

ESTUDIO ESTRUCTURAL DE UNA TRANSVERSAL POR EL  
SECTOR CENTRAL DEL ANTICLINORIO  
DE OLIVENZA-MONESTERIO

POR

M. JULIVERT, J. SOLDEVILA & R. VEGAS

25052

ESTUDIO ESTRUCTURAL DE UNA TRANSVERSAL POR EL  
SECTOR CENTRAL DEL ANTICLINORIO  
DE OLIVENZA-MONESTERIO

POR

M. JULIVERT, J. SOLDEVILA & R. VEGAS

25052

## I N D I C E

1. INTRODUCCION . . . . .	pág. 1
2. ESTRATIGRAFIA . . . . .	1
2.1. EL CAMBRICO . . . . .	2
2.1.1. El sector al W de la falla de Zafra-Atalaya . . . . .	3
2.1.1.1. La serie vulcano-clástica inferior . . . . .	3
2.1.1.2. La formación carbonatada (Caliza de Alconera) . . . . .	5
2.1.1.3. La serie detrítica "superior" (Formación La Lapa) . . . . .	6
2.1.1.4. La serie vulcano-clástica del Cámbrico Medio . . . . .	7
2.1.2 El sector al E de la falla de Zafra-Atalaya . . . . .	8
2.1.2.1. La parte baja de la sucesión en el sinclinal de Fuente de Cantos . . . . .	8
2.1.2.2. El nivel con carbonatos del área Calzadilla de los Barros a Zafra . . . . .	9
2.1.2.3. El área de Los Santos de Maimona . . . . .	12
2.1.3. La columna estratigráfica de conjunto: comparación con con el sector al E de la falla de Zafra-Atalaya . . . . .	12
2.1.3. La sucesión en el flanco meridional del Antiforme de Olivenza-Monesterio . . . . .	14
2.1.3.1. La Serie vulcano-clástica inferior . . . . .	14
2.1.3.2. La formación carbonatada . . . . .	15
2.1.3.3. La Serie detrítica superior al nivel carbonatado . . . . .	15
2.1.3.4. El nivel de arenisca cuarcítica de Cumbres . . . . .	16
2.1.3.5. La Serie vulcano-sedimentaria superior (Vulcanitas de Umbría-Pipeta) . . . . .	16
2.1.3.6. El resto de la Sucesión Cámbrica del flanco meridional del Anticlinorio . . . . .	16
2.1.4 Elementos de comparación entre las sucesiones cámbricas de ambos flancos del Antiforme de Olivenza-Monesterio . . . . .	16
3. ESTRUCTURA . . . . .	18
3.1. LA ESTRUCTURA DE LA FRANJA NORTE . . . . .	18
3.1.1 Los pliegues mayores . . . . .	18
3.1.2 Los pliegues menores y la esquistosidad; disposición de los elementos lineares . . . . .	19

3.1.3 La falla de Zafra-Atalaya . . . . .	21
3.1.4 La evolución de los pliegues, grietas de extensión y fibras . . . . .	21
3.2 LA ESTRUCTURA DE CONJUNTO . . . . .	22
3.3 BIBLIOGRAFIA . . . . .	23

## I N D I C E   D E   F I G U R A S

- Fig. 1.- Esquema tectónico del área considerada y situación de las localidades citadas en el texto.
- Fig. 2.- Proyección polar de buzamientos del sinclinal de La Lapa.
- Fig. 3.- Proyección de los buzamientos (contornos) del sinclinal de La Lapa y cálculo de su eje.
- Fig. 4.- Proyección polar de buzamientos del anticlinal de Zafra, en su sector N.
- Fig. 5.- Proyección de los buzamientos (contornos) del anticlinal de Zafra, en su sector N y cálculo de su eje.
- Fig. 6.- Proyección polar de los buzamientos del sinclinal de La Lapa y del flanco S del anticlinal de Zafra.
- Fig. 7.- Proyección de los buzamientos (contornos) del sinclinal de La Lapa y el flanco S del anticlinal de Zafra y cálculo de su eje.
- Fig. 8.- Proyección polar de los buzamientos del anticlinal de Zafra en el sector de Medina de Torres.
- Fig. 9.- Proyección de los buzamientos (contornos) del anticlinal de Zafra en el sector de Medina de Torres y cálculo de su eje.
- Fig. 10.- Proyección de los buzamientos (contornos) del flanco SW del sinclinal de Fuente de Cantos.
- Fig. 11.- Proyección de los buzamientos (contornos) del flanco NE del sinclinal de Fuente de Cantos.
- Fig. 12.- Proyección de los ejes y lineaciones de intersección medidos en la zona.
- Fig. 13.- Proyección de los ejes y lineaciones (contornos) de los ejes y lineaciones medidas en la zona.
- Fig. 14.- Proyección de los polos de los buzamientos de la terminación SE de la Sierra del Castellar y solución cónica de su eje.
- Fig. 15.- Proyección de los polos de los buzamientos de la terminación SE de la Sierra de Alconera. Se muestran dos posibles soluciones una cónica y otra cilíndrica.

Fig. 16.- Representación de las elipses bidimensionales de strain que indican la extensión producida por el sistema de boudins transversales a los ejes de los pliegues, determinadas sobre las superficies de estratificación.

#### FIGURAS FUERA DE TEXTO

Fig. 1.- Mapa geológico

Fig. 2.- Mapa de buzamientos y situación de las muestras citadas en el texto.

Fig. 3.- Mapa general de buzamientos y lineaciones.

Fig. 4.- Mapas detallados de lineaciones.

## 1. I N T R O D U C C I O N

El anticlinal de Olivenza-Monesterio es una estructura de primer orden dentro de la Zona de Ossa-Morena. En sentido restringido se ha aplicado este término al núcleo precámbrico que aflora desde Olivenza hasta más al SE de Monesterio, pero este afloramiento de materiales precámbricos no es más que el núcleo de una compleja estructura de mayores dimensiones que incluye tanto el citado núcleo como la serie paleozoica (esencialmente cámbrica) que lo rodea. La unidad estructural completa forma el llamado dominio de Córdoba-Elvas (Chacón et al., 1983) que comprende: 1) una zona cámbrica más o menos sinclinal al N (sinclinorio de Zafra-Alanis), 2) el núcleo precámbrico de Olivenza-Monesterio y 3) otra zona cámbrica al S (de Jerez de Los Caballeros-Fregenal de La Sierra) constituyendo esencialmente un gran flanco inverso. La transversal de Zafra a Jerez de Los Caballeros y Oliva de la Frontera es la que permite estudiar mejor esta estructura.

## 2. E S T R A T I G R A F I A

La transversal estudiada comprende rocas de edades desde el Precámbrico al Carbonífero, pero es solo a los materiales Cámbricos a los que va a prestarse atención ya que aparte del núcleo precámbrico son los únicos que afloran extensamente y además, es a partir de su estudio que puede definirse la estructura. De todos modos existen afloramientos de otros sistemas, de dimensiones menores y situados periféricamente respecto al área de estudio: el Ordovícico al Sur de la transversal y el Devónico (?) y el Carbonífero al Norte. Los materiales ordovícicos del Sur corresponden en realidad ya a otra unidad, el sinclinorio de Terena. Los materiales carboníferos y devónicos del N se encuentran en el borde de la unidad y pueden también considerarse como exteriores a la misma. Por estos motivos el Ordovícico, el Devónico y el Carbonífero no serán objeto de descripción. Por lo que respecta

al Precámbrico, será tratado simplemente como el núcleo de la megaestructura, sin entrarse en la descripción de su composición interna.

## 2.1. E L C Á M B R I C O

Los materiales cámbricos afloran extensamente tanto al N como al S del núcleo precámbrico del Antiforme de Olivenza-Monesterio. Al sur de dicho núcleo no existen accidentes transversales importantes que interrumpen la franja cámbrica pero al N existe una falla entre Zafra y Atalaya que rompe la continuidad de los afloramientos cámbricos. Este accidente ha dado lugar a que algunos autores (Liñán & Perejón, 1981) consideren que existen dos unidades separadas por dicha falla: la unidad de Alconera al W y la unidad de Zafra al E. Para los citados autores la serie cámbrica tendría en cada una de estas unidades unas características litológicas, sedimentológicas y paleontológicas diferentes. Sobre esta cuestión se tratará más adelante, pero de momento, para la descripción estratigráfica, se consideraran separadamente los sectores al E y al W de la falla de Zafra-Atalaya.

El límite entre el Cámbrico y el Precámbrico, como es normal, no puede precisarse. Por debajo de las calizas indudablemente cámbricas por lo menos en su parte superior ya que poseen faunas de arqueociatos, se encuentra una serie detrítica bastante espesa con participación volcánica variable y con conglomerados y/o porfiroides en su parte más inferior. Estos niveles, cuya proporción de material volcánico varía al parecer considerablemente según las localidades (véase entre otros Capdevila et al., 1971, Liñán, 1978a, Dupont & Vegas 1978, etc.), han sido considerados como precámbricos (Capdevila et al. 1971) o como una "serie de transición". (Parga & Vegas, 1971) y separan una sucesión terrígena fina con carbonatos y atribuida en general al Cámbrico, de los materiales esencialmente esquistosos que forman el núcleo precámbrico del antiforme y que se sitúan por debajo. Por lo menos en buena parte del área que se estudia el material volcánico consiste en tobas más o menos redepositadas y mezcladas con material sedimentario. La descripción se empezará con los primeros materiales groseros (areniscas y/o conglomerados), por encima del núcleo esquistoso del antiforme, que se diferencian bien para poder cartografiarse. Bajo el nombre de "serie detrítica inferior" se englobará aquí pues a todo el conjunto entre las calizas y los esquistos del núcleo del antiforme.

### 2.1.1. El sector al W de la falla de Zafra-Atalaya

En este sector puede obtenerse el corte más completo del Cámbrico de la zona de Ossa-Morena ya que no sólo está presente el Cámbrico inferior, como es normal en la zona, sino también el Cámbrico medio. Básicamente pueden distinguirse cuatro grandes unidades litoestratigráficas que de abajo a arriba son:

- 1) Una serie detrítica "inferior",
- 2) Una formación carbonatada,
- 3) Una serie detrítica "superior" y
- 4) una serie vulcano-clástica del Cámbrico medio.

2.1.1.1. La serie vulcano-clástica inferior. Esta serie aflora principalmente en dos sectores, al W de La Lapa formando la alineación montañosa de la Sierra del Molino, Sierra de San Miguel y Sierra Gorda, y al W de Atalaya. Ambos sectores están separados por el granitoide de Burguillos de Cerro que forma una intrusión situada principalmente en el Precámbrico, pero que corta también el flanco cámbrico interrumpiendo los afloramientos de la serie detrítica inferior, excepto en sus niveles más altos. En términos generales esta serie detrítica forma una gran secuencia fining-up, de manera que se inicia por areniscas gruesas y conglomerados y termina por una serie fina con niveles margosos e incluso de calizas nodulosas.

La mejor sucesión puede obtenerse a lo largo de la carretera de La Lapa a Salvatierra de los Barros. Los niveles que pueden distinguirse son de abajo a arriba los siguientes:

- 5) Pizarras, limos y areniscas finas de color azulado en sección fresca, con cierto contenido en carbonato y con delgadas capas de calizas nodulosas ----- 200 m ?
- 4) Pizarras verdosas----- 200 m
- 3) Areniscas bien estratificadas de color verdoso en capas de 2-20 cm, con niveles de grano fino y otros de grano más grueso. Los niveles de grano fino presentan una disyunción en lajas. Abundan las estructuras sedimentarias: ripple-marks, bioturbaciones, y marcas de base de origen orgánico ----- 200 m
- 2) Areniscas tobáceas rojo vinosas, de grano más fino que las del nivel subyacente ----- 100 m
- 1) Areniscas tobáceas blancas, ocasionalmente con cantos aislados, que en/o cerca de la base presentan un nivel de conglomerados heterométricos que puede llegar a varias decenas de metros de espesor --- 400 m

Los niveles de areniscas tobáceas blancas y moradas forman los relieves de la Sierra del Molino, Sierra de San Miguel y Sierra Gorda. Los conglomerados afloran particularmente bien en una pequeña cantera cerca de la presa del embalse de Ozores, que fué explotada durante la construcción de la presa pero se les puede ver también a lo largo de toda la alineación de lomas antes citada, de manera que parecen formar un nivel continuo o bien una serie de lentejones que trazan en conjunto una alineación bastante continua. En el sector al W de Atalaya los conglomerados afloran en la carretera de Atalaya a Valverde de Burguillos, donde pueden verse también las areniscas blancas y rojo-vinosas o moradas.

El nivel con ripple marks y bioturbación (nivel 3), puede verse bien junto al pueblo de Atalaya, a la salida hacia Valverde de Burguillos, así como en el extremo S de la Sierra de San Miguel. Al microscopio estas areniscas son semejantes a las anteriores y contienen determinada proporción de elementos volcánicos.

El nivel de pizarras verdes constituye un nivel poco resistente a la erosión por lo que frecuentemente aflora mal, además sus límites tanto con la unidad subyacente como con la suprayacente son transicionales por lo que resulta a menudo difícil de delimitar. La carretera de Atalaya al cruce con la carretera de Zafra a Fregenal de la Sierra discurre sobre este nivel, aunque los afloramientos son escasos; inmediatamente al W de Atalaya es donde se encuentran los afloramientos mejores.

Finalmente, por encima del nivel de pizarras verdes se encuentra una unidad formada por materiales finos con un contenido a veces importante de carbonato, hasta llegar incluso a encontrarse capas de calizas nodulosas de escaso espesor. Este nivel se observa mal, en parte por falta de buenos afloramientos (sector al S de la Carretera de Zafra a Fregenal de la Sierra), en parte porque hacia el N adelgaza hasta desaparecer y en parte por enmascaramiento por la aureola metamórfica del plutón de Burguillos del Cerro. Puede versele, no obstante, en algunos puntos: 1) cerca de Atalaya donde se observan algunas capas de calizas junto al camino que asciende al Cerro de Mojo Luengo, 2) a la salida W del tunel del Ferrocarril situado al SW de Alconera, donde se observan rocas calcosilicatadas resultantes de la acción del metamorfismo de contacto y 3) en la ladera W de la Sierra de Alconera a lo largo del camino que desde La Lapa, y más al S de la Carretera, asciende a dicha Sierra para descender por la ladera W hasta el fondo del Arroyo del Coto. De las tres localidades citadas es la última la que permite ver el nivel 5 con su aspecto más característico.

Los niveles 1 a 3 afloran bien a lo largo de todo el flanco de la estructura, aunque se encuentran interrumpidos por el granitoide de Burguillos del Cerro. En cambio, los niveles más altos se reconocen con más dificultad, hacia el S por el recubrimiento cuaternario y hacia el Norte porque estos niveles así como la formación caliza que se les superpone (Caliza de Alconera) adelgazan extraordinariamente hasta incluso prácticamente desaparecer alguno de ellos. Las causas de este adelgazamiento no son claras por lo defectuoso de los afloramientos, pero podría tratarse ya sea de fallas inversas hacia el SE dando lugar a pequeños cabalgamientos (Muelas & Sourbrier, 1977), ya sea de retrocabalgamientos de pequeñas dimensiones.

2.1.1.2. La formación carbonatada (Caliza de Alconera). Esta formación constituye un nivel compacto de calizas que en la parte más superior presenta niveles de calizas nodulosas que pasan gradualmente, aunque en pocos metros, al nivel terrígeno que se le superpone. Estos niveles nodulosos se observan bien entre la estación de Alconera y la boca E del Tunel del ferrocarril que atraviesa la formación carbonatada. En la parte alta existen abundantes arqueocitos (Liñán y Perejón, 1981), aunque a menudo mal preservados. La roca se presenta muy recristalizada, de manera que las estructuras sedimentarias han sido prácticamente borradas, a no ser las de dimensiones grandes como el aspecto noduloso de algunos niveles, por ejemplo. Los dos límites, inferior y superior de la Formación son bastante netos, aunque existe una cierta gradación tanto en el techo como en la base. El espesor de la formación es de unos 400 m, si bien, al igual que sucedía con los niveles más altos del conjunto inferior, adelgaza considerablemente hacia el N, de modo que queda con un espesor extremadamente reducido al W de La Lapa (carretera de La Lapa a Salvatierra de los Barros). Este hecho es probablemente debido a causas tectónicas como se ha explicado anteriormente.

Como límites superior e inferior de esta formación pueden tomarse respectivamente el techo y el muro de las calizas masivas, coincidiendo por tanto con un límite que se puede trazar cartográficamente con facilidad. De estos dos límites el superior no coincide con el propuesto por Liñán & Perejón (1981) quienes incluyen dentro de la Formación Alconera los niveles esencialmente pelíticos pero con esporádicas capas delgadas de calizas nodulosas que se superponen a las calizas masivas. Este nivel, que constituye el Miembro La Hoya de los autores antes citados, por su naturaleza esencialmente terrígena, se considera ya como parte de la "serie detrítica superior".

2.1.1.3. La serie detrítica "superior" (Formación La Lapa). Por encima de la caliza de Alconera se encuentra una espesa sucesión terrígena, esencialmente pelítica si bien con intercalaciones de arenisca que empiezan siendo escasas y de grano muy fino, en la parte inferior, y aumentan en importancia hacia la parte alta de la serie.

La parte más baja (100-150 m) de esta serie detrítica contiene algunas capas de calizas nodulosas, de un espesor inferior a 1 m y frecuentemente de colores rojizos o bien niveles de pizarras con nódulos calizos que al ser disueltos dan a la roca un aspecto "troué". El conjunto es, de todos modos, esencialmente pizarroso, consistiendo en pizarras verdosas, aunque existen también niveles de pizarras rojizas. Este nivel ha dado en toda la Zona de Ossa-Morena abundantes faunas de Trilobites, de los géneros Serrodiscus, Strenuaeva, Realaspis Saukianda e Hicksia, entre otros, característicos del Cámbrico inferior (Marianiense de Sdzuy, 1971). Las intercalaciones de calizas o la presencia de nodulos de carbonato desaparecen hacia arriba de un modo gradual, sin que se pueda trazar un límite preciso entre esta parte inferior con carbonatos y abundantes faunas y la parte de la sucesión carente de ellos. Este nivel ha recibido diferentes nombres, tales como Margas de Herrería (Lotze, 1961) y Miembro La Hoya (Liñán y Perejón, 1981). Tal como quedan definidas aquí las unidades, este nivel forma la parte más baja de la Formación La Lapa, por los motivos que se han expuesto con anterioridad.

Por encima del nivel antes descrito se encuentra una sucesión formada esencialmente por pizarras verdosas, con un espesor que debe sobrepasar los 1.000 m y que forman toda la llanura que se extiende al E de Alconera hasta la Rivera de Alconera.

Por encima, aparecen intercaladas en las pizarras verdes capas de 5-20 cm de limos o areniscas finas compactas, de color verdoso o grisáceo, en general sin estructuras sedimentarias visibles pero a veces también con finas laminaciones paralelas y laminaciones cruzadas; ocasionalmente alguna capa de 20-40 cm de espesor presenta grandes estratificaciones cruzadas. Las pelitas son en general de color verdoso, pero ocasionalmente existen niveles decimétricos de pizarras blanquecinas. El espesor de este conjunto sobrepasa los 1.000 m. La parte más alta de la sucesión que se está describiendo se caracteriza por presentar intercalaciones métricas hasta de una o dos decenas de metros de areniscas o cuarcitas de grano más bien grueso y de tonos claros. El espesor de esta parte de la sucesión es de unos pocos

centenares de metros.

Finalmente coronando el conjunto se encuentra un nivel de 50-60 m de cuarcita blanca compacta que forma en el relieve un crestón característico a todo lo largo de la Sierra de Castellar (Cuarcita del Castellar, o Miembro Castellar de la Formación La Lapa). Esta cuarcita, muy característica y un buen nivel guía para situar el techo de la Formación La Lapa, es sin embargo poco continua, se la puede seguir bien desde la Ermita de Belén, al S de Zafra hasta el embalse de la Albuera, pero desaparece hacia el W antes de alcanzar la carretera de Zafra a La Lapa.

En resumen, la Formación La Lapa, tal como se observa entre Alconera y la Sierra del Castellar consta de los siguientes niveles de arriba a abajo:

- 5- Cuarcita blanca compacta (Miembro Castellar).....50-60 m
- 4- Pizarras y areniscas con algunos niveles de cuarcitas de espesores de unos metros hasta unas pocas decenas.....100-300 m
- 3- Pizarras verdosas con capas de 5-20 cm de limos o areniscas finas compactas sin estructuras sedimentarias o bien con laminación paralela y cruzada. Ocasionalmente capas más gruesas con grandes estratificaciones cruzadas.....1000-1500 m
- 2- Pizarras verdosas.....1000-1500 m
- 1- Pizarras verdosas con alguna intercalación delgada de caliza nodulosa, frecuentemente rojiza, o con niveles de nodulos calcáreos y a veces niveles de pizarras rojas (Miembro La Hoya) ..... 200-400 m

La sucesión que acaba de describirse es la que se encuentra entre Alconera y la Sierra de Castellar, hacia el E esta sucesión queda cortada por la falla de Zafra-Atalaya, mientras que hacia el NW se continua por el área entre La Lapa y Feria, pero en ella se producen variaciones, entre las cuales la más destacada es la desaparición de la Cuarcita del Castellar, de manera que en el detalle se presentan variaciones respecto a la sucesión descrita.

2.1.1.4. La serie vulcano-clástica del Cámbrico Medio.- Por encima de la Cuarcita de Castellar se encuentra una sucesión de unos 1.000 a 1500 m de espesor que consiste en una alternancia de niveles de pizarras verdosas

y de material volcánico o vulcano-sedimentario. Tanto los niveles volcánicos y vulcano-detriticos como los de pizarras son por lo general gruesos, llegando a alcanzar y a veces incluso a sobrepasar los 100 m de espesor. Para esta unidad se ha utilizado el nombre de serie o capas del Playón (Vegas, 1971).

En los niveles pizarrosos de esta serie se han encontrado trilobites que indican el Cámbrico medio. Los primeros hallazgos fueron realizados por Bard (1964) en tres localidades, dos de ellas en la Carretera de Zafra a La Lapa, en los Km. 6,5 y 7,2 y otra al Sur de dicha carretera, en el flanco N de la Sierra del Castellar. Más recientemente Gil Cid (1986) encontró un nuevo yacimiento, también en la Sierra del Castellar no lejos del tercero de los yacimientos de Bard, junto a la presa del embalse de Albuera, en el margen derecho del arroyo. Las faunas procedentes de estos yacimientos indican en todos los casos el Cámbrico medio, con géneros tales como Paradoxides, Pardailhania, Jincella, Parabailiella, Bailiella y otros.

#### 2.1.2. El sector al E de la falla de Zafra-Atalaya.

Al oeste de la falla de Zafra-Atalaya pueden distinguirse tres áreas en las que afloran niveles diferentes por lo menos en parte: 1) El Sinclinal de Fuente de Cantos al S, donde pueden verse los niveles más bajos de la sucesión, 2) el área entre Calzadilla de Los Barros y Zafra con una litología homogénea y 3) el área de Los Santos de Maimona, con un espeso nivel de calizas.

##### 2.1.2.1. La parte baja de la sucesión en el sinclinal de Fuente de Cantos.-

La parte más baja de la sucesión puede verse en los cerros que desde algo al SE de Fuente de Cantos forman una alineación SE-NW de la que forman parte el Cerro de Riscos y Cabeza Gorda. Igualmente pueden verse en la trinchera del ferrocarril, desde el Cortijo de Doña Julia hasta algo más al Sur del puente sobre el rio Bodión y a lo largo del rio Bodión aguas abajo del citado puente hasta el granitoide de Valencia del Ventoso que corta la sucesión. Al igual que en el sector al W de la falla de Zafra-Atalaya, se trata de una sucesión de material vulcanoclástico, con niveles de conglomerado cerca de la base. La proporción del material volcánico es variable y difícil de precisar sin realizar un estudio detallado, aunque parece ser algo mayor que en el sector de La Lapa antes descrito. Los conglomerados forman un nivel más o menos continuo cerca de la base, bien visible a casi todo lo largo del flanco, pero existen también lentejones en posición más alta como puede verse bien en Cabeza Gorda. En la sección de la vía del ferrocarril

a la que antes se ha hecho referencia, en la parte más baja predominan areniscas de tonos claros mientras que por encima aparecen tonos violáceos, igual que sucede más al NW, pero en la zona de Cabeza Gorda y Cerro de Riscos esta diferenciación en dos niveles por el color no parece existir.

Por encima, en la vía del ferrocarril, puede verse el nivel con ripple-marks y bioturbaciones, pero más al SE este nivel no se reconoce, probablemente por la falta de buenos afloramientos.

A continuación se encuentra un nivel de pizarras verdes que aflora bien en la vía del ferrocarril y también al E y W del cortijo de la Argamasa. Este nivel corresponde exactamente al nivel 4 del sector al W de la falla de Zafra-Atalaya.

Finalmente, formando el núcleo del sinclinal se encuentra un nivel de pelitas y limos azulados con carbonato, a veces compactos, otras con unas finas laminaciones y con intercalaciones de calizas, en general nodulosas. Este nivel no solo forma el núcleo del sinclinal de Fuente de Cantos, sino que se extiende más al N, hasta más allá de Zafra y por tanto será descrito con más detalle en el apartado que sigue.

#### 2.1.2.2. El nivel con carbonatos del área Calzadilla de los Barros a Zafra.-

Se trata del mismo nivel que forma el núcleo del sinclinal de Fuente de Cantos y que ocupa una amplia extensión ya que está repetido varias veces por la existencia de dos pliegues: el propio sinclinal de Fuente de Cantos y el anticlinal de Zafra.

No existe en toda la área un corte completo de este nivel, en el sinclinal de Fuente de Cantos su parte más alta está erosionada y además las condiciones de afloramiento no son buenas y más al N aunque existen algunos cortes buenos en las trincheras del ferrocarril, se trata siempre de cortes muy incompletos. No obstante no parece que existan variaciones importantes que permitan subdividir esta unidad. Los mejores cortes para observar las fácies, aunque muy incompletos, son el que dá el ferrocarril de Zafra a Jerez de los Caballeros, inmediatamente al W de su cruce con la carretera de Zafra a La Puebla de Sancho Perez, hasta la falla de Zafra-Atalaya, y el que proporciona el ferrocarril de Zafra a Mérida, unos 8-9 Km a NE de Zafra.

La característica principal de esta unidad es el color azulado en sección fresca que presentan la mayoría de las rocas que la forman. En general

se trata de capas homogéneas de color azulado de pelitas o limos con carbonatos o capas con laminaciones paralelas a veces milimétricas, a veces entre 0.5 y 2 cm, con alternancia de tonos más claros y más oscuros que representan niveles más ricos en carbonatos o más ricos en material terrígeno (pequeños granos de cuarzo en una matriz pelítica o pelítico-carbonatada). Al microscopio estas rocas muestran proporciones variables de granos de cuarzo, siempre de pequeño tamaño (0.02-0.05mm) dispersos en una matriz pelítico-carbonatada o en un cemento calcáreo. Intercaladas en la sucesión se encuentran capas de calizas, en general nodulosas y estilóticas, pero a veces también formando niveles estratificados en capas centimétricas homogéneas de calizas gris azuladas de grano fino. En general todas las calizas contienen granos de cuarzo dispersos en proporción variable, pero normalmente menos abundantes en las calizas de aspecto noduloso. Finalmente cabe citar la presencia de niveles de espesores métricos de pizarras de tonos verdosos, semejantes a las que forman la unidad inmediatamente inferior. La proporción de los diferentes elementos litológicos descritos varía, pero por el momento no parece posible establecer una sucesión estratigráfica dentro de la unidad.

Con el fin de determinar la importancia real de los carbonatos se han efectuado unas calcimetrías utilizando un calcímetro de Bernard. Los resultados obtenidos se indican en el cuadro de la página siguiente (cuadro 1). La situación de las muestras puede verse en el mapa fuera de texto nº 2.

En el cuadro antes citado puede verse que existe un cierto número de muestras con contenidos en  $\text{CO}_3\text{Ca}$  de alrededor del 50% y que corresponden a rocas laminadas (Z-11, Z-15, Z-67). Estas rocas consisten en una alternancia de láminas muy ricas en carbonatos y capas pelíticas, en general de grosor similar o en todo caso, con un grosor algo mayor de las capas de carbonatos; los porcentajes obtenidos se refieren a la totalidad de la muestra previamente homogeneizada, es decir incluyendo los dos tipos de láminas. Otro tipo de muestras presenta contenidos más bajos, entre el 20 y el 45%, y corresponden a rocas compactas, homogéneas, de tonos azulados (Z-12, Z-56); se trata de un tipo de roca muy característica de esta serie, que composicionalmente corresponde a una marga algo arenosa muy compactada. Finalmente, otro grupo de determinaciones indica claramente que se trata de calizas bastante puras. De ellas las que han dado un contenido menor en  $\text{CO}_3\text{Ca}$  son las muestras Z-31 y Z-32 (75,6 y 80.5%), debido probablemente a la abundancia de estilóticos que le confieren un aspecto noduloso. Las demás muestras dan contenidos por encima del 80% o el 85% (Z-17, Z-24, Z-32, Z-55) y son calizas compactas azuladas.

Intercaladas con las rocas analizadas, existen capas netamente pelíticas, pero en su conjunto la serie es rica en carbonatos, derivando en buena parte de barros de tipo calcáreo.

C U A D R O 1

Muestra	Descripción litológica	% de CO <sub>3</sub> Ca
Z-11	Roca laminada con láminas claras, ricas en carbonato y otras más oscuras más pelíticas de 0.5 a 1 cm de espesor.	46,2
Z-12	Roca compacta, azulada, al microscopio granos de cuarzo dispersos en una matriz.	19,6
Z-13	Caliza con multitud de estilolitos dando un aspecto finamente laminado.	80,5
Z-15	Roca laminada, con láminas ricas en carbonato y otras más pelíticas	58,8
Z-17	Caliza gris-azulada compacta.	89,6
Z-24	Caliza gris-azulada, compacta, de grano fino.	96,6
Z-31	Caliza nodulosa.	75,6
Z-32	Caliza gris-azulada, compacta, al microscopio se observan granos de cuarzo dispersos.	81,9
Z-55	Caliza gris-azulada compacta.	85,4
Z-56	Roca gris-azulada compacta. Al microscopio se ven algunos granos dispersos de cuarzo.	42,7
Z-67	Roca laminada con láminas de carbonato y otras pelíticas.	65,1

El espesor de este nivel es difícil de evaluar. En el Corte del ferrocarril al NE de la Puebla de Sancho Pérez afloran unos 250 m de sucesión formando parte del flanco W del anticlinal de Zafra, pero tanto la base como el techo del nivel quedan lejos de los límites del afloramiento. Diferentes cálculos geométricos a través de la zona sugieren un espesor de alrededor de los 1500 m.

2.1.2.3. El área de Los Santos de Maimona.- El elemento más destacado del área es la presencia de dos alineaciones montañosas formadas por calizas, una inmediatamente al S del pueblo y la otra al W. Ambas están separadas por una zona de fracturas a lo largo de la cual se sitúa el extremo oriental del afloramiento del Carbonífero que se extiende desde el pueblo de Los Santos de Maimona hacia el ENE y un pequeño afloramiento de calizas fosilíferas de edad probablemente devónica. Se trata, de todos modos, del mismo nivel, que puede equipararse a la Caliza de Alconera.

Las canteras al Sur de Los Santos de Maimona, junto a la carretera a Zafra dan un buen corte de estas calizas. En ellas puede verse que aunque se trata de una formación esencialmente caliza existen varias intercalaciones de pizarras de espesor métrico. Por lo que respecta a las características de las calizas nada puede decirse debido a la fuerte recristalización existente.

Por debajo del nivel de calizas, en la carretera de Los Santos de Maimona a Zafra afloran unos 70-100 m de pizarras y areniscas que pueden llegar a formar bancos de 1 a 1.5 m con tonos verdosos, ocres y morados. Este nivel que no ha podido ser observado en ningún otro punto de la zona debe interponerse entre las calizas y el nivel de pelitas y limos con carbonatos que forma toda el área de Zafra y que aflora a lo largo de la misma carretera hacia el S.

Las capas inmediatamente por encima de este nivel de calizas no pueden observarse ya que en Los Santos de Maimona existe un pequeño granitoide intruido en el techo de las calizas.

### 2.1.3. La columna estratigráfica de conjunto: comparación con el sector al E de la falla de Zafra-Atalaya

Sobre la ordenación estratigráfica y la edad de las unidades que acaban de describirse se han expresado opiniones bastante diversas. Aquí va a considerarse que la serie es continua desde los niveles de conglomerados en el sinclinal de Fuente de Cantos hasta las

calizas de Los Santos de Maimona. De acuerdo con lo dicho pueden distinguirse los siguientes unidades de arriba a abajo:

- 5- Caliza masiva, aunque con algunas intercalaciones  
métricas de pizarras..... 500-600 m
- 4- Pizarras y areniscas verdosas, ocres y moradas ..... 70-100 m
- 3- Pelitas y limos con carbonatos, de color azu-  
lado y capas de calizas, en general nodulosas ..... 1500 m
- 2- Pizarras verdosas ..... 200 m
- 1- Areniscas tobáceas y rocas volcánicas, con ni-  
veles de conglomerados cerca de la base; en al-  
gunas localidades se observa un cambio de colo-  
ración de blancuzco a violáceo desde la parte  
baja hacia el techo.....1300-1400 m

El nivel 1 corresponde claramente a los niveles 1, 2 y 3 del área de W de la falla de Zafra-Atalaya y el nivel 2 corresponde al 4 del área antes indicada. Un problema que ha emmascarado la correlación entre las dos áreas es el encontrar un equivalente al W del nivel de pelitas y limos con carbonatos tan extendido y tan espeso al E de la falla de Zafra-Atalaya (nivel 3). No obstante, aunque oscurecido por el recubrimiento cuaternario y por el metamorfismo de contacto de los plutones de Valencia del Ventoso y Burguillos del Cerro, un nivel con carbonatos se encuentran también al W, por debajo de las calizas de Alconera (nivel 5 en la columna de aquel sector). La principal diferencia es el espesor mucho menor que parece tener el nivel en cuestión al W de la falla de Zafra-Atalaya, pero de hecho sea por causas sedimentarias, tectónicas o una combinación de ambas, existe una reducción general de la serie hacia el NW como puede verse claramente a todo lo largo del flanco desde Atalaya a La Lapa y Feria. Existe además, prácticamente una continuidad de afloramiento pues a pesar del granitoide de Valencia del Ventoso y de la falla de Zafra - Alconera el flanco S del Sinclinal de Fuente de Cantos es claramente la prolongación del flanco que desde La Lapa se extiende hasta más al S del Atalaya. Así pues, tanto por la litología como por la posición estratigráfica y por la continuidad de afloramientos el nivel 3 de la sucesión al E de la falla de Zafra-Atalaya debe corresponder al nivel 5 de la sucesión al W de la misma. Finalmente, las calizas del área de Los Santos de Maimona serian equivalentes a las Calizas de Alconera.

### 2.1.3. La sucesión en el flanco meridional del Antiforme de Olivenza- Monesterio

Aunque en este flanco no existen accidentes del tipo de la falla de Zafra-Atalaya, es posible reconocer una zona transversa entre Fregenal y Jerez de los Caballeros donde las relaciones entre los diferentes niveles cámbricos aparecen muy oscurecidos. Tanto al sur, sector de Bodonal, como al norte, sector de Jerez-Valle de Santa Ana, de esta zona transversa, es posible obtener una definición con cierta imprecisión de los niveles cámbricos. Es importante señalar que no existe en este flanco un corte completo del Cámbrico de la calidad de los encontrados en el flanco septentrional; parece lógico pensar que la naturaleza de flanco inverso de esta zona dificulta la determinación de la sucesión cámbrica. Sin embargo, es en esta zona donde H. Schneider (1939, 1952) definió la primera sucesión cámbrica apoyada en determinaciones paleontológicas. Esta sucesión ha sido continuada por Lotze (1961) para la ubicación de las faunas de Saukianda, aunque, como se tratará más adelante, algunos de los niveles fosilíferos (Margas de Herre-ría, Capas de Arroyomolinos) no parecen estar en una posición correcta en el conjunto de la sucesión cámbrica.

2.1.3.1. La Serie vulcano-clástica inferior.- Con criterios de homogeneización denominamos así al conjunto inferior a los niveles carbonatados que comienza con un episodio de naturaleza volcánica (Porfiroides de Bodonal). Este nivel de porfiroides es muy potente en la región de Bodonal pudiendo alcanzar algunos centenares de metros de espesor. Aunque es un nivel muy constante, su naturaleza cambia hacia el NW, apareciendo en la región al norte de Jerez como un conglomerado de elementos porfiroides en transición a un conglomerado heterométrico con escasos elementos de porfiroides.

Por encima de este nivel conspicuo no es posible definir una sucesión concreta de términos por falta de un corte significativo. Además parece existir una cierta variación litológica a un lado y otro de la estructura transversa del sector de Fregenal. En una primera aproximación, y teniendo en cuenta las características de la sucesión cámbrica del flanco norte, se puede establecer la existencia de niveles arenosos sobre los porfiroides. Estos niveles arenosos pasan a episodios de calcoesquistos de tonos azulados en el sector de Bodonal-Fuentes de León. Por el contrario, los materiales adyacentes a los niveles detríticos basales son de naturaleza pizarrosa y

de tonos versicolores en el sector de Valle de Santa Ana.

2.1.3.2. La formación carbonatada. Esta formación constituye un horizonte simétrico respecto a la alineación de las Calizas de Alconera entre Jerez de los Caballeros y Barcarrota. Al sur de Jerez la alineación de calizas del flanco meridional del antifome estudiado se complica apareciendo muy confusas las relaciones entre las calizas y los materiales supra y subyacentes. En este último sector es posible la confusión entre el verdadero horizonte carbonatado (equivalente a Las Calizas de Alconera) y los niveles de calcoesquistos azulados asimilables a la serie volcano-sedimentaria inferior. Salvo alguna cita imprecisa, no se conocen yacimientos de Arqueociatos equivalentes a los del flanco septentrional.

2.1.3.3. La serie detrítica superior al nivel carbonatado. Esta serie ha sido dividida tradicionalmente en dos conjuntos denominados Margas de Herrería y Capas de Rincón según las divisiones establecidas por Schneider (1939, 1952).

a) Las Margas de Herrería constituyen el techo del nivel carbonatado en el sector de Arroyomolinos-Fuentes de León. Por el contrario, no aparecen definidas en el sector de Jerez de los Caballeros ni en la estructura transversa de Fregenal; además en numerosas ocasiones aparecen en posición tectónica anómala haciendo imposible su relación tanto con el nivel de calizas como con los materiales de las Capas de Rincón. Sin embargo, es en estos afloramientos donde han sido descritas parte de las famosas faunas de Saukianda de Sierra Morena (Lotze, 1961).

En conjunto estas capas constituyen un nivel de pizarras margosas de grano muy fino y de color violeta intenso con tonos vinosos. Su aspecto recuerda en muchas ocasiones a los "Schistes troués" de la Montagne Noire en Francia.

b) Las Capas de Rincón corresponden a una alternancia de pizarras ocre de grano intermedio a fino y areniscas en bancos métricos. Esta alternancia va perdiendo hacia el techo los niveles de areniscas de tal manera que se puede establecer para este sector una división en Capas de Rincón inferiores y Capas de Rincón superiores.

Este nivel detrítico aparece muy bien desarrollado en el sector de Cumbres Mayores, donde es posible establecer sus relaciones con los niveles superiores y con las Margas de Herrería.

2.1.3.4. El nivel de arenisca cuarcítica de Cumbres. Este nivel se puede seguir en toda la alineación de cumbres entre Cumbres de Enmedio y Cumbres Mayores y está situado a techo de las Capas de Rincón superiores. Su continuidad y resalte permite su uso como nivel estratigráfico.

2.1.3.5. La serie vulcano-sedimentaria superior (Vulcanitas de Umbría-Pipeta). Este nivel corresponde en la nomenclatura de Schneider a un conjunto muy potente de coladas volcánicas básicas, a veces con estructuras de pillow-lavas que se sitúan a techo de las Capas de Rincón. De hecho es posible observar como las Areniscas de Cumbres separan ambos conjuntos. Como se tratará más adelante es posible, desde un punto de vista petrológico, establecer una comparación entre las Vulcanitas de Umbría Pipeta y la Serie del Playón de edad Cámbrico Medio.

2.1.3.6. El resto de la Sucesión Cámbrica del flanco meridional del Anticlinorio. Aunque fuera del área de estudio, es posible referirse a la relación del Cámbrico con el conjunto ordovícico perteneciente al sinforme de Terena. La relación entre los materiales fosilíferos del Ordovícico de Venta del Ciervo se realiza mediante una serie detrítica, denominada Serie de Fatuquedo, cuya relación con las Vulcanitas de Umbría-Pipeta no ha sido establecida hasta el momento. En cierto modo, la Serie de Fatuquedo podría ser parte o el techo de Umbría-Pipeta.

2.1.4. Elementos de comparación entre las sucesiones cámbricas de ambos flancos del Antiforme de Olivenza-Monesterio.

Una comparación entre ambas sucesiones puede establecerse a través de la indentificación del nivel carbonatado constituido por las aquí denominadas Calizas de Alconera. De hecho esta alineación de calizas es simétrica respecto a la alineación de calizas entre Jerez y Barcarrota e incluso en la prolongación hacia el NW del anticlinorio constituyen una única alineación de calizas.

La serie clástica inferior definida en el flanco norte se puede comparar con los materiales infracalizas del flanco sur en base a los elementos vulcano-clásticos. La participación volcánica es mucho más importante en el flanco meridional con el afloramiento de los Porfiroides de Bodonal, cuyo carácter de serie basal permite una identificación con los conglomerados de Fuente de Cantos y del sector Zafra-La Lapa.

Queda en cierto modo la identificación del potente nivel de calcoesquitos azulados del sector de Calzadilla de los Barros. En muchas ocasiones este nivel parece haber sido confundido con el verdadero nivel carbonatado y no es posible hacer una correlación precisa por el momento. De la misma manera tampoco es posible una identificación precisa del llamativo nivel versicolor situado inmediatamente por debajo de las calizas en la alineación de Los Santos de Maimona. Materiales semejantes parecen aflorar en la localidad de Valle de Santa Ana, en el flanco meridional, pero su posición estratigráfica no ha sido convenientemente precisada.

Respecto a los materiales situados por encima de las Calizas de Alconera, una buena comparación puede establecerse entre las denominadas Margas de Herrería del flanco sur y el miembro La Hoya del sector de Zafra-La Lapa. La identidad de faunas y de aspectos litológicos autorizan esta identificación. No obstante, es preciso observar que las faunas fueron encontradas primero en afloramientos de dudosa posición tectónica y muy posteriormente en el sector de La Lapa, en situación stratigráfica clara (véase Lotze, 1961). Pero además, es preciso resaltar que estos materiales fosilíferos no han sido descritos en el flanco sur inmediatamente por encima de la alineación de calizas de Jerez-Barcarrota, ni tampoco en el sector de Fregenal-Bodonal. En esta última localidad los materiales relacionados con las calizas constituyen las denominadas por Schneider como Capas de Arroyomolinos. Se da la circunstancia de que estas Capas de Arroyomolinos han sido situadas por Schneider (1939, 1952) y por Lotze (1961) en la serie clástica inferior a las calizas. No obstante hay una cita imprecisa del hallazgo de un trilobites en la localidad de Arroyomolinos (Lotze, 1961). Este hecho podría indicar la correlación entre las capas abigarradas de Arroyomolinos, por parte, las Margas de Herrería y el miembro La Hoya del flanco norte.

El resto de la serie detrítica superior a las calizas de Alconera se puede correlacionar con mayor precisión. Las capas de Rincón del flanco sur son equiparables a los materiales aflorantes entre Alconera y la sierra del Castellar, con muy pocas variaciones. El miembro de la Cuarcita del Castellar es en todo equiparable a la Arenisca de Cumbres en el flanco sur.

Si se admite esta última equiparación, las Vulcanitas de Umbría-Pipeta deben ser las representantes del Cámbrico Medio del sinclinal de Zafra, aunque no se hayan descrito todavía las capas fosilíferas en el flanco sur. La identidad del episodio volcánico parece un elemento suficiente para esta correlación.

En general, es de esperar que algunos de estos problemas de correlación puedan ser resueltos con la nueva definición de la sucesión cámbrica en el sector de Zafra y la definición tectónica del flanco sur.

### 3. ESTRUCTURA

La estructura de la franja cámbrica al Norte y al Sur del núcleo de Olivenza-Monesterio es muy diferente. Mientras la franja Sur corresponde esencialmente a un gran flanco inverso, la estructura de franja Norte consiste en una serie de pliegues de plano axial de buzamiento bastante alto.

#### 3.1 LA ESTRUCTURA DE LA FRANJA NORTE

El área estudiada está dividida en dos por una falla transversal, la falla de Zafra-Atalaya al W de dicha falla la estructura consiste en un sinclinal cuyo núcleo está formado por la serie vulcano-clástica del Cámbrico medio. Al E de la falla se observan básicamente dos pliegues, el sinclinal de Fuente de Cantos y el anticlinal de Zafra, aunque existen otros pliegues de orden menor.

##### 3.1.1. Los pliegues mayores

Los pliegues de ordenes de dimensiones mayores presentan una dirección entre NW-SE y NNW-SSE. El trazado de estos pliegues está, por supuesto, interrumpido y algo desplazado por la falla de Zafra-Atalaya. No obstante esta falla aunque claramente posterior a los pliegues no produce ni un desplazamiento importante ni cambios de consideración en la dirección de los pliegues.

La dirección e inclinación del Sinclinal de La Lapa, obtenida a partir de 54 buzamientos en ambos flancos es de 138/07 (figs. 2 y 3). Esta dirección es muy similar a la que se obtiene para el anticlinal de Zafra que es de 310/23 (figs. 4 y 5). La falla de Zafra-Atalaya no da lugar a cambios importantes en la dirección de los pliegues; por este motivo si se combinan los buzamientos del sinclinal de La Lapa con los del flanco S del anticlinal de Zafra, que corresponde a la prolongación del flanco N del Sinclinal de La Lapa, se siguen obteniendo resultados coherentes (323/06, fig. 6 y 7). Más al S de Zafra los pliegues sufren una ligera inflexión orientándose más hacia el N. Así esta inflexión se observa muy bien en el anticlinal de Zafra, cuyo flanco SW pasa a tomar una dirección prácticamente N-S; el eje toma en este sector una orientación 347/12 (figs. 8 y 9), aunque los buzamientos de que se dispone del flanco E son escasos debido a las malas condiciones de afloramiento (véase también el mapa de buzamientos). Más al S, el Sinclinal de Fuente de Cantos que es la prolongación del de La Lapa vuelve a tomar una dirección NW-SE, según se aprecia

en la cartografía, aunque no se ha podido determinar el eje a partir de los buzamientos pues es un pliegue con el flanco NE inverso con lo que no se obtiene una buena intersección.

El ángulo entre flancos de estos pliegues es en general bastante alto. Para el sinclinal de La Lapa el ángulo es de  $74^\circ$ , y para el de Zafra de  $70^\circ$  en el sector de Zafra y de  $90^\circ$  en el de Medina de Torres. El sinclinal de Fuente de Cantos es más agudo ya que su flanco SW buza en promedio 55/16 y el flanco NE en el sector de Medina de Torres que es donde se observa mejor, buza 17/20. Ambos flancos buzan pues al NE de modo que los dos flancos son casi isoclinales (fig. 10 y 11).

Los pliegues descritos son los pliegues de ordenes de dimensiones mayores que se observan en la zona, pero además existen otros pliegues que aún siendo de dimensiones cartografiables, son de menor tamaño. Estos pliegues quedan de manifiesto en la cartografía por el trazado sinuoso del contacto con el Precámbrico. Terminaciones periclinales a lo largo de este contacto pueden verse en el sector de Fuente de Cantos, al S de Medina de Torres y al S de Nogales. Cartográficamente se observa que todos estos pliegues tienen sus ejes inclinados hacia el N, todos ellos con inclinaciones superiores a los valores hallados lejos de las terminaciones periclinales, de manera que estas no son simples figuras cartográficas sino que responden a cabeceos de los ejes.

### 3.1.2. Los pliegues menores y la esquistosidad; disposición de los elementos lineares.

Los pliegues menores no son muy frecuentes y la esquistosidad está poco desarrollada, por lo que pueden medirse pocas lineaciones de intersección. No puede por tanto obtenerse un buen diagrama de lineaciones, no obstante, los datos que han podido obtenerse (ejes de pliegues y lineaciones de intersección) se representan en las figuras 12 y 13.

Las lineaciones salen bastante dispersas, no solo en dirección sino también en inclinación, aunque las variaciones de dirección se mantienen prácticamente dentro de los límites que marcan los pliegues mayores. Por lo que respecta a las inclinaciones, las hay en los dos sentidos, predominando las inclinaciones de unos  $20^\circ$  hacia el NE o NNE, y las de  $20^\circ$  en sentido opuesto, lo que indica, en promedio una diferencia en la inclinación de los ejes de unos  $40^\circ$ . Existen no obstante, inclinaciones más altas, de alrededor de los  $60^\circ$ . Estos valores más elevados se encuentran

en las terminaciones periclinales, que representan inflexiones en la inclinación de los ejes de los pliegues, como por ejemplo en la terminación que se dibuja al S del Cortijo de Dña. Julia, donde tanto el pliegue de dimensiones medias que la dibuja como los pliegues menores que se ven a lo largo de la vía del ferrocarril presentan inclinaciones axiales altas. Las estructuras lineales representadas en las figuras 12 y 13 no son todas de la misma clase, aunque si tienen en principio el mismo significado. Algunas de las lineaciones corresponden a pliegues menores de ángulo entre flancos bastante alto, del mismo orden de valores que los pliegues mayores antes descritos. Estos ejes que han sido medidos principalmente al S de La Puebla de Sancho Pérez y en los alrededores de Zafra se agrupan bastante bien con los ejes de los pliegues mayores.

Otro grupo de pliegues tiene un ángulo entre flancos marcadamente menor. Pliegues de este tipo pueden reconocerse en la vía del ferrocarril de Zafra a Jerez de los Caballeros, al W de su cruce con la carretera al S de La Puebla de Sancho Pérez; estos pliegues por su morfología más aguda parecen diferentes a los antes referidos, pero la orientación de sus ejes no se aparta mucho de la orientación de los anteriores.

Otro grupo de pliegues menores son los del flanco NE (flanco inverso) del Sinclinal de Fuente de Cantos que muestran una disposición muy agrupada que queda por dentro del campo de variabilidad de las otras direcciones.

Un grupo que se aparta algo más es el de los pliegues al S del Cortijo de Doña Julia, a los que ya se ha aludido, y para los que se han dado ya las razones para su mayor inclinación.

Finalmente la esquistosidad está en general poco desarrollada. Donde se observa una mayor deformación interna en las rocas y por tanto un mayor desarrollo de la esquistosidad es en el Sinclinal de Fuente de Cantos, pero aún en este área su desarrollo no es muy grande por no ser muy adecuados los materiales de la serie detrítica inferior. Casi todas las mediciones efectuadas lo han sido más al N en el área de Alconera y en las de La Puebla de Sancho Perez.

Todas las estructuras lineales descritas parecen pues tener el mismo significado. Tan solo la existencia de dos tipos de pliegues, unos más laxos y otros más agudos en el área de Zafra y La Puebla de Sancho Perez podría hacer pensar en dos generaciones distintas, pero por el momento no existen argumentos suficientes para justificar una conclusión de este tipo.

### 3.1.3. La falla de Zafra-Atalaya

Se trata de una falla que en su sector septentrional lleva una dirección NW-SE y que algo más al S de Zafra forma un cierto codo para tomar una dirección NNE-SSW. Aunque es disponible conocer con cierta precisión la posición de la superficie de falla, por su trazado parece tener un ángulo de inclinación alto. Su relación con los pliegues, a la que ya se ha aludido al tratar de ellos permite deducir que su edad es posterior. Atendiendo al único punto donde la falla puede verse (trinchera del ferrocarril de Zafra a Jerez de los Caballeros), ésta parece ser una estructura de tipo muy frágil, pero por otra parte en las proximidades de la falla se observa una flexión de las capas que indica la existencia de una zona de deformación relativamente ancha a ambos lados de la misma. La flexión que se observa tanto en el extremo SE de la Sierra de Castellar como de la de Alconera y en general el giro de los buzamientos al aproximarse a la falla así lo indican. Parece pues existir una amplia zona de deformación con características de zona de cizalla y con una parte central de fractura frágil. Las figuras 14 y 15 representan la flexión de las capas al aproximarse a la falla en las dos localidades antes indicadas. En ambos casos se dibuja un pliegue que no se puede definir con precisión por escasez de buzamientos observables y por existir además una cierta dispersión, pero que en todo caso, se trata de pliegues con una fuerte inclinación axial y una dirección que no guardan relación con las descritas en el apartado anterior. Las figuras 14 y 15 muestran las posibles soluciones que apuntan hacia la geometría cónica de las mismas.

### 3.1.4. La evolución de los pliegues, grietas de extensión y fibras

El desarrollo de la esquistosidad en el área cámbrica es en general escaso, especialmente en el Sinclinal de La Lapa y el Anticlinal de Zafra. En este área la esquistosidad es siempre incipiente y tiene carácter local. Los pliegues tienen un carácter flexural y el aplastamiento normal al plano axial que pueden haber sufrido es escaso. En el Sinclinal de Fuente de Cantos, en cambio, existe un mayor desarrollo de la esquistosidad y los pliegues observables son todos ellos pliegues flexurales aplastados (Tipo 1C de Ramsay). Aunque no se han hecho determinaciones cuantitativas de elipsoide de deformación, la existencia de objetos con colas de presión y otros marcadores indica un estiramiento más o menos normal a los ejes de los pliegues asociado a una deformación dúctil y homogénea del material. En determinadas capas

competentes se observan además boudins, a menudo romboidales, paralelos o subparalelos a los ejes de los pliegues. Estos boudins, que indican una extensión normal a los ejes de los pliegues, se habrían generado durante la misma etapa que ha dado la deformación dúctil en niveles menos competentes, si bien probablemente hacia el final de la misma. Todo lo dicho indica una posición del elipsoide con el eje mayor normal a los ejes de los pliegues, pero además existe muy generalizado en toda la zona un sistema de grietas de extensión con fuerte buzamiento, o sea más o menos normal a los ejes de los pliegues. Estas grietas presentan fibras que permiten seguir el "path" de la extensión y situar el vector desplazamiento. Se trata de un sistema de grietas que origina un boudinage perpendicular a los ejes de los pliegues que se originó en un momento tardío del desarrollo de los mismos. La extensión producida por este sistema de boudins no es muy grande. Las elipses bidimensionales medidas sobre las superficies de estratificación dan relaciones  $\lambda_1/\lambda_2$  comprendidas entre 1.2 y 2 e incrementos de área entre 0.15 y 0.50, (fig. 16).

### 3.2. LA ESTRUCTURA DE CONJUNTO

Considerando toda la transversal, la estructura de conjunto podría interpretarse como un gran pliegue acostado, cuyo flanco inverso es la zona de pliegues acostados (VAUCHEZ, 1974; APALATEGUI, 1980) al S del núcleo del antiformal. Este gran pliegue tumbado es una estructura de primera fase. A ella se superponen estructuras más tardías, bien visibles en el flanco S (APALATEGUI, 1980), donde la existencia de una esquistosidad de flujo de primera fase favorece su reconocimiento, y solo entrevistas en el flanco Norte. El Precámbrico de Olivenza-Monesterio formaría el núcleo del gran pliegue acostado y la Zona de Zafra el flanco normal. Aunque el flanco inverso no se ha podido estudiar con detalle, parece claro según los datos existentes que existe un gradiente en la deformación de uno al otro flanco. Aún sin cuantificar la deformación el diferente desarrollo que tiene la esquistosidad en ambos flancos así lo atestigua. El elipsoide de deformación en relación con la esquistosidad tiene la dirección  $\lambda_1$  más o menos normal a los ejes de los pliegues en ambos flancos, pero por lo menos en el flanco normal ha existido un estiramiento longitudinal al eje de los pliegues en la etapa final de evolución de los mismos.

### 3.3. BIBLIOGRAFIA

Se han incluido unicamente en esta bibliografía las referencias citadas en el texto. Una bibliografía completa sobre la zona de Ossa-Morena fué entregada ya en un informe anterior.

- ALMERA, J., 1889. Descubrimiento del Carbonífero inferior o Culm en el Putxet y Vallcarca. Crónica Científ., 12: 393-396.
- ALMERA, J., 1891a. Mapa geológico y topográfico de la provincia de Barcelona. Región primera o de contornos de la capital. E. 1:40.000, Dip. Prov. Barcelona.
- BARD, J. P., 1964. Observaciones sobre la estratigrafía del Paleozoico de la región de Zafra. (Provincia de Badajoz, España). Notas Com. Inst. Geol. Min. Esp., 76: 175-180.
- CAPDEVILA, R., MAITE, Ph. & PAREDES, N., 1971. La nature du Précambrien et ses relations avec le Paléozoïque dans la Sierra Morena central (Sud de l'Espagne). C. R. Ac. Sc. Paris, 273: 1359-1362.
- CHACON, J., OLIVEIRA, V., RIBEIRO, A. & OLIVEIRA, J.T., 1983. La Estructura de la Zona de Ossa-Morena. In: Geología de España. Libro Jubilar J.M. Rios, Inst. Geol. Min. Esp., 1: 490-504.
- DUPONT, R. & VEGAS, R., 1978. Le Cambrien inférieur du Sud de la province de Badajoz (Sud-Ouest d'Espagne). Distribution des séries sédimentaires et volcaniques associées. C. R. Ac. Sc. Paris, 286 (ser. D): 447-450.
- GIL CID, M. D., 1986. "La Albuera del Castellar" nuevo yacimiento en el Cámbrico Medio de Zafra. Bol. Geol. Min., 97 (3): 313-318.
- LIÑAN, E., 1978a. Bioestratigrafía de la Sierra de Córdoba. Tesis Doct. Univ. Granada, 191: 1-212.
- LIÑAN, E. & PEREJON, A., 1981. El Cámbrico inferior de la "Unidad de Alconera", Badajoz (SW de España). Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., (Sec. G), 79: 125-148.
- LOTZE, F., 1961. Das Kambriums Spaniens. Teil I: Stratigraphie. Akad. Wiss. Lit. Abh. Math-Naturw. Kl., 6: 1-216 (283-498). (Trad. en Mem. Inst. Geol. Esp., (1970) 75: 1-256).

- MUELAS, A. & SOUBRIER, J., 1977. Mapa Geológico de España. E. 1:50.000. Hoja nº 828 (Barcarrota). Mem. Explicativa, 40 pp., 1 Mapa (1975).
- PARGA, J.R. & VEGAS, R., 1971. Problems and discussion on Precambrian series of the Hesperic Massif (Western Iberian Peninsula). Geol. Rundschau, 61 (1): 44-69.
- SCHNEIDER, H., 1939. Altpaläozoikum bei Cala in des westlichen Sierra Morena. Diss. Math. Naturw. Fak. Univ. Berlin: 1-72.
- SCHNEIDER, H., 1952. Das Paläozoikum im Westteil der Sierra Morena (Spanien). Z. Dt. Geol. Ges., (1951), 103: 134-135.
- VAUCHEZ, A., 1974. Etude tectonique et microtectonique d'un secteur de la chaîne hercynienne sud-ibérique: les nappes et plis couchés de la région de Fregenal-Oliva de la Frontera. (Province de Badajoz, Espagne). Thèse 3ème. cycle, Montpellier: 1-90.

LOCALIDADES CITADAS EN EL TEXTO

- 1- Alconera
- 2- Arroyo del Coto
- 3- Atalaya
- 4- Burguillos del Cerro
- 5- Cabeza Gorda
- 6- Calzadilla de los Barros
- 7- Cerro de Mojo Luengo
- 8- Cerro de Riscos
- 9- Cortijo de Doña Julia
- 10- Embalse de Albuera
- 11- Embalse de Ozores
- 12- Fregenal de la Sierra
- 13- Feria
- 14- Fuente de Cantos
- 15- La Lapa
- 16- La Puebla de Sancho Perez
- 17- Los Santos de Maimona
- 18- Medina de Torres
- 19- Nogales
- 20- Río Bodión
- 21- Rivera de Alconera
- 22- Salvatierra de los Barros
- 23- Sierra de Alconera
- 24- Sierra de Castellar
- 25- Sierra de San Miguel
- 26- Sierra del Molino
- 27- Sierra Gorda
- 28- Valencia del Ventoso
- 29- Valverde de Burguillos
- 30- Zafra

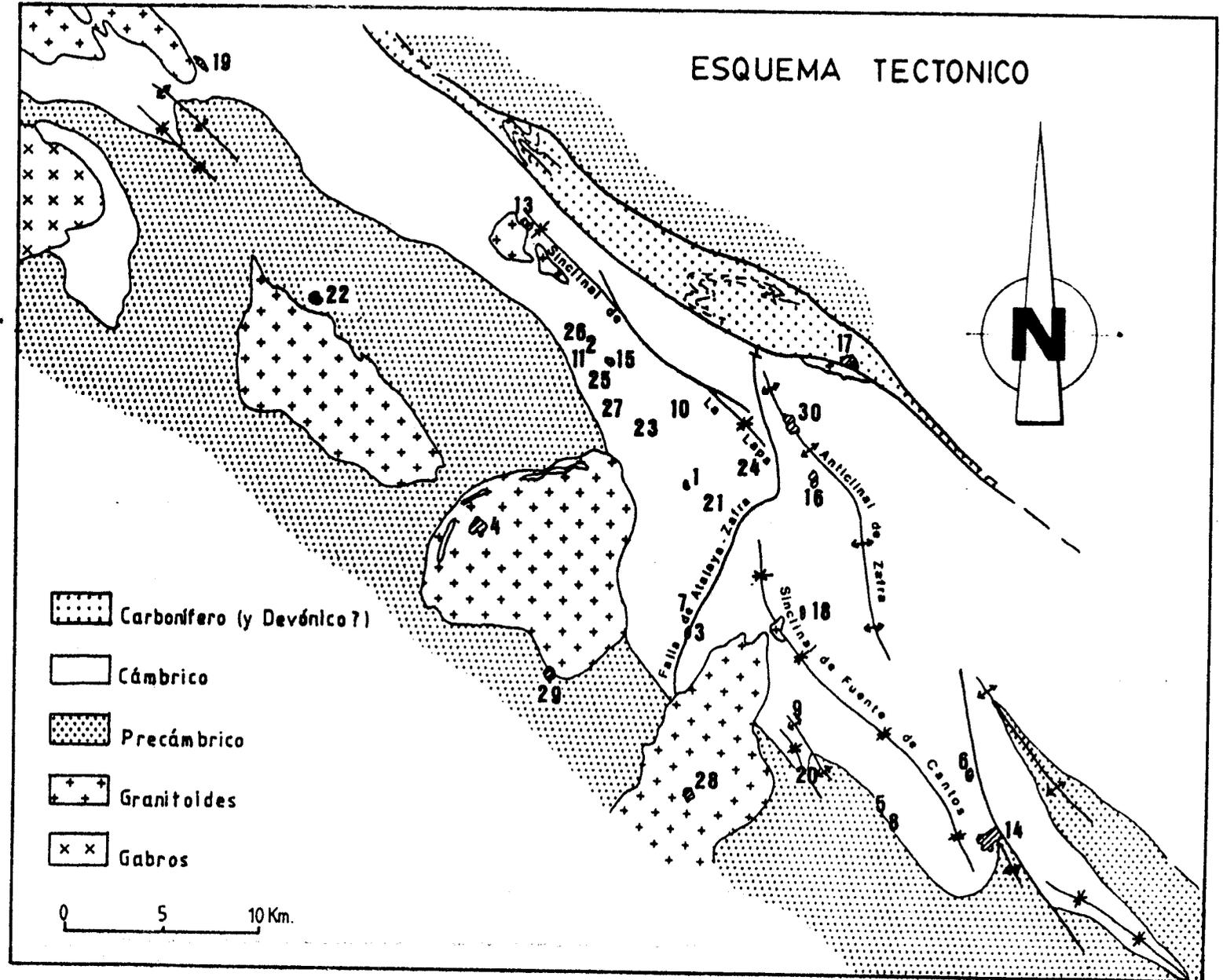
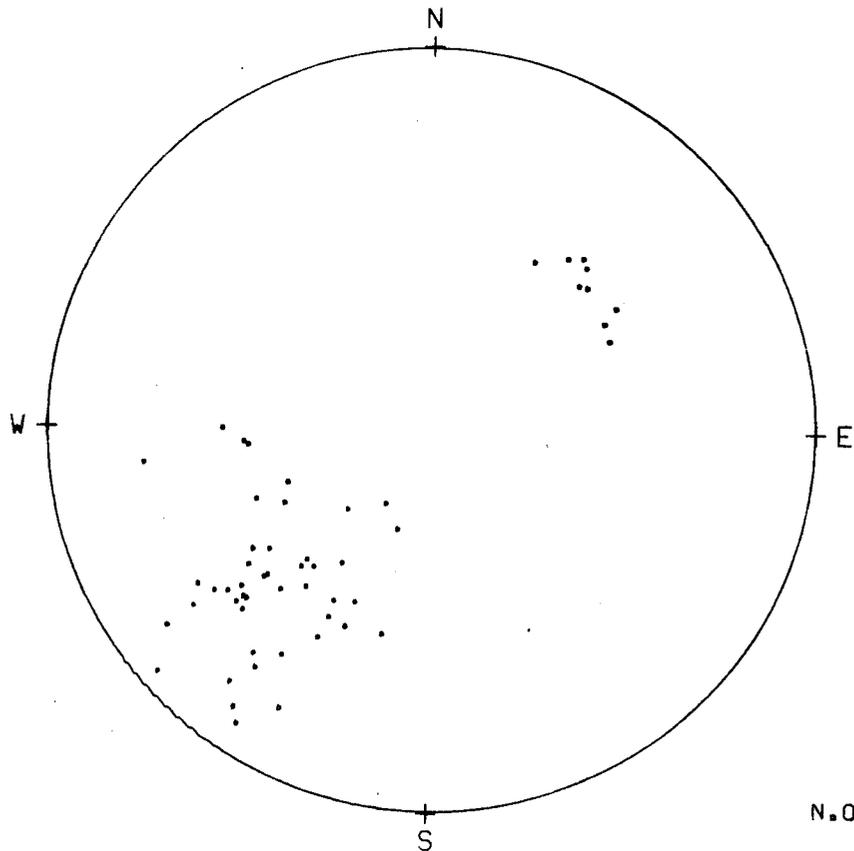


Fig. 1

**SINCLINAL DE LA LAPA**  
EQUAL-ANGLE STEREO-NET



N.OF POINTS=Δ54

Fig. 2

**SINCLINAL DE LA LAPA**  
EQUAL-AREA STEREO-NET: DENSITY

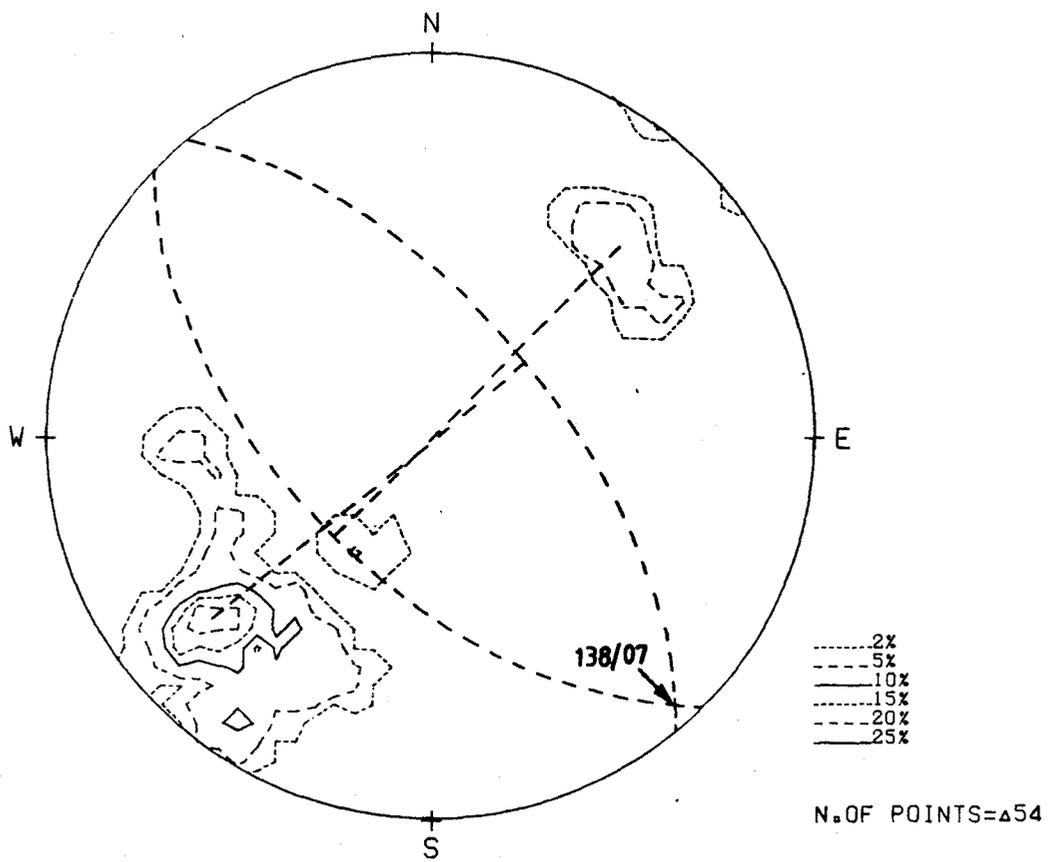


Fig. 3

ANTICLINAL DE ZAFRA  
EQUAL-ANGLE STEREO-NET

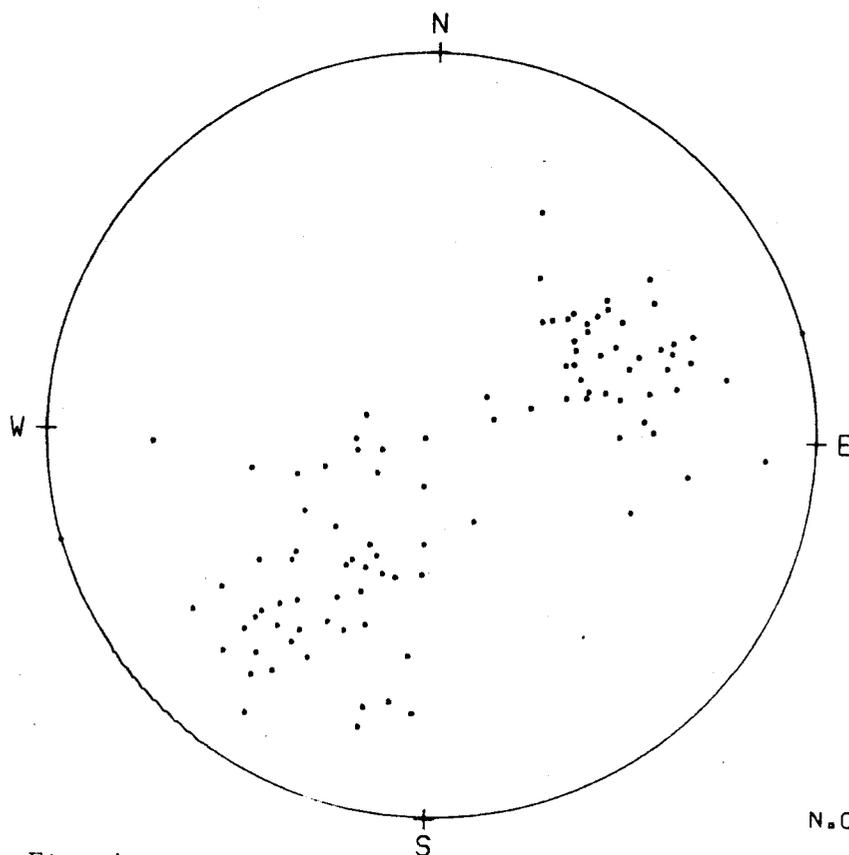


Fig. 4

N.OF POINTS=102

**ANTICLINAL DE ZAFRA**  
EQUAL-AREA STEREO-NET: DENSITY

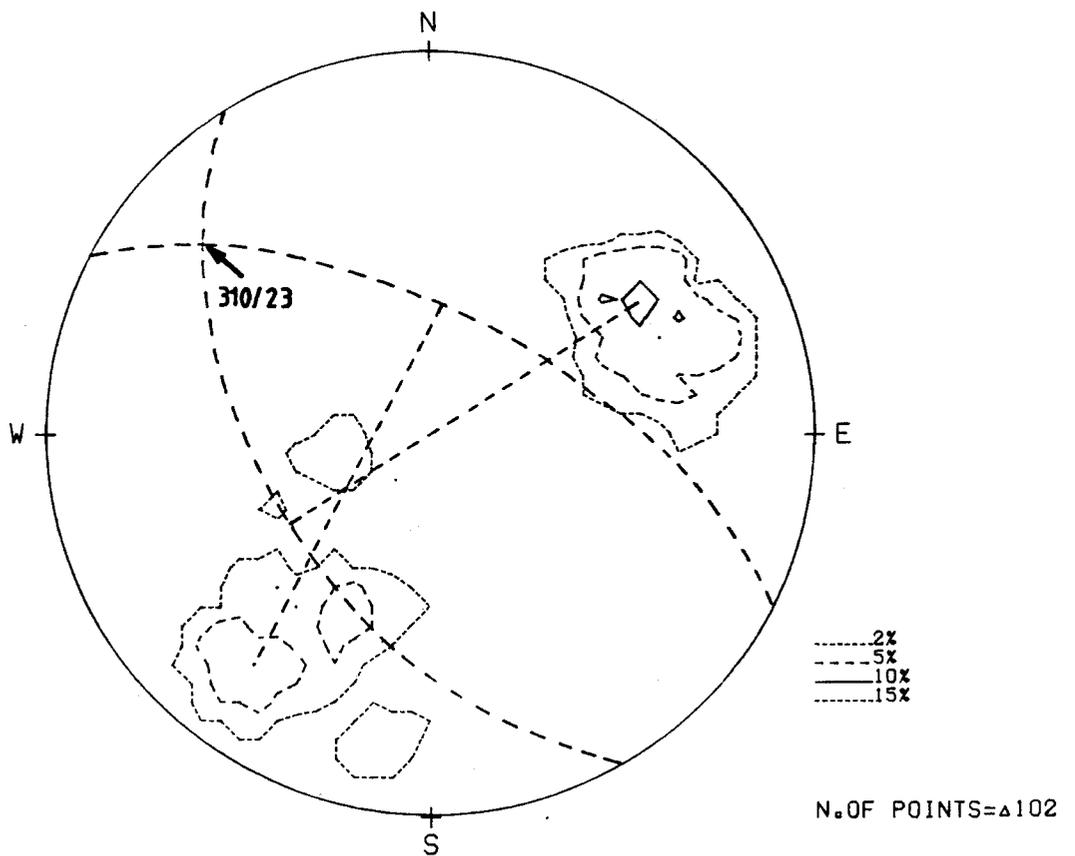
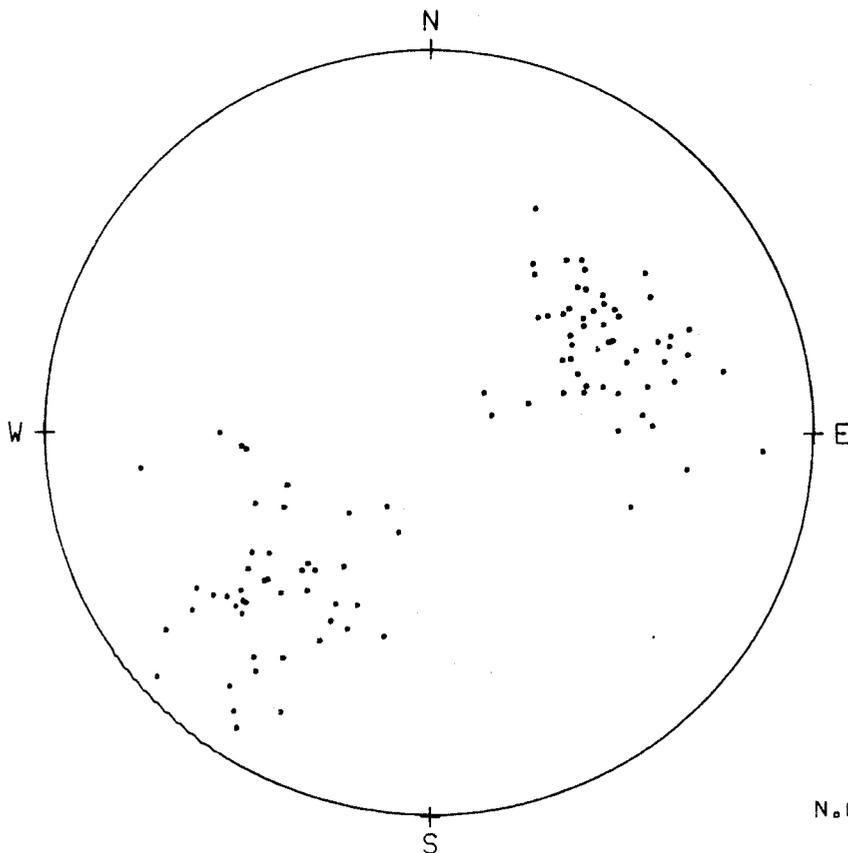


Fig. 5

**SINCLINAL DE LA LAPA Y FLANCO S. DEL ANTICLINAL DE ZAFRA**  
EQUAL-ANGLE STEREO-NET



N.OF POINTS=Δ103

Fig. 6

**SINCLINAL DE LA LAPA Y FLANCO S. DEL ANTICLINAL DE ZAFRA**  
EQUAL-AREA STEREO-NET: DENSITY

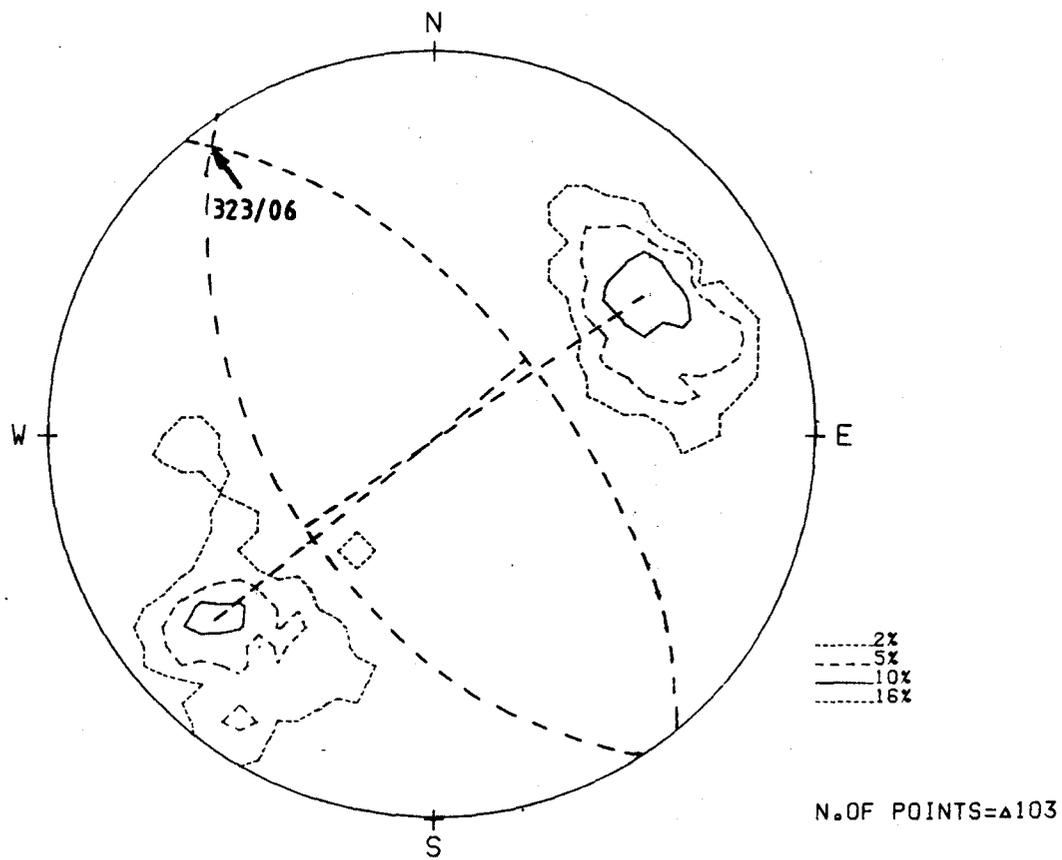
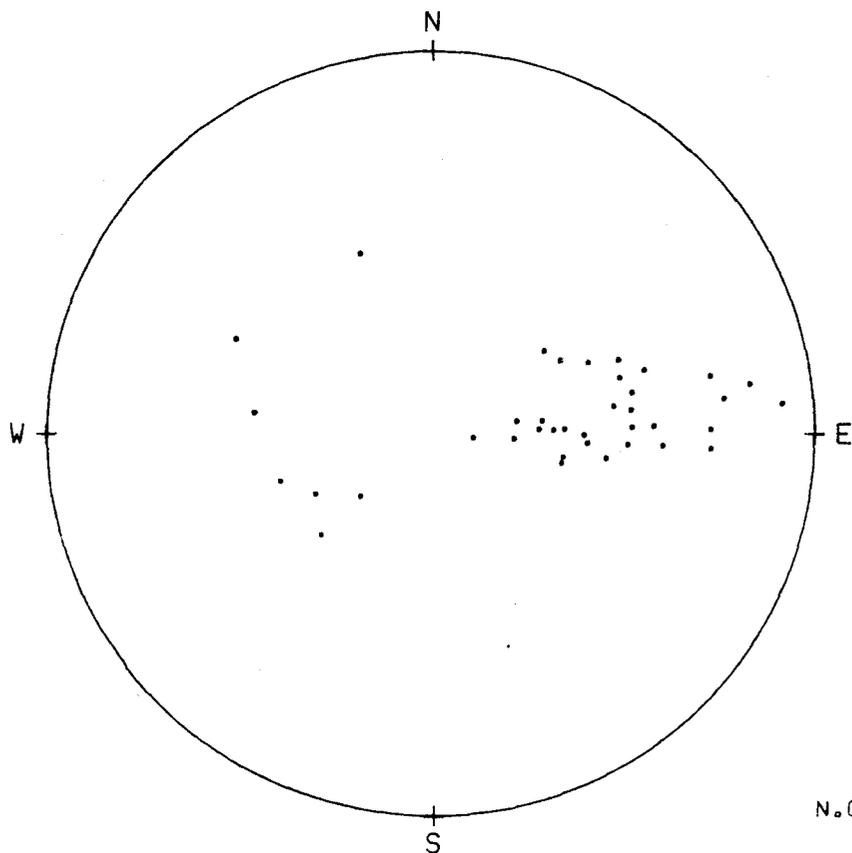


Fig. 7

ANTICLINAL DE ZAFRA - SECTOR DE MEDINA DE TORRES  
EQUAL-ANGLE STEREO-NET



N.OF POINTS=Δ38

Fig. 8

ANTICLINAL DE ZAFRA - SECTOR DE MEDINA DE TORRES  
EQUAL-AREA STEREO-NET: DENSITY

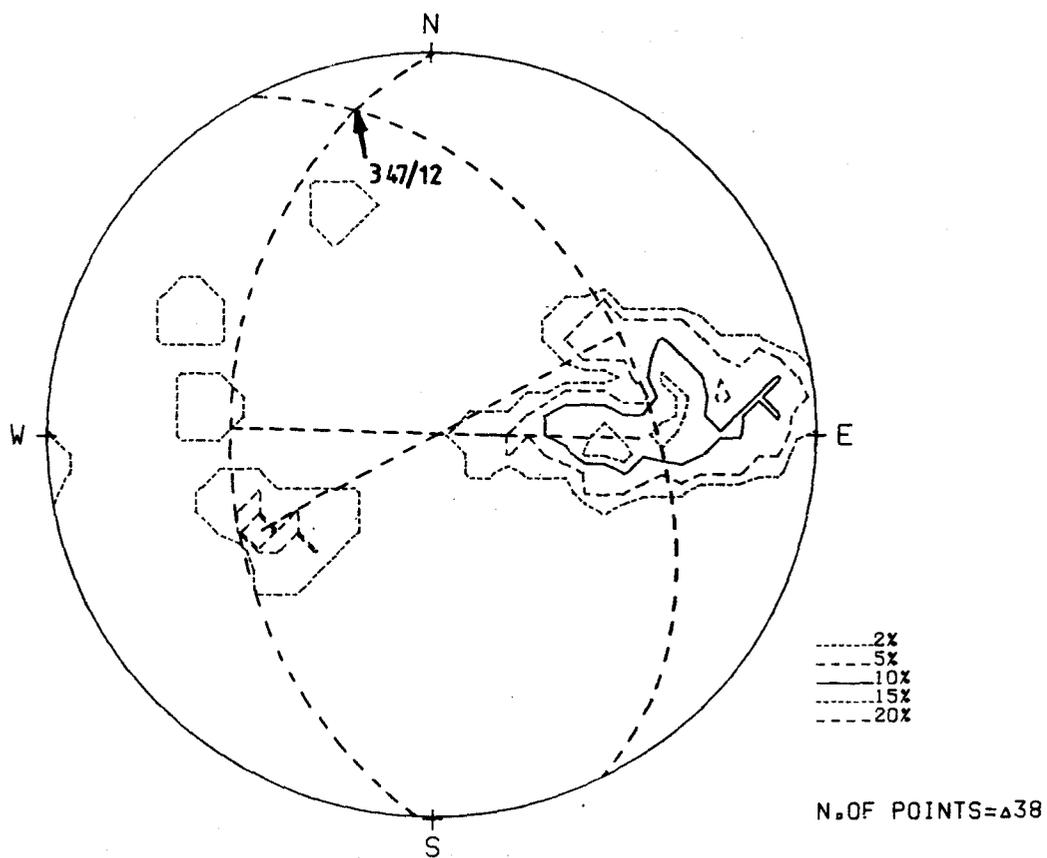


Fig. 9

**SINCLINAL FUENTE DE CANTOS, FLANCO SW**  
EQUAL-AREA STEREO-NET: DENSITY

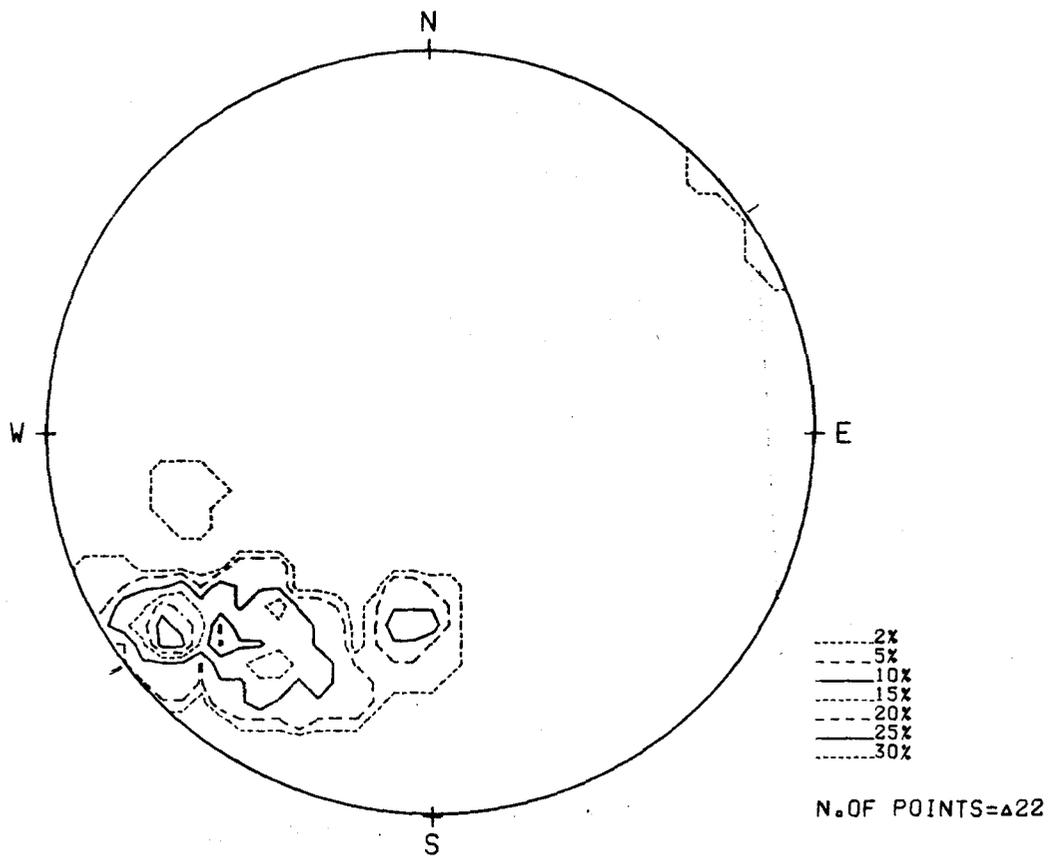


Fig. 10

SINCLINAL FUENTE DE CANTOS, FLANCO NE  
EQUAL-AREA STEREO-NET: DENSITY

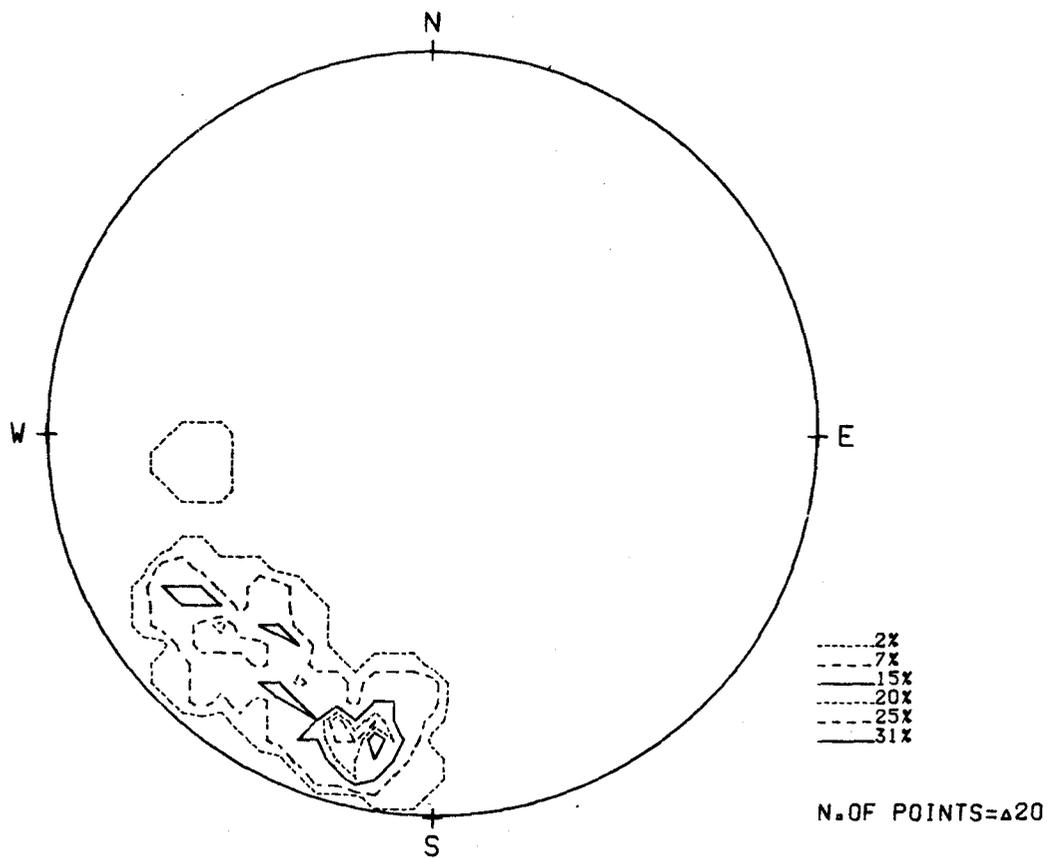


Fig. 11

Cuadrados: Ejes de pliegues laxos del área de Zafra.

Cruces: Ejes de pliegues agudos del área de Zafra.

Redondas: Ejes de pliegues menores del flanco normal del Sinclinal de Fuente de Cantos, al S del Cortijo de Doña Julia.

Triangulos: Ejes de pliegues menores de flanco inverso del flanco NE del Sinclinal de Fuente de Cantos.

Asteriscos: Lineaciones de intersección.

Flechas: Ejes de los pliegues mayores calculados a partir de las de las figs. 3, 5, 7 y 9.

## EJES Y LINEACIONES DE TODA LA ZONA

EQUAL-ANGLE STEREO-NET

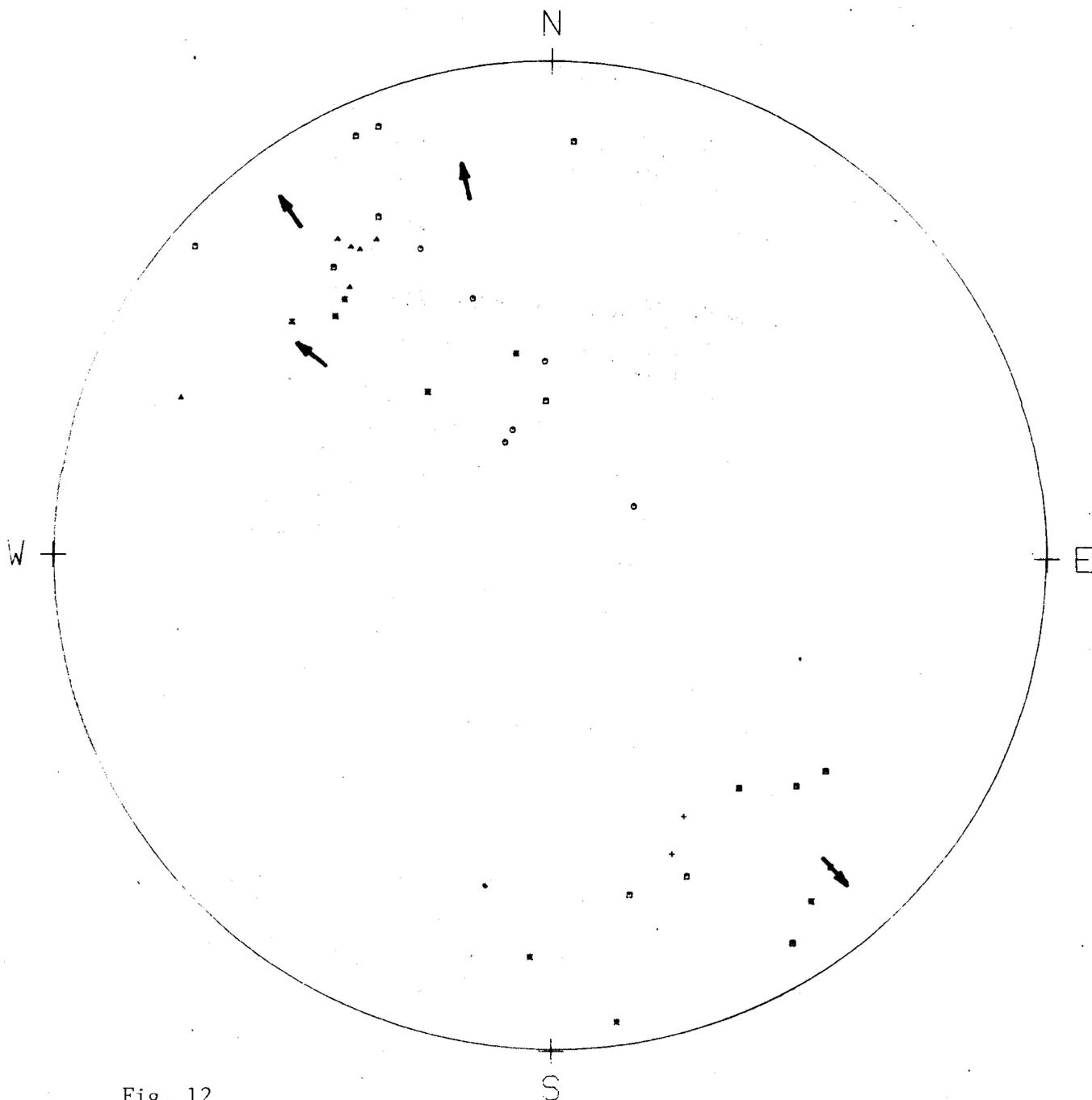


Fig. 12

**EJES Y LINEACIONES DE TODA LA ZONA**  
EQUAL-AREA STEREO-NET: DENSITY

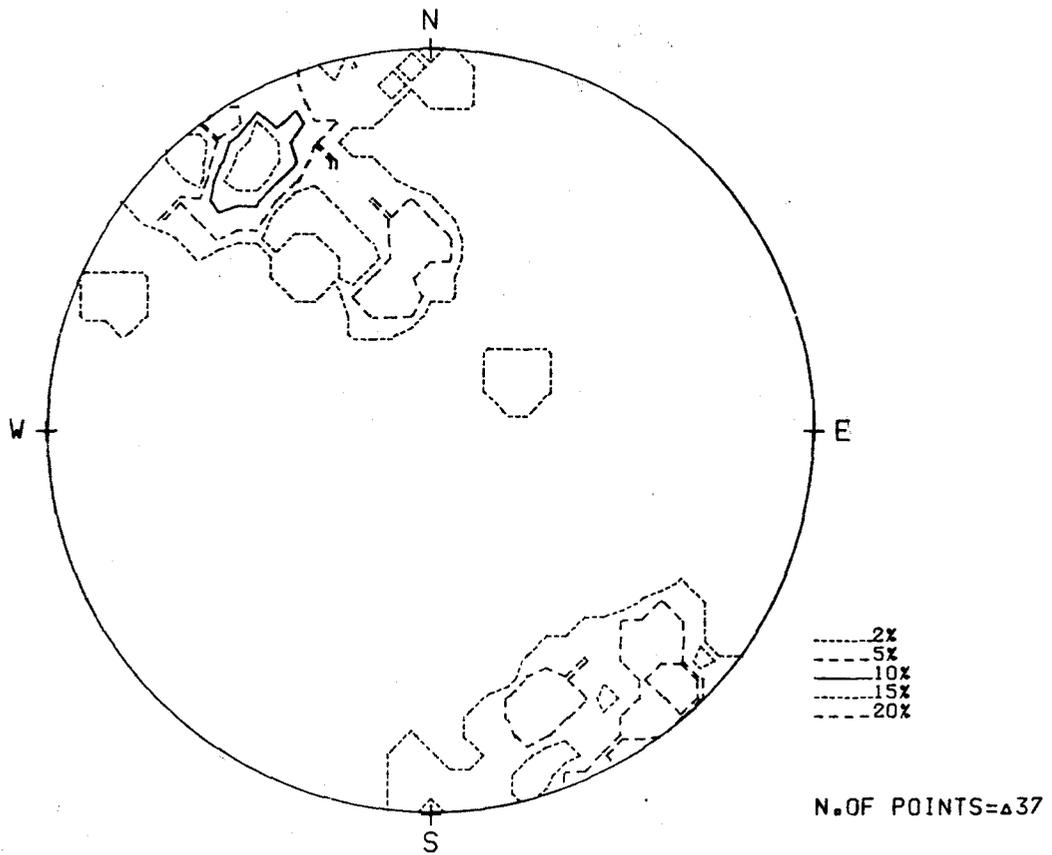
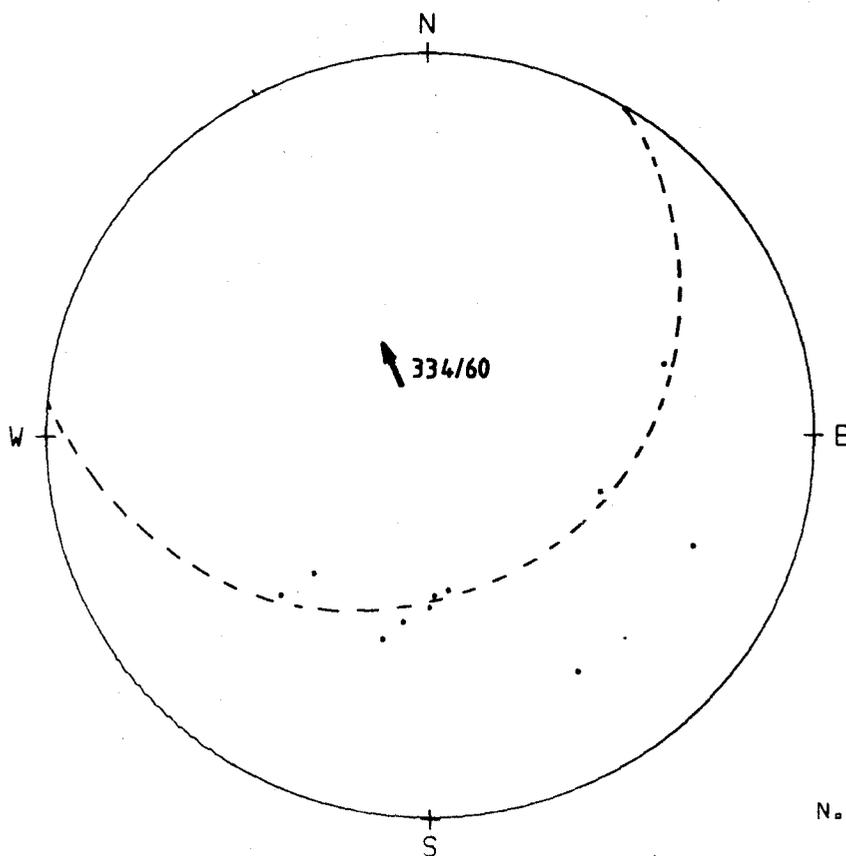


Fig. 13

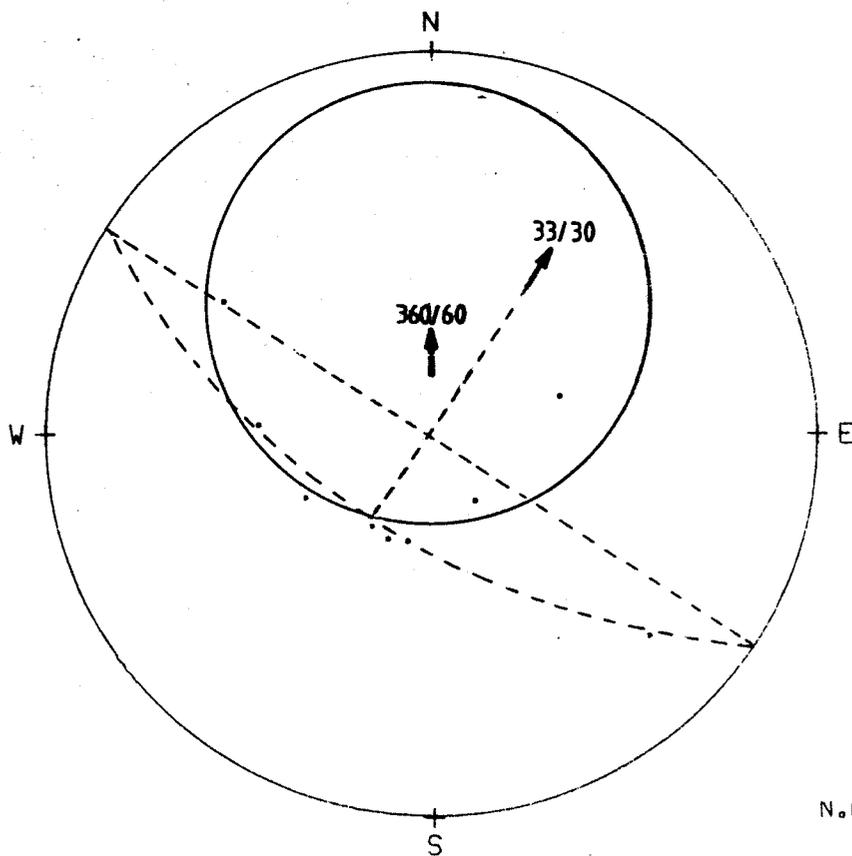
**TERMINACION SE. DE LA SIERRA DEL CASTELLAR**  
EQUAL-ANGLE STEREO-NET



N.OF POINTS=11

Fig. 14

TERMINACION SE. SIERRA DE ALCONERA (EN ATALAYA)  
EQUAL-ANGLE STEREO-NET



N.OF POINTS=49

Fig. 15

$\lambda_2$ 

4

3

2

1

0

1

2

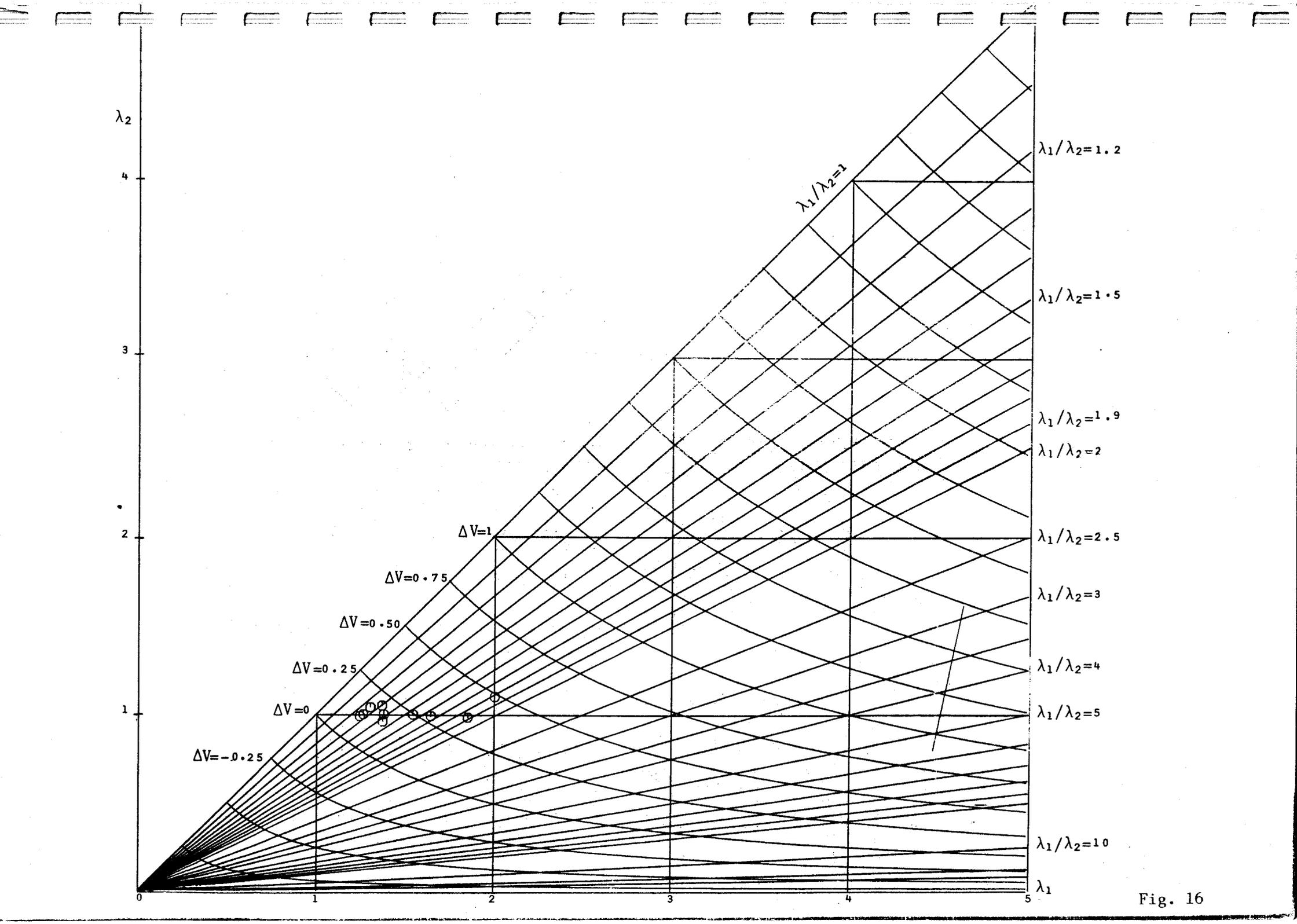
3

4

5

 $\lambda_1/\lambda_2=1.2$  $\lambda_1/\lambda_2=1.5$  $\lambda_1/\lambda_2=1.9$  $\lambda_1/\lambda_2=2$  $\lambda_1/\lambda_2=2.5$  $\lambda_1/\lambda_2=3$  $\lambda_1/\lambda_2=4$  $\lambda_1/\lambda_2=5$  $\lambda_1/\lambda_2=10$  $\lambda_1$  $\lambda_1/\lambda_2=1$  $\Delta V=-0.25$  $\Delta V=0$  $\Delta V=0.25$  $\Delta V=0.50$  $\Delta V=0.75$  $\Delta V=1$ 

Fig. 16



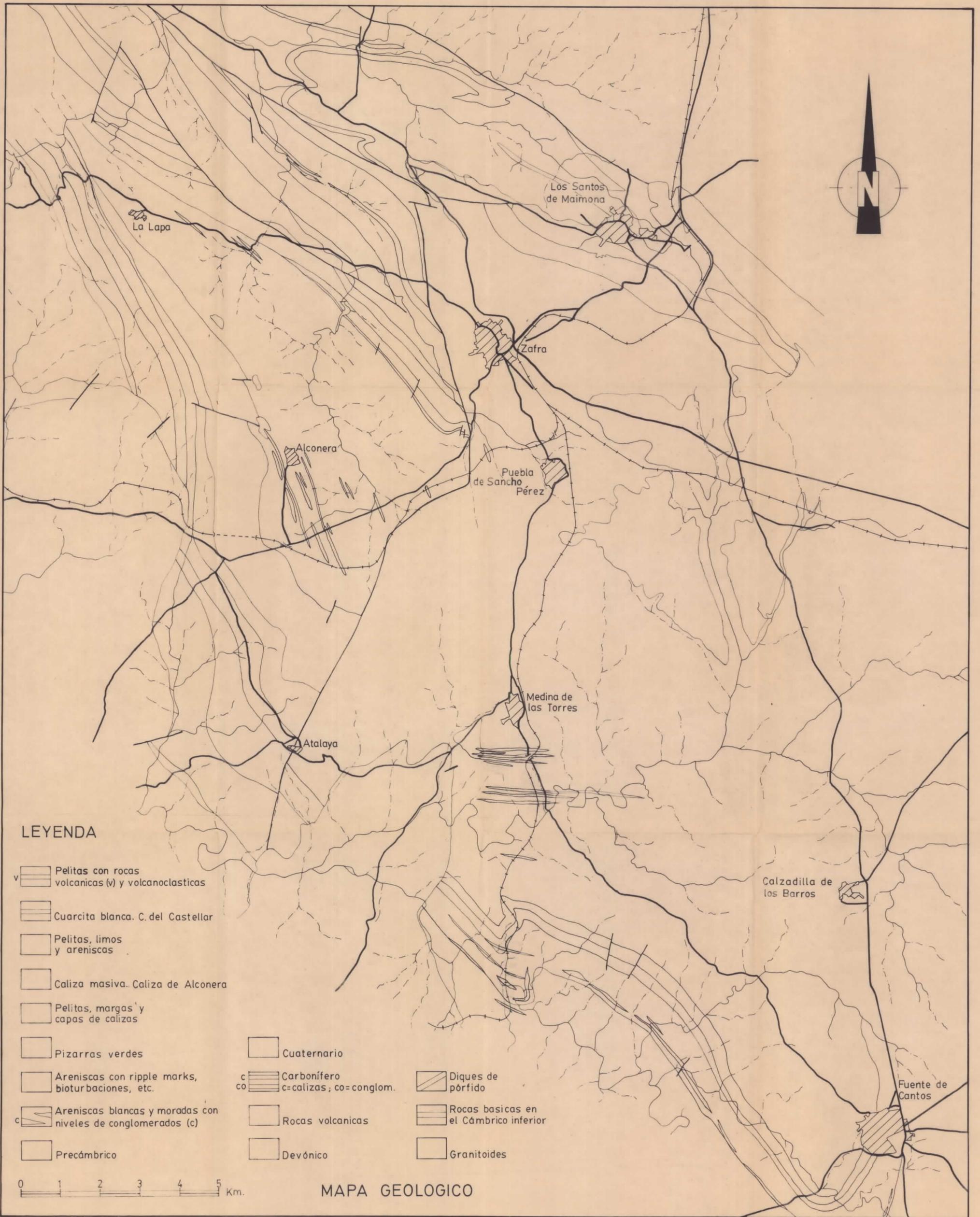


Figura-1

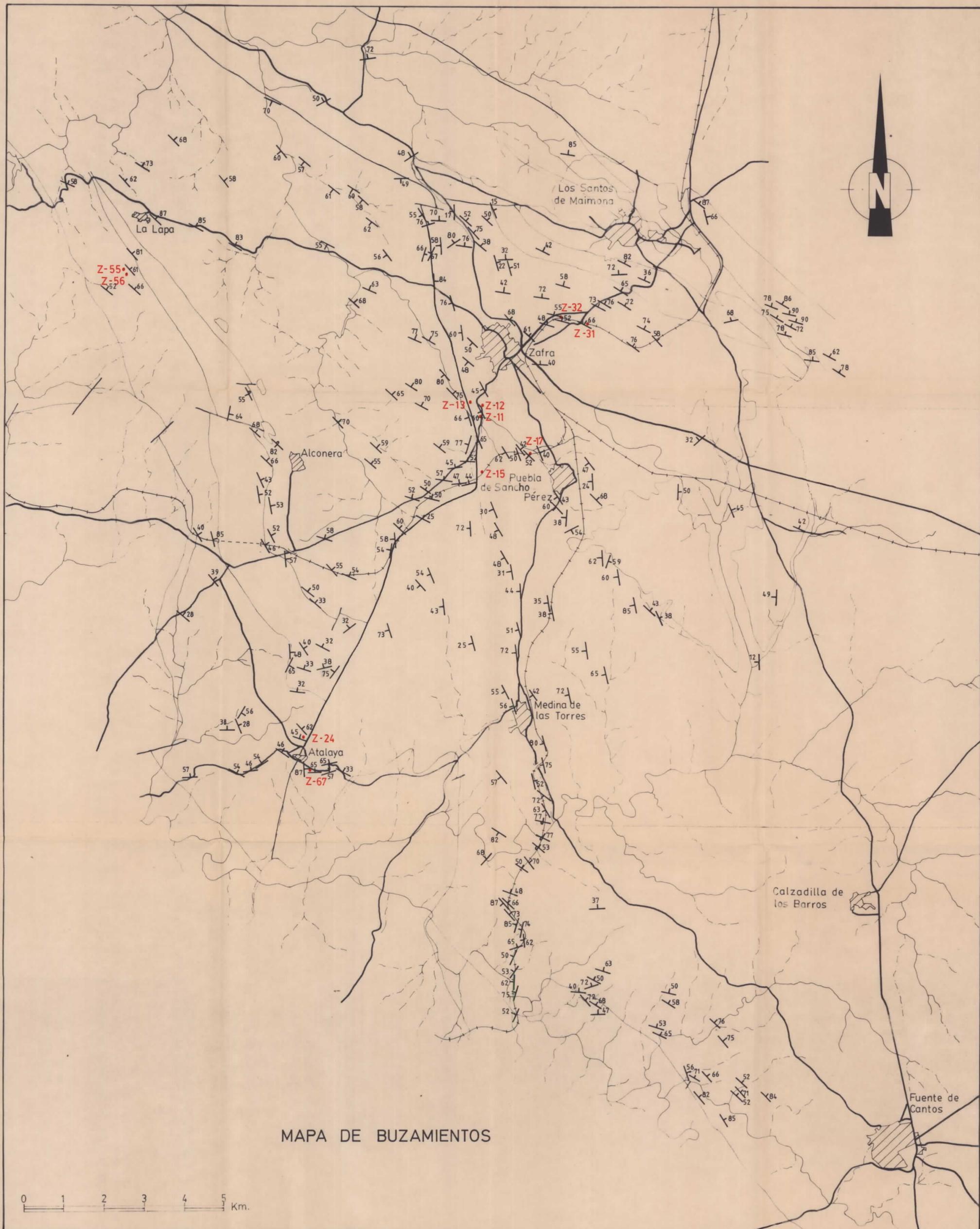


Figura-2

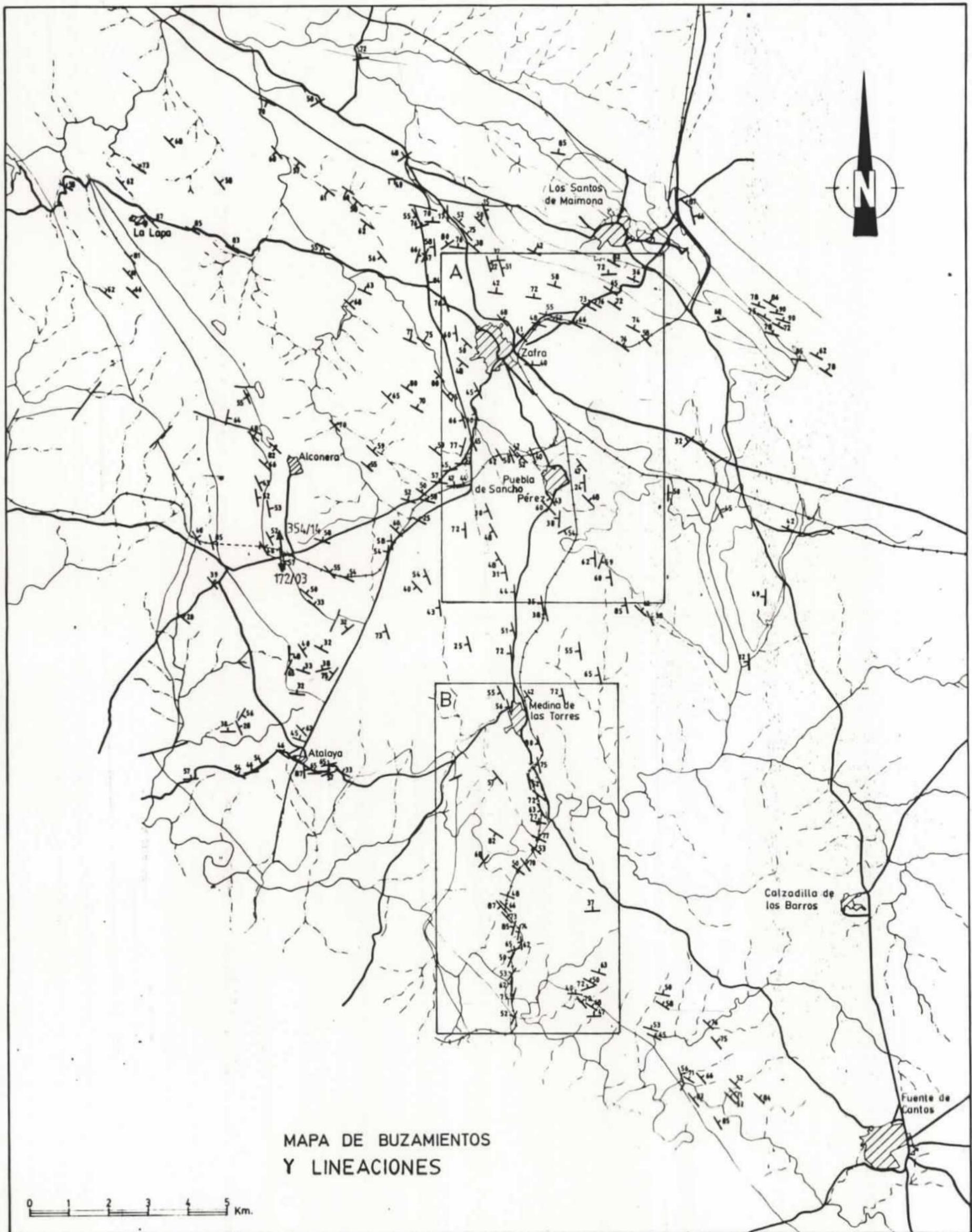
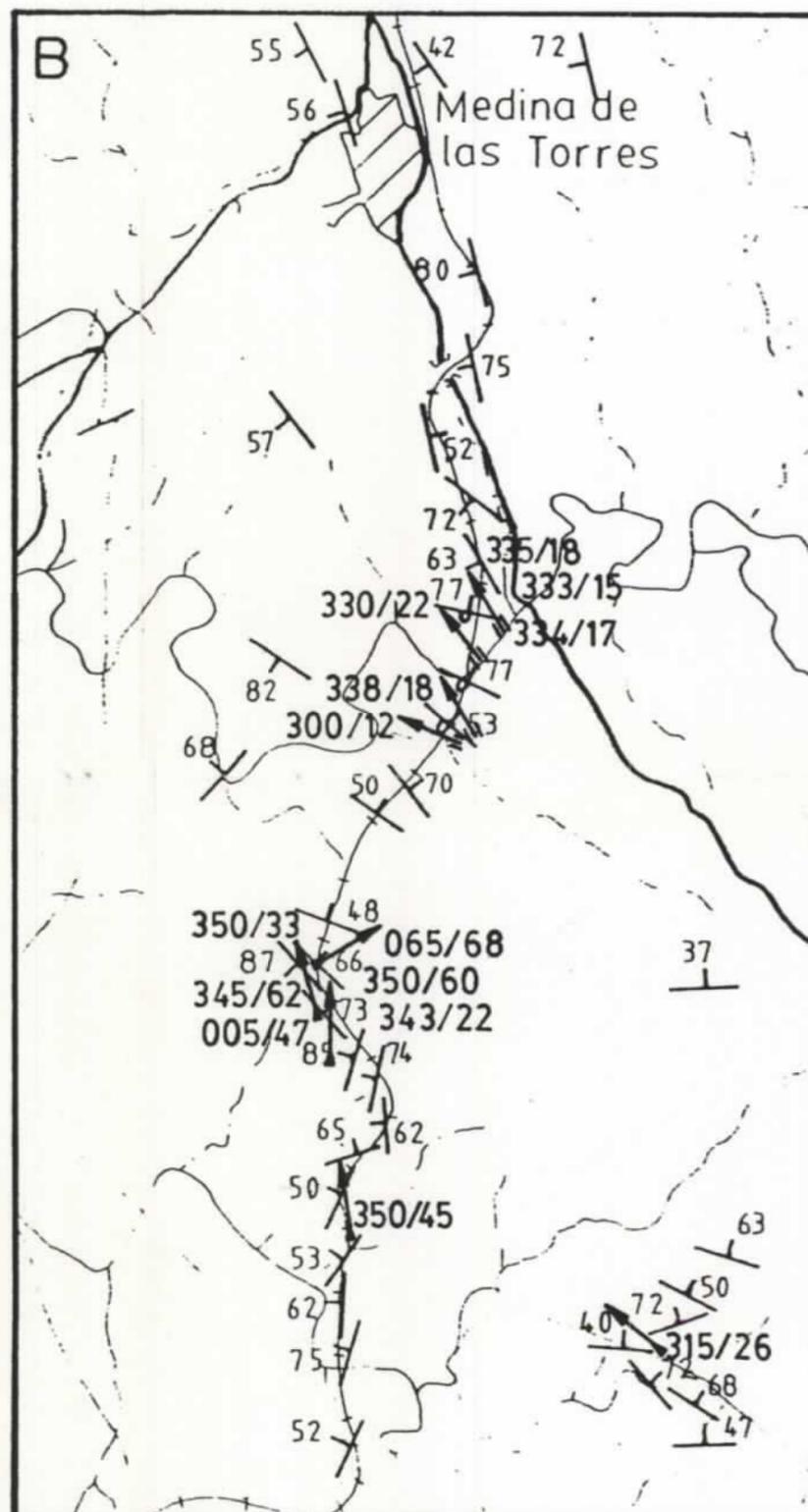
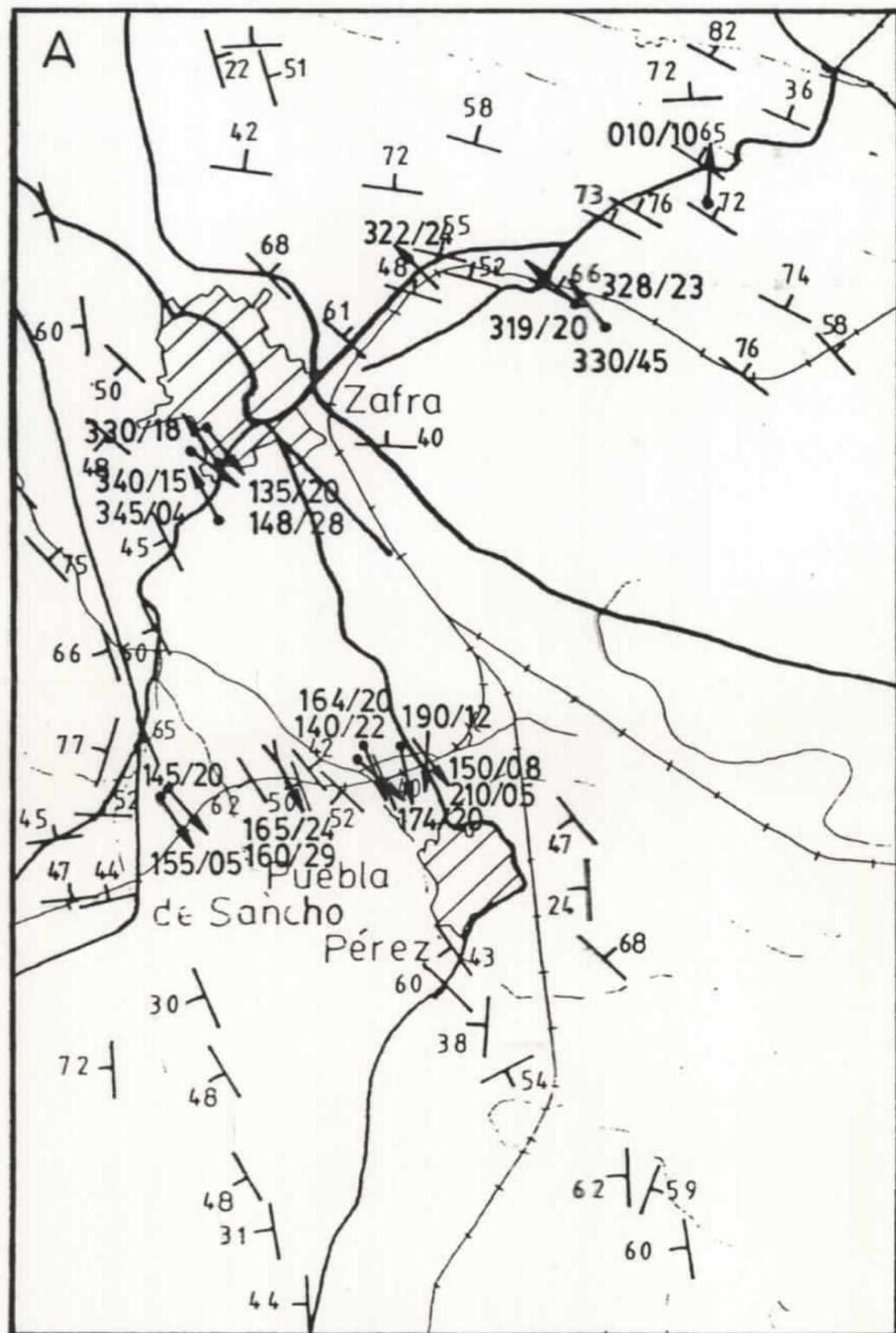


Fig. 3.- Las áreas recuadradas pueden verse ampliadas con las lineaciones medidas en la fig. 4.



- > Lineaciones de intersección
- > Ejes de pliegues laxos del área de Zafra
- > Ejes de pliegues agudos del área de Zafra
- > Ejes de pliegues menores del flanco inverso del flanco NE del sinclinal de Fuente de Cantos
- > Ejes de pliegues menores del flanco normal del Sinclinal de Fuente de Cantos.

Fig. 4.- Mapa de buzamientos y lineaciones. Ampliación de las áreas indicadas en la fig. 3.