO DE LA CIRCUNFERENCIA=10%



ALMONACID 3



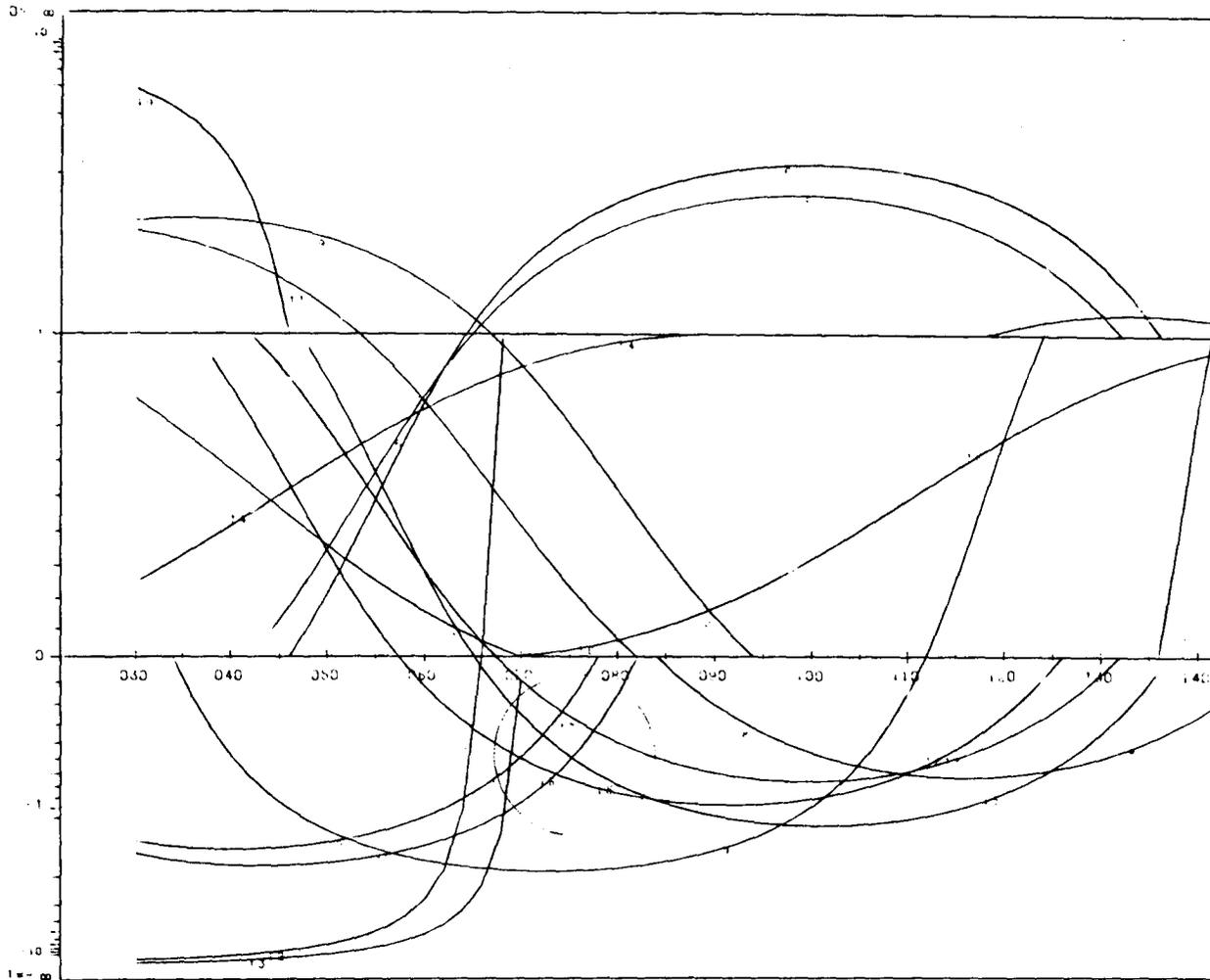
Re = 0,06  
R = 0,06



$\sigma_1 = 069,16E$   
 $\sigma_2 = 051,740$   
 $\sigma_3 = 157,5N$   
 DESVIACION MEDIA ( $^\circ$ ) =  $12^\circ$   
 PORCENTAJE EXPLICADO = 86%

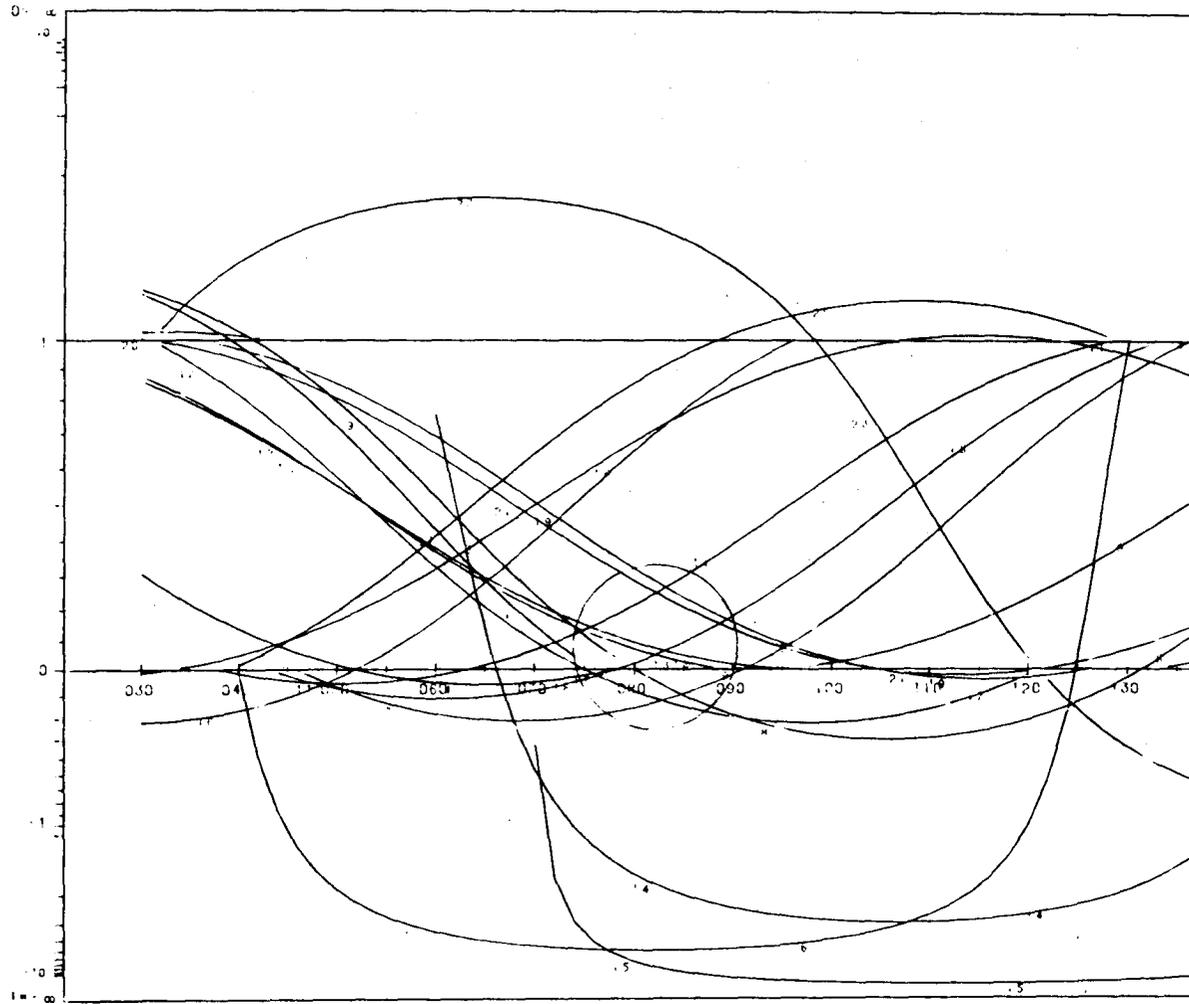
METODO DE LOS DIAGRAMAS YR

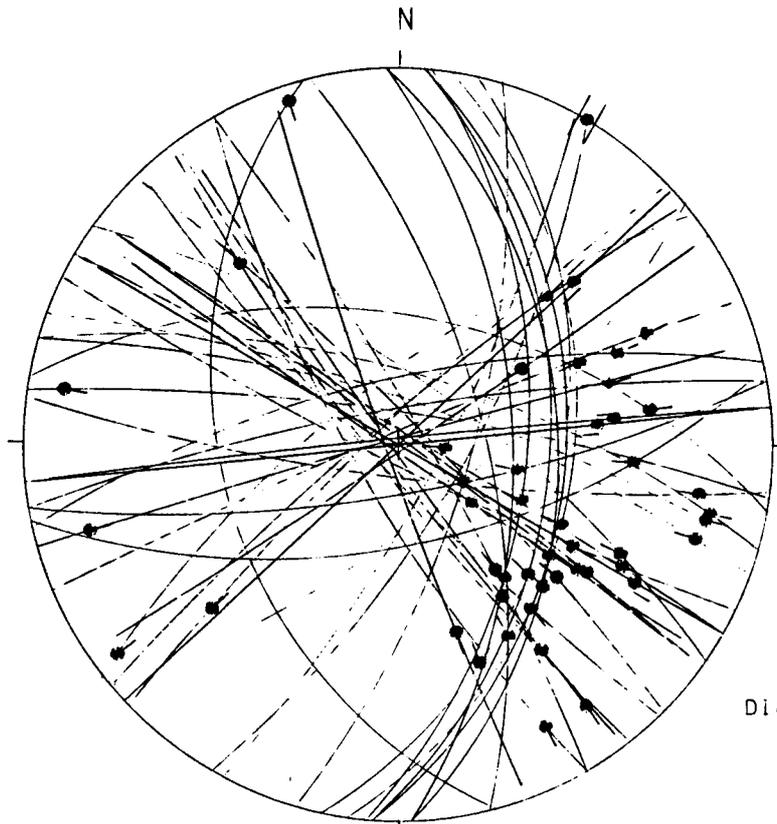
ESTACION: ALMONACIDJ / SIN ABATIR  
GEOLOGIA ESTRUCTURAL, Universidad de Zaragoza



METODO DE LOS DIAGRAMAS YR

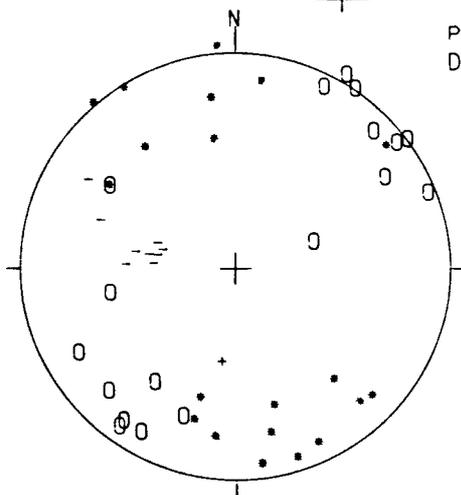
ESTACION: ALMONACIDS / PLANO ABAT. 172/22F  
GEOLOGIA ESTRUCTURAL - Universidad de Zaragoza



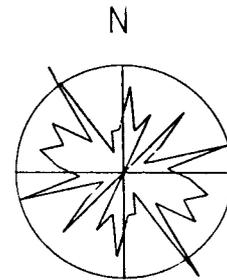


HOJA No.: 585  
COORDENADAS UTM:  
30TWK138574  
So: 004/36E.  
EDAD/FACIES TUROL  
NUMERO DE DATOS:50

DIACRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS  
DE DIRECCIONES DE FALLA



PROYECCION  
DE POLOS

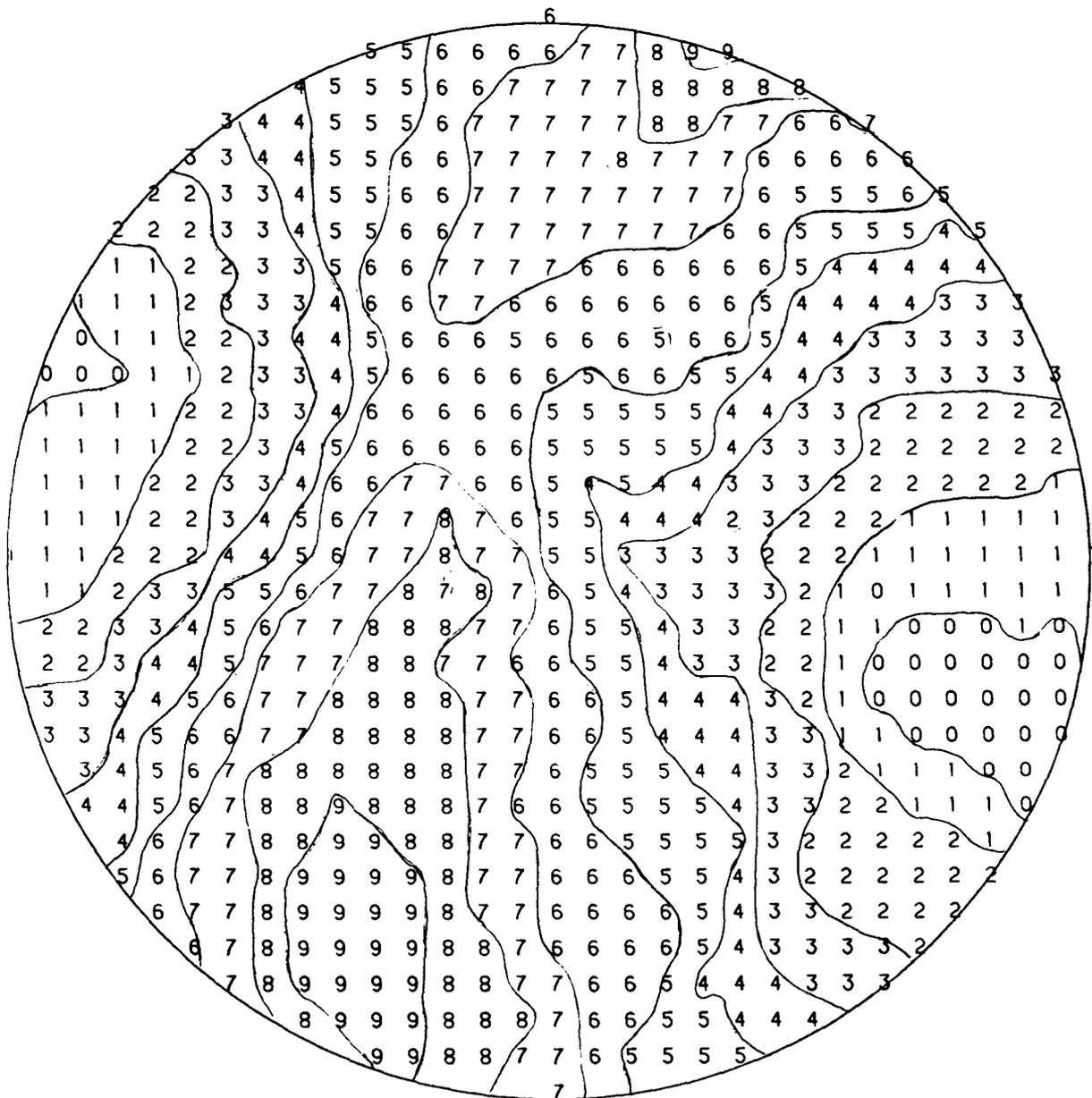


○: POLOS DE FALLAS SINISTRALES      ••: POLOS DE FALLAS NORMALES  
•: POLOS DE FALLAS DEXTRALES      - -: POLOS DE FALLAS INVERSAS

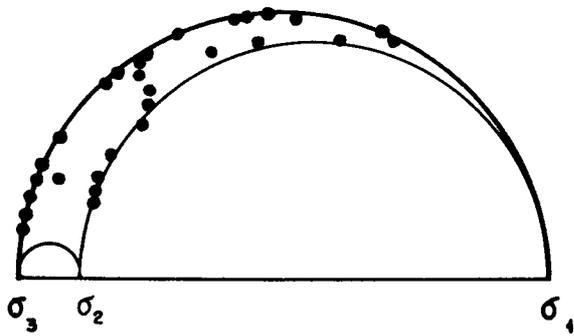
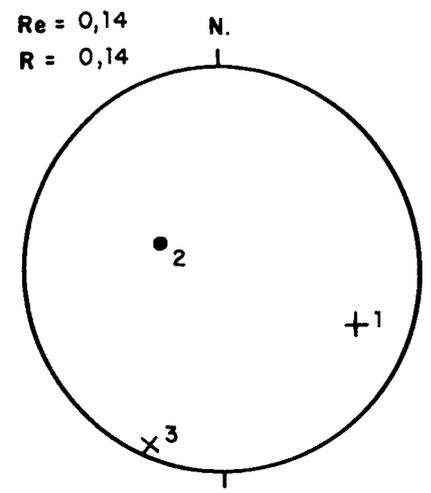
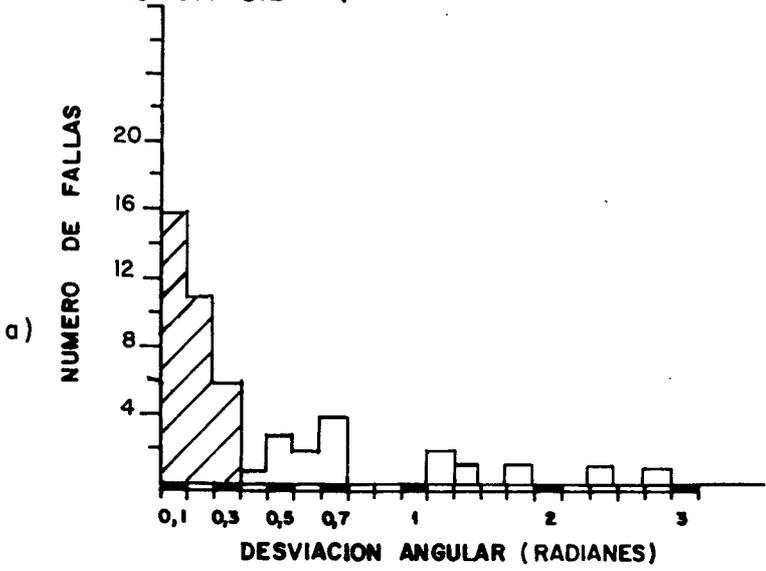
RADIO DE LA CIRCUNFERENCIA=10X

# METODO DE LOS DIEDROS RECTOS

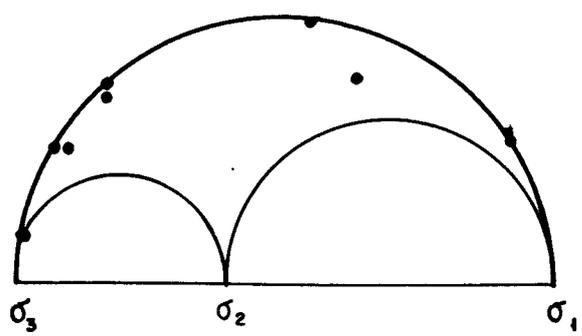
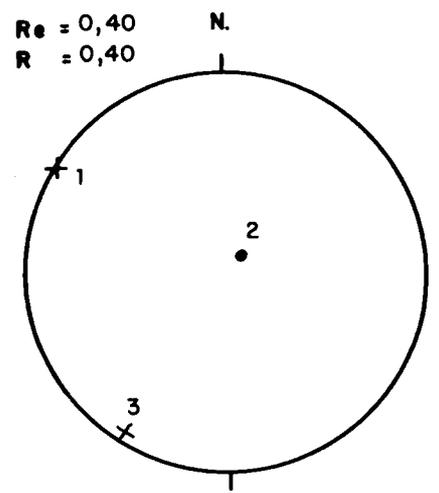
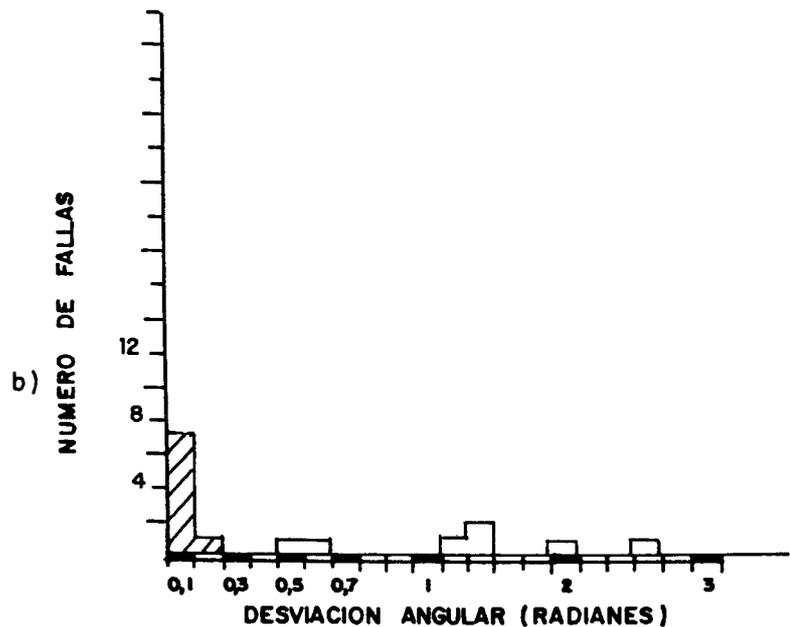
ESTACION : ALMONACID4



ALMONACID 4



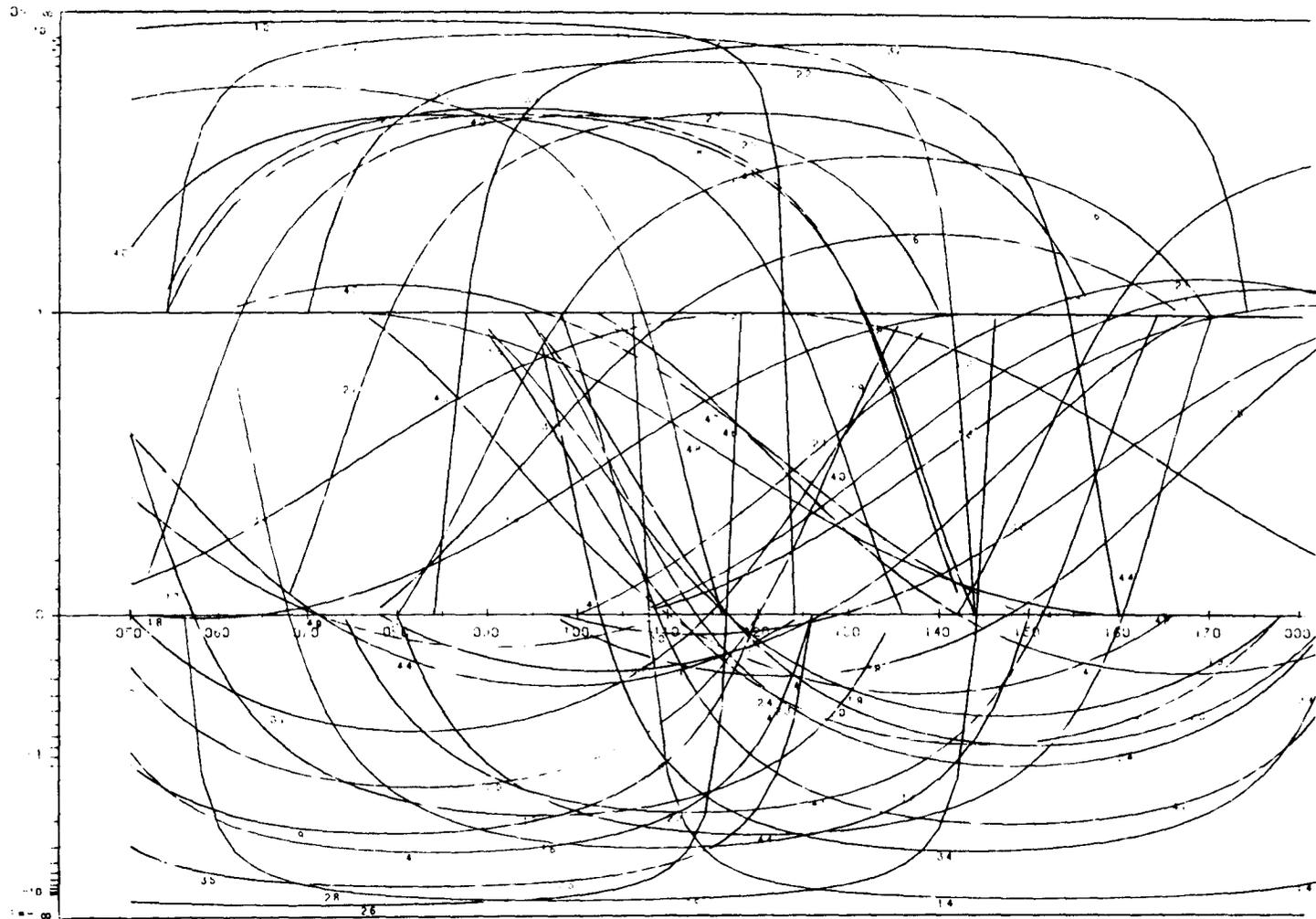
$\sigma_1 = 112,30E$   
 $\sigma_2 = 113,60O$   
 $\sigma_3 = 022,1S$   
 DESVIACION MEDIA ( $^\circ$ ) =  $9^\circ$   
 PORCENTAJE EXPLICADO = 67%



$\sigma_1 = 122,20$   
 $\sigma_2 = 048,81N$   
 $\sigma_3 = 032,9S$   
 DESVIACION MEDIA ( $^\circ$ ) =  $4^\circ$   
 PORCENTAJE EXPLICADO = 16%

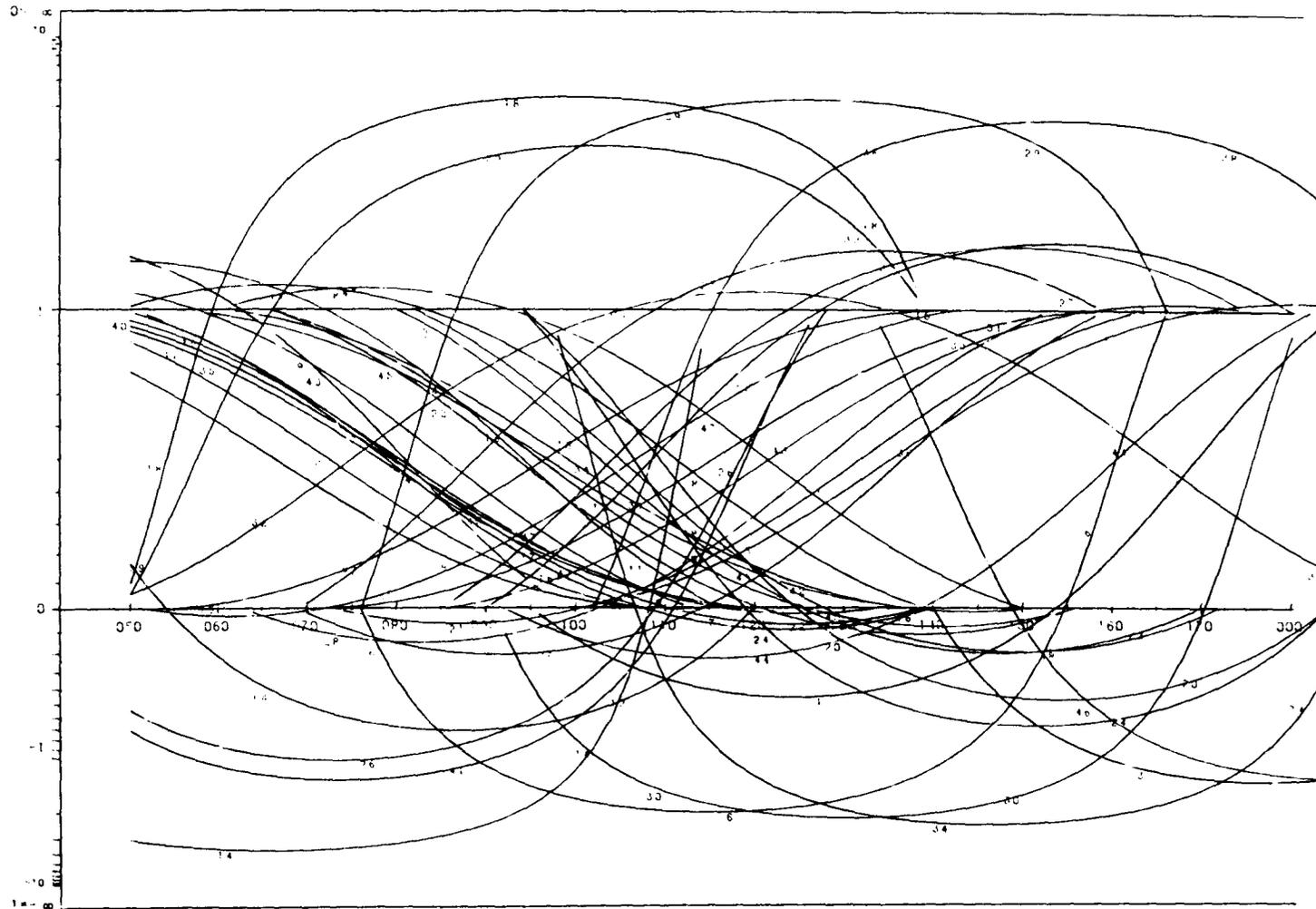
METODO DE LOS DIAGRAMAS YR

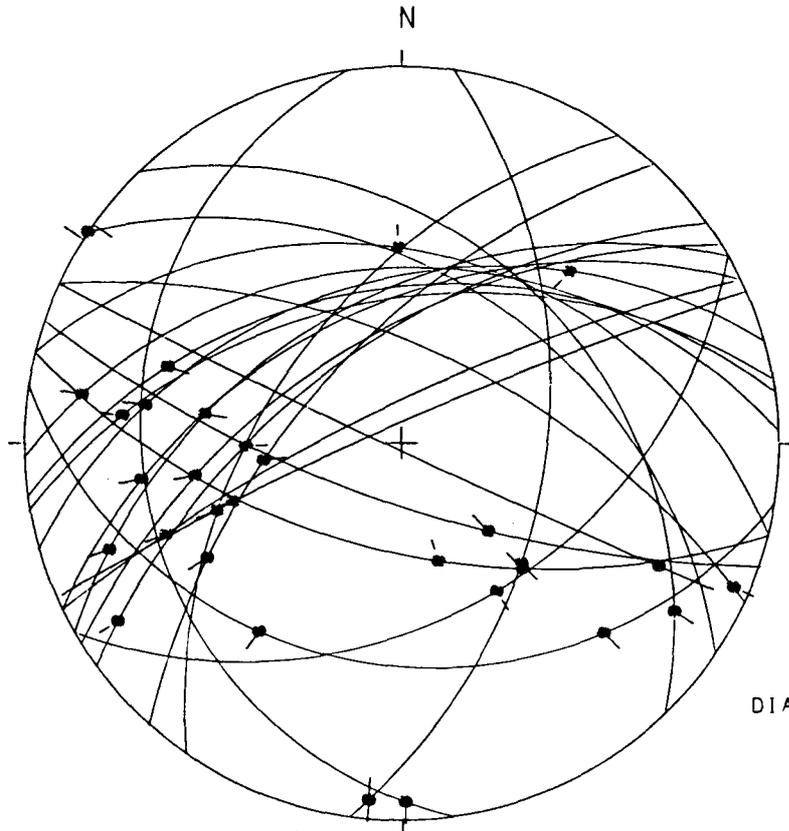
ESTACION: ALMONACID<sup>4</sup> / SIN ABATIR  
GEOLOGIA ESTRUCTURAL - Universidad de Zaragoza



METODO DE LOS DIAGRAMAS MR

ESTACION: ALMONACID<sup>A</sup> / PLANO ABAT. 004/30F  
CIENCIA ESTRUCTURAL - Universidad de Zaragoza





HOJA No.: 608

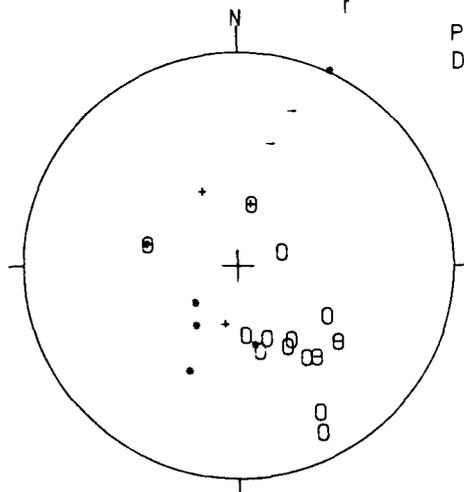
COORDENADAS UTM:  
30TWK141363

S<sub>0</sub>: 096/50S.

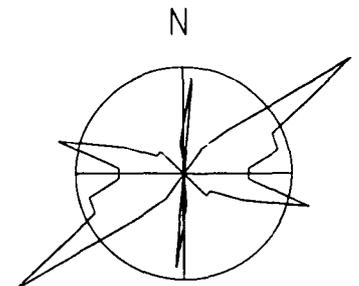
EDAD/FACIES CRET.

NUMERO DE DATOS:31

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS  
DE DIRECCIONES DE FALLA



PROYECCION  
DE POLOS



○: POLOS DE FALLAS SINISTRALES

+ : POLOS DE FALLAS NORMALES

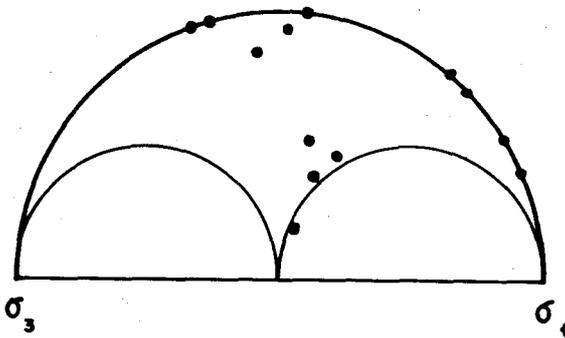
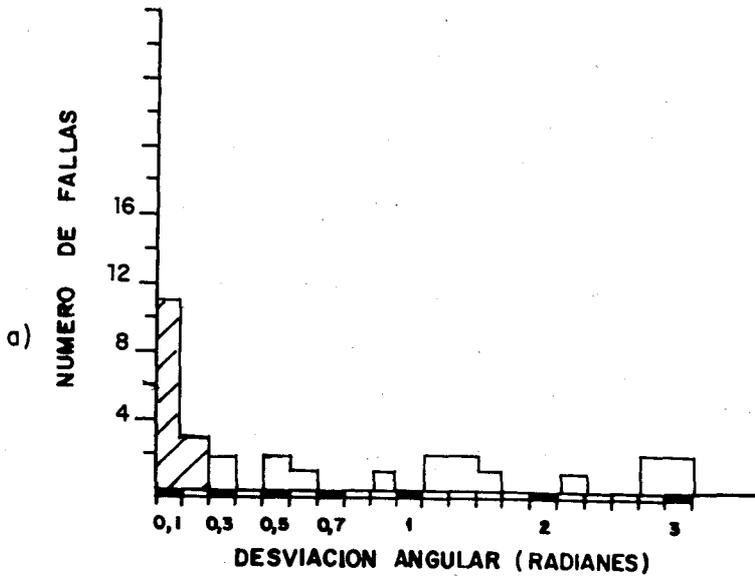
●: POLOS DE FALLAS DEXTRALES

- : POLOS DE FALLAS INVERSAS

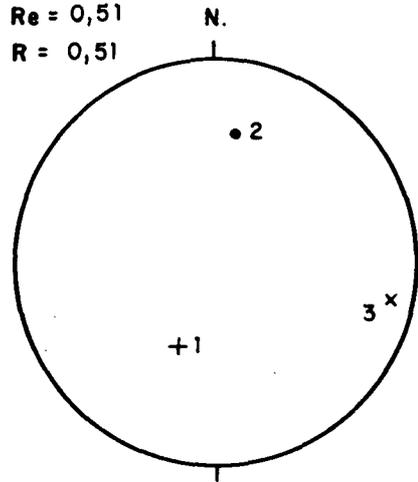
RADIO DE LA CIRCUNFERENCIA=10Z



# HUETE 1



Re = 0,51  
R = 0,51



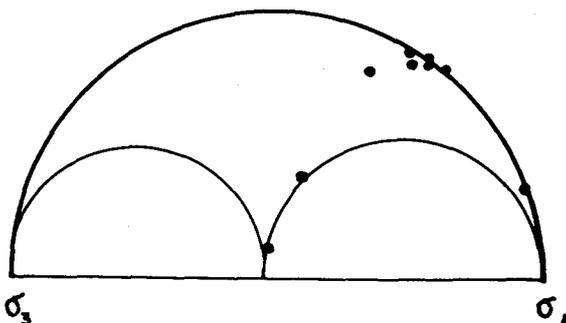
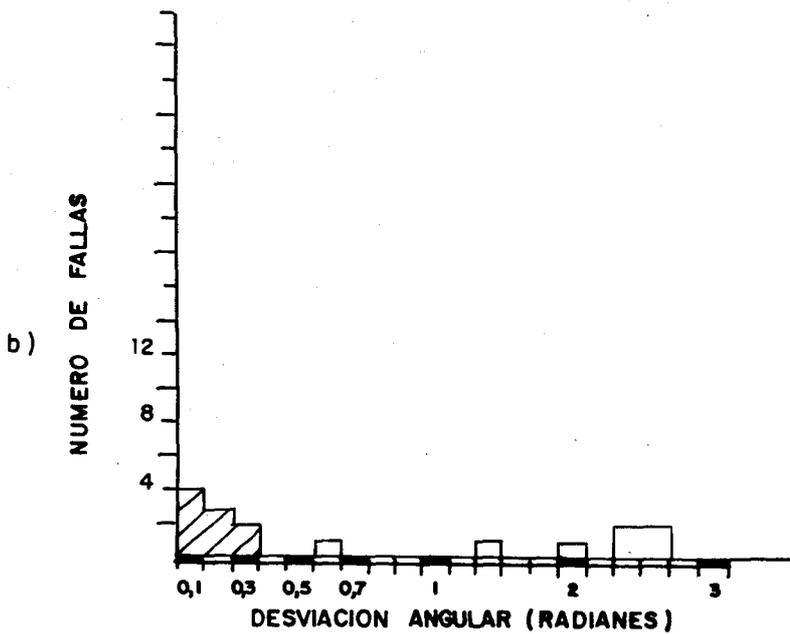
$$\sigma_1 = 023,53S$$

$$\sigma_2 = 006,36N$$

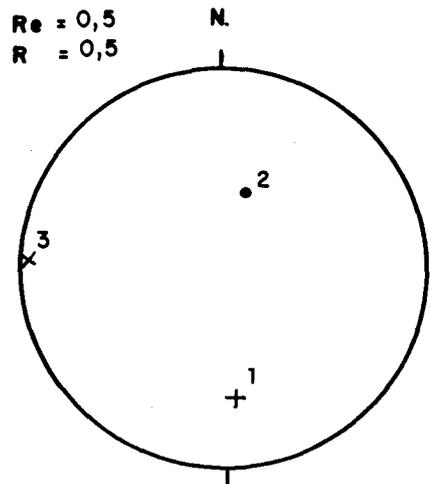
$$\sigma_3 = 102,8E$$

$$\text{DESVIACION MEDIA } (^\circ) = 6^\circ$$

$$\text{PORCENTAJE EXPLICADO} = 47\%$$



Re = 0,5  
R = 0,5



$$\sigma_1 = 176,33S$$

$$\sigma_2 = 016,55N$$

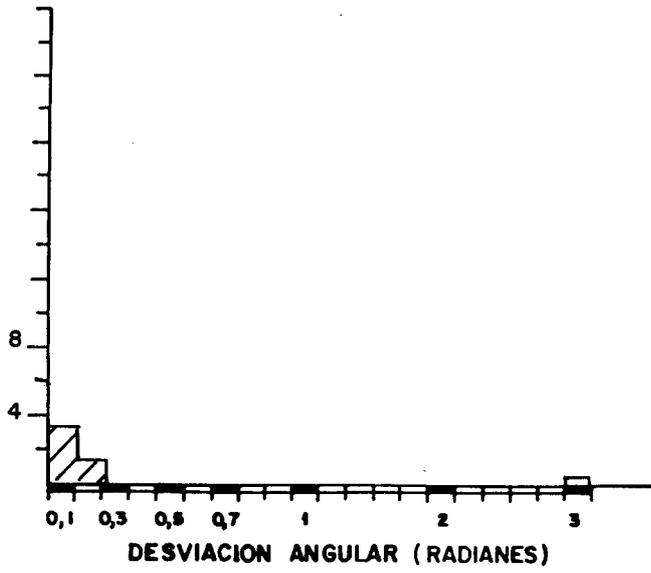
$$\sigma_3 = 093,90$$

$$\text{DESVIACION MEDIA } (^\circ) = 12^\circ$$

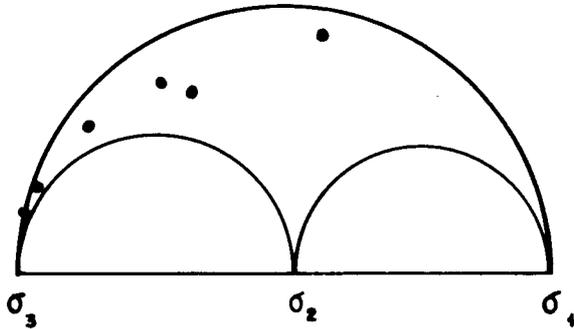
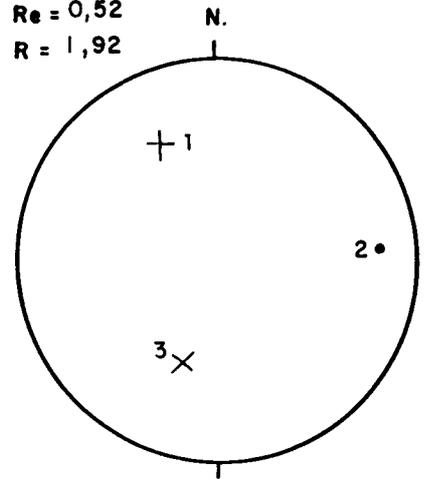
$$\text{PORCENTAJE EXPLICADO} = 30\%$$

HUETE 1

c) NUMERO DE FALLAS



Re = 0,52  
R = 1,92



$\sigma_1 = 162,38 \text{ N}$

$\sigma_2 = 086,16 \text{ E}$

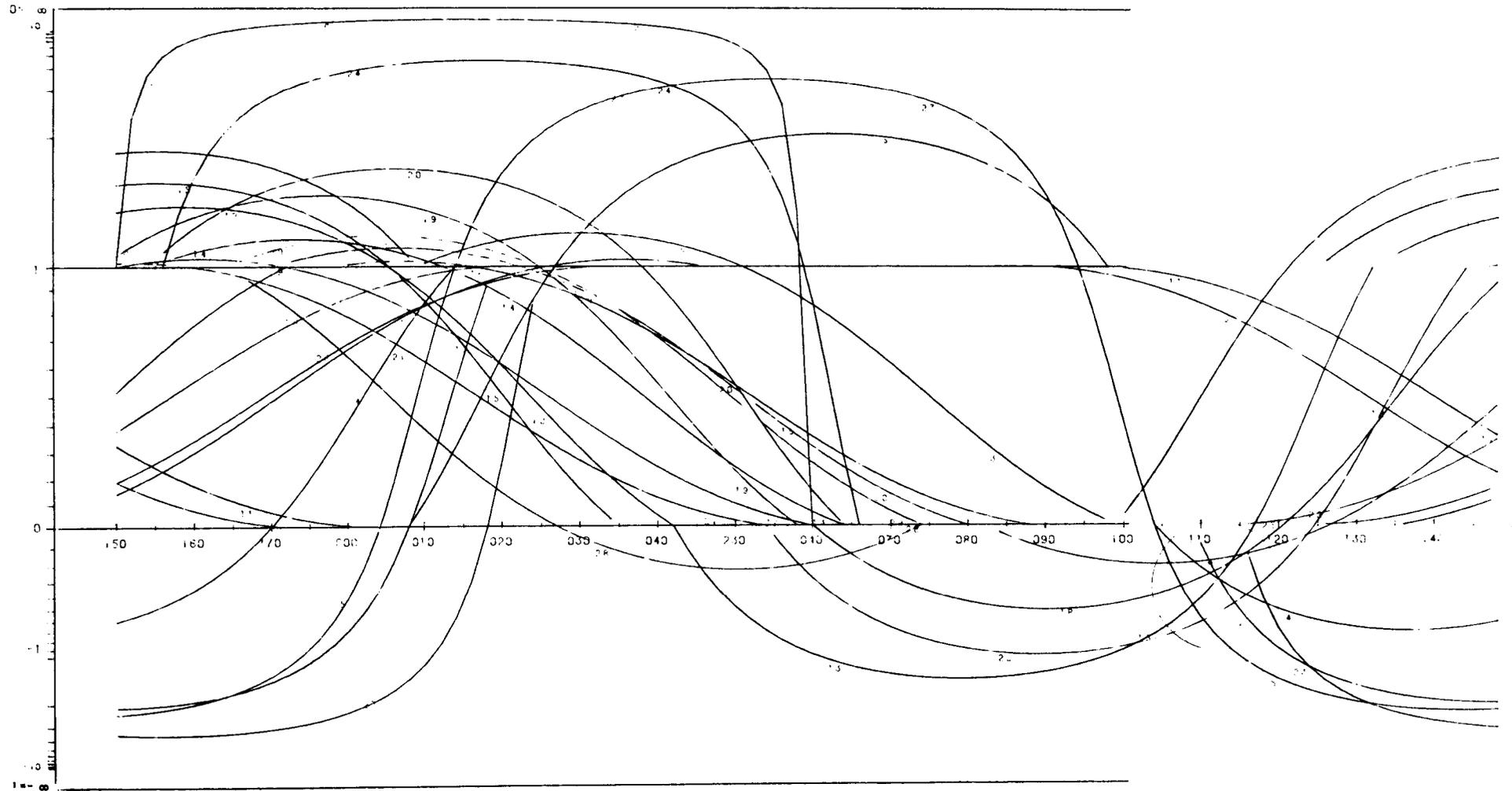
$\sigma_3 = 014,47 \text{ S}$

DESVIACION MEDIA ( $^\circ$ ) =  $9^\circ$

PORCENTAJE EXPLICADO = 20%

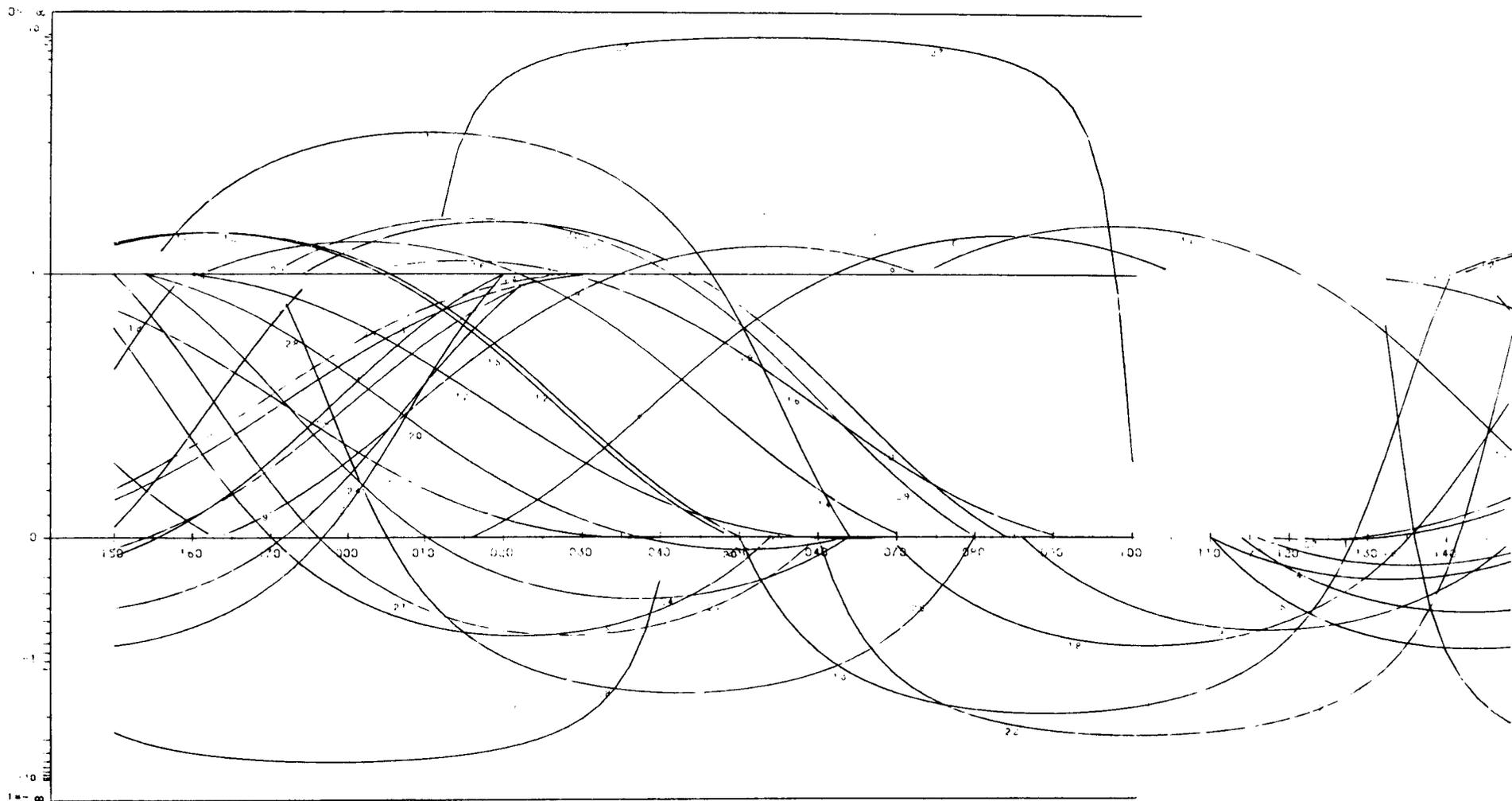
METODO DE LOS DIAGRAMAS YR

ESTACION: HUEI-E-1 / SIN ABATIP  
GEOLOGIA ESTRUCTURAL: Universidad de Zulia



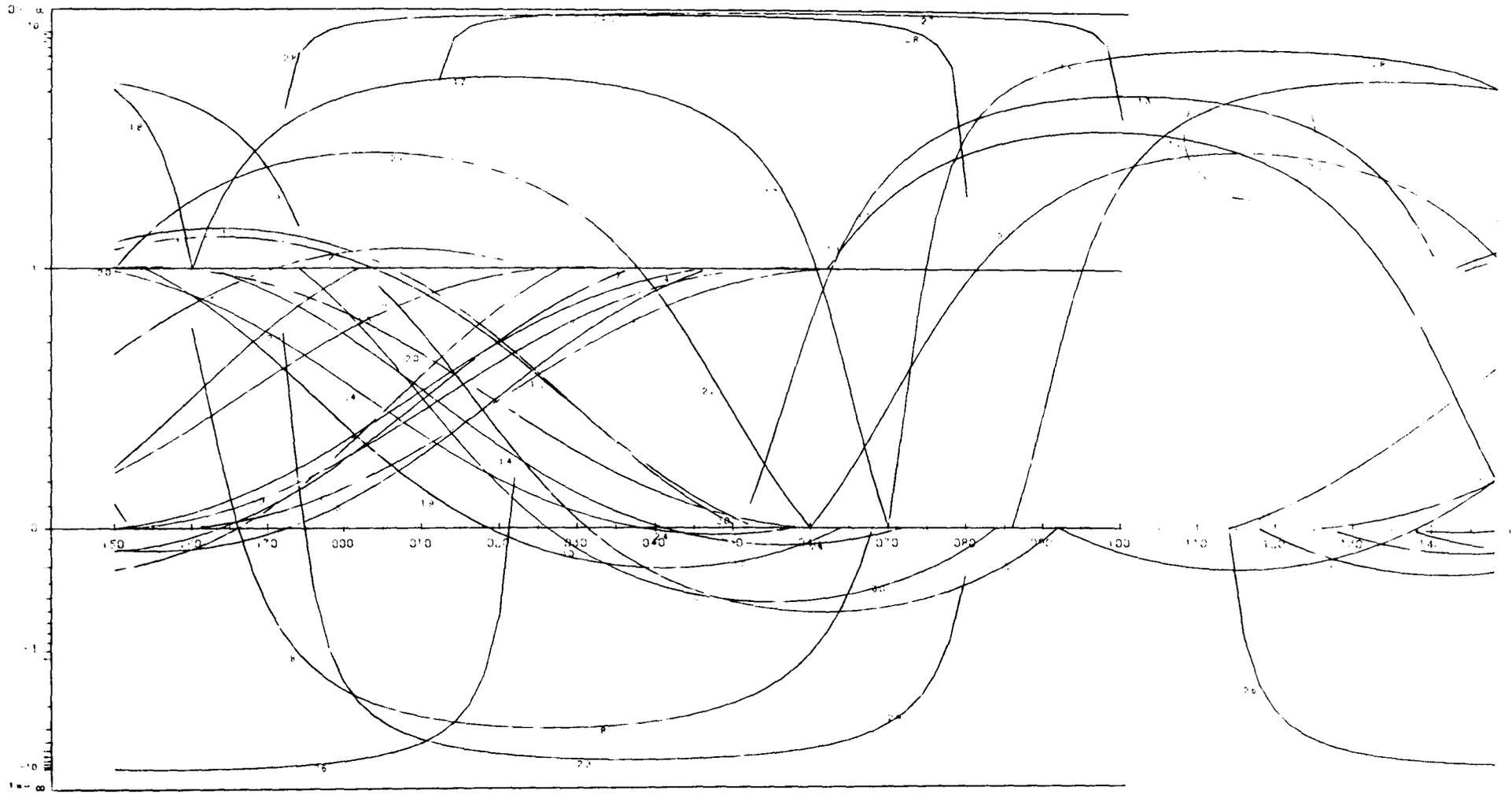
METODO DE LOS DIAGRAMAS YR

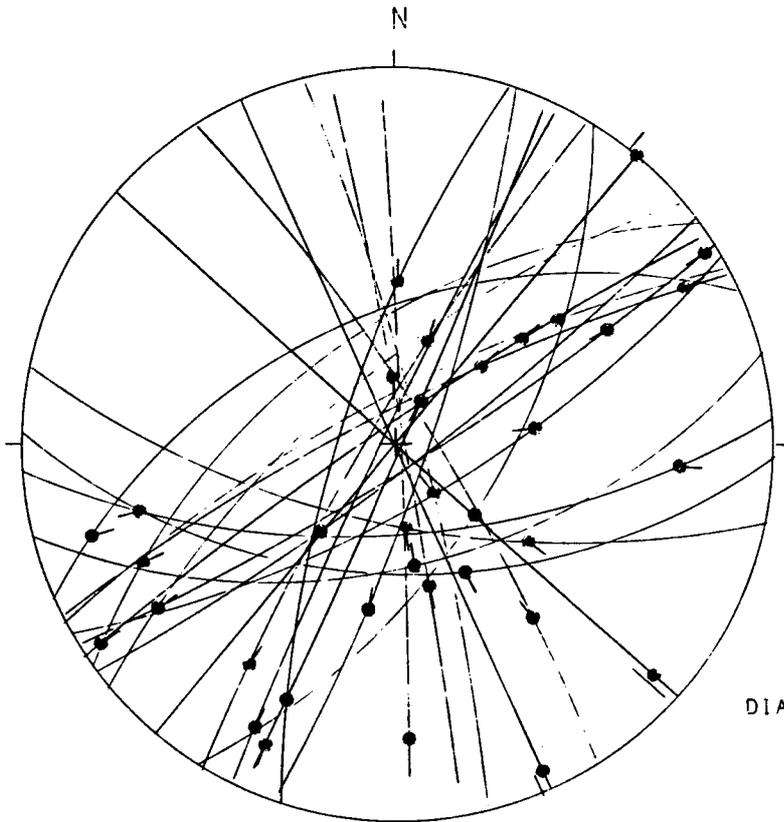
ESTACION: HUETE-1. / PLANO ABAT: 090/30°  
GEOLOGIA ESTRUCTURAL: Universidad de Zaragoza



METODO DE LOS DIAGRAMAS YR

ESTACION: HUETE-1 PLANO ABAT. 000/2500  
GEOLÓGIA ESTRUCTURAL, Universidad de Zaragoza





HOJA No.: 608

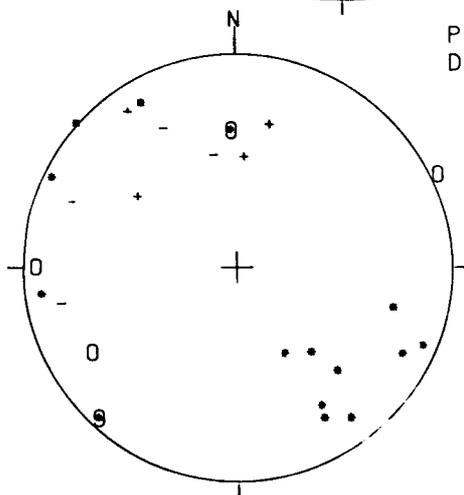
COORDENADAS UTM:  
30TWK373418

S<sub>0</sub>: SUBHORIZ

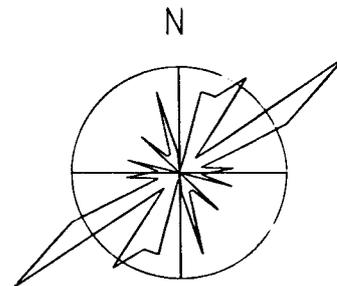
EDAD/FACIES MIOC.

NUMERO DE DATOS:36

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS  
DE DIRECCIONES DE FALLA



PROYECCION  
DE POLOS



○: POLOS DE FALLAS SINISTRALES

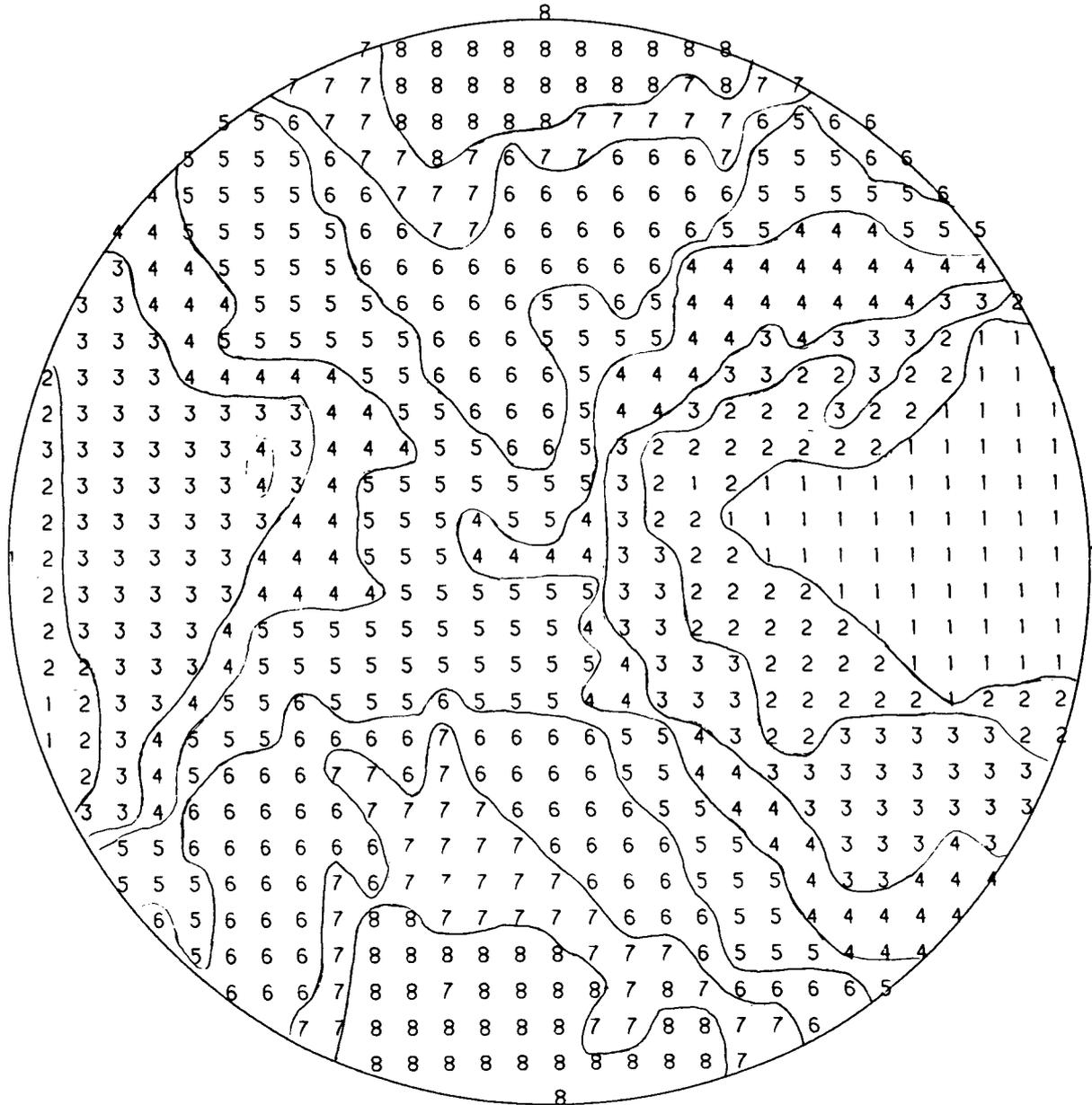
●: POLOS DE FALLAS NORMALES

⊙: POLOS DE FALLAS DEXTRALES

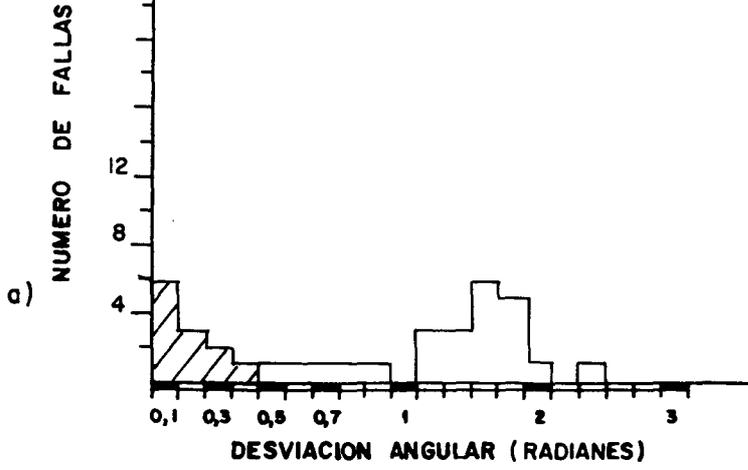
⊗: POLOS DE FALLAS INVERSAS

RADIO DE LA CIRCUNFERENCIA=10%

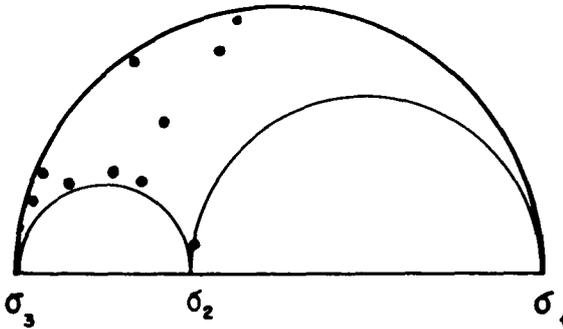
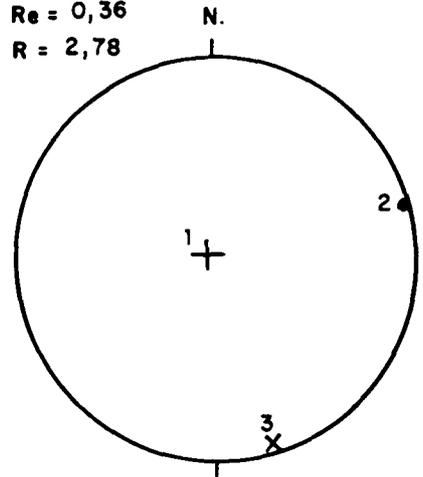
ESTACION : HUETE-2



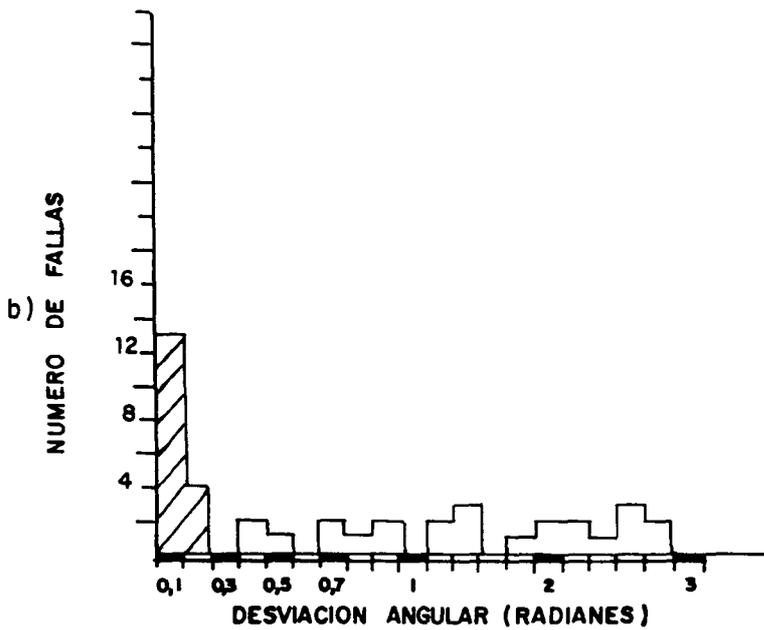
HUETE 2



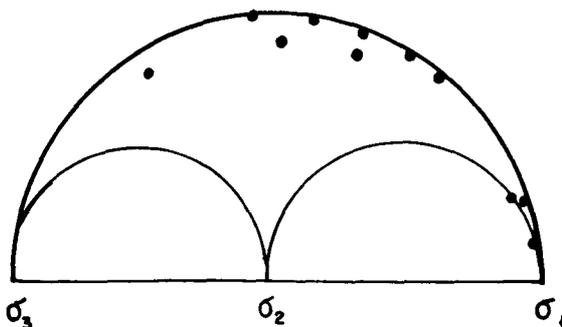
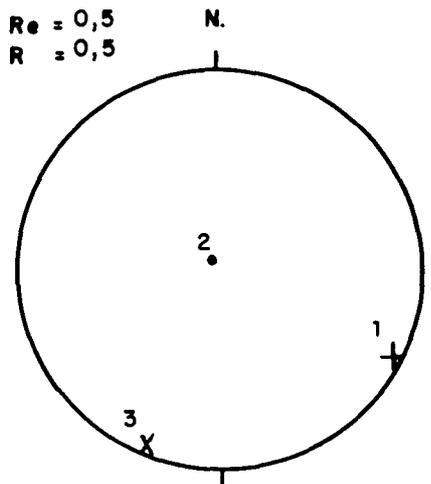
Re = 0,36  
R = 2,78



$\sigma_1 = 162,89N$   
 $\sigma_2 = 073,0$   
 $\sigma_3 = 163,1S$   
DESVIACION MEDIA ( $^\circ$ ) =  $11^\circ$   
PORCENTAJE EXPLICADO = 32%

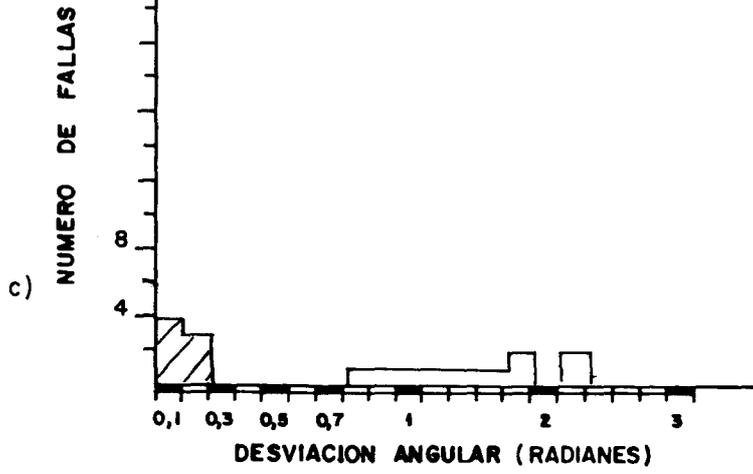


Re = 0,5  
R = 0,5

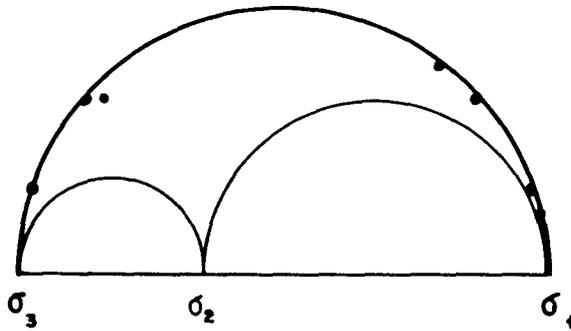
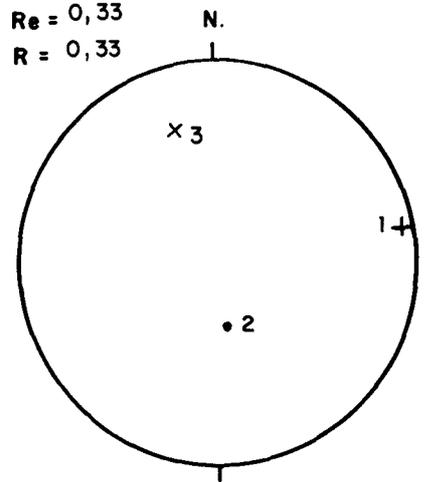


$\sigma_1 = 113,3E$   
 $\sigma_2 = 174,84N$   
 $\sigma_3 = 023,5S$   
DESVIACION MEDIA ( $^\circ$ ) =  $7^\circ$   
PORCENTAJE EXPLICADO = 34%

HUETE 2



$R_e = 0,33$   
 $R = 0,33$



$$\sigma_1 = 079,4E$$

$$\sigma_2 = 179,69S$$

$$\sigma_3 = 168,21N$$

$$\text{DESVIACION MEDIA (}^\circ\text{)} = 10^\circ$$

$$\text{PORCENTAJE EXPLICADO} = 18\%$$

METODO DE LOS DIAGRAMAS YR

ESTACION: HUETE-2. / SIN ABATIR  
GEOLOGIA ESTRUCTURAL. Universidad de Zaragoza

