

**PROYECTO DE INVESTIGACION  
DE LA ZONA CENTROIBERICA**

**3ª FASE (1990-1993)**

**- TOMO 2 -**

**EXPLORACION E INVESTIGACION DE FOSFATOS SEDIMENTARIOS**

**MAYASA - ITGE - ENCASUR**

11344

**PROYECTO DE INVESTIGACION  
DE LA ZONA CENTROIBERICA**

**3ª FASE (1990-1993)**

**- TOMO 2 -**

**EXPLORACION E INVESTIGACION DE FOSFATOS SEDIMENTARIOS**

**MAYASA - ITGE - ENCASUR**

## INDICE

### EXPLORACION E INVESTIGACION DE FOSFATOS SEDIMENTARIOS

	<u>Pág.</u>
2. INVESTIGACION DE FOSFATOS SEDIMENTARIOS . . . . .	1
2.1. Introducción . . . . .	1
2.2. Objetivos y resultados alcanzados durante la 3ª Fase . . . . .	2
2.3. Antecedentes del proyecto. Fases 1 y 2. . . . .	4
2.3.1. Objetivos y resultados obtenidos durante las fases 1 y 2 . . . . .	5
2.3.1.1. Fase 1 . . . . .	5
2.3.1.2. Fase 1 . . . . .	7
2.4. Exploración e investigación de fosfatos sedimentarios durante la 3ª Fase . . . . .	10
2.4.1. Reserva provisional Hespérica 1 . . . . .	10
2.4.1.1. Introducción . . . . .	10
2.4.1.2. Robledo del Mazo (Sector 3) . . . . .	11
2.4.1.3. Zona de Navalmoralejo-La Estrella . . . . .	11
2.4.1.3.1. Introducción . . . . .	11
2.4.1.3.2. Geología . . . . .	13
2.4.1.3.2.1. Introducción . . . . .	13
2.4.1.3.2.2. Estratigrafía y sedimentología . . . . .	16
2.4.1.3.2.2.1. Descripción de las series (FM. Limolitas del Pusa) . . . . .	19
2.4.1.3.2.2.1.1. Serie del arroyo Mudo . . . . .	19
2.4.1.3.2.2.1.2. Serie de Navalmoralejo I . . . . .	20
2.4.1.3.2.2.1.3. Serie del arroyo del Oreganal . . . . .	21
2.4.1.3.2.2.1.4. Serie de Navalmoralejo II . . . . .	21
2.4.1.3.2.2.1.5. Serie de Ballesteros-Anguilucha . . . . .	22
2.4.1.3.2.2.2 Descripción de las facies . . . . .	23
2.4.1.3.2.2.2.1 Facies de la Formación Limolitas del Pusa . . . . .	23
2.4.1.3.2.2.2.1.1. Facies de pelitas negras . . . . .	24
2.4.1.3.2.2.2.1.2. Facies de limolitas y arenas . . . . .	24
2.4.1.3.2.2.2.1.3. Facies de conglomerados . . . . .	25
2.4.1.3.2.2.2.1.4. Facies desorganizadas . . . . .	25
2.4.1.3.2.2.2.2. Facies de la formación Cubilar . . . . .	25

	<u>Pág.</u>
2.4.1.3.2.2.2.2.1. Facies limolíticas . . . . .	26
2.4.1.3.2.2.2.2.2. Facies arenosas . . . . .	26
2.4.1.3.2.2.2.2.3. Facies desorganizadas . . . . .	27
2.4.1.3.2.2.2.2.4. Asociaciones de facies . . . . .	27
2.4.1.3.2.3. Tectónica . . . . .	27
2.4.1.3.2.4. Análisis químicos . . . . .	30
2.4.1.4. Zona de Torrico-Valdeverdeja . . . . .	33
2.4.1.4.1. Estratigrafía . . . . .	34
2.4.1.4.2. Tectónica . . . . .	38
2.4.1.5. Zona de arroyo Tamujoso-arroyo de los Sauces . . . . .	43
2.4.1.6. Zona Berrocalejo-El Gordo . . . . .	46
2.4.1.7. Zona de Aldeanueva de Barbarroya-Azután . . . . .	48
2.4.1.7.1. Estratigrafía . . . . .	49
2.4.1.7.2. Tectónica . . . . .	50
2.4.1.8. Zona del río Gébalo . . . . .	53
2.4.1.8.1. Sector N . . . . .	53
2.4.1.8.2. Sector Central . . . . .	56
2.4.1.8.3. Sector S . . . . .	60
2.4.1.9. Zona del río Pusa . . . . .	60
2.4.1.9.1. Estratigrafía . . . . .	62
2.4.1.9.2. Tectónica . . . . .	62
2.4.1.1.1. Estudios especiales (Fluorimetrías de muestras de aguas) . . . . .	68
2.4.2. Reserva provisional Hespérica 2 . . . . .	70
2.4.2.1. Introducción . . . . .	70
2.4.2.2. Reserva Navalajeta (2A) . . . . .	71
2.4.2.2.1. Introducción . . . . .	71
2.4.2.2.2. Descripción de las series . . . . .	71
2.4.2.2.2.1. Serie del Clavero (Abenojar) . . . . .	71
2.4.2.2.2.2. Serie de Navalajeta . . . . .	75
2.4.2.2.2.3. Serie de Hojalora-Navalsordo . . . . .	76
2.4.2.3. Reserva Fresneda (2B) . . . . .	78

	<u>Pág.</u>
2.4.2.3.1. Introducción . . . . .	78
2.4.2.3.2. Geología . . . . .	80
2.4.2.3.2.1. Introducción . . . . .	80
2.4.2.3.2.2. Estratigrafía y sedimentología . . . . .	80
2.4.2.3.2.2.1. Introducción . . . . .	80
2.4.2.3.2.2.2. Descripción de las series . . . . .	83
2.4.2.3.2.2.2.1. Serie de la mina "La Gitana". (Serie A) . . . . .	83
2.4.2.3.2.2.2.2. Serie del Burcio (Serie C) . . . . .	84
2.4.2.3.2.2.2.3. Serie del Hoyo (Serie B) . . . . .	85
2.4.2.3.2.2.2.4. Serie de Cantosblanco II. (Serie D) . . . . .	86
2.4.2.3.2.2.2.5. Serie de Cantosblanco I. (Serie D') . . . . .	89
2.4.2.3.2.2.2.6. Serie de Casa Pinchino. (Serie E) . . . . .	87
2.4.2.3.2.2.2.7. Serie de Castillejos. (Serie F) . . . . .	88
2.4.2.3.2.2.2.8. Serie del río Fresneda. (Serie G) . . . . .	88
2.4.2.3.2.2.2.9. Serie de la Colmena I. (Serie H) . . . . .	89
2.4.2.3.2.2.2.10 Serie de la Colmena II. (Serie I) . . . . .	89
2.4.2.3.2.2.2.11 Serie de Huertajuanilla. (Serie Ñ) . . . . .	90
2.4.2.3.2.2.2.12 Serie de la Gargantilla. (Serie N) . . . . .	91
2.4.2.3.2.2.2.13 Serie de la Casa de la Huerta. (Serie M) . . . . .	92
2.4.2.3.2.2.2.14 Serie de Fuentepizarra. (Serie L) . . . . .	92
2.4.2.3.2.2.2.15 Serie de las Hocecillas. (Serie K) . . . . .	93
2.4.2.3.2.2.3. Descripción de facies y ambientes . . . . .	94
2.4.2.3.2.2.3.1. Descripción del tramo 4. Los niveles con fosfato y carbonatos . . . . .	97
2.4.2.3.2.2.3.2. Los niveles fosfatogénicos del tramo 4 . . . . .	99
2.4.2.3.2.2.4. Aplicación del análisis secuencial al área estudiado . . . . .	101
2.4.2.3.2.2.5. Análisis de la cuenca . . . . .	102
2.4.2.3.2.3. Tectónica . . . . .	104
2.4.2.3.2.4. Análisis químico . . . . .	106
2.4.3.- Reserva provisional Hespérica 4. (Ituero) . . . . .	107
2.4.3.a. Antecedentes geológicos-mineros . . . . .	111
2.4.3.b. Resumen de trabajos realizados en la Reserva Ituero . . . . .	115
2.4.3.c. Determinación de la ley en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> en función del porcentaje en volumen de nódulos fosfatados . . . . .	121
2.4.3.1.- Area investigadas y trabajo realizado . . . . .	134
2.4.3.1.a. Valdelageve-Lagunilla-Abadía . . . . .	134

	<u>Pag</u>
2.4.3.1.a.1. Desmuestres. (PLANO N° 9) . . . . .	134
2.4.3.1.b. Herguijuela de la Sierra . . . . .	141
2.4.3.1.b.1. Geología del yacimiento. (PLANO N° 10) . . . . .	141
2.4.3.1.b.2. Desmuestres (Plano n° 10) . . . . .	144
2.4.3.1.c. Oeste de La Alberca . . . . .	150
2.4.3.1.c.1. Geología del yacimiento. (PLANO N° 11) . . . . .	150
2.4.3.1.c.2. Desmuestres (PLANO N° 11) . . . . .	152
2.4.3.1.d. El Maillo . . . . .	156
2.4.3.1.d.1. Geología del yacimiento (PLANO N° 11) . . . . .	156
2.4.3.1.d.2. Desmuestres (PLANO N° 11) . . . . .	158
2.4.3.1.e. Oeste de la Peña de Francia . . . . .	161
2.4.3.1.e.1 Geología del yacimiento (PLANO N° 11 Fig. 28) . . . . .	161
2.4.3.1.e.2 Desmuestres (PLANO N° 11) . . . . .	167
2.4.3.1.f. Serradilla del Arroyo-Monsagro . . . . .	167
2.4.3.1.f.1 Geología del yacimiento (PLANO N° 23 Fig. 30) . . . . .	167
2.4.3.1.f.2 Desmuestres (PLANO N° 12) . . . . .	171
2.4.3.1.g. Ituero de Azaba-Sageras . . . . .	173
2.4.3.1.g.1 Geología del yacimiento (PLANO N° 13 Fig. 32) . . . . .	173
2.4.3.1.g.2 Desmuestres (PLANOS N° 13, 14, 15, 16, 17 Y 18) . . . . .	183
2.4.3.1.g.3 Sondeos mecánicos . . . . .	189
2.4.3.2. Conclusiones . . . . .	202
2.4.3.3. Recomendaciones . . . . .	209
2.5. APROVECHAMIENTO DEL MINERAL DE LOS YACIMIENTOS CARACTERIZADOS . . . . .	211
2.5.1. Proyecto a escala de Planta Piloto para la obtención de concentrados de fosfatos de Ciudad Real, así como para el ataque ácido de los mismos . . . . .	211
2.5.1.1. Primera fase Planta Piloto . . . . .	223
2.5.1.2. Segunda fase Planta Piloto . . . . .	223
2.5.1.3. Tercera fase Planta Piloto . . . . .	223
2.5.1.4. Cuarta fase Planta Piloto . . . . .	224
2.6. SITUACION AL FINAL DEL PROYECTO . . . . .	226
2.7. CONCLUSIONES . . . . .	227

## **EXPLORACION E INVESTIGACION DE FOSFATOS SEDIMENTARIOS**

## TOMO II

### **2.- INVESTIGACION DE FOSFATOS SEDIMENTARIOS.**

#### **2.1.- INTRODUCCION.**

El "Proyecto de Exploración sistemática coordinada de las zonas de reserva Hespérica, Valdelacasa, Alcuía y Guadalupe" que se inició en el año 1.984 en la región Centro-Ibérica y que acaba con el presente informe de actividades desarrolladas durante la tercera fase, ha aportado desde sus mismos inicios, datos geológicos y mineros que mejoran sustancialmente el conocimiento de esta zona.

Los resultados de las dos primeras fases de la exploración de fosfatos sedimentarios (84-87 y 87- 90), permitieron el conocimiento preciso de la estratigrafía de las series en las que estos se encuentran y en consecuencia la reducción con un criterio fiable, de la superficie inicial reservada, para quedar reducida única y exclusivamente a la de los afloramientos de las facies más favorables para su localización y estudiar estas más detalladamente.

Ello permitió pasar a ejecutar un programa de investigación de las acumulaciones más interesantes encontradas, que empezó durante la segunda fase con la caracterización de los yacimientos de Horcajo de los Montes y Fontanarejo, y que continuó en la tercera que ahora concluye.

Para la realización de los trabajos más avanzados de la investigación, es decir a partir del momento en que se tuvo la certeza de la existencia de suficientes reservas de mineral que lo justificasen, se preparó un proyecto específico para conocer el comportamiento del concentrado de fosfato que se financió a través de la LEIM: "Proyecto a escala de planta piloto para la obtención de concentrados de fosfatos de Ciudad Real así como para el ataque ácido de los mismos", coloquialmente llamado Proyecto Planta Piloto.

Los resultados alcanzados sirvieron para concretar las posibilidades reales de los yacimientos estudiados y realizar un Estudio de Viabilidad de los mismos.

Aunque el Proyecto Planta Piloto no se encuentre integrado oficialmente dentro del P. Hespérica, cuyos resultados aquí se describen, si que forma con el un conjunto, lo que haría incompleto el análisis individualizado de cualquiera de ellos. Por tanto, al final de la memoria de los trabajos realizados durante esta tercera fase, se incluye un resumen del Proyecto Planta Piloto con el fin de ofrecer una visión general de lo que

se buscaba, se hizo y se consiguió durante todos estos años, partiendo de las primeras fases de exploración de los indicios y de la definición del nivel estratigráfico portador de fosfatos, pasando por la demarcación de las cinco acumulaciones más interesantes y la caracterización de dos de ellas, hasta la puesta en marcha del citado Proyecto Planta Piloto para el estudio de la viabilidad de los yacimientos definidos como de primer orden: Horcajo y Fontanartejo.

## **2.2.- OBJETIVOS Y RESULTADOS ALCANZADOS DURANTE LA 3ª FASE.**

El objetivo principal que se quería alcanzar con la programación de actividades a desarrollar durante la tercera fase dentro de una superficie de reserva sustancialmente inferior a la anterior, fué el de teminar los estudios en las áreas de interés seleccionadas. Toda la información que se había ido obteniendo desde los inicios del Proyecto, permitió planificar una serie de trabajos específicos para llevar a cabo el objetivo propuesto para cada una de las reservas seleccionadas y en función del estado del conocimiento geológico-minero que en ellas se tenía.

- A grandes rasgos los trabajos planificados fueron los siguientes:

- \* En la reserva Hespérica 1, dar un paso más avanzado en la exploración de los niveles portadores ó más favorables, estudiando la posible presencia de otras acumulaciones allí donde estos se encuentran tapadas por formaciones más modernas.
- \* También en la reserva Hespérica 1, acabar con la investigación de los yacimientos de Robledo del Mazo, Horcajo de los Montes y Fontanarejo, caracterizándolos mediante la definición de los parámetros de explotabilidad y concentración del mineral.

A continuación, y si los datos así lo justificasen, realizar el análisis de viabilidad de los mismos.

- \* En las reservas Hespérica 2A y 2B, Navalajeta y Fresneda, evaluar la importancia de las acumulaciones de fosfatos encontradas.
- \* En la reserva Hespérica 4, Ituero, completar la exploración de la zona nororiental del domo de la Hurdes, y definir la importancia de los indicios existentes.
- \* En la reserva Hespérica 7, Logrosán, estudiar la existencia de nuevos filones de apatito.

- También a grandes rasgos, los resultados alcanzados fueron que:

- \* A pesar de los trabajos realizados sobre las facies favorables, no se han obtenido datos sobre la existencia de otras acumulaciones de fosfatos sedimentarios ni hacia el norte ni hacia el sur (por debajo de los terciarios ni de las rañas) que justifiquen continuar los estudios en la reserva Hespérica 1.

Esta conclusión se apoya además en los estudios de previabilidad y de viabilidad (que se hizo más adelante) del yacimiento de Fontanarejo, que permiten asegurar que nunca, ni en una evolución marcadamente favorable del precio de los concentrados obtenibles, las posibles acumulaciones de fosfatos allí presentes llegaran a ser rentables.

- \* La caracterización del yacimiento de Robledo del Mazo no se finalizó ya que la baja ley que se deduce de los sondeos realizados unida a una estimación primera de las reservas y de los parámetros principales a considerar en una explotación minera no permiten asumir el coste que ello supondría. Esto fué también confirmado primero por el estudio de previabilidad y posteriormente con el ya citado estudio de viabilidad.

Como los datos disponibles no eran lo suficientemente precisos como para llevar a cabo el estudio de viabilidad en los yacimientos de Horcajo y de Fontanarejo, (ratio de explotación, definición de la planta de tratamiento, coste del transporte, posibles mercados, ect.) se realizó un estudio de previabilidad que se tituló "Parámetros básicos a considerar en el estudio de previabilidad del yacimiento de fosfatos Fontanarejo B (Ciudad Real)" Noviembre 1.991, que era en realidad la primera hipótesis analizada para la obtención de ácido fosfórico a partir de concentrados del 31 % (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) en Huelva.

La caracterización y evaluación de estos otros dos yacimientos que básicamente ya se conocía a partir de la segunda fase, permitió su exclusión de los trabajos a realizar en esta fase y en este proyecto, y a partir de los resultados del estudio de previabilidad, preparar un nuevo proyecto para definir con precisión todos los parámetros necesarios para realizar un estudio de viabilidad adecuado a la importancia que estaba tomando el proyecto.

En este trabajo participó como promotor además de la Agrupación (ITGE, MAYASA, ENCASUR) el grupo ERCROS a través de FESA, como primeros interesados en la compra del concentrado dada su condición de mayores consumidores de roca fosfatada en España.

- \* Una vez hecho el estudio sedimentológico de los indicios descubiertos en la reserva Hespérica 2B, Fresneda, en el valle de Alcuña, resultaron tener un origen primario, lo que no está de acuerdo con el modelo de acumulaciones de fosfatos definido en Horcajo de los Montes y que a su vez es el de todos los otros yacimientos importantes.

El modelo de depósito establecido corresponde a acumulaciones de fosfatos resedimentados. Por tanto y en base al conocimiento actual, se tiene la certeza de que la posibilidad de presentarse acumulaciones explotables son prácticamente inexistentes.

En la reserva Hespérica 2A no se han podido efectuar estudios detallados de la acumulación ni del mineral debido a las dificultades puestas por la propiedad para el acceso a la finca donde estos se encuentran. Sin embargo una aproximación a las posibles reservas y al tipo de mineral no justificaba el iniciar un expediente de ocupación temporal para hacer algún pequeño sondeo de reconocimiento.

- \* En la reserva Hespérica 4 se han realizado los trabajos más detallados de esta tercera fase en la creencia de que los indicios eran indicadores de acumulaciones muy interesantes. Aunque desde un punto de vista geológico así puede considerarse, los resultados de los dos estudios ya comentados obligan también a solicitar el levantamiento de esta zona de reserva.
- \* En la reserva Hespérica 7, no se hicieron sondeos por no asumirse la realización de los mismos una vez analizadas las posibilidades de tener un tonelaje suficiente.

### **2.3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO. FASES 1 Y 2**

La importancia que en la década de los 70 tenían los abonos fosfatados en nuestro país y la ausencia de una producción propia, hizo que al elaborarse el PNAMPM en el año 74 se incluyeran los fosfatos como una de las sustancias de interés y se declarase prioritaria su investigación.

Con esta voluntad de la administración y el descubrimiento por parte del ITGE de unos indicios de fosfatos en el llamado Complejo-Esquistoso-Grauváquico (C.E.G.) de la zona Centro-ibérica meridional de la península ibérica, nace el proyecto Hespérica en lo que a su vertiente de fosfatos se refiere.

Así, en el año 1.984 se declara una zona de reserva provisional a favor del Estado una superficie de 53.829 Km<sup>2</sup> con la que se pretende cubrir todos los afloramientos de los terrenos del C.E.G. para la investigación de fosfatos y rocas fosfatadas. La adjudicación de la misma se hace al ITGE y a MAYASA, y se designa operadora a esta última.

El plazo para realizar los trabajos de exploración tenían una vigencia de tres años al cabo de los cuales y en función de los resultados que se alcanzasen podrían ser prorrogados por resolución ministerial por periodos iguales.

Justificada la necesidad de conceder la prorroga, esta debía ir acompañada de una importante reducción en la superficie a estudiar. Por ello de los 53.829 Km<sup>2</sup> iniciales

se ha pasado a las 9.608 Has solicitadas y concedidas al final de esta tercera fase.

La superficie estudiada durante cada una de las sucesivas fases ha sido la siguiente:

Fase 1 : 1.984-87  
Superficie : 53.829 Km<sup>2</sup>

Fase 2 : 1.987-90  
Superficie : 13.455 Km<sup>2</sup>

Fase 3 : 1.990-93  
Superficie : 2.436 Km<sup>2</sup>

Prorroga concedida al final de la Fase 3 y hasta el 17 de febrero de 1.996: 9.608 Has.

### **2.3.1.- Objetivos y resultados obtenidos durante las fases 1 y 2.**

No se pretende hacer una relación exhaustiva de los objetivos y de los logros alcanzados al final de la primera y segunda fase sino dar un pequeño resumen que permita recordar aquello que más ayudó a la consecución de los resultados obtenidos en la tercera fase que en esta memoria se ofrecen.

#### **2.3.1.1.- Fase 1**

\* Los objetivos marcados como principales en el proyecto original de investigación eran numerosos, pero en síntesis se pueden resumir en los cuatro siguientes:

- a) Exploración geológico-minera de fosfatos y rocas fosfatadas en la superficie correspondiente a la reserva Hespérica.

Hecho lo anterior llegar a selección de las zonas de mayor interés y de indicios con mineralización.

- b) Estudiar Fontanarejo para poder tomar decisiones en cuanto a la continuación de la investigación.

Extrapolar el conocimiento allí adquirido al resto de la reserva Hespérica.

- c) Realizar pruebas metodológicas y estudios básicos sobre el yacimiento de Fontanarejo.

- d) Haber alcanzado un conocimiento geológico-minero suficiente como para poder realizar con fundamento la reducción de la superficie de la reserva al 25% exigido por la ley.

\* Los resultados que se obtuvieron, aunque se apartaron ligeramente de la metodología propuesta en el proyecto, permitieron sin embargo alcanzar plenamente los objetivos iniciales. En síntesis los logros más importantes fueron:

- a) Obtener un conocimiento profundo de la geología regional y en particular de los controles sedimentarios en los materiales preordovícicos y de la historia tectónico-estructural de la zona.

Separar en tres series los materiales preordovícicos, con lo que por primera vez se correlacionaron con datos contrastados las estructuras anticlinales de Valdelacasa, Valle de Alcudia, Abenojar, Ibor, Valdemanco, Domo Extremeño, Villarta-Navalpino e inclusive oeste del dique de Plasencia con el Domo de las Hurdes.

Comprobar que todos los indicios de fosfatos sedimentarios de cierto interés se localizan en la serie de Valdelacasa, que es la más moderna. Se supone que en ella se encuentra el tránsito Precámbrico-Cámbrico.

Reducir al final de la primera fase la superficie de la reserva con criterios geológicos comprobados.

Con lo anterior se cumple con dos de los objetivos iniciales del proyecto, el primero y el cuarto.

- b) Estudiar la génesis de los fosfatos, establecer el modelo del yacimiento y las guías de prospección para el resto de la reserva, en Horcajo de los Montes y no en Fontanarejo como estaba previsto, por ser aquí la estructura local mucho menos complicada.

Con ello se cumplía con el segundo de los grandes objetivos

marcados.

- c) Realizar estudios detallados del mineral en Horcajo, estimar sus reservas de mineral y realizar una primera aproximación a su explotación, con lo que se cumplía el tercero de los objetivos iniciales señalados.
- d) Descubrir numerosos indicios de fosfatos sedimentarios y en particular valorar las acumulaciones de Robledo del Mazo, Horcajo de los Montes y ampliar la zona de Fontanarejo.

### 2.3.1.2.- Fase 2

\* Los objetivos principales para la segunda fase se pueden sintetizar en los siguientes puntos:

- a) Proseguir la investigación de fosfatos aplicando los modelos sedimentológicos elaborados.
- b) Seguir la traza de los tramos portadores de mineral bajo los recubrimientos de Terciarios y de rañas.
- c) Finalizar la evaluación cubicación y hacer el estudio de la viabilidad minera de los tres yacimientos de fosfatos hasta entonces conocidos.
- d) Reducir a un 25 % la superficie explorada.

\* Los resultados alcanzados cumplen con los objetivos iniciales de esta fase y pueden también sintetizarse para cada reserva según el conocimiento inicial que de cada una de ellas se tenía.

- a) Hespérica 1. La existencia de diversos depósitos en los que el conocimiento geológico y minero era muy desigual, obligó a un estudio concreto para cada uno de ellos.

- El yacimiento de Fontanarejo B fué completamente reconocido geológica y mineralemente, haciéndose su cubicación y valorándose su mineral. La opinión sobre el mismo resultó altamente positiva lo que hizo que se pidiera a la Administración el mantenimiento del dominio minero sobre la superficie en la que se encuentra.

Se reconocieron otras acumulaciones dentro de la zona que aumentan las reservas de mineral aunque no se llegaron a definir totalmente las características geológicas

de las mismas: Fontanarejo A y C y La Graja.

- El yacimiento de Horcajo de los Montes se continuó estudiando y se puede decir que el conocimiento que de él se tiene, aún sin ser tan profundo como el de Fontanarejo B, es lo suficientemente preciso como para poder asegurar que es el segundo en orden de importancia dentro de las superficies seleccionadas.

El contenido "metal" es del orden del existente en Fontanarejo, aunque sus características mineras no son tan favorables puesto que su explotación requeriría operaciones mineras de interior.

También se propuso el mantenimiento del dominio minero sobre la superficie en la que se encuentra.

- Al norte de esta reserva, se investigaron las acumulaciones de Robledo del Mazo pero no se obtuvieron resultados definitivos.
  - Se definió con bastante precisión el trazado cartográfico del techo de la subunidad 5 (nivel productivo) entre Robledo del Mazo y Horcajo de los Montes, bajo los terciarios y la raña.
- b) Hespérica 2. Se caracterizaron nuevos indicios de fosfatos en el Domo de Abenojar, área de Navalajeta y en el Valle de Alcudia, área de Fresneda.
- c) Hespérica 4. En las proximidades de Fuenteaguinaldo en Salamanca, área de Ituero se localizaron unas acumulaciones de gran interés desde un punto de vista sedimentológico lo que hace que se tengan esperanzas en que su interés sea también económico en un futuro próximo.
- d) Se creó un banco de datos con la información obtenida en los yacimientos de Horcajo de los Montes y Fontanarejo B.
- e) Se propuso una reducción de la superficie dejándola para la tercera fase en 2.436 Km<sup>2</sup>.

f) Las zonas de reserva provisional que se propusieron y que fueron concedidas fueron las siguientes:

Hespérica 1. Bloque de Fontanarejo

Hespérica 1. Bloque de Horcajo

Hespérica 1. Robledo del Mazo

Hespérica 2A. Bloque de Navalajeta

Hespérica 2B. Bloque de Fresneda

Hespérica 4. Ituero

Hespérica 7. Logrosán

## **2.4.- EXPLORACION E INVESTIGACION DE FOSFATOS SEDIMENTARIOS DURANTE LA FASE 3**

Para la redacción de la memoria sobre los trabajos y los resultados alcanzados durante el desarrollo de la tercera fase se ha optado por hacer una descripción individualizada por reservas en función de que los objetivos y los medios utilizados han sido tan diferentes como lo era el conocimiento del que se partía.

### **2.4.1.- Reserva provisional Hespérica 1.**

#### **2.4.1.1.- Introducción.**

Los estudios geológicos realizados se incluyen en los trabajos llevados a cabo para el proyecto "Hespérica" de investigación de fosfatos sedimentarios dentro del ámbito de la Reserva Hespérica 3 tal como fué definida en la fase anterior del proyecto (2ª Fase), si excluimos la superficie ocupada por las Reservas definitivas de Horcajo de los Montes y Fontanarejo.

Dentro del proyecto "Hespérica" los trabajos llevados a cabo se incluyen dentro de la 3ª Fase (1990-1993) con una prolongación y profundización de los realizados en las fases anteriores en los materiales Precámbrico-Cámbricos de la serie III (Serie de Valdelacasa). Las zonas investigadas se extienden hasta más allá del límite NO de la reserva 1 de esta 3ª fase (Robledo del Mazo, sector 3) también denominada reserva Pusa, ya que el interés geológico y minero de los materiales reconocidos en áreas próximas en continuidad con ésta hacían indispensable la prolongación de los trabajos de prospección con el objeto de completar el estudio geológico y evaluar las posibilidades mineras de la región desde el punto de vista de los fosfatos sedimentarios.

La distribución de las áreas investigadas ha estado condicionada por la presencia de los materiales de la serie III (serie de Valdelacasa) (2.4.1. Fig. 4) así como por los recubrimientos terciarios y cuaternarios subhorizontales del borde sur de la fosa del Tajo y por la distribución de afloramientos de granitoides tardihercínicos.

En el área de Robledo del Mazo prosiguieron los trabajos de evaluación con la realización de un sondeo mecánico con recuperación de testigo del tramo fosfatado (RM-12).

En la zona situada entre Horcajo de los Montes y Robledo del Mazo se realizaron análisis del contenido en F del agua de manantiales y pozos con objeto de detectar la presencia de posibles acumulaciones de fosfatos por debajo de los extensos recubrimientos plio-cuaternarios de las rañas de Anchura.

### **2.4.1.2.- Robledo del Mazo (Sector 3)**

En este sector se encuentra el yacimiento de Robledo del Mazo que ha sido investigado con desigual intensidad en fases previas. Se trata de un yacimiento cuyo mineral es similar al de los yacimientos de Fontanarejo y Horcajo de los Montes aunque en este caso las intercalaciones estériles son más frecuentes, lo que hace que la ley media del paquete se reduzca. Su explotabilidad dependería de que se consiga un sistema económico de separación del mineral de la pizarra, bien en mina o en concentrador.

Los trabajos de prospección del yacimiento únicamente han cubierto una pequeña parte de los trabajos previstos. De ellos destaca el sondeo RM-12 (2.4.1. Fig. 2 y 2.4.1. Fig. 3). Dicho sondeo empezó a finales de Diciembre de 1992 y finalizó en Enero de 1993. Su longitud es de 172,45 m. con una dirección e inclinación media N240°E y 44° respectivamente.

Corta un tramo con escasos indicios fosfatados entre 140 y 160 m. formado por conglomerados de cantos blandos y de areniscas sobre todo y, en menor medida de microconglomerados fosfáticos y carbonatos.

La matriz está formada sobre todo por granos de cuarzo y fosfatados, muy gruesos o microconglomeráticos, y suele ser poco abundante y estar irregularmente repartida (predomina a techo).

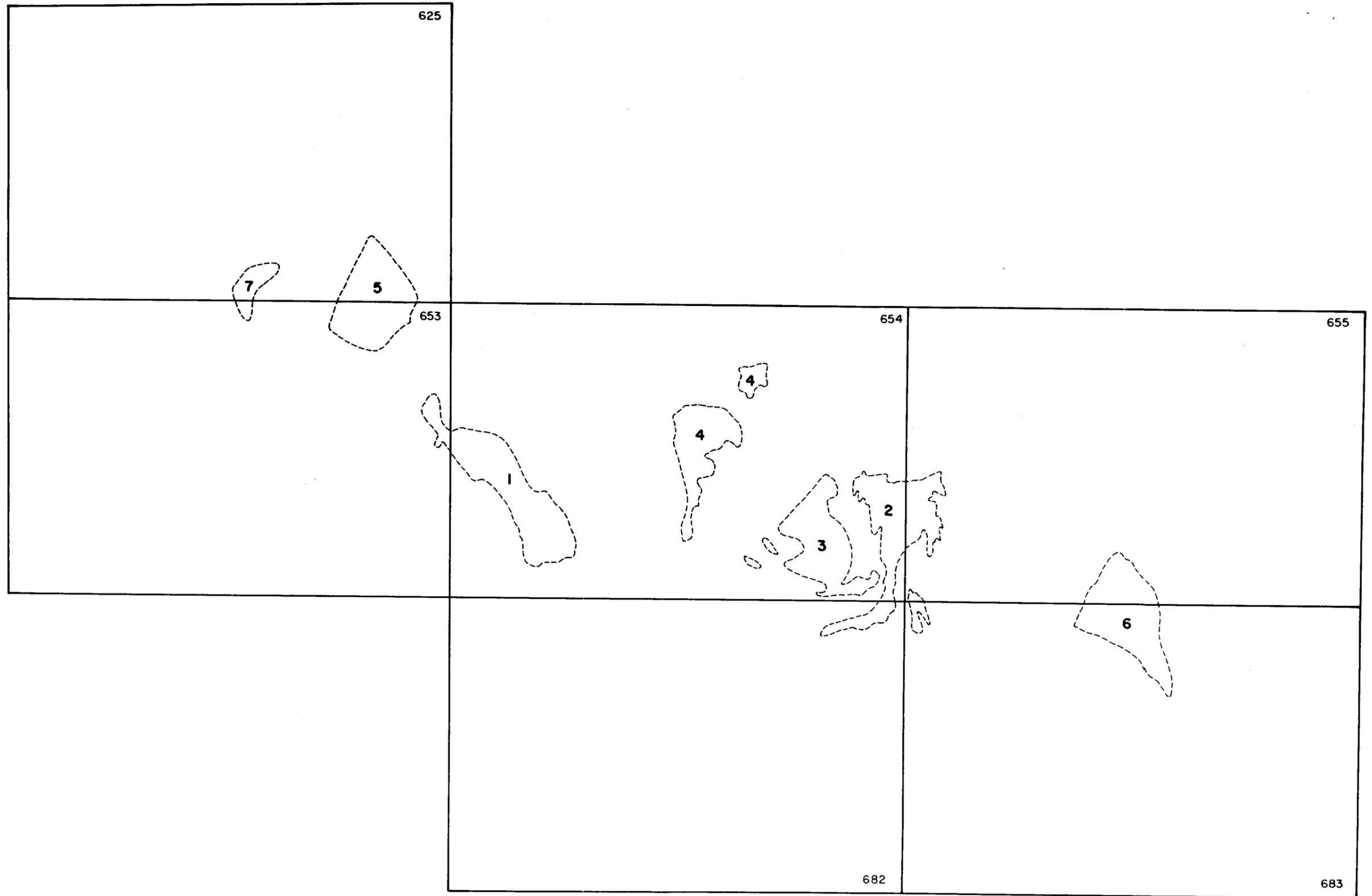
Este tramo acaba en una fractura que pone en contacto el nivel fosfatado con niveles arenosos más altos de la serie (niveles arenosos equivalentes a estos últimos aparecen en el sondeo RM-11). Es equivalente a los tramos con indicios fosfatados que aparecen en los sondeos RM-1 y RM-7 en facies similares (conglomerados de cantos blancos).

### **2.4.1.3.- Zona de Navalmoralejo-La Estrella.**

#### **2.4.1.3.1.-Introducción.**

La zona de La Estrella-Navalmoralejo se encuentra situada en el extremo suroccidental de la provincia de Toledo, en el límite con la provincia de Cáceres, en donde llega a penetrar por su extremo septentrional. Está situado en la parte occidental de la hoja de Puente del Arzobispo (654) penetrando ligeramente en la vecina hoja de Valdeverdeja (653).

Geográficamente se sitúa en la zona de tránsito entre los Montes de Toledo y la cuenca del río Tajo, en la denominada comarca de la Jara, y los cursos de agua más importantes que la cruzan son el arroyo de Pedroso en su parte noroccidental y el arroyo de la Anguilucha y sus afluentes en el resto de la zona.



SITUACION DE ZONAS INVESTIGADAS (1.992) — PROYECTO HESPERICA III FASE

(Parte 1.991 y 1.993)

2. 4. 1. FIG. 4

ESCALA — 1: 250.000

#### **2.4.1.3.2.- Geología.**

##### **2.4.1.3.2.1.- Introducción.**

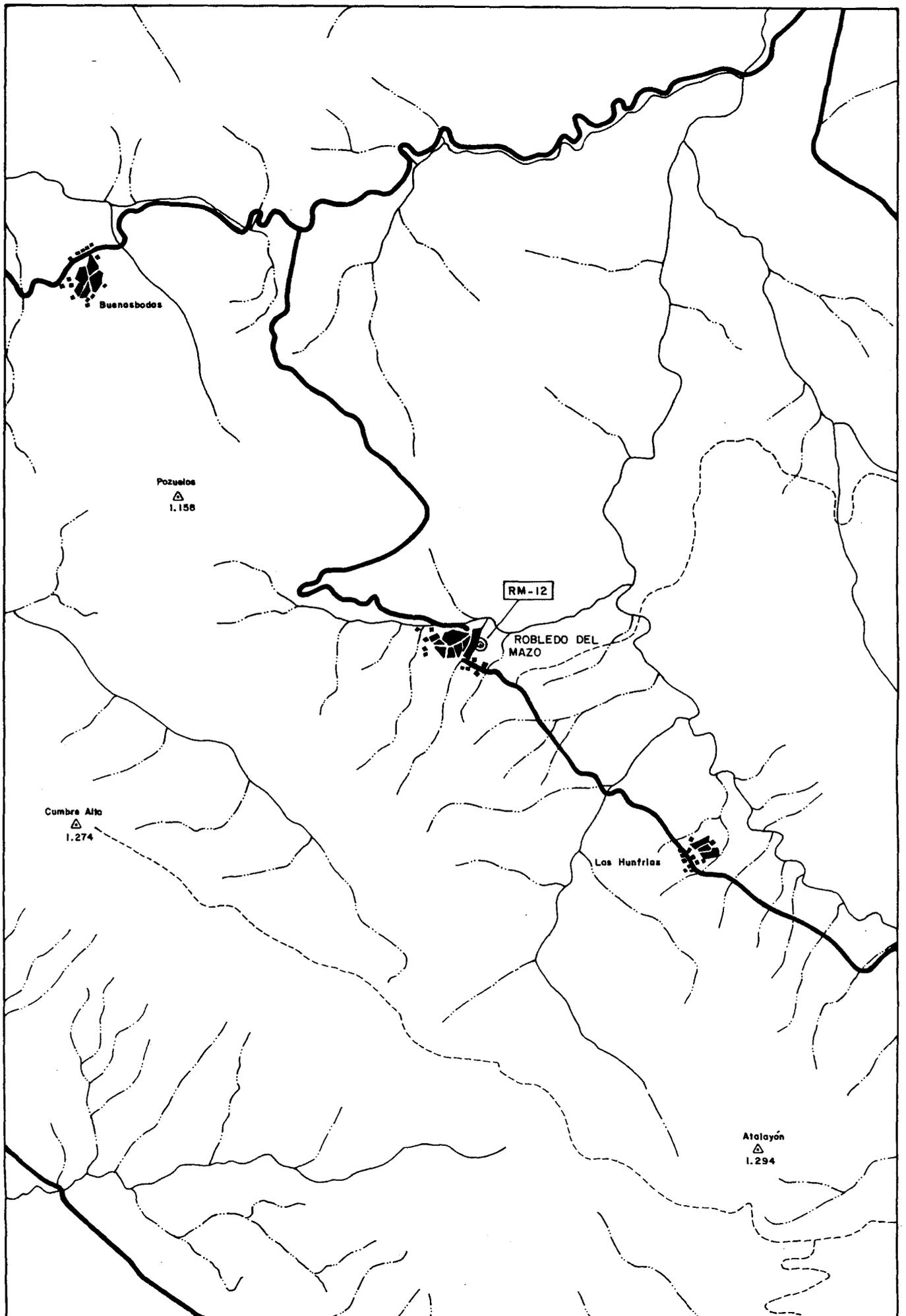
Los trabajos de campo han permitido realizar una cartografía detallada (a escala aproximada 1:18.000) de una superficie de casi 30 km<sup>2</sup>, principalmente de materiales pertenecientes a la Fm. Limolitas del Pusa (serie III). Se han destacado mediante sus trazas los principales niveles arenosos y/o conglomeráticos observados, y que están asociados en algunos casos a indicios de fosfato sedimentario. (Plano 1).

Desde el punto de vista geológico esta zona se sitúa en la parte noroccidental del anticlinorio de Valdelacasa, compleja estructura originada durante la orogenia hercínica y situada, a su vez, en la parte meridional de la zona Centroibérica. En esta parte del anticlinorio abundan los cuerpos graníticos tardihercínicos que originan extensas aureolas de metamorfismo de contacto que se superpone al metamorfismo regional. Estas aureolas presentan una gran extensión que indica que los contactos de los granitos con el encajante deben estar bastante tendidos. El metamorfismo regional, donde se observa sin el metamorfismo de contacto superpuesto, es de grado muy bajo (alcanza como máximo las facies de los esquistos verdes); esto solo sucede en la parte suroriental, próximo al pueblo de La Estrella.

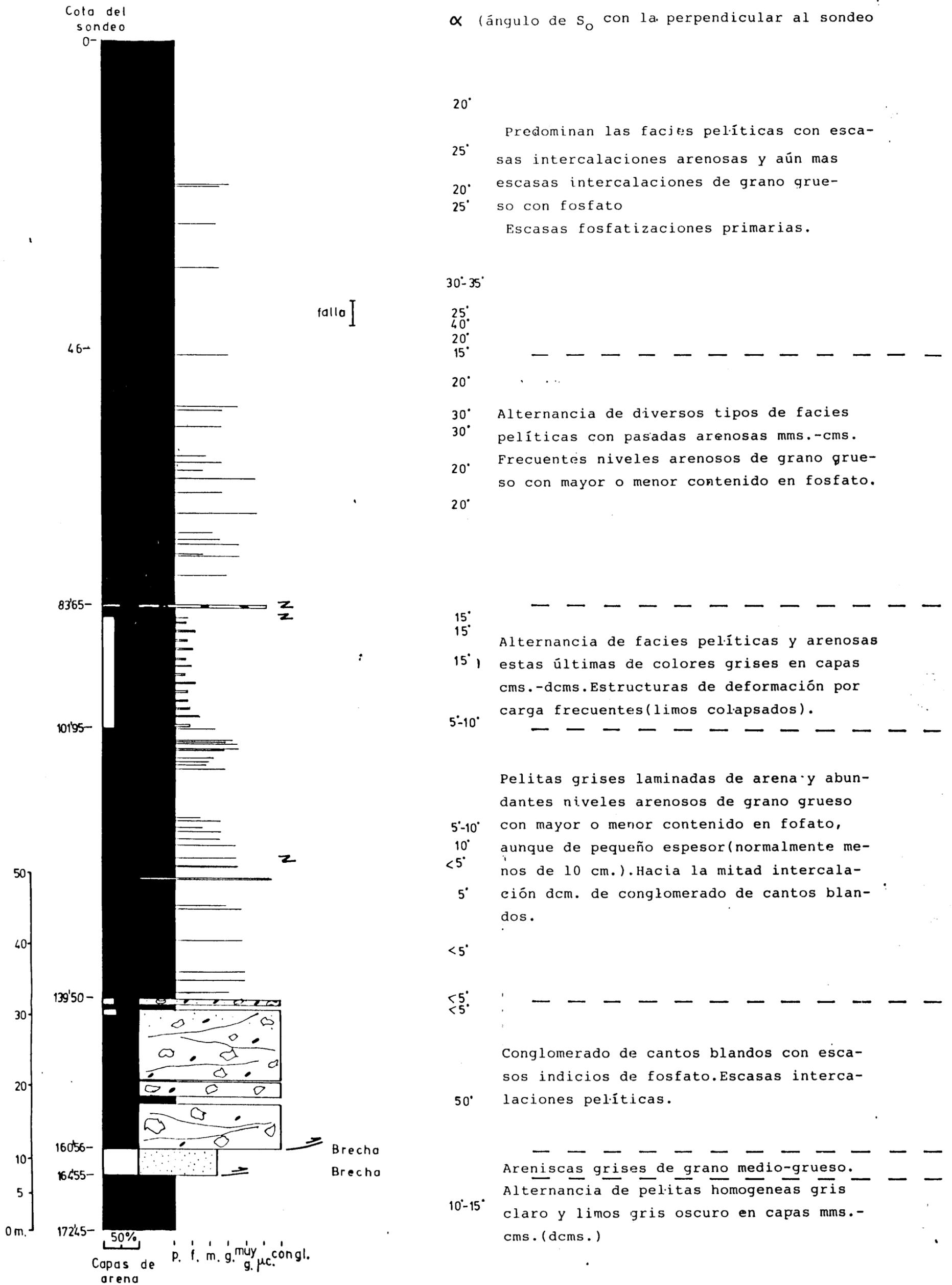
Los materiales que afloran en el area de trabajo corresponden a dos grandes unidades separadas por una discordancia angular y erosiva. Por debajo de ésta se sitúa la formación Limolitas del Cubilar o Fm. Cubilar, cuya asignación a la serie I (Domo Extremeño) o a la serie II (Ibor-Navalpino) aún está por confirmar. Por encima de la discordancia aparecen los materiales de la serie III: Nivel de Fuentes, Limolitas del Pusa y, en parte, Areniscas de Azorejo (o areniscas del Gévalo) y calizas de los Navalucillos (o calizas de La Estrella). Debido a la gran extensión de los granitos y a la presencia de una intensa fracturación, esto último sobre todo en la parte meridional, las series nunca aparecen completas en este área.

Otros tipos de materiales que aparecen son los ya citados granitos postcinemáticos que limitan los afloramientos precámbrico-cámbricos en gran parte de la zona y los recubrimientos apenas deformados del Terciario y Cuaternario, que se disponen como retazos o como prolongaciones de la cuenca del Tajo tanto sobre los granitos como sobre las series anteordovícicas, aunque en esta zona ocupan muy poca extensión.

Ocupando mucha menos extensión aparece algún dique de naturaleza granítica siempre muy próximo al contacto con el granito y diques de cuarzo de potencia y extensión muy variable en la mayoría de los casos asociados a fuertes silicificaciones de la roca encajante, en relación con cizallas.



SITUACION DE SONDEOS III FASE (Robledo del Mazo)



2.4.1. Fig.3

#### 2.4.1.3.2.2.- Estratigrafía y sedimentología.

Se ha prestado en este trabajo especial atención al estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales pertenecientes a la Fm. Limolitas del Pusa y a la localización y evaluación de los indicios de fosfatos sedimentarios. Para ello se han levantado una serie de columnas de detalle, descritas más adelante que incluyen en todos los casos los indicios de fosfato localizados o los niveles equivalente a ellos. No se ha podido levantar una columna completa de la serie en esta región debido a la mala calidad de los afloramientos, sobre todo en la parte septentrional para la parte baja de la serie, y a problemas tectónicos, principalmente al sur. De todas formas la descripción completa de la Fm. Limolitas del Pusa ya se hizo en los informes de las fases anteriores del proyecto Hespérica, de donde se puede deducir, dentro de una cierta uniformidad en el medio de depósito (corresponden casi siempre a facies de plataforma externa-talud), la amplia variedad de facies siliciclásticas que aparecen y los numerosos cambios laterales de facies.

De los datos anteriores podía deducirse una menor distalidad de las facies situadas más al NO con respecto a las del SE, junto con un aumento simultáneo de la potencia de la serie en esa misma dirección (de NO a SE). En la zona reconocida no se ha podido observar el techo de la serie y donde aparece en contacto con la unidad suprayacente (Fm. Areniscas de Azorejo) el paso de una a otra es a través de una fractura, por lo que las potencias calculadas no corresponden al total de la formación.

Asímismo en gran parte del área (entre La Estrella y el granito de Villar del Pedroso) falta parte de la base de la serie III. En esta zona una fractura va eliminando una potencia cada vez mayor, de NO a SE, de la Fm. Limolitas del Pusa; desde un mínimo de aproximadamente 300 m. de serie en las proximidades del granito de Villar del Pedroso, a más de 900 m. cerca de La Estrella. Los cálculos de las potencias de los materiales eliminados se han hecho tomando como referencia un nivel arenoso-conglomerático muy constante en toda la zona, aunque con notables variaciones laterales de potencia, que aparece a techo, o cerca del techo, de un potente tramo de pelitas negras, a veces microbandeadas o microlaminadas y/o con alguna intercalación limosa y arenosa, y que hacemos equivalente al techo de la subunidad 5 (equivalente a la isocrona II de F. Moreno) (la descripción de las subunidades aparece en los informes de las fases anteriores). Este nivel tiene un gran interés desde el punto de vista minero ya que es donde se localizan las dos mayores acumulaciones fosfatadas identificadas hasta ahora en el Macizo Hespérico (Horcajo de los Montes y Fontanarejo). Sin embargo en la zona de Navalmoreajo-La Estrella las únicas acumulaciones fosfatadas localizadas se sitúan bastante por debajo de dicho nivel, asociados a tramos de pelitas negras y laminadas al igual que sucede en el área de Robledo del Mazo, aunque aquí sean de mucha menor importancia. Los indicios identificados tienen una mayor semejanza con los del arroyo de Riofrio, los de las proximidades de la Nava de Ricomalillo y los del río Huso, al N de la estación de Fuentes. Parecen corresponder a los equivalentes laterales de acumulaciones similares a las de Robledo del Mazo o a concentraciones de escasa entidad originadas por los mismos mecanismos pero con mucho menor desarrollo.

En el panel de correlación elaborado a partir de los datos de las columnas de detalle parciales (Plano 2) se muestra el nivel de correlación descrito anteriormente y la situación de los indicios de fosfato localizados. La potencia máxima conservada de la Fm. Limolitas del Pusa en el área estudiada se ha calculado a partir de los datos cartográficos y la podemos cifrar en unos 2.200 m. para el área del arroyo Mudo, al N de Navalmoralejo. En esta zona en la base aflora el Nivel de Fuentes con una potencia de 100-120 m. y el techo está en contacto con una granitoide postectónico y el nivel de correlación arenoso-conglomerático se encuentra aproximadamente a 1.000 m. de la base de las Limolitas del Pusa. En esta misma zona es donde el nivel de correlación tiene menor potencia y continuidad lateral y los indicios de fosfato se reducen a fosfatizaciones milimétricas en las pelitas y a alguna acumulación centimétrica (localizada en un camino que sale hacia el SO desde Navalmoralejo-Serie de Navalmoralejo I); asimismo los afloramientos, de la parte baja especialmente, de las Limolitas del Pusa son escasos, hasta llegar a los identificados en el arroyo Mudo (Serie del arroyo Mudo), y lo mismo sucede con la parte más alta conservada de la serie según nos acercamos al granito. De todas formas en la parte baja se han podido identificar facies pelíticas y arenosas bandeadas (estratificación milimétrica-centimétrica) de colores verdosos y ocres con algún nivel desorganizado y, excepcionalmente, un "debris flow" donde se vé algún canto de carbonato (en un camino que sale, hacia el S. desde la carretera de Puente del Arzobispo a Villar del Pedroso, antes de cruzar el arroyo del Pedroso). A techo de la serie del arroyo Mudo los afloramientos vuelven a ser muy escasos aunque aumenta localmente la proporción de arena y la potencia de las capas arenosas respecto a los de la parte inferior.

En la parte más septentrional de los afloramientos reconocidos, al N de la carretera de Puente del Arzobispo a Villar del Pedroso, la serie está fuertemente afectada por el metamorfismo de contacto de los granitos circundantes. Aún así el nivel de Fuentes es perfectamente cartografiable y reconocible aunque con menos potencia que más al S (alrededor de 50-60 m.). Esto podría deberse en parte a causas tectónicas: en el corte de la carretera de Puente del Arzobispo a Villar del Pedroso la parte baja de esta unidad, principalmente en su base, está fuertemente tectonizada, con los cantos de carbonato y areniscas triturados y muy dolomitizados. Por encima del nivel de Fuentes en esta zona la máxima potencia de serie deducida de los datos de campo es de unos 1.000 m. apareciendo a techo pelitas muy metamorfizadas de colores muy oscuros con algunas fosfatizaciones milimétricas que pueden ser equivalentes a los niveles pelíticos negros, laminados o no, situados por debajo del nivel arenoso-conglomerático de correlación en el panel.

El Nivel de Fuentes donde aparece (al NO del granito de Villar del Pedroso) presenta bastante continuidad lateralmente y las variaciones de espesor, no muy fuertes, que se observan podrían deberse en parte a causas tectónicas y/o sedimentarias. Los cantos carbonatados son en ocasiones de grandes dimensiones (varios metros) y se disponen con su dirección mayor subparalela a la estratificación dando la impresión de que el transporte se ha producido sobre una distancia no muy grande y con una turbulencia moderada del flujo. Aunque no se encuentran más que afloramientos parciales del Nivel de fuentes, al N y al S del arroyo del Pedroso se pueden distinguir las mayores concentraciones de cantos de carbonato en la base y en el techo de esta unidad, separadas por un tramo más pelítico.

Al SE del granito del Villar del Pedroso la ausencia de parte de la serie a techo y a muro por causas tectónicas hace difícil la comparación de las potencias medidas o deducidas con las de la parte septentrional tanto a nivel de tramos o subunidades como de toda la serie y también hace casi imposible verificar su evolución lateral. Tomando como nivel guía el paquete arenoso-conglomerático situado en la parte alta de las pelitas negras laminadas, tal como aparece en el panel de correlación, se ve que mientras que en las proximidades del borde del granito del Villar del Pedroso (zona del arroyo del Oreganal) faltan como máximo algo más de 300 m. de serie en la base; en las proximidades de La Estrella deben de faltar más de 1000 m. de serie ya que la fractura pone en contacto los niveles pelíticos verdosos situados por encima del último tramo arenoso-conglomerático (nivel de correlación) con la formación Cubilar o Limolitas del Cubilar. Por otro lado el techo de las Limolitas del Pusa parece estar en contacto por fractura con las areniscas del Azorejo y las calizas de La Estrella (=calizas de Los Navalucillos). Aunque apenas hay afloramientos del tránsito de las Limolitas del Pusa a las areniscas del Azorejo la fuerte variación lateral que sufre la potencia de las últimas de NO a SE sugiere la presencia de una fractura de características similares a la que limita a las Limolitas del Pusa por su base mas al SO. De todas formas se han calculado al menos 1.500 m. de serie desde el nivel arenoso-conglomerático hasta la parte más alta observada de las Limolitas del Pusa.

Otra de las características a destacar en la parte SE de la zona estudiada, además de la presencia de las fracturas subparalelas a la estratificación, es la presencia de varios niveles arenoso-conglomeráticos alternando con tramos pelíticos. Estos niveles arenoso-conglomeráticos tienen su máximo desarrollo en las proximidades del arroyo del Oreganal, al SE de una gran fractura de dirección N25°-35°E que también atraviesa el granito situado al SO y se prolonga por los granitos de la parte NE. En esta zona este tramo tiene una potencia de casi 350 m. con cuatro paquetes decamétricos, estratigráficamente complejos, de niveles arenosos y conglomeráticos, a veces de aspecto desorganizado, en limolitas y areniscas; con intercalaciones decamétricas de pelitas, en ocasiones negras y microlaminadas, que es donde aparecen en esta zona los indicios de fosfato de mayor interés (serie de Ballesteros-Anguilucha. Al NO de la falla N25°-35°E los paquetes arenoso-conglomeráticos desaparecen bruscamente mientras que hacia el SE lo hacen gradualmente, siendo substituidos lateralmente por niveles arenosos y limolitas y, finalmente, por alternancias pelítico-limosas, al mismo tiempo que van siendo eliminados por la fractura basal.

Esto sugiere la presencia de una zona canalizada preferente, quizás controlada por un accidente tectónico sinsedimentario que coincidiría con la fractura N25°-35°E (aunque el carácter tardío de esta última se deduce inmediatamente ya que afecta a los granitoides tardihercínicos). Asociado a esta zona conalizada se produciría el depósito en áreas restringidas de facies pelíticas negras euxínicas con fosfatizaciones dispersas y esporádicas cuya removilización daría lugar a las escasas concentraciones secundarias encontradas. La escasa entidad de los indicios puede indicar el carácter muy local y limitado de los procesos de fosfatización en este área de la cuenca (controlados por la posición de las zonas canalizadas y de las facies entrecanales) o la poca incidencia de las removilizaciones producidas por las sucesivas excavaciones de las facies canalizadas.

Por encima de la alternancia de tramos pelíticos y tramos arenoso-conglomeráticos se

uniformiza la cuenca con respecto a lo observado en la parte NO y se depositan pelitas grises y negras, a veces microbandeadas, y limos bandeados. En el techo de este tramo, o en su parte más alta se sitúa el nivel de correlación arenoso-conglomerático que en esta zona aumenta progresivamente de espesor hacia el SE haciéndose litológicamente más complejo. Pasa de ser un único tramo a aparecer dos tramos competentes donde predominan las areniscas y conglomerados y se intercalan niveles desorganizados, separados por areniscas y limos. No se ha reconocido ningún tipo de acumulación de fosfatos, ni siquiera de indicios aislados, asociados a ellos. Por encima suele aparecer todavía un tramo de potencia variable desde algunos metros a varias decenas de metros de pelitas grises y negras similares a las que aparecen por debajo. Estas pasan gradualmente a las facies de pelitas verdosas bandeadas de arena con capas más espesas de areniscas (y algunos tramos desorganizados con "slumps" pelíticos) formando secuencias positivas que uniformizan la sedimentación en esta zona.

#### **2.4.1.3.2.2.1.- Descripción de las series (FM. Limolitas del Pusa).**

Se levantaron un total de 5 columnas estratigráficas y sedimentológicas que suman algo más de 2.500 m. de serie. Los datos de campo se tomaron con vistas a levantar columnas de detalle a escala 1:250 que posteriormente se redujeron a 1:500 y 1:1000 con el objeto de hacerlas más manejables.

La situación de las columnas y su correlación se han representado en un panel de correlación junto con la posición estratigráfica de los indicios encontrados.

##### **2.4.1.3.2.2.1.1.- Serie del arroyo Mudo.**

La serie se realizó a unos 2 km. al NW del pueblo de Navalmorelejo, por el afluente al norte del arroyo del que toma el nombre la serie. (2.4.1. Fig. 5).

### **DESCRIPCION DE MATERIALES**

La serie se inicia en un nivel arenoso de poco espesor pero con bastante continuidad lateral, y en el que se han observado estructuras "ripple", HCS y SCS. Estos niveles de arenisca tienen reducido espesor y se encuentran en estratificación de fina a muy fina.

Por encima de estas areniscas encontramos 7 m. de limolitas de color ocre-verdoso, y luego aparecen 74 m. de pizarras negras donde se observan oxidaciones y colores amarillentos, para concluir en 40 m. de cubierto, que se suponen pelitas ya que lateralmente no aparece otra litología.

La serie continúa con 9 m. de pelitas verdes con metamorfismo de contacto donde se observa la presencia de fenocristales de andalucita, que continúan observándose en los

54 m. de pizarras negras que se encuentran por encima de ellas.

Llegado a esta altura de la serie encontramos un nivel de arenisca muy delgado (0,3 m. de espesor) y muy masivo, tras el que vuelve a aparecer un tramo de pizarras negras de 12 m. de espesor. Este pasa a un tramo que varía de color a gris oscuro-verdoso con fenocristales de andalucita de 33 m. de potencia y de nuevo pizarras negras de 1 m. de espesor.

El resto de la serie se compone de 11 m. de pelitas verdosas-marrones y 40 m. de pelitas ocreas y concluye en un nivel conglomerático de 1,5 m. de espesor.

La potencia total de serie medida es de aproximadamente 285 m.

#### **2.4.1.3.2.2.1.2.- Serie de Navalmoralejo I**

La serie se realizó por el trazado de un camino rural que sale del pueblo de Navalmoralejo en dirección aproximadamente suroeste ,concluyendo en las proximidades del pueblo. (2.4.1. Fig. 6)

#### **DESCRIPCION DE MATERIALES.**

La serie se inicia en un nivel de areniscas de 30 cm. de espesor y granulometría de media a fina, con laminación paralela y "ripples" en el techo. Por encima tenemos 2 m. de pelitas negras a las que siguen areniscas y pelitas interestratificadas de poco espesor, 3,5 m. de pelitas negras que pasan a limolitas verdes y a una capa fina de limolitas masivas con nódulos de fosfato dispersos. Sobre ellas se encuentran 88 m. de pizarras negras que concluyen en un nivel de 1 m. de potencia con nódulos de fosfato.

A partir de aquí continua la serie con un metamorfismo de contacto que produce la aparición de fenocristales de andalucita en los materiales pelíticos. Por encima del tramo de pelitas negras tenemos unos 2 m. de limolitas ocreas mosqueadas (con andalucita) que pasan a 12 m. de limolitas bandeadas y areniscas y pizarras, con un "debris flow" o "sand flow" en el techo de 4,5 m. de potencia. A continuación aparecen 30 m. de limolitas verdes con fenocristales de andalucita ,que hace un total de 50 m. con un tramo intercalado cubierto, y que va ganando en contenido en arena en los últimos metros a pesar de tener solo capas de reducido espesor (estratificación muy fina); en general marca un ciclo negativo-positivo siendo predominante el último de ellos. Por encima de este tramo tenemos un cubierto de 17 m. y a continuación 68 m. de pizarras negras, en las que se intercalan 8 m. de limolitas ocreas con algún nivelillo arenoso de reducido espesor; concluye en 3 m. de limolitas verdes-oscureas con alguna arenisca.

El siguiente tramo son 27 m. de cubierto que dan paso a 4,5 m. de pizarras negras que, a su vez, pasan en vertical a 20 m. de limolitas verdes y 51 m. de limolitas verdes

bandeadas, que son el final de la serie.

La potencia total de serie medida es de unos 345 m.

#### **2.4.1.3.2.2.1.3.- Serie del arroyo del Oreganal.**

La serie se realizó por el cauce del arroyo del Oreganal, que se halla aproximadamente a 1 km. al SO del pueblo de Navalmoralejo. (2.4.1. Fig. 8)

#### **DESCRIPCION DE MATERIALES.**

La serie se inicia con 45 m. de limolitas verdes con alguna pasadita de arena muy fina de menos de 2 cm. de espesor, seguidas de un ciclo positivo de areniscas y limolitas (21 m) con estratificación gruesa a fina, y que pasan al tramo pelítico suprayacente de 15 m. Le siguen dos ciclos positivos de areniscas y limolitas de 18 y 24 m. respectivamente con estratificación gruesa a fina y en las que se observan estructuras SCS, HCS y "ripples" tractivos, con amalgamas y acuñamientos en los tramos gruesos (granulométrica y estratigráficamente) así como laminaciones onduladas.

El siguiente tramo se compone de 36 m. de limolitas bandeadas con nivelillos de limos que pasan transicionalmente a 63 m. de pelitas verdosas y 15 m. de pelitas negras. Seguidamente encontramos 54 m. de limolitas y areniscas en estratificación fina, para de nuevo pasar a 127 m. de pelitas negras, 12 m. de areniscas y limolitas (que lateralmente pasan a conglomerados) y de nuevo 58 m. de pelitas negras.

Llegado este nivel de la serie se produce un cambio sustancial en la litología que vuelve a ser limolítica y arenosa. En primer término tenemos 8 m. de areniscas y limolitas en un ciclo positivo con base erosiva, formas canaliformes y estructuras tipo HCS y SCS, así como "ripples" ; en vertical pasan a limolitas bandeadas y luego a 48 m. de limolitas y areniscas con la base fuertemente erosiva (incluso parece formar un discordancia), con niveles desorganizados y areniscas en estratificación de gruesa a fina y en las que se han observado estructuras HCS, SCS y "ripples" de olas. Transicionalmente pasan en vertical a 21 m. de limolitas y a 70 m. de alternancias de limolitas con alguna pasada arenosa esporádica con estratificación muy fina, que marcan el final de la serie. La potencia total de serie medida es de 655 - 660 m.

#### **2.4.1.3.2.2.1.4.- Serie de Navalmoralejo II**

Esta serie se realizó por el trazado de un camino rural que parte del pueblo de Navalmoralejo en dirección sur, concluyendo en las proximidades del pueblo. (2.4.1. Fig. 7).

## **DESCRIPCION DE MATERIALES.**

Esta serie se inicia en un dique de cuarzo; por debajo del mismo existe un tramo de pizarras negras que no ha sido medido.

El primer tramo descrito son 79 m. de pizarras negras , que pasan en vertical a 12 de limolitas verdes y a 1,5 m. de pizarras negras. A continuación aparecen 63 m. de limolitas verdes que transicionalmente pasan a 122 m. de limolitas verdes con alguna pasadita esporádica de arena fina , ganando en porcentaje de arena hacia el techo , y en las que se intercala un cubierto muy potente (35 m.).

Por encima de este nivel encontramos 3 m. de pizarras negras sobre las que se hallan limolitas verdes con pasadas arenosas con estratificación fina que conforman dos ciclos positivos ("thinning and finning upwards") en los que se observan estructuras como laminación paralela, laminación "ripple" y HCS, así como amalgamas y acuñamientos de capas a escala de afloramiento. Siguen 7 m. de cubierto y 31 m. de pizarras negras, sobre las que encontramos 76 m. de limolitas verdes con niveles arenosos de ciclicidad muy variable. Los materiales que conforman la serie concluyen en un cubierto.

La potencia total de serie medida es de aproximadamente 430 m.

### **2.4.1.3.2.2.1.5.- Serie de Ballesteros-Anguilucha.**

La serie se realizó por el arroyo de Ballesteros hasta que este desemboca en el arroyo de la Anguilucha por donde continúa a lo largo de su margen izquierdo. Con posterioridad se realizó una serie paralela a unos 100 m. por el cauce del arroyo de la Anguilucha ascendiendo por el arroyo Tamujoso. Observando y correlacionando ambas series se ha elaborado la que se describe a continuación. (2.4.1. Fig. 9).

## **DESCRIPCION DE MATERIALES.**

Se inicia la serie con un tramo de espesor indeterminado de limolitas con algunas capas de arenisca intercaladas que presentan fenocristales de andalucita, producto del metamorfismo de contacto debido a la proximidad de los granitos circundantes. Los primeros materiales de los que se tiene su potencia real son 27 m. de pelitas negras con cristales de andalucita a las que siguen otros 27 m. de limolitas verdosas moteadas (con andalucita) con alguna pasadita fina de granulometría más gruesa (limos). Por encima vuelven a tener un tramo de pelitas negras de 22 m. tras las que de nuevo aparecen limolitas con pasaditas muy fina de arenas finas y limos que también presentan un moteado producto del metamorfismo de contacto.

Por encima volvemos a encontrar un tramo potente de pelitas negras (60 m.) que siguen presentando moteado con cristales de andalucita. En el seno de estos materiales hay

indicios de fosfatizaciones en las pelitas, concentrados en delgados niveles de potencias centimétricas y continuidad lateral decamétrica y de aspecto masivo debido al metamorfismo. Al finalizar este tramo de pelitas negras encontramos un tramo de limolitas con pasaditas de arena, con estratificación fina y muy fina (con capas arenosas de menos de 5 cm.) y que totalizan una potencia de 20 m.. No definen ningún ciclo, pasando en vertical a pelitas negras (36 m.).

Encima de ellas encontramos 19 m. de limolitas y areniscas en estratificación de fina a media donde se observan las estructuras tipo HCS y "ripples" de tipo tractivo. El ciclo que define este tramo es de tipo "thickening and coarsening upwards" concluyendo en 1 m. de conglomerado "mud supported" con base fuertemente erosiva. Sigue a este ciclo un tramo de 4 m. de pelitas negras que rápidamente pasan a 13 m. de limolitas con pasaditas de areniscas y de nuevo 1 m. de microconglomerado en un ciclo de tipo negativo. Por encima del conglomerado el ciclo pasa a ser positivo con 15 m. de limolitas y areniscas semicubiertas y 11 m. de limolitas verdes. Estas limolitas tienen encima un nuevo ciclo negativo con 3 m. de alternancias y 1 m. de microconglomerado. A techo vuelven a aparecer alternancias de limolitas y areniscas que totalizan unos 15 m. para pasar a 11 m. de limolitas bandeadas que incluyen un semicubierto de 34 m. y, finalmente, a pelitas negras (17 m.). Estas verticalmente van intercalándose con limolitas verdosas en los siguientes 34 m. perdiendo porcentaje de pelitas negras y ganando en limolitas. El siguiente tramo se compone de 60 m. de limolitas verdes con alguna pasadita esporádica de pelitas negras que concluyen en 7 m. de areniscas y conglomerados, donde se observan bases fuertemente erosivas, amalgamas y acuñamientos de capas, así como estructura de tipo HCS y "ripples"; estas últimas conforman un ciclo positivo que concluye en 10 m. de pelitas.

Por encima volvemos a encontrar un ciclo positivo compuesto por 3 m. de conglomerados "mud supported" al que siguen 44 m. de limolitas verdes en las que se intercala un nivel de 0,3 m. de arenisca con granulometría muy gruesa.

Los siguientes materiales son 9 m. de areniscas y limolitas que se ordenan en un ciclo negativo y donde se observan estructuras HCS y "ripples", concluyendo en un microconglomerado con base erosiva. A techo del ciclo aparecen 56 m. de pelitas y la serie concluye en unas areniscas alternantes con limolitas en ciclo positivo con laminación "ripple". El resto de la serie esta formado por 225 m. de limolitas bandeadas con limos.

La potencia total de serie medida es de 835 - 840 m.

#### **2.4.1.3.2.2.2.- Descripción de las facies.**

##### **2.4.1.3.2.2.2.1.- Facies de la formación Limolitas del Pusa.**

En la zona de La Estrella se han diferenciado cuatro grupos de facies que son:

- Facies de pelitas negras.
- Facies de limolitas y arenas.
- Facies conglomeráticas.
- Facies desorganizadas.

#### **2.4.1.3.2.2.1.1.-Facies de pelitas negras.**

Son materiales de grano muy fino (pelitas) depositados en ambientes sedimentarios anóxicos, con baja tasa de aportes y baja tasa de sedimentación. Se interpretan como las facies más distales de la zona, allí donde no llegan aportes sedimentarios gruesos, pudiéndose encontrar algún influjo clástico en sus fases más diluidas y de tamaño de grano limo, por lo que habitualmente suelen hallarse intercaladas con limolitas verdes masivas en bancos decimétricos. Su aspecto de campo es de colores oscuros a negros, con gran cantidad de pirritas.

En estas facies es posible hallar indicios de fosfato en forma de concentraciones secundarias de pocos centímetros de espesor y aproximadamente un metro de extensión lateral. En la mayor parte de los casos los indicios se reducen a unos pocos nódulos de reducido tamaño y alguna fosfatización incipiente.

#### **2.4.1.3.2.2.1.2.-Facies de limolitas y arenas.**

Estas facies tienen dos litologías que deben considerarse como los miembros extremos de una serie continua y que son:

- a) Facies limotíticas.- Formadas por fangos de granulometría limosa, masivos, sin capas arenosas y espesores métricos y decamétricos.
- b) Facies de limolitas y arenas.- Formadas por una alternancia de areniscas de grano fino y medio, en capas decimétricas con estratificación gruesa y un 70% en contenido en arena respecto a las limolitas. Estas proporciones son variables ya que pueden ir disminuyendo desde estos valores hasta quedar en limolitas masivas que corresponden al otro extremo litológico.

Las morfologías de las capas suelen ser de bases planas y techo ondulado por "Hummocky-Swaleys" y por "ripples" de tipo tractivo, aunque ocasionalmente pueden encontrarse morfologías planoparalelas.

Las estructuras observadas en estas facies tampoco presentan gran variedad, las más habituales son laminaciones paralelas en los tramos basales de capas gradadas y tramos de "ripples" tractivos a techo; ocasionalmente se encuentran también estructuras de retoque por acción de las tormentas, como son HCS y SCS sobre capas con laminación

paralela basal y niveles que son capas de tormenta.

Estas facies se ordenan siempre en ciclos que pueden ser bien "thickening and coarsening" o "thinning and finning" y combinaciones entre ambos.

#### **2.4.1.3.2.2.1.3.-Facies de conglomerados.**

Se hallan muy directamente relacionadas con las anteriores ya que representan las fases granulométricas más gruesas de algunos ciclos descritos para las facies limolítico-arenosas.

Existen dos tipos básicos de conglomerados en la zona, que son:

- Conglomerados "mud supported". Suelen estar asociados a depósitos de tipo desorganizado por lo que se explicaran con esas facies.
- Conglomerados "grain supported". Son conglomerados cuarcíticos de granulometría microconglomerado, que presentan amalgamas, acuñamientos y granuloclasificaciones.

En general estos niveles suelen tener entre 1 y 10 m. espesor; no presentan estratificación masiva, y representan multieventos deposicionales.

#### **2.4.1.3.2.2.1.4.-Facies desorganizadas.**

Suelen ser facies "slumpizadas" que principalmente afectan a las facies arenoso-limosas, mientras que las que tienen litologías conglomeráticas tienen texturas "mud supported" y corresponden a depósitos tipo "debris flow", asociados a incisiones canaliformes y rellenos de canal por lo que siempre se hallan en las partes bajas de ciclos positivos, gradando rápida y verticalmente a areniscas masivas.

#### **2.4.1.3.2.2.2.- Facies de la formación Cubilar.**

La descripción de las facies de los materiales de la Fm. Cubilar se realizó por el trazado de la carretera que une El Puente del Arzobispo con Valdelacasa de Tajo, aproximadamente entre los km. 8 y 9, en las proximidades del Rio Pedroso.

A grandes rasgos se puede decir que la Fm. Cubilar tiene litologías predominantemente lutíticas, con intercalaciones arenosas que pueden ser más o menos importante. Estos materiales se incluyen en la más baja de las unidades de materiales de edad

Precámbrico-Cámbrico que se han identificado en este sector del Macizo Hespérico y son de probable edad Vendiense inferior-Rifeense superior?. En esta zona están situados discordantemente por debajo de los materiales precámbrico-cámbricos de la Fm. Limolitas del Pusa que incluye en la base un potente nivel de megabrechas (Nivel de Fuentes)

Dentro de esta formación se han observado tres tipos de facies: facies de limolitas, facies de arenas y limos y facies desorganizadas.

#### **2.4.1.3.2.2.2.1.-Facies limolíticas.**

Son limolitas que pueden tener capas arenosas de reducido espesor (3 cm. a 5 cm.) con granulometrías de arena muy fina a fina y limosa, que presentan bases planas y techos ondulados. Se observan estructuras de tipo laminación paralela en las partes bajas de las capas y "ripples" tractivos a techo.

En general se presentan siempre en estratificación fina a muy fina, con un porcentaje de limolitas y areniscas en torno al 5-10 %, pudiendo incluso presentar niveles intercalados de limos con "ripples" tractivos y "ripples" colapsados por deformación por carga. Se interpretan como las facies más distales de fenómenos tempestíticos en la plataforma, generados por las partes más diluidas de estos eventos en los que tan solo se depositan limos con pasaditas de granulometría ligeramente superior.

#### **2.4.1.3.2.2.2.2.-Facies arenosas.**

Las facies arenosas se componen básicamente de litologías microconglomerática, arenosa y limolítica. La estratificación varía en potencia de media a fina y muy fina con un 50% de capas de areniscas, conglomerado y limolitas.

Las capas de microconglomerado tienen por término medio un espesor de 10-40 cms. presentando una parte basal conglomerática, con granos de cuarzo, pelitas negras a modo de cantos blandos y algunos cantos de pelitas negras fosfatizadas. Pasan en vertical y rápidamente a areniscas y limos, tienen bases que reflejan una fuerte erosión y se observan estructuras de tipo "ripple" tractivo en el tramo más alto de las capas.

Los niveles de areniscas presentan granulometría media, fina y muy fina y espesores que oscilan entre los 5 y 20 cm., observándose estructuras sedimentarias tal como laminación paralela en los tramos bajos de las capas para pasar a laminación "ripple" tractivo hacia el techo y, frecuentemente, HCS y SCS.

Estas facies se interpretan como pertenecientes a una típica plataforma dominada por tormentas en facies más o menos distales en función de la proporción de arenas y limolitas y en base a las estructuras y granulométricas observadas; así pues los materiales más proximales son aquellos que tienen fracción granulométrica mayor y

mayor proporción de arena frente a limos y que que presentan con mayor frecuencia las estructuras "hummocky" y "swaley"

#### **2.4.1.3.2.2.2.3.-Facies desorganizadas.**

Los principales depósitos de estas facies son los de tipo "debris flow" en tramos que oscilan entre el metro y los 7 m. de espesor, pudiendo afectar a las litologías pelítica y arenoso-conglomerática.

Es frecuente encontrar los conglomerados algo retrabajados, es decir, con textura "mud supported", mientras que los niveles arenosos se presentan preferentemente replegados en las pelitas.

#### **2.4.1.3.2.2.2.4.- Asociaciones de facies.**

Además de la asociación de facies y sus relaciones laterales de distalidad/ proximalidad que ya se comentaron con anterioridad, existen variaciones en vertical a diversas escalas.

A una escala reducida se observan ciclos de tipo "thinning and finning upwards", yendo desde litologías conglomeráticas a pelíticas, mientras que a una escala mayor se observa una ordenación en un ciclo de rango mayor de tipo "thickening and coarsening upwards" lo que denota una cierta progradación de las facies, con inclusiones de niveles desorganizados.

El ciclo de rango mayor observado se inicia con un tramo potente de limolitas que van ganando en porcentaje de arenisca respecto a las pelitas, aunque la variación importante la marca la entrada de niveles conglomeráticos.

#### **2.4.1.3.2.3.- Tectónica.**

La zona estudiada se encuentra en la parte septentrional del anticlinorio de Valdelacasa y forma parte de su flanco nororiental. La serie buza en general hacia el NE con el techo en posición normal y se han deducido (a partir de los datos de campo) y/o observado algunos pliegues menores de flanco en algunos de los tramos pelíticos tanto de la Fm. Limolitas del Pusa como de la FM. Cubilar.

Los factores principales que controlan la estructura que se observa en la actualidad en esta zona son la fracturación asociada a la orogenia hercínica (sobre todo en sus fases más tardías) y la intrusión de los granítidos tardihercínicos que en esta zona son abundantes, de carácter postcinemático (no aparecen deformados). Como ya se señaló en la introducción la gran extensión de la aureola del metamorfismo de contacto parece

indicar que el contacto del granito con el encajante está bastante tendido.

La discordancia erosiva y angular que separa los materiales de la serie III (serie de Valdelacasa) de su substrato (formado en gran parte con seguridad por la serie I en casi toda la estructura de Valdelacasa) apenas se aprecia en esta zona y solo en su parte N, donde aparece completa la parte inferior de las Limolitas de Pusa y el Nivel de Fuentes. En esta zona la traza de las capas en la formación Cubilar es ligeramente oblícua a la base de la serie III, aunque esto únicamente se aprecia a nivel cartográfico, ya que a nivel de afloramiento aparecen casi perfectamente paralelas coincidiendo además la posición del techo de las capas en ambas unidades (en la carretera de Puente del Arzobispo a Valdelacasa del Tajo). Datos cartográficos y estructurales de la Fm. Cubilar en zonas próximas apuntan la posibilidad de que por el estilo y la intensidad de la deformación estos materiales pertenezcan en realidad a unidades equivalente a la serie II (Ibor-Navalpino) y están separados, a su vez, por una discordancia erosiva y angular de la Fm. Estomiza (claramente equivalente a la serie I).

En la parte meridional de la zona reconocida el contacto entre los materiales de las Formaciones Cubilar y Limolitas del Pusa es por fractura. (No se aprecia por tanto ningún tipo de discordancia ya que además la dirección de la estratificación es similar en ambas formaciones).

Durante la orogenia hercínica, a finales del Paleozoico, se configura la estructura definitiva de la zona. Al igual que sucede a escala regional la 1ª fase dió lugar a grandes pliegues de dirección NO-SE, con pliegues menores de flanco asociados, acompañados todos ellos por el desarrollo de esquistosidad de plano axial poco penetrativa. Estas estructuras se originaron como resultado de esfuerzos compresivos de dirección NNE-SSO a NE-SO. Posteriormente, durante la 2ª fase la posición de los esfuerzos compresivos cambia girando a una dirección aproximadamente E-O y dá lugar a diversas estructuras de carácter más local que las de la 1ª fase; zonas de cizalla de longitud y amplitud muy variable, figuras de interferencia de plegamiento, esquistosidades de crenulación, fracturas, etc.

En la zona de La Estrella-Navalmoralejo la posición de la esquistosidad asociada a la 1ª fase hercínica ( $S_1$ ) y de las lineaciones correspondientes tanto a los ejes de los pliegues hercínicos (E) como a las intersecciones ( $L_1$ ) de la estratificación ( $S > 0 <$ ) y la esquistosidad de la 1ª fase hercínica ( $S_1$ ) indican que la orientación de la estructura en la zona se debe básicamente a los efectos de la 1ª fase hercínica (ver proyecciones estereográficas, 2.4.1. Fig. 10 y 2.4.1. Fig. 11). La esquistosidad tiene vergencia NE aunque con buzamientos muy altos (mayor de  $70^\circ$ ) y con una dirección muy constante NO-SE y las lineaciones de intersección de  $S_0$  y  $S_1$  ( $L_1$ ) son paralelas a los ejes de los pliegues de la 1ª fase (E). Las variaciones de los buzamientos de estas últimas se deberían a los efectos de la fracturación y a la intrusión de los granitoides tardihercínicos y el sentido del buzamiento es principalmente hacia el SE (los granitoides afloran principalmente al N y NE), aunque en la zona próxima a La Estrella aparecen también buzamientos en sentido contrario probablemente también influenciados por fracturas tardías (proyecciones estereográficas).

Hay dos tipos de estructuras que pueden relacionarse con la 2ª fase hercínica o con

fases inmediatamente posteriores (aunque anteriores a la intrusión de los granitos), aunque no son simultáneas: cizallas de carácter frágil-dúctil, que son las primeras, y posteriormente estructuras de carácter frágil representadas por fracturas netas con planos de falla subverticales. Estas últimas se pueden agrupar en 3 conjuntos (N25°-40°, N60°-70° y N90°-110°) con desplazamientos relativos que son respectivamente para el primero dextrógiro y para las dos últimas levógiro. Parecen coincidir en algunos casos con la posición de la fracturación en relación con los esfuerzos asociados a la 2ª fase hercínica aunque esto no está muy claro ya que algunas de esas fracturas parecen haber rejugado posteriormente. De entre estas últimas destacan las de dirección N25°-40°E que afectan a los granitoides y producen el hundimiento del bloque SE respecto al NO.

Las cizallas forman bandas de poca potencia y gran continuidad lateral en las que la roca afectada está muy silicificada, desarrollándose además filones de cuarzo de potencia y continuidad lateral muy variable producidos en su mayor parte por exudación a partir de la roca encajante y en algunos casos como rellenos de zona de dilatación (en este caso forman gruesos lentejones de potencias métricas casi equidimensionales). Estas estructuras están bien representadas entre Navalmoralejo y La Estrella dando resaltes topográficos bien definidos con direcciones ligeramente oblicuas a la estratificación (algo menos norteadas) y buzamientos subverticales. Los desplazamientos en dirección producidos por estas cizallas parecen escasos aunque producen en las pelitas situadas en sus proximidades fuertes deformaciones con desarrollo de pliegues de tipo "Kink-band" con dos direcciones preferentes cuyos desplazamientos relativos indican una dirección de la compresión aproximadamente E-O. El carácter precoz de estas estructuras respecto a las demás se deduce del hecho de que están desplazados por fracturas tardías con direcciones diversas NE-SO y E-O.

Otras estructuras frágiles de carácter relativamente precoz son las grandes fracturas que ponen en contacto, en la parte meridional de la zona la Fm. Cubilar y las Limolitas del Pusa, por un lado y la parte alta de estas últimas con las areniscas de Azorejo, por otro.

Sus trazados son ligeramente curvos, los planos de fractura parecen subverticales a verticales y están afectadas por fracturas tardías, al igual que sucede con las estructuras anteriores, e interrumpidas por las intrusiones graníticas. En ambas fracturas se observa el hundimiento relativo del bloque NE respecto al SO, faltando parte de la serie intermedia, aunque resulta difícil de calcular el espesor real de la serie eliminada, sobre todo en el caso de la falla situada más al NE, cuyo trazado en su mayor parte es deducido dadas las malas condiciones de afloramiento. En el caso de la fractura que pone en contacto la Fm. Cubilar con las Limolitas del Pusa ya se citaron al hablar de la estratigrafía, los espesores aproximados de serie que faltan tomando como referencia las potencias medidas más al NO, donde la serie está completa desde su base. La curvatura de esta última fractura explicaría el aumento de serie eliminada desde el NO, en las proximidades del granito de Villar del Pedroso, hasta el pueblo de La Estrella sin tener que recurrir a movimientos en tijera de la fractura.

La relación temporal de estas grandes fracturas con la deformación es difícil de establecer ya que, por un lado, están afectadas por fracturas tardías que a su vez afectan a las estructuras anteriores (las cizallas) y a los granitoides y, por otro lado, parece que son posteriores a algunas de ellas.

La hipótesis más pausable es que se originaron con posterioridad a las dos primeras fases de carácter compresivo de la orogenia hercínica y a su vez son anteriores a la intrusión de los granitoides y a la última fracturación que, en algunos casos, son rejugos de fracturas anteriores (fracturas N-25°-40°E).

Como ya se indicó más arriba, posteriormente a la intrusión de los granitoides estos fueron afectados por rejugos tardíos de algunas de las fracturas anteriores, especialmente las de dirección N25°-40°E y las de dirección E-O (ya fuera del área estudiada), junto con una espesa red de diaclasas originadas durante el enfriamiento del cuerpo ígneo.

En relación con las fracturas N25°-40°E en ocasiones aparecen filones de cuarzo mineralizados (principalmente de Cu), tal como sucede en el indicio localizado al E de Navalmoralejo, encajando en las Limolitas del Pusa dentro de la aureola de metamorfismo del granito de Villar del Pedroso.

#### **2.4.1.3.2.4.- Análisis químicos.**

Se han analizado un número muy escaso de muestras debido a la rareza de niveles fosfatados con interés.

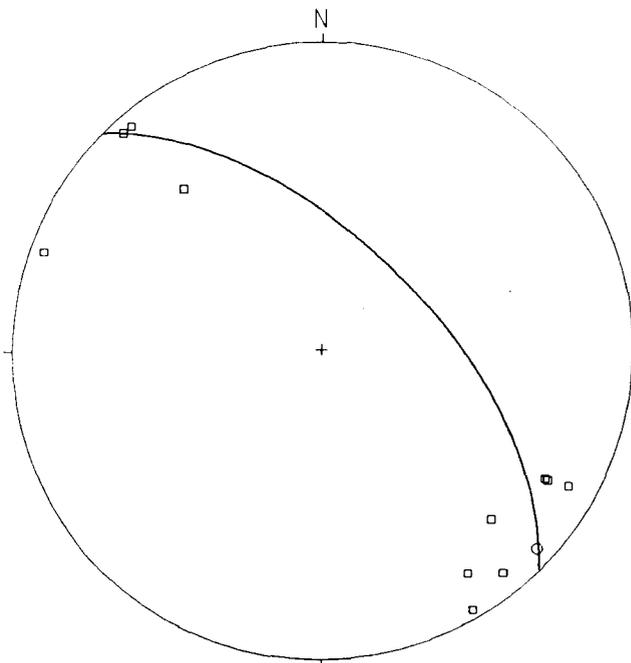
Aunque los análisis dan buenos resultados hay que tener en cuenta lo dicho en el capítulo de estratigrafía y sedimentología sobre sus reducidas dimensiones y su carácter esporádico.

<u>Número de muestra</u>	<u>Serie</u>	<u>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%)</u>
A33060	Navalmoralejo I	15,7
A33605	Ballesteros-Anguilucha	17,45
A33606	" "	20,77
A33607	" "	21,67

PRECAMBRICO-CAMBRICO NAVALMORALEJO-LA ESTRELLA

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	11
Mean Lineation Azimuth	132.8
Mean Lineation Plunge	4.8
Great Circle Azimuth	315.4
Great Circle Plunge	61.3
1st Eigenvalue	0.898
2nd Eigenvalue	0.062
3rd Eigenvalue	0.040
LN ( E1 / E2 )	2.674
LN ( E2 / E3 )	0.438
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	6.106
Spherical variance	0.6689
Rbar	0.3311

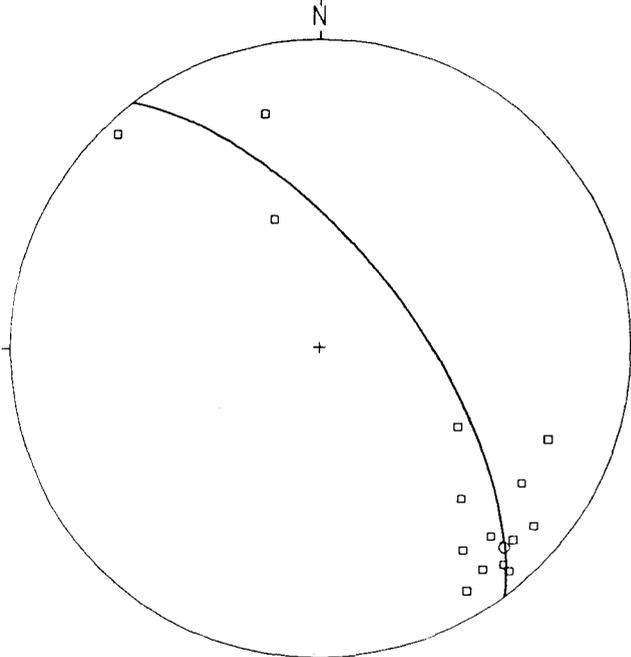
□ EJES DE PLIEGUES



PRECAMBRICO-CAMBRICO NAVALMORALEJO-LA ESTRELLA

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	15
Mean Lineation Azimuth	137.5
Mean Lineation Plunge	12.4
Great Circle Azimuth	323.3
Great Circle Plunge	65.5
1st Eigenvalue	0.843
2nd Eigenvalue	0.138
3rd Eigenvalue	0.019
LN ( E1 / E2 )	1.810
LN ( E2 / E3 )	1.993
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.908
Spherical variance	0.3351
Rbar	0.6649

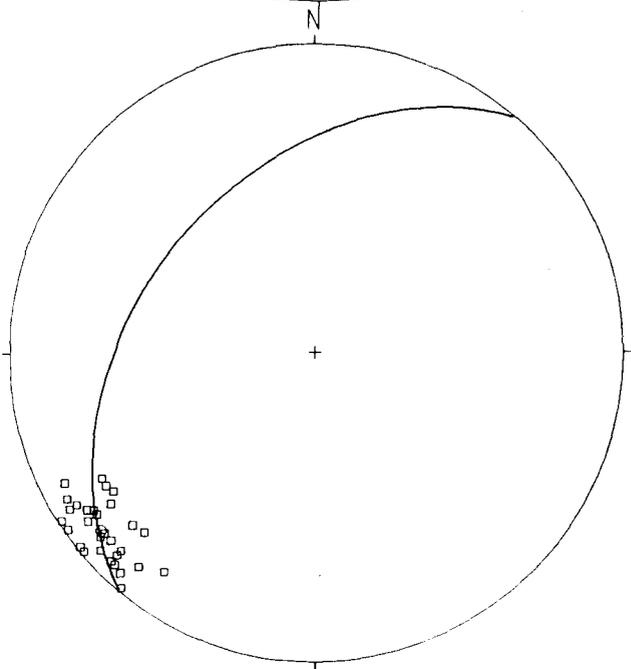
□ LINEACCIONES DE INTERSECCION

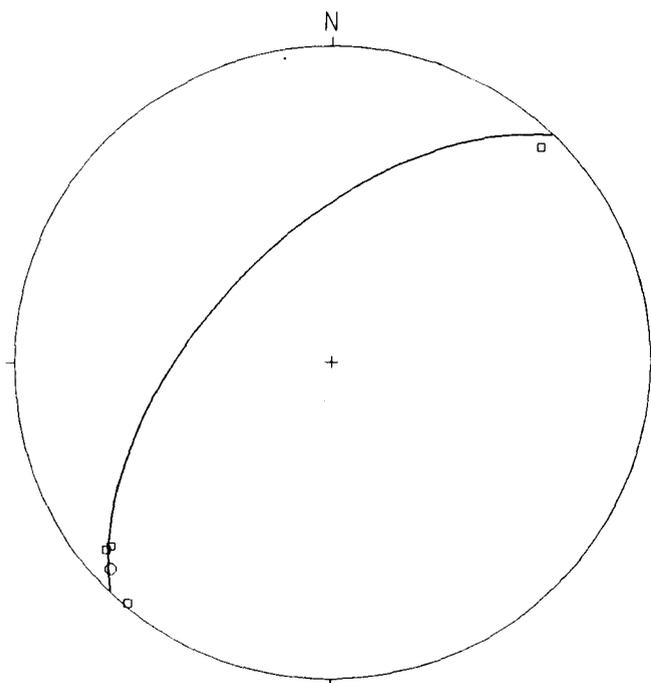


PRECAMBRICO-CAMBRICO NAVALMORALEJO-LA ESTRELLA

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	34
Mean Lineation Azimuth	230.8
Mean Lineation Plunge	9.6
Great Circle Azimuth	220.1
Great Circle Plunge	42.2
1st Eigenvalue	0.975
2nd Eigenvalue	0.014
3rd Eigenvalue	0.011
LN ( E1 / E2 )	4.246
LN ( E2 / E3 )	0.277
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	15.329
Spherical variance	0.0124
Rbar	0.9876

□ ESQUISTOSIDAD





PRECAMBRICO NAVALMORALEJO-LA ESTRELLA

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	5
Mean Lineation Azimuth	226.8
Mean Lineation Plunge	4.6
Great Circle Azimuth	223.8
Great Circle Plunge	57.9
1st Eigenvalue	0.984
2nd Eigenvalue	0.015
3rd Eigenvalue	0.001
LN ( E1 / E2 )	4.185
LN ( E2 / E3 )	2.553
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	1.639
Spherical variance	0.3980
Rbar	0.6020

□ ESQUISTOSIDAD

2.4.1. fig. 11

#### 2.4.1.4.- Zona de Torrico-Valdeverdeja.

La zona de Torrico-Valdeverdeja se encuentra situada en parte en la esquina NE de la hoja de Valdeverdeja (653) (aproximadamente el 65 % del total) y el resto en la esquina SE de la hoja de Lagartera (625) (el 35 % restante). La superficie reconocida es de unos 22-23 km<sup>2</sup>.

El interés de esta zona radicaba en la supuesta presencia de materiales del límite Precámbrico-Cámbrico (Formación Limolitas del Pusa) en continuidad con el Cámbrico inferior detrítico-carbonatado suprayacente, tal como se han identificado en la hoja del plan MAGNA n<sup>o</sup> 653 (Valdeverdeja). La asignación de estas unidades a formaciones equivalentes del límite Precámbrico-Cámbrico y del Cámbrico inferior se basó exclusivamente en similitudes litológicas y estratigráficas ya que no existen dataciones de ningún tipo. Su estudio detallado ha mostrado diferencias apreciables en las sucesiones estratigráficas con las del área tipo, principalmente por la presencia de niveles carbonatados a diferentes alturas de la serie (parte alta de la formación Limolitas del Pusa y en la parte inferior de la formación Areniscas del Azorejo), aunque a grandes rasgos pueden considerarse equivalentes.

Además hay que añadir que estos materiales aparecen en continuidad (aunque separados por una intrusión granítica tardihercínica) con los de la zona de La Estrella-Navalmoralejo, donde se ha identificado con seguridad la formación Limolitas del Pusa (que aquí incluye el Nivel de Fuentes basal) y, ya cerca del pueblo de La Estrella, una serie detrítico-carbonatada por encima y en continuidad con la anterior, dotada mediante faunas de arqueociatos como del Cámbrico inferior.

Los límites de la zona reconocida se definieron por tanto en base principalmente a la distribución de los materiales del límite Precámbrico-Cámbrico y del Cámbrico inferior tal como aparecen en los cartografías geológicas previas (MAGNA de Valdeverdeja, 653) y, excepto por el S, son de carácter mecánico (fallas o contactos intrusivos). (Plano 6).

En esta última dirección se extendió el reconocimiento a los materiales situados al S de la carretera de Valdeverdeja a Caleruela, al NO del primero, donde se describía la presencia de parte de la formación Limolitas del Pusa, aunque este hecho se descartó una vez identificados en el campo como equivalente a la formación Limolitas del Cubilar.

Por el O el límite de la zona es una gran fractura con varios rejuegos (hercínicos y alpinos) de dirección NNE y de tipo directo (al menos en su último rejuego) que hunde el labio occidental, poniendo en contacto los materiales prehercínicos con los terciarios de la cuenca del Tajo.

Por el N y E el límite lo constituyen granitoides tardihercínicos (Macizo de Valdeverdeja al menos por su parte SE) en parte fosilizados por sedimentos Terciarios y Cuaternarios que la erosión posterior de la red fluvial ha ido desmontando. Hay que señalar aquí que el granitoide de Valdeverdeja en esta zona podría fosilizar o haber intruido en parte a favor de fracturas de dirección NNE a NE, que a su vez afectan por

rejuegos posteriores a dicho granitoide, tal como se puede apreciar en la cartografía del MAGNA de la hoja de Valdeverdeja (653), condicionando además la dirección del cauce del río Tajo en este sector. La presencia de un accidente de este tipo podría justificar las diferencias a uno y otro lado del granitoide, manteniéndose sin embargo las directrices estructurales hercínicas la dirección NO-SE.

Hay que señalar, por último, que toda la zona está afectada por el metamorfismo de contacto de los granitoides (aflorantes y subaflorantes) y que llega a ser de grado medio en la parte septentrional (al N de Torrico), disminuyendo hacia el núcleo de la estructura sinclinal de la parte central. En la mayor parte el metamorfismo de contacto es de grado bajo y está producido por el Macizo de Valdeverdeja, emplazado en condiciones más superficiales que el anterior.

#### **2.4.1.4.1.- Estratigrafía.**

Los materiales reconocidos se pueden agrupar en dos conjuntos separados por una fractura de dirección NO-SE (falla de Valdeverdeja) que pasa inmediatamente al N de la carretera de Valdeverdeja a Caleruela y que hunde el labio NE.

Ambos conjuntos son equivalente, por un lado a la formación Limolitas del Cubilar, y por el otro se incluyen, unas en parte (parte alta de la formación Limolitas del Pusa y parte baja de la formación Calizas de los Navalucillos) y la otra completa (formación Areniscas del Azorejo), a varias de las formaciones del Precámbrico superior tránsito Precámbrico-Cámbrico y del Cámbrico inferior datado de áreas próximas de la zona Centroibérica meridional.

El contacto entre ambos conjuntos es discordante (discordancia angular) aunque en esta zona aparece traspuesto por una gran fractura subparalela a las estructuras.

Los materiales del primer grupo o conjunto afloran al SO de la falla citada más arriba (falla de Valdeverdeja) y sus afloramientos se extienden en esa dirección ampliamente constituyendo el núcleo del anticlinal de Valdelacasa en esta zona. Solo se revisaron de forma parcial con el fin de comprobar su pertenencia a alguna de las unidades estratigráficas del Precámbrico conocidas ya que en la cartografía geológica MAGNA publicada se representa una banda de materiales de la Formación Limolitas del Pusa al SO de la falla de Valdeverdeja y subparalela a ella.

Tras la revisión se ha comprobado su equivalencia a los materiales atribuidos mas al S a la formación Limolitas del Cubilar debido a las similitudes estratigráficas y litológicas (tal como se pueden observar, por ejemplo a lo largo de la carretera de Puente del Arzobispo a Villar del Pedroso, inmediatamente por debajo del equivalente del Nivel de Fuentes, que en este corte está bastante tectonizado). Constituyen un conjunto eminentemente pelítico, formado por pelitas grises y verdosas con intercalaciones mms-cms arenosas, generalmente finamente laminadas, dando lugar a una alternancia donde predominan claramente las primeras (pelitas bandeadas). Esporádicamente aparecen capas arenosas de mayor tamaño de grano, colores oscuros,

morfología lenticular y espesores centimétricos, con la base de carácter erosivo, excavado sobre las facies pelíticas bandeadas (capas de tormenta?). Otros niveles característicos son las pelitas grises y negras y los lentejones arenoso-conglomeráticos que aparecen asociados en esta zona, situándose los segundos intercalados en la parte baja de un paquete decamétrico de las primeras.

Las pelitas grises y negras tienen el aspecto típico de las facies euxínicas reductoras con un elevado contenido en materia orgánica y/o sulfuros diseminados y aparecen, junto con los conglomerados, bien representados en el corte citado más arriba de la carretera del Puente del Arzobispo a Villar del Pedroso. Pueden presentar un fino bandeo arenoso (limo o arena fina) e intercalaciones arenosas más gruesas tal como sucede en las facies de pelitas verdosas y se caracterizan, además de por su color y por su facies, por la presencia de indicios de fosfato constituidos por cantos o nódulos de pelitas fossilizadas dispersos en la matriz o por delgadas fosfatizaciones de las láminas pelíticas de espesores mms. y de escasa continuidad lateral.

Los lentejones arenoso-conglomeráticos son bastante escasos en toda la zona y el nivel cartografiado en esta parte de la hoja geológica de Valdeverdejo del MAGNA constituye una excepción, aunque más al S, en los alrededores de Villar del Pedroso (al N del pueblo) son más frecuentes. El nivel está formado por cuerpos lenticulares de granulometría gruesa a conglomerática de carácter cuarcítico con una matriz arenosa generalmente abundante y cantos blandos pelíticos. Aunque en esta zona están asociados al nivel de pelitas grises y negras esto no tiene porque suceder en todos los casos.

El segundo grupo de materiales incluye diversas litologías que se han agrupado en 3 conjuntos, haciéndolos equivalentes a tres de las formaciones del Precámbrico-Cámbrico definidas formalmente con anterioridad. Dos de ellas (a muro y a techo) están parcialmente representadas: Limolitas del Pusa y Calizas de los Navalucillos, y solo la intermedia aparece completa: Areniscas del Azorejo. Los principales problemas a la hora de establecer esta equivalencia fueron el metamorfismo de contacto, generalizado en toda la zona y que en la parte septentrional llega a ser de grado medio, y la falta de dataciones (únicamente se encontraron restos de posibles arqueociatos en los niveles carbonatados de la base de la unidad superior).

Otro problema de diferente índole se planteó cuando los trabajos de campo pusieron de manifiesto algunas diferencias sustanciales con las series definidas en otras áreas de la parte meridional de la zona Centroibérica.

La principal es la presencia de varios niveles carbonatados muy por debajo estratigráficamente de la base de lo que se ha considerado como equivalente a la formación Calizas de los Navalucillos. Estos niveles se sitúan principalmente en dos posiciones: en la parte alta del equivalente a la formación Limolitas del Pusa y en la parte baja de la formación Areniscas del Azorejo.

Por un lado aparecen en la parte alta de una serie muy pelítica, muy metamorfizada que, en la parte septentrional de la zona investigada constituye la unidad estratigráficamente más baja reconocida. Está intruida por el N en su base, por un granitoide cuyo contacto es además subparalelo a las directrices estructurales principales

(NO-SE). El fuerte metamorfismo de contacto ha producido la transformación casi total de las pelitas, que aparecen con un fuerte mosqueado, aunque se reconocen laminaciones sedimentarias debidas a delgadas intercalaciones arenosas y algunas capas arenosas de espesores cms-dcms. normalmente agrupadas en paquetes métricos a decamétricos.

Los niveles carbonatados que aparecen en la parte alta de esta serie aparecen también fuertemente modificados y según el grado de metamorfismo y el tipo de impurezas y la composición de la roca original se han transformado en mármoles más o menos puros y en "skarns" con abundantes minerales calco-silicatados e indicios de sulfuros y scheelita (esta última aparece diseminada o rellenando fisurillas en algunos niveles dentro del paquete carbonatado metamorfizado ("skarnizado"). El nivel más continuo localizado se encuentra en la parte alta de la unidad pelítica asociado localmente a un tramo más arenoso situado éste por encima, y su continuidad lateral es al menos de 1,5 kms. aunque las potencias son pequeñas y parece haber fuertes variaciones laterales; sin superar nunca unos pocos metros.

El hallazgo de fragmentos de "skarns" y mármoles con mayor o menor contenido en impurezas por debajo estratigráficamente del nivel anterior indica la presencia casi segura de más niveles similares dentro de la misma unidad.

Esta unidad pelítica, a pesar de su elevado metamorfismo y de la presencia de los niveles carbonatados y "skarns", se ha hecho equivalente a la parte más alta de la formación Limolitas del Pusa por su litología y por su posición estratigráfica. El espesor de serie conservado en esta zona oscila entre 1000 y 1500 m. aproximadamente según sea la distancia de su techo al contacto con la intrusión granítica. Todo lo dicho hasta aquí es válido para el flanco N del sinclinal de Torrico donde se conserva la mayor potencia de serie.

Su presencia en el flanco S es dudosa debido a la falta de afloramientos aunque se ha representado en la cartografía MAGNA una delgada banda que lateralmente desaparece contra la falla de Valdeverdeja.

El segundo conjunto de carbonatos normalmente presentan un grado de transformación metamórfica menor (por su posición más cerca del núcleo de la estructura sinclinal probablemente) y aparecen intercalados en la parte baja de la siguiente unidad. Está constituida básicamente por una alternancia de niveles pelíticos y arenoso-cuarcíticos con un espesor de aproximadamente 600 mts.

Esta unidad se ha hecho equivalente a la formación Areniscas del Azorejo por su posición estratigráfica y por su litología, aunque aquí también la presencia de niveles carbonatados constituye una excepción a nivel regional y además en general la serie es de carácter menos cuarcítico que en otras zonas mejor conocidas.

Los niveles carbonatados son calizas y dolomias más o menos impuras que están formados por cuerpos más o menos lenticulares que se acuñan y desaparecen lateralmente. En algunas localidades pueden alcanzar potencias de varias decenas de metros (entre Valdeverdeja y Torrico, justo al O de la carretera que une a ambas

localidades) acuñándose lateralmente con rapidez para ser sustituidas lateralmente por sedimentos terrigenos. En otras zonas (en el extremo opuesto de los afloramientos anteriores) alternan paquetes métricos carbonatados con una continuidad lateral de hasta varios cientos de metros con sedimentos terrigenos pelíticos y arenosos. En la mayor parte de la zona se han identificado niveles carbonatados en esta posición y el paso de la formación Limolitas del Pusa a las Areniscas del Azorejo es gradual y de carácter exclusivamente terrigeno. Diversos factores tales como el metamorfismo y mala calidad de los afloramientos, así como la planificación de los trabajos, ha impedido hacer mayores precisiones que requerirían estudios estratigráficos y sedimentológicos más detallados.

En los trabajos de campo realizados para este mismo proyecto en toda la parte septentrional de la Reserva Hespérica 1 (a lo largo del borde S de la fosa del Tajo, entre el rio Gébaló y la zona de Valdeverdeja-Torríco) se ha puesto de manifiesto la presencia de niveles carbonatados en posiciones estratigráficas semejantes y con niveles de faunas bien conservadas (arqueociatos) que permitirían su datación (zona de arroyo Tamujoso-arroyo de Los Sauces, Calizas de La Estrella -cuya posición estratigráfica, a la luz de los datos de que disponemos, parece discrepar de lo que se la atribuye en la hoja MAGNA 654 (El Puente del Arzobispo) donde se hace equivalente a la formación calizas de los Navalucillos; esto mismo sucede dentro de la misma hoja para las calizas que se cortan en la carretera de Aldeanueva de Barbarroya a Belvis de la Jara, aunque aquí las condiciones del afloramiento son peores).

Culminando la sucesión aflora un conjunto pelítico-carbonatado cuyas características litológicas y su posición estratigráfica lo hacen equivalente a la parte inferior de la formación Calizas de los Navalucillos. No se han localizado restos fósiles que permitan su datación excepto posibles arqueociatos mal conservados debido a la dolomitización y el metamorfismo. La potencia de serie conservada es como máximo de unas pocas decenas de metros.

En resumen se puede sintetizar la serie Precámbrico-Cámbrico del área de Valdeverdeja-Torríco como constituida por 3 unidades. La primera sería equivalente a la parte alta de la formación Limolitas del Pusa e incluye, al menos en su parte más alta, algunos niveles carbonatados metamorfizados (marmorizados) y "Skarns". La segunda es equivalente a la formación Areniscas del Azorejo y también incluye en su parte baja niveles de carbonatos, más potentes y con una mayor continuidad lateral que los anteriores. Por último la tercera sería equivalente a la parte baja de la formación Calizas de los Navalucillos. La presencia de niveles carbonatados y el carácter menos arenoso de la formación Areniscas del Azorejo parece indicar un medio más protegido dentro del ambiente sedimentario costero (plataforma somera submareal) que caracteriza la sedimentación del Cámbrico inferior en la zona Centroibérica.

#### 2.4.1.4.2.- Tectónica.

El área estudiada se encuentra situada en el borde N de la parte meridional de la Zona Centroibérica, en la terminación noroccidental del flanco nororiental del anticlinorio de Valdelacasa, estructura originada durante la primera fase de la deformación hercínica.

Esta zona se caracteriza por situarse en el borde S de los Terciarios de la fosa del Tajo, por la presencia de numerosas intrusiones graníticas sin y tardicinemáticas (la mayoría) flanqueando el borde S de dicha fosa (desde los alrededores del S de Toledo hasta los del S de Naval Moral de la Mata) y por estar afectada por la fracturación tardialpina asociada a las últimas fases distensivas de la orogénia alpina que controlan la distribución de los depósitos Terciarios en esta zona y que probablemente rejuegan antiguos accidentes hercínicos.

Todos estos factores han influido en gran medida en la estructura que se puede observar hoy día en la cartografía geológica y aparecen sobreimpuestos principalmente a los efectos producidos por la orogénia hercínica.

Excepto para los materiales de edad Precámbrico Superior situados al S de la falla de Valdeverdeja (afectados por deformaciones o fases orogénicas intraprecámbricas, no apreciables en esta zona), al N la estructura definida por los materiales del Precámbrico superior-Cámbrico inferior es la de un sinclinal hercínico (Sinclinal de Torrico, o Sinclinal del Cerro de Choza según la hoja geológica nº 653 del MAGNA) con un flanco SO afectado por una gran falla directa y un flanco NE, con mucha más potencia de serie conservada y que está cortado en esa misma dirección por un granitoide tardicinemático, semicubierto de depósitos Terciarios subhorizontales. Este gran sinclinal, que define la estructura principal de la zona tiene una dirección NO-SE, hercínica, con un eje subhorizontal (aunque con una cierta tendencia a buzarse al NO) y el plano axial subvertical. La esquistosidad hercínica asociada es de plano axial, originada durante la primera fase hercínica, y con buzamientos variables, tanto al NE como al SO, sin mostrar una vergencia definida. Los elementos estructurales de los pliegues de la primera fase solo aparecen modificados por la fracturación tardihercínica y alpina y por las intrusiones graníticas a las que parece asociarse una crenulación subhorizontal que en ocasiones llega a desarrollar esquistosidad de crenulación y que se ha medido localmente afectando sobre todo a los niveles más pelíticos en los que la estratificación ( $S_0$ ) y la esquistosidad ( $S_1$ ) de la primera fase hercínica están más verticalizados. (2.4.1. Fig. 18).

La gran estructura sinclinal (sinclinal de Torrico) presenta escasos pliegues menores en los flancos, que solo se desarrollan claramente en la zona de charnela. Son abiertos a muy abiertos y con los ejes buzando tanto al NO como al SE debido al rejuego de fracturas tardihercínicas y alpinas; aunque, al igual que sucede a escala de toda la estructura, hay una tendencia al predominio de los buzamientos al NO, que es donde aparecen los niveles más altos de la serie. (2.4.1. Fig. 19).

Las terminaciones NO y SE del sinclinal de Torrico acaban bruscamente. Al NO contra una gran falla tardihercínica con rejuego alpino que pone en contacto el Cámbrico con

el Terciario y por el SE con el contacto intrusivo del Macizo de Valdeverdeja, continuación hacia el S de los granitoides que afloran al N y NE.

La fracturación tardihercínica controla la distribución de los afloramientos de las diferentes unidades de materiales cámbricos debido a que los ejes de los pliegues originales estaban subhorizontales. Produce desplazamientos y pequeños giros y cambios de inclinación en los ejes de los pliegues que dan lugar a la aparición de estructuras de interferencia de plegamiento de tipo 1 de Ramsay (domos y cubetas) sin necesidad de que hubiera habido diferentes fases orogénicas más o menos ortogonales entre sí. Esto se puede apreciar a todo lo largo del sinclinal principal donde al efecto producido por las fallas se unen los buzamientos bajos de los flancos, propios de una zona de charnela poco apretada. Los buzamientos altos que se observan en los bordes SO (sobre todo) y NE de la estructura son el producto, respectivamente, del juego de la falla de Valdeverdeja, que hunde el labio o bloque NE, y de la intrusión del granitoide que limita el anteordovícico por el NE.

Las fracturas tardihercínicas aparecen ampliamente extendidas y forman varios grupos o "sets" que se acomodan a la posición de los esfuerzos durante las diferentes fases de la orogenia hercínica.

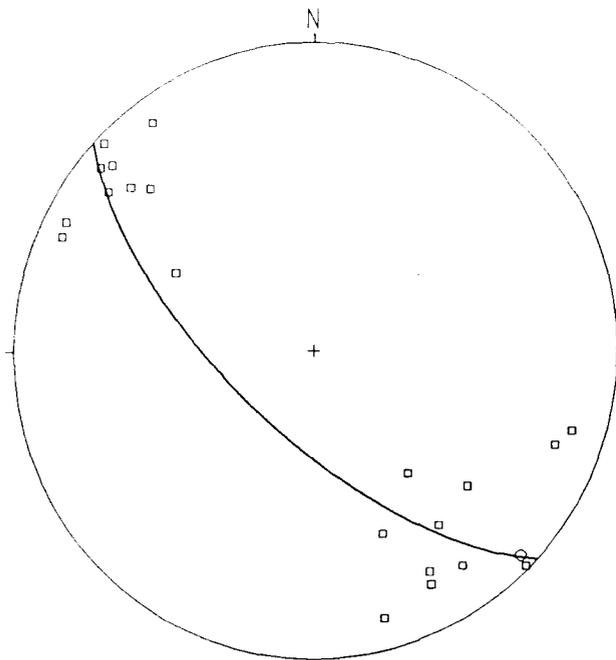
Las más importantes por su desarrollo lateral y los desplazamientos aparentes que producen son los de dirección (N130°-140°) que suelen estar asociados a filones de cuarzo y diques de rocas graníticas. Una de ellas es la denominada falla de Valdeverdeja de tipo directo, hundiéndose el labio NE, que pone en contacto los materiales pelíticos de las Limolitas del Cubilar con la parte baja de la formación Areniscas del Azorejo o con la parte más alta de la formación Limolitas del Pusa. Se le supone un salto mínimo de algunos niveles de metros (200°-300° m.) en función de las potencias de las series involucradas. Fracturas de direcciones similares, pero de mucha menor entidad, afectan al núcleo del sinclinal. En el flanco N, a nivel de las Limolitas del Pusa, una fractura con esta dirección desarrollo durante varios kms. una estrecha zona de cizallas con filones y filoncillos de cuarzo plegados y pliegues que afectan a  $S_0$  y  $S_1$  de eje y plano axial subhorizontal, indicando una deformación progresiva dentro del campo frágil-dúctil.

Otro importante conjunto de fracturas tardihercínicas son las de dirección ENE-OSO y cuyos desplazamientos condicionan la estructura en domos y cubetas que se observa en la cartografía y que afecta principalmente a los niveles más altos conservados de la serie en el núcleo del sinclinal y donde los buzamientos son más bajos. Estas fracturas también producen el desplazamiento relativo del eje principal del sinclinal de Torrico en sentido dextro.

Otros grupos de fracturas son las E-O a ESE-ONO, en las que a veces se observan desplazamientos aparentes dextrales; las NE-SO y las NNE-SSO, subparalelas a la gran falla occidental, que pone en contacto esta zona con el Terciario.

De forma generalizada, aunque afectando principalmente a los materiales pelíticos tanto del Precámbrico como del Cámbrico, se ha observado una esquistosidad que crenula a  $S_0$  y  $S_1$  ( $S_q$ ).

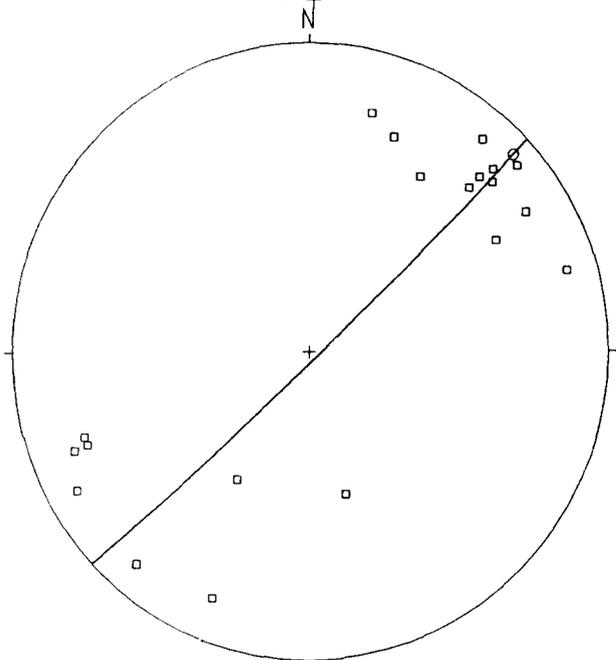
Su dirección es variable, aunque predominan los buzamientos al O y SO con valores normalmente menores de 20° y debe estar relacionada con la intrusión de los granitoides tardicinemáticos.



GEOLOGIA ZONA TORRICO-VALDEVERDEJA

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	21
Mean Lineation Azimuth	134.3
Mean Lineation Plunge	4.1
Great Circle Azimuth	132.7
Great Circle Plunge	68.0
1st Eigenvalue	0.813
2nd Eigenvalue	0.141
3rd Eigenvalue	0.046
LN ( E1 / E2 )	1.750
LN ( E2 / E3 )	1.117
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	1.567
Spherical variance	0.6882
Rbar	0.3118

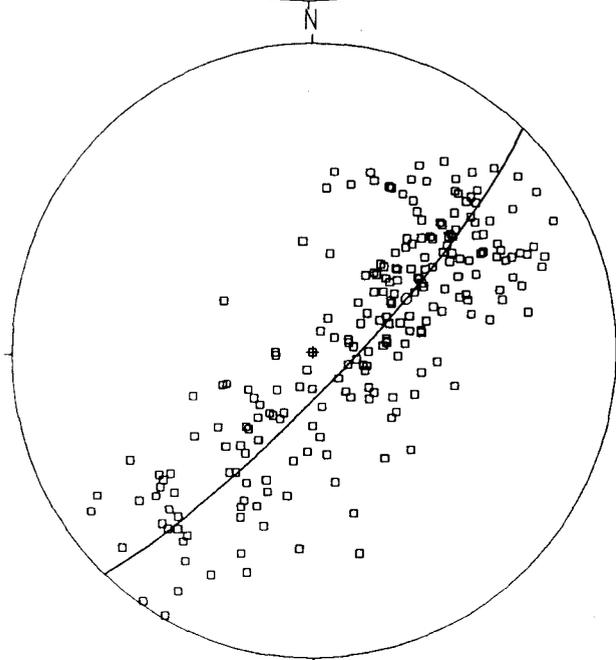
□ Lineaciones de intersección



GEOLOGIA ZONA TORRICO-VALDAVERDEJA

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	21
Mean Lineation Azimuth	46.9
Mean Lineation Plunge	6.4
Great Circle Azimuth	46.6
Great Circle Plunge	87.6
1st Eigenvalue	0.784
2nd Eigenvalue	0.136
3rd Eigenvalue	0.080
LN ( E1 / E2 )	1.752
LN ( E2 / E3 )	0.528
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	3.319
Spherical variance	0.5736
Rbar	0.4264

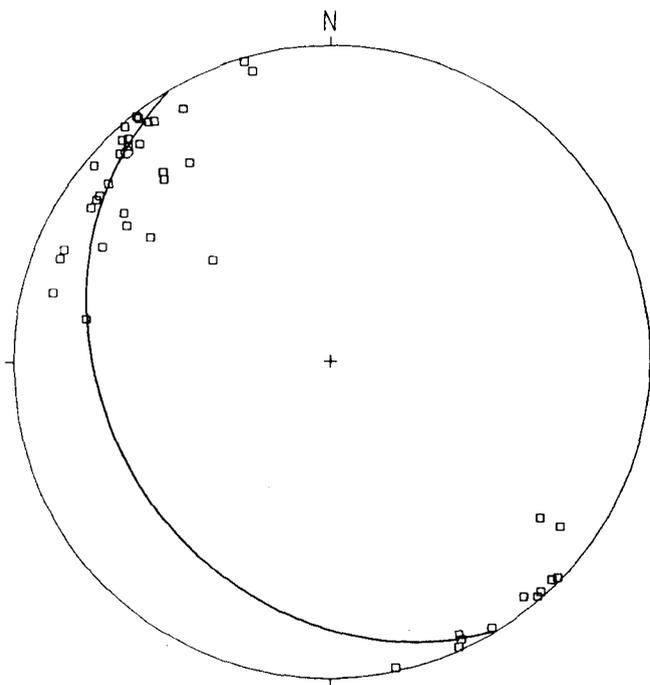
□ Esquistosidad



GEOLOGIA ZONA TORRICO-VALDEVERDEJA

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	237
Mean Lineation Azimuth	60.8
Mean Lineation Plunge	60.8
Great Circle Azimuth	43.9
Great Circle Plunge	80.8
1st Eigenvalue	0.646
2nd Eigenvalue	0.312
3rd Eigenvalue	0.042
LN ( E1 / E2 )	0.727
LN ( E2 / E3 )	2.005
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.363
Spherical variance	0.2481
Rbar	0.7519

□ Estratificación



GEOLOGIA ZONA TORRICO-VALDEVERDEJA

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	42
Mean Lineation Azimuth	316.1
Mean Lineation Plunge	7.2
Great Circle Azimuth	149.1
Great Circle Plunge	29.4
1st Eigenvalue	0.901
2nd Eigenvalue	0.070
3rd Eigenvalue	0.030
LN ( E1 / E2 )	2.559
LN ( E2 / E3 )	0.858
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	2.983
Spherical variance	0.5743
Rbar	0.4257

□ Ejes de pliegues

2.4.1. Fig. 19

#### **2.4.1.5.- Zona de arroyo Tamujoso-arroyo de los Sauces.**

Está situada en la parte centro-oriental de la hoja n° 654 (El Puente del Arzobispo) al S de Belvís de la Jara y al N de la carretera de La Nava de Ricomalillo a Navahermosa. La superficie reconocida es de unos 20 km<sup>2</sup>. (plano 4).

Los límites de la zona están bien definidos ya que constituyen accidentes tectónicos importantes o bien los definen los bordes de las formaciones discordantes más recientes (Terciarios y Cuaternarios) y a su vez se puede subdividir en dos subzonas, en las que están representados materiales diferentes, separados por una importante fractura. Por el N y NO el límite lo constituye una importante fractura de dirección SO-NE, cuyos últimos movimientos son de edad tardialpina, de gran continuidad lateral y salto vertical importante, con el bloque o labio NO hundido. Pone en contacto los materiales del Precámbrico superior-Cámbrico inferior, con el Terciario (Neogeno) del borde de la cuenca del Tajo. Por el NE y E el límite está marcado por el borde de "raña", que a su vez también fosiliza la fractura descrita anteriormente. Por el sur el límite está constituido por los relieves de las cuarcitas y conglomerados del Ordovícico inferior (Sierra Jaeña, Cerro Buitrera, Cerro del Aljibe) que normalmente están separados de los materiales cámbricos por una serie de importantes fracturas de direcciones E-O, con frecuentes inflexiones en su trazado y movimientos verticales relativos entre bloques importantes.

Como ya se dijo más arriba dentro de esta zona se pueden distinguir dos subzonas separadas por una gran fractura o zona de fractura de dirección E-O. Esta fractura parece de tipo directo y el movimiento aparente es el de bloque S hundido y bloque N levantado con salto importante de varios cientos de metros en esta zona que parece atenuarse hacia el E. (Corte del río Gévalo).

Al N de la fractura afloran materiales principalmente pelíticos con algunos niveles conglomeráticos y arenosos en la parte baja, que son equivalentes o se pueden hacer equivalentes a los pertenecientes a la formación Limolitas del Pusa en base a sus características estratigráficas y sedimentológicas. La presencia de los niveles conglomeráticos y arenosos que incluyen también niveles desorganizados, y algunos tramos de pelitas negras finamente laminados, en ocasiones con nódulos de pelitas negras fosfatizadas, facilita la correlación con la serie tipo del anticlinal de Valdelacasa. Este tramo correspondería a parte de la subunidad 5 y es equivalente al tramo arenoso conglomerático que en el anticlinal de Valdelacasa define gran parte de la estructura a nivel de la formación Limolitas del Pusa.

Por encima aparecen principalmente pelitas verdosas bandeadas y algún tramo con niveles arenosos más gruesos que serían equivalente a la parte inferior de la subunidad 6. Todos estos materiales se correlacionan con los que aparecen en el corte del Gévalo aunque en este último aparecen además niveles estratigráficamente más altos. El metamorfismo de contacto ocupa mayor extensión, también en esta última zona mientras que en la zona de arroyo de los Sauces-arroyo Tamujoso solo se manifiesta en la parte septentrional disminuyendo gradualmente hacia el S. Estaría producido también por el granitoide de Alcaudete de la Jara o por algún ápice subaflorante conectado con él.

Estructuralmente la serie en esta zona tiene una dirección bastante uniforme E-O a ESE-ONO, buzando al Sur y techo en el mismo sentido. Los escasos pliegues observados y/o deducidos que los afectan son de dos tipos:

- Pliegues de dirección E-O a ESE-ONO con esquistosidad de plano axial originados durante la 1ª fase de la orogenia hercínica. Tienen eje subhorizontales con buzamientos muy bajos tanto al E como al O. Los pliegues ((igual que sucede con las lineaciones ( $L_1$ ))) son subverticales sin vergencia definida (tanto la esquistosidad de 1ª fase ( $S_1$ ) como los planos axiales buzan tanto al N como al S. siempre con valores altos). (2.4.1. Fig. 16).
- Pliegues con direcciones similares pero con los planos axiales subhorizontales o buzando poco al S. equivalente a los que aparecen en el río Gévalo. Son posteriores a los anteriores ya que están asociados a una esquistosidad de crenulación ( $S_q$ ) que afecta más o menos intensamente, llegando a borrar a  $S_1$  (casi nunca se llegan a ver juntos  $S_1$  y  $S_q$ ). La escala de estos pliegues normalmente es inferior a decamétrica y no están uniformemente repartidos apareciendo únicamente próximos o dentro de la zona afectada por el metamorfismo de contacto y afectando a los materiales de granulometrías más finas.

La esquistosidad  $S_q$  aparece en ocasiones asociada a los pliegues descritos anteriormente y otras veces no se asocia a pliegues borrando además la esquistosidad de 1ª fase hercínica. La lineación de intersección ( $L_q$ ) de la estratificación ( $S_0$ ) y de  $S_q$  da direcciones comparables a las de  $L_1$  con buzamientos también muy bajos. (Esto hace difícil distinguirlas en el campo aunque se han observado cantos de cuarzo de conglomerados fuertemente deformados con un eje C mucho más desarrollado que los otros dos que define un lineamiento de estiramiento correspondiente a  $L_q$ ).

Al S de la falla E-O en el bloque hundido, afloran materiales detríticos y, en menor medida, carbonatados del Cámbrico inferior. En la hoja nº 654 (El Puente del Arzobispo) se hacen equivalentes respectivamente a las formaciones Areniscas del Azorejo y Calizas de los Navalucillos. La atribución de todos los niveles carbonatados a esta última formación se ha hecho en base a similitudes litológicas y sedimentológicas ya que su posición en la serie no está muy clara debido a la intensa fracturación tardihercínica y alpina. El hallazgo de faunas de Arqueociatos (actualmente en estudio) en algunos de los lentejones carbonatados puede permitir definir su posición estratigráfica real y resolver el problema de su equivalencia con la formación Calizas de los Navalucillos, aunque para ello también harían falta estudios sedimentológicos detallados.

Desde un punto de vista estructural la estratificación dibuja la terminación periclinal de un gran pliegue sinclinal de 1ª fase hercínica con el eje buzando hacia el NO entre  $10^\circ$  y  $20^\circ$  y esquistosidad de plano axial (ver diagrama). Los datos de los pliegues menores no son muy abundantes aunque tanto éstos como los lineamientos ( $L_1$ ) muestran las mismas directrices.

PRECAMBRICO-CAMBRICO ARROYO TAMUJOSO-ARROYO DE LOS SAUCES

Projection	Wulff
Number of Sample Points	28
Great Circle Azimuth	273.6
Great Circle Plunge	13.0
1st Eigenvalue	0.812
2nd Eigenvalue	0.168
3rd Eigenvalue	0.020
LN ( E1 / E2 )	1.577
LN ( E2 / E3 )	2.104
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.750
Spherical variance	0.7229
Rbar	0.2771

□ EJES DE PLIEGUES

PRECAMBRICO-CAMBRICO ARROYO TAMUJOSO-ARROYO DE LOS SAUCES

Projection	Wulff
Number of Sample Points	22
Great Circle Azimuth	127.4
Great Circle Plunge	39.6
1st Eigenvalue	0.837
2nd Eigenvalue	0.123
3rd Eigenvalue	0.039
LN ( E1 / E2 )	1.916
LN ( E2 / E3 )	1.147
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	1.671
Spherical variance	0.6673
Rbar	0.3327

□ LINEACIONES DE INTERSECCION

PRECAMBRICO-CAMBRICO ARROYO TAMUJOSO-ARROYO DE LOS SAUCES

Projection	Wulff
Number of Sample Points	29
Great Circle Azimuth	21.9
Great Circle Plunge	59.8
1st Eigenvalue	0.769
2nd Eigenvalue	0.203
3rd Eigenvalue	0.028
LN ( E1 / E2 )	1.330
LN ( E2 / E3 )	1.990
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.668
Spherical variance	0.5206
Rbar	0.4794

□ ESQUISTOSIDAD

2.4.1. Fig. 16

Las variaciones que para estos últimos datos (Ejes y  $L_1$ ) se observan en el diagrama se deben tanto a su escasez como al efecto producido por las grandes fracturas tardihercínicas y alpinas. El pliegue principal es en general subvertical con vergencias variables tanto al SO como al NE de los pliegues menores, aunque los datos de la esquistosidad de 1ª fase buzan en general al SO, indicando vergencia del pliegue en sentido opuesto.

Todo esta zona meridional no está afectada en absoluto por metamorfismo de contacto y únicamente se observa el metamorfismo regional hercínico de grado bajo a muy bajo, común a toda la región.

#### **2.4.1.6.- Zona Berrocalejo-El Gordo.**

Se ha reconocido una pequeña zona situada entre los pueblos de Berrocalejo (hoja de Valdeverdeja, 653) y El Gordo (hoja de Lagartera, 625) en los alrededores del curso inferior y de las desembocaduras de los arroyos Naciados y Parilla en el embalse de Valdecañas. Está atravesada por la carretera de Berrocalejo a El Gordo y en su mayor parte se sitúa dentro de la hoja 625 (Lagartera) aunque también se ha reconocido parte de la hoja situada al S (Valdeverdeja, 653).

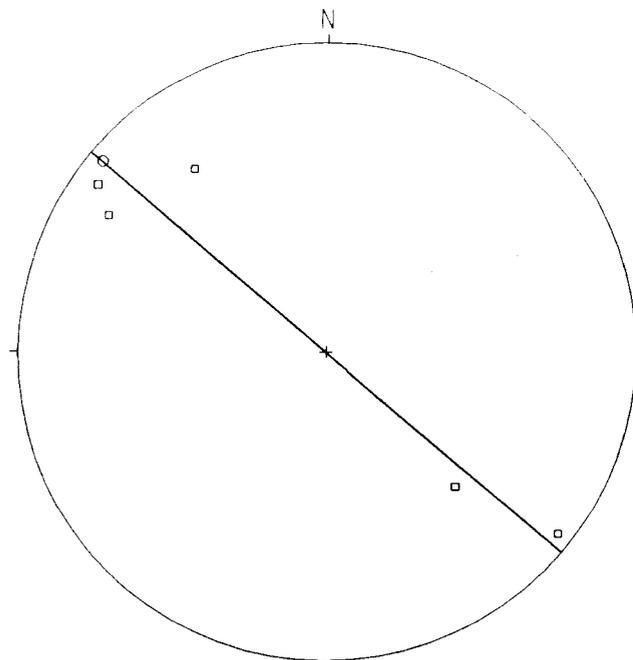
Los límites de esta zona están marcados en su mayor parte por los depósitos Terciarios y Cuaternarios del borde S de la fosa del Tajo (por N, E y O). Por el S llega a estar en contacto intrusivo con el granitoide del Macizo de Berrocalejo cuya aureola de metamorfismo afecta a todo el área reconocida. El límite occidental con el Terciario está marcado por una gran fractura NNE-SSO, en origen hercínica pero con rejuego alpino, que hunde el labio o bloque occidental.

Los afloramientos son muy escasos y se limitan a las orillas de los arroyos y del embalse y en los taludes de las carreteras; además toda la zona aparece afectada por metamorfismo de contacto (en general de grado bajo a muy bajo) que enmascara en parte las características sedimentarias originales de los materiales.

El interés de esta zona se debía a la presencia de litologías muy pelíticas con facies sedimentarias que recordaban a las de la formación Limolitas del Pusa.

Los materiales sedimentarios más extensamente representados son principalmente pelitas laminadas de colores verdosos o gris-negros o alternancias milimétricas-centimétricas de pelitas y areniscas con estructuras de corriente (laminación paralela y cruzada "ripples" de corriente con o sin retoques de oleaje).

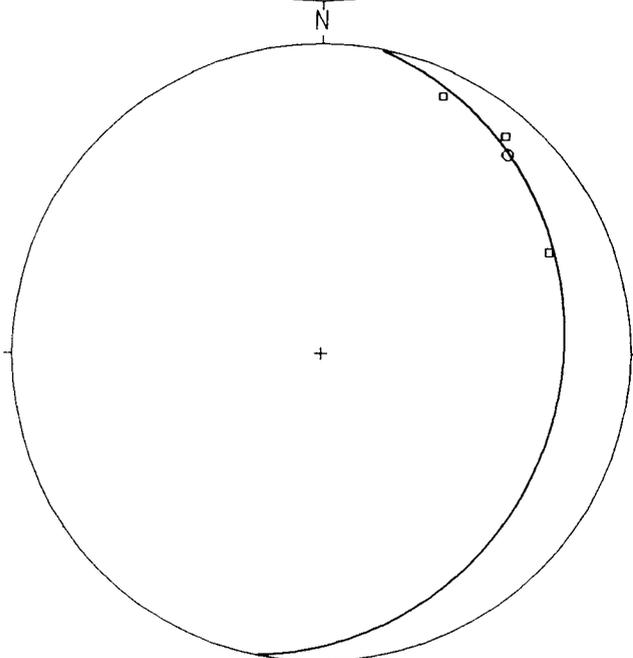
Esporádicamente aparecen algunos paquetes más arenosos de varios metros de potencia con capas cms.-dcms. de areniscas de grano grueso algo granoclasificadas y con laminaciones sedimentarias alternando con pelitas bandeadas y alternancias centimétricas. También se ha identificado un nivel de varios metros en el que alternan niveles arenosos de grano grueso y niveles desorganizados (matriz arenosa de grano grueso y abundantes cantos blandos pelíticos) ambos en capas decimétricas.



PRECAMBRICO-CAMBRICO BERROCALEJO-EL GORDO

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	5
Mean Lineation Azimuth	310.2
Mean Lineation Plunge	4.1
Great Circle Azimuth	130.3
Great Circle Plunge	89.9
1st Eigenvalue	0.846
2nd Eigenvalue	0.139
3rd Eigenvalue	0.015
LN ( E1 / E2 )	1.809
LN ( E2 / E3 )	2.202
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.821
Spherical variance	0.6222
Rbar	0.3778

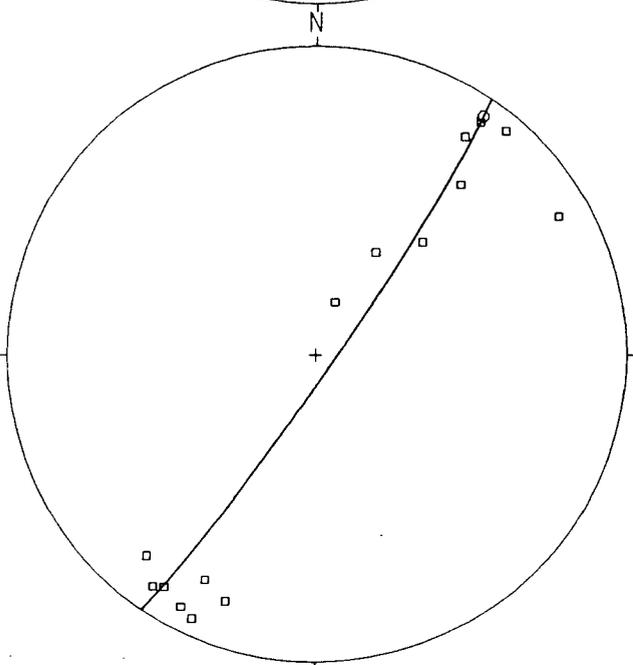
□ LIN DE INTERSECCION EJES DE PLIEGUES



PRECAMBRICO-CAMBRICO BERROCALEJO-EL GORDO

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	3
Mean Lineation Azimuth	42.9
Mean Lineation Plunge	12.3
Great Circle Azimuth	11.4
Great Circle Plunge	22.7
1st Eigenvalue	0.912
2nd Eigenvalue	0.086
3rd Eigenvalue	0.002
LN ( E1 / E2 )	2.359
LN ( E2 / E3 )	3.975
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.594
Spherical variance	0.0454
Rbar	0.9546

□ ESQUISTOSIDAD



PRECAMBRICO-CAMBRICO BERROCALEJO-EL GORDO

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	15
Mean Lineation Azimuth	34.7
Mean Lineation Plunge	5.8
Great Circle Azimuth	34.2
Great Circle Plunge	85.1
1st Eigenvalue	0.793
2nd Eigenvalue	0.186
3rd Eigenvalue	0.021
LN ( E1 / E2 )	1.452
LN ( E2 / E3 )	2.160
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.672
Spherical variance	0.6520
Rbar	0.3480

□ Estratificacion

Las características litológicas y las facies sedimentarias hacen más similares estos materiales a los de la formación Limolitas del Cubilar que a los de las Limolitas del Pusa. Tampoco se ha identificado ningún tipo de indicio de fosfatos.

Desde un punto de vista estructural la zona se sitúa en el borde S de la fosa del Tajo, casi totalmente rodeada de sedimentos Terciarios y Cuaternarios y pertenece a la parte meridional de la zona Centroibérica. Las directrices estructurales son hercínicas, de dirección NO-SE aunque el escaso número de datos que se han podido tomar impide generalizar ninguna conclusión sobre el efecto de las diferentes fases orogénicas hercínicas. (2.4.1. Fig. 23).

Más al N de los afloramientos descritos anteriormente se han identificado probables paleozoicos en varios afloramientos situados al S y SE del pueblo de El Gordo, muy próximos a este pueblo y rodeados de sedimentos Terciarios y Cuaternarios.

Forman relieves residuales, a modo de montes-isla (Cota 403 -Calvario- al S y cota 418 -El Pendón- al SE del pueblo).

Los escasos afloramientos observados (sobre todo en varias calicatas y canteras) consisten en potentes bancos de cuarcita de espesores dcms-mts, con algunas intercalaciones arenosas más delgadas y escasos niveles pelíticos. Las cuarcitas y areniscas están fuertemente recristalizadas pero aún así se conservan restos de actividad orgánica en algunos niveles (skolithos, subperpendiculares a la estratificación). Estos último junto con la litología y gran potencia de las capas hace suponer que estos materiales deben de pertenecer al Ordovícico inferior (Cuarcita Armoricana).

Los afloramientos correspondientes a cada una de las cotas citadas más arriba aparecen plegados. Los ejes de estos pliegues, junto con las lineaciones medidas, buzan al ONO y los buzamientos son relativamente altos debido a las fracturas tardihercínicas y/o a un rejuego posterior alpino.

Los afloramientos están separados uno de otro mediante la falla de dirección NNE que más al Sur pone en contacto los granitoides hercínicos y los materiales preordovícicos.

#### **2.4.1.7.-ZONA DE ALDEANUEVA DE BARBARROYA-AZUTAN**

Forma parte de las hojas topográfica y geológica a E. 1:50.000 n° 654 (El Puente del Arzobispo) y se sitúa en su parte central cubriendo una banda de anchura muy variable (hasta 3 km.) y unos 12 Km. de largo de dirección NNE-SSO desde la confluencia del río Ollegoso y el arroyo Jaeña hasta la cola del embalse de Azután. La investigación ha cubierto una superficie de unos 20 Km<sup>2</sup>. Los afloramientos en general son escasos y de mala calidad debido principalmente a la fuerte alteración que presentan y a la gran cantidad de recubrimientos (Terciarios y alteraciones y suelos sobre el substrato pizarroso). A esto hay que sumar la gran extensión que cubre el metamorfismo de contacto producido por los granitoides próximos, tanto en relación con las migmatitas de Azután, tardi-sincimétricas, como con el granitoide tardicimétrico de Aldeanueva de

Barbarroya, y que enmascara más o menos fuertemente las características primarias de los sedimentos.

Desde un punto de vista geológico los límites de esta zona están claramente definidos en la cartografía (tal como se muestra en la hoja geológica del plan MAGNA nº 654). Por el O y SSO se sitúa el granitoide postcinemático de Aldeanueva de Barbarroya que produce una aureola de metamorfismo de contacto bien definida y solo presenta fracturación tardía frágil.

Por la parte oriental en general el límite es el borde de los recubrimientos subhorizontales discordantes del Terciario y Cuaternario, afectados únicamente de forma local por rejuegos alpinos de algunas fracturas hercínicas en un régimen de tectónica extensional. Concretamente en esta zona la distribución de los Terciarios está controlada por una fractura de dirección N35°-40°E que se puede observar más al E en la cartografía geológica.

Por el S, donde los afloramientos ocupan una menor extensión están separados de la zona de Fuentes-Estación del río Huso (ya estudiada anteriormente dentro del mismo proyecto) por una importante fractura de dirección aproximadamente ONO-ESE. Es una fractura de plano de falla subvertical que hunde el bloque N respecto al S, poniendo en contacto la Fm. Limolitas del Pusa al S con la Fm. Areniscas del Azorejo, al N, que además tienen las polaridades sedimentarias opuestas (la primera hacia el N y la segunda hacia el S). Esta zona corresponde a los afloramientos más septentrionales dentro de la hoja nº 654 de la fm. Limolitas del Pusa, en su mayor parte, aunque también están representadas en menor medida las formaciones cámbricas que la cubren concordantemente (Fms. areniscas del Azorejo y Calizas de los Navalucillos). Al norte de la carretera de Belvis de la Jara a Aldeanueva de Barbarroya predominan las rocas graníticas: son granitoides de origen anatético (migmatitas y anatexitas) generadas durante el metamorfismo regional hercínico con carácter sin o tardi-cinemático. Las fuertes modificaciones que producen en las texturas y composiciones de las rocas sedimentarias impiden en muchos casos conocer su carácter original.

#### **2.4.1.7.1.- Estratigrafía.**

Se han reconocido dentro de esta zona materiales sedimentarios pertenecientes a tres de las formaciones definidas (a parte de los recubrimientos Terciarios y Cuaternarios) para el tránsito Precámbrico-Cámbrico inferior de la zona Centroibérica: Fm. Limolitas del Pusa, fm. Areniscas del Azorejo y Fm. Calizas de Los Navalucillos (según la memoria de la hoja MAGNA). Desde el punto de vista de la prospección de los fosfatos sedimentarios el objeto específico de la investigación es la primera de dichas formaciones por contener en otras áreas los principales yacimientos descubiertos hasta el momento. Del reconocimiento llevado a cabo en el campo se puede concluir que en esta zona están representadas con seguridad parte de la subunidad 5 y toda la subunidad 6 de la Fm. Limolitas del Pusa (ver informes anteriores del proyecto HESPERICA para caracterizar dichas subunidades). El techo de la subunidad 5 y la base de la subunidad 6 afloran en la parte central de la zona a lo largo de una banda de dirección NO-SE,

que se extiende desde el mismo pueblo de Aldeanueva de Barbarroja, al NO, hasta cerro Chacón, al SE. Este tramo de la serie se identifica con facilidad por la asociación de dos conjuntos litológicos muy característicos. Por un lado se puede reconocer un paquete decamétrico de pelitas grises a negras, finamente laminadas o de aspecto homogéneo (niveles desorganizados?), que contienen en algunos tramos indicios de fosfato en forma de nódulos o cantos de pelitas negras fosfatizadas dispersos en la matriz pelítica. Por otro lado aparece intercalado en la parte baja de este mismo paquete pelítico un tramo formado por sedimentos detríticos gruesos, llegando a conglomeráticos con limolitas, areniscas, cuarcitas y algún conglomerado. Constituye el único rasgo geológico cartografiable de la zona y no aparece representado en la cartografía geológica de la hoja n654 en donde su traza está marcada por una fractura supuesta.

Dentro del tramo arenoso-cuarcítico no aparecen apenas indicios de fosfato. Únicamente se ha identificado en algunos niveles arenosos de grano grueso y aspecto desorganizado cantos blandos negros de pelitas fosfatizadas.

Por encima de este nivel el resto de la subunidad 6 está formado por pelitas grises y verdosas con algunos tramos de alternancias arenoso-pelíticas, sin indicios de fosfato de ningún tipo. A techo pasan gradualmente a la Fm. Areniscas del Azorejo (en la zona de confluencia del arroyo Jaeña, río Ollegoso y arroyo Pedregoso).

#### **2.4.1.7.2.- Tectónica.**

La zona reconocida se encuentra situada en la parte meridional de la zona Centroeibérica, en el borde S de la fosa del Tajo. Está recubierta en gran medida por los sedimentos Terciarios y Cuaternarios de la fosa del Tajo. El contacto es normalmente discordante aunque en ocasiones es por fracturas tardihercínicas que rejugaron en la orogenia alpina. Tienen además gran importancia las intrusiones de granitoides sin y postcinemáticos (migmatitas de Azután y granito de Aldeanueva de Barbarroja).

Los materiales sedimentarios objeto de la investigación pertenecen a formaciones con edades que oscilan entre el Precámbrico superior dudoso y el Cámbrico inferior claro y están por tanto afectadas por varias fases de deformación. La discordancia que separa el Cámbrico inferior del resto de la serie Paleozoica (discordancia sárdica) no se manifiesta en esta zona debido a la falta de registro sedimentario precámbrico, y los contactos con el resto de los materiales son o bien mecánicos (con los granitoides) o bien por discordancia (Terciarios y Cuaternarios).

Las diferentes fases de la orogenia hercínica son las que afectan de forma más clara e intensa los materiales reconocidos junto con los efectos producidos por la migmatización sin y postcinemática asociada y por intrusión de los granitoides postcinemáticos.

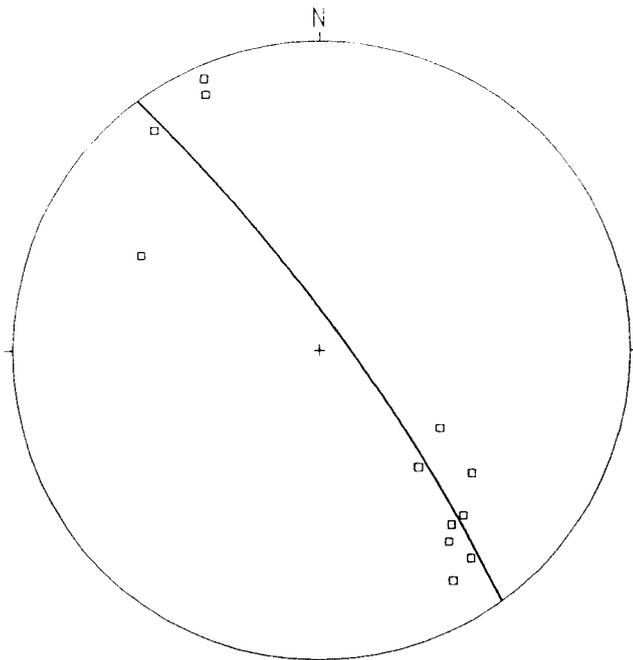
Las direcciones de las estructuras menores asociadas a la 1ª fase de deformación hercínica y de la estratificación (esquistosidad de plano axial ( $S_1$ ), Ejes de pliegues ( $E_1$ )) se ajustan a las directrices de las estructuras hercínicas en esta zona del Macizo Hespérico, variando de ONO-ESE a NO-SE (2.4.1. Fig. 17). El sentido de buzamiento

tanto de las lineaciones de intersección de  $S^0$  y  $S_1$  ( $L_1$ ) como de los ejes de pliegues ( $E_1$ ) varían en algunas zonas, aunque predominan los lineamientos buzando al SE. Los pliegues sinclinales cerrarían hacia el NO y los anticlinares por el SE aunque solo se ha podido deducir de la interpretación de los datos estructurales ya que cartográficamente no se observa. La vergencia de las estructuras marcada por la posición de la esquistosidad ( $S_1$ ) y de los planos axiales de los pliegues es en la mayor parte de los casos al SO (aunque poco marcada, ya que los buzamientos son generalmente altos). La uniformidad en las direcciones de las estructuras de 1ª fase parece indicar que esta zona apenas fué afectada por deformaciones hercínicas posteriores excepto por la fracturación frágil tardía y por la intrusión de granitoides y migmatización. Todos estos últimos procesos produjeron una serie de cambios petrológicos más o menos intensos en las rocas sedimentarias pero sin modificar sus directrices estructurales (los migmatitas conservan pliegues relictos hercínicos deducidos de las medidas de texturas fluidales (ver memoria y mapa de la hoja geológica n° 654).

De las fracturas hercínicas de carácter tardío destacan las de dirección aproximada E-O a ENE-OSO, que suelen ser de tipo directo con el labio N hundido. En esta zona destacan, al Sur, la que pone en contacto las Limolitas del Pusa, al Sur, con las areniscas del Azorejo, al norte (se ve en los cortes de los rios Huso y Ollegoso). En la parte N parecen ser más abundantes aunque aquí resulta más difícil deducir los movimientos relativos de los bloques, pudiendo darse incluso rejuegos alpinos con sentidos opuestos.

También se han deducido algunas fracturas de dirección ENE-ONO y SO-NE.

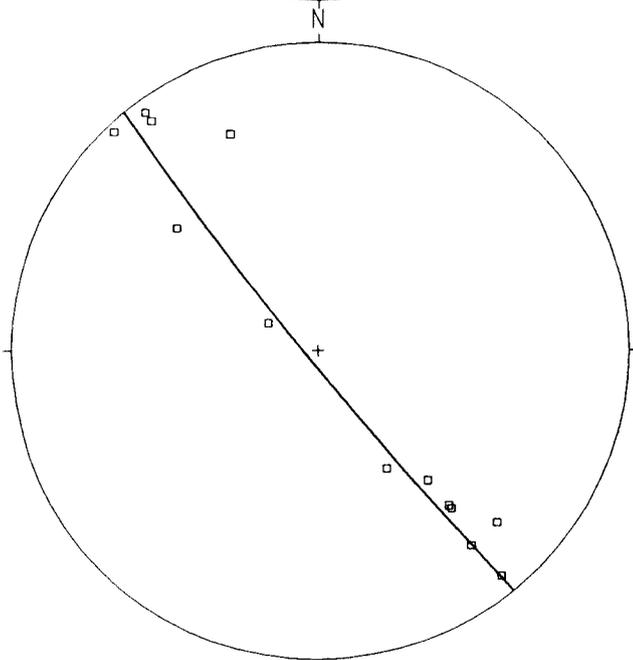
En cuanto a fases de deformación posteriores a la hercínica por su posición en el borde de la cuenca del Tajo se manifiestan de forma marginal los efectos de las últimas fases distensivas de la orogenia alpina. Estas reactivaciones afectan principalmente a las fracturas de direcciones E-O y SO-NE. Por el norte, en las proximidades del embalse de Azután, parece que ponen en contacto mecánico de dirección E-O las migmatitas de Azután, al Sur, con los Neogenos de la Cuenca del Tajo, al norte. En cuanto a las fallas de dirección SO-NE destaca la citada ya al principio en la parte oriental. Tiene una dirección  $N35^0-40^0E$  y hunde el labio NO controlando la sedimentación del Neogeno que cubre discordante la zona reconocida.



PRECAMBRICO-CAMBRICO ALDEANUEVA DE BARBARROYA-AZUTAN

Projection	Wulff
Number of Sample Points	12
Great Circle Azimuth	323.9
Great Circle Plunge	80.4
1st Eigenvalue	0.880
2nd Eigenvalue	0.088
3rd Eigenvalue	0.031
LN ( E1 / E2 )	2.297
LN ( E2 / E3 )	1.033
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	2.224
Spherical variance	0.5876
Rbar	0.4124

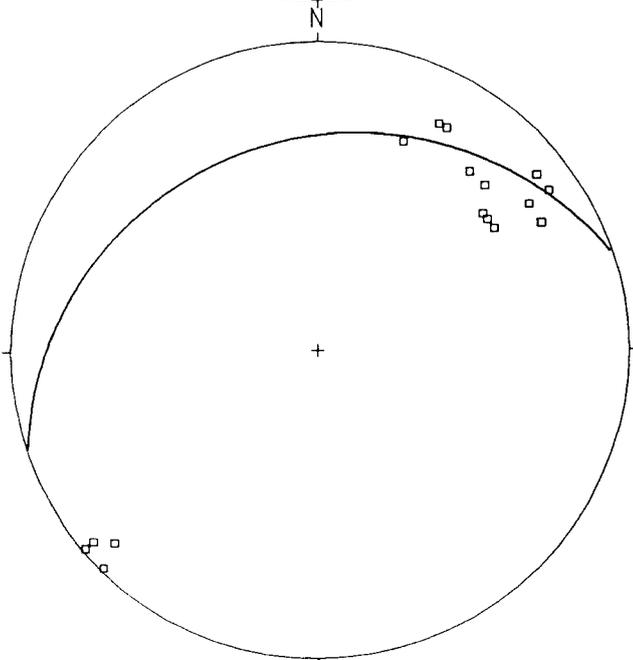
□ EJES DE PLIEGUES



PRECAMBRICO-CAMBRICO ALDEANUEVA DE BARBARROYA-AZUTAN

Projection	Wulff
Number of Sample Points	13
Great Circle Azimuth	140.9
Great Circle Plunge	85.8
1st Eigenvalue	0.824
2nd Eigenvalue	0.165
3rd Eigenvalue	0.011
LN ( E1 / E2 )	1.608
LN ( E2 / E3 )	2.663
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.604
Spherical variance	0.6630
Rbar	0.3370

□ LINEACCIONES DE INTERSECCION



PRECAMBRICO-CAMBRICO ALDEANUEVA DE BARBARROYA-AZUTAN

Projection	Wulff
Number of Sample Points	18
Great Circle Azimuth	251.3
Great Circle Plunge	20.8
1st Eigenvalue	0.953
2nd Eigenvalue	0.030
3rd Eigenvalue	0.017
LN ( E1 / E2 )	3.470
LN ( E2 / E3 )	0.539
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	6.439
Spherical variance	0.5577
Rbar	0.4423

□ ESQUISTOSIDAD

2.4.1. Fig. 17

#### **2.4.1.8.- Zona del río Gébaló.**

Está situada en la parte suroriental de la hoja nº 654 (El Puente del Arzobispo). Por el norte llega a entrar ligeramente en la hoja nº 655 (Los Navalmorales) y por el sur en el extremo nororiental de la hoja nº 682 (Sevilleja de la Jara). Cubre unos 22 km<sup>2</sup> de superficie.

El corte geológico se ha realizado básicamente a lo largo del río Gébaló aunque en la parte norte se ha extendido el reconocimiento tanto al E como al O, al ocupar los afloramientos mayor extensión y presentar mayor complejidad (Plano 3 y 2.4.1. Fig. 12). Por el N el límite es el contacto con el granitoide de Alcaudete de la Jara, que es un granitoide tardicinemático de dos micas. Por el S, al llegar al puente de la carretera de la Nava de Ricomalillo a Espinoso del Rey, se continúa por la misma carretera, que va paralela al arroyo del Mazuelo, hasta el Km. 107. En este último sector aumenta el grado de oblicuidad de las estructuras con respecto al corte, aunque la buena calidad de los afloramientos permite hacer numerosas observaciones.

Lateralmente los límites de esta zona están marcados por los bordes de las "rañas" pliocuaternarias. Al oeste, por debajo de la "raña" se puede enlazar la estructura con la zona del arroyo Tamujoso-Arroyo de los Sauces ya que aparecen niveles perfectamente comparables en ambas. Las mayores diferencias entre ambas aparecen en la parte meridional mientras que la parte mas septentrional del corte del río Gébaló no tiene equivalentes en el arroyo Tamujoso. Por el este afloran esporádicamente granitoides y rocas metasedimentarias equivalentes bajo los Terciarios y Cuaternarios y no vuelve a haber cortes continuos hasta la zona del río Pusa, en los alrededores del pueblo de Los Navalucillos (hoja nº 655, Los Navalmorales). Esta última zona está siendo objeto actualmente de investigación.

Para el análisis de los datos, principalmente los estructurales, se ha dividido el corte en varios sectores separados entre sí por grandes fallas E-O (tal como se ve en el corte levantado a lo largo del río Gébaló) y que tiene características litoestratigráficas y estructurales deferentes. (Plano 3 y 2.4.1. Fig. 12).

##### **2.4.1.8.1.-Sector N.:**

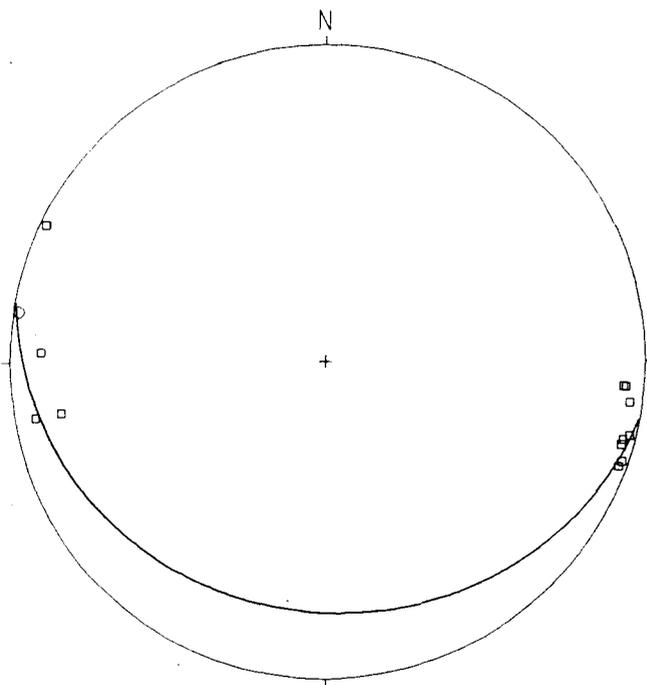
Está en contacto por el N con el granitoide de Alcaudete de la Jara y por el S está separado del siguiente sector por una gran fractura E-O de plano de falla subvertical que hunde el bloque N respecto al S. En las hojas geológicas nº 654 y 655 del plan MAGNA se interpreta como una falla inversa buzando al S. En la dirección del corte este sector se extiende únicamente algo más de 1 Km y no está representado en el siguiente corte más al O, en el arroyo Tamujoso.

Los materiales que afloran son pelitas, areniscas, calco-esquistos y carbonatos (calizas y dolomitas, más o menos arenosas, laminadas -calcarenitás- y algún nivel de aspecto masivo -bioconstruido?-) que en la hoja MAGNA nº 654 se hacen equivalentes a (dos de) las formaciones del Cámbrico inferior datado

(Areniscas del Azorejo y Calizas de Los Navalucillos) por correlación litoestratigráfica ya que en esta zona no se han identificado restos fósiles de ningún tipo.

El metamorfismo de contacto en toda esta zona es muy fuerte y afecta especialmente a los niveles pelítico-arenosos situados a techo de los carbonatos y en contacto con el granitoide dando lugar a corneanas.

Desde el punto de vista estructural esta zona se caracteriza por un núcleo anticlinal muy plegado; aunque los pliegues, tal como sucede en la mayoría de las formaciones cámbricas, en esta zona son generalmente abiertos o muy abiertos. El flanco S está cortado por la falla que separa este sector del siguiente y por el N se continúa hasta el contacto con el granitoide. Los pliegues medidos y/o deducidos tienen direcciones E-O a ONO-ESE, ejes subhorizontales (buzan en general menos de  $5^\circ$ ) y los planos axiales no muestran una vergencia definida (aunque predominan los buzamientos al N) (2.4.1. fig. 15). Son pliegues originados durante las primeras fases de la deformación hercínica (tal como sucede en la inmensa mayoría de los que se observan en el corte del río Géballo). La esquistosidad regional de 1ª fase en esta zona apenas se puede reconocer debido al metamorfismo de contacto y normalmente lo que se ve (tal como sucede más claramente más al S) es una esquistosidad de crenulación buzando entre  $5^\circ$  y  $20^\circ$  al S asociada siempre a la aureola de metamorfismo de contacto por lo que debe estar relacionada genéticamente con la intrusión del granitoide. Las intrusiones en forma de diques con potencias muy variables son muy abundantes, normalmente son de carácter apilítico y aplopegmatítico.



PRECAMBRICO-CAMBRICO ZONA DEL RIO GEBALO SECTOR N

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	12
Mean Lineation Azimuth	279.3
Mean Lineation Plunge	0.6
Great Circle Azimuth	100.9
Great Circle Plunge	22.0
1st Eigenvalue	0.953
2nd Eigenvalue	0.041
3rd Eigenvalue	0.006
LN ( E1 / E2 )	3.145
LN ( E2 / E3 )	1.862
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	1.689
Spherical variance	0.6346
Rbar	0.3654

□ EJES DE PLIEGUES

2.4.1. Fig. 15

#### 2.4.1.8.2.-Sector Central:

Se caracteriza por su relativa uniformidad litológica aunque estructuralmente su parte meridional presenta bastantes complicaciones. Está limitado tanto por el N como por el S por grandes fracturas E-O. La falla N, como ya dijimos más arriba, hunde el bloque N respecto al S y la falla meridional juega en sentido contrario hundiendo el techo S respecto al N.

El corte de este sector se extiende más de 6 Km. a lo largo del río con afloramientos muy buenos, sobre todo en la parte S.

Los materiales reconocidos se pueden identificar sin grandes dificultades como pertenecientes a la formación Limolitas del Pusa por correlación litológica y de facies y, dentro de ésta serían equivalentes con seguridad a parte de las subunidades 5 y 6 (ver informes previos del proyecto Hespérica) del anticlinal de Valdelacasa, situado al S. Podría estar representada parte de las subunidades inferiores en el extremo N del corte, pero debido al fuerte metamorfismo de contacto no se han podido identificar. También hay que tener en cuenta en esta zona la posible repetición de la serie por fracturas subparalelas a las capas, muy difíciles de identificar debido a la uniformidad litológica de estos materiales. Son muy característicos los niveles arenosos y conglomeráticos que afloran en la parte N de este sector formando parte del flanco N de un gran sinclinorio. En este corte aparecen varios paquetes decamétricos en los que se asocian desde areniscas a conglomerados cuarcíticos junto con niveles desorganizados ("debris" con cantos blandos pelíticos y cantos arenosos y cuarcíticos). Las geométricas son de plano paralelos a canalizadas y la secuencialidad variable. En el río Gébaló el tramo de corte donde aparecen estas intercalaciones tiene unos 700 m. Son equivalentes a los que afloran en la parte baja de la serie en la zona del arroyo Tamujoso-arroyo de los Sauces y, al igual que sucede en esta última zona, están asociados a esporádicos niveles de pelitas grises y negras con grises milimétricos que en ocasiones contienen fosfatizaciones milimétricas dispersas. Es el único punto de la serie donde se han localizado indicios de fosfato en este sector. Aunque su interés es puramente anecdótico, junto con los niveles arenosos-conglomeráticos nos permite situar la serie de este corte dentro de la columna general de la Fm. Limolitas del Pusa levantada por el anticlinorio de Valdelacasa.

En general la estructura (de este sector) es la de un gran sinclinal de 1ª fase hercínica muy replegado en la zona de charnela con un flanco N en el que se conserva la mayor potencia de serie continua y un flanco S mucho más replegado y reducido. En el flanco N es donde únicamente llegan a aparecer los niveles arenoso-conglomeráticos y parte de la serie situada por debajo ya que el flanco S es mucho más corto y además, por efecto de fallas situadas en el núcleo de la estructura, en este último flanco aflora serie situada por encima de los niveles que le corresponderían al flanco opuesto. (2.4.1. Fig. 12).

La base de la serie visible en el corte estaría unos pocos cientos de metros por debajo del primer nivel de areniscas y conglomerados, en el flanco N, y el techo, que aparece en el núcleo de la estructura, estaría en la parte alta de la subunidad 6, ya cerca de la base de la Fm. Arenisca del Azorejo.

La estructura general del sector tal como se observa en el corte levantado a lo largo del río Gébaló (2.4.1. Fig. 12) es la de un gran sinclinal de 1ª fase hercínica con esquistocidad ( $S_1$ ) de plano axial buzando al SO (entre 50° y 80°). El flanco N del sinclinal presenta un buen desarrollo con serie casi continua monoclinial (más de 2000 m. de serie) pero afectada por el metamorfismo de contacto del granitoide de Alcaudete de la Jara hasta una distancia de más de 4 km. desde su borde, al N, lo que indica que el contacto debe estar bastante tendido en profundidad o deberse a la presencia de otros cuerpos graníticos subaflorescentes. Al aproximarse al núcleo de la estructura empiezan a aparecer pliegues muy suaves y abiertos con  $S_1$  de plano axial. La zona de charnela del sinclinal está en la prolongación hacia el E de las fracturas de dirección E-O que es la zona del arroyo Tamujoso-arroyo de los Sauces separan la Fm. Limolitas del Pusa de las series arenoso-pelíticas y carbonatadas del Cámbrico inferior. (2.4.1. Fig. 13).

Los pliegues hercínicos se aprietan progresivamente más en la zona de charnela acompañándose con el desarrollo de fracturas en los flancos y charnela y el desarrollo de filones de cuarzo lo que dificulta el reconocimiento de la fractura o fracturas citadas más arriba. A esto se une la monotomía de las litologías en este sector del corte, sin niveles de referencia que permitan separar bloques, levantados y hundidos. Si tenemos en cuenta que en el arroyo Tamujoso la falla eleva el bloque N, en el río Gébaló pondría en contacto niveles más altos de las Limolitas del Pusa al S con niveles algo más antiguos al N, pertenecientes todos ellos a la subunidad 6.

A partir del núcleo hacia el S, el flanco correspondiente del sinclinal tiene mucho menor desarrollo al estar relativamente cerca la fractura que separa este sector del más meridional.

Otro criterio que ha permitido deducir la existencia de una gran fractura o fracturas en el núcleo del sinclinal es el estudio de la distribución de los elementos estructurales de los pliegues menores de 1ª fase hercínica, lineamientos (Lineaciones de intersección  $S_0/S_1(L_1)$ , Ejes de pliegues (de 1ª fase  $E_1$ ), elementos planares (planos axiales (de pliegues de 1ª fase)). (Plano 3, 2.4.1. Fig. 12).

Se observa dentro de este sector del corte del río Gébaló que, de N a S, hay un cambio en el sentido de buzamiento de los lineamientos ( $L_1$ ,  $E_1$ ). En el flanco

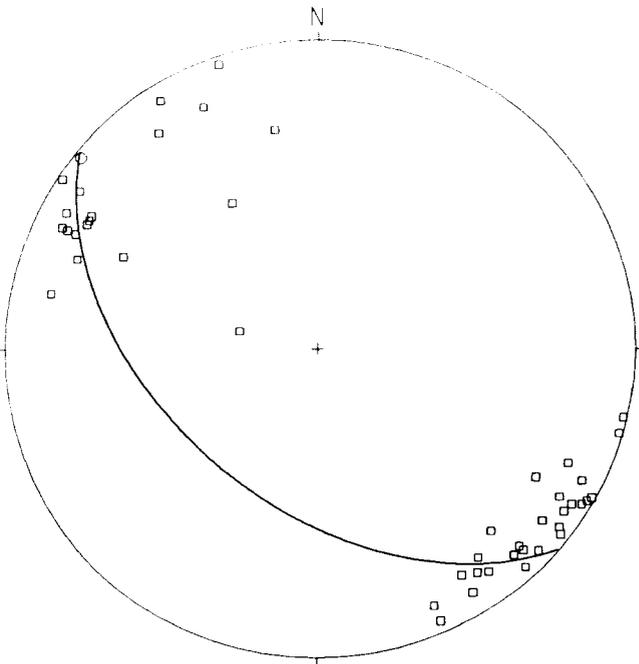
N y en los pliegues menores próximos a la charnela en el mismo flanco los lineamientos buzcan hacia el ESE mientras que el flanco S, aunque hay variaciones locales los buzamientos son predominantemente hacia el ONO-NO. En la zona de charnela es donde se da el cambio en dicha posición, aunque no de forma brusca, por lo que se deduce que más que una fractura simple, corresponde a una ancha banda de fracturas subparalelas.

La dirección general de las estructuras en esta zona, entre NO-SE y ONO-ESE, está solo afectada por las fases más tardías de fracturación frágil y por la intrusión de los granitoides-tardicinemáticos.

Las grandes fracturas E-O hercínicas, pero que rejugaron en algunos casos durante la orogenia alpina, condicionan la disposición en bloques elevados y hundidos que se observa en la cartografía.

Asociada a la intrusión de los granitoides se interpreta una esquistosidad de crenulación subhorizontal (Sq) (de dirección E-O con buzamientos  $< 20^\circ$  al S) que también aparece más al O, en el arroyo Tamujoso-arroyo de los Sauces. Solo aparece dentro de la parte del corte afectada por el metamorfismo de contacto y llega a borrar totalmente a la esquistosidad de 1ª fase hercínica. Desaparece progresivamente hacia el S, siendo sustituida por esta última. También se han observado bandas con una fuerte deformación dentro de la zona con metamorfismo de contacto sobre todo en la parte N del sector, cerca de la fractura que lo separa del siguiente.

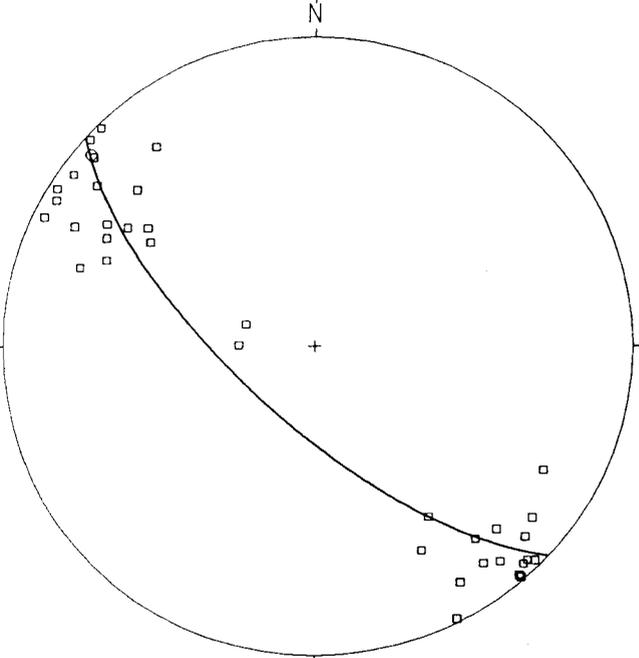
En estas bandas se observa la misma esquistosidad de crenulación asociada a pliegues de diversas escalas. Estos pliegues tienen el plano axial subhorizontal, al igual que los ejes de dirección E-O a ESE-ONO, y la esquistosidad de crenulación se sitúa en posición de esquistosidad de plano axial. (Estas bandas parecen corresponder a zona de fracturas subparalelas a las estructuras y que rejugan los planos de esquistosidad subhorizontales previos).



PRECAMBRICO-CAMBRICO ZONA DEL RIO GEBALO SECTOR CENTRAL

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	46
Mean Lineation Azimuth	309.4
Mean Lineation Plunge	1.3
Great Circle Azimuth	130.5
Great Circle Plunge	49.5
1st Eigenvalue	0.864
2nd Eigenvalue	0.076
3rd Eigenvalue	0.060
LN ( E1 / E2 )	2.425
LN ( E2 / E3 )	0.250
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	9.683
Spherical variance	0.7179
Rbar	0.2821

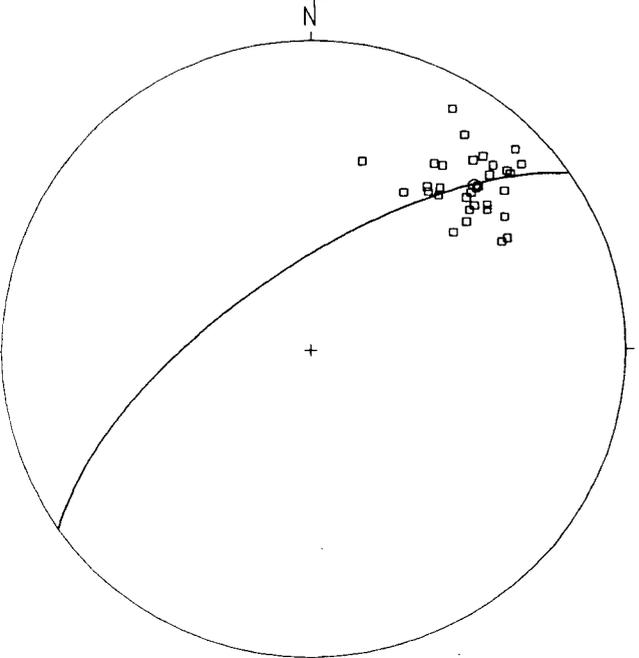
□ EJES DE PLIEGUES



PRECAMBRICO-CAMBRICO ZONA DEL RIO GEBALO SECTOR CENTRAL

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	36
Mean Lineation Azimuth	311.1
Mean Lineation Plunge	4.5
Great Circle Azimuth	132.7
Great Circle Plunge	70.5
1st Eigenvalue	0.839
2nd Eigenvalue	0.141
3rd Eigenvalue	0.020
LN ( E1 / E2 )	1.783
LN ( E2 / E3 )	1.973
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.904
Spherical variance	0.6970
Rbar	0.3030

□ LINEACIONES DE INTERSECCION



PRECAMBRICO-CAMBRICO ZONA DEL RIO GEBALO SECTOR CENTRAL

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	35
Mean Lineation Azimuth	44.1
Mean Lineation Plunge	25.5
Great Circle Azimuth	234.9
Great Circle Plunge	68.5
1st Eigenvalue	0.960
2nd Eigenvalue	0.023
3rd Eigenvalue	0.016
LN ( E1 / E2 )	3.718
LN ( E2 / E3 )	0.351
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	10.577
Spherical variance	0.0203
Rbar	0.9797

□ ESQUISTOSIDAD

2.4.1. Fig. 13

#### **2.4.1.8.3.-Sector S.:**

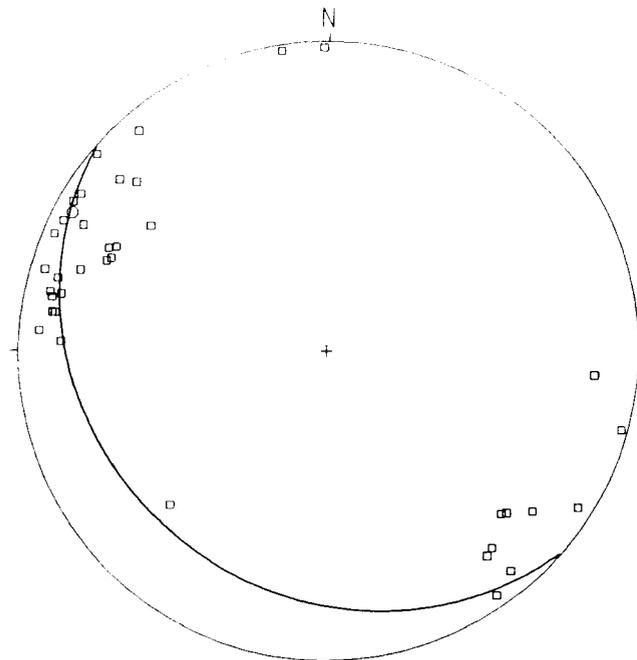
En la parte más meridional del corte del río Géballo, incluye también parte del corte hecho por la carretera de La Nava de Rícomalillo a Espinoso del rey. Esta solo parcialmente representado en el corte geológico. La falla que lo limita por el N hunde el bloque S respecto al N. Esta falla se identifica claramente en el corte del río Géballo ya que lo corta transversalmente en las proximidades del lugar denominado el Martinete.

Por el S el límite de esta zona es otra gran fractura de dirección E-O a la que no se ha llegado ya que el corte se continuó por la carretera que es bastante oblicua a las estructuras. En este sector afloran únicamente materiales pertenecientes a las formaciones de Cámbrico inferior arenoso-cuarcítico (Fm. areniscas del Azorejo). La serie incluye pelitas, areniscas y cuarcitas (algún conglomerado cuarcítico también se ha visto en la carretera) con características facies de aguas someras, bioturbación ( a veces intensa en algunos niveles) y estructuras mareales y de olas. En la parte más alta de la serie, identificada antes de llegar a la falla N se han localizado algunos niveles carbonatados intercalados en una serie pelita-limosa (poco arenosa) que podrían corresponder al tránsito a la formación subpraya (Calizas de los Navalucillos). (2.4.1. Fig. 12).

La estructura general que se observa en este sector es la de una serie muy replegada pero con el techo siempre hacia el N. Los pliegues en general son poco apretados, con esquistosidad de plano axial de la 1ª fase hercínica, la dirección de las estructuras de dicha 1ª fase (pliegues y estructuras menores asociadas-lineaciones, esquistosidad) en esta zona está bastante modificada por la fuerte fracturación tardihercínica y varía de E-O a N-S (predominan las ONO-ESE a NO-SE) con sentido de hundimiento de los lineamientos (Lineaciones  $L_1$  y Ejes,  $E_1$ ) que varía de O a N (predomina hacia el ONO y NO). (2.4.1. Fig. 14).

#### **2.4.1.9.- Zona del río Pusa.**

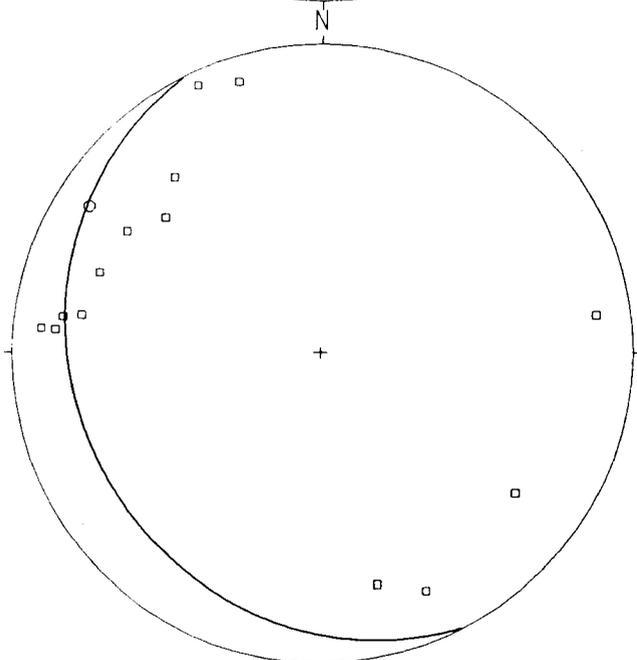
Se ha llamado zona del río Pusa al sector del río Pusa reconocido situado entre el puente de la carretera de Espinoso del Rey a los Navalmorales (desembocadura del arroyo Valdefuentes) al N y la desembocadura del arroyo de Azorejo al S, ambos en su margen izquierda, así como a los arroyos que vierten aguas en él por su margen izquierda (arroyo de Valdefuente y sus afluentes). Cubre una superficie de unos 18 km<sup>2</sup>, ocupados en su mayor parte por los sedimentos de la "raña", en los que los afloramientos se sitúan a lo largo de ríos y arroyos que le han excavado hasta su base. El área cubierta se reparte entre las hojas de los Navalmorales al N (Hoja nº 655) y la de Espinoso del Rey (Hoja nº 683) al S.



CAMBRICO ZONA DEL RIO GEBALO SECTOR SUR

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	37
Mean Lineation Azimuth	298.1
Mean Lineation Plunge	5.6
Great Circle Azimuth	131.0
Great Circle Plunge	23.9
1st Eigenvalue	0.831
2nd Eigenvalue	0.130
3rd Eigenvalue	0.040
LN ( E1 / E2 )	1.857
LN ( E2 / E3 )	1.184
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	1.569
Spherical variance	0.5438
Rbar	0.4562

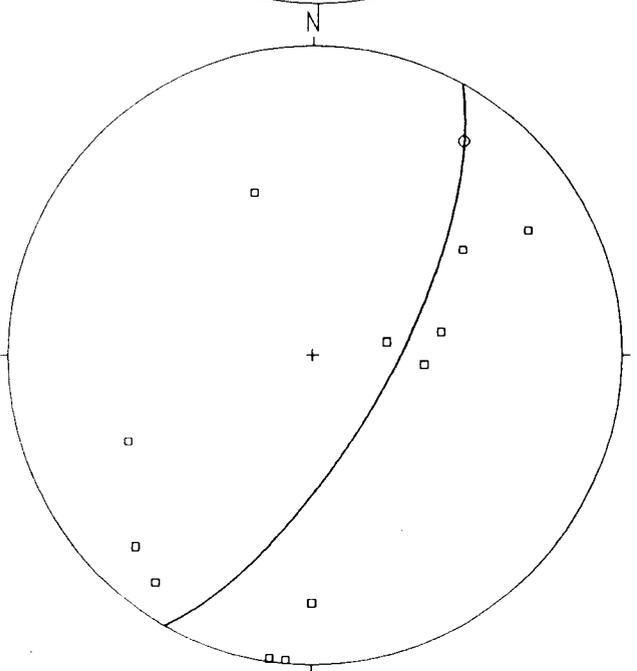
□ EJES DE PLIEGUES



CAMBRICO ZONA DEL RIO GEBALO SECTOR SUR

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	14
Mean Lineation Azimuth	302.2
Mean Lineation Plunge	11.1
Great Circle Azimuth	152.9
Great Circle Plunge	21.0
1st Eigenvalue	0.723
2nd Eigenvalue	0.199
3rd Eigenvalue	0.078
LN ( E1 / E2 )	1.289
LN ( E2 / E3 )	0.931
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	1.385
Spherical variance	0.5016
Rbar	0.4984

□ LINEACIONES DE INTERSECCION



CAMBRICO ZONA DEL RIO GEBALO SECTOR SUR

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	12
Mean Lineation Azimuth	35.0
Mean Lineation Plunge	15.6
Great Circle Azimuth	28.9
Great Circle Plunge	69.3
1st Eigenvalue	0.538
2nd Eigenvalue	0.326
3rd Eigenvalue	0.136
LN ( E1 / E2 )	0.502
LN ( E2 / E3 )	0.876
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.573
Spherical variance	0.4658
Rbar	0.5342

□ ESQUISTOSIDAD

Desde el punto de vista geológico se encuentra situada en la parte septentrional de la mitad meridional de la zona centroibérica y constituye parte de los últimos materiales hercínicos y prehercínicos que afloran en el borde S de la fosa del Tajo, en la vertiente septentrional de los Montes de Toledo.

#### **2.4.1.9.1.- Estratigrafía.**

Se han revisado los materiales situados en el núcleo del anticlinal del río Pusa, constituido por materiales pelíticos, arenosos y carbonatados del tránsito Precámbrico-Cámbrico y del Cámbrico inferior. Dicho anticlinal se abre hacia el N por donde están en contacto con un granitoide tardihercínico, aunque, como ya se dijo más arriba, en su mayor parte está recubierto de los depósitos discordantes del Terciario y Cuaternario de la Fosa del Tajo.

Los materiales más bajos estratigráficamente que aparecen en el núcleo del anticlinal son pelitas grises y negras bandeadas, alternancias milimétricas de pelitas grises y negras (pelitas microbandeadas) con algún tramo de potencia métrica con indicios primarios milimétricos de fosfato (fosfatizaciones discontinuas de láminas pelíticas).

Por encima de estas facies y en tránsito gradual aparecen niveles desorganizados y "slumpizados" alternando con pelitas bandeadas. Contienen intercalados niveles arenosos con cemento carbonatado que dan unos colores de alteración marrones y pardo-rojizos y que aparecen en forma de niveles continuo o como "bolos" o cantos dentro de los niveles desorganizados.

Por encima aparecen primero pelitas grises bandeadas sin apenas arena (de aspecto masivo) y más arriba se intercalan gradualmente capas arenosas de espesor centimétrico a decimétrico que muestran estructuras sedimentarias tales como "ripples" y laminaciones paralelas y cruzada y estratificación ondulante.

Todos estos materiales situados en el núcleo del anticlinal del río Pusa parecen corresponder todos ellos a la subunidad 6 de la Formación Limolitas del Pusa (ver informes anteriores del proyecto Hespérica) casi desde su misma base (donde aparecen pelitas grises y negras con indicios primarios de fosfato y "slumps") y pasan gradualmente hacia arriba a las facies arenosas más someras de la Formación Areniscas del Azorejo.

#### **2.4.1.9.2.- Tectónica.**

Desde el punto de vista estructural la zona reconocida se caracteriza por las directrices hercínicas de los pliegues y estructuras menores asociadas (esquistosidad, lineaciones de intersección) de dirección NO-SE y por una intensa fracturación tardihercínica.

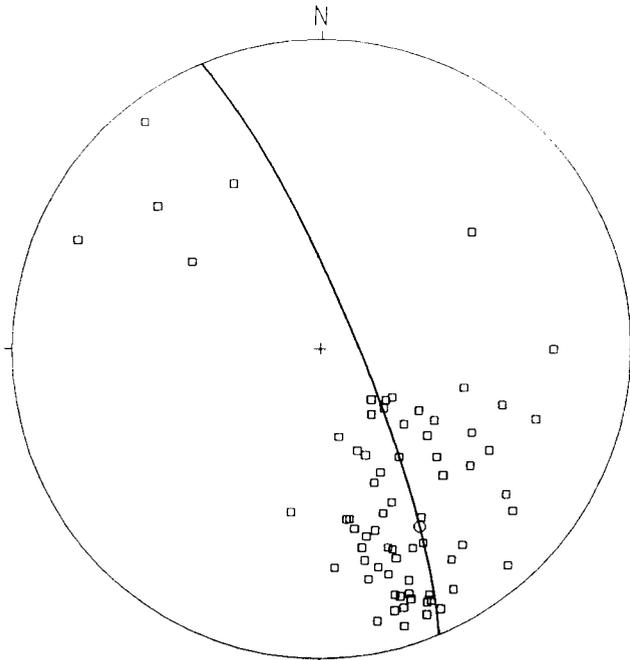
Por tratarse de materiales situados por encima de la discordancia intraprecámbrica (de

edad tránsito precámbrico-cámbrico y cámbrico) únicamente están afectados por los movimientos sárdicos y por las diferentes fases de la orogenia hercínica. Los primeros son los responsables de la discordancia angular entre las series del Cámbrico inferior y las del Ordovícico inferior. La discordancia sárdica fosiliza basculamientos y suaves pliegues de la serie cámbrica (posiblemente relacionados con una tectónica distensiva) que se ponen de manifiesto por los buzamientos de los ejes de los pliegues y de las lineaciones de intersección de la estratificación y la esquistosidad de la primera fase ( $L_1$ ) en la serie infrayacente. Se han medido buzamientos generalizados de ejes y  $L_1$  hacia el SE debido probablemente a que la serie buzaba en esa dirección antes del depósito del Ordovícico como consecuencia de dichos movimientos sárdicos (2.4.1. Fig. 20 y 2.4.1 Fig. 21). De todas formas la escasez de datos equivalentes en el Ordovícico impide hacer una comparación más precisa ya que el mismo efecto podrían haber producido las fases más tardías de la orogenia hercínica (de cizallas y fracturación) que bascularon toda la serie, incluyendo en este caso a los materiales ordovícicos situados por encima de la discordancia.

Independientemente de si los fuertes buzamientos de ejes y  $L_1$  se debían a los movimientos sárdicos o a la orogenia hercínica es a esta última a la que se debe la estructura general de la zona y las principales directrices de las estructuras. Tanto la esquistosidad de primera fase hercínica ( $S_1$ ) como los pliegues a los que se asocian tienen dirección N0-SE. Los pliegues tienen planos axiales subverticales, sin vergencia definida, al igual que sucede con la esquistosidad de primera fase ( $S_1$ ) y ángulos entre flancos casi siempre menores de  $90^\circ$ . (2.4.1. Fig. 20 y 2.4.1. Fig. 21).

Posteriormente a la primera fase tuvo lugar en la zona una fase generalizada de fracturación de carácter frágil, sin que se hayan detectado evidencias de deformación de cizallas frágil-dúctil (2ª fase de carácter local en otras zonas). Esta fase da lugar tanto a fracturas netas en "sets" conjugados como a bandas de deformación frágil-dúctil constituidas por "kink-bands" también en "sets" conjugados que no llegan a desarrollar esquistosidad de crenulación asociada.

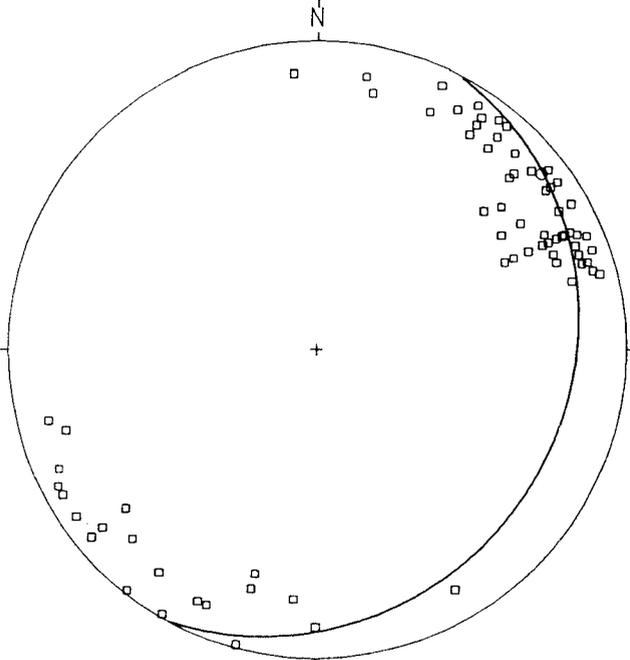
La intrusión de los granitoides al N de la zona parece ser simultánea o ligeramente anterior a las últimas fases distensivas de fracturación ya que están afectados únicamente por diaclasas y fallas con dirección en gran parte similares a las que afectan a los materiales sedimentarios Cámbricos. La esquistosidad de crenulación ( $S_q$ ) que se observa de forma generalizada, sobre todo en la parte N parece estar relacionada con la intrusión de dichos granitoides, ya que desaparece progresivamente hacia el S. Los buzamientos de  $S_q$  son variables (normalmente menores de  $50^\circ$ ), debido probablemente a la fracturación más tardía, generalmente hacia el S y SO. (2.4.1. Fig. 22).



PRECAMBRICO-CAMBRICO SECTOR DEL RIO PUSA

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	72
Mean Lineation Azimuth	150.7
Mean Lineation Plunge	33.9
Great Circle Azimuth	337.2
Great Circle Plunge	80.5
1st Eigenvalue	0.786
2nd Eigenvalue	0.145
3rd Eigenvalue	0.068
LN ( E1 / E2 )	1.688
LN ( E2 / E3 )	0.752
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	2.244
Spherical variance	0.1814
Rbar	0.8186

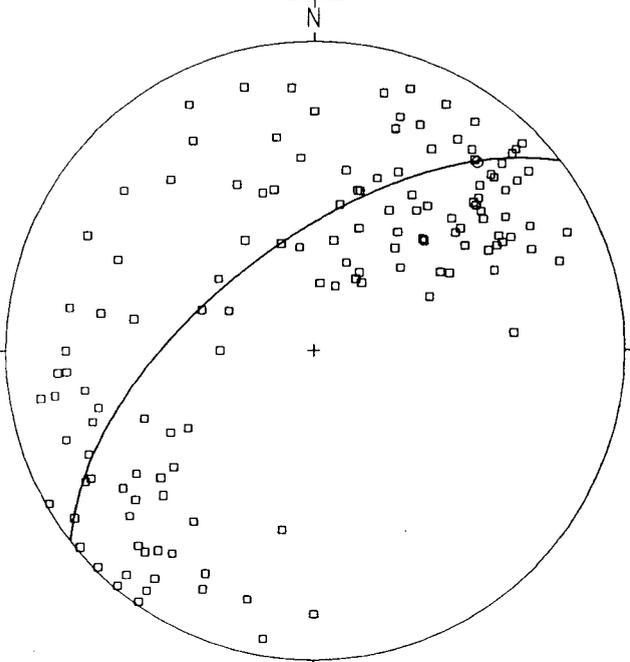
◻ LINEACCIONES DE INTERSECCION



PRECAMBRICO-CAMBRICO SECTOR DEL RIO PUSA

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	82
Mean Lineation Azimuth	51.7
Mean Lineation Plunge	7.7
Great Circle Azimuth	28.0
Great Circle Plunge	18.7
1st Eigenvalue	0.848
2nd Eigenvalue	0.116
3rd Eigenvalue	0.036
LN ( E1 / E2 )	1.988
LN ( E2 / E3 )	1.180
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	1.685
Spherical variance	0.5205
Rbar	0.4795

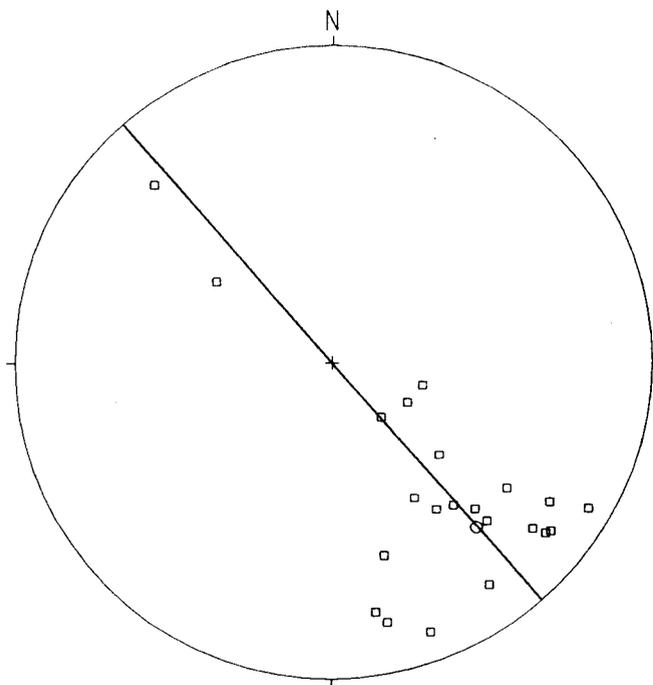
◻ ESQUISTOSIDAD



PRECAMBRICO-CAMBRICO SECTOR DEL RIO PUSA

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	139
Mean Lineation Azimuth	40.8
Mean Lineation Plunge	20.1
Great Circle Azimuth	232.1
Great Circle Plunge	61.7
1st Eigenvalue	0.606
2nd Eigenvalue	0.295
3rd Eigenvalue	0.099
LN ( E1 / E2 )	0.721
LN ( E2 / E3 )	1.095
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.658
Spherical variance	0.4768
Rbar	0.5232

◻ ESTRATIFICACION

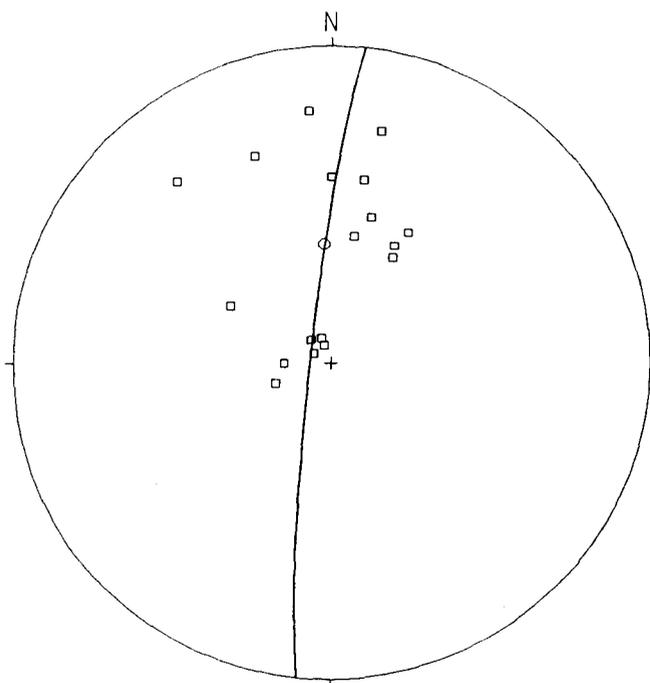


PRECAMBRICO-CAMBRICO SECTOR DEL RIO PUSA

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	22
Mean Lination Azimuth	139.2
Mean Lination Plunge	30.6
Great Circle Azimuth	138.8
Great Circle Plunge	89.3
1st Eigenvalue	0.779
2nd Eigenvalue	0.169
3rd Eigenvalue	0.052
LN ( E1 / E2 )	1.528
LN ( E2 / E3 )	1.188
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	1.286
Spherical variance	0.1940
Rbar	0.8060

□ EJES DE PLIEGUES

2.4.1. Fig. 21



PRECAMBRICO-CAMBRICO SECTOR DEL RIO PUSA

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	19
Mean Lination Azimuth	356.8
Mean Lination Plunge	58.6
Great Circle Azimuth	186.0
Great Circle Plunge	84.8
1st Eigenvalue	0.798
2nd Eigenvalue	0.147
3rd Eigenvalue	0.055
LN ( E1 / E2 )	1.689
LN ( E2 / E3 )	0.994
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	1.698
Spherical variance	0.1094
Rbar	0.8906

□ ESQUISTOSIDAD DE CRENULACION

2.4.1. Fig. 22

2.4.1.10.- CUADRO SINTESIS DE LOS RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, DE MUESTRAS DE ROCA RECOGIDAS EN LAS AREAS INVESTIGADAS DE LA PARTE NORTE DE LA RESERVA PROVISIONAL HESPERICA 1. ( 2.4.1. Fig. 4).

N° muestra	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fecha recogida	Fecha análisis	Tipo de muestra	Formación litoestratigráfica	Zona*	Foto aérea
A33060	15'73 %	22/11/91	12/12/91	Pelitas negras	Limolitas del Pusa	1	654E-03
A33605	17'45 %	12/02/92	21/02/92	Niveles cms. lenticulares	Idem	1	654F-05
A33606	20'77 %	Idem	Idem	Idem	Idem	1	Idem
A33607	21'67 %	Idem	Idem	Idem	Idem	1	Idem
A33688	0'78 %	28/09/92	28/10/92	Areniscas	Idem	4	654D-10
A33689	0'35 %	Idem	Idem	Idem	Idem	4	Idem
A33690	0'52 %	Idem	Idem	Pelitas	Lim. del Cubilar	5	653A-15/16
A33691	1'46 %	Idem	Idem	Idem	Idem	5	Idem
A33692	16'94 %	Idem	Idem	Nodulos fosft.	Limolitas del Pusa	4	654D-10
A33693	0'24 %	Idem	Idem	Pelitas grises desorganizadas	Idem	4	Idem
A33694	0'54 %	Idem	Idem	Idem	Idem	4	Idem
A33695	0'49 %	Idem	Idem	Idem	Idem	4	Idem
A33697	<0'01 %	23/10/92	04/11/92	Carbonatos algo metamorf.	Calizas de los Navalucillos	5	653A-17

\* El numero es el mismo que en la figura adjunta de distribución de zonas

#### 2.4.1.1.1.- Estudios especiales (fluorimetrías de muestras de aguas)

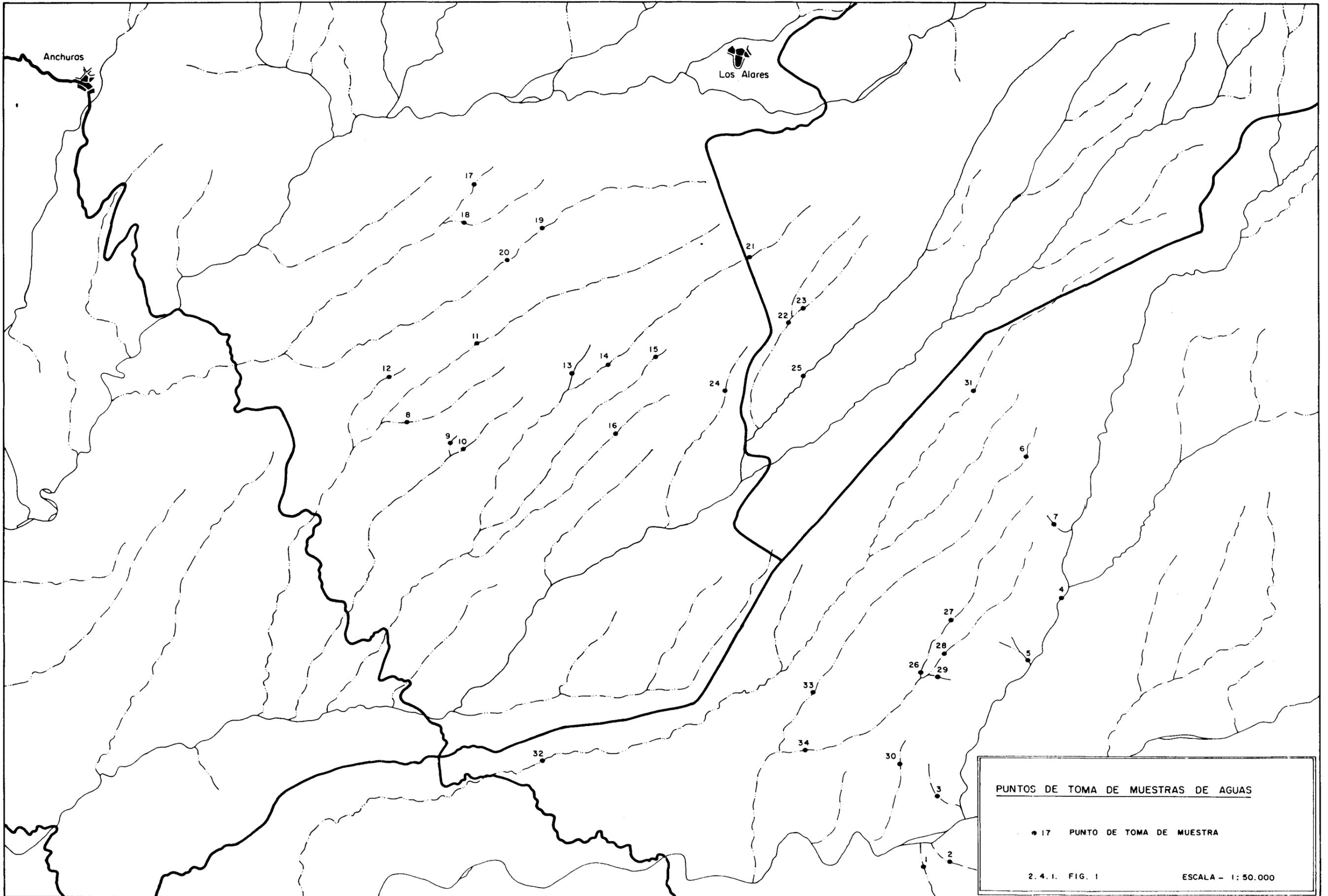
La presencia de extensos recubrimientos en amplias áreas de la Reserva "Hesperica" 1 (area de Anchuras) complicaba y llegaba a impedir totalmente el seguimiento de los niveles y tramos fosfatogénicos a lo largo de tramos de su recorrido de orden kilométrico. Debido al pequeño tamaño que presentan las concentraciones de roca fosfatada de interes económico (varios cientos de metros) resulta facil que en estas zonas su presencia resulte desapercibida. Por ello se hizo necesario utilizar técnicas para detectar la presencia de fosfatos sedimentarios bajo las rañas pliocuaternarias de las cuales se ha ensayado el análisis del contenido en F (fluorimetrías) de las aguas de pozos, manantiales, etc. A pesar del carácter relativamente insoluble del mineral de fosfatos la presencia de F en su red cristalina que es liberado de forma lenta pero paulatina y el carácter soluble en el agua de ciertos componentes de este elemento (como ión F<sup>-</sup> principalmente) ha proporcionado resultados positivos en la detección de ciertos tipos de yacimientos que contienen este elemento. Otros problemas a la hora de detectar posibles anomalías en su contenido derivan de los niveles mínimos y estrechos márgenes entre los que se mueven los valores analíticos y a los procesos de absorción que tienen lugar en determinadas condiciones fisicoquímicas (por ej. en relación con determinados minerales arcillosos, por su contenido en óxidos de Al, o por la presencia de Carbonatos) que fijan el F precipitándolo.

La zona prospectada cubre una superficie de aproximadamente de 100 Km<sup>2</sup> en la esquina NO de la hoja de Anchura (709) donde se tomaron un total de 34 muestras de agua de manantiales y/o pozos (2.4.1. Fig. 1) que drenan principalmente los sedimentos de la raña y de las pizarras precámbricas-cámbricas infrayacentes que incluyen el tramo fosfatogénico.

Se analizaron también cuatro muestras de la zona del yacimiento de Horcajo de los Montes con el objeto de comparar los resultados (muestras A, B, C y D).

Los resultados de los análisis para ión F<sup>-</sup> son los siguientes, en ppm (partes por millón):

<u>LOCALIDAD</u>	<u>ppm</u>
1	0.10
2	0.09
3	0.06
4	0.11
5	0.02
6	0.01
7	0.02
8	0.15
9	0.02
10	0.01



11	0.01
12	0.02
13	0.01
14	0.02
15	< 0,01
16	< 0.01
17	0.11
18	0.06
19	0.03
20	0.02
21	0.01
22	< 0.01
23	0.01
24	0.03
25	0.04
26	0.02
27	0.02
28	0.02
29	0.01
30	0.03
31	< 0.01
32	0.02
33	0.03
34	0.06
A	0.08
B	0.15
C	0.20
D	0.25

De los resultados de los análisis no se detecta la presencia clara de anomalías debido en general a la escasa diferencia entre los valores obtenidos. No obstante en la zona de Horcajo de los Montes algunas de las muestras tomadas prácticamente sobre el afloramiento del yacimiento dan resultados algo destacables aunque resultan un número muy escaso para ser representativas.

#### **2.4.2.- Reserva provisional Hespérica 2.**

##### **2.4.2.1.- Introducción.**

La identificación y caracterización de niveles estratigráficos con fosfato dentro de la serie II (serie de Ibor-Navalpino) durante los trabajos llevados a cabo en la segunda fase del proyecto "Hespérica" abrió nuevas posibilidades en cuanto a la existencia de yacimientos de fosfatos sedimentarios distintos a los encontrados hasta el momento, tanto desde el punto de vista de su posición estratigráfica como de su sedimentología.

Este criterio determinó la selección de dos áreas dentro de la reserva 2 de la 2ª fase del proyecto donde se habían detectado la presencia de niveles fosfatogénicos y fosfato de una cierta entidad: Navalajeta (2A) y Fresneda (2B).

#### **2.4.2.2.- Reserva Navalajeta (2A)**

##### **2.4.2.2.1.- Introducción.**

En la propuesta de la 3ª fase del proyecto "Hespérica" (1990-1993) se propuso el área denominada Navalajeta dentro de la reserva provisional 2 de la anterior fase del proyecto como zona de interés para la prospección de fosfatos sedimentarios.

La reserva provisional Navalajeta se encuentra situada dentro de la antigua reserva 2 de la 2ª fase y cubre una superficie de 192 cuadrículas mineras (54,72 Km<sup>2</sup>) al NO de la hoja de Tirteafuera (809).

El motivo de la solicitud de este área como reserva provisional fué el hallazgo de indicios de fosfatos sedimentarios en los materiales detrítico-carbonatados de la serie II (Ibor-Navalpino), en el anticlinal de Abenojar-Tirteafuera, ya descrito en los informes de anteriores fases del proyecto. Estos indicios se encuentran localizados principalmente en dos tramos de la serie y en el caso de los hallazgos del área de Navalajeta los más importantes en cuanto a leyes y calidad del mineral corresponden al nivel inferior.

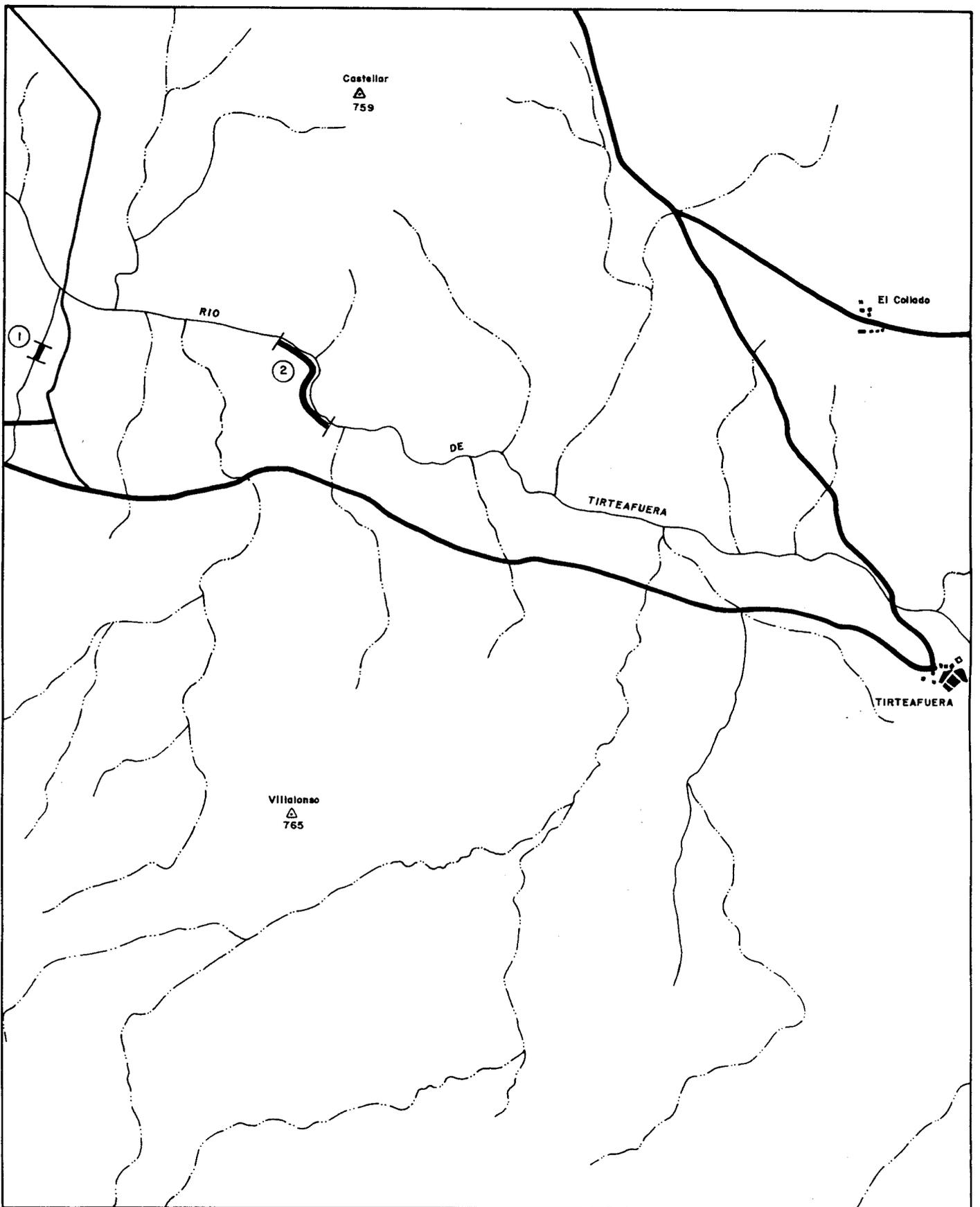
Los trabajos de valoración del yacimiento solo se pudieron completar en parte por dificultades de acceso a las fincas. Se finalizó la serie estratigráfica de detalle de los tramos con indicios en la serie de Navalajeta y se levantó una columna estratigráfica completa en el río Tirteafuera (serie del Clavero) desde la discordancia basal de la serie II hasta la subunidad 6 (ver informe fase anterior).

Aunque está situada fuera de esta reserva provisional incluimos aquí la descripción de la serie de río Hojalora, al N del Domo de Abenojar, que había quedado incompleta durante la fase anterior.

##### **2.4.2.2.2.- Descripción de las series.**

###### **2.4.2.2.2.1.- Serie del Clavero (Abenojar)**

La serie se ha realizado por el cauce del río Tirteafuera aproximadamente entre 2 y 3 km. al Este de la localidad de la casa de la finca de Navalajeta, en las proximidades de la fuente del Clavero de donde toma nombre, y a unos 7 Km. al ONO de Tirteafuera (2.4.2. Fig. 2). Está situada en la esquina NO de la hoja de Tirteafuera (809).



SITUACION DE COLUMNAS

- ① SERIE DEL CLAVERO
- ② COLUMNA DE DETALLE DE NAVALAJETA

## DESCRIPCION DE MATERIALES.

En la serie del Clavero pueden distinguirse un conjunto de tramos que a continuación se describen. (2.4.2. Fig. 3).

El primer tramo, que se encuentra sobre la discordancia, se compone de areniscas con estratificación de media a fina, en su parte inferior, pasando transicionalmente a pelitas que componen la parte mas alta del tramo. En general el tramo describe un ciclo de tipo "thinning and finning upwards" a pesar de que el tramo arenoso basal es muy reducido respecto al total del tramo. En cuanto a las estructuras que se han distinguido en estos materiales se reconocen HCS y SCS("Hummocky cross stratification" y "swaley cross stratification" respectivamente) así como "ripples" de tipo tractivo.

El segundo tramo se inicia en un nivel desorganizado intermedio que representa el principio de la deposición clástica que se implantará en la cuenca a partir de este momento. La base del tramo la componen pelitas bandeadas con alguna intercalación arenosa de poca entidad, hacia el techo se presenta un nivel conglomerático con estructura "grain supported", con base fuertemente erosiva, y morfología canaliforme a gran escala.

A partir de este nivel se encuentran unas areniscas con estratificación ondulada con estratificación de fina a media, donde se observan estructuras de tipo "wave" y "linsen", con "ripples" de olas y HCS-SCS. En el seno de estos niveles aparecen canalizaciones, con fuertes bases erosivas a escala de afloramiento y morfología canaliforme; su relleno se compone de microconglomerados y areniscas de grano medio a fino con algunos clastos fosfáticos dispersos, y pelitas; en general describen ciclos de tipo positivo, típicamente de relleno de canal. Lateralmente a estos niveles canaliformes encontramos alternancias de pelitas y areniscas granoclasificadas que presentan fosfatizaciones y nódulos fosfáticos, en algunos casos retrabajada por acción de las tormentas. Pasan verticalmente a pelitas con pasaditas muy finas de areniscas, donde se ven HCS y "ripples"

El final del tramo 2 se compone de niveles carbonatados con litología dolomítica, que se inicia con unas areniscas y microconglomerados depositados sobre una superficie erosiva, ordenados según un ciclo de tipo positivo. Estos materiales aparecen con un cierto componente carbonatado a nivel de matriz y cemento, que aumenta hacia el techo, concluyendo en una caliza oolítica y en dolomias que se presentan en bancos métricos. La clasificación de estos materiales, según Embry & Klovan, es de "grainstones" oolíticos dolomitizados, "mudstones" dolomíticos y dolomias masivas.

El tercer tramo se inicia con unas pelitas en las que se intercalan niveles con nódulos de fosfato, que indican una reconcentración en estos niveles. Estos tienen espesores que oscilan alrededor de 10 cm.; junto con los niveles con nódulos de fosfato encontramos algún nivel de carbonato de reducido espesor con oolitos y granuloclasificado.

Hacia el techo y de forma transicional estas pelitas van ganando en porcentaje de areniscas apareciendo niveles con estratificación fina a muy fina; forman una

alternancia sin aparente organización interna en ciclos, aunque sí existen tramos más pelíticos y otros más arenosos. En estas alternancias se observan laminaciones onduladas, "scours", fenómenos de inestabilidad muy locales y laminaciones HCS y SCS, que en general conforman un superciclo negativo al aumentar la proporción de arena hacia el techo, mientras que el tamaño granulométrico del sedimento llega a ser conglomerático en la parte más alta del tramo.

El tramo 4 se inicia en la base de un conglomerado cuarcítico, con base erosiva, que marca el límite entre los tramos 3 (delta de Abenojar) y el 4. Por encima de este nivel se encuentran unas areniscas (calcarenitas) que pasan a pelitas y una barra de calizas oolíticas, sobre las que se halla un nivel caótico "slumpizado". Tras el nivel de "slumps" y "pillows", se emplazan unas capas carbonáticas, de calizas y calcarenitas finamente laminadas, junto con dolomías masivas, que en general conforman un ciclo "thinning upward" y una profundización del medio, pasando a calcarenitas y calizas oolíticas resedimentadas con estratificación fina, pelitas y calcoesquistas y, finalmente, a pizarras negras.

Con estas pelitas negras se inicia el tramo 5 que tiene en su seno algunos niveles carbonáticos moteados muy finos (máximo 10 cm. de espesor) con nódulos de fosfatos, ligeramente retrabajados en alguna caso, y en otras se encuentran formados "in situ"; así mismo en las pelitas es posible hallar algún nódulo disperso de reducido tamaño.

El tramo 5 se continúa con sedimentación pelítica básicamente compuesta por pelitas negras que van perdiendo ese carácter hacia el techo, hasta producirse una entrada de materiales clásticos en forma de alternancia de areniscas y pelitas con estratificación fina a muy fina, ordenados en ciclos de tipo "thinning upwards" a "grosso modo". Incluso puede aparecer estratificación media en la parte más alta.

El final de la serie no queda suficientemente claro debido a que los materiales del tramo 5 se ven afectados por una falla que reduce sus afloramientos sobre todo en su parte inferior pelítica.

## **ANÁLISIS DE FACIES.**

El tramo 1 se compone, en su parte basal, de areniscas con HCS y SCS, así como estratificación ondulada y laminación "ripple", correspondientes a facies de plataforma interna dominada por la acción del oleaje de tormenta. El tramo superior pelítico con nivelillos arenosos intercalados se interpreta como facies de plataforma externa pelítica, donde los únicos niveles arenosos corresponden a capas diluidas producto de la acción de las tormentas; en general representa una profundización del medio.

El tramo 2 se compone de pelitas y areniscas, denotando una progresiva somerización, desde niveles desorganizados y areniscas interpretadas como niveles de tormenta, a pelitas y areniscas y conglomerados, interpretados como facies de plataforma dominada por tormentas.

Lateralmente este tramo presenta una diversificación de medios, definidos en base a litologías carbonáticas, apareciendo facies de plataforma, talud y cuenca.

El tramo 2 se compone en su parte más alta de microconglomerados, areniscas y carbonatos, que en general forman un ciclo "thinning and finning upward" y una somerización desde ambientes de plataforma interna distal a ambientes de plataforma interna más o menos somera.

Los diversos niveles conglomeráticos que aparecen en este tramo se interpretan como canalizaciones situadas en una plataforma dominada por tormentas en las que se produce el relleno por retrabajamiento de los materiales adyacentes.

El tercer tramo se compone de pelitas y niveles retrabajados de carbonatos y niveles con nódulos de fosfato, ambos de reducido espesor, interpretados como niveles de tormenta. En general la serie vuelve a tomar un carácter profundizante y posteriormente somerizante llegando a observarse desde HCS y SCS a "ripples" de oscilación en la parte alta, por lo que se interpreta como un delta progradante, que va desde facies de prodelta dominadas por tormentas a facies de "nearshore" arenoso.

El cuarto tramo se inicia con un depósito conglomerático con base erosiva que rápidamente pasa a litologías carbonáticas marcando una profundización rápida del medio, desde facies de "nearshore" a facies de "offshore"; con posterioridad pasan a facies anoxicas de pelitas negras.

El quinto tramo se compone de pelitas negras con algún nivel carbonático ligeramente retrabajado en alguna ocasión y que se interpreta como facies de "hardground" en un contexto transgresivo. El techo del tramo varía la tendencia de transgresivo a regresivo con la implantación de una sedimentación terrígena progradante en facies de plataforma externa y facies de plataforma dominada por tormentas.

#### **2.4.2.2.2.2.- Serie de Navalajeta.**

La serie se realizó por el arroyo que discurre en dirección N situado a unos 200 m. al E de la casa de Navalajeta. (2.4.2. Fig. 2). Está situada en la esquina NO de la hoja de Tirteafuera (809).

Se trata de una serie de detalle en la que se observa el tramo con indicios y que se inició en los últimos materiales pertenecientes a la subunidad 4, (plataforma carbonatada superior) (ver informe de la segunda fase del proyecto "Hespérica") a pesar de que en esta localidad la existencia de materiales carbonáticos se halla restringida a litologías calcareníticas. (2.4.2. Fig. 4).

## **DESCRIPCION DE MATERIALES.**

En la base de la serie tenemos los últimos niveles arenoso-calcareníicos correspondientes al tramo anterior y que contienen HCS y SCS así como laminación "ripple", formando un ciclo de tipo "thickenning and coarsening upwards" que pasa rápidamente a pelitas (que en la serie tienen un total de 35 m.) al final del cual encontramos una capa de 5 cm. de espesor muy masiva y planoparalela, sobre la que existen 5 m. de pelitas. Sobre estas pelitas encontramos el primer nivel de carbonatos de aspecto noduloso, con un moteado milimétrico, con cantos de reducido espesor de fosfato algo retrabajados en su parte superior, aunque no queda claro si por efecto de las tormentas o por algún otro fenómeno. Siguen 2,5 m. de pelitas y de nuevo un nivel de nódulos de 10 cm. de carbonatos moteados nodulosos con fosfato.

El resto de la serie sigue el mismo estilo, es decir, un tramo más o menos potente de pelitas y un nivel de carbonatos moteados nodulosos, con un nivel de cantos de cuarzo, fosfato y otros materiales encima que presentan un cierto retoque. En conjunto el nivel con carbonatos moteados nodulosos, y el nivel con cantos fosfatados y retocados, presenta en el mejor de los casos un espesor de 20 cm.

Estos niveles carbonatados son interpretados como paros sedimentarios que propician el desarrollo de una actividad orgánica basada en la acción de algas que producen la precipitación del carbonato. Como segunda interpretación se pueden considerar estos niveles como "hard grounds" que representan máximos trasgresivos (en cuanto a variaciones del nivel del mar) y, en consecuencia, caídas de la tasa de aportes clásticos y paros sedimentarios asociados.

A lo largo de la serie se reconocen un total de 5 de estos niveles, aunque los más importantes no quedan reflejados en la serie debido a que se ubican en un cubierto importante. El conocimiento que de ellos se tiene procede de las labores de una antigua explotación minera en cuya escombrera se han hallado fragmentos de rocas carbonatadas y pelíticas con cantos fosfatados.

La parte más alta de la serie se compone de pelitas bandeadas con finas capas de limos, y areniscas de grano fino a muy fino con "ripples" tractivos, que denotan ambientes de plataforma externa.

### **2.4.2.2.3.- Serie de Hojalora-Navalsordo.**

La serie se realizó por un arroyo afluente del río Hojalora en su margen izquierda, que es el afluente inmediatamente anterior al arroyo de Navalsordo. El final de la serie se sitúa en la desembocadura de este arroyo en el río Hojalora. Se encuentra situado en la parte N de la hoja de Abenojar (783), en el núcleo anticlinal del Domo de Abenojar.

## DESCRIPCION DE MATERIALES. (2.4.2. Fig. 1).

La serie se inicia con un potente tramo de pelitas bandeadas con alguna esporádica capa arenosa de reducido espesor y algún nivel desorganizado que en general son poco frecuentes. Se observan en estos materiales huellas de deformación por carga en las capas granulométricamente más gruesas, y en la parte más alta del tramo aparecen estructuras de tipo "mound" en litología "mudstone", de pequeño tamaño (0,4 m. de espesor y 1,5 m. de extensión lateral), que se hallan en el seno de pelitas bandeadas con limo.

Por encima tenemos una alternancia de capas calcáreas de reducido espesor (aproximadamente 10 cm.) con bases erosivas bastante irregulares, con litologías que varían de "grainstone" a "wackestone" con oolitos, con algún grano ocasional de cuarzo, que pasan rápidamente en vertical a "mudstones" y pelitas. La estratificación es de fina a muy fina, marcando en general un doble ciclo inicialmente positivo que pasa a ser negativo hacia el techo, para concluir en unas pelitas bandeadas con pasaditas de limos, con "ripples" y huellas de carga.

A esta altura de la serie se produce una entrada de materiales clásticos junto con pasaditas carbonatadas, y en conjunto se observa una sedimentación mixta a base de niveles de reducido espesor (máximo 20 cm.) que tienen bases erosivas, morfologías irregulares y granuloclasificaciones y donde se observan ocasionales estructuras tipo "hummocky". Sobre estos materiales encontramos unos 15 m. de calizas micríticas azules recrystalizadas y pelitas, con estratificación de gruesa a media y morfologías irregulares a onduladas y con HCS y oolitos dispersos, dando litologías "wackestones" ("mudstones" en la base). Este tramo concluye en pelitas.

En este punto se produce una incisión erosiva y una entrada de materiales terrígenos que la rellenan. En primer término aparecen calcarenitas granuloclasificadas, con cantos de cuarzo y oolitos, que presentan laminación cruzada planar a mediana escala y HCS, sobre las que se emplaza un conglomerado con cemento carbonatado que pasa en vertical a "floatstone" con granos de cuarzo, interpretado como niveles desorganizados en los que se producen canalizaciones preferentes de los granos dentro del evento a modo de diferentes "carpet traction". Esta capa concluye en un nivel poco potente de calizas oolíticas granuloclasificadas en litología que va de "wackestone" a "mudstone". Existen dos ciclos de tipo positivo en estas litologías, ambos de tipo positivo, el primero con un espesor de 2,5 m. y el segundo de 1 m.

A continuación encontramos un potente tramo de calizas masivas de color azul, en las que se intercala un banco de dolomias con estratificación media, muy irregulares, donde se observan estructuras HCS y "ripples". Las calizas se hallan muy recrystalizadas y parece que tengan fantasmas de oolitos, aunque en el campo no se puede observar con mucha claridad.

Intercalados en este tramo calcáreo existen además dos niveles de "mudstones" con cantos de cuarzo dispersos que ponen de manifiesto una importante inversión textural del sedimento. Esto podría ser interpretado como facies y depósitos de "washover" en un

entorno de plataforma interna-externa, en las proximidades de "shoals" clásticos de donde procederían los granos de cuarzo. En total el tramo con calizas tiene una potencia de 35 m.

La deposición carbonática concluye en este punto de la serie con la implantación de una sedimentación terrígena. Se trata de una alternancia de capas de arenas y pelitas donde se observan localmente la presencia de niveles con trazas algales y algún (muy pocos) nódulo fosfatado. La mayor parte del sedimento se compone de areniscas en estratificación fina y muy fina, junto con pelitas verdosas, donde se observan laminaciones de tipo "ripple" y HCS.

Estos materiales clásticos conforman un ciclo de tipo "thickening and coarsening upwards" irregular, que concluye en niveles arenosos y pelitas con estratificación gruesa para después formar un ciclo positivo igualmente irregular. La serie concluye por el efecto de una falla.

## **DESCRIPCION DE AMBIENTES.**

Los ambientes que se encuentran representados en la serie de Hojalora-Navalsordo en general oscilan entre depósitos de cuenca-plataforma distal y de plataforma proximal. Los primeros se encuentran en la base de la serie, y se componen de pelitas bandeadas con niveles de limos y alguna esporádica capa arenosa de reducido espesor. En este tramo que se supone el más profundo de la serie se encuentra localmente algún nivel "slumpizado" y, como dato importante, "mud mounds" carbonáticos de muy pequeña escala (0,5 m. de espesor y 1-2 m. de extensión lateral).

Las facies de plataforma proximal están básicamente compuestas por materiales carbonáticos con estructura HCS, y localmente "ripple", aunque no es posible asegurar si debido a oleaje.

### **2.4.2.3.- Reserva Fresneda. (2B)**

#### **2.4.2.3.1.- Introducción.**

En la propuesta de la tercera fase del proyecto Hespérica (1990-1993) se propuso el área denominada "Fresneda" dentro de la Reserva Provisional 2 de la anterior fase del proyecto como zona interesante para la prospección de fosfatos sedimentarios.

Cubre una superficie de 205 cuadrículas mineras (58,242 km<sup>2</sup>) y está situada en la parte meridional de la provincia de Ciudad Real. Se extiende por parte de las hojas topográficas 1:50.000 de Mestanza (836), Solana del Pino (861) y Santa Elena (862).

Esta zona corresponde a la parte más oriental del Valle de Alcudia, en el extremo suroriental de la "Reserva Provisional 2", y los reconocimientos geológicos llevados a

cabo durante las fases de trabajo anteriores permitieron identificar indicios de rocas fosfatadas en tramos relativamente potentes de zona. La escasez de datos geológicos generales de la zona y la necesidad de valorar unos indicios que, como los trabajos anteriores han mostrado, se extienden sobre una considerable extensión de terreno aconsejaron proponer la creación de esta reserva provisional. El objetivo prioritario de la investigación en esta reserva era, como en todas las solicitadas para el proyecto, la valoración de los indicios de rocas fosfatadas. Por ello en los estudios llevados a cabo se ha dado prioridad a los trabajos de carácter estratigráfico y sedimentológico con el objeto de identificar y definir las facies favorables y de establecer un modelo sedimentario a partir de estas y de sus relaciones con las facies asociadas.

Los trabajos de campo realizados en esta Reserva durante la tercera fase del proyecto Hespérica incluyen, de forma sintética:

- Reconocimiento geológico del área cubierta por la Reserva y de las zonas limítrofes, ya que pronto se puso de manifiesto que la escasa superficie cubierta por ella y la escasez de datos previos no permitiría sacar muchas conclusiones. Fué de gran utilidad la base geológica recopilada y elaborada en la tesis doctoral de F. Palero (1991), que supuso un ahorro considerable de tiempo.
- Simultáneamente al reconocimiento geológico se determinaron los lugares donde posteriormente se levantaron las columnas estratigráficas, se recogieron muestras de roca para hacer láminas delgadas y se muestrearon los tramos con indicios fosfatados para el análisis del contenido de P en forma de  $P_2O_5$ .
- Levantamiento de columnas estratigráficas de detalle, simultáneamente se continuó la recogida de muestras de roca para lámina delgada y para análisis de  $P_2O_5$ .

Posteriormente los trabajos de gabinete incluyeron estudios petrológicos de las láminas delgadas; la delineación, descripción e interpretación de las columnas sedimentológicas y su correlación; el estudio de las facies y el análisis de la cuenca. Se hizo especial hincapié en el estudio de los indicios fosfatados (morfología, textura, composición, asociaciones litológicas) y su relación con las facies que los contienen y la interpretación de estas facies a escala de la cuenca.

#### **2.4.2.3.2.- Geología.**

##### **2.4.2.3.2.1.- Introducción.**

La Reserva Fresneda está situada en el extremo oriental del anticlinario del Valle de Alcudia que está, a su vez, en el extremo suroriental de la zona Centroibérica.

Estratigráficamente los materiales precámbricos que afloran en esta zona en el núcleo del anticlinal pertenecen con seguridad al menos a 2 de las 3 series diferenciadas en el resto de la Reserva Hespérica original en informes anteriores.

Desde el punto de vista estructural todos estos materiales están afectados por al menos dos fases de deformación prehercínica y por las diferentes fases de la deformación hercínica en mayor o menor grado. Una fase de deformación compresiva intracámbrica separa mediante discondancia angular dos conjuntos de materiales precámbricos-cámbricos (?) con características estratigráficas y estructurales diferentes.

Aunque las características estructurales y estratigráficas generales de la zona ya han sido descritas en informes anteriores se ha hecho especial hincapié en los estudios estratigráficos y sedimentológicos que se han llevado a cabo de la forma más exhaustiva posible dentro de las limitaciones del cronograma. La estructura de la zona se ha descrito de una forma más general, analizando el efecto de las sucesivas fases de deformación sobre los materiales precámbricos.

##### **2.4.2.3.2.2.- Estratigrafía y sedimentología.**

###### **2.4.2.3.2.2.1.- Introducción.**

Estratigráficamente el Precámbrico del área incluida en la Reserva Fresneda se caracteriza por dos conjuntos de materiales separados por una discordancia angular y erosiva originada durante una fase de deformación intraprecámbrica. Estos dos conjuntos de materiales son equivalentes a las series I ("Domo Extremeño") y II ("Ibor-Navalpino") definidos por el equipo de trabajo del Proyecto Hespérica en la parte meridional de la zona Centroibérica.

Aunque no se prestó especial atención a los materiales incluidos en la serie más baja (Serie I o "Domo Extremeño") los datos recogidos indican que sus características litológicas, estratigráficas y sedimentológicas son similares a las que presentan regionalmente. Está representada por alternancias a escalas muy variables (en la potencia de las capas individuales y en la proporción de capas arenosas respecto a las pelitas) de pelitas y areniscas con características turbidíticas en la mayor parte de los afloramientos aunque localmente también aparecen facies desorganizadas de los mismos materiales ("Slumps", "Debris").

Los materiales incluidos aquí en la Serie II ("Ibor-Navalpino") abarcan una variedad no muy grande de litologías encuadradas sedimentológicamente casi todas ellas en facies de plataforma terrígena mas o menos distal, pero casi siempre por debajo de la acción del oleaje de buen tiempo. La inmensa mayoría de las series levantadas están constituidas por sedimentos terrígenos con tamaños de grano muy variables, desde fangos a conglomerados, aunque predominan los más finos. Los conglomerados y microconglomerados forman niveles asociados a areniscas y facies desorganizadas ("debris-mud flow") con una gran continuidad lateral que los hace muy útiles para el seguimiento de las estructuras.

Los carbonatos aparecen muy localmente pero tienen gran importancia por estar asociados directamente a los indicios de fosfato. Forman niveles discontinuos, de aspecto noduloso y potencias centimétricas a decimétricas. Son de grano fino y aparecen siempre asociados a facies terrígenas de grano muy fino. Las texturas deposicionales originales generalmente aparecen casi borradas debido a los procesos diagenéticos y epigenéticos que las afectan.

Las huellas de actividad orgánica encontradas hasta el momento en estos materiales son muy escasas y no permiten apenas precisiones, aunque un reconocimiento exhaustivo seguramente proporcionaría datos de gran interés. La mayor parte de las evidencias se han encontrado en los tramos mas altos de las series situadas al NE de la falla del Guijo. En relación con las alternancias pelítico-arenosas del tramo superior de la serie se puede ver en algunos niveles bioturbación y huellas de alimentación o reptación en la base de las capas arenosas. Los niveles carbonatados parecen estar relacionados con la actividad de algún tipo de alga y asociados a ellos se han identificado en láminas delgadas microorganismos de naturaleza incierta. Se han identificado además unos delgados niveles de aspecto lumaquélico donde se distinguen microorganismos milimétricos afines a los moluscos (arqueogasteropos ?). De ser cierta la asignación a este grupo de estos organismos nos permitiría datar estos niveles como próximos o en la base del Cámbrico. Faltaría por reconocer paleontológicamente la presencia del Precámbrico superior en la parte baja de la serie y confirmar así la equivalencia de al menos parte de estos materiales con la serie II o "Ibor-Navalpino".

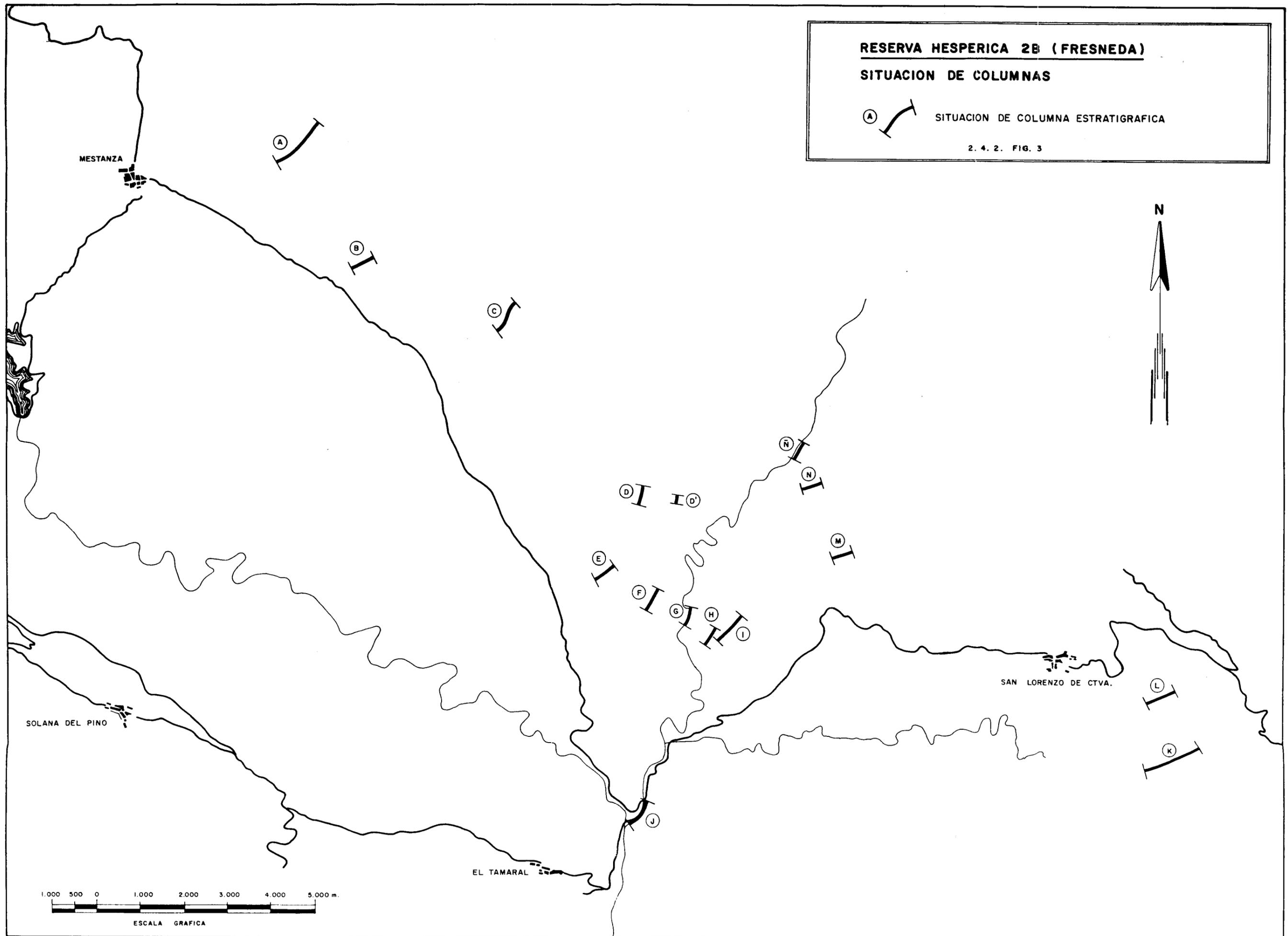
El hallazgo de indicios de fosfatos sedimentarios fué el motivo de la solicitud de esta Reserva y de que posteriormente se diese a los estudios estratigráficos y sedimentológicos una mayor importancia. Durante los trabajos de campo se puso de manifiesto la gran continuidad lateral del tramo con indicios fosfatados manteniendo también bastante uniformidad en la potencia. Sin embargo las leyes de los niveles muestreados son bajas (ver resultados de los análisis más adelante) y no se han encontrado concentraciones secundarias de mineral fosfatado con un posible interés económico. No parecen haberse dado las condiciones necesarias para la removilización del sedimento, con lavado del material pelítico y concentración posterior del mineral en algún tipo de trampa sedimentaria tal como sucede en los yacimientos de fosfato estudiados en otras áreas de la Reserva Hespérica (Horcajo de los Montes, Robledo del Mazo, Fontanarejo).

**RESERVA HESPERICA 2B (FRESNEDA)**

**SITUACION DE COLUMNAS**

(A)  SITUACION DE COLUMNA ESTRATIGRAFICA

2. 4. 2. FIG. 3



#### **2.4.2.3.2.2.2.- Descripción de las series.**

Las series levantadas se han agrupado en dos apartados según estén al NE o al SO de la falla del Guijo que constituye un límite estructural y paleogeográfico de gran importancia en esta zona. La situación de las series viene reflejado en el mapa anejo donde además se han situado los puntos de muestreo de roca para análisis de  $P_2O_5$ . (2.4.2. Fig. 3).

### **DESCRIPCION DE LAS SERIES AL SW DE LA FALLA DEL GUIJO**

#### **2.4.2.3.2.2.2.1.- Serie de la mina "La Gitana". (Serie A)**

La serie se realizó en los alrededores de la mina "La Gitana", situada a unos 4 km. al Este de Mestanza, iniciándose en el arroyo del Venero y concluyendo en las escombreras de la mina. (2.4.2. fig. 4).

### **DESCRIPCION DE MATERIALES.**

Los materiales que se encuentran en la serie, definen claramente tres tramos a gran escala, el primero es un tramo de conglomerados, arenas y limos (173 m.), que se halla en la base de la serie por encima de la discordancia basal.(173). Tiene una ciclicidad general de tipo positivo, mientras que internamente se halla compuesto por ciclos "thinning and finning upwards" con bases habitualmente erosivas y pasando transicionalmente a pelitas en su parte más alta.

La organización interna de los ciclos es muy variada, en la base predominan los materiales más gruesos que se corresponden con depósitos de "debris flow" de cantos gruesos en litologías conglomeráticas, arenosa y pelítica. o bien conglomerados masivos principalmente compuestos por cuarzo. En vertical estos conglomerados van intercalándose con pelitas y areniscas al tiempo que pierden potencia, aumentando los niveles arenosos en un seno pelítico. La parte más alta del ciclo corresponde a areniscas intercaladas con pelitas en estratificación media tendiendo a fina y muy fina hacia el techo y acabar en un tramo pelítico más o menos potente.

Una de las principales características que se observa en la ciclicidad, es la presencia de niveles desorganizados tipo "debris flow" que suelen hallarse hacia la base del ciclo en las granulometrías más gruesas, y otros que no se hallan hacia la base se corresponden con depósitos caóticos principalmente pelíticas, con algún clasto de cuarzo disperso.

En este tramo basal se contabilizan un total de 11 ciclos correspondiendo la casi totalidad de ellos a ciclos positivos, y que de forma conjunta describen un megaciclo positivo.

El segundo tramo a gran escala que se halla en la serie, es un potente tramo pelítico que

se conforma con una litología pelítica con pasaditas de menos de 1 cm. de areniscas con laminación "ripple" y huellas de carga, pseudonódulos, fluidificación, etc., que se han denominado genéricamente pelitas bandeadas. Se incluye en este tramo una serie de niveles caóticos, con algunas pasaditas arenosas en la base del tramo (66 m.), en la que no se ha detectado la presencia de conglomerados.(66.4).

El grueso del tramo corresponde a pelitas masivas (315 m.), con alguna intercalación más arenosa con niveles de areniscas de menos de 10 cm. de espesor, en tramos que no superan la decena de metros.

El tercer tramo de la serie representa una nueva fase de sedimentación clástica con niveles conglomeráticos y arenosos con pelitas (61 m.), organizados en ciclos positivos y con bases erosivas. La ciclicidad del tramo no queda suficientemente clara al estar en su mayor parte cubierto por materiales de una escombrera.(61)

#### **2.4.2.3.2.2.2.- Serie del Burcio. (Serie C).**

La serie se realizó por un arroyo, afluente del Arroyo del Encinarejo, en las proximidades del Cortijo del Burcio. Este Cortijo se sitúa a unos 9 km. al SE del pueblo de Mestanza y al N de la carretera de Mestanza-El Hoyo de Mestanza, aproximadamente a la altura del km. 11. (2.4.2. Fig. 6).

#### **DESCRIPCION DE MATERIALES.**

La base de la serie no se reconoce exactamente debido a que el contacto inferior se halla tectonizado y cubierto, por lo que se inicia en el primer resalte conglomerático. Este resalte representa la base de un potente tramo conglomerático, arenoso y pelítico (158 m.) en el que se reconocen un total de 11 ciclos "thinning and finning upwards" que hacia el techo del tramo van ganando primero en porcentaje de arenas y limos en detrimento de los materiales conglomeráticos a nivel de tramo; así los ciclos superiores tienen menor proporción de conglomerado respecto a la proporción de arenas y pelitas que los ciclos basales, donde se verifica la relación inversa.

Este tramo concluye con un importante nivel caótico emplazado sobre un conglomerado con base erosiva y laminación cruzada planar a gran escala y coronado (a techo del nivel caótico) por un nivel de arenisca de 1 m. de espesor que presenta una serie de Bouma truncada en su base.

Encima tenemos un importante tramo de pelitas bandeadas (217 m.), con pasaditas delgadas de arenisca donde ocasionalmente se observan "climbing ripples", "starved ripples" y "collapsed ripples", con huellas de carga, pseudonódulos y fluidificaciones. Se observan intercalados, y con mayor incidencia hacia la parte alta del tramo, niveles donde el tamaño de grano de las pelitas es ligeramente superior, sin llegar a definir

tramos arenosos que a final del tramo pasan a materiales arenosos que ya pertenecen al tramo superior.

El tramo superior (100 m.) se compone de materiales arenosos y pelíticos en ciclos tipo negativo-positivo, contabilizándose tres de estos ciclos y en los que se han observado HSC ( Hummocky cross stratification) y SCS ( Swaley cross stratification ) así como laminación "ripple" aparentemente de oscilación, aunque no queda demasiado claro.

#### **2.4.2.3.2.2.3.- Serie del Hoyo.(Serie B)**

Se localiza a unos 6 km. del pueblo de Mestanza, hacia el Este y en las proximidades del km. 7 de la carretera de Mestanza al Hoyo de Mestanza. (2.4.2. Fig. 5).

#### **DESCRIPCION DE MATERIALES.**

La serie del Hoyo es una serie muy parcial que tan solo muestra la parte inferior conglomerática de los materiales de la serie superior. Se inicia en las proximidades de la discordancia basal, pero ésta no aflora, y además se supone ligeramente tectonizada.

La serie es básicamente conglomerática (143 m.), no presenta organización de base a techo de la misma y se compone de una sucesión de ciclos de tipo "thinning and finning upwards" con mayor o menor porcentaje de finos (pelitas).

Se contabilizan un total de 10 ciclos a lo largo de la serie que a "grosso modo" van ganando en contenido pelítico hacia el techo de la misma pudiéndose caracterizar como superciclo positivo aunque lo reducido de la serie no permite mayor precisión. Estos ciclos se conforman de una sucesión ideal que contendría un tramo basal depositado sobre una base erosiva, compuesto por materiales gruesos que pueden ir desde un nivel caótico de bloques a un conglomerado de cuarzo "grain supported" con alguna laminación cruzada planar de gran ángulo, al que sigue una alternancia de areniscas y "shales" donde se observan laminaciones "ripple" y HCS o SCS.

Entre los conglomerados basales y las areniscas y "shales" es posible hallar niveles desorganizados "mud supported" bien compuestos de cantos blandos o bien de granos de cuarzo dispersos en la matriz pelítica.

El final del ciclo corresponde a una alternancia de areniscas-"shales" en estratificación de fina a muy fina para concluir con un tramo pelítico superior que es el final del ciclo.

Esta organización interna de los ciclos positivos resulta realmente interesante ya que presenta la estructura propia de los sismoeventos, es decir, un tramo basal de bloques, seguido de un tramo potente de conglomerados que erosionan al tramo basal y que pasa en vertical a arenas gradadas - pudiéndose encontrar entre ambos un nivel pelítico caótico asimilable al tramo de cantos blandos en un sismoevento - para concluir en una típica serie de Bouma, que en el caso que nos concierne se asimilaría a las alternancias

superiores con estratificación fina.

#### **2.4.2.3.2.2.2.4.- Serie de Cantosblancos II. (Serie D)**

En la zona de Cantosblancos se han levantado dos series que llevan ese nombre y situadas muy próximas una de otra, la localidad se sitúa a unos 19 km. del pueblo de Mestanza en dirección SE. (2.4.2. Fig. 7).

#### **DESCRIPCION DE MATERIALES**

La base de la serie se encuentra sobre una clara discordancia entre los materiales estudiados y la serie infrayacente. La peculiaridad principal de la serie reviste en la práctica ausencia de materiales conglomeráticos, quedando reducidas las litologías representadas a areniscas y limos que conforman un megaciclo de tipo positivo, ordenado internamente por ciclos de "thinning upwards".

En esta serie se pueden diferenciar dos tramos; uno basal (105 m.), depositado inmediatamente sobre la discordancia y compuesto por materiales arenosos intercalados con pelitas y el segundo tramo (167 m.), donde solo se observan materiales pelíticos.

En el primer tramo se han contabilizado un total de 9 ciclos "thinning upwards", ya que no se ha podido verificar una disminución en el tamaño de grano a lo largo de un ciclo individual, que normalmente presentan bases erosivas en la base del ciclo, ya que a medida que ascendemos en él, van perdiendo potencia los niveles arenosos ganando en contenido pelítico. Otra de las principales variaciones verticales, a nivel de megaciclo, es la progresiva disminución de la relación arenisca/limo desde los ciclos basales hacia los más altos, teniendo los ciclos inferiores una estratificación de masiva a gruesa, y los más altos una estratificación de gruesa a muy fina.

Una de las pocas variaciones litológicas que se presentan en este primer tramo la tenemos intercalada en el cuarto ciclo de esta serie, que en un "debris flow" de cantos-bloques de tan solo 1 m. de espesor.

El segundo tramo se compone exclusivamente de pelitas bandeadas por pequeños niveles de arenas muy finas, con un espesor menor de 1 cm.

#### **2.4.2.3.2.2.2.5.- Serie de Cantosblancos I.(Serie D')**

#### **DESCRIPCION DE MATERIALES. (2.4.2. fig. 19).**

La base de la serie no se reconoce en este punto ya que se halla cubierto, pero el inicio del corte lo situamos en el único nivel conglomerático que se encuentra en la parte baja

de la serie y que se supone muy próximo a la discordancia basal. La casi totalidad de la serie se compone de materiales arenosos iniciándose con unos conglomerados poco potentes al que siguen unas areniscas que presentan una estratificación gruesa y muy gruesa, que pasan en vertical a estratificación media y fina, describiendo un ciclo positivo que concluye en un nivel desorganizado de tipo "slump-debris". Tras este primer ciclo se encuentran dos ciclos del mismo signo, solo que en estratificación de media a muy fina, y sin tramos conglomeráticos ni caóticos, que concluyen con un tramo pelítico.

Sobre el tramo pelítico encontramos unas areniscas en estratificación de gruesa a fina, que describen un ciclo negativo-positivo, que se acuña lateralmente, aunque no a escala de afloramiento, y en el que se han observado estructuras SCS y "ripple". Hacia el techo estos materiales evolucionan a pelitas con alguna capa arenosa delgada, concluyendo la serie en un nivel caótico tipo brechoide-"debris flow".

Esta serie presenta muchos problemas de correlación , debido a interferencias por fallas, con lo que no se reconoce exactamente su posición tectónica , aunque es posible distinguir la presencia del tramo 1 y la base del tramo 2 representada por niveles desorganizados .

#### **2.4.2.3.2.2.2.6.- Serie de Casa Pinchino. (Serie E)**

La serie se halla a unos 21 km. en dirección SE del pueblo de Mestanza, la base se halla en proximidades del Arroyo de Castillejos y el techo cerca de la casa de Pinchino.

#### **DESCRIPCION DE MATERIALES**

La serie es muy parcial ya que en élla se encuentran representados tan solo los tramos pelíticos y el primer ciclo de la arenisca intermedia. (2.4.2. Fig. 8).

El primer tramo (150 m.) se compone exclusivamente de pelitas bandeadas, con alguna pasada de arenisca poco potente ( menos de 10 cm.) con carácter casi anecdótico. Estas pelitas verticalmente pasan a una alternancia de areniscas y pelitas (48 m.) en niveles muy finos ( menos de 10 cm.), donde se observaron laminaciones "ripple". El tercer tramo (26 m.) lo conforman conglomerados, areniscas y pelitas, que presentan morfologías canaliformes, barras progradantes y niveles arenosos y donde se observaron laminaciones cruzadas planares a gran escala y gran ángulo, HCS y SCS ,laminaciones de tipo "ripple" de oscilación , así como estructuras sigmoidales típicas de un ambiente mareal y pistas orgánicas en la base de algunas capas arenosas.

#### **2.4.2.3.2.2.7.- Serie de Castillejod.(Serie F)**

La serie se sitúa a unos 23 km. al SE del pueblo de Mestanza, y se realizó transversalmente al arroyo de Castillejos.

#### **DESCRIPCION DE MATERIALES**

Esta serie se compone de un gran tramo pelítico, que se halla sobre unas areniscas masivas y niveles caóticos que definen un primer tramo (20 m.) (2.4.2. fig. 9)..

La base de la serie no aflora, iniciándose ésta en un punto algo alejado de la discordancia basal. En primer lugar vemos unas areniscas que afloran mal y en las que no se observan estructuras, sobre las que se halla un tramo desorganizado de bloques y cantos que pasan rápidamente a pelitas.

El tramo pelítico (298 m.) se compone de pelitas bandeadas, en las que se han distinguido un tramo de poca potencia con pasaditas arenosas más gruesas, pero menores a 5 cm. para proseguir con una deposición pelítica hasta el final de la serie.

#### **2.4.2.3.2.2.8.- Serie del río Fresneda. (Serie G)**

La serie se realizó por el margen izquierdo del río Fresneda, entre los barrancos de Pilancones y el arroyo de Castillejos aproximadamente, y se halla situada a unos 24 km. al SE de Mestanza. (2.4.2. fig. 10).

#### **DESCRIPCION DE MATERIALES**

La serie en estudio se inicia con unas alternancias de areniscas y pelitas que pasan rápidamente a pelitas bandeadas. Estas areniscas corresponden a la parte alta de un ciclo positivo incompleto . En el seno de las pelitas se halla un nivel desorganizado, conformado por bloques y granos de cuarzo en una matriz pelítica.

Tras este tramo tenemos de nuevo un nivel desorganizado tipo "debris flow", coronado por una capa arenosa potente, que en conjunto aparenta un sismoevento, al que se superpone un tramo de pelitas bandeadas, y un nuevo nivel caótico con bloques replegados en una matriz pelítica, que pasa en vertical a alternancias de pelitas bandeadas y niveles de arenisca poco potentes, donde se observan huellas de carga y laminación "ripple". Estas areniscas forman un ciclo positivo que concluye en un potente tramo de pelitas bandeadas.

La parte alta de la serie se conforma de dos ciclos positivos de alternancias pelítico-arenosas separadas entre sí, por pelitas bandeadas, concluyendo la serie en un potente tramo conglomerático. Estos conglomerados tienen bases fuertemente erosivas,

en bancos masivos de 90 a 40 cm. de espesor y con niveles arenosos intercalados y parcialmente erosionados por el evento suprayacente. En general este tramo marca un ciclo positivo, aunque no muy claro debido a las frecuentes amalgamas entre niveles conglomeráticos.

#### **2.4.2.3.2.2.9.- Serie de la Colmena I.(Serie H)**

En el Barranco de la Colmena se realizaron dos; series una en la parte baja del barranco (Serie I) y otra en la parte superior (Serie II), este arroyo es afluente del barranco de los Pilancones, donde se ubica la base de la serie de la Colmena I .

Se halla situada a unos 25 km. al SE del pueblo de Mestanza y a 9 km. al N del pueblo de El Hoyo de Mestanza.

#### **DESCRIPCION DE MATERIALES**

La discordancia basal no se reconoce en el corte estratigráfico por lo que no queda clara su posición, aunque se sabe que la discordancia y el inicio de la serie no se hallan alejados. (2.4.2. Fig. 11).

En primer término tenemos cuarenta metros de conglomerados, areniscas y niveles desorganizados que conforman un gran ciclo positivo, que concluye con un tramo bastante potente (25 m.) de sucesivos niveles de "debris flows" muy pelíticos. Sobre ellos tenemos un tramo de pelitas bandeadas y un nivel de arenisca granuloclasificada con cantos de cuarzo dispersos y con características "matrix supported". Por encima tenemos un potente tramo pelítico que concluye al llegar a una fractura que se observa en foto aérea, y que en total tiene unos 220 mts. de potencia.

La ciclicidad general de la serie es claramente positiva ya que pasa gradualmente de conglomerados "grain supported" a areniscas y pelitas con un tramo caótico intercalado, y a "debris flows", concluyendo en el potente tramo pelítico.

#### **2.4.2.3.2.2.10.- Serie de la Colmena II.(Serie I)**

#### **DESCRIPCION MATERIALES. (2.4.2. Fig. 12).**

La serie se inicia con unos materiales conglomeráticos basales que por debajo tienen unas pelitas, de las que se desconoce su potencia al estar limitadas por fallas. El tramo basal conglomerático (26 m.) tiene como particularidad el de presentar laminaciones cruzadas a gran escala así como bases erosivas, que en vertical pasan a areniscas donde

se observan laminaciones tipo "ripple", "scours" erosivas y canalizaciones rellenas por alternancias de areniscas y limos.

En vertical evolucionan hacia unas pelitas bandeadas (167 m.) con pasaditas de arenisca de menos de 2 cm. de espesor, donde se observan "ripples", trenes de "ripples" tipo "starved", abundantes huellas de carga y laminación convoluta. Existen cuatro niveles desorganizados-caóticos intercalados en estas pelitas.

A continuación tenemos dos ciclos de tipo negativo-positivo (de 10 y 25 mts. respectivamente) definiendo ciclos "thickening and coarsening upward" que evolucionan verticalmente a ciclos "thinning and finning upwards". El tramo de granulometrías más gruesas corresponde a niveles conglomeráticos que tienen bases erosivas y laminaciones cruzadas planares a gran escala. Son frecuentes en estos materiales los acuñamientos laterales, así como en las litologías finas la presencia de HCS y SCS con "ripples".

Estos dos ciclos tienen encima un tramo pelítico (24 m.) para volver a presentarse un tramo conglomerático (33 m.) esta vez más potente, con bases erosivas, y niveles desorganizados, que define en conjunto un ciclo positivo junto con las areniscas y alternancia de areniscas y pelitas que se encuentran sobre los conglomerados. Este ciclo evoluciona hacia pelitas bandeadas (45 m.) donde concluye la serie al llegar a una falla.

## **DESCRIPCION DE LAS SERIES AL NE DE LA FALLA DEL GUIJO**

### **2.4.2.3.2.2.2.11.- Serie de Huertajuanilla.(Serie Ñ)**

La serie se realizó por el margen derecho del río Fresneda a unos 7 km. al NW de San Lorenzo de Calatrava.

### **DESCRIPCION DE MATERIALES. (2.4.2. fig. 13 y 2.4.2. Fig. 18).**

La base de la serie se observa bien con la discordancia basal claramente definida, sobre la que encontramos unos 5 m. de areniscas masivas, con estratificación ondulada, y en las que no se aprecian estructuras internas. Por encima encontramos un tramo pelítico potente (80 m.) que incluye unos niveles carbonatados con trazas algales e indicios de fosfato.

La parte superior de la serie se compone de pelitas con nódulos, que ya no tienen indicios de fosfato. Se trata de un potente nivel pelítico (154 m.) que en vertical va ganando en tamaño granulométrico hasta llegar a una alternancia de areniscas y pelitas en estratificación fina a media y más arriba encontramos areniscas y pelitas en estratificación de media a gruesa, donde se han observado huellas de bioturbación HCS y SCS así como laminación de tipo "wave ripple".

La parte superior de la serie describe un superciclo de tipo "thickening and

coarsening upwards" (54 m.), concluyendo con algunos niveles conglomeráticos que se hallan directamente por debajo de la discordancia infraordovícica.

#### **2.4.2.3.2.2.12.- Serie de la Gargantilla.(Serie N)**

La serie se realizó en el barranco de la Gargantilla en las proximidades de la Casa de Napoleón, situada a unos 6 km. al NW de San Lorenzo de Calatrava.

#### **DESCRIPCION DE MATERIALES. (2.4.2. Fig. 17).**

La serie se inicia inmediatamente sobre la discordancia basal y los primeros materiales que encontramos son unos cinco metros de areniscas masivas en los que se aprecia una estratificación ondulada. Tras estas areniscas sigue un tramo pelítico que concluye en un nivel de conglomerado "grain supported" de reducido espesor (0.3 m.), y que se acuña lateralmente a escala de afloramiento. Por encima de estos materiales tenemos unas pelitas poco potentes para llegar al primer nivel con indicios de fosfato, compuesto por calizas con trazas algales y nódulos de fosfato y pelitas con nódulos que conforman un ciclo positivo de unos 2 m., sobre los que encontramos de nuevo unas pelitas y otro nivel de calizas con trazas algales, nódulos de fosfato y pelitas con fosfato, que presentan una potencia de 6,5 m. y que parece formar un ciclo negativo. Sobre este nivel se halla otro tramo pelítico bastante potente para de nuevo encontrar un nivel con indicios de calizas algales y pelitas con nódulos que en general denota un ciclo positivo. Esta tendencia se continúa varias veces del siguiente modo: un nuevo nivel de indicios de 7,5 m. y ciclicidad poco clara, pelitas, nivel de indicios 7 m., pelitas y 2 m. de niveles con indicios y calizas.

En este punto concluye la presencia de niveles con indicios y se implanta una sedimentación pelítica que representa un tramo importante (147 m.), pasando verticalmente a pelitas y limos bandeados con areniscas en pasaditas muy finas, que pasan transicionalmente a alternancias de pelitas y areniscas en estratificación fina a media y posteriormente a areniscas y pelitas en estratificación media a gruesa, con laminaciones HCS y SCS y "ripple". Estas areniscas conforman el techo de un superciclo negativo, ya que el resto de la serie se halla cubierto, siendo las ciclicidades presentadas en este tramo arenoso de tipo negativo.

#### **2.4.2.3.2.2.2.13.- Serie de la Casa de la Huerta.(Serie M)**

Se sitúa a unos 5 km. al WNW de San Lorenzo de Calatrava, sobre el Barranco de la Gargantilla.

#### **DESCRIPCION DE MATERIALES. (2.4.2. fig. 16).**

La serie se inicia sobre la discordancia basal, comenzando la sedimentación de los materiales estudiados con un tramo de areniscas, donde se han identificado HCS y SCS, laminaciones cruzadas planares a mediana escala, laminaciones onduladas y "ripple" de tipo tractivo que conforman ciclos irregulares. Sobre ellas que encontramos un potente tramo de alternancias de areniscas y pelitas en estratificación de fina a muy fina, en lo que se representa como tres ciclos positivos, formando en general un megaciclo positivo desde la base de la serie (53 m.) y concluyendo en pelitas.

En este punto encontramos el primer nivel de indicios de fosfato con calizas algales y pelitas con nódulos fosfatados que describen un ciclo positivo, sobre los que se presentan unas pelitas a las que sigue un nivel de conglomerado con base erosiva y reducida potencia.

Por encima del conglomerado se encuentran nuevos niveles con nódulos de fosfato y calizas con trazas algales, aunque afloran muy mal, y no se pudo continuar la serie debido a esta escasez de afloramientos.

En las proximidades de este corte se ha localizado un nivel con restos fósiles en la misma posición estratigráfica que el hallado en el corte de Fuentepizarra.

#### **2.4.2.3.2.2.2.14.- Serie de Fuentepizarra. (Serie L)**

La serie se realizó desde el arroyo de Fuentepizarra hacia el NE y se halla situada a unos 3 km. al E de San Lorenzo de Calatrava.

#### **DESCRIPCION DE MATERIALES. (2.4.2. Fig. 15).**

La base de la serie no queda suficientemente clara en relación con los niveles con indicios y las areniscas superiores, debido a que existe una falla que no permite una correcta situación. A pesar de ello se reconoce la discordancia, un tramo pelítico de aproximadamente 200 m. de espesor y las tres barras conglomerático-arenosas en la continuidad con el corte estratigráfico descrito a continuación.

La serie se inicia en el primer tramo con calizas algales e indicios de fosfato que aflora en el arroyo y que tiene unos 8 m. de espesor, la ciclicidad que presenta es de tipo negativo. Sobre estas calizas se encuentra un tramo de pelitas que no aflora demasiado bien, para llegar a otro tramo de calizas con trazas algales con nódulos de fosfato y

pelitas con indicios que concluyen en un tramo potente de pelitas. Esta sucesión vuelve a repetirse dos veces más, siendo la última algo diferente ya que en ella se han localizado restos fósiles (nivel de la ermita de Fuentepizarra) que actualmente se hallan en estudio. Aunque no tenemos datos definitivos sobre su edad, un primer examen de la fauna parece indicar que nos encontramos ya en la base del Cámbrico ( Liñán E. Com.pers.).

La serie continúa con un potente tramo pelítico (147 m.) compuesto por pelitas bandeadas que en vertical pasan transicionalmente a alternancias de pelitas y areniscas en estratificación de muy fina a fina. Con posterioridad aumentando a estratificación media a gruesa, conformando el tramo arenoso-conglomerático superior (60 m.). En este tramo se han observado HCS y SCS, laminaciones cruzadas planares a gran escala, marcas de bioturbación; "ripples" de oscilación, etc. siendo identificados un mínimo de 4 ciclos de tipo "thickenning and coarsening upwards".

#### **2.4.2.3.2.2.15.- Serie de las Hocecillas. (Serie K)**

La serie se realizó por el arroyo de las Hocecillas que se halla a unos 4 km. al Sur de San Lorenzo de Calatrava.

#### **DESCRIPCION DE LOS MATERIALES. (2.4.2. Fig. 14).**

La serie de las Hocecillas es de la más completa que existe en todo el valle de Alcudia, y representa el eslabón que correlaciona y determina la relación existente entre los dos dominios básicos del estudio, las zonas separadas por la falla del Guijo.

En la base se encuentra la discordancia basal e inmediatamente encima tenemos un grupo de materiales arenosos (15 m.) bastante masivos que conforman un ciclo positivo al que sigue un potente tramo pelítico (170 m.), dentro del cual se hallan unos 30 m. de alternancias entre areniscas y pelitas, donde se ha identificado SCS y laminación "ripple" de tipo tractivo, y "wave".

Sobre este tramo pelítico encontramos un ciclo negativo-positivo que va de areniscas y pelitas en estratificación de fina a media, concluyendo en un tramo de conglomerados para describir desde ahí un ciclo positivo con algún lentejón conglomerático intercalado de poca potencia (65 m.), base erosiva y acuñándose a escala de afloramiento, que finaliza en un tramo pelítico bastante potente (90 m.).

Por encima se encuentra un potente tramo clástico (128 m.) que conforma los dos importantes resaltes a nivel paisajístico, en los que se reconocen dos megaciclos, el primero de tipo negativo-positivo, y el segundo positivo. Están siempre formados por ciclos de menor rango de tipo positivo, contabilizándose un total de cinco ciclos; los cuatro primeros ciclos corresponden al primer resalte y uno a último. Ambos resaltes se hallan separados por un tramo semicubierto que se supone de litología

predominantemente pelítica, con intercalaciones arenosas en estratificación de media a fina.

Sobre el último tramo conglomerático-arenoso aparecen los niveles de calizas con trazas algales y nódulos de fosfato, que se presentan entre tramos pelíticos de diversas potencias, se han contabilizado cinco eventos fosfáticos, con unas ciclicidades poco definidas. Se hallan por debajo de un potente tramo pelítico (100 m.) que marca el final de la serie, sin haber alcanzado las areniscas superiores, posiblemente debido en parte a la erosión infraordovícica, que dismanteló los materiales más altos de la serie, y en parte por estar cubiertos por los coluviones producidos por la meteorización y erosión de los relieves cuarcíticos ordovícicos.

#### **2.4.2.3.2.2.3.- Descripción de facies y ambientes.**

En la zona estudiada se han levantado un total de 15 secciones estratigráficas. Después de establecer la correlación entre ellos, han llevado a la identificación de 6 tramos importantes que conformarían la serie tipo de los materiales sometidos a estudio, Plano 7. Estos tramos de base a techo son:

- Tramo 1.- Se trata de una sucesión clástica conglomerático-arenosa, que se deposita inmediatamente sobre la discordancia basal.
- Tramo 2.- Corresponde a materiales pelíticos.
- Tramo 3.- Se compone de un número indeterminado de niveles conglomerático-arenosos.
- Tramo 4.- Es el que contiene los indicios de fosfato y se compone de pelitas y calizas algales.
- Tramo 5.- Es un tramo pelítico.
- Tramo 6.- Es un tramo pelítico-arenoso que pasa en vertical a ser arenoso-conglomerático.

Estos tramos fueron definidos en base a una serie de criterios lito-estratigráficos, sedimentológicos y presentan unos contactos entre sí relativamente netos. Los tres primeros tramos se encuentran principalmente al S de la falla del Guijo, mientras que al N de la misma predominan los afloramientos de los tres últimos tramos (4,5 y 6).

Sedimentológicamente el tramo 1 presenta facies de plataforma siliciclástica, con niveles arenosos y conglomeráticos ordenados según ciclos "thinning and fining upwards" interpretados como de profundización y en los que se ha detectado la presencia de "hummocky cross stratification" (HCS) y "swaley cross stratification" (SCS), así como

laminaciones "ripple" de tipo tractivo. En la parte baja de los ciclos se presentan frecuentes niveles conglomeráticos con bases erosivas y ocasionalmente laminaciones cruzadas planares. Otros materiales destacables son los niveles desorganizados de tipo "debris flow", que se emplazan bien en la base del ciclo, donde representan las granulometrías más gruesas del ciclo (tipo brechas), o bien en la parte media del ciclo, donde presentan una granulometría sustancialmente menor.

Los materiales más proximales de cada ciclo corresponderían a la base de los mismos, donde se tienen unas granulometrías gruesas, con bases erosivas y algunos niveles conglomeráticos progradantes sobre la superficie de erosión. Se interpretan como eventos canalizados, con un cierto componente migratorio ("shifting"), no demasiado acusado, pero que puede originar una cierta ciclicidad de tipo negativo.

La presencia de HCS y SCS, en las partes medias y granulométricamente más finas del ciclo, unido al aspecto general de los materiales, da a entender que se trataría de facies correspondientes a una plataforma interna, es decir, depósitos sedimentados por encima del nivel de base de acción del oleaje de mal tiempo, en la parte media del ciclo, mientras que la parte más alta, en tránsito vertical hacia las pelitas, correspondería a un dominio de plataforma distal externa, con la presencia de materiales arenosos de carácter turbidítico, exentos de la tipología y ciclicidades propias de las series turbidíticas de cuenca profunda o lóbulos. Estas capas se organizan como niveles turbidíticos disarmónicos e internamente mal estructurados, siendo interpretados como las facies más distales de eventos tempestíticos en la plataforma.

En conjunto el tramo 1 asocia niveles canalizados y progradantes con niveles desorganizados y caóticos que a menudo presentan una organización interna de los ciclos positivos, semejante a un verdadero sismoevento, y que en este caso podrían ser interpretados como pequeños pulsos tectónicos subsidentes que originan esta peculiar configuración. Este tramo 1 correspondería a un área de transporte-sedimentación con predominio de eventos ligeramente canalizados, afectados por pulsos tectónicos, que en general conforman un megaciclo positivo.

El tramo 2 corresponde en todas las series a una fase de relleno pelítico, con algunas intercalaciones de tramos menores más arenosas. En general la deposición clástica se reduce a niveles muy delgados de arenas muy finas y "silts" en capas que no superan el cm. de espesor, este tramo ha sido indentificado en la práctica mayoría de las series.

En las series al Sur de la falla del Guijo la base de este tramo correspondería a una fase donde domina la deposición debida a fenómenos de inestabilidad reflejados en el registro sedimentario por niveles caóticos posiblemente, fruto de pulsos tectónicos y/o subsidentes. Se conforma este tramo desorganizado por niveles de "debris flow" y "mud flow" que tienen una matriz pelítica en la que se hallan flotando nivelillos arenosos delgados y replegados, así como cantos de cuarzo ( que oscilan entre granulometrías de grava fina a microconglomerado) y donde predomina el porcentaje de pelitas. Estas litologías tienen como origen el material susceptible de ser erosionado y redepositado del que se dispone en el sustrato de la cuenca en el momento de producirse la inestabilidad.

El ambiente de formación al que se atribuyen estas pelitas es el de una plataforma distal fangosa, presentado un mínimo influjo de material clástico de procedencia tempestítica en sus facies más externas en las que se han identificado laminación tipo "ripple" de tracción más decantación.

El tercer tramo corresponde de nuevo a una entrada de materiales clástico gruesos quedando clara la presencia de niveles canalizados de litología conglomerática, así como la existencia de barras progradantes, en idénticas litologías. Sobre las bases erosivas existen niveles de "lags" conglomeráticos que rápidamente pasan en vertical a niveles arenosos intercalados con pelitas, conformando en general ciclos de tipo positivo. En estos materiales se han observado estructuras HCS y SCS, por lo que se determina el ambiente sedimentario como correspondiente a una plataforma proximal situada por debajo del límite de acción del oleaje de buen tiempo. Localmente se han reconocido estructuras de tipo sigmoide, y "wave ripple", con lo que se determina la existencia de un "nearshore", que coexisten con estructuras HCS y SCS.

Este tramo presenta niveles canalizados y canaliformes por lo que se puede plantear como correspondiente a un área de transporte-sedimentación, siendo las areniscas suprayacentes facies de eventos tempestíticos que pasan a pelitas distales, marcando por tanto secuencias de profundización.

Estos tramos (1,2 y 3) tienen una importante variación lateral, no tanto de facies como en potencias, aunque al Sur de la falla del Guijo se presentan en niveles claramente diferenciados. El tramo 1 presenta una variación lateral de facies y acuñamiento progresivo que va desde los niveles canalizados conglomeráticos (presentes en las series de "La Gitana", "Burcio", "El Hoyo". etc) a ciclos arenosos ( que se presentan en las series de Cantosblancos I y II, Fresneda, La Colmena I y II y las Hocecillas), hasta desaparecer a lo largo del trazado de las capas por la parte N de la zona definiendo un "onlap" hacia el W con la superficie basal discordante.

El tramo 2 es siempre pelítico y va perdiendo los niveles basales desorganizados hacia el Este (al Sur de la falla), a la vez que diversos tramos arenosos en las partes media y alta que van apareciendo en la misma dirección, hasta llegar al corte de Las Hocecillas. A partir de ahí va disminuyendo su potencia por el trazado N de los materiales en dirección a la serie de Huertajuanilla donde llega a desaparecer, definiendo un "onlap" con la superficie basal.

El tramo 3 se presenta en todas las series a excepción de Huertajuanilla, siendo más potente al SW de la falla del Guijo. Este tramo sufre una amalgama de niveles, quedando reducido a dos y cuatro resaltes conglomeráticos en el área de Hocecillas-Fuentepizarra, y desde ahí, al N de la falla, sufrir una pérdida de potencia y acuñamiento hasta casi desaparecer en la Gargantilla y Huertajuanilla donde solo se tiene una potencia de unos 5 mts. Presenta en general un superciclo de tipo negativo y tiene una cierta progradación en dirección aproximada N. En este tramo se han observado localmente estructuras de tipo sigmoidal y por tanto nos encontraríamos en un ambiente intramareal donde la acción de las tormentas es importante, ejerciendo un retrabajamiento de los materiales allí depositados.

El tramo 4 de la serie ideal tan solo se halla presente en el área situada al N de la falla del Guijo y supone una etapa de estabilidad tectónica y homogeneización sedimentaria, representada como un nivel transgresivo, a escala de toda la cuenca. Se trata de un tramo muy homogéneo en cuanto a facies, potencia y situación estratigráfica, y cuya principal característica es la de presentar indicios de fosfato, razón por la cual se le dedicará una mayor atención más adelante, en este mismo informe.

El tramo 5 viene representado como un tramo pelítico que va ganando verticalmente en contenido arenoso, con niveles muy finos de menos de 1 cm. de limos arenosos y que ha sido interpretados como facies de prodelta en ambientes de plataforma distal. Hacia el techo y transicionalmente pasan a las areniscas del tramo 6. En conjunto los tramos 5 y 6 representan una fase progradante de plataforma siliciclástica que se interpreta como una secuencia de somerización. Comienza con facies de plataforma distal pelítica con nivelillos de arenas muy finas, cuyo origen está en las fases más diluidas y distales de eventos tempestíticos en la plataforma, para evolucionar en vertical hacia facies propiamente de plataforma dominada por tormentos, con posibles retoques por oleaje de buen tiempo, aunque este dato no ha sido suficientemente comprobado por lo que se puede atribuir a una facies de plataforma distal cerca del límite de acción de las tormentas e incluso a facies de plataforma proximal y de "nearshore".

Las facies más proximales que deberían hallarse a techo del tramo 6, no afloran en ningún punto de la estructura, por hallarse erosionada por la discordancia infraordovícica.

#### **2.4.2.3.2.2.3.1.- Descripción del tramo 4. Los niveles con fosfato y carbonatos.**

El tramo 4 solo se halla presente (al igual que el 5 y 6) en el área de afloramientos situados al NE de la falla del Guijo, y se han verificado su existencia en un tramo de unos 80 m. de espesor, a lo largo de unos 25 km. Este tramo contiene un número variable de niveles fosfatogénicos, (entre 5 y 7 en cada serie) y con un espesor individual que va desde los 4 a los 10 m.

Las condiciones que hemos deducido como idóneas para la formación de los nódulos de fosfato son:

- Baja tasa de sedimentación.
- La fosfatización se realiza en una fase temprana de diagénesis de tipo "burial".
- Presencia de materia orgánica, asociada a los niveles con algas en este caso.
- Ambientes distales (son los ambientes más distales de toda la serie) con un mínimo influjo clástico.

El tramo 4 a lo largo de la franja en la que se ha reconocido, muestra pocas variaciones laterales de espesor y contiene varios niveles con indicios que sufren algunas variaciones lateralmente. A fin de dar una idea general de como se hallan distribuidos los niveles con indicios a lo largo de este tramo se describirá en este apartado la serie de la Gargantilla, concretamente su parte basal. (2.4.2. Fig. 17).-

Se inicia la serie con tramos arenosos y pelíticos poco potentes, depositados directamente sobre la discordancia basal presentándose con un nivelillo conglomerático a techo que equivaldría al tramo 3 de la serie ideal. Es sobre este nivel donde se inicia el tramo con indicios de fosfato.

El primer nivel de pelitas con nódulos de fosfato y capas carbonatadas con trazas algales tiene un espesor de 1,7 m. en el que existen 3 capas carbonatadas de 0.1, 0.05 y 0.05 m. respectivamente, marcando un pseudociclo positivo, entre unas pelitas de color oscuro con nódulos fosfatados dispersos de 1 ó 2 cms. de diámetro. Sobre este nivel con indicios tenemos un nivel pelítico de 9,5 m. de potencia.

El segundo nivel de pelitas con nódulos y capas carbonatadas tiene un espesor de 6,5 m. y se trata del nivel mas rico en indicios por la cantidad de nódulos que presenta. Se compone de 7 capas carbonatadas con numerosos nódulos dentro de ellas formando un pseudociclo negativo, y cuyos espesores oscilan de 0.1 a 0.3 m. hallándose las tres últimas capas prácticamente juntas (3 capas de 0.3 m., en los últimos 1.2 m.). Las pelitas oscuras que se intercalan dentro de este nivel tienen abundantes nódulos fosfáticos.

El nivel suprayacente se compone de pelitas ocreas, con aspecto limoso, en las que se presenta algún nivel arenoso de poca entidad y poco frecuente, totalizando 34.5 m. de espesor. Este nivel hacia el E pasa a ser conglomerático en la serie de la Gargantilla, desapareciendo hacia el W.

El siguiente nivel con indicios tiene 4.5 m. de espesor y se compone de 4 capas carbonatadas con trazas algales y nódulos abundantes, cuyos espesores oscilan entre los 0.3 y 0.05 m., intercaladas con pelitas negras con abundantes nódulos fosfáticos.

El tramo pelítico suprayacente tiene un espesor de 43 m. y en él no se hallan nódulos de fosfato. El siguiente nivel con indicios de fosfato tiene un espesor de 7.5 m. y no aparenta ciclicidad alguna conteniendo 5 capas carbonatadas de menos de 0.1 m., en las que se encuentran los nódulos de fosfato. Las pelitas que completan el nivel contienen pocos nódulos de fosfato. Sobre este nivel se encuentran 24 m. de pelitas con nódulos no fosfáticos.

El quinto nivel con indicios tiene una potencia de 7 m. y se compone de pelitas sin nódulos de fosfato (no se observaron en el campo) y cinco niveles carbonatados de menos de 0.1 m. de espesor con nódulos de fosfato que fosfatizan la práctica totalidad de cada nivelillo. El tramo pelítico que se encuentra a continuación tiene un espesor de 17 m.

El último nivel con indicios tiene un espesor de 2 m. Son pelitas con nódulos de fosfato y 3 niveles que más que carbonatos representan acumulaciones de nódulos de fosfato, en estratificación muy fina (menos de 0.1 m.).

En este punto se dá por concluido el tramo cuatro y se inicia la deposición pelítica del tramo 5.

#### **2.4.2.3.2.2.3.2.- Los niveles fosfatogénéticos del tramo 4.**

Los indicios de fosfato van asociados a unos niveles carbonatados intercalados con pelitas y que se ordenan con una cierta ciclicidad que puede ser de tipo positiva, negativa o combinaciones entre ambas. Por ciclicidad nos referiremos aquí a variaciones progresivas en las proporciones relativas de carbonatos y pelitas.

Los estratos carbonatados se presentan con una estratificación sumamente irregular, con espesores variables a nivel de una misma capa y acuñaientos laterales, por lo que se conforman como estratos irregularmente contínuos llegando a presentarse de forma similar a nódulos carbonatados. Son las relaciones entre potencia/continuidad lateral las que aportan la connotación de la aparente ciclicidad de estos tramos.

Los materiales carbonatados parecen haberse formado por colonizaciones algales como sugiere la observación de láminas delgadas en los que se aprecian restos y fantasmas de algas de momento inidentificados que serían las responsables de la precipitación del carbonato. Por otro lado la irregularidad de estos niveles (son casi calizas nodulosas) apuntan hacia una formación "in situ", por colonización del sustrato por parte de las algas, y sin ningún tipo de transporte asociado. La potencia de los niveles carbonáticos es de 3-5 cm. en el caso de nódulos hasta 30-40 cms. en el caso de niveles más contínuos lateralmente, pero no existe una relación directa entre uno y otro parámetro. El número de niveles existente a lo largo de un tramo fosfatogénético es sumamente variable, desde 5 a 20 ó 30 de diversos espesores.

En función del grado de fosfatización del sedimento y de la morfología de las fosfatizaciones resultantes encontramos dos casos:

Por un lado los indicios de fosfato se presentan en forma de nódulos de pequeño tamaño (0,5 á 5 cm.) redondeados, y variable esfericidad, siendo los de mayor tamaño los menos esféricos. Aparecen frecuentemente como soldados entre sí dando alineamientos de ellos paralelos a la estratificación. Los nódulos se encuentran casi exclusivamente en los tramos pelíticos asociados a los materiales carbonáticos, donde son frecuentes los niveles de reducido espesor con gran cantidad de nódulos, así como los nódulos dispersos en el seno de las pelitas, y no han sido identificados en los tramos pelíticos infra y suprayacentes al tramo cuatro.

También pueden llegar a ser importantes las acumulaciones de nódulos de fosfato dentro de los niveles carbonáticos.

La otra modalidad en la que se presenta el fosfato es en incipientes fosfatizaciones del sedimento, tanto pelítico como carbonático, dato que ha sido observado en la revisión de láminas delgadas de estos tramos. Ambas morfologías corresponden a variaciones en la intensidad y extensión de la fosfatización por mecanismos similares.

Se observan aparentes granuloclasificaciones de tramos con nódulos de fosfato (positivas y negativas) que se podrían interpretar como variaciones puntuales relativas en la tasa de sedimentación, de modo que una mayor tasa (relativa) de sedimentación implica la inhibición del proceso de nodulización del fosfato o de su crecimiento. En el caso contrario una menor tasa de sedimentación puede conducir a una mayor nucleación relativa del fosfato y un mayor periodo de tiempo para su crecimiento. En estos párrafos me refiero a tasas relativas de sedimentación, ya que es conocido que la génesis de nódulos de fosfato necesita de una baja tasa de sedimentación.

Otro de los componentes característicos de estos niveles fosfatogénicos lo constituyen clastos ( en sentido morfológico ) de tamaño de décimas de mm a milimétricos y composición esencialmente carbonatada. Bajo el microscópio aparecen con morfologías de irregulares a muy regulares y con formas redondeadas rellenas sobre todo de carbonatos de grano grueso (esparita), a veces pueden estar algo silicificados y cloritizados y en ocasiones contienen grandes rombos de carbonatos muy ricos en Fe y fosfatizaciones. Estas fosfatizaciones suelen tener formas irregulares ocupando el núcleo de los clastos o relleno de grietas de tipo septarias. Estas estructuras aparecen tanto incluidas en los sedimentos pelíticos como en los carbonatados. En el primer caso los procesos de compactación asociados al enterramiento y a la diagénesis suelen modificar su morfología original, aplastándolas y disgregándolas. En los carbonatos el aplastamiento y deformación de los clastos suele ser menor debido al endurecimiento precoz del sedimento producido por la precipitación del carbonato a su alrededor. Por ello suele ser más fácil observar las morfologías originales en los nódulos carbonatados donde aparecen asociados a fosfatizaciones con restos de microorganismos que suelen estar fosfatizados también y a restos algales como los que debieron producir la acumulación original de los carbonatos.

Por desgracia los procesos diagenéticos tardíos y posteriores que sufren los niveles carbonatados los afectan intensamente modificando sus texturas originales.

Los carbonatos suelen estar fuertemente recrystalizados, se observan procesos de silicificación, cloritización, dolomitización, con lo que en la mayoría de los casos no se puede identificar los componentes originales.

En algunos niveles pelítico-carbonatados donde el grado de modificación es menor se puede observar en los "clastos" carbonatados una delgada pared exterior, que a veces parece ser porosa. Esto, junto con la regularidad de su morfología y tamaño y su asociación con los niveles y nódulos carbonatados y con pelitas con indicios fosfatados, puede indicar un origen orgánico para estas estructuras. Corresponderían al relleno por carbonatos recrystalizados de cavidades dejadas por la descomposición de restos orgánicos u otros organismos de naturaleza desconocida. La presencia en ocasiones de una delgada envuelta porosa carbonatada podría indicar una relación con las mismas algas que dan lugar a los nódulos y a los niveles carbonatados más continuos. Los escasos datos deducidos de las láminas delgadas sobre las morfologías de las algas que

dan lugar a estas envolturas, indican formas filamentosas e incrustantes, que actúan colonizando un sustrato blando -pelítico - relativamente inestable.

Como se ve hay una estrecha relación entre los carbonatos, la presencia de "clastos" carbonatados y las fosfatizaciones.

La precipitación del fosfato, (fosfatizando fango pelítico o carbonatado) se produce en condiciones algo más reductoras que el carbonato que, para precipitar, tiene que estar por encima del límite superior del nivel con contenido mínimo de  $O_2$  ya que por debajo se disolvería. De todas formas el paso de unas condiciones más oxidantes puede darse por el simple enterramiento del sedimento, acompañado de abundante materia orgánica. La mayor parte de la precipitación de carbonato se produce sobre la interfase agua-sedimento debido a la actividad de organismos algales probablemente. En la primera fase del enterramiento se produce la descomposición de la materia orgánica y la formación de huecos que se rellenan posteriormente por carbonatos dando lugar a los "clastos" carbonatados. En una segunda fase cambian las condiciones, favorecido por la presencia de materia orgánica, a un medio reductor favorable a la fosfatización del sedimento, afectando tanto a los materiales pelíticos como a los carbonatados. Estas fosfatizaciones suelen tener pequeño tamaño, morfologías irregulares tendiendo a redondeadas y carecen de estructuras internas concéntricas, aunque a veces se diferencia un núcleo más rico en contenido de endoganga. La endoganga suele ser de cuarzo y micas de muy pequeño tamaño y, a veces bioclastos, restos de posibles microorganismos. En algunos niveles las fosfatizaciones recuerdan más a bioclastos con morfologías que parecen los rellenos de microorganismos de formas tubulares o cónicas y tamaños de décimas de mm. a milimétricos ( en este caso la fosfatización estaría favorecida además de por la materia orgánica, por las rugosidades del esqueleto del organismo, que posteriormente se disolvería, ya que en la mayoría de los casos no se observan restos de él).

Procesos diagenéticos posteriores de los carbonatos afectan a las fosfatizaciones que incluyen, observándose a veces una carbonatización parcial (aparece dolomitización) de las mismas.

Es también muy característico del sedimento que contiene las fosfatizaciones el elevado contenido en hierro de óxidos dispersos o concentrados en forma de cristales de pirita o carbonatos de hierro.

#### **2.4.2.3.2.4.- Aplicación del análisis secuencial al área estudiada.**

En primer lugar cabe hacer una serie de apreciaciones respecto de la base teórica: el modelo presentado para el análisis secuencial se remite a un margen pasivo de tipo Atlántico, sin implicaciones tectónicas y con una subsidencia supuestamente constante a lo largo del tiempo. Ninguna de estas premisas se verifica en los materiales estudiados que tienen una fuerte subsidencia, un control tectónico claro y, por supuesto, no se concibe la cuenca como un margen pasivo de tipo Atlántico. Por estos motivos se hace sumamente difícil establecer una estricta equivalencia entre el modelo teórico y lo que

se constata en la zona, aunque es cierto que existen ciertas similitudes que serán las que determinarán el análisis secuencial.

La base de las series viene representada por una discordancia erosiva, que será considerada como la discordancia y erosión asociadas a un límite de secuencia (no se sabe exactamente si de tipo 1 o 2) pero que tomaremos como de tipo 1, ya que es la más frecuente. La discordancia superior se tomará en este caso la discordancia infraordovícica, que es de tipo discordancia erosiva y posiblemente representa un hiato sedimentario.

Los materiales asimilables al "Lowstand system tract" (LST) serían los correspondientes a los tramos diferenciados en las series y denominados con los números 1, 2 y 3.

Los materiales que componen el "Transgressive system tract" (TST) serían los correspondientes al tramo 4. Mientras que el "Highstand system tract" (HST) está representado por los tramos 5 y 6 de la serie ideal.

El LST en el área estudiada tan solo presentaría claramente diferenciado el "Lowstand wedge prograding complex" (lsw) atribuible al tramo 3 de nuestra serie y representado por un complejo detrítico progradante. Los tramos 1 y 2 de la serie no serían comparables con ninguna de las subdivisiones del LST, quizá podría tener ciertas semejanzas con el "Slope fan" (sf) aunque no tenemos un talud diferenciado en la cuenca.

El TST queda claramente asociado al tramo 4 de nuestra serie ideal y en él se representa una fase de transgresión marina y la consecuente profundización de los ambientes sedimentarios, con presencia de niveles de condensación sedimentaria (Hard grounds), presencia de minerales autógenos (fosfatos, minerales de hierro, etc) y acumulaciones orgánicas (en este caso acumulaciones algales).

El HST es un complejo progradante sobre el TST, representado en la serie ideal de los materiales estudiados por los tramos 5 y 6 que se presentan como un sistema progradante en las series, y que por ello y por su situación sobre el TST reconocido queda clara su atribución al HST.

#### **2.4.2.3.2.2.5.- Análisis de la cuenca.**

En este apartado se intentará, tras el establecimiento de las correlaciones entre las series realizadas, llegar a la comprensión de como era la cuenca, que características presentaba y como influyó en la acumulación de los materiales, Plano 7. Para este fin nos guiaremos por los datos obtenidos en el campo, a pesar de que la campaña realizada no permite mayores interpretaciones, entrando casi en el terreno de la especulación. Cabe destacar que tampoco se ha realizado un desentramado de la estructura hercínica que afecta a estos materiales, remitiéndonos tan solo a los datos que actualmente se tienen, y a la reconstrucción en función de las distribuciones de facies

A grandes rasgos se observa en primer término grandes variaciones en las potencias de los materiales estudiados, fundamentalmente en base a los tres primeros tramos de la serie ideal, mientras que la parte superior se presenta muy uniforme. Este dato nos lleva a la conclusión de que existe una causa que genera esta disposición y que no denota una ruptura sedimentaria importante; por otro lado esta variación viene delimitada prácticamente por la denominada Falla del Guijo, que divide las zonas donde existen las discrepancias en las potencias

En general se puede simplificar esta disminución de potencia de los tres primeros tramos de Oeste hacia el Este, en la franja situada al Sur de la falla del Guijo; mientras que al Norte de esta falla la disminución se verifica de SE hacia el NW, quedando como "end members" de las series el área de Mina La Gitana (donde tienen la máxima potencia), Hocecillas (donde tienen una potencia considerable) y Huertajuanilla (donde no existen estos tramos), y que definen un "onlap" con la base de la secuencia.

Por otro lado existe a nivel del tramo 2 una migración hacia el Este de los depocentros, presentándose niveles conglomeráticos y arenosos sucesivos, se observa además una variación de facies y ambientes sedimentarios de más distales a más proximales en esa misma dirección.

En segundo término a lo largo de toda la secuencia existen pocas variaciones en las facies, que presentan unos ambientes sedimentarios que oscilan entre una plataforma externa más o menos distal y la plataforma proximal. A pesar de que los datos sobre la variación de potencias debería marcar unas fuertes rupturas sedimentarias, éstas no existen, - ya que los tramos desorganizados pueden justificarse como debidos a causas puramente subsidentes y/o a cambios relativos del nivel del mar - por lo que el origen de la variación es, en todo momento, progresiva y en modo alguno puntual en el tiempo.

Los datos de las paleocorrientes, a pesar de no ser tan abundantes como desearíamos, nos marcan una dirección de transporte con área fuente situada al Sur o Suroeste a lo largo de toda la secuencia, mientras que el surco mostrado por el panel de correlación da un área relativamente elevada, situada al NE, hacia donde se produce el acuñaamiento de los tramos basales.

La integración de estos datos refuerza la hipótesis de un accidente tectónico sinsedimentario de orientación NW-SE, perpendicular (a "grosso modo") a la dirección general de transporte, que no refleja rupturas sedimentarias importantes en los tramos a los que afecta, por lo que se deduce que jugó de forma continuada durante la deposición de los tramos basales.

Ya existen estudios precedentes en los que se apunta esta orientación particular de las estructuras tectónicas y que son atribuidas a una tectónica distensiva, con fallas de tipo normal y compartimentación de la cuenca en bloques que controlan la sedimentación de estos materiales. A nivel regional se aprecia una relativa elevación de bloques hacia el SW y/o diferentes grados de erosión Paleozoica, en base a la distribución de afloramientos del Vendense Superior.

Esta hipótesis indicaría que el área fuente se halla al S o SW, pero no daría explicación al porqué las paleocorrientes no sufren fuertes variaciones direccionales en las proximidades de la falla ni la inexistencia de niveles de brechas asociados a ella. En cambio se observa, en el área de Alcudia, una variación direccional de las paleocorrientes en vertical desde los tramos basales (1 y 3) al tramo superior (6), pero en ningún caso se produce variación de las paleocorrientes en un mismo tramo a medida que se aproxima al accidente tectónico, sino que esta se verifica en el momento en que el accidente deja de influir sobre el registro sedimentario.

Los sistemas clásticos basales (1 y 3) tienen unas paleocorrientes predominantemente con dirección N, y en el sistema clástico superior (tramo 6) son en general NE. Esto implica que bien el sustrato, conformado en este caso por los tramos basales de la serie (tramos 1, 2 y 3), ha sufrido un movimiento rotacional de tipo levógiro, o bien que el área fuente y, consecuentemente, la dirección de transporte ha variado desde los tramos 1, 2 y 3 a los tramos 5 y 6 de la serie ideal vendiense del Valle de Alcudia.

Globalmente estos datos indican que se podría considerar la cuenca como un "Pull apart", es decir, asociada a una o varias fallas conjugadas de tipo "Strike slip". Con la presente campaña no queda suficientemente claro como para discernir entre este tipo de cuenca o bien una cuenca tipo "rifting" en la que las fallas actúan muy progresivamente lo que justificaría la inexistencia de un nivel brechoide asociado a ellas. Por otro lado el modelo de "Pull apart" justificaría todas las variaciones de facies, potencias, paleocorrientes, y subsidencia diferencial del área de Alcudia, así como muchos problemas creados a nivel regional con la distribución de estos materiales, que presentan gran diversidad de potencias, facies, y siempre en relación con indicios de fosfato.

#### **2.4.2.3.2.3.- Tectónica.**

Los procesos tectónicos que han actuado en la región del Valle de Alcudia pertenecen a 3 fases orogénicas diferentes. La más antigua de las registradas es la que afecta a las rocas de la Serie I ("Domo Extremeño"). Esta fase tectónica ocasionó una verticalización bastante generalizada de la estratificación como consecuencia del desarrollo de grandes pliegues isoclinales. Esta deformación no lleva asociada esquistosidad y se interpreta, de acuerdo con Ribeiro (1974), con un plegamiento en cofre por adaptación de una cobertera sedimentaria a los movimientos verticales de bloques rígidos del zócalo infrayacente. Como consecuencia de esta deformación se originó la discordancia que separa las Series I y II.

El segundo proceso orogénico reconocido ha sido una importante tectónica de bloques que tuvo lugar de forma simultánea e inmediatamente después de la sedimentación de la Serie II ("Ibor-Navalpino"). En la cartografía se puede apreciar que estos últimos materiales se distribuyen en bandas de dirección NO-SE y que están limitados por fracturas con la misma dirección. La falla del Guijo (F. Palero 1991) corresponde a uno de estos accidentes reconocidos en los trabajos cartográficos. Tiene una gran importancia en la distribución de los diversos tipos de litologías y las facies de los

materiales de la Serie II conservados en el bloque hundido, al SO de la fractura. El movimiento de esta fractura debió comenzar ya durante el depósito de la Serie II, como se deduce de las grandes variaciones en las potencias y facies a un lado y otro de la misma.

El tercer proceso orogénico que actuó en la zona es la Orogénia Hercínica de carácter polifásico, reconociéndose en la zona dos facies compresivas principales y una fase tardía con deformación de carácter frágil.

La primera fase es la más importante y se produjo como consecuencia de un aplastamiento de dirección N-S. Originó estructuras a diversas escalas siendo las más importantes los pliegues (ligeramente vergentes al S) y la esquistosidad dominante ( $S_1$ ), cuyo rumbo general es ONO-ESE a E-0. En los materiales de la Serie II los pliegues originados durante esta fase son las estructuras más ampliamente reconocidas. Son bastante abiertos y a mediana y pequeña escala son normalmente isopacos, cilíndricos y con esquistosidad de plano axial. La esquistosidad es de tipo "Staly cleavaje", poco penetrativa y con un desarrollo desigual según las litologías.

La segunda fase hercínica es consecuencia de un acortamiento de dirección E-0 que dió lugar a una deformación heterogénea en la región. Se manifiesta por pasillos de cizalla levógira de dirección NO-SE y por sus conjugados dextrógiros de dirección NE-SO. La zona estudiada se encuentra en el borde de uno de estos grandes bandas de cizalla que se prolonga desde el S del Valle de Alcudia hasta la sierra de las Villuercas. Para algunos autores estas bandas de deformación de segunda fase hercínica son heredados de antiguos accidentes de zócalo de dirección aproximada NO-SE, favorables al movimiento como cizallas levóginas en un régimen compresivo E-0. También coincidirían con los accidentes tectónicos precámbricos que condicionaron la distribución de los materiales de la Serie II. Tanto unos como otros se sitúan en las mismas zonas de debilidad cortical y su respuesta a la deformación dependería del carácter de dicha deformación y del régimen compresivo en cada caso. Las estructuras que se generaron en estas bandas son esencialmente frágiles dando lugar a un importante fracturación de dirección E-0 a ENE-OSO y a pliegues producidos por acomodación de la cobertera al substrato rígido. También originan importantes distorsiones en los rumbos de las estructuras de la primera fase hercínica y suaves figuras de interferencia de plegamiento que en la zona incluida en la Reserva Fresneda se manifiestan de forma muy poco marcada. En esta zona los efectos de esta fase se manifiestan principalmente en la rotación de los ejes de los pliegues hercínicos y la esquistosidad de plano axial asociada a ellos que se sitúan en una dirección aproximadamente de E-0 a ONO-ESE; el giro máximo de estas estructuras es de unos  $45^\circ$  aproximadamente en el sentido contrario a las agujas del reloj.

#### 2.4.2.3.2.4.- Análisis químicos.

Los análisis del contenido de P se han hecho sobre muestras de roca de los niveles fosfatados del tramo 4. Los valores se expresan en contenidos de  $P_2O_5$ .

Nº MUESTRA	% $P_2O_5$
32178	0,82
32179	4,13
32180	3,00
32181	3,87
32395	19,80 *
32421	1,75
32422	2,99
32423	0,89
32478	4,20
32479	2,70
32480	4,00
32481	2,78
32482	4,32
32483	0,30
32960	5,81
32961	2,07
32962	11,26
32963	3,68
32964	6,47
32965	5,06

\* Análisis de nódulos fosfatados aislados de la matriz.

32178-32181 , en la pista al lado de la serie de la casa de la Huerta.

32395 y 32421-32423 , serie de la casa de la Huerta.

32478-32480 , serie de Fuentepizarra.

32481-32483 , serie del escorial (no hay columna).

32960-32961 , serie de Gargantilla.

32962-32965 , en el talud de la carretera, próximo a S. Lorenzo de Calatrava.

El área cubierta por esta Reserva se incluye parcialmente en las siguientes hojas topográficas de escala 1:50.000 (Fig. 2): Fuenteguinaldo (550), Martiago (551), Miranda del Castañar (552), Ciudad Rodrigo (525), Serradilla del Arroyo (526), Tamames (527), Hervás (575).

A grandes rasgos, la zona de estudio se dispone de manera envolvente sobre los bordes N y E del Domo de las Hurdes.

Desde un punto de vista estratigráfico se caracteriza por un predominio de materiales anteordovícicos (Complejo Esquisto-Grauváquico), constituidos por una potente y monótona sucesión de metasedimentos pelíticos-arenosos con algunas intercalaciones conglomeráticas y carbonatadas, en la que son escasos los niveles guías cartografiables. Sobre ellos se sitúan los conjuntos ordovícicos de la Peña de Francia-Las Batuecas.

Más concretamente, la Reserva "Ituero" incluye como objetivo a los materiales anteordovícicos más modernos, denominados Series Intermedia y Superior que serían asimilables a las Series II (Vendiense Sup.) y III (Cámbrico Inf.).

Todos estos materiales han sido afectados por la deformación hercínica, que va acompañada por un metamorfismo regional de bajo grado y un plutonismo constituido por granitoides. A la fase principal de deformación hercínica está asociada la esquistosidad regional y es la responsable de las estructuras mayores cartografiables (antiforma de Las Hurdes, sinforme de la Peña de Francia).

Además, está ampliamente aceptada la existencia de una fase de deformación antehercínica, probablemente sárdica, que se manifestaría por una discordancia y estructuras plegadas.

La propuesta de inclusión de esta área en la 3ª fase ha estado determinada por el hallazgo, por trabajos anteriores, de indicios de fosfatos sedimentarios localizados en dos horizontes dentro de la Serie Superior: a unos 50 m. (Ituero de Azaba) y a unos 700 m. (sector de la Peña de Francia) por encima de la base. Para esta 3ª fase de investigación proponen una metodología de trabajo basada en el seguimiento de estas bandas, apoyado por una cartografía geológica suficientemente detallada de los dos tramos. Esta metodología debe conducir a la localización de las zonas potencialmente más favorables para la acumulación de fosfatos.

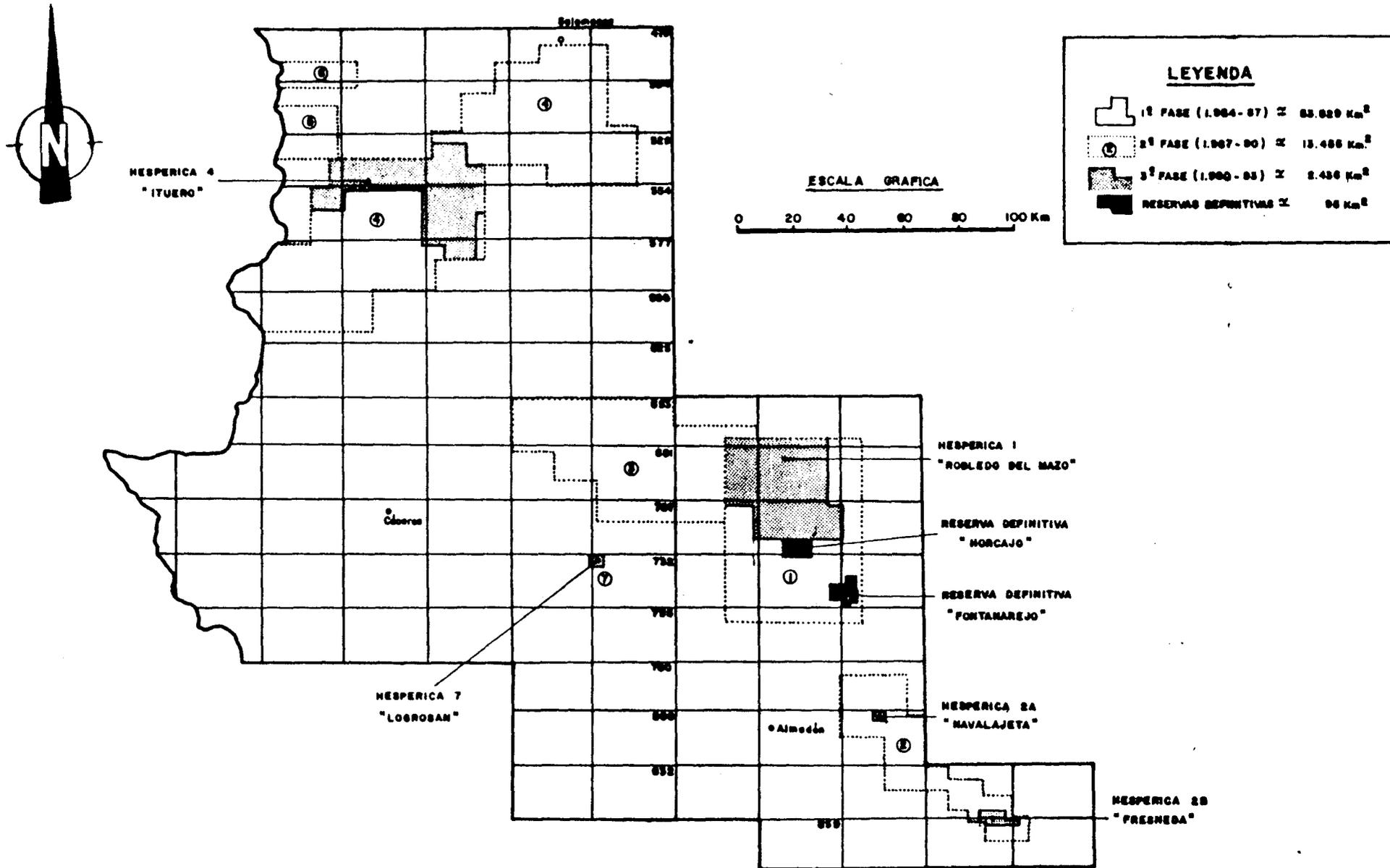
Los trabajos emprendidos en esta 3ª fase de investigación de fosfatos sedimentarios se focalizan en los yacimientos fosfatados localizados en los trabajos anteriores y persiguen conocer su geometría precisa y la distribución de leyes mediante cartografía geológica y desmuestres superficiales.

### 2.4.3.- Reserva provisional Hespérica 4. (Ituero).

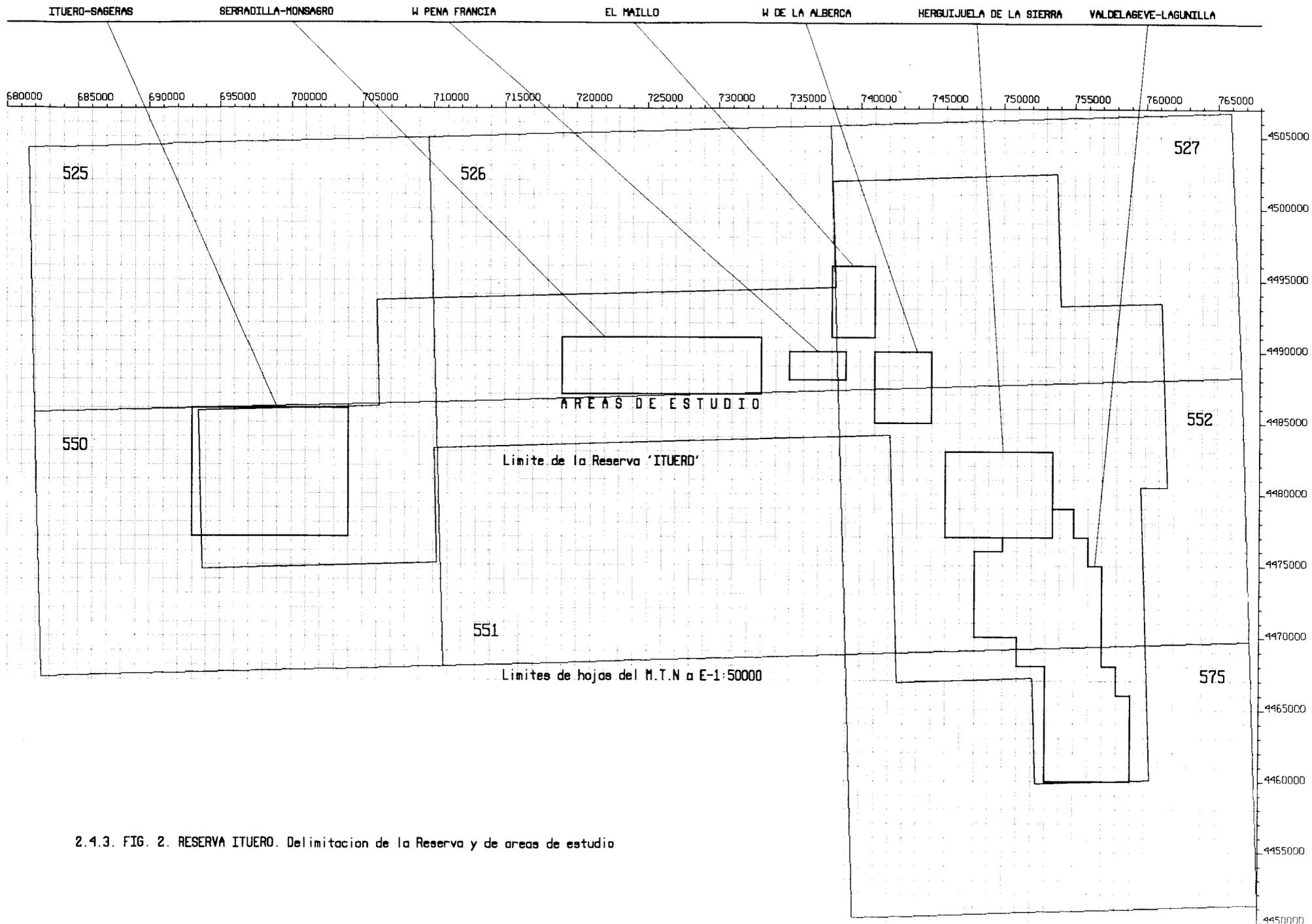
La Reserva Hespérica 4 "ITUERO" comprende una superficie de 1203 km<sup>2</sup> (4.222 cuadrículas mineras) y está delimitada dentro de la anteriormente denominada "Reserva Hespérica 4" (2<sup>a</sup> Fase, 1987/90). Está localizada en la provincia de Salamanca y tan solo se introduce ligeramente en la de Cáceres, en su extremo suroriental (Fig. 1).

Está definida por los siguientes vértices:

	Longitud	Latitud
Vértice 1 NW	6° 11' 00''	40° 38' 00''
Vértice 2	6° 00' 00''	40° 38' 00''
Vértice 3	5° 00' 00''	40° 33' 00''
Vértice 4	5° 55' 00''	40° 33' 00''
Vértice 5	5° 55' 00''	40° 26' 00''
Vértice 6	5° 56' 20''	40° 26' 00''
Vértice 7	5° 56' 20''	40° 15' 00''
Vértice 8	6° 02' 00''	40° 15' 00''
Vértice 9	6° 02' 00''	40° 19' 00''
Vértice 10	6° 08' 40''	40° 19' 00''
Vértice 11	6° 08' 40''	40° 28' 20''
Vértice 12	6° 31' 20''	40° 28' 20''
Vértice 13	6° 31' 20''	40° 24' 00''
Vértice 14	6° 43' 00''	40° 24' 00''
Vértice 15	6° 43' 00''	40° 30' 00''
Vértice 16	6° 34' 00''	40° 30' 00''
Vértice 17	6° 34' 00''	40° 34' 00''
Vértice 18	6° 11' 00''	40° 34' 00''



2.4.3.- Fig. 1



2.4.3. FIG. 2. RESERVA ITUERO. Delimitacion de la Reserva y de areas de estudio

Este planteamiento y el hecho de que se trata de yacimientos de baja o muy baja ley, ha inducido a buscar fórmulas mucho más económicas, que los desmuestres y análisis químicos, para una primera estimación de leyes.

Los fosfatos sedimentarios preordovícicos son fácilmente discernibles y su porcentaje en volumen puede ser estimado, en muestra de mano o afloramiento, por comparación con cartas visuales. Lógicamente existe una relación entre porcentaje en volumen de fosfatos y ley en  $P_2O_5$ , de manera que ha permitido construir unas curvas de estimación de uno en función del otro.

Hay excepciones a esta regla, como ocurre con los conglomerados de la S<sup>a</sup> de Lagunilla, cuyos contenidos en  $P_2O_5$  para cantos fosfatados son del orden de 5,5 veces inferiores a lo observado en el resto de esta Reserva y en, al menos, Horcajo de los Montes.

Si se comparan estas estimaciones de leyes en  $P_2O_5$  con análisis químicos se puede decir que, al menos para contenidos superiores al 5% de  $P_2O_5$ , las determinaciones de leyes a partir de los porcentajes en volumen de nódulos fosfatados son bastante precisas (inferiores al 16% de error relativo medio). El error se reduce a menos de la mitad para leyes mayores del 15%  $P_2O_5$ .

De esta manera se debe poder mediante un medio muy económico y de alto rendimiento complementar los resultados analíticos en la evaluación previa de zonas.

#### **2.4.3.a.- Antecedentes geológicos-mineros.**

RODRIGUEZ ALONSO, M.D., distingue en el Domo de Las Hurdes dos unidades superpuestas con contacto gradual y a veces erosivo: Unidad Inferior y Superior. La Unidad Inferior ocupa la parte central del área, su límite inferior es desconocido y el superior se sitúa en la base del primer nivel cartografiado de pizarras negras. Está constituida por areniscas, pizarras, intercalaciones de rocas anfibólicas y diversos tipos de conglomerados.

La Unidad Superior aflora en los bordes del dominio mencionado y aquí el predominio es pelítico, con varios tramos de pizarras negras y alternancias pelítico-arenosas con algún nivel conglomerático. Localmente con tramos carbonatados-detríticos discontinuos, rocas cuarzo-anfibólicas y niveles conglomeráticos con clastos fosfatados.

En lo que se refiere a los materiales fosfatados, dicha autora observa:

- El contenido medio de  $P_2O_5$  de los materiales del C.E.G. es de 2.600 ppm, cifra superior a la media para el conjunto de los sedimentos marinos (700 ppm). En algunas variedades litológicas, como ocurre en facies carbonatadas, el contenido es alto, hasta 1,08%  $P_2O_5$ .

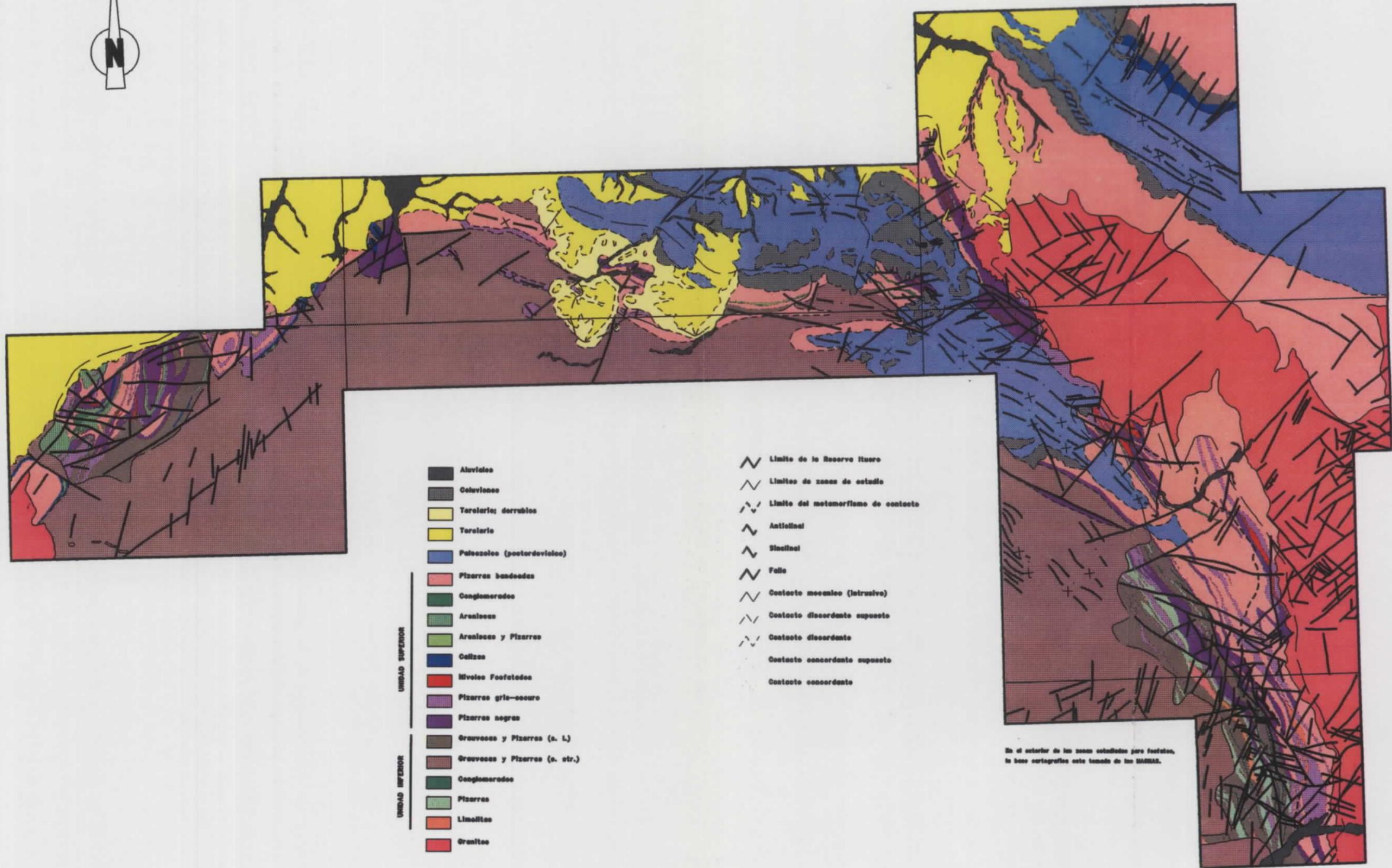
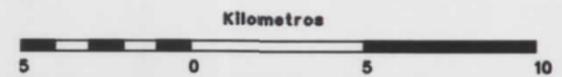


FIG.3. HESPERICA III FASE. PLANO GEOLOGICO DE LA RESERVA ITURO



Las leyes en  $P_2O_5$  de los clastos fosfatados son variables, oscilando entre el 3,18% y el 10,10% para cuatro muestras.

- En los microconglomerados y conglomerados los clastos fosfatados pueden llegar a constituir hasta el 10% de la roca.

- El fosfato se presenta en un intervalo muy concreto de la serie: parte superior de la Unidad Inferior y, sobre todo, en los tramos basales de la Unidad Superior.

Existe una relación espacial de los materiales fosfatados con la sedimentación de las pizarras negras.

- La sedimentación fosfatada en los metasedimentos del C.E.G. se encuadra dentro de uno de los principales episodios de formación de depósitos fosfatados a escala mundial (Proterozoico Superior-Cámbrico).

ALVAREZ-NAVA, H; ROBLES, R y PICART, J, que trabajaron durante la 2ª fase en el sector Fuenteguinaldo-Peña de Francia y Sierra de Gata, diferencian tres series: Inferior (asimilable al Grupo Domo Extremeño o Serie I, Rifeense s.l.), Intermedia (puede alcanzar los 725 m., asimilable al Grupo Ibor o Serie II, Vendiense sup.) y Superior (con potencias entre 650 y 1250 m. asimilable a Valdelacasa o Serie III, Cámbrico inf.).

La Unidad Inferior de RODRIGUEZ ALONSO sería aproximadamente coincidente con la serie Inferior y la Unidad Superior la desdoblan en las Series Intermedia (caracterizada por la presencia de niveles carbonatados) y Superior (caracterizada por niveles conglomeráticos y pelitas negras con indicios fosfatados).

Una diferencia importante entre ambos estudios es que estas tres Series están separadas por discordancias.

En cambio, BARRANCO, E., que en la 2ª fase estudia el sector meridional de la Reserva 4 (Valdelageve-Embalse Gabriel y Galán -Sª de los Angeles), considera apropiado el modelo de RODRIGUEZ-ALONSO y adopta la misma terminología que aquella.

Las labores de investigación acometidas en la 2ª fase en la Reserva 4 comportan: cartografías geológicas a escala 1:25.000 y 1:50.000 en distintas partes del Domo, cartografías de detalle en las zonas de indicios interesantes de fosfatos (1:9000 en la Dehesa de Sageras y 1:5000 en Ituero de Azaba), cortes estructurales detallados, levantamiento de columnas estratigráficas y sedimentológicas, muestreos puntuales de roca y, por último, en Ituero de Azaba se realizaron varias calicatas y tres sondeos mecánicos.

Desde el punto de vista de la exploración de fosfatos, los resultados más destacables de la 2ª fase serían:

- La Serie Superior es la que tiene una mayor cantidad de indicios de fosfatos.  
Las pelitas negras bandeadas de esta serie serían las facies propicias para la formación de fosfatos "in situ".  
Las capas con clastos fosfatados de la Dehesa de Sageras proceden de la erosión de niveles arcillosos fosfatizados.
- En Ituero de Azaba distinguen tres acumulaciones fosfatadas con unos 43 m. de potencia total y una continuidad lateral de 400 m. El % de capas fosfatadas en la primera acumulación es inferior al 20%, en la segunda oscila entre menos del 5% y el 60% y en la tercera, que es puntual, es del 30%.  
Los contenidos puntuales más altos alcanzan el 22,75%  $P_2O_5$  (calicata 1A).  
Como en los sondeos realizados no se cortan capas fosfatadas, estiman que estas se acuñan en profundidad.
- Un grupo de muestras puntuales (12) recogidas en la parte meridional del horizonte fosfatado de Sageras de Malvarín (al SE de la casa de Sageras de Malvarín), dieron leyes que oscilaban entre el 0,41 y el 5,45%  $P_2O_5$ , con una ley media para todas ellas del orden del 3%  $P_2O_5$ .
- Análisis de muestras de roca puntuales en el yacimiento de "Valdelageve" dan contenidos entre el 0,85 y el 8,14%  $P_2O_5$ .
- Para los conglomerados de la Sierra de Lagunilla, en cambio, unos análisis de muestras de roca puntuales dieron resultados sensiblemente inferiores, entre el 0,12 y el 1,57%  $P_2O_5$ .
- Tres muestras puntuales recogidas en el área de Serradilla del Llano dieron contenidos entre el 9,44 y el 14,69%  $P_2O_5$ .
- Delimitación de los yacimientos de Valdelageve y Sierra de Lagunilla, mediante cartografía geológica a escala 1:25.000. Reconocimiento previo de los yacimientos de Herguijuela de la Sierra (Arroyo del Cubo), cabecera del Rio Francia (Lera; Oeste de La Alberca), Oeste de la Peña de Francia (Rio Agadón) y El Maillo (Monasterio de El Maillo).

### 2.4.3.b.- Resumen de trabajos realizados en la Reserva Ituero.

a) Cartografía geológica E:1:25.000, por encima de los 120 km<sup>2</sup> (Fig. 4):

- Ituero de Azaba-Sageras: 36 km<sup>2</sup>
- Serradilla del Arroyo-Monsagro: 12Km<sup>2</sup>
- Sector de la Peña de Francia: 61 Km<sup>2</sup>
  - \* W de la Peña de Francia: 4,5 Km<sup>2</sup>
  - \* El Maillo: 8 Km<sup>2</sup>
  - \* W de La Alberca: 10 Km<sup>2</sup>
- Herguijuela de la Sierra: 15 Km<sup>2</sup>

b) Desmuestres de roca en todas las áreas con indicios fosfatados.

En total se ha recogido y analizado (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, SiO<sub>2</sub> y Cd) 173 muestras de roca:

- 50 desmuestres contínuos de roca aflorante con un total de 64 muestras de pesos comprendidos entre algo más del kilo y cerca de 6 kilos. En total se ha desmuestreado 1071,73 m. efectivos. En 6 casos los desmuestres se repitieron por distintos prospectores.
- Recogida de 100 muestras mineralizadas singulares para análisis químicos y determinación de densidades.
- Estimación de leyes medias para 6 transversales en Ituero de Azaba (unos 160 m) a partir del contaje de cantos derrubados estériles o mineralizados para dos observadores y análisis selectivo de muestras mineralizadas representativas.
- Análisis químicos y determinación de densidades para 12 muestras.

Los desmuestres de roca se han realizado atendiendo a lo siguiente:

- Todos los puntos singulares (inicio y final de desmuestres, casas, cercados y caminos) se han levantado topográficamente, con itinerarios medidos con brújula WILD sobre trípode y cinta métrica (PLANOS 15, 16, 17 y 18).

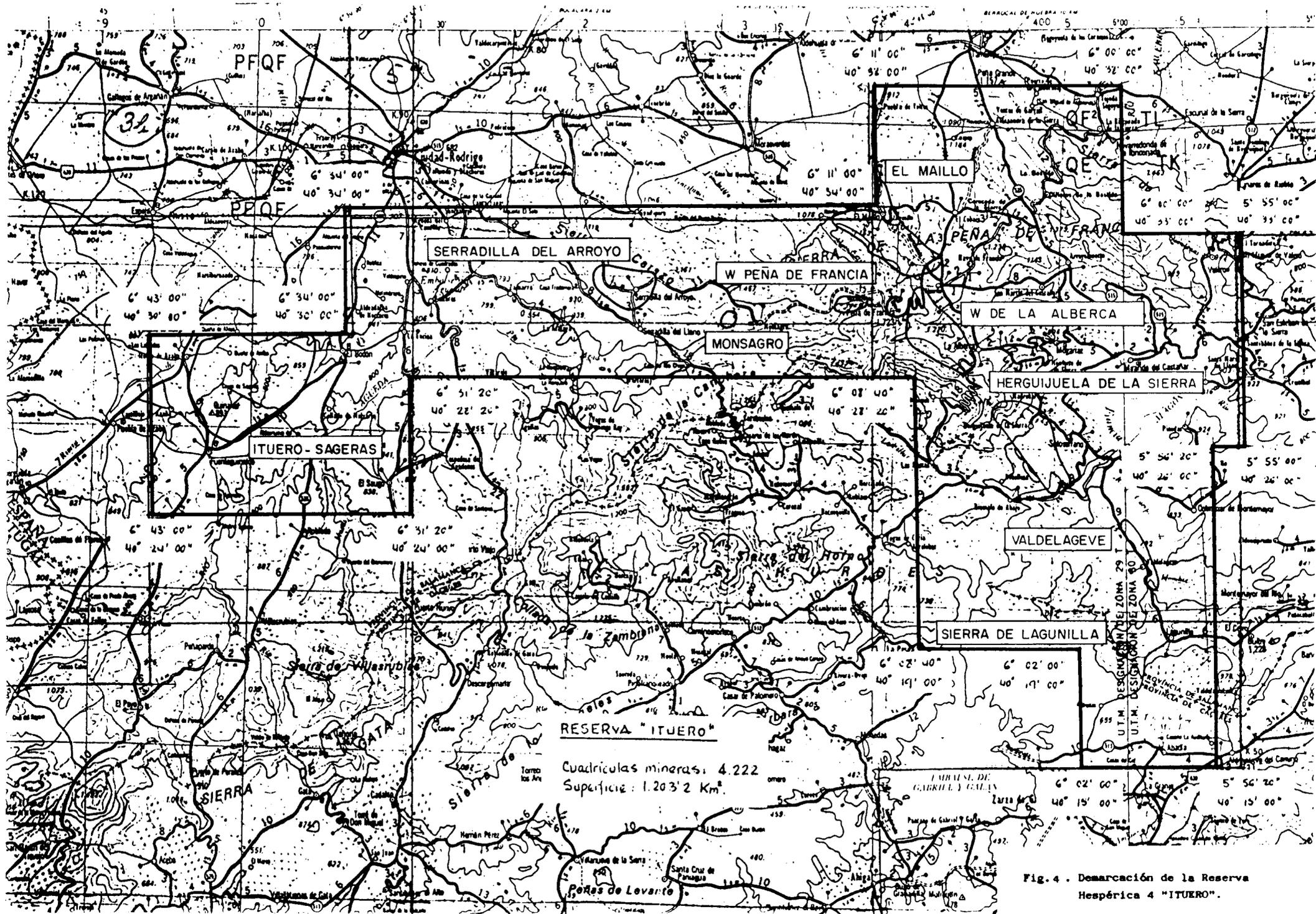


Fig. 4. Demarcación de la Reserva Hespérica 4 "ITUERO".

- En corridas mineralizadas con suficiente continuidad, la separación entre líneas de desmuestra es de aproximadamente 50 m., modificados en función de la existencia de afloramientos. En otros casos se han realizado desmuestres aislados (SAG-43, 44 y 45).
- Se desmuestran todas las rocas aflorantes, tenga o nó mineral, recolectando los fragmentos desprendidos con martillo según líneas aproximadamente transversales a la estratificación. Estas líneas de desmuestra se van desplazando lateralmente buscando la mayor cantidad y extensión de afloramientos.
- El itinerario seguido en el desmuestra se croquiza al tiempo que se toma la muestra.
- En aproximadamente el 9% de los casos se ha realizado un desmuestra doble, cada uno a cargo de diferente prospector. Con esto se pretende tener una idea del error de desmuestra.

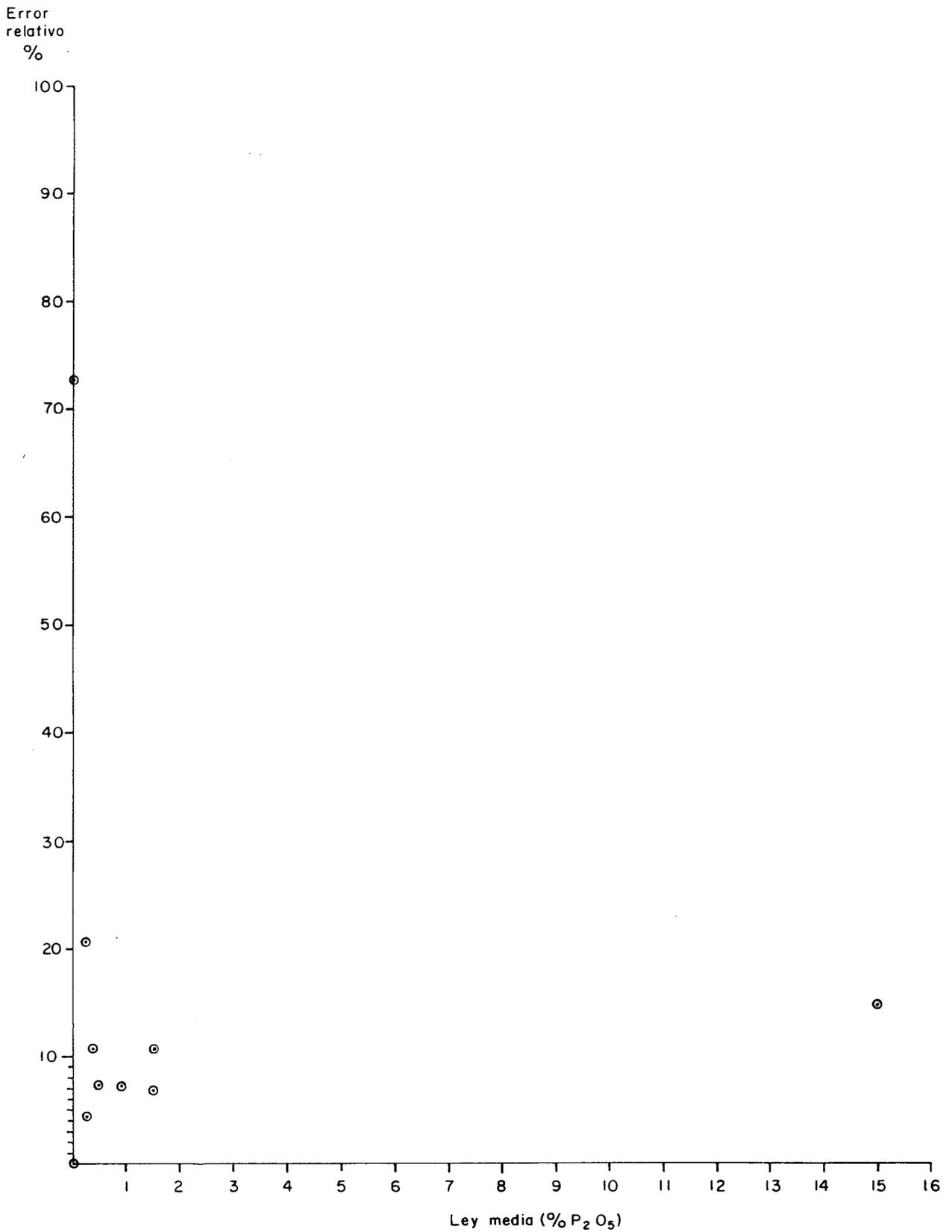
Los errores analíticos relativos, para un contraste interno del laboratorio de MAYASA, se pueden calificar de aceptables: son prácticamente inferiores al 15% para contenidos entre 0,25 y 14,97%  $P_2O_5$  (Fig. 5).

Los errores cometidos en los desmuestres también se pueden calificar de aceptables (Fig. 6). Como norma, los errores relativos para desmuestres repetidos por distinto prospector, se sitúan por debajo del 35%. Teniendo en cuenta que aquí están añadidos errores analíticos, además de los puramente atribuibles al desmuestra, el error debido a este último concepto oscilaría entre el 15 y el 20%. Esto es, la técnica de desmuestra es responsable de un error equivalente al cometido en el análisis.

Por último, indicar que la gráfica ley  $P_2O_5$ /densidad (Fig. 7) no muestra ninguna relación clara. Tal vez lo único destacable es la concentración de puntos en torno a 2,4 gr/cc, lo cual es quizás un reflejo de la alteración meteórica.

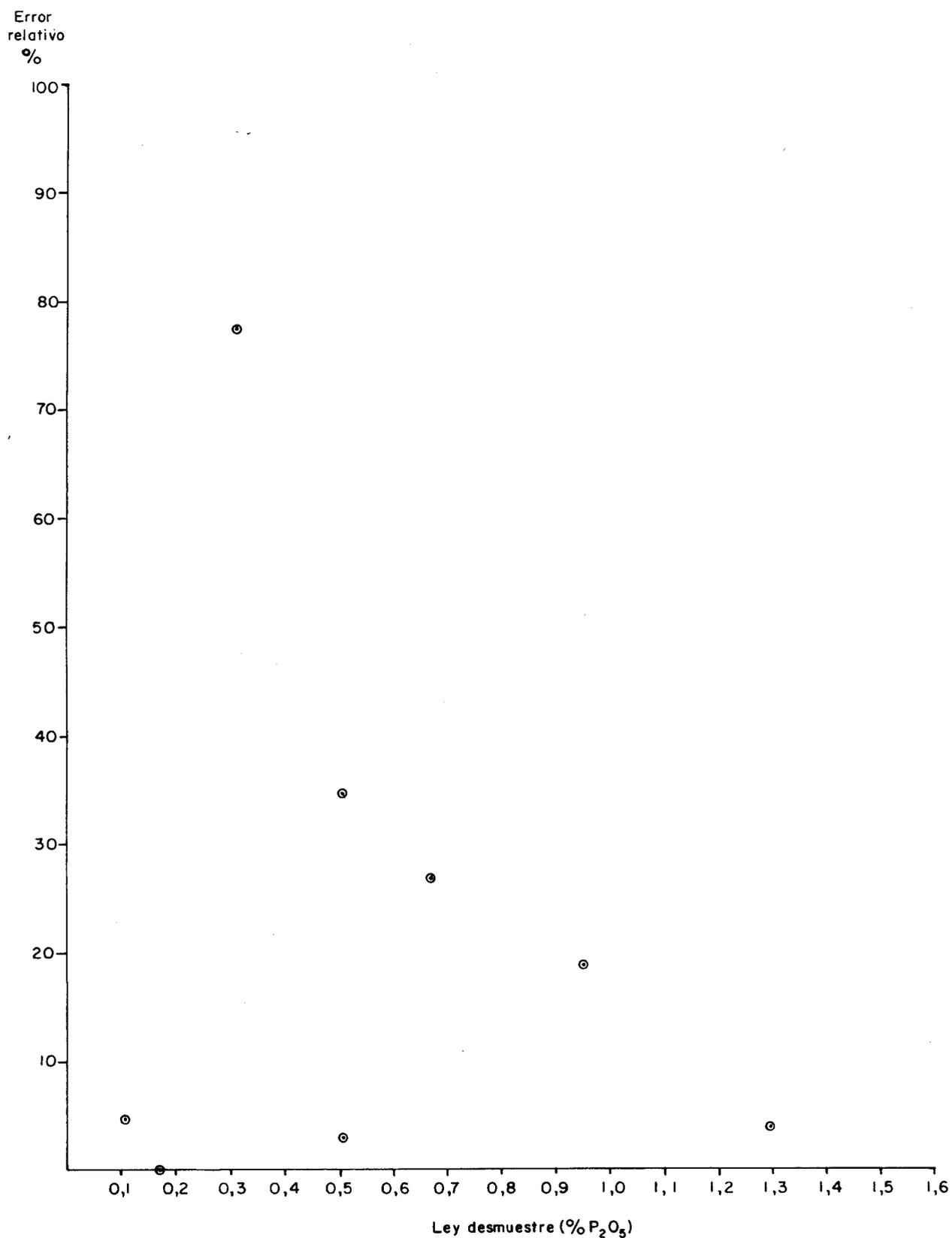
**c) Estimación del porcentaje de nódulos fosfatados** mediante comparación con carta visual de porcentajes en volumen: 841 determinaciones en total, para 8 yacimientos fosfatados.

**d) Trabajos topográficos de apoyo:** del orden de 20.000 m. de itinerarios medidos con brújula WILD sobre trípode y cinta métrica. Se ha levantado de esta manera los yacimientos de Ituero de Azaba, Sageras de los Toros y de Malvarín (PLANOS nº 15, 16, 17, 18) y, además, todos los desmuestres realizados.



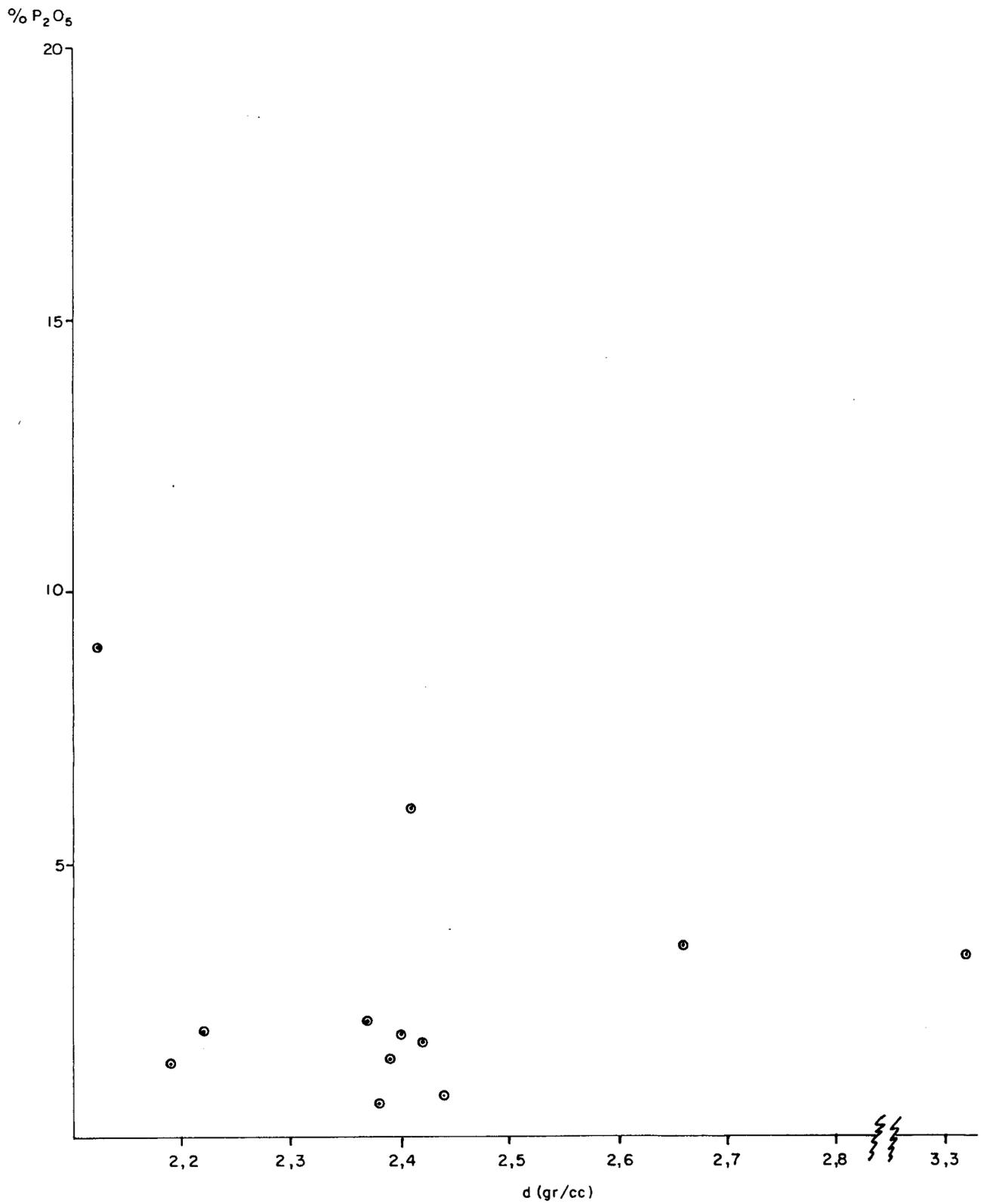
2.4.3 Fig. 5.-

Reserva "ITUERO" - Ituero de Azaba y Sageras. Errores analíticos relativos para un contraste interno del Laboratorio de MAYASA.



2.4.3 Fig. 6.-

Reserva "ITUERO" - Sageras de los Toros y de Malvarín. Errores relativos para desmuestres repetidos por distinto prospector.



2.4.3 Fig. 7.- Reserva "ITUERO" - Sageras de Malvarín. Representación de ley en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y densidad para fragmentos de rocas.

**e) Trabajos de gabinete:**

- Elaboración de la fórmula para obtener la ley en  $P_2O_5$  a partir del porcentaje en volumen de nódulos fosfatados; construcción de las curvas % $P_2O_5$ - % volumen; comprobaciones.
- Porcentaje en volumen de nódulos fosfatados: obtención de datos medios ponderados para 8 yacimientos y 3 sondeos mecánicos.
- Preparación por ARC/INFO del plano geológico general de la Reserva ITUERO.

**f) Trabajos de laboratorio:** selección y cuarteo de 21 muestras medidas y analizadas y de 9 muestras de roca para contrastes analíticos.

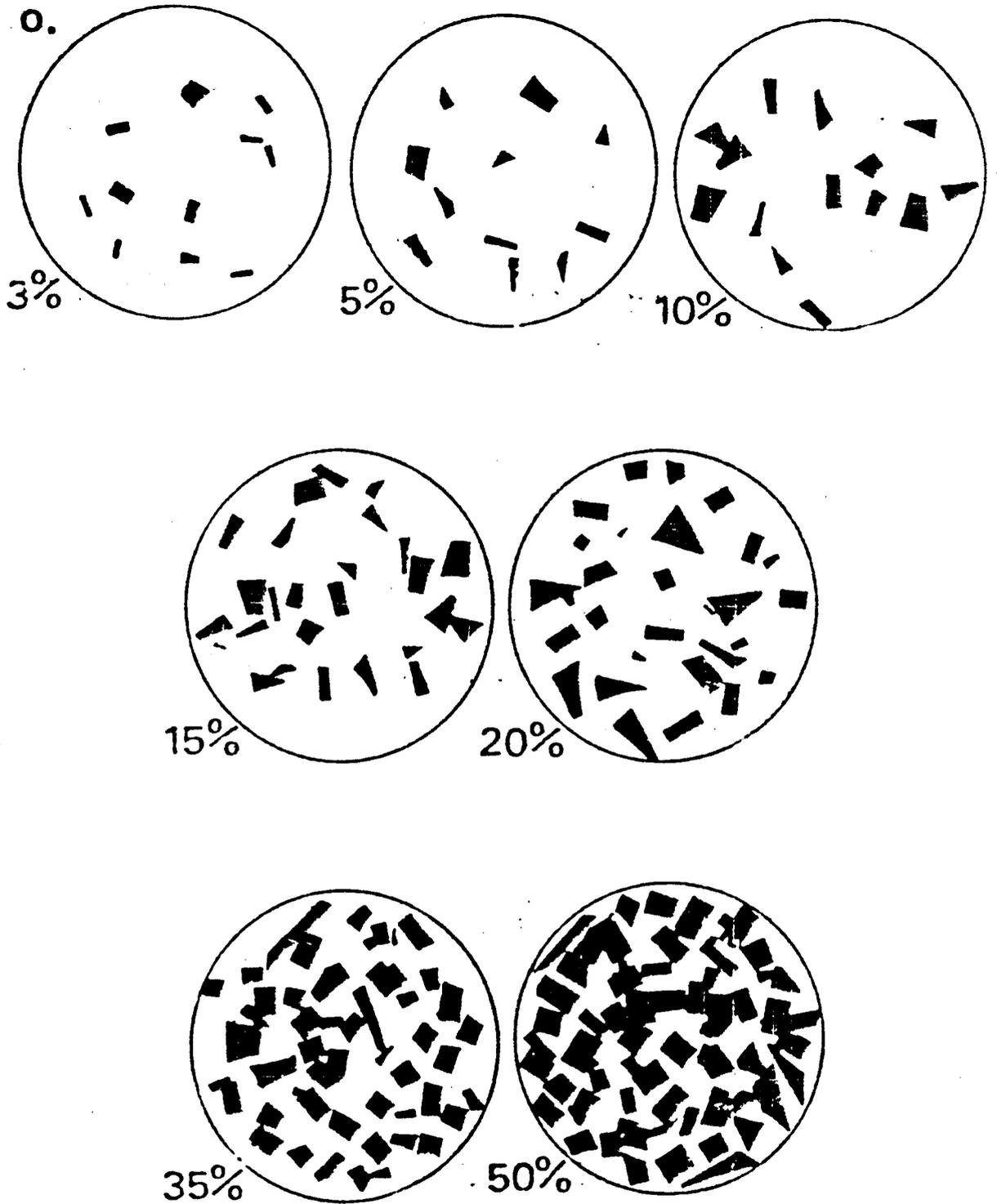
**2.4.3.c.- Determinación de la ley en  $P_2O_5$  en función del porcentaje en volumen de nódulos fosfatados.**

El objetivo propuesto para la Tercera Fase de investigación de la Reserva ITUERO es la ubicación de todos aquellos yacimientos fosfatados con leyes mínimamente destacables. Para ello se requiere conocer la geometría precisa y distribución de leyes de los yacimientos localizados anteriormente.

Este planteamiento y el hecho de que se trata realmente de yacimientos de baja o muy baja ley, ha inducido a buscar fórmulas mucho más económicas, que los desmuestres y análisis químicos, para una primera estimación de leyes.

Los fosfatos sedimentarios preordovícicos son fácilmente discernibles y su porcentaje en volumen puede ser estimado, en muestra de mano o afloramiento, por comparación con cartas visuales (Fig. 8). Lógicamente existe una relación entre porcentaje en volumen de fosfatos y ley en  $P_2O_5$ , de manera que ha permitido construir unas curvas de estimación de uno en función del otro.

Se han obtenido dos curvas: una de ellas teórica y la otra por ajuste por mínimos cuadrados a los datos de leyes y % en volumen medidos.



2.4.3.- Fig. 8 RESERVA ITUERO. Diagramas de estimación de porcentajes en volumen.

La curva teórica se ha calculado en función de los siguientes datos:

- Contenido en  $P_2O_5$  máximo: 35,5 %
- Densidad máxima del mineral: 3,07 gr/cc
- Densidad del estéril: 2,63 gr/cc

El contenido en  $P_2O_5$  máximo se ha estimado en función de datos bibliográficos y resultados analíticos para el yacimiento de Horcajo de los Montes:

- Apatito:

- \* Contenido teórico: 41-42,3 %
- \* Por análisis: 5-35 %
- \* Densidad: 3,2 gr/cc

- Francolita: hasta 34-35 %  $P_2O_5$

- Promedio en rocas sedimentarias:

\* Areniscas (170 ppm P): 0,039 %  $P_2O_5$

\* Pizarras (700 ppm P) : 0,16 %  $P_2O_5$

X= 0,1%  $P_2O_5$

- Promedio en la corteza terrestre (900 ppm P) : 0,2 %  $P_2O_5$

- Ley máxima en sondeos de Horcajo : 35,45 %  $P_2O_5$

- Densidad medida para ley máxima : 3,07 gr/cc

- Ley para canto fosfatado VLA-23 (S<sup>a</sup> de Lagunilla) : 6,48 %  $P_2O_5$

Para la obtención de la ley en  $P_2O_5$  en función del % en volumen de nódulos fosfatados se ha deducido la siguiente relación:

$$\% P_2O_5 = \frac{\frac{\% \text{volumen}}{100} \times 3,07 \times \frac{35,5}{100}}{Dm} \times 100 = \frac{\% \text{ vol.} \times 1,08985}{Dm}$$

$$\% \text{ Vol} = \frac{\% P_2O_5 \times Dm}{1,08985}$$

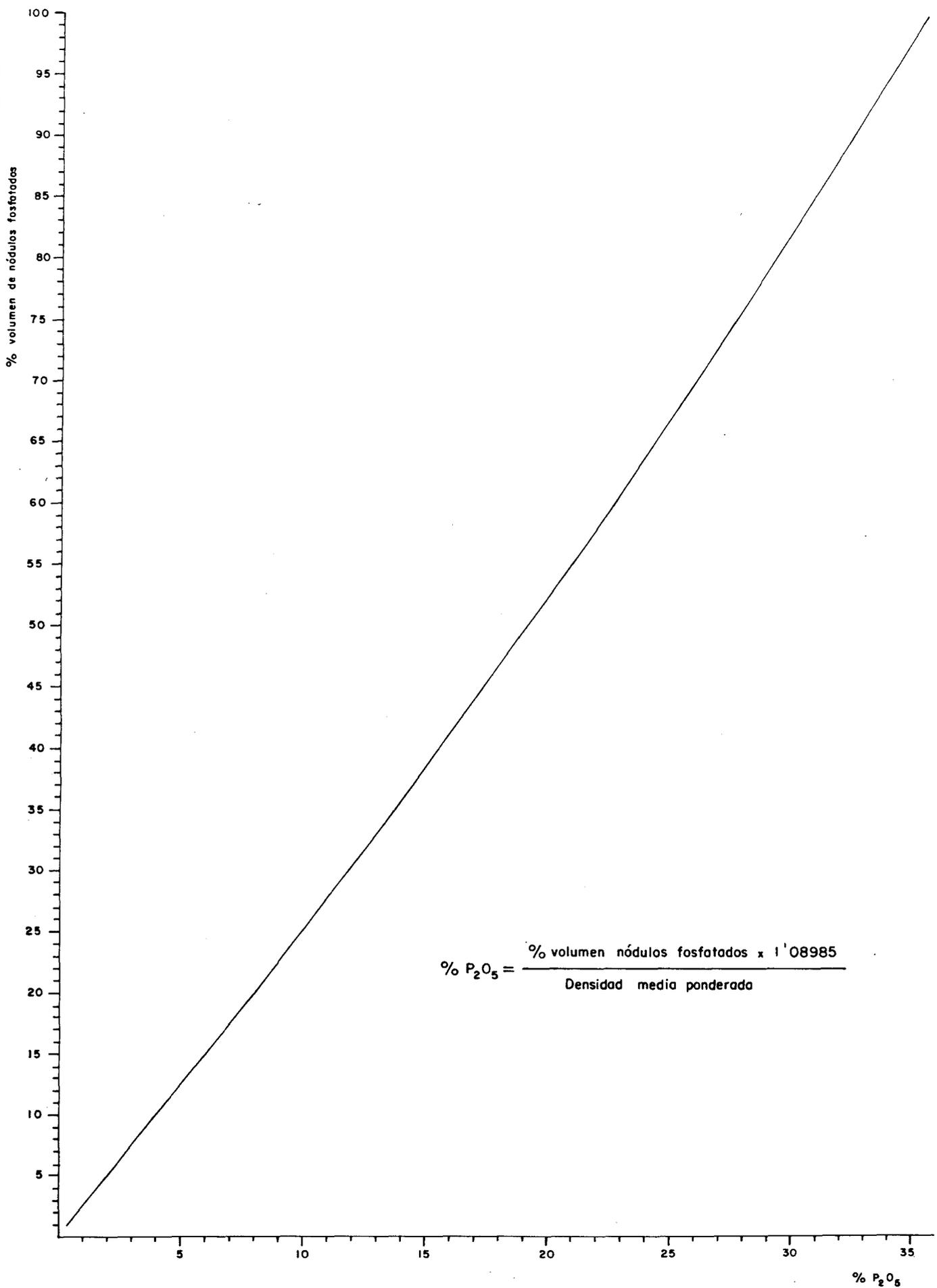
Para el caso particular de cantos fosfatados de la Sierra de Lagunilla, con unos contenidos máximos de 6,5 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (densidad 2,76 gr/cc), se ha aplicado la fórmula:

$$\% P_2O_5 = \frac{\frac{\% \text{ volumen}}{100} \times 2,76 \times \frac{6,5}{100}}{Dm} \times 100 = \frac{\% \text{ vol.} \times 0,1794}{Dm}$$

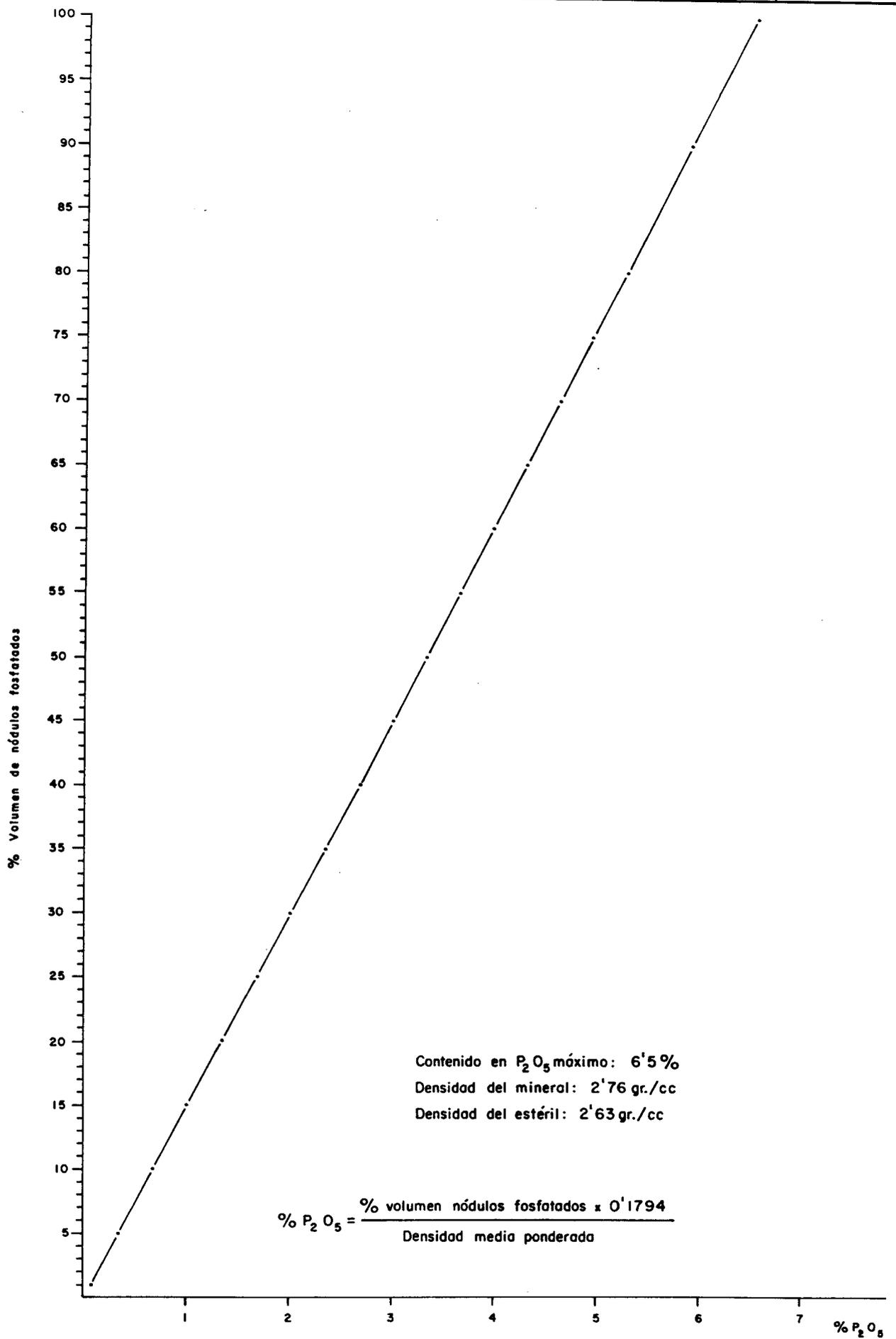
Las rectas así obtenidas están representadas en las Fig. 9 y 10.

A partir de la Fig. 9 se han calculado leyes en función del % volumen de nódulos fosfatados (TABLA 1). Las leyes así calculadas se han comparado con leyes medidas con análisis químicos, obteniéndose sus errores relativos. A continuación se indican algunos datos medios de errores relativos para diferentes intervalos de leyes medias en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Fig. 11):

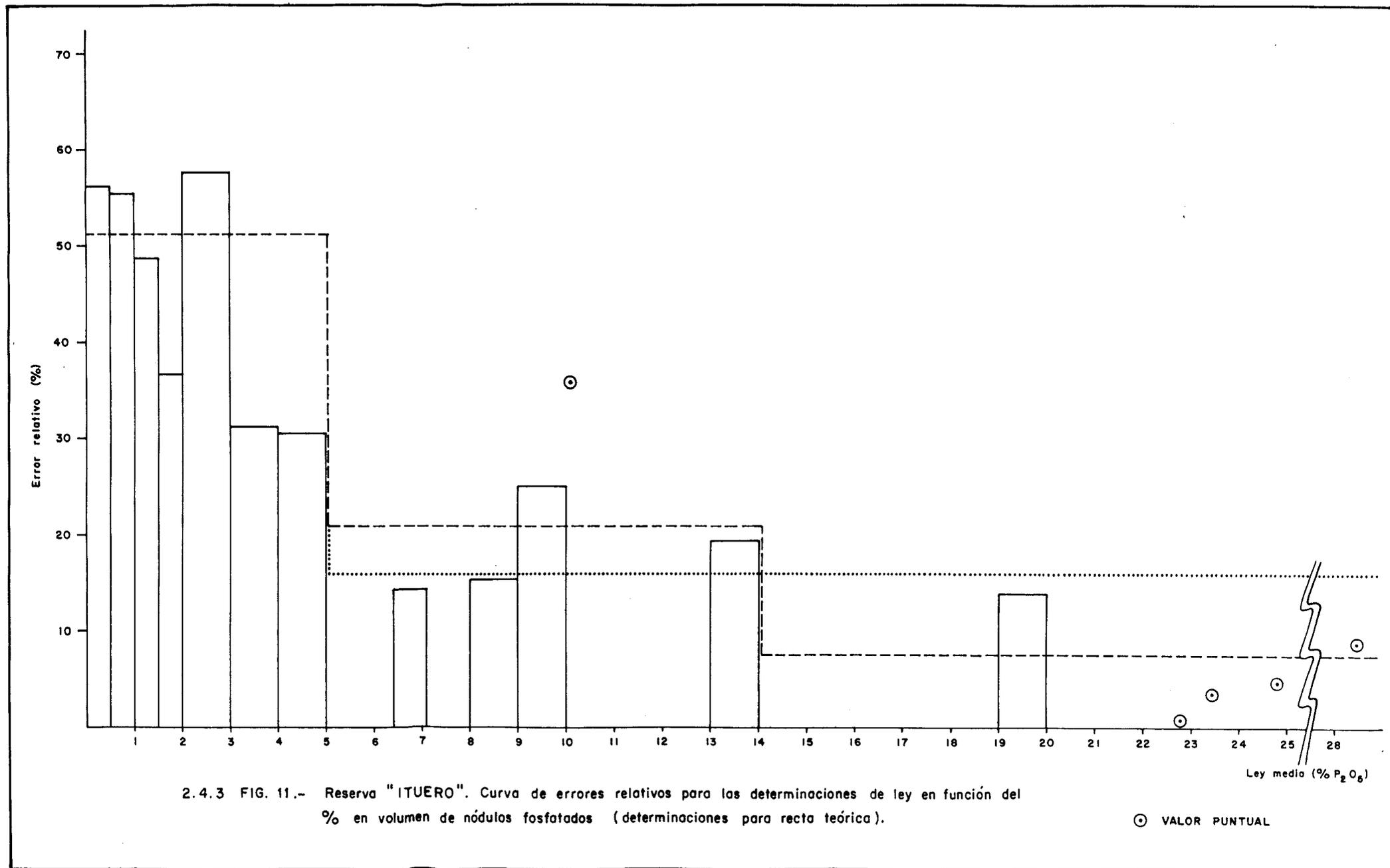
Intervalos Ley media	Nº datos	Med. Pond. Error. Relat.
TOTAL	65	42,49%
0-1 %	24	55,80%
1-29%	41	34,70%
0-5 %	49	51,22%
6,29%	16	15,91%
6,14%	10	20,91%
15-29%	6	7,58%



2.4.3 FIG. 9.- Reserva "ITUERO". Curva teórica de ley en  $P_2O_5$ , en función del % en volumen de nódulos fosfatados.



2.4.3 FIG. 10 .- Reserva "ITUERO". Curva teorica de ley en  $P_2O_5$  en función del % en volumen de nódulos fosfatados.

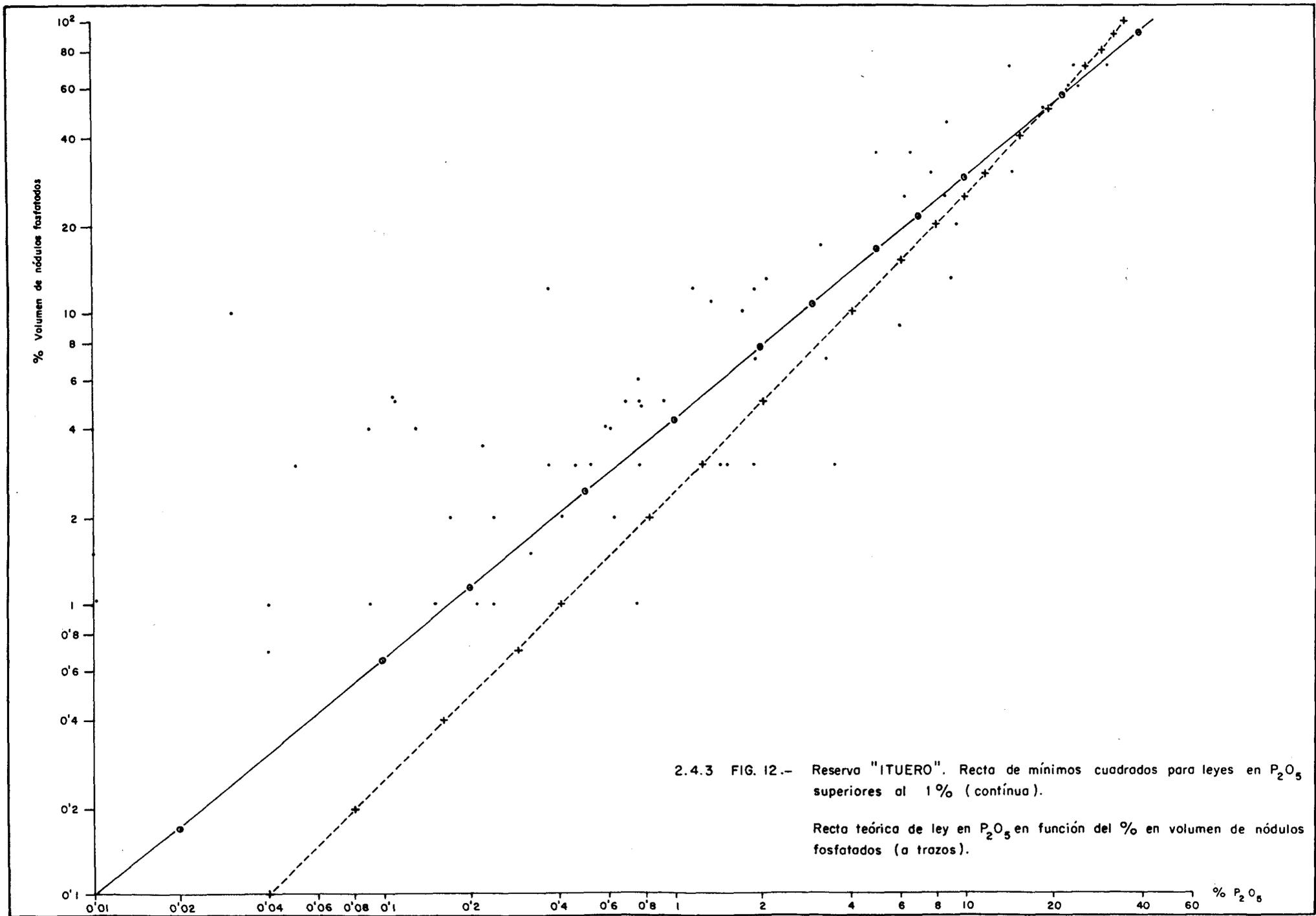


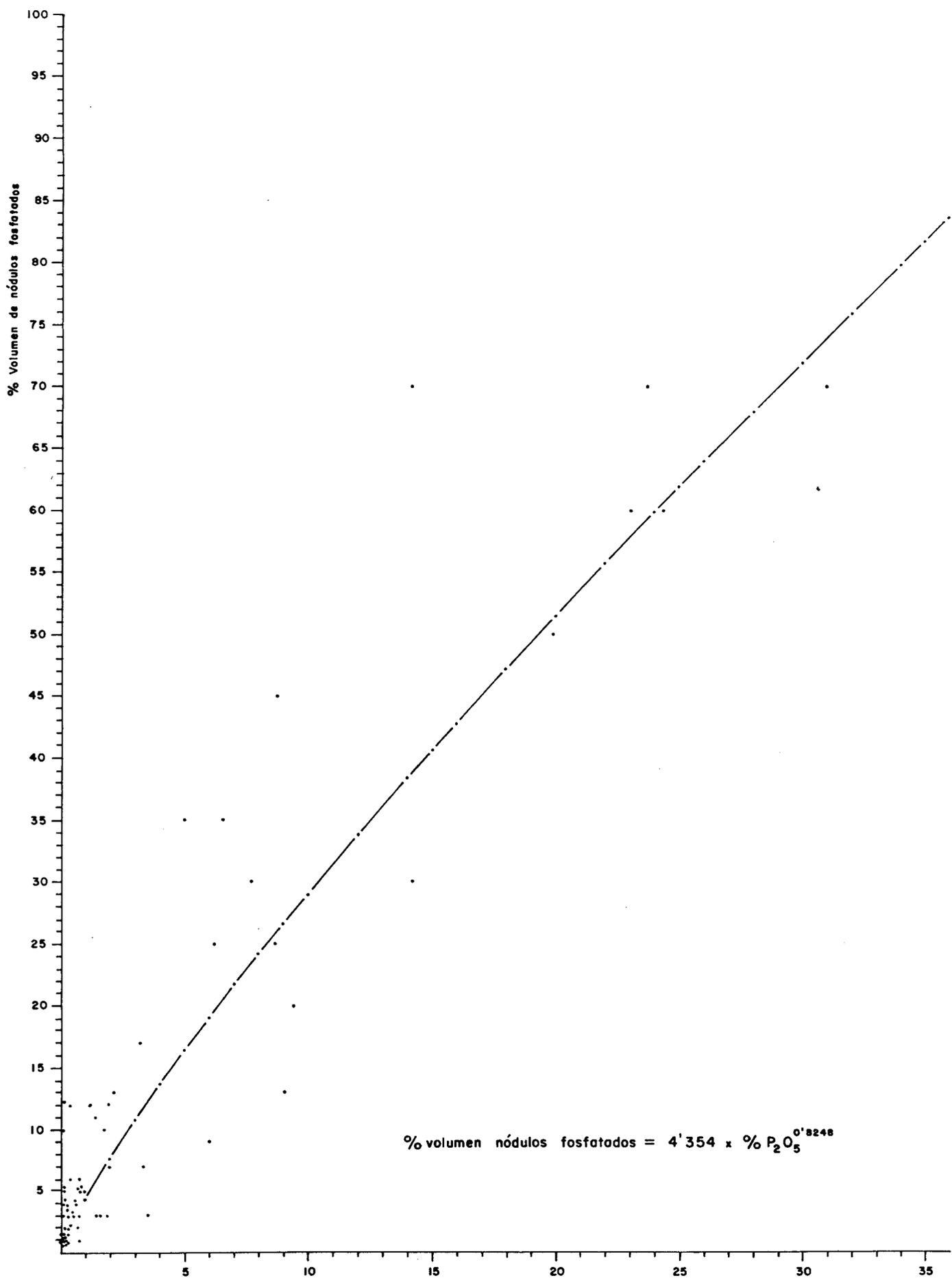
2.4.3 FIG. 11.- Reserva "ITUERO". Curva de errores relativos para las determinaciones de ley en función del % en volumen de nódulos fosfatados (determinaciones para recta teórica).

⊙ VALOR PUNTUAL

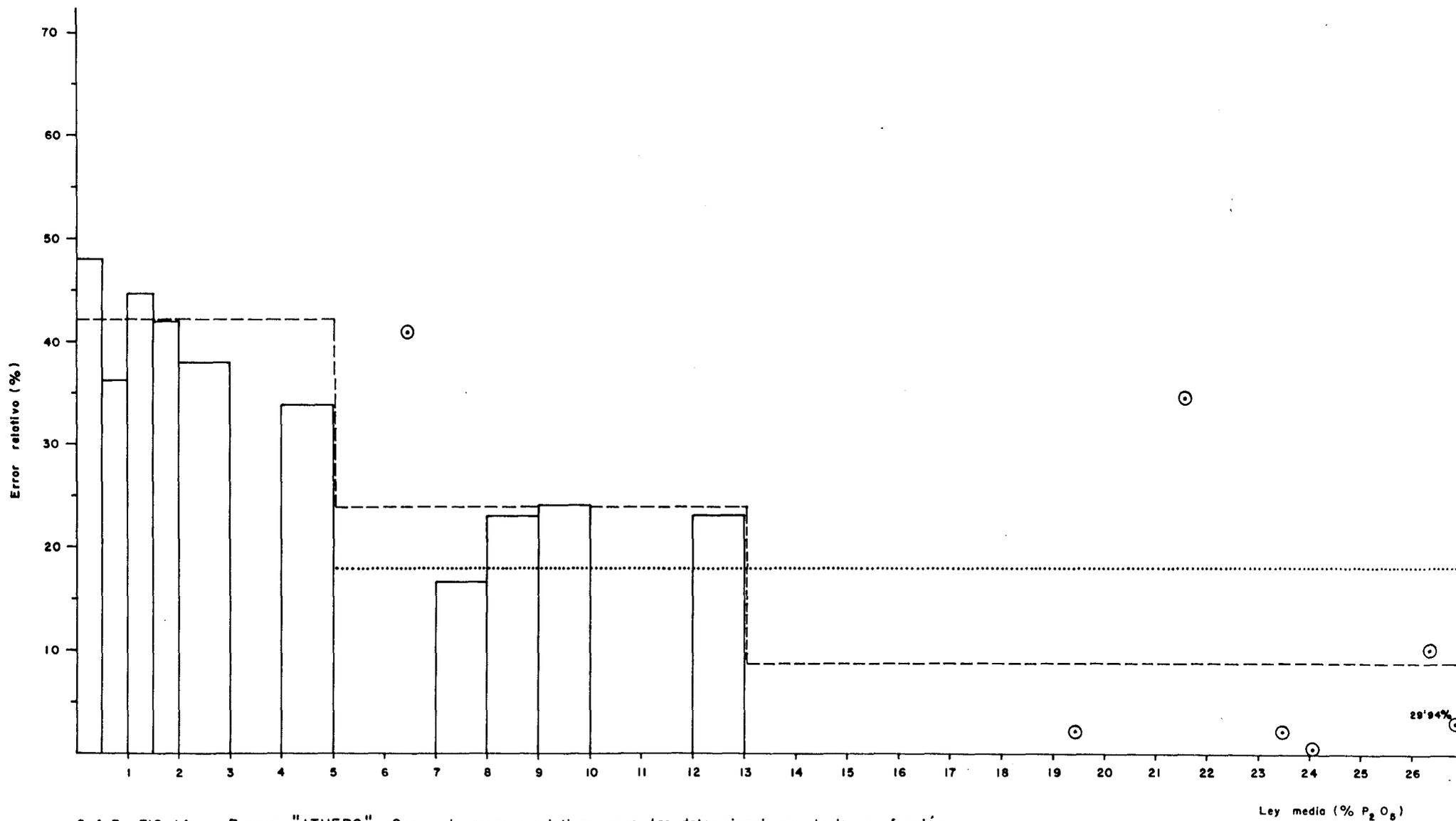
TABLA 1.- RESERVA ITUERO. Leyes en  $P_2O_5$  calculadas a partir del % en volumen de fosfatos.

MUESTRA	LEYP2O5	VOLUMEN	LEYVOLUM
EM1	6,22	25,00	9,90
ITA 2	4,96	35,00	13,70
ITA 3	7,67	30,00	11,80
ITA 4	8,66	25,00	9,90
ITA 5	19,87	50,00	19,10
ITA 6	14,18	30,00	12,60
ITA 7	30,88	70,00	26,00
ITA 8	24,31	60,00	22,60
ITA 9	8,74	45,00	17,30
ITA10	23,65	70,00	26,00
ITA11	22,97	60,00	22,60
SAG23/3	2,13	13,00	5,20
SAG23/4	0,62	2,00	0,80
SAG23/5	1,89	12,00	4,80
SAG24/3	1,42	3,00	1,20
SAG25/32	1,36	11,00	4,40
SAG26/2	1,73	10,00	4,00
SAG28/2	6,02	9,00	3,60
SAG30/2	3,52	3,00	1,20
SAG31/2	9,05	13,00	5,20
SAG32/2	3,32	7,00	2,80
SAG33/2	0,17	2,00	0,80
SAG33/21	1,95	7,00	2,80
SAG35/3	0,77	5,00	2,00
SAG37/2	0,01	1,00	0,40
SF 1/A	0,92	5,00	2,00
SF 1/B	1,54	3,00	1,20
SF 1/D	9,43	20,00	8,00
SF 2/A	0,01	1,50	0,60
SF 2/B	1,87	3,00	1,20
SF 2/C	0,01	4,00	1,60
SF 2/D	0,05	3,00	1,20
SF 2/E	0,52	3,00	1,20
SF 3/A	3,20	17,00	6,80
SF 3/B	14,10	70,00	24,00
SF 4/A	0,60	4,00	1,60
SF 5/A	0,61	4,00	1,60
SF 5/A	0,77	5,00	2,00
SF 5/B	0,41	2,00	0,80
SF 6/A	0,22	3,50	1,40
SF 7/A	0,35	6,00	2,40
SF 7/B	0,32	1,50	0,60
SF 8/A	0,24	2,00	0,80
SF 8/B	1,15	12,00	4,80
SF 8/C	6,48	35,00	13,70
SF 9/A	0,11	5,00	2,00
SF10/A	0,09	4,00	1,60
SF11	0,01	1,00	0,40
SF12	0,11	5,00	2,00
SF13	0,37	3,00	1,20
SF14/A	0,04	1,00	0,40
SF15/A	0,74	1,00	0,40
SF16/1	0,15	1,00	0,40
SF16/2	0,03	10,00	4,00
SF16/4	0,09	1,00	0,40
SF17	0,76	3,00	1,20
SF18	0,46	3,00	1,20
SF19	0,24	1,00	0,40
SF20	0,69	5,00	2,00
SF21	0,13	4,00	1,60
SF22	0,76	6,00	2,40
SF23	0,41	1,00	0,40
SL2	0,21	1,00	0,40





2.4.3 FIG. 13.- Reserva "ITUERO". Curva de mínimos cuadrados para leyes en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> superiores al 1%



2.4.3 FIG. 14.- Reserva "ITUERO". Curva de errores relativos para las determinaciones de ley en función del % en volumen de nódulos fosfatados (determinaciones para recta de mínimos cuadrados).

○ VALOR PUNTUAL

En resumen, a partir del 5% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (12,5% volumen fosfatos) las determinaciones de leyes a partir de los porcentajes en volumen de nódulos fosfatados son bastante precisas.

Para verificar la bondad de la curva obtenida mediante cálculo a partir de unos datos de partida, también se ha obtenido la curva de mínimos cuadrados para leyes en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> superiores al 1% (para que los valores inferiores, bastante dispersos, no distorsionasen demasiado).

Se trata de una curva geométrica de fórmula genérica  $y = ax^b$  ó  $\log y = \log a + b \log x$ , pues representada las variables en un papel gráfico log-log muestra una relación lineal.

La fórmula obtenida para esta curva de mínimos cuadrados es:

$$\% \text{ volumen} = 4,354 \times \% P_2O_5^{0,8248}$$

En las figuras 12 y 13 se ha representado esta curva que lógicamente muestra mejor ajuste a los datos experimentales que la curva teórica.

No obstante, para esta curva de mínimos cuadrados también se han calculado leyes en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en función del % en volumen de fosfatos y se han comparado con las leyes obtenidas mediante análisis químico.

Así, la distribución de errores relativos medios para distintos tramos de leyes medias en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sería (Fig. 14):

Intervalos Ley media	Nº datos	Med.Pond.Error.Relat.
TOTAL	64	36,51 %
0-1 %	32	43,21 %
1-30 %	32	29,80 %
0-5 %	49	42,22 %
6-30 %	15	17,86 %
6-13 %	9	23,90 %
13-30 %	6	8,80 %

En resumen, para la recta de mínimos cuadrados hay:

- Una disminución en un 6% en los errores relativos para la totalidad de datos.
- Un 12,6% menos de error relativo para leyes hasta el 1%
- Un 4,9% menos de error relativo para leyes mayores del 1%
- Un 9% menos de error relativo para leyes entre 0-5%
- Un 1,95% más de errores relativos para leyes entre 6-30%

Las magnitudes de los errores de las leyes calculadas con ambas curvas son bastante comparables: una diferencia del 5% para leyes en  $P_2O_5$  mayores al 1%.

Para la obtención de leyes en función del porcentaje en volumen de fosfatos se prefiere utilizar la curva teórica por lo siguiente:

- Mayor proximidad a contenidos reales, según bibliografía, máximos y mínimos.
- Errores relativos inferiores para leyes altas ( $>6\% P_2O_5$ ). Para este tramo los errores analíticos son más bajos y lo mismo ocurre a la estimación del porcentaje en volumen de fosfatos a partir de cartas visuales.
- No están afectados por los errores analíticos de este laboratorio.
- Nos proporcionan el mayor rango de contenido en  $P_2O_5$ .

### **2.4.3.1.- Areas investigadas y trabajo realizado.**

#### **2.4.3.1.a. Valdelageve-Lagunilla-Abadia.**

Este sector fué investigado con suficiente extensión en la 2ª Fase de este proyecto y a su informe final hay que remitirse para cualquier precisión sobre su geología.

Aquí solo se incluirán aquellas elaboraciones de datos que se utilizarán resumidamente más adelante en este informe (Fig. 15, 16, 17) y, sobre todo, los nuevos trabajos de campo realizados. Estos trabajos se refieren exclusivamente a desmuestres de roca y estimaciones de porcentajes en volumen de nódulos fosfatados.

#### **2.4.3.1.a.1.- Desmuestres.- (PLANO N° 9).**

En el sector de Valdelageve se practicaron dos desmuestres continuos (SF-1 y SF-2), subdivididos en cinco muestras, con un total de 359 m. El peso total de roca fué de 17,85 Kg.

Igualmente se recogieron 10 muestras individuales.

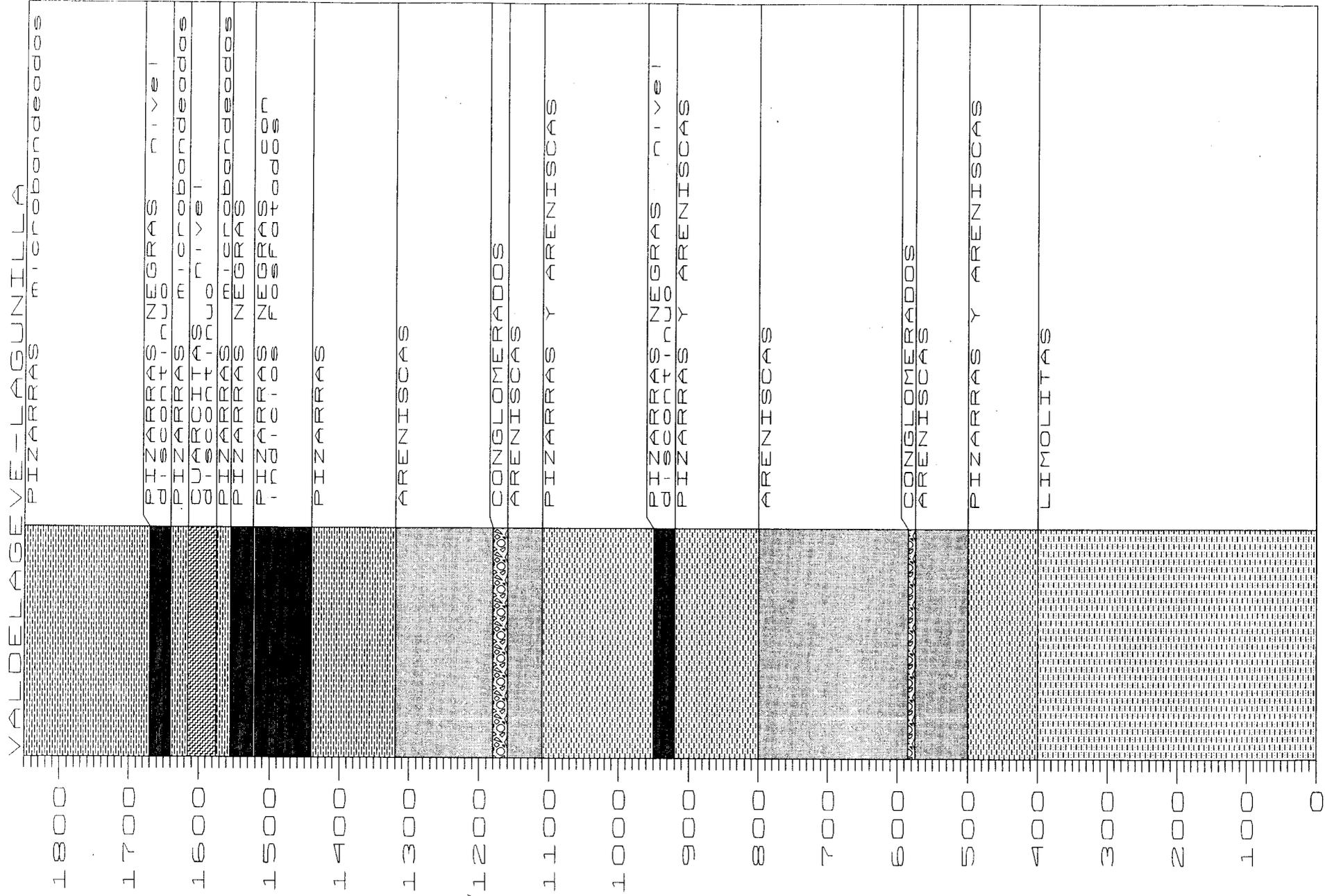
Las muestras SF-1/A, 1/B, 1/D, 2/A, 2/C son de pizarras grises con nódulos fosfatados; las muestras SF-1/C y 1/E corresponden a cantos derrubados muy mineralizados.

En la Sierra de Lagunilla se decidió no realizar desmuestres continuos en vista de la escasez de mineralización y de que ya estaban medidas las potencias y proporción de tramos conglomeráticos. Tan solo se recogieron dos muestras en el afloramiento VLA-26 (SL-1 y SL-2), por estar aquí algo mejor representada la mineralización fosfatada, aunque es muy escasa.

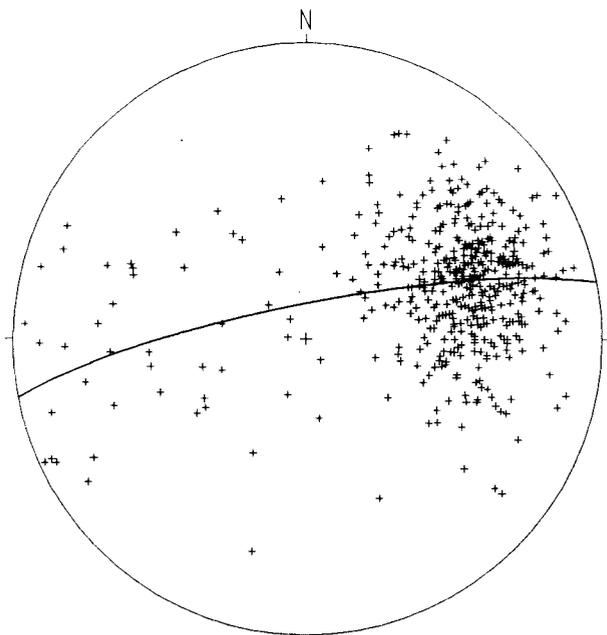
La muestra SL-1 corresponde a un canto fosfatado, aplastado, de magnitud decimétrica. La SL-2 sería la muestra mejor mineralizada compuesta exclusivamente por tramos conglomeráticos con algunos cantos fosfatados.

En la TABLA 2 se detallan datos analíticos y de desmuestra y en la TABLA 3 las determinaciones de porcentajes en volumen de nódulos fosfatados.

A partir de la TABLA 3 podemos observar que los niveles fosfatados en este sector tienen una potencia media de 5 cm, el 90% de ellos tendrían unas leyes medibles, que en este caso equivalen a un 13,7% en volumen de nódulos fosfatados. Llevada esta cifra a la curva %volumen - Ley en  $P_2O_5$  (Fig. 12) nos proporciona una ley del 5,5%  $P_2O_5$  para estos niveles fosfatados.



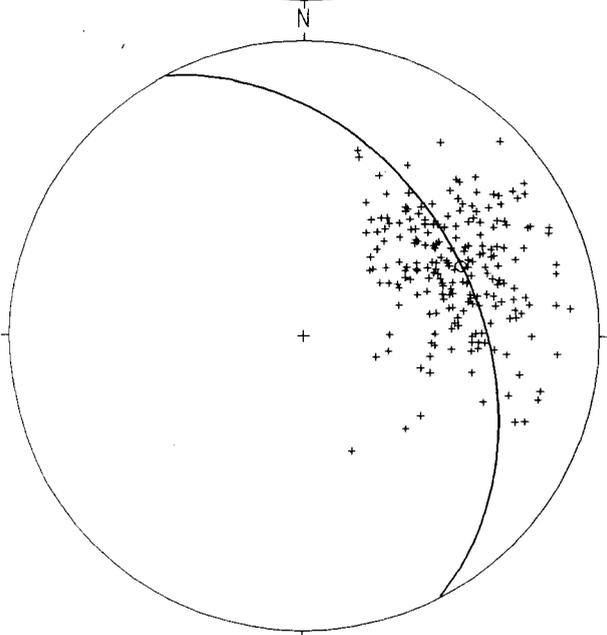
2.4.3.- Fig. 15 RESERVA ITUERO. Valdelageve-Lagunilla



Valdelageve-Lagunilla-Abadía

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	474
Mean Lineation Azimuth	70.7
Mean Lineation Plunge	39.3
Great Circle Azimuth	258.7
Great Circle Plunge	80.3
1st Eigenvalue	0.821
2nd Eigenvalue	0.110
3rd Eigenvalue	0.069
LN ( E1 / E2 )	2.012
LN ( E2 / E3 )	0.463
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	4.341
Spherical variance	0.1509
Rbar	0.8491

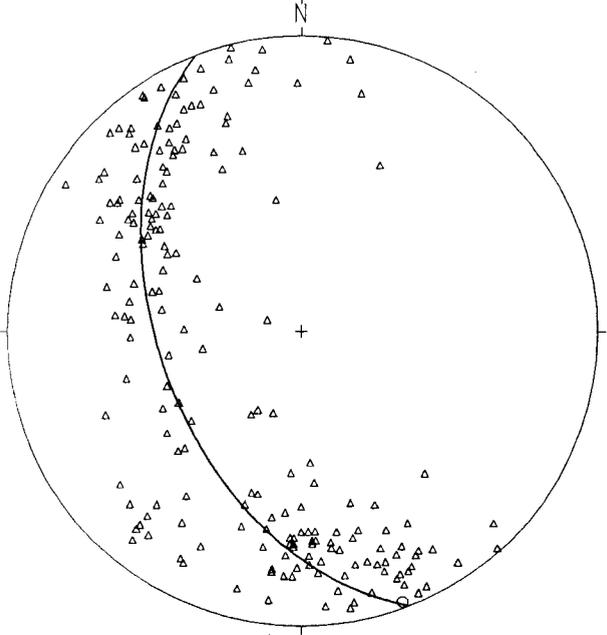
+ Estratificación



Valdelageve-Lagunilla-Abadía

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	221
Mean Lineation Azimuth	65.9
Mean Lineation Plunge	40.8
Great Circle Azimuth	332.3
Great Circle Plunge	40.9
1st Eigenvalue	0.886
2nd Eigenvalue	0.062
3rd Eigenvalue	0.052
LN ( E1 / E2 )	2.652
LN ( E2 / E3 )	0.190
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	13.963
Spherical variance	0.0610
Rbar	0.9390

+ Esquistosidad

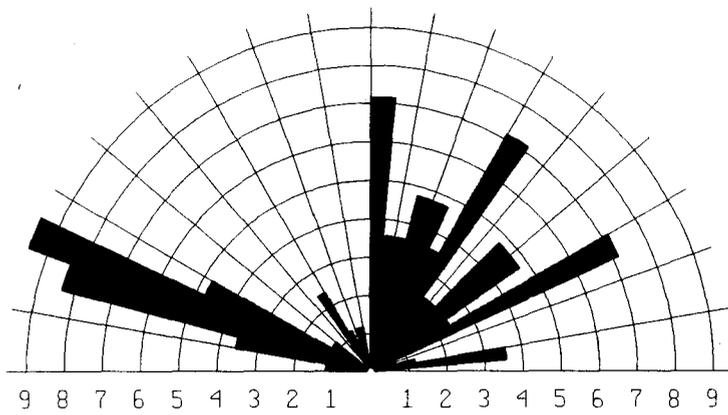


Valdelageve-Lagunilla-Abadía

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	196
Mean Lineation Azimuth	159.5
Mean Lineation Plunge	1.1
Great Circle Azimuth	158.6
Great Circle Plunge	50.4
1st Eigenvalue	0.588
2nd Eigenvalue	0.360
3rd Eigenvalue	0.051
LN ( E1 / E2 )	0.491
LN ( E2 / E3 )	1.945
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.252
Spherical variance	0.4766
Rbar	0.5234

Δ Lineaciones

2.4.3.- Fig. 16 RESERVA ITUERO. Valdelageve-Lagunilla-Abadía



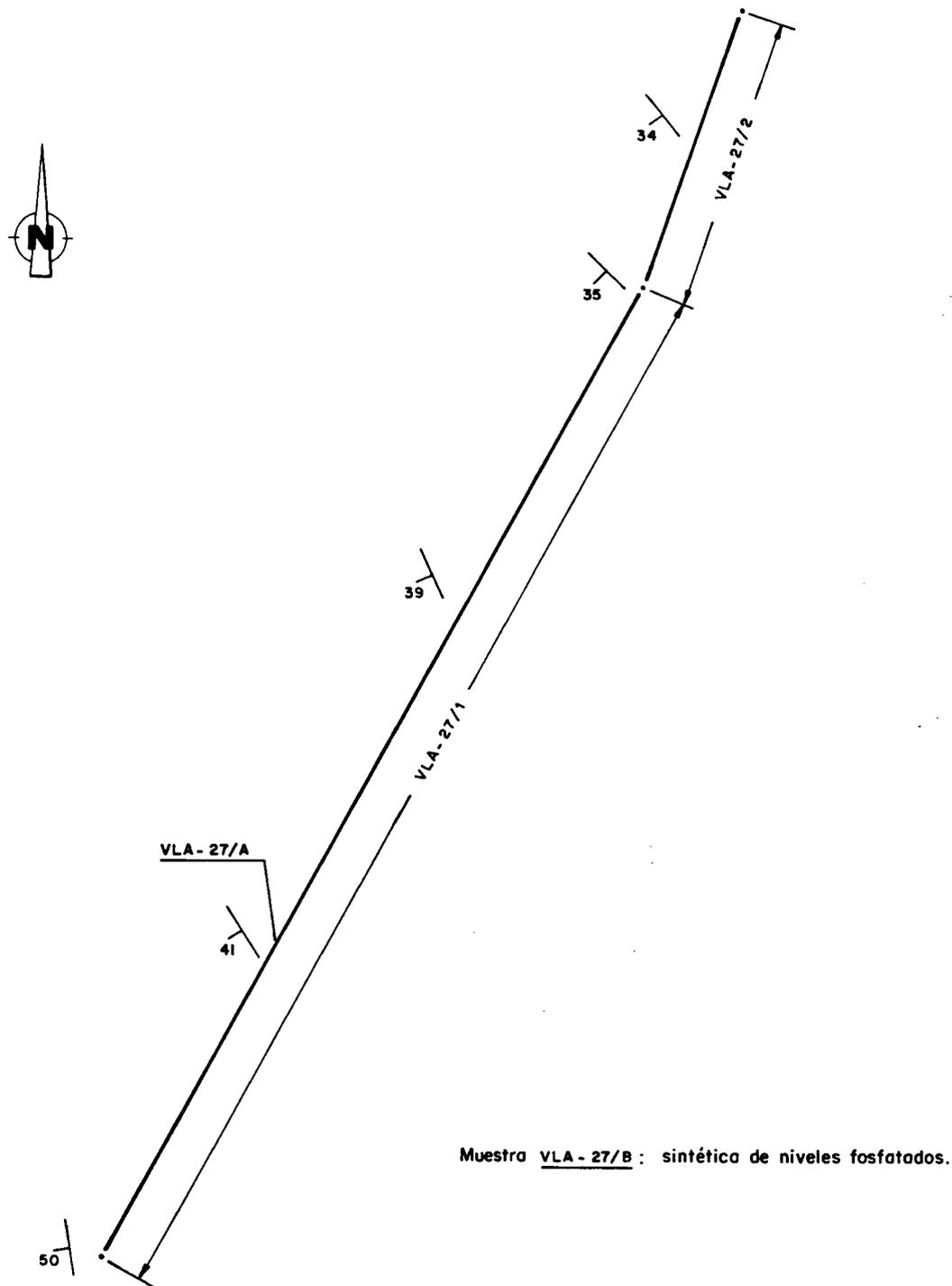
Valdelageve-Lagunilla-Abadía

Calculation Method	Frequency
Class Interval	5 Degrees
Filtering	Deactivated
Data Type	Bidirectional
Rotation Amount	0 0 Degrees
Population	84
Maximum Percentage	9 5 Percent
Mean Percentage	3 7 Percent
Standard Deviation	2 41 Percent
Vector Mean	49 40 Degrees
Confidence Interval	45 41 Degrees
R-mag	0 19

2.4.3.- Fig. 17 RESERVA ITUERO. Valdelageve-Lagunilla-Abadía

## VLA - 27

	<u>DIRECCION Y BUZAMIENTO</u>	<u>LONGITUD</u>	<u>ESPESOR</u>	<u>POTENCIA TOTAL</u>	<u>POTENCIA FOSFATOS</u>	<u>VOLUMEN FOSFATOS (MEDIANA)</u>
VLA-27/1 .....	249 / 41	34 m.	28'19 m.	18'5 m.	76'5 cm.	42'6 %
VLA-27/2 .....	235 / 34	9 m.	7'79 m.	4'4 m.	49'5 cm.	37'6 %



Esquistos grises con nódulos aplastados y niveles, relativamente frecuentes, fosfatados. Afloramiento continuo.

La estratificación se mide en los niveles fosfatados.

La potencia media de los niveles fosfatados es de 3'33 cm. en VLA-27/1 y 3'1 cm. en VLA-27/2.

**TABLA 2.-RESERVA ITUERO. Desmuestres en el sector de VALDELAGEVE-LAGUNILLA.**

<u>Muestra</u> (Kgs)	<u>%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></u>	<u>Longitud</u> <u>desmuestra (m)</u>	<u>Peso muestra</u>
SF-1	1,09	118,90	5,879
SF-1/1	0,16	38,55	2,973
SF-1/2	<0,01	77,50	4,203
SF-2/1	0,30	75,95	2,808
SF-2/2	<0,01	48,1	1,993
SF-1/A	0,92		
SF-1/B	1,54		
SF-1/C	26,67		
SF-1/D	9,43		
SF-1/E	21,26		
SF-2/A	<0,01		
SF-2/B	1,87		
SF-2/C	<0,01		
SF-2/D	0,05		
SF-2/E	0,52		
SL-1	6,24		
SL-2	0,21		

TABLA 3.- RESERVA ITUERO-VALDELAGEVE. Determinaciones de % en volumen de nódulos fosfatados.

Desmuestrs	N° de Determinaciones	POTENCIAS						% EN VOLUMEN DE NODULOS FOSFATADOS				
		Total Transversal	NIVELES CON FOSFATOS			Niveles mineralizados (>0,5% vol.fosfatos)		Valor Mínimo	Valor Máximo	Total Niveles con fosfatos	Niv.Mineralizados (>0,5%)	Total Transversal
			Total (cm)	Media (cm)	%en relación con aflorante	Total (cm)	%en relación niv. con fosfatos					
SF-1/0	27		109,5	4		91,5	84	-	80	12,7	15,2	-
SF-1/1	12		191,5	16		170,5	89	-	3	0,67	0,76	-
SF-1/2	10		54,0	5		42,0	78	-	10	2,81	3,62	-
Transversal SF-1	49		355	7		304	86	-		4,7	5,5	-
SF-2/1	15		57,5	4		51,5	89	-	1,5	0,75	0,83	
SF-2/2	6		17	3		-	100	0,5	2,0	-	0,97	
Transversal SF-2	21		74,5	4		68,5	92			0,80	0,87	
SF-1 +SF-2	70		429,5	6		372,5	87			4,02	4,64	
VLA-27/1	23	18,5	76,5	3	4,1			2	100	>42,6		
VLA-27/2	16	4,4	49,5	3	11,2			1	100	>37,6		
Transversal VLA-27	39	22,9	126	3	5,5	126	100			>40,6	>40,6	
Yacimiento	109		555,5	5		498,5	90			12,3	13,7	

#### **2.4.3.1.b.- Herguijuela de la Sierra.**

##### **2.4.3.1.b.1.- Geología del yacimiento (PLANO N° 10).**

La serie local, de carácter fundamentalmente pelítica, tiene algo más de los 1000 m. de potencia (Fig. 19).

Un nivel conglomerático, delgado pero continuo, rompe la monotonía litológica y sirve como nivel de referencia.

A continuación se describen todos los tipos litológicos.

##### **\* Pizarras negras y gris-oscuro:**

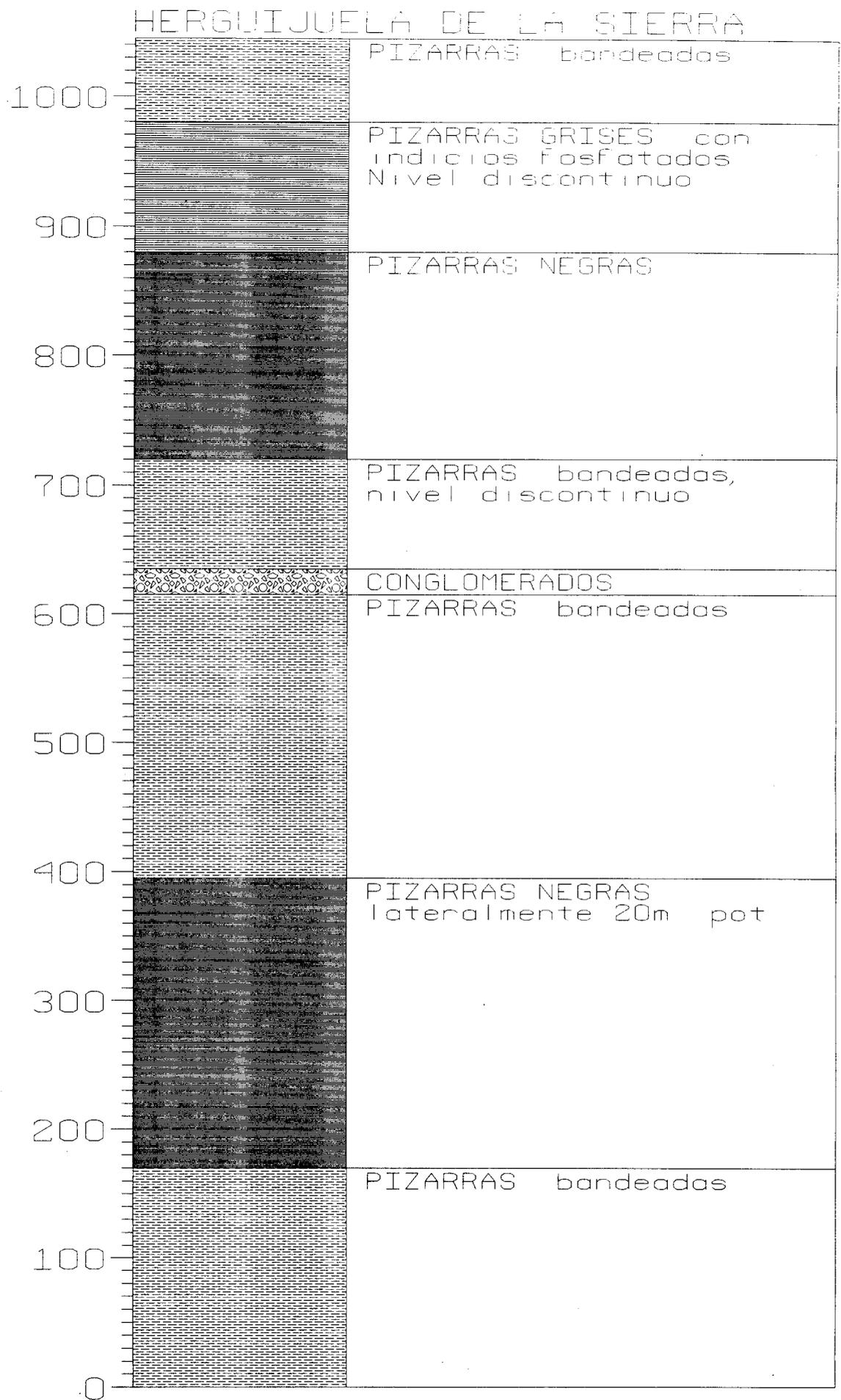
Las pizarras negras ocupan la base de esta unidad y predominan netamente en el sector meridional de esta zona de estudio. Están prácticamente desprovistos de indicios fosfatados y pueden tener algo de pirita.

La mineralización fosfatada está asociada a las pizarras gris-oscuro, situadas a techo de las pizarras negras en la mitad septentrional de la zona. Su morfología debe ser lentejonar, pues pasan de ocupar amplias extensiones en la parte Norte a ser anecdóticas al Sur, sin que se observen gradaciones.

Se han diferenciado dos conjuntos.

- Uno inferior con potencias aproximadas que varían entre 20 y 225 m. y escasos nódulos fosfatados.
- Otro superior, que es el mejor mineralizado, con predominio de pizarras negras en la base y pizarras gris oscuro, cuando existen, en el techo. Estas últimas son las facies que portan indicios fosfatados y su potencia alcanza los 100 m. Las pizarras negras tienen una potencia de 160 m.

En las áreas con metamorfismo de contacto más intenso, resulta difícil diferenciar ambas facies. Aquí se adopta el criterio de asignarlas a las pizarras grises, salvo en el caso de que sean claramente reconocibles como pizarras negras.



2.4.3.- Fig. 19 RESERVA ITUERO. Herquiuela de la Sierra

### \* **Pizarras microbandedas.**

Se han cartografiado con la misma simbología todas las pizarras con similitud litológica, aunque tengan distinta altura en la serie. En total se pueden diferenciar cuatro tramos, que de muro a techo serían:

- Tramo inferior, a muro de las pizarras negras más bajas. Tienen una potencia superior a los 170 m. y se trata de pizarras con algunos niveles de pizarras gris-oscuro y de areniscas.
  
- A muro de los conglomerados está el paquete más potente, entre los 105 y 220 m. Aquí están constituidas por pizarras bandeadas y pizarras finas con niveles arenosos anecdóticos; pueden encontrarse, también, niveles de pizarras gris-oscuro. Hacia el techo contienen pasadas arenosas y las pizarras son más groseras (limolíticas), quedando un conjunto litológico constituido por pizarras bandeadas, pizarras(limolíticas) con algunas pasadas de areniscas (más frecuentes en el sector Norte) y localmente con limolitas.
  
- Entre los conglomerados y las pizarras negras superiores, hay un nivel, que puede llegar a faltar, constituido por pizarras bandeadas, pizarras grises y algunas limolitas. Este paquete puede alcanzar los 85 m. de potencia.  
  
La serie comprendida entre los dos horizontes de pizarras negras puede alcanzar como potencia máxima los 560 m.
  
- A techo de las pizarras negras superiores hay otro tramo de unos 65 m. de potencia, constituido por pizarras bandeadas y pizarras grises. En al menos un punto hay un nivel de pizarras-areniscas-conglomerados con escasos fosfatos.

### \* **Conglomerados.**

Ocupan una posición media en la serie, tienen una potencia del orden de los 20 m. y deben tener carácter discontinuo, al menos transversalmente a la estructura.

Es una secuencia gradada, invertida en toda la zona. En la base presenta niveles de conglomerados cuarcíticos con cantos de pizarras y algunos fosfatados (escasos en general). Los conglomerados van desapareciendo hacia el techo, sustituidos por niveles de cuarcitas primero y después areniscas, en las cuales

se van intercalando niveles de limolitas hasta pasar a las pizarras o pizarras negras. El tránsito a estos últimos materiales es, en cierto modo, gradual.

Lateralmente hay variaciones en esta secuencia; así, en el sector más septentrional hay microconglomerados cuarcíticos junto con pizarras-areniscas-conglomerados cuarcíticos. En la parte meridional las litologías existentes son areniscas cuarcíticas y pizarras limolíticas. En general, los conglomerados pueden faltar y observarse solo areniscas-pizarras-cuarcitas.

En la Fig. 20 se representan las proyecciones estereográficas de  $S_0$ ,  $S_1$  y  $L_1$ .

En la Fig. 21 es un diagrama rosa de la fracturación, medida sobre el plano geológico. Se consideran tramos rectilíneos que tienen entre 1 y 4 km. de longitud.

#### **2.4.3.1.b.2.- Desmuestres (Plano nº 10).**

Se han realizado tres desmuestres continuos de roca (SF-3, SF-4, SF-5) en los que se han individualizado 12 muestras con un peso total de 27,6 Kg. El total de metros lineales desmuestrados es de 323.

Además, se recolectaron 8 muestras individuales.

En las TABLAS 4 y 5 se detallan datos analíticos y determinaciones de porcentaje en volumen de nódulos fosfatados.

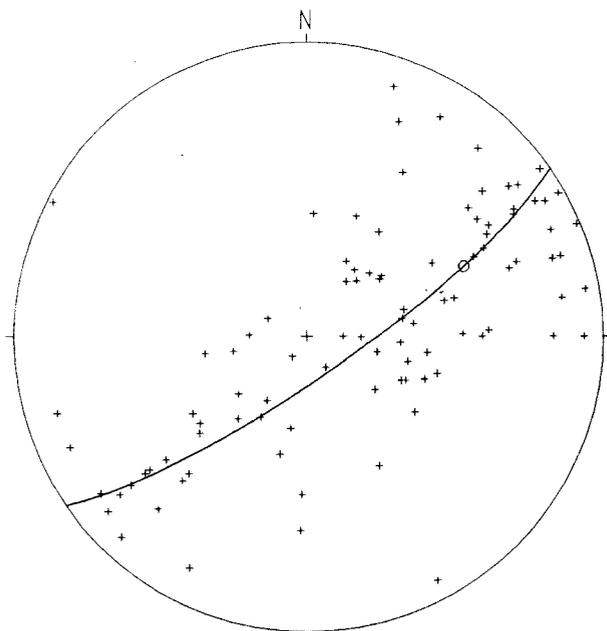
La mineralización consiste en nódulos fosfatados en las pizarras grises (mineralización primaria).

Las muestras SF-3/A y 5/B corresponden a las muestras puntuales "in situ" mejor mineralizadas. La SF-3/B es un nivel fosfatado de 1 cm. de potencia.

La SF-5/A es de un nivel fosfatado de 50-60 cm. de potencia. La SF-4/A es una muestra derrubada.

En el desmuestra SF-4 los nódulos fosfatados en las pizarras grises son relativamente frecuentes y concentrados todos en algunos niveles. En cambio en los SF-5/1, 5/3 y 5/5 están debilmente mineralizados con relativamente frecuentes nódulos fosfatados, pero poco concentrados.

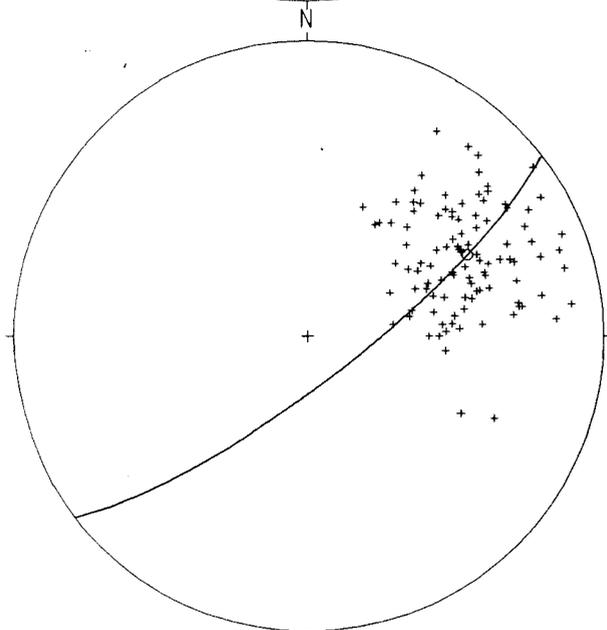
La muestra SF-17 corresponde a una muestra derrubada de pizarras grises con frecuentes nódulos fosfatados dispersos; la SF-18, en cambio, está "in situ".



Herguijuela de la Sierra

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	95
Mean Lineation Azimuth	65.4
Mean Lineation Plunge	41.0
Great Circle Azimuth	55.2
Great Circle Plunge	78.6
1st Eigenvalue	0.547
2nd Eigenvalue	0.371
3rd Eigenvalue	0.083
LN ( E1 / E2 )	0.388
LN ( E2 / E3 )	1.503
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.258
Spherical variance	0.3714
Rbar	0.6286

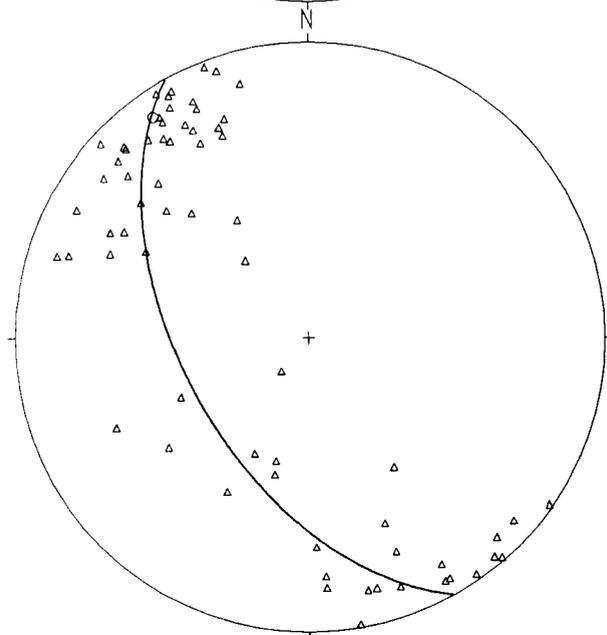
+ Estratificación



Herguijuela de la Sierra

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	106
Mean Lineation Azimuth	62.8
Mean Lineation Plunge	38.7
Great Circle Azimuth	52.2
Great Circle Plunge	77.1
1st Eigenvalue	0.892
2nd Eigenvalue	0.060
3rd Eigenvalue	0.048
LN ( E1 / E2 )	2.705
LN ( E2 / E3 )	0.217
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	12.483
Spherical variance	0.0568
Rbar	0.9432

+ Esquistosidad

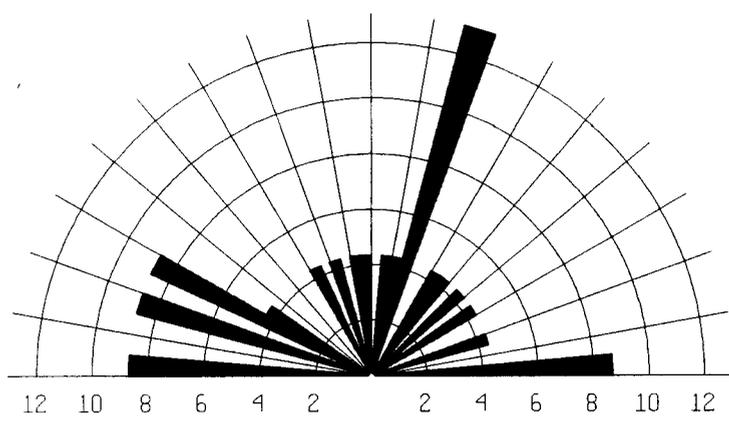


Herguijuela de la Sierra

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	66
Mean Lineation Azimuth	324.8
Mean Lineation Plunge	8.5
Great Circle Azimuth	151.0
Great Circle Plunge	54.7
1st Eigenvalue	0.738
2nd Eigenvalue	0.215
3rd Eigenvalue	0.047
LN ( E1 / E2 )	1.234
LN ( E2 / E3 )	1.530
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.807
Spherical variance	0.5619
Rbar	0.4381

△ Lineaciones

2.4.3.- Fig. 20 RESERVA ITUERO. Herguijuela de la Sierra

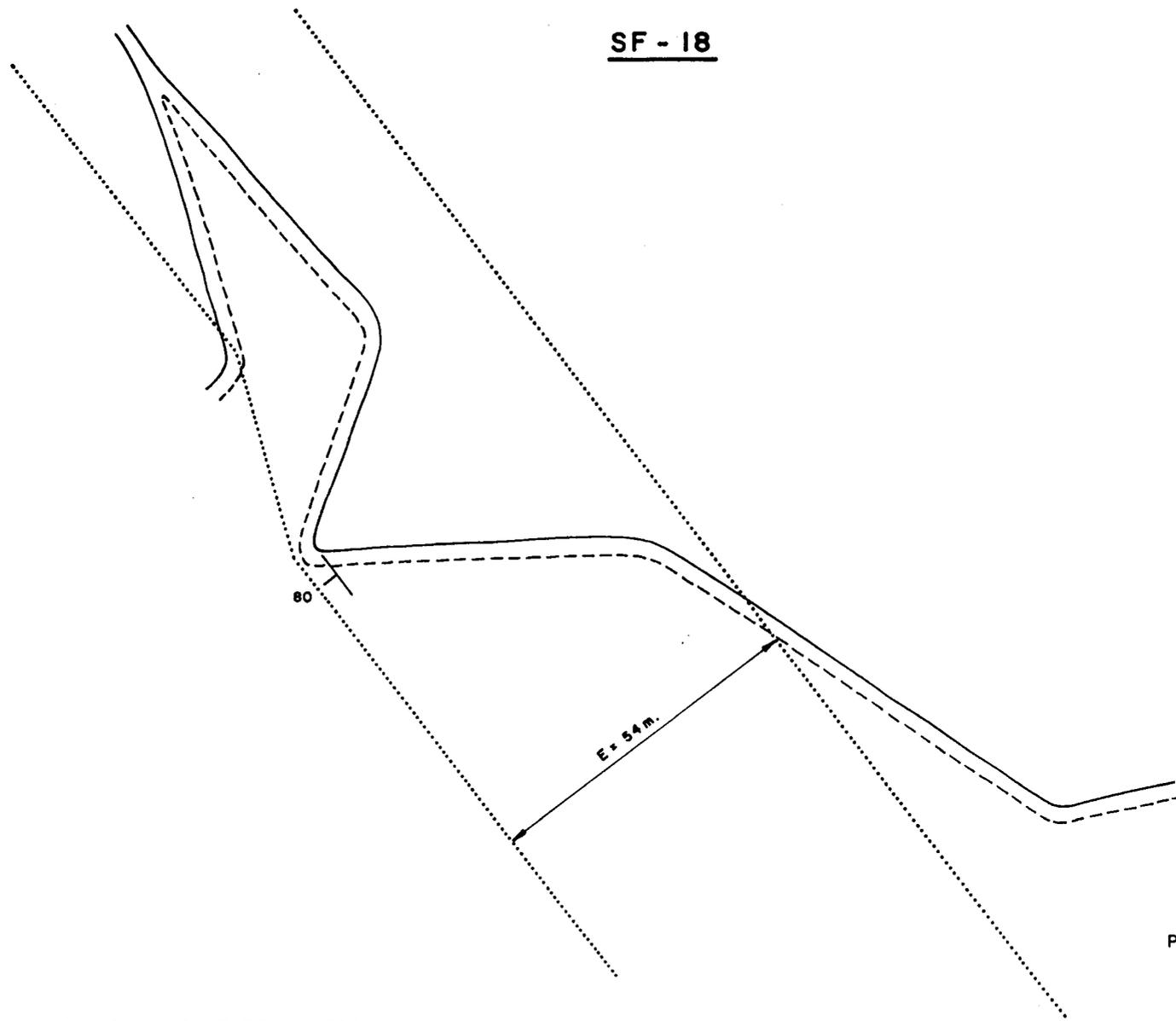


Herguijuela de la Sierra

Calculation Method	Frequency
Class Interval	5 Degrees
Filtering	Deactivated
Data Type	Bidirectional
Rotation Amount	0 0 Degrees
Population	23
Maximum Percentage	13 0 Percent
Mean Percentage	5 9 Percent
Standard Deviation	2 60 Percent
Vector Mean	48 33 Degrees
Confidence Interval	269 22 Degrees
R-mag	0 06

2.4.3.- Fig. 21 RESERVA ITUERO. Herguijuela de la Sierra

SF - 18



$P = 54. \text{ sen. } 80^\circ = 53'18$

2.4.3. FIG. 22.- R.ITUERO - HERGUIJUELA DE LA SIERRA.

ESCALA - 1:1.000

**TABLA 4.-**

**RESERVA ITUERO. Desmuestres en el Sector de HERGUIJUELA DE LA SIERRA.**

<u>Muestra</u>	<u>%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></u>	<u>Longitud desmuestra (m)</u>	<u>Peso muestra (Kgr)</u>
SF-3/1	0,01	28,70	1,223
SF-3/2	<0,01	36,15	1,658
SF-3/3	3,34	36,30	2,118
SF-3/4	<0,01	46,60	2,578
SF-3/6	<0,01	44,00	3,298
SF-3/8	0,12	12,40	2,118
SF-3/10	0,11	42,00	2,323
SF-3/12	<0,01	4,00	2,686
SF-4	0,22	8,05	1,828
SF-5/1	0,13	32,40	2,168
SF-5/3	0,28	12,6	2,253
SF-5/5	0,13	19,80	3,383
SF-3/A	3,20		
SF-3/B	14,10		
SF-3/C	0,37		
SF-4/A	0,60		
SF-5/A	0,77		
SF-5/B	0,41		
SF-17	0,76		
SF-18	0,46		

TABLA 5.- RESERVA ITUERO-HERGUIJUELA DE LA SIERRA. Determinaciones de % en volumen de nódulos fosfatados.

Desmuestras	N° de Determinaciones	POTENCIAS						% EN VOLUMEN DE NODULOS FOSFATADOS				
		Total Transversal	NIVELES CON FOSFATOS			Niveles mineralizados (>0,5% vol.fosfatos)		Valor Mínimo	Valor Máximo	Total Niveles con fosfatos	Niv.Mineralizados (>0,5%)	Total Transversal
			Total (cm)	Media (cm)	%en relación con aflorante	Total (cm)	%en relación niv. con fosfatos					
SF-3/1	8		126	16		107	85		1	0,54	0,64	
SF-3/2	8		22,5	3		12,5	55		> 80	9,11	16,40	
SF-3/3	6		36,5	6		-	100	1,5	50	-	14,90	
SF-3/4	6		105,5	18		-	100	1	50	-	2,37	
SF-3/5	6		150	25		-	100	0,75	2,5	-	1,64	
SF-3/6	11		564	51		562	99,6	-	2,5	1,62	1,63	
SF-3/8	6		277	46		-	100	0,75	2	-	1,42	
SF-3/10	8		185,5	23		-	100	0,75	3	-	1,03	
SF-3/12	5		70	14		-	100	1	10	-	1,60	
Transversal SF-3	64		1537	24		1506	98			1,90	1,94	
SF-4	6		357	59			100	1	1,5		1,41	
SF-5/1	3		92	31			100	0,5	1		0,80	
SF-5/3	3		39	13			100	0,5	1,5		0,92	
SF-5/5	5		62	12			100	0,75	1,5		1,10	
Transversal SF-5	11		193	17			100				0,92	
Yacimiento	81		2087	26		2056	98,5			1,72	1,75	
SF-17/1	12				25			0,5	4		1,73	
SF-17/2	14				30			0,5	4		2,32	
SF-18	15				20			1	4		2,17	

Los niveles fosfatados tienen una potencia media de 26 cm. (TABLA 5) pero con una ley muy baja, del orden del 0,7%  $P_2O_5$ , como se puede deducir del porcentaje medio en volumen de nódulos fosfatados, que aquí es del 1,75%.

#### **2.4.3.1.c.- Oeste de La Alberca.**

##### **2.4.3.1.c.1.- Geología del yacimiento. (PLANO N° 11).**

En este área se han detectado una serie de fracturas longitudinales a la estructura, que dificulta la estimación de potencias y el diseño de la estructura general (Fig. 23).

La existencia de metamorfismo de contacto en algo más de la mitad nororiental, tampoco va a facilitar la tarea de delineación de la estructura, pues en buena parte oblitera la estratificación.

La cartografía geológica de esta zona, junto con las de "El Maillo" y la del "W de la Peña de Francia", se han integrado en un solo plano denominado "Sector de la Peña de Francia" (Plano n° 11).

#### **\* Pizarras negras.**

Es la facie dominante en toda la zona y su potencia total es de unos 320 m.

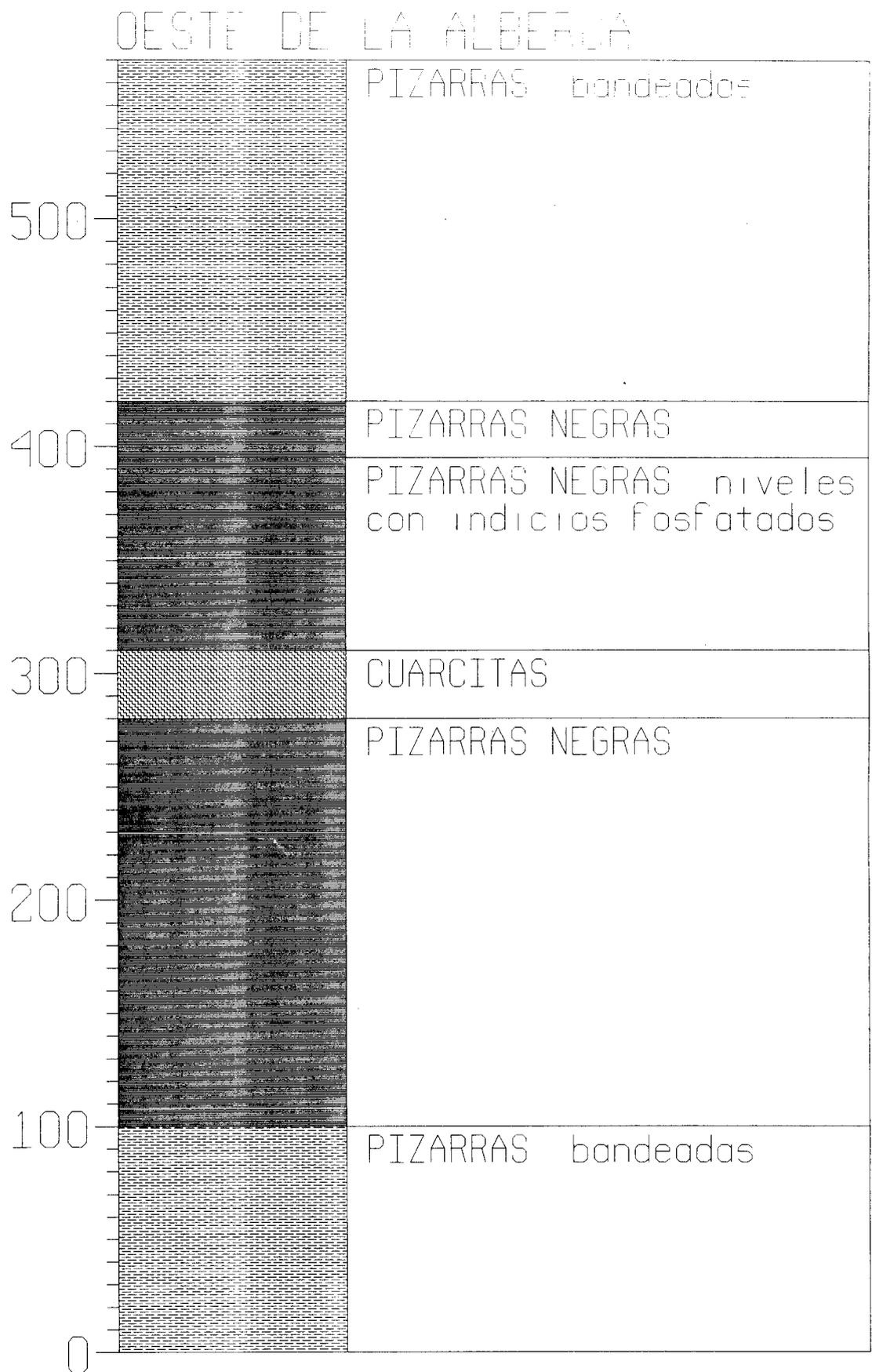
En los terrenos afectados por el metamorfismo de contacto asociado a las intrusiones graníticas, las pizarras existentes se transforman en esquistos grises y, en los casos más avanzados, puede llegar a ser difícil diferenciar la roca madre.

Aquí se identifica a las pizarras negras como roca origen cuando lo permite la presencia mayoritaria de rasgos característicos, tales como la abundancia relativa de limonitas (Pirrotina, por transformación de la pirita) o el color negro, en áreas más alejadas del granito. En otros casos se cartografían como pizarras gris-oscuro, como ocurre en la parte meridional de esta zona de estudio.

La mineralización está asociada a las pizarras negras, lo cual es un hecho distintivo con otros yacimientos con indicios fosfatados primarios, donde se relacionan con las pizarras gris-oscuro.

Hay varios horizontes con indicios fosfatados que se localizan hacia el techo de las pizarras negras, entre 25 m. y unos 130 m. del techo de esta unidad. La potencia total con niveles con indicios es del orden de 100 m.

Por último señalar que hay un nivel cuarcítico, replegado, de unos 30 m. de potencia a unos 180 m. por encima del muro (?) de estas pizarras negras.



2.4.3.- Fig. 23 RESERVA ITUERO. Oeste de la Alberca

**\* Pizarras bandeadas.**

En un entrante del granito (Plano n° 11), se han cartografiado estas pizarras, por tratarse de unos esquistos sin las tonalidades oscuras que caracterizan a las anteriores. Estos afloramientos representarían el muro de la serie local y, de no estar replegados, podrían alcanzar los 100 m. de potencia.

No obstante, este extremo admite todas las dudas pues el grado de metamorfismo de contacto no permite muchas precisiones.

Las pizarras bandeadas están poco representadas en esta zona de trabajo, en cuanto se refiere a su extensión superficial. La potencia del tramo más alto puede alcanzar, sin embargo, los 150 m.

En las proximidades al contacto mutuo, pueden confundirse con las pizarras paleozoicas.

**\* Paleozoico postordovícico.**

Tan solo se ha cartografiado la zona del muro, con objeto de caracterizarlo adecuadamente.

En esta posición consisten en pizarras con areniscas (blancas) o cuarcitas; también hay niveles de conglomerados cuarcíticos. Cuando solo existen las pizarras, pueden confundirse con las pizarras bandeadas de la formación infrayacente, incertidumbre que se despeja con las otras litologías.

El metamorfismo de contacto apenas llega a esta formación; tan solo motea las pizarras.

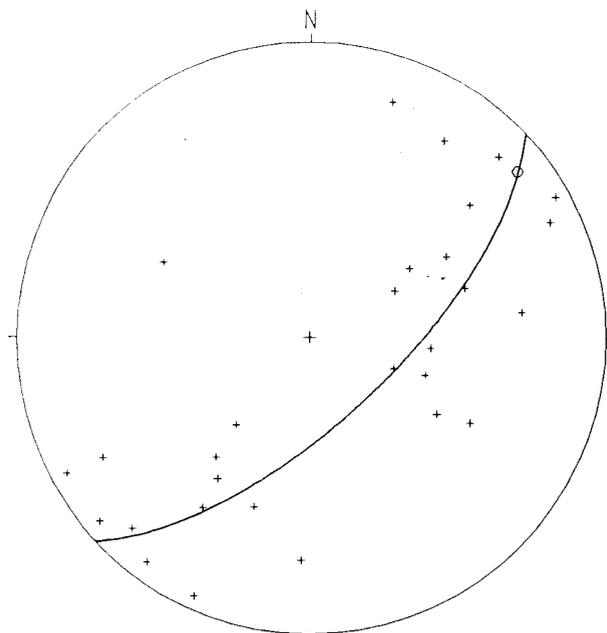
La Fig. 24 muestra los estereogramas para  $S_0$ ,  $S_1$  y  $L_1$ .

**2.4.3.1.c.2.- Desmuestres. (PLANO N° 11).**

Se realizaron dos desmuestres continuos cortos (SF-14 y SF-15) con un total de 7,55 m. de roza.

Las muestras individuales fueron siete (TABLA 6): SF-11, SF-12, SF-13 (muestra derrubida), SF-14/A, SF-15/A, SF-21 (muestra derrubida) y SF-22 (muestra derrubida).

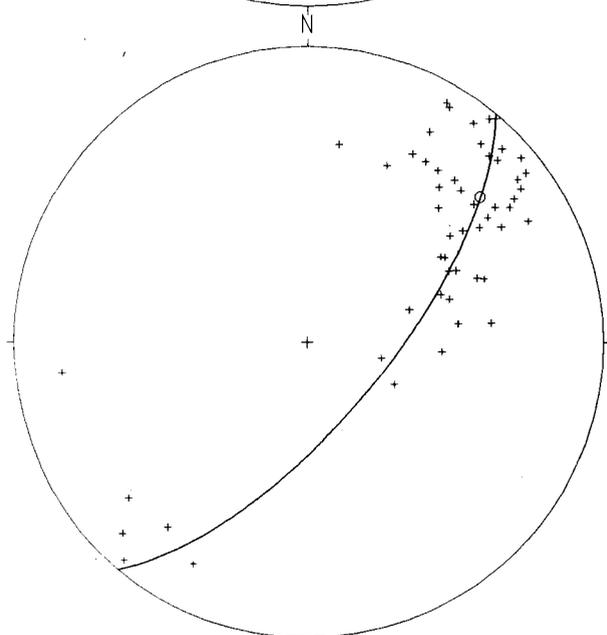
La mineralización consiste en nódulos fosfatados en las pizarras grises.



W de La Alberca

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	29
Mean Lineation Azimuth	51.1
Mean Lineation Plunge	10.5
Great Circle Azimuth	46.5
Great Circle Plunge	66.9
1st Eigenvalue	0.550
2nd Eigenvalue	0.366
3rd Eigenvalue	0.084
LN ( E1 / E2 )	0.408
LN ( E2 / E3 )	1.467
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.278
Spherical variance	0.4746
Rbar	0.5254

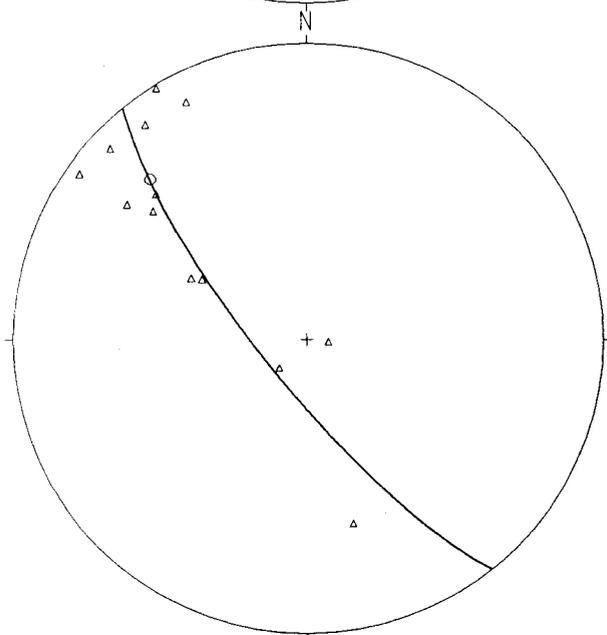
+ Estratificación



W de La Alberca

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	53
Mean Lineation Azimuth	49.6
Mean Lineation Plunge	23.7
Great Circle Azimuth	39.6
Great Circle Plunge	68.5
1st Eigenvalue	0.818
2nd Eigenvalue	0.143
3rd Eigenvalue	0.038
LN ( E1 / E2 )	1.742
LN ( E2 / E3 )	1.323
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	1.317
Spherical variance	0.2561
Rbar	0.7439

+ Esquistosidad

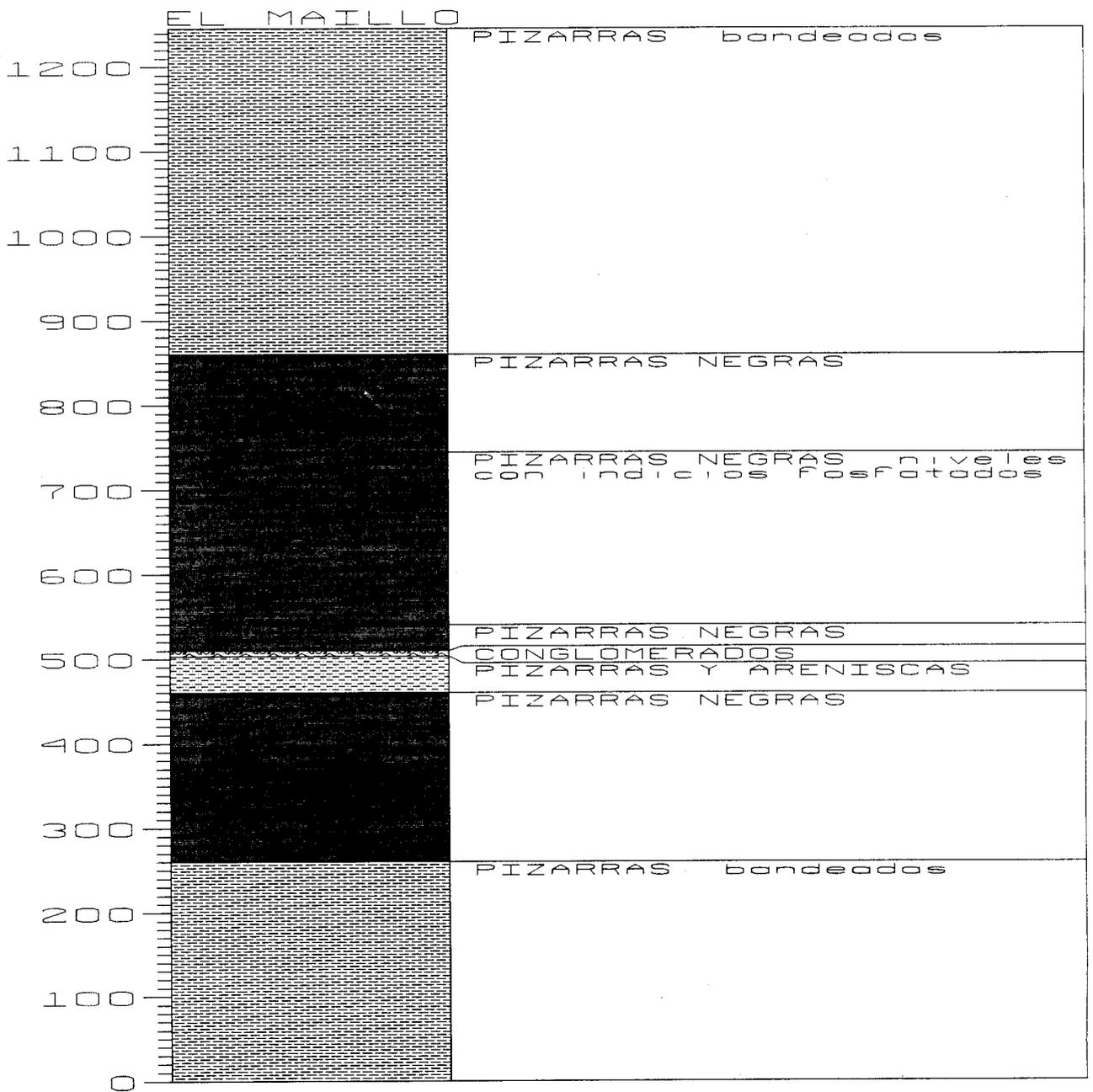


W de La Alberca

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	13
Mean Lineation Azimuth	315.6
Mean Lineation Plunge	24.3
Great Circle Azimuth	141.4
Great Circle Plunge	77.5
1st Eigenvalue	0.703
2nd Eigenvalue	0.275
3rd Eigenvalue	0.023
LN ( E1 / E2 )	0.939
LN ( E2 / E3 )	2.495
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.376
Spherical variance	0.2352
Rbar	0.7648

Δ Lineaciones

2.4.3.- Fig. 24 RESERVA ITUERO. Oeste de La Alberca



2.4.3.- Fig. 25 RESERVA ITUERO. El Maillo

**TABLA 6.-**

**RESERVA ITUERO. Desmuestres en los sectores de EL MAILLO, W DE LA ALBERCA Y W DE LA PEÑA DE FRANCIA.**

<u>Muestra</u> (Kgr)	<u>%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></u>	<u>Longitud</u> <u>desmuestres (m)</u>	<u>Peso muestra</u>
SF-6	0,04	41,35	3,383
SF-7	0,10	12,4	1,918
SF-8	0,04	16,9	2,678
SF-9	0,05	10,81	1,223
SF-10/2	0,16	18,49	3,734
SF-6/A	0,22		
SF-7/A	0,35		
SF-7/B	0,32		
SF-8/A	0,24		
SF-8/B	1,15		
SF-8/C	6,48		
SF-9/A	0,11		
SF-10/A	0,09		
EM-1	6,22		
SF-19	0,24		
SF-20	0,69		
SF-23	0,41		
SF-14	0,10	3,80	1,298
SF-15	0,52	3,75	3,488
SF-11	<0,01		
SF-12	0,11		
SF-13	0,37		
SF-14/A	0,04		
SF-15/A	0,74		
SF-21	0,13		
SF-22	0,76		
SF-16/1	0,15		
SF-16/2	0,03		
SF-16/3	0,04		
SF-16/4	0,09		

La TABLA 7 muestra detalles de las potencias observadas así como de los porcentajes en volumen de nódulos fosfatados. Como se puede apreciar tanto unas como otras son muy bajas.

#### **2.4.3.1.d.- El Maillo.**

##### **2.4.3.1.d.1.- Geología del yacimiento (PLANO N° 11).**

Aquí la unidad de pizarras negras está muy engrosada.

La zona está parcialmente recubierta por los retazos más meridionales de sedimentos terciarios de la Fosa de Ciudad Rodrigo, que se extienden hacia el Norte. Están constituidos por conglomerados, que pueden alcanzar una potencia de unos 20 m. (Fig. 25).

#### **\* Pizarras bandeadas.**

Son pizarras bandeadas, a veces gris-oscuro, o pizarras que muy localmente contienen finos pasadas arenosas.

El metamorfismo de contacto normalmente produce esquistos o pizarras bandeadas moteadas, según su distancia al granito.

La potencia del tramo más bajo es superior a los 260 m. y la del techo del orden de 385 m.

En zonas preservadas de la erosión, por la existencia de potentes recubrimientos terciarios, estas pizarras pueden estar alteradas.

#### **\* Pizarras negras.**

Forman un potente paquete de unos 600 m. de potencia.

Los cambios laterales parecen ser bastante bruscos; así, en la parte Norte un delgado nivel de conglomerados constituye la base de esta unidad. Hacia el Sur las pizarras negras se van engrosando a muro de estas conglomerados, de manera que en unos 1500 m. adquieren una potencia del orden de 200 m.

TABLA 7.- RESERVA ITUERO-W DE LA ALBERCA. Determinaciones del porcentaje en volumen de nódulos fosfatados.

Desmuestres	N° de Determinaciones	POTENCIAS						% EN VOLUMEN DE NODULOS FOSFATADOS				
		Total Transversal	NIVELES CON FOSFATOS			Niveles mineralizados (>0,5% vol. fosfatos)		Valor Mínimo	Valor Máximo	Total Niveles con fosfatos	Niv. Mineralizados (>0,5%)	Total Transversal
			Total (cm)	Media (cm)	%en relación con aflorante	Total (cm)	%en relación niv. con fosfatos					
SF-12/13	13	32	-	-	4	-	-	0,5	5	-	1,94	
SF-14	3	3,44	7	1,75	2	-	-	0,75	1,5	-	1,08	
SF-15	-	2,65	8	1,33	3	-	-	-	-	-	0,5	
SF-21	10	7	-	-	3	-	-	1	2	-	1,5	
SF-22	11	40	-	-	11,96	-	-	0,5	4	-	2,05	

La mineralización fosfatada se encuentra en la mitad superior, salvo el horizonte fosfatado más meridional (10 m. de potencia), que ocupa una posición similar a los conglomerados.

La persistencia de los horizontes fosfatados es notable, superan los tres kilómetros de corrida. En las áreas con mayor desarrollo, la potencia total con niveles fosfatados ronda los 200 m.

Los fosfatos se presentan como nódulos fosfatados en pizarras negras y también en pizarras gris-oscuro. Estas últimas predominan en la parte Norte.

El metamorfismo de contacto produce esquistos grises, a veces con limonitas, y también pizarras negras moteadas.

#### **\* Conglomerados.**

Forman un nivel delgado, de unos 8 m. de potencia y con una continuidad lateral de más de 4 km. Están constituidos por conglomerados o microconglomerados cuarcíticos con cuarcitas y areniscas y, más localmente, pizarras.

En la parte media de la zona se le asocian un paquete de pizarras y areniscas de manera que se alcanzan los 50 m. de potencia.

Las determinaciones de estratificación, esquistosidad y lineaciones de intersección están reflejados en la Fig. 26.

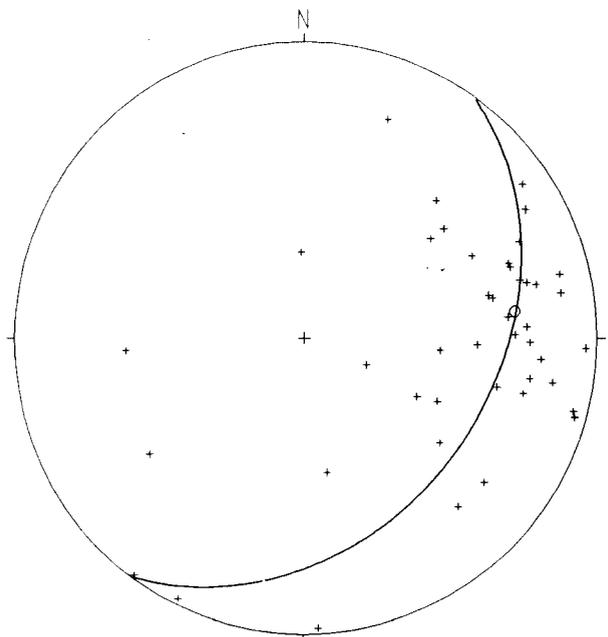
El diagrama rosa de la Fig. 27 se refiere a las direcciones de fracturación del sector de la Peña de Francia (Plano nº 11), medidas sobre plano. Las fracturas medidas corresponden a tramos rectos con longitudes entre 1 y 4 km.

#### **2.4.3.1.d.2.- Desmuestres (PLANO N° 11).**

Los desmuestres continuos de roca fueron cinco (SF-6, SF-7, SF-8, SF-9 y SF-10) que totalizan 99,95 m. lineales desmuestreados y 12,94 kg. de muestra.

Las muestras puntuales de roca fueron 12: SF-6/A, SF-7/A (muestra derrubida; mejor mineralizada), SF-7/B, SF-8/A, SF-8/B (muestra derrubida; mejor mineralizada), SF-8/C, (muestra derrubida) SF-9/A, SF-10/A, FM-1, SF-19, SF-20 y AF-23. (TABLA 6).

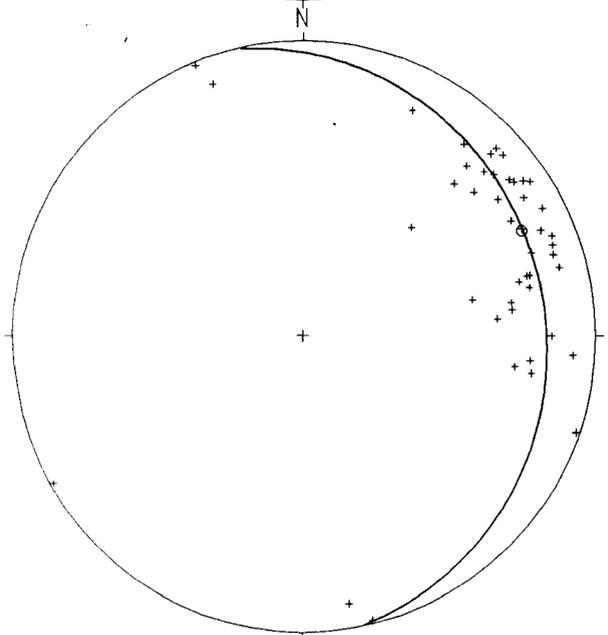
En la muestra SF-20, la más septentrional, los nódulos fosfatados no son abundantes pero se concentran preferentemente en niveles; la proporción de niveles fosfatados



El Maillo

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	44
Mean Lineation Azimuth	82.7
Mean Lineation Plunge	27.6
Great Circle Azimuth	35.9
Great Circle Plunge	35.7
1st Eigenvalue	0.720
2nd Eigenvalue	0.172
3rd Eigenvalue	0.108
LN ( E1 / E2 )	1.432
LN ( E2 / E3 )	0.470
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	3.047
Spherical variance	0.2532
Rbar	0.7468

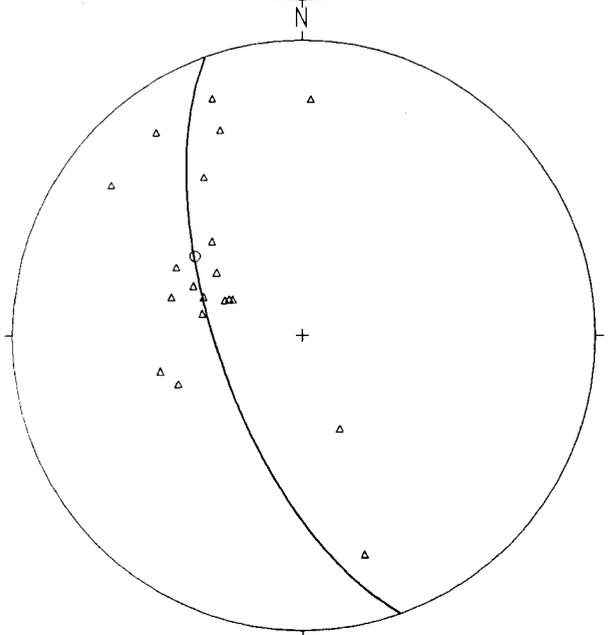
+ Estratificacion



El Maillo

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	45
Mean Lineation Azimuth	64.3
Mean Lineation Plunge	17.3
Great Circle Azimuth	347.6
Great Circle Plunge	17.8
1st Eigenvalue	0.810
2nd Eigenvalue	0.164
3rd Eigenvalue	0.026
LN ( E1 / E2 )	1.595
LN ( E2 / E3 )	1.844
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.865
Spherical variance	0.1906
Rbar	0.8094

+ Esquistosidad

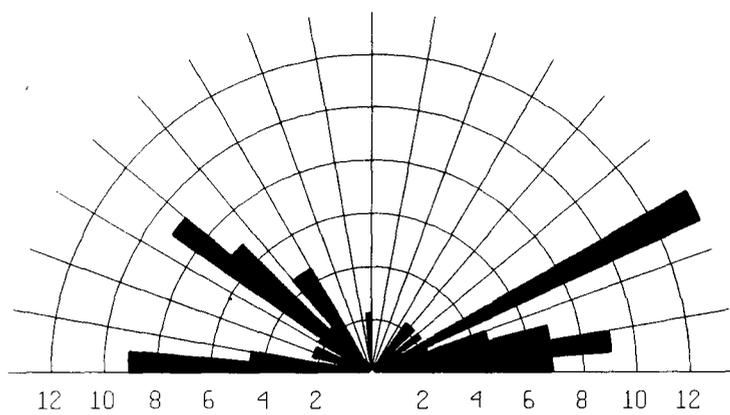


El Maillo

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	20
Mean Lineation Azimuth	306.1
Mean Lineation Plunge	52.0
Great Circle Azimuth	160.5
Great Circle Plunge	66.2
1st Eigenvalue	0.739
2nd Eigenvalue	0.222
3rd Eigenvalue	0.039
LN ( E1 / E2 )	1.204
LN ( E2 / E3 )	1.732
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.695
Spherical variance	0.1803
Rbar	0.8197

△ Lineaciones

2.4.3.- Fig. 26 RESERVA ITUERO. El Maillo



Sector de la Peña de Francia	
Calculation Method	Frequency
Class Interval	5 Degrees
Filtering	Deactivated
Data Type	Bidirectional
Rotation Amount	0 0 Degrees
Population	44
Maximum Percentage	13 6 Percent
Mean Percentage	5 0 Percent
Standard Deviation	3 22 Percent
Vector Mean	272 72 Degrees
Confidence Interval	21 29 Degrees
R-mag	0 52

2.4.3.- Fig. 27 RESERVA ITUERO. Sector de la Peña de Francia

apenas sobrepasa el 10%.

La muestra SF-23, la más meridional, corresponde a la muestra mejor mineralizada, síntesis de todo el afloramiento.

Las estimaciones del porcentaje en volumen de nódulos fosfatados (TABLA 8) indica que, aunque la potencia media de los niveles fosfatados es relativamente alta, por encima del decímetro, su ley sería bastante baja, del orden del 0,5%  $P_2O_5$ .

#### **2.4.3.1.e. Oeste de la Peña de Francia.**

Sector de relieve abrupto, situado inmediatamente al Oeste de la Peña de Francia.

El encajamiento del río Agadón y sus tributarios dejan al descubierto unos afloramientos de pocos kilómetros de largo de materiales preordovícicos, rodeados por los relieves de cuarcitas Armoricanas.

##### **2.4.3.1.e.1.- Geología del yacimiento. (PLANO N° 11 Fig. 28).**

El paleozoico postordovícico tan solo se ha tocado en su base, a efectos de delimitar los materiales infrayacentes, que son el objeto de este estudio. Así, en este horizonte está constituido por pizarras (a veces bandeadas), cuarcitas y algunos niveles de conglomerados cuarcíticos y/o cuarcitas groseras. Las pizarras pueden ser limolíticas y, en este caso, pueden estar gradadas. Se observan secuencias granoclasificadas constituidas por cuarcitas y pizarras limolíticas en el muro, más arriba con areniscas, limolitas y pizarras y en el techo con pizarras.

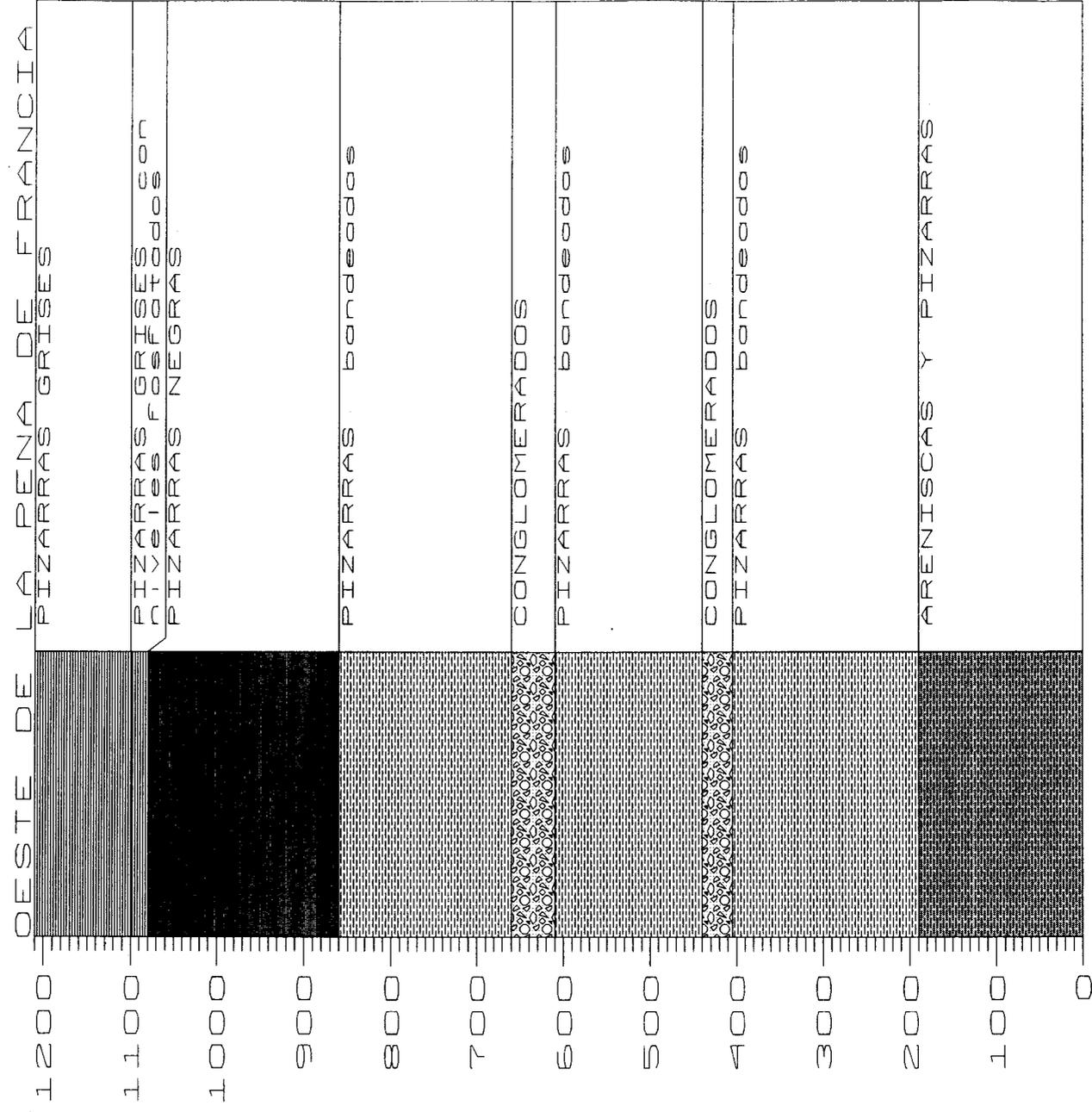
##### **\* Areniscas y pizarras.**

Constituyen el muro de esta zona y su potencia es superior a los 190 m.

Las areniscas predominan netamente sobre las pizarras y muy ocasionalmente aparece algún nivel de paraconglomerados.

##### **\* Pizarras bandeadas.**

La potencia total de este paquete es de unos 580 m., que se pueden subdividir en tres tramos separados por niveles conglomeráticos. El tramo de muro tendría



2.4.3.- Fig. 28 RESERVA ITUERO. Oeste de la Peña de Francia

TABLA 8.- RESERVA ITUERO-EL MAILLO. Determinaciones de % en volumen de nódulos fosfatados.

Desmuestras	N° de Determinaciones	POTENCIAS						% EN VOLUMEN DE NODULOS FOSFATADOS				
		Total Transversal	NIVELES CON FOSFATOS			Niveles mineralizados (>0,5% vol. fosfatos)		Valor Mínimo	Valor Máximo	Total Niveles con fosfatos	Niv. Mineralizados (>0,5%)	Total Transversal
			Total (cm)	Media (cm)	%en relación con aflorante	Total (cm)	%en relación niv. con fosfatos					
SF-6	12		363	30			100	0,5	3		1,85	
SF-7	9		112	12			100	0,5	1,5		0,99	
SF-8	6		20,5	3		14	68	-	5	1,11	1,62	
SF-9	5		22	4			100	0,5	3		1,39	
SF-10	9		41	5		24	58		2	0,68	1,17	
Transversal SF-8/9/10	20		83,5	4		60	72			0,97	1,35	
SF-23	7	10,8	21,5	1,26	3,07			0,5	1,5		0,93	
SF-20		1,5			11							
Yacimiento	48		580	12		535	96			1,55	1,58	

unos 215 m. de potencia, el intermedio 170 y el superior los 200 m.

Los tipos litológicos son bastante restringidos, con neto predominio de materiales pelíticos. Destaca, en orden decreciente, las pizarras micro-bandeadas, las pizarras gris-oscuro, frecuentemente bandeadas, y las pizarras con algunas pasadas arenosas.

A techo de los niveles conglomeráticos intercalados en estos materiales, puede observarse paraconglomerados, constituidos por cantillos de cuarzo "flotando" en la matriz pizarrosa, o bien algunas pasadas conglomeráticas. Además, pueden existir niveles, escasos por otra parte, de areniscas cuarcíticas groseras con hasta 2 m. de potencia y de areniscas con cantos blandos.

#### **\* Niveles conglomeráticos.**

Pese a que una primera impresión del diseño cartográfico sugiere que se pueda tratar de un solo nivel plegado, una observación más atenta hace pensar en la existencia de dos niveles. En efecto, las relaciones estructurales entre  $S_0$  y  $S_1$  no ponen de manifiesto la existencia de pliegues importantes y los materiales en ambos contactos de las pizarras bandeadas son netamente diferentes, sin que se aprecie ningún indicio de que alguno de ellos pudieran estar fallado.

Se trata, en ambos casos, de conglomerados cuarcíticos, de tamaño de grano inferior al cm., con cuarcitas, areniscas y pizarras. Hay cuarcitas con cantos blandos.

Los contactos son transicionales, hacia el muro se han intercalado pizarras para pasar a pizarras y areniscas; hacia el techo pueden observarse pizarras con niveles conglomeráticos.

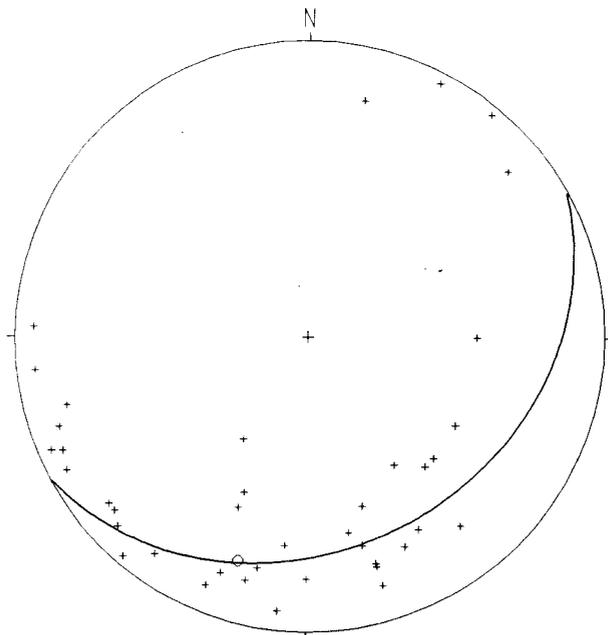
La potencia del tramo de muro es de unos 35 m. y la del techo de 50 m.

#### **\* Pizarras negras y gris oscuro.**

Las pizarras negras, con una potencia algo superior a los 200 m., se sitúan a muro y las gris-oscuro a techo de la serie local y su potencia es la mitad de las anteriores.

La mineralización fosfatada es muy escasa y se localiza en la parte basal de las pizarras gris oscuro. En una potencia de unos 20 m. se encuentran algunos niveles con indicios fosfatados en espesores entre 0,5 y 80 cm.

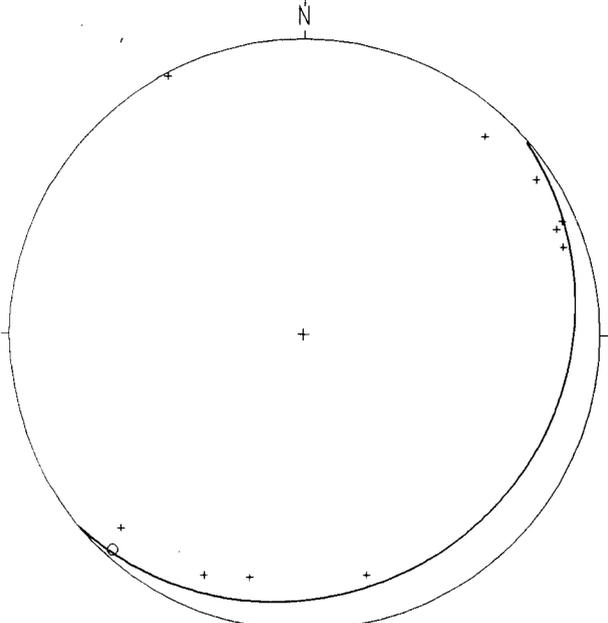
La mineralización es muy escasa, con un 7-8% de niveles fosfatados, que a su vez contienen un porcentaje en volumen de nódulos fosfatados del 1,5%.



W de la Peña de Francia

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	40
Mean Lineation Azimuth	197.0
Mean Lineation Plunge	20.8
Great Circle Azimuth	60.6
Great Circle Plunge	28.9
1st Eigenvalue	0.625
2nd Eigenvalue	0.316
3rd Eigenvalue	0.060
LN ( E1 / E2 )	0.682
LN ( E2 / E3 )	1.668
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.409
Spherical variance	0.3836
Rbar	0.6164

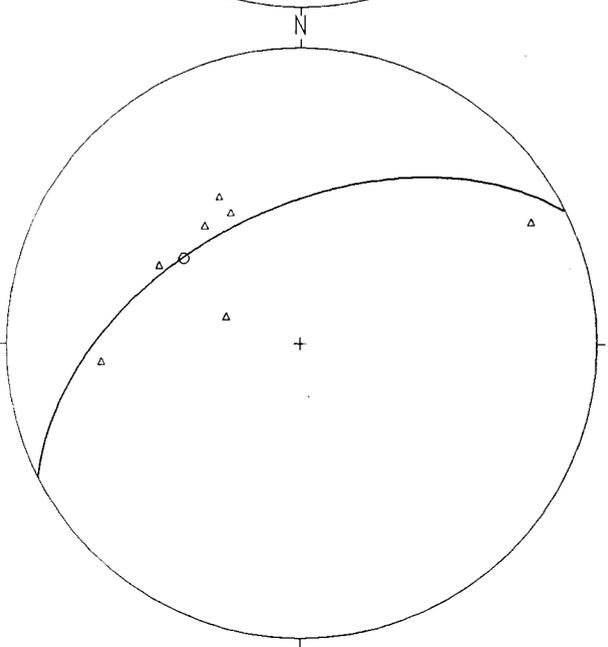
+ Estratificación



W de la Peña de Francia

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	10
Mean Lineation Azimuth	221.3
Mean Lineation Plunge	1.8
Great Circle Azimuth	48.8
Great Circle Plunge	13.9
1st Eigenvalue	0.721
2nd Eigenvalue	0.265
3rd Eigenvalue	0.014
LN ( E1 / E2 )	1.002
LN ( E2 / E3 )	2.921
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.343
Spherical variance	0.6830
Rbar	0.3170

+ Esquistosidad

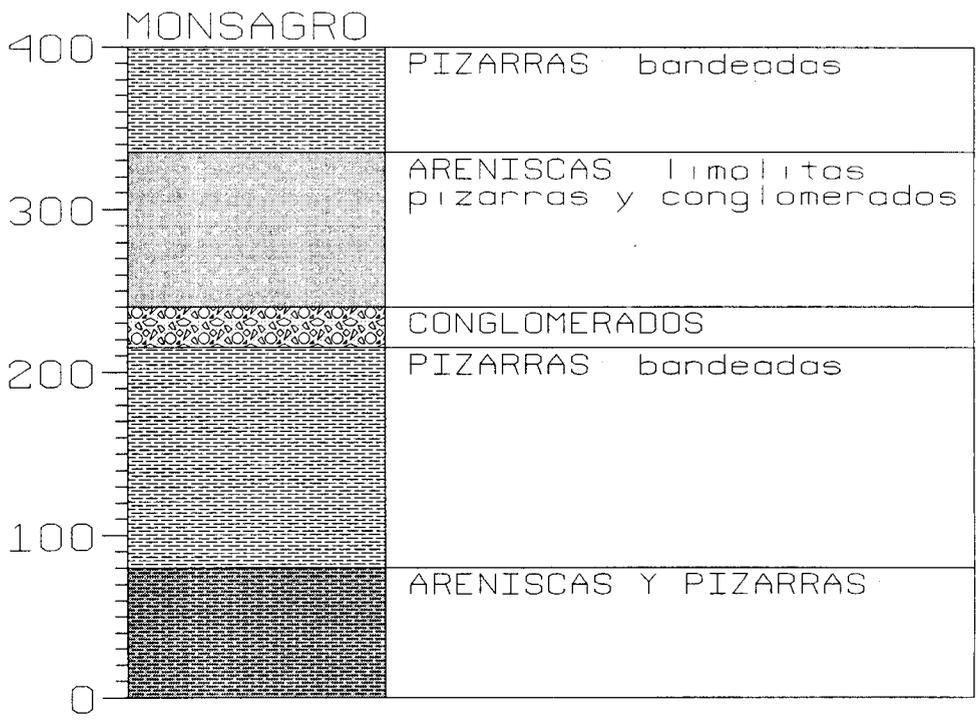
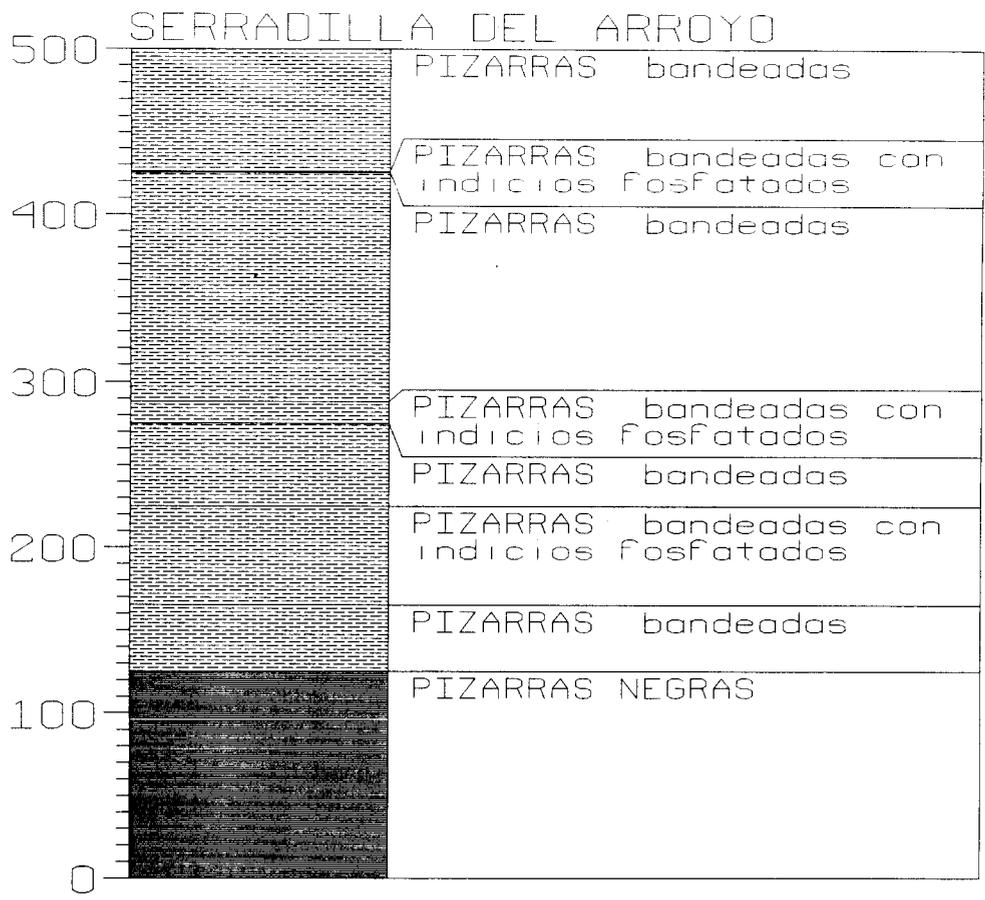


W de la Peña de Francia

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	7
Mean Lineation Azimuth	306.0
Mean Lineation Plunge	49.1
Great Circle Azimuth	243.1
Great Circle Plunge	52.4
1st Eigenvalue	0.761
2nd Eigenvalue	0.212
3rd Eigenvalue	0.027
LN ( E1 / E2 )	1.277
LN ( E2 / E3 )	2.073
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.616
Spherical variance	0.1985
Rbar	0.8015

Δ Lineaciones

2.4.3.- Fig. 29 RESERVA ITUERO. Oeste de la Peña de Francia



2.4.3.- Fig. 30 RESERVA ITUERO. Serradilla del Arroyo-Monsagro

#### **2.4.3.1.e.2.- Desmuestres (PLANO N° 11).**

Aquí solo se han tomado 4 muestras puntuales: SF-16/1, SF-16/2, SF-16/3 y SF-16/4.

La mineralización consiste en nódulos fosfatados, escasos, en pizarras grises; también hay algunos niveles de fosfatos de hasta 2 mm.

En la Tabla 6 están indicados los análisis químicos y en la Tabla 9 se dan detalles de potencias y porcentajes en volumen de nódulos fosfatados.

#### **2.4.3.1.f.- Serradilla del Arroyo-Monsagro.**

Esta zona está, en buena parte, recubierta por sedimentos Terciarios. Estos consisten en conglomerados, y sus derrubios, con potencias que pueden llegar a ser superiores a los 100 m.

Los indicios fosfatados son absolutamente irrelevantes. El reconocimiento geológico de esta zona se justificó en su día, por la existencia de referencias anteriores donde se mencionaba la presencia de fosfatos en algunas localidades.

##### **2.4.3.1.f.1. Geología del yacimiento. (PLANO N° 23; Fig. 30).**

La localidad de Monsagro se visitó a mediados del año 1992, para verificar la existencia de conglomerados con fosfatos.

Los conglomerados son calcáreos, con frecuente lixiviación de cantos, y están acompañados de microconglomerados cuarcíticos y de cuarcitas groseras. Parecen ser discontinuos, con una potencia máxima que alcanza los 25 m. No se han visto clastos fosfatados en ellos.

Asociados a estos conglomerados y a techo de ellos hay una secuencia de unos 95 m. de potencia, constituida por areniscas cuarcíticas y limolitas con pizarras y conglomerados. Las limolitas pueden tener finas pasadas arenosas (inferiores al mm).

Por debajo del tramo conglomerático hay, primero, un paquete de unos 135 m. de potencia de pizarras bandeadas y a muro una serie de grauvacas y pizarras con algún nivel de microconglomerados.

En lo que se refiere a la investigación de fosfatos, esta localidad no tiene ningún interés.

TABLA 9.- RESERVA ITUERO-OESTE DE LA PEÑA DE FRANCIA. Determinaciones de % en volumen de nódulos fosfatados.

Desmuestras	N° de Determinaciones	POTENCIAS						% EN VOLUMEN DE NODULOS FOSFATADOS				
		Total Transversal	NIVELES CON FOSFATOS			Niveles mineralizados (>0,5% vol. fosfatos)		Valor Mínimo	Valor Máximo	Total Niveles con fosfatos	Niv. Mineralizados (>0,5%)	Total Transversal
			Total (cm)	Media (cm)	%en relación con aflorante	Total (cm)	%en relación niv. con fosfatos					
SF-16/1		1,66	5		3			1		0,5		
SF-16/3		4,24	108		25,5			2		1		
SF-16/4		0,42	4		9,5			1		0,5		
Transv. SF-16		6,32	117		18,5					0,83		
SF-24/1		0,50	9		18			5		1		
SF-24/2		0,60	5		8,3					0,7		
Transv. SF-24		10,86	14		1,29					0,84		
SF-25		0,80	6		7,5					1,5		

En el área de Serradilla del Arroyo las referencias hablaban de la existencia de nódulos (de hasta 15 cm.) y niveles fosfatados (capas centimétricas).

Inicialmente se realizaron dos cortes, por las carreteras, al S y W de Serradilla del Arroyo, para delimitar y muestrear las capas fosfatadas. Se observaron algunos nódulos, de hasta 35 cm. de diámetro, y niveles de hasta 2,5 cm. de potencia en pizarras grises bandeadas.

La mineralización es muy pobre y la litología portadora tampoco es la típica mineralizada.

Pese a que el interés de este yacimiento parecía ser nulo, se decidió completar algo más el reconocimiento, para observar la evolución lateral de los indicios fosfatados.

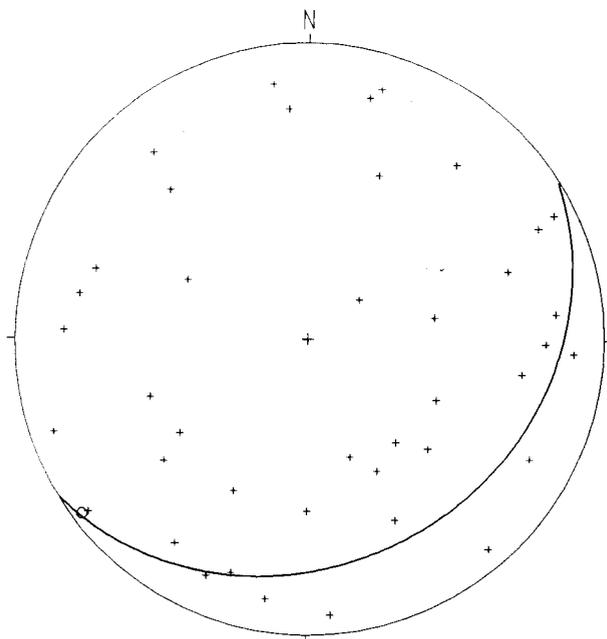
Las descripciones siguientes se refieren al sector de Serradilla del Arroyo.

**\* Pizarras negras y gris-oscuro.**

En las inmediaciones de Serradilla del Arroyo las pizarras negras tienen unos 125 m. de potencia. En esta facies, como es la norma, los indicios fosfatados son inexistentes.

Las pizarras gris-oscuro son frecuentes y en algún punto, próximo al contacto con las pizarras bandeadas muestran algunos indicios fosfatados. Muy localmente se han visto grauvacas y pizarras.

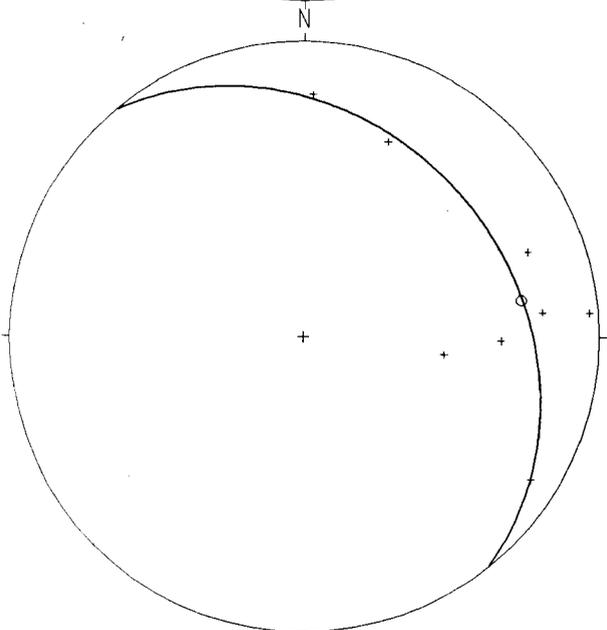
Hacia el Oeste, inmediatamente después de los recubrimientos Terciarios, dos cortes parciales por la carretera de Ciudad Rodrigo a Serradilla del Llano mostraron pizarras gris-oscuro con relativamente frecuentes niveles fosfatados de 1 a 2 cm. de espesor.



Serradilla del Arroyo

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	41
Mean Lineation Azimuth	232.5
Mean Lineation Plunge	2.5
Great Circle Azimuth	57.7
Great Circle Plunge	25.6
1st Eigenvalue	0.409
2nd Eigenvalue	0.368
3rd Eigenvalue	0.223
LN ( E1 / E2 )	0.104
LN ( E2 / E3 )	0.501
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.208
Spherical variance	0.5480
Rbar	0.4520

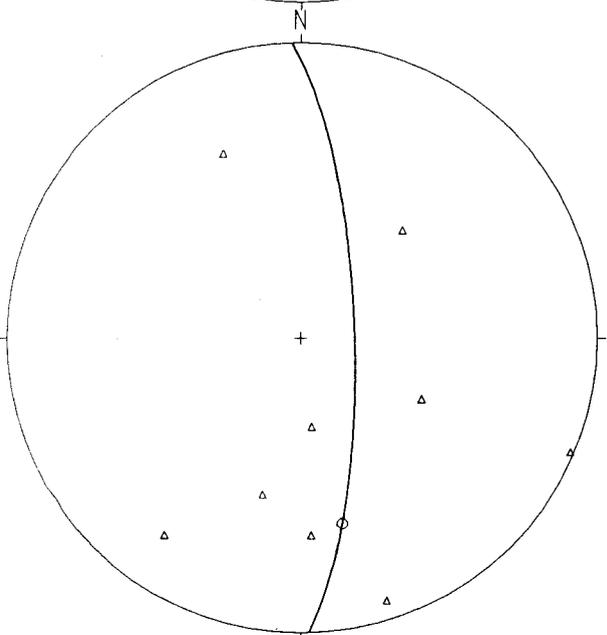
+ Estratificación



Serradilla del Arroyo

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	8
Mean Lineation Azimuth	80.2
Mean Lineation Plunge	25.5
Great Circle Azimuth	320.6
Great Circle Plunge	28.8
1st Eigenvalue	0.693
2nd Eigenvalue	0.256
3rd Eigenvalue	0.051
LN ( E1 / E2 )	0.996
LN ( E2 / E3 )	1.619
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.615
Spherical variance	0.1923
Rbar	0.8077

+ Esquistosidad



Serradilla del Arroyo

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	9
Mean Lineation Azimuth	167.5
Mean Lineation Plunge	35.3
Great Circle Azimuth	358.4
Great Circle Plunge	75.2
1st Eigenvalue	0.536
2nd Eigenvalue	0.267
3rd Eigenvalue	0.197
LN ( E1 / E2 )	0.699
LN ( E2 / E3 )	0.302
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	2.319
Spherical variance	0.3658
Rbar	0.6342

Δ Lineaciones

2.4.3.- Fig. 31 RESERVA ITUERO. Serradilla del Arroyo

**\* Pizarras bandeadas.**

Tienen una potencia de 375 m. Consisten en pizarras bandeadas y pizarras grises bandeadas con frecuentes, particularmente en la banda meridional, pasadas de areniscas en niveles desde pocos centímetros hasta 40 cm. de potencia.

Los indicios fosfatados se encuentran en los afloramientos al Sur de las pizarras negras y parecen distribuirse en unos tres horizontes con potencias totales de los tramos con indicios decrecientes hacia el techo. Así pasaríamos de unos 60 a 13 y, por último, algo más de 1 m. Los niveles de fosfatos son normalmente del orden del centímetro. Algunos cantos pueden alcanzar los 35 cm.

En los afloramientos septentrionales protegidos de la erosión por los recubrimientos terciarios y coluviones, las pizarras exhiben unos colores rojizos o rojizo-amarillentos por alteración.

En la Fig. 31 se incluyen todos los datos estructurales para los dos sectores: Serradilla del Arroyo y Mosagro.

**2.4.3.1.f.2.- Desmuestres (PLANO N° 12).**

En el sector de Serradilla del Arroyo se han reconocido 7 afloramientos con indicios fosfatados.

Se trata fundamentalmente de niveles fosfatados del orden del centímetro de potencia hasta los 2,5 cm. (SA-1), en pizarras grises bandeadas con niveles de areniscas. Localmente hay grandes "nódulos" (hasta 35 cm. de longitud), bastante dispersos (SA-2).

Se han realizado análisis químicos de dos muestras de niveles fosfatados:

<u>Muestra</u>	<u>% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></u>
SA-1	6,66
SA-2	13,54

En las siete localidades con indicios se han hecho determinaciones aproximadas de las potencias de los tramos "mineralizados" y de la potencia de los niveles fosfatados, lo que ha permitido determinar el porcentaje en volumen de fosfatos y a partir de ahí la ley media del afloramiento. En la Tabla 10 se expresan todos los datos básicos.

**TABLA 10.- RESERVA ITUERO-SERRADILLA DEL ARROYO.**

<b><u>Localidad</u></b>	<b>Potencia (m)</b>	<b>Pot. niv. fosfatados (cm)</b>	<b>%volumen fosfatos</b>	<b>Ley media afloramiento (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>
Km 12,300	5,49	2,25	0,41	0,17
Km 13,100 (Jarilla)	30,00	3,00	0,10	0,04
Nta. Sra. de Las Nieves	2,92	2,50	0,86	0,35
S.Serradilla (SA-1)	13,13	6,00	0,23	0,09
S.Serradilla	1,18	-	0,50	0,20
W.Serradilla/1	12,59	2,00	0,16	0,065
W.Serradilla/2	50,28	6,00	0,12	0,05

En resumen estamos ante un yacimiento de baja potencia y muy baja ley. Así, los tramos de mejor ley tendrían una potencia media de 3,2 m. y un 0,56% de volumen de fosfatos (media ponderada), lo que supondría una ley media del 0,23%  $P_2O_5$ .

Los afloramientos con indicios fosfatados, en cambio, tendrían una potencia media de 35 m. y una ley en fosfatos inapreciable: 0,13% en volumen de fosfatos (0,053%  $P_2O_5$ ).

#### **2.4.3.1.g.- Ituero de Azaba-Sageras.**

Situada en el extremo más occidental de la Reserva Ituero. Los conglomerados Terciarios de la Fosa de Ciudad Rodrigo, que aquí alcanzan los 40 m., marcan sus límites oriental y Norte.

La serie local es potente, con frecuentes cambios litológicos y presencia de varios episodios carbonatados. Los pliegues son frecuentes con direcciones aproximadas N-S.

Las mineralizaciones fosfatadas son, sin lugar a dudas, las más interesantes de toda la Reserva Ituero. Hay dos horizontes separados por cerca de 1000 m. de serie.

Esta zona ha soportado los trabajos más detallados y extensos y es el único lugar de la Reserva donde se han realizado sondeos mecánicos.

#### **2.4.3.1.g.1.- Geología del yacimiento (PLANO N° 13; fig. 32).**

De muro a techo se describen, a continuación los principales tipos litológicos.

##### **\* Grauvacas y pizarras.**

Su potencia es superior a los 450 m.

Aparece intercalado un nivel discontinuo carbonatado, que se trata en realidad de una brecha calcárea, con algunos clastos fosfatados, y conglomerados con matriz arenosa y cantos en contacto, de hasta algo más de 3 cm. de diámetro, de areniscas blauecinas, limolitas grises, cuarzo y calizas. Hay también niveles de areniscas groseras, localmente con algunos cantos fosfáticos.

Este paquete puede pasar lateralmente a areniscas, groseras por lo general, o bien acuñaarse y desaparecer.

En cuanto a la serie general, las grauvacas son la litología predominante y pueden tener intercalaciones pelíticas.



A escala de afloramiento las pizarras pueden dominar, pero con frecuencia tienen intercalaciones arenosas con espesores desde varios milímetros hasta 90 cm.; normalmente entre 10-20 cm.

Pueden aparecer niveles de pizarras gris-oscuro, a veces con bandeado de color con espesores desde el milímetro hasta algo más del centímetro, y de limolitas.

**\* Primer episodio fosfatado (Sageras de los Toros y de Malvarín).**

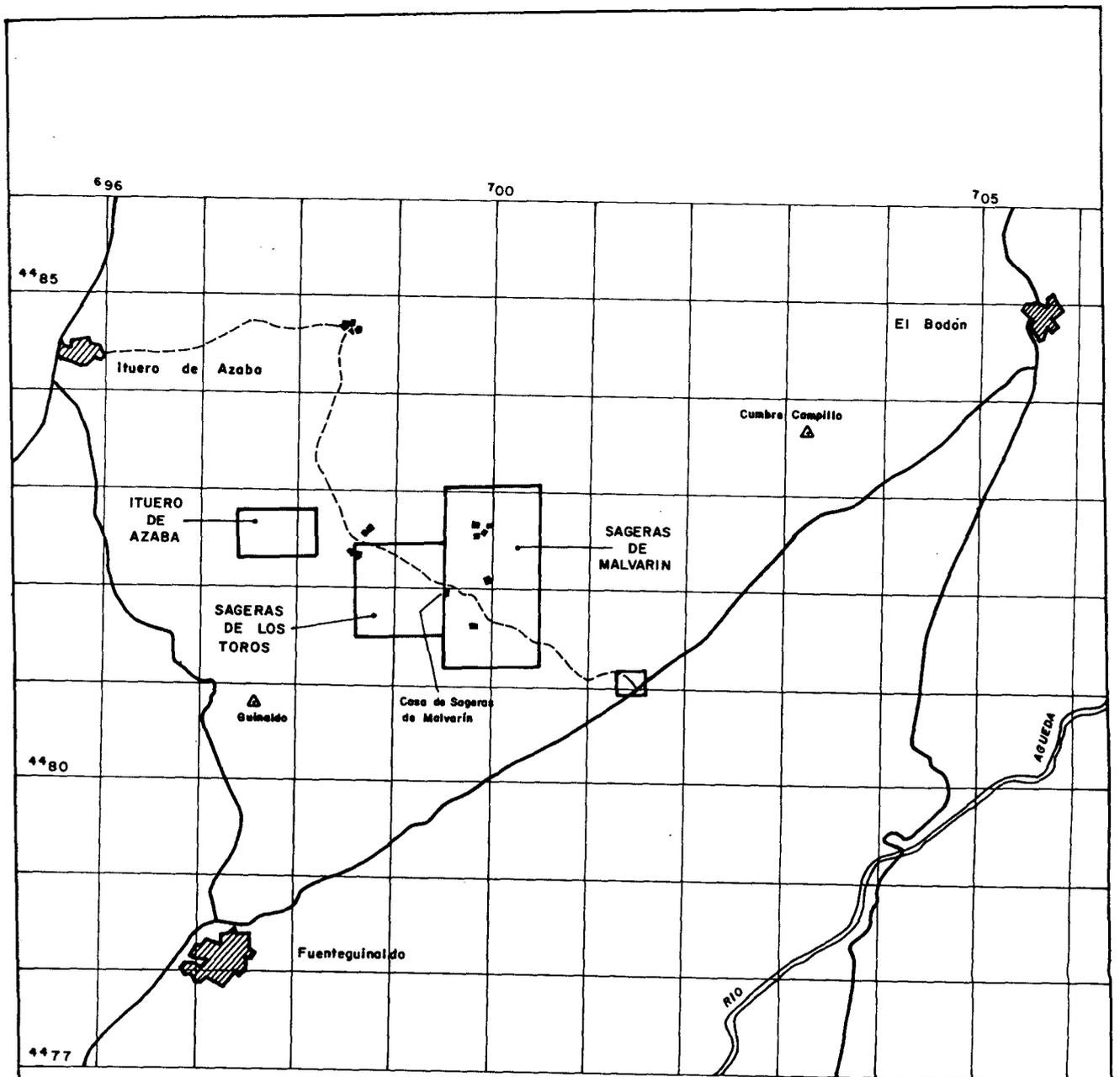
Situado inmediatamente a techo de los materiales descritos anteriormente, consiste en pizarras con niveles de grauvacas (hasta decimétricos) y de (micro)conglomerados con clastos pelíticos, arenosos y fosfatados (más pequeños); a veces están fuertemente mineralizados. Las grauvacas pueden tener pequeños cantillos fosfatados y en algún punto se han visto estratificaciones cruzadas.

En "Sageras de los Toros" hay un horizonte fosfatado plegado, con exposición de mineral en ambos flancos. La corrida observada con capas fosfatadas es de 580 m. en el flanco Oeste y de 645 m. en el Este; la potencia de la mineralización varía de 2 a 43 m. La proporción de capas fosfatadas es del orden del 10% como media (Fig. 34).

En "Sageras de Malvarín" la corrida mineralizada alcanza los 1300 m. Aquí la potencia mineralizada varía entre 8 y 94 m. y las capas fosfatadas constituyen algo más del 20% del volumen de la roca (fig. 35).

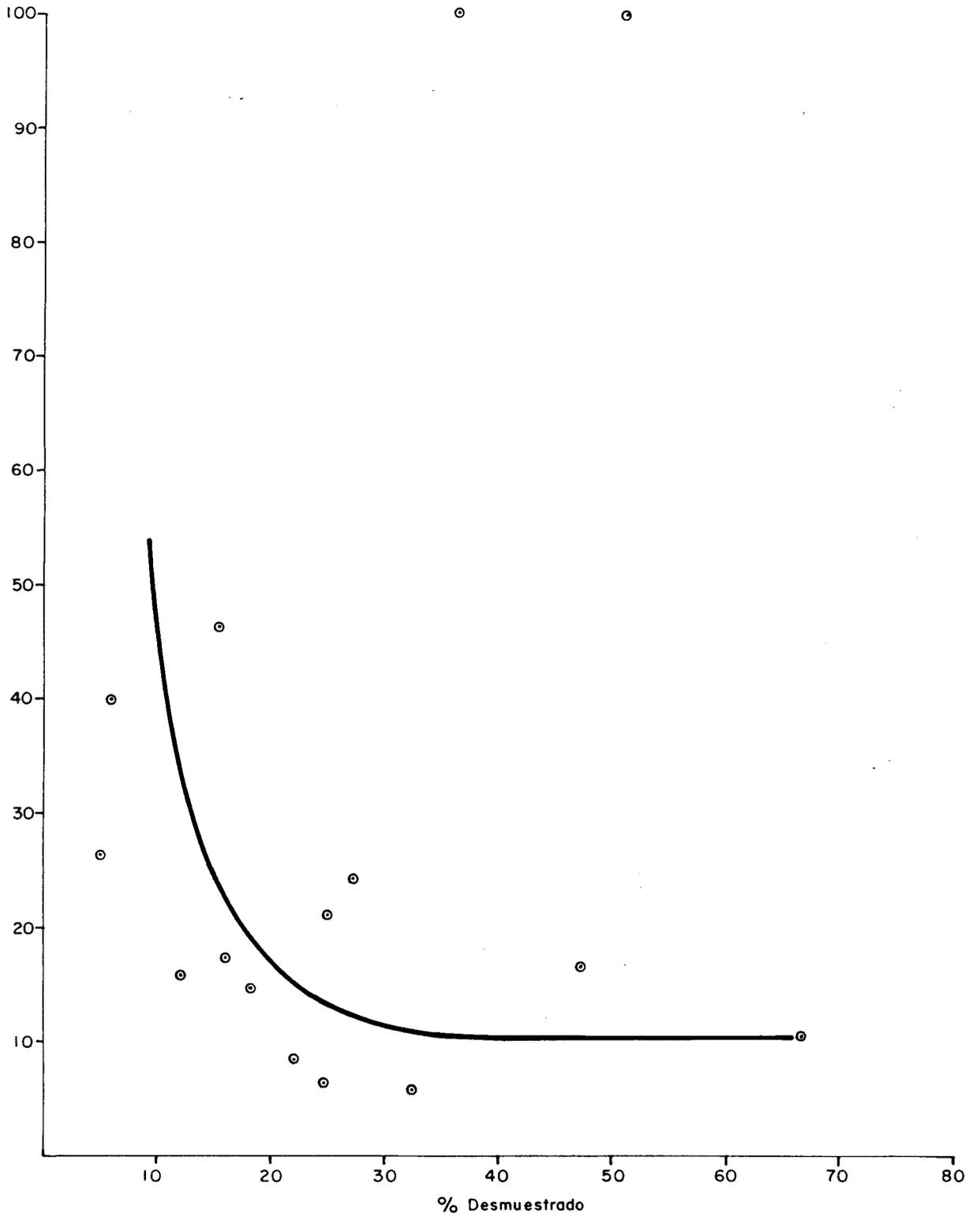
En la Sageras de Malvarín las capas fosfatadas alcanzan hasta el 9%  $P_2O_5$ , pero su ley media es algo inferior al 3%. En la Sageras de los Toros aunque los contenidos máximos observados para las capas fosfatadas son algo superiores al 5%  $P_2O_5$ , las leyes medias son sensiblemente inferiores y descienden al 1%.

En el camino de entrada a la finca de Sageras de Malvarín (PLANO N° 18, desmuestra n° 45), hay cantos fosfatados, a veces acompañados por otros arenosos, en pizarras y grauvacas. Los fosfatos están alterados, quedando, en las zonas más superficiales, los huecos producidos por su descomposición. El espesor medido es de unos 12,5 m. y no ha sido posible detectar su continuación lateral.



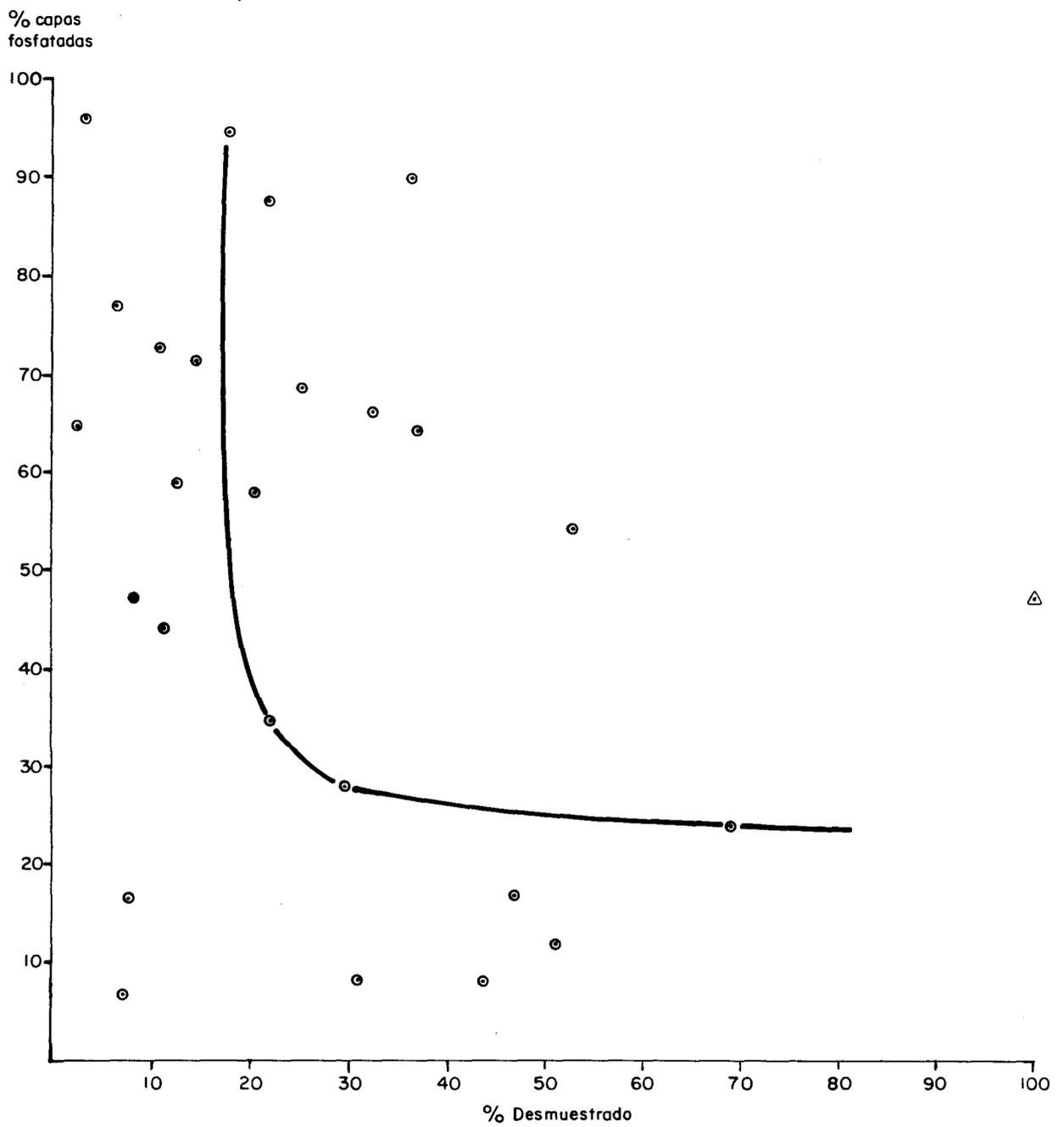
2. 4. 3 FIG. 33.- Reserva "ITUERO". Situación de las zonas denominadas Ituero de Azaba, Sageras de los Toros y Sageras de Malvarín.

% capas  
fosfatadas



2.4.3 Fig. 34.-

Reserva "ITUERO"- Sageras de los Toros. Relación entre capas fosfatadas y tramos desmuestros.



2.4.3 Fig. 35.-

Reserva "ITUERO" - Sageras de Malvarín. Relación entre capas fosfatadas y tramos desmuestros ( $\Delta$  media de capas fosfatadas para 58m. de afloramientos continuos)

**\* Pizarras negras y gris oscuro.**

Hay dos tramos principales, con un tercero, intermedio en cuanto a posición, de carácter discontinuo.

El inferior, a techo de la primera mineralización, tiene unos 325 m. de potencia, el intermedio puede alcanzar los 175 m. y el último, a techo de la serie, con unos 190 m. en el que se intercala el yacimiento de "Ituero de Azaba".

La litología es bastante monótona, consistente principalmente en pizarras negras y, subordinadamente, pizarras gris-oscuro, que es la facies existente a techo del yacimiento fosfatado de "Ituero de Azaba". Aunque no son frecuentes, pueden encontrarse niveles de areniscas (normalmente centimétricas, hasta 40 cm.), principalmente intercaladas en las pizarras grises.

En las pizarras negras la estratificación puede estar definida por algún bandeado de color o por finas bandas con mayor concentración de pintas limolíticas (procedentes de la alteración de la pirita).

Junto al Terciario están alteradas.

**\* Pizarras bandeadas.**

En general parecen corresponder a tránsitos laterales de los materiales anteriores y, lógicamente, su posición en la serie coincide con los tramos de pizarras negras-pizarras gris oscuro.

Se pueden diferenciar tres tramos con potencias que pueden llegar a los 125 m. en el tramo inferior, los 175 m. en la parte media y hasta los 95 en el techo de la zona.

Litológicamente son pizarras bandeadas y pizarras (de grano fino), localmente con algunas finas capas de areniscas (desde milimétrica hasta 3 cm.). También localmente pueden encontrarse niveles centimétricos (20-25 cm) de conglomerados de granulometría fina con cantillos fosfatados.

En algún punto se han visto cantillos de fosfatos en las areniscas.

\* **Areniscas.**

En el tercio superior de la serie local hay una unidad litológica de 80-250 m. de potencia, diferenciable por su carácter arenoso. Puede tener intercalado un paquete de calizas y conglomerados.

Este conjunto está constituido por areniscas, a veces groseras, que pueden estar acompañadas por pizarras.

En el mayor afloramiento de estos materiales, al suroeste de la zona de estudio (PLANO N° 13), hay una diferencia a la norma anterior y aquí dominan, prácticamente como único constituyente, unas pizarras limolíticas cuarcíticas.

\* **Calizas y conglomerados.**

Aparte del nivel inferior, mencionado anteriormente, hay otros dos horizontes conglomeráticos en el tercio superior de la serie local. Están separados solo por algo más del centenar de metros y son de carácter lenticular, alcanzando hasta los 50 m. de potencia.

Consisten en conglomerados con clastos de calizas, localmente con fosfatos, o conglomerados cuarcíticos con areniscas, cuarcitas, pizarras y algún nivel de calizas.

En alguna localidad hay niveles de hasta 70 cm. de potencia de paraconglomerados con abundante matriz limolítica de color gris y con moscovitas. "Flotando" en esa matriz hay pequeños cantillos de areniscas y fosfatados. La mineralización es, como en todos estos casos, débil.

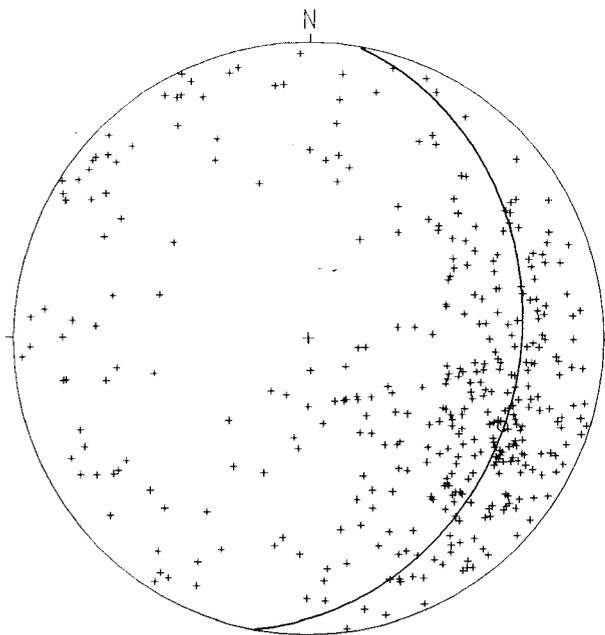
\* **Segundo episodio fosfatado (Ituero de Azaba).**

Localizado casi a techo de la serie local, este horizonte de hasta 24 m. de potencia constituye, con mucho, el yacimiento más interesante de toda la Reserva ITUERO.

Se trata de conglomerados con cantos fosfatados, areniscas y pizarras. La mineralización fosfatada es relativamente abundante.

En superficie los cantos fosfatados se alteran, provocando su pérdida y quedando tan solo, oquedades en su lugar.

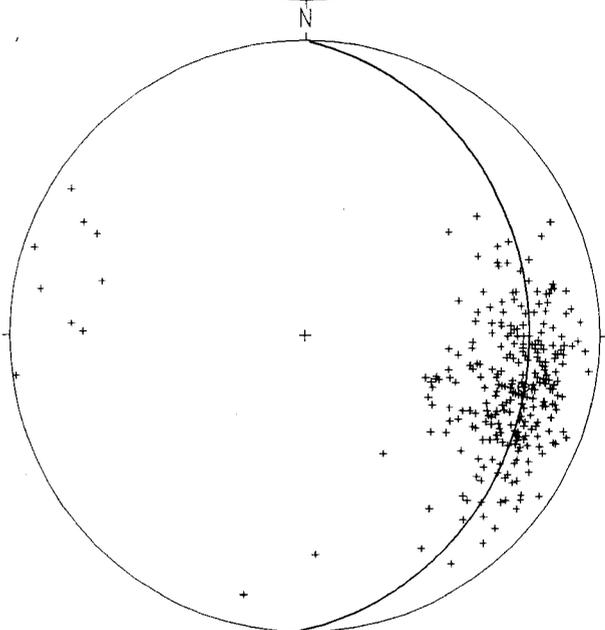
Para la obtención de leyes medias, se ha estimado la proporción de cantos fosfatados en los rellenos de las calicatas y se han muestreado y analizado estos cantos. Aquí, la proporción de capas fosfatadas parece ser la más alta de la zona, del orden del 27% como media, e igualmente ocurre con las leyes de estos tramos fosfatados, que aunque pueden superar el 17%  $P_2O_5$ , tienen una media del 13%  $P_2O_5$ .



Ituero de Azaba-Sageras

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	394
Mean Lineation Azimuth	113.9
Mean Lineation Plunge	27.8
Great Circle Azimuth	9.9
Great Circle Plunge	28.6
1st Eigenvalue	0.635
2nd Eigenvalue	0.231
3rd Eigenvalue	0.133
LN ( E1 / E2 )	1.011
LN ( E2 / E3 )	0.549
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	1.840
Spherical variance	0.3759
Rbar	0.6241

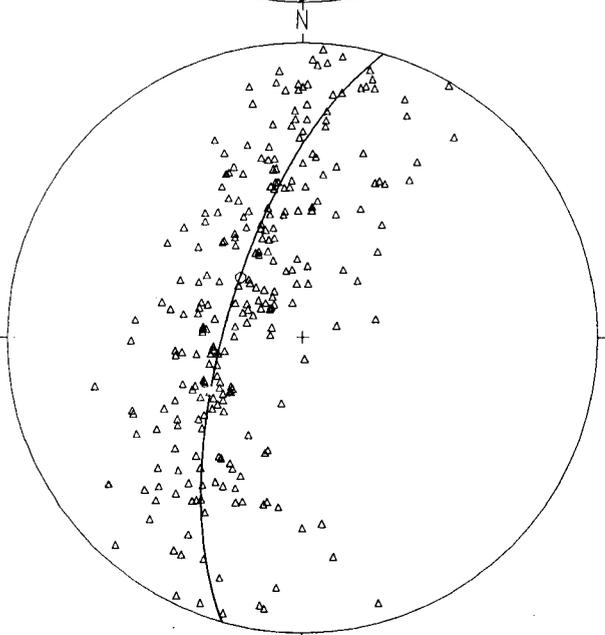
+ Estratificación



Ituero de Azaba-Sageras

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	285
Mean Lineation Azimuth	103.0
Mean Lineation Plunge	24.0
Great Circle Azimuth	0.7
Great Circle Plunge	24.5
1st Eigenvalue	0.888
2nd Eigenvalue	0.068
3rd Eigenvalue	0.044
LN ( E1 / E2 )	2.571
LN ( E2 / E3 )	0.426
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	6.029
Spherical variance	0.1086
Rbar	0.8914

+ Esquistosidad

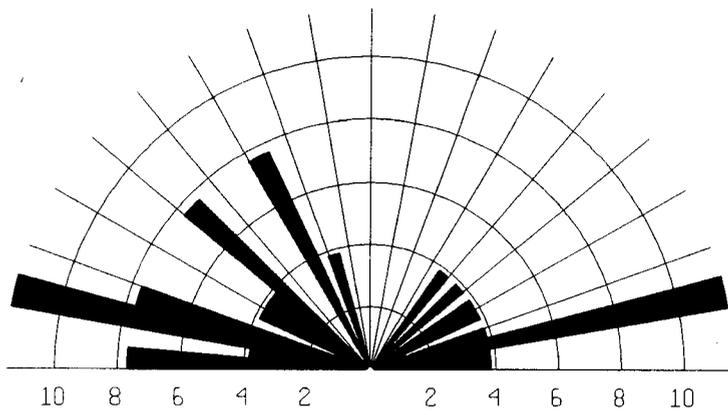


Ituero de Azaba-Sageras

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	259
Mean Lineation Azimuth	313.9
Mean Lineation Plunge	66.0
Great Circle Azimuth	195.7
Great Circle Plunge	68.6
1st Eigenvalue	0.607
2nd Eigenvalue	0.352
3rd Eigenvalue	0.041
LN ( E1 / E2 )	0.546
LN ( E2 / E3 )	2.147
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.254
Spherical variance	0.2675
Rbar	0.7325

△ Lineaciones

2.4.3.- Fig. 36 RESERVA ITUERO. Ituero de Azaba-Sageras



Ituero de Azaba-Sageras

Calculation Method	Frequency
Class Interval	5 Degrees
Filtering	Deactivated
Data Type	Bidirectional
Rotation Amount	0 0 Degrees
Population	26
Maximum Percentage	11 5 Percent
Mean Percentage	5 6 Percent
Standard Deviation	2 67 Percent
Vector Mean	277 98 Degrees
Confidence Interval	27 50 Degrees
R-mag	0 52

2.4.3.- Fig. 37 RESERVA ITUERO. Ituero de Azaba-Sageras

En "Ituero de Azaba" los problemas se centran en el conocimiento cierto de las leyes, pues los fragmentos analizados presentan evidencias de haber perdido parte importante de los cantos, buena parte de los cuales debían ser fosfatados. Otro aspecto a resolver era la geometría del yacimiento en profundidad, pues hay algunas discrepancias importantes entre los datos de superficie y lo observado en los sondeos realizados en la 2ª Fase (S-1, S-2 y S-3).

En los estereogramas de la Fig. 36 están proyectados todos los datos estructurales de esta zona de estudio.

En la Fig. 37 se representan las fracturas medidas sobre plano, según tramos rectilíneos con longitudes desde aproximadamente 1 hasta 4 km.

#### **2.4.3.1.g.2.- Desmuestres (PLANOS N° 13, 14, 15, 16, 17 y 18).**

En Sageras de los Toros se realizaron 17 desmuestres continuos de roca aflorante (TABLA 11, PLANO 16) con 85,26 m. lineales muestreados.

En Sageras de Malvarín los desmuestres continuos fueron 23 (TABLA 11, Plano 17) con 196,97 m. rozados.

En seis casos los desmuestres se repitieron por distinto prospector, para obtener una idea del error de desmuestra. Como norma los errores relativos para estos desmuestres repetidos se sitúan por debajo del 35%. Teniendo en cuenta que aquí están añadidos errores analíticos, además de los puramente atribuibles al desmuestra, el debido a este último concepto oscilaría entre el 15 y el 20%. Esto es, la técnica de desmuestra es responsable de un error equivalente al cometido en el análisis.

El espaciado entre desmuestres fué de aproximadamente 50 m. y la anchura media total de 41 m.

Además se recogieron 34 muestras puntuales mineralizadas de mayor tamaño para análisis químicos y determinación de densidades. De ellos se utilizaron efectivamente 12.

En total se analizaron 81 muestras para  $P_2O_5$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $S_2O_2$  y  $Cd$ .

Todos los desmuestres y puntos singulares (casas, caminos, etc.), así como las calicatas y sondeos de Ituero de Azaba, se levantaron topográficamente mediante 12.700 m. de itinerarios medidos con brújula Wild sobre trípode y cinta métrica.

En el yacimiento de Ituero de Azaba el nivel de afloramientos es extremadamente bajo. Para obtener una idea sobre la ley media de los niveles fosfáticos, se recolectaron muestras sintéticas, formadas por cantos derrubidos mineralizados, en los rellenos de las tres calicatas y en seis transversales (PLANO 14 y 15; ITA-3, 4, 6, 7, 8 y 9; ésta última muy alterada). Al tiempo se estimó para estas transversales, la relación entre cantos fosfatados y cantos estériles, mediante conteo de cantos derrubidos, para dos observadores (TABLA 12):

TABLA 11.- RESERVA ITUERO.- Desmuestres de rocas.

Muestra	Longitud total (m)	Longitud desmustrada (m)	% desmustrado	Dirección y buzamiento (medias)	Potencia real (m)	Potencia capas fosfatadas (m)	% capas fosfatadas	Ley capas fosfatadas (%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Ley muestra total (%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
SAG-6	31,45	6,94	22,1	314/73	30,07	0,57	8,6	3,38	0,76
SAG-7	43,65	4,25	9,70	318/79	42,85	-	-	0,23	0,22
SAG-8	39,66	10,71	27,00	299/73	37,93	-	-	0,79	0,18
SAG-9	39,65	1,95	4,90	310/68	36,76	0,50	26,4	5,21	0,27
SAG-10	1,25	0,45	36,00	317/78	1,22	0,44	100	-	3,48
SAG-11	34,99	4,14	11,80	341/83	34,73	0,65	15,8	0,20	0,13
SAG-12	3,45	2,30	66,70	320/71	3,26	0,23	10,6	0,01	0,01
SAG-13	16,81	3,06	18,20	258/47	12,29	0,33	14,7	0,03	0,01
SAG-14	23,44	5,74	24,50	304/65	21,24	0,34	6,5	0,21	0,01
SAG-15	23,85	7,70	32,30	322/73	22,81	0,43	5,8	0,01	0,03
SAG-16	18,11	4,48	24,70	311/84	18,01	0,95	21,3	0,81	0,50
SAG-17	1,73	0,88	50,90	311/76	1,68	0,85	100	2,57	1,55
SAG-18	24,20	6,59	27,20	294/73	23,14	1,54	24,4	1,30	0,97
SAG-19	23,73	1,38	5,80	321/79	23,30	0,54	39,9	0,16	0,08
SAG-20	30,50	14,38	47,10	305/72	29,00	2,27	16,6	2,11	0,05
SAG-21	18,70	2,88	15,40	302/75	18,06	1,29	46,4	1,59	0,08
SAG-22	46,95	7,43	15,80	299/73	44,90	1,24	17,4	0,51	0,34
SAG-23/1	37,69	14,02	37,20	271/62	33,28	7,97	64,4	1,55	1,30
SAG-23/2	17,92	15,06	84,00	265/65	16,24	-	-	-	0,11
SAG-24/1	23,82	4,72	19,80	242/75	23,01	-	-	-	0,01
SAG-24/2	70,01	7,76	11,10	272/75	67,62	5,45	72,7	1,42	1,00
SAG-25/1	27,95	6,11	21,90	288/59	23,96	4,59	87,6	1,36	0,50
SAG-25/2	78,21	23,06	29,50	266/77	71,45	5,92	28,1	-	0,31
SAG-26	55,05	9,88	17,90	271/67	50,67	8,60	94,6	1,73	0,98
SAG-27/1	34,49	7,62	22,10	340/85	34,36	2,64	34,8	-	0,50
SAG-27/2	17,35	6,35	36,60	318/79	17,03	5,60	89,8	-	0,40
SAG-28	22,35	11,81	52,8	275/63	19,91	5,70	54,2	6,02	1,09
SAG-29	1,98	0,93	46,90	297/72	1,88	0,15	16,9	-	1,00
SAG-30	12,20	3,09	25,30	295/75	11,78	2,05	68,7	3,52	1,34
SAG-31	62,79	20,37	32,40	287/62	55,44	11,95	66,4	9,05	0,95
SAG-32	70,07	8,89	12,70	282/64	62,98	4,69	58,7	3,32	1,06
SAG-33/1	54,49	7,95	14,60	278/63	48,55	5,06	71,4	-	0,67
SAG-33/2	26,80	1,96	7,30	274/55	21,95	0,11	6,8	1,95	0,17
SAG-34/1	50,86	1,75	3,40	290/69	47,48	1,57	96,1	-	0,99
SAG-34/2	17,60	0,48	2,70	290/69	16,43	0,29	64,7	-	0,09
SAG-35/1	36,15	2,95	8,20	281/61	31,62	1,22	47,3	0,77	0,84
SAG-35/2	31,85	2,40	7,50	280/70	29,93	-	-	-	0,17
SAG-36	46,10	3,55	7,70	284/53	36,82	0,47	16,6	1,38	0,51
SAG-37	13,51	0,91	6,70	284/64	12,14	0,63	77,0	0,01	0,57
SAG-38	40,38	12,43	30,80	280/57	33,86	0,87	8,3	-	0,20
SAG-39	17,34	1,95	11,20	277/51	13,47	0,67	44,2	-	0,19
SAG-40/1	9,85	6,80	69,00	283/50	7,54	1,25	24,0	-	0,33
SAG-40/2	11,25	2,32	20,60	289/59	9,64	1,15	57,8	-	2,25
SAG-41	9,63	4,21	43,7	272/57	8,08	0,29	8,2	-	0,24
SAG-42	0,19	0,19	100,00	302/58	0,16	-	-	-	1,43
SAG-43	5,11	2,61	51,1	294/85	5,09	0,31	11,9	-	0,51
SAG-44	11,14	1,73	15,50	281/57	9,34	0,15	10,3	-	0,14
SAG-45	7,91	3,11	39,30	289/54	6,40	0,66	26,2	-	0,01

Proporción cantos de mineral

<u>Transversal</u>	<u>1<sup>er</sup> observador</u>	<u>2<sup>o</sup> observador</u>
ITA-3	23,2%	25%
ITA-4	32,7%	45%
ITA-6	20,25%	26,5%
ITA-7	28%	20%
ITA-9	23,3%	14%
	-----	-----
	25,49%	26,1%

Además se recogieron otras siete muestras puntuales de mineral, la mayoría de afloramientos "in situ". De ellas se analizaron cuatro.

La muestra ITA-2 es de un afloramiento fosfatado de 20 cm. de potencia; la ITA-5 es de un afloramiento de 24 cm. y la ITA-10 de 30 cm. de potencia. La muestra ITA-11 posiblemente se trata de un bloque rodado en el arroyo (33 cm.).

La potencia media de los estratos conglomeráticos, o fosfatados, es de 8 cm. en Sageras de los Toros y 14 cm. para Sageras de Malvarín (TABLAS 13 y 14). Dentro de los niveles conglomeráticos, los que contienen mineralización mínimamente medible suponen el 54% en Sageras de los Toros y el 90% en la de Malvarín.

Las leyes medias también serían más elevadas para la Sageras de Malvarín: sus 4,81% en volumen de fosfatos equivaldrían a un 1,9%  $P_2O_5$  y el 2,98% volumen de fosfatos de Sageras de los Toros equivale al 1,2%  $P_2O_5$ .

**TABLA 12.- RESERVA ITUERO-ITUERO DE AZABA.**

Transv.	N°de determinaciones	Potencia total trasnv.	% E N H U E C O S			% EN VOLUMEN NOD. FOSFATADOS			(1)+(2)	L E Y E S (%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )			Proporción cantos mineralizados (%)	Ley media estimada para toda la transv. (%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
			Valor mínimo	Valor máximo	Media (1)	Valor mínimo	Valor máximo	Media (2)		Análisis Químicos	Estimada para (2)	Estimada para (1)+(2)		
Calic. C-1	8	15	10	20	15,9	25	> 50	38,7	54,6	15,40	15,1	20,8	50	10,45
Calic. C-2	11	19	7	50	27	15	50	32,0	59,0	16,45	12,6	22,3	21,6	4,89
Calic. C-3	18	10,5	3	50	24,1		20	> 10,8	> 34,9	6,88	4,4	> 13,8	39,3	5,48
ITA-2	1				4			25		4,96				
ITA-3	5	23	2	3	2,8	15	35	25	27,8	7,67	10	11	23	2,61
ITA-13	1				10			15						
ITA-4	5	23		4	2	5	25	18	20	8,66	7,2	8	33	2,71
ITA-5	1							> 50						
ITA-6	5	23	2	20	6,6	13	50	23	29,6	14,18	9,2	11,7	20	2,42
ITA-10	1				2			75						
ITA-7	5	23,5		3	0,8	50	80	69	69,8	30,88	25,6	25,9	28	7,32
ITA-8	5	29	3	20	10,6	35	70	51	61,6	24,31	19,5	23,2	21	4,95
ITA-9	7	12	4	15	8,7		60	> 41,7	> 50,4	8,74	16,1	19,2	23	4,49
ITA-5										19,87				
ITA-10										23,65				
ITA-11										22,97				

**OBSERVACIONES.**

La ley media para toda la transversal se calcula en función de la "estimada para (1)+(2)" y de la "proporción de cantos minealizados".

Ley media del estéril: 0,1%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

El error relativo medio para leyes estimadas en función del volumen de fosfatos es del 14%.

El error relativo medio para estimación de porcentajes de cantos mineralizados es del 6%

TABLA 13.- RESERVA ITUERO-SAGERAS DE LOS TOROS. Determinaciones de % en volumen de nódulos fosfatados.

Desmuestras	N° de Determinaciones	P O T E N C I A S						% EN VOLUMEN DE NODULOS FOSFATADOS				
		Total Transversal	NIVELES CON FOSFATOS			Niveles mineralizados (>0,5% vol. fosfatos)		Valor Mínimo	Valor Máximo	Total Niveles con fosfatos	Niv. Mineralizados (>0,5%)	Total Transversal
			Total (cm)	Media (cm)	%en relación con aflorante	Total (cm)	%en relación niv. con fosfatos					
SAG-6	12		47	4		15	32		15	0,88	2,8	
SAG-7	7		22	3								
SAG-8	9		62	7		8	13		1	0,13	1	
SAG-9	8		54	7		20	37		5	1,55	4,2	
SAG-10	4		48	12			100	1,5	5	3,7		
SAG-11	4		50	12								
SAG-12	3		26	9								
SAG-13	2		22	11								
SAG-14	7		39	6		16	41		0,75	0,23	0,6	
SAG-15	5		58	12		15	26		3	0,34	1,33	
SAG-16	8		104	13		31	30		4	0,70	2,35	
SAG-17	6		53	9		43	81		7	3,58	4,42	
SAG-18	15		105	7			100	0,5	10	2,57		
SAG-19	7		58	8		33	57		3	0,75	1,32	
SAG-20	24		206	9		164	80		15	3,43	4,30	
SAG-21	10		92	9		56	61		5	1,68	2,76	
SAG-22	15		99	7		70	71		3	0,82	1,16	
Yacimiento	146		1145	8		624	54			1,61	2,98	

TABLA 14.- RESERVA ITUERO-SAGERAS DE MALVARIN. Determinaciones de % en volumen de nódulos fosfatados.

Desmuestras	N° de Determinaciones	P O T E N C I A S						% EN VOLUMEN DE NODULOS FOSFATADOS				
		Total Transversal	NIVELES CON FOSFATOS			Niveles mineralizados (>0,5% vol. fosfatos)		Valor Mínimo	Valor Máximo	Total Niveles con fosfatos	Niv.Mineralizados (>0,5%)	Total Transversal
			Total (cm)	Media (cm)	%en relación con aflorante	Total (cm)	%en relación niv. con fosfatos					
SAG-23	26		355	14		330	93		14	5,6	6,05	
SAG-24	22		354	16		292	82		11	4,22	5,11	
SAG-25	30		501	17		468	93		8	3,59	3,84	
SAG-26	22		480	22		470	98		15	6,73	6,87	
SAG-27	11		181	16		112	62		15	3,81	6,16	
SAG-28	8		65,5	8		65,5	100	4	13	9,11	9,11	
SAG-31	36		518	14		491	95		12	3,44	3,63	
SAG-32	26		289	11		270	93		12	4,55	4,87	
SAG-33	17		212	12		202	95		10	4,10	4,31	
SAG-34	7		95	14		90	95		10	5,90	6,23	
SAG-35	13		142	11		116	82		10	4,22	5,13	
SAG-36	3		43	14		36	84		8	5,42	6,47	
SAG-37	3		37	12		29	78		3	1,76	2,24	
SAG-38	16		98,5	6		72,5	74		3	0,82	1,12	
SAG-39	9		83	9		70	84		3	1,54	1,82	
SAG-40	16		171	11		156	91		10	2,32	2,54	
SAG-41	3		29	10		22	76		3	1,31	1,73	
SAG-42	1		18				100	2	3		2,75	
Yacimiento	269		3672	14		3310	90			4,33	4,81	

### **2.4.3.1.g.3.- Sondeos mecánicos.**

#### **a) Justificación del trabajo.**

El yacimiento fosfatado de "Ituero de Azaba" es el único en toda la Reserva Ituero con un posible interés económico.

En este sector se realizaron con anterioridad 3 sondeos verticales (S-1, S-2 y S-3) y varias calicatas con dimensiones y trazado según se indica en el plano adjunto (C-1, C-2 y C-3).

Ninguno de los sondeos cortó mineral y de las calicatas no se dispone de levantamientos detallados con expresión de desmuestres continuos (los desmuestres parecen ser puntuales).

Los trabajos recientes en esta localidad nos sugieren que la corrida mineralizada es notablemente mayor a la conocida (en más del doble), pero la escasez de afloramientos limita nuestro conocimiento sobre este yacimiento.

La existencia de cantos derrubados con altas leyes en  $P_2O_5$ , justificó, a mi criterio, la obtención de datos numéricos a partir de los cantos derrubados y los rellenos de calicatas. Así, para las tres calicatas (C-1, C-2 y C-3) y 6 transversales (ITA-3, 4, 6, 7, 8 y 9) se ha determinado lo siguiente (ver Tabla 15):

**TABLA 15. ITUERO DE AZABA**

Desmuestra	Ley Muestra (% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Prop.cantos Mineraliz. (%)	% Huecos	Ley estimad para toda la potencia
Calicata 1	15,40	50	15,9	9,1
Calicata 2	16,45	21,6	27	4,87
Calicata 3	6,88	39,3	24,1	3,56
ITA-3	7,67	23	2,8	1,8
ITA-4	8,66	33	2	2,9
ITA-6	14,18	20	6,6	3,0
ITA-7	30,88	28	0,8	8,7
ITA-8	24,31	21	10,6	5,71
ITA-9	8,74	23	8,7	2,2

NOTA.- Todos los datos son provisionales.

- (1) La "Ley estimada para toda la potencia" se calcula en función de la proporción de cantos mineralizados y el porcentaje de huecos, que aquí se considera corresponde a pérdidas de material fosfatado.

**TABLA 16. ITUERO DE AZABA.- LEYES PARA MINERAL "IN SITU".**

MUESTRA	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
ITA-2	4,96
ITA-5	19,87
ITA-10	23,65
ITA-11	22,97 (derrubiado ?)

- Ley media de los niveles fosfatados a partir de cantos derrubiados o de relleno de las calicatas.
- Proporción de cantos de mineral con relación al estéril.
- Porcentaje de huecos (se interpreta como pérdidas de material fosfatado).
- Porcentaje en volumen de nódulos fosfatados (para muestras mineralizadas).
- Levantamiento topográfico de todos los puntos singulares.

En tres puntos se desmustraron afloramientos de niveles fosfatados, para tener unas referencias, y lo mismo se hizo con un bloque presumiblemente derrubiado (ver tabla adjunta).

El yacimiento se dispone en un cierre sinclinal fallado de manera que habría dos ramas bien diferenciadas (ver plano): una de dirección E-W al Sur de la fractura y otra N-S en el bloque septentrional.

La mineralización fosfatada parece ir disminuyendo hacia la rama Norte, según se deduce de los porcentajes de clastos fosfatados en los niveles mineralizados.

**TABLA 17**

Transversal	%C.fosfatados(1)	% Huecos (2)	(1) + (2)
C-3	> 11	24,1	> 35
C-2	32	27	59
C-1	38,7	15,9	54,6
ITA-7	69	0,8	69,8
ITA-8	51	10,6	61,6
ITA-9	>41,7	8,7	> 50
ITA-6	23	6,6	29,6
ITA-4	18	2	20
ITA-3	25	2,8	27,8

Esto nos sugiere que la mineralización debe terminar hacia el Norte de ITA-3.

El tratamiento de estos datos provisionales, hacían posible la siguiente cubicación, también provisional:

\*

**Rama Sur:**

- Corrida 850 m.
- Potencia aproximada: 25 m.
- Ley media: 6,41 %  $P_2O_5$ .
- 5.865.000 Tm. mineral (para 100 m. profundidad).

\*

**Rama Norte:**

- Corrida: 200 m.
- Potencia aproximada: 23 m.
- Ley Media: 2,58 %  $P_2O_5$ .
- 940.125 Tn. mineral (para 75 m. profundidad).

Esto es, estamos ante un yacimiento de unos 7 Mt. con una ley media para el todo uno de más del 5%. En este yacimiento previsiblemente se podrían delimitar horizontes más enriquecidos en fosfatos.

Atendiendo a todos los indicios, este yacimiento parecía ser de pequeñas dimensiones pero merecedor de una evaluación basada en datos más fiables que los de superficie. En este contexto sería de interés obtener muestras "frescas" de niveles fosfatados (sin pérdidas de material) y, sobre todo, conocer los porcentajes de mineral a estéril.

Para precisar sobre todos los datos obtenidos anteriormente, se proponía un máximo de 3 sondeos mecánicos con recuperación de testigo e inclinación de 45°. Por su carácter de "paramétricos" sería posible reducirlos a dos sondeos.

#### **b) Sondeos ITU-1, ITU-2 e ITU-3.**

Entre el 11 y el 25 de agosto de 1993 se realizaron tres sondeos mecánicos, con un total de 273 m., en el yacimiento de Ituero de Azaba.

La inclinación fué de 45° en todos los casos y su situación y dirección se indican en los PLANOS N° 14 y 15.

La testificación completa se incluye en las Figs. 38, 39 y 40.

Se advierte claramente la asociación de los niveles conglomeráticos fosfatados con las pizarras grises. Las pizarras negras apenas están mineralizadas.

Estos sondeos no han sido desmuestreados ni analizados. En su lugar se ha hecho una estimación del volumen de fosfatos, con ayuda de cartas visuales de comparación, para cada nivel fosfatado. Esto llevado a la gráfica correspondiente de "% volumen de fosfatos/ley en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>" (Fig. 12) nos proporciona una estimación de la ley de estos sondeos (TABLA 18).

Las leyes medias para el máximo de potencia son bajas, entre el 0,7 y 1,02% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, debido a que la proporción de niveles fosfatados es sensiblemente inferior a la esperada. Aquí el porcentaje medio ponderado de niveles fosfatados es del 10,3%, cuando lo esperado era del orden del 29%. Las leyes medias para los niveles fosfatados, entre el 7,5 y el 16% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, si están más cerca de lo previsto.

Es posible mejorar estos datos, seleccionando los tramos mineralizados tal y como se indica a continuación:

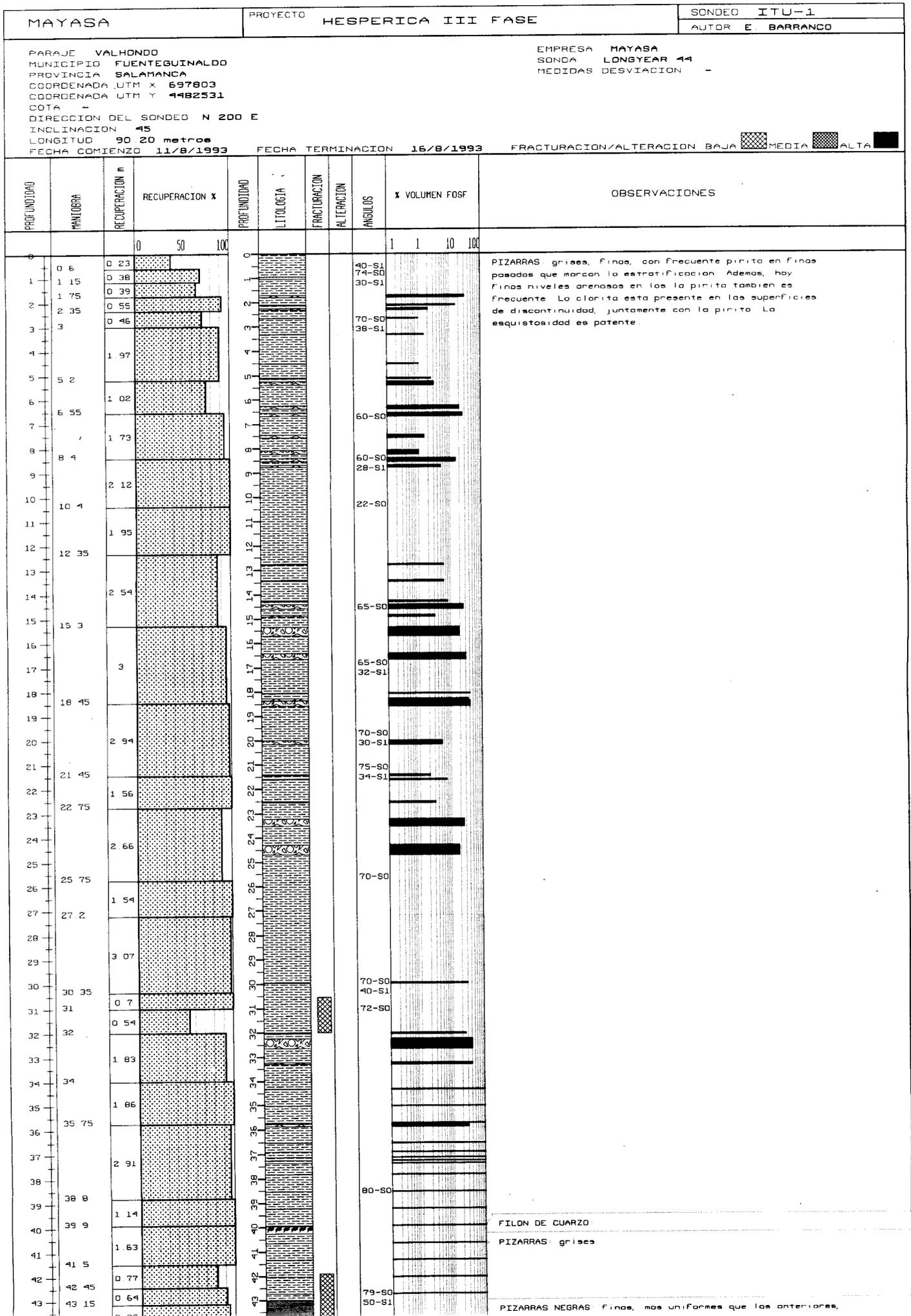
**TABLA 18.- RESERVA ITUERO. Datos de los sondeos ITU-1, ITU-2 E ITU-3**

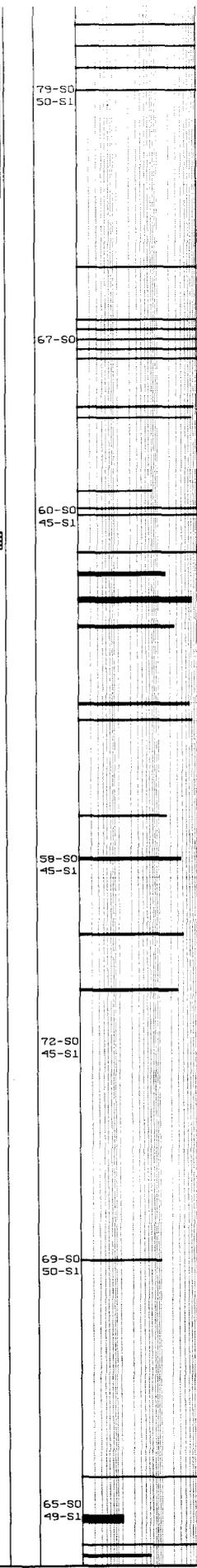
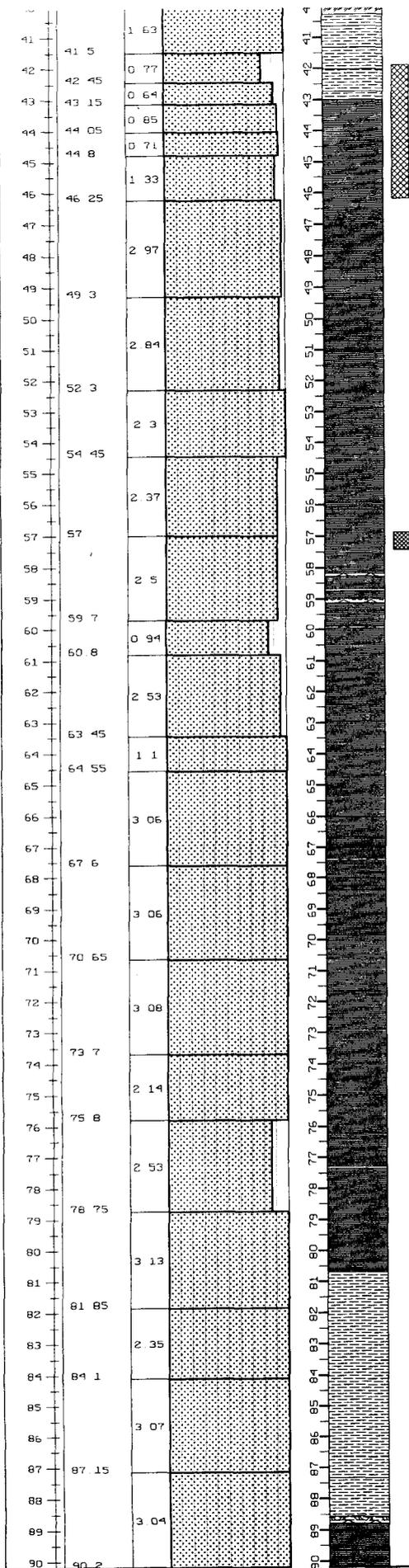
SONDEO	METROS	LONGITUD TESTIGO (m) (1)	POTENCIA REAL	NIVELES FOSFATADOS				LEY TOTAL ESTIMADA (5)
				ESPESOR (m) (2)	%NIVELES FOSFAT.	VOLUMEN% (3)	LEY ESTIMADA (4)	
ITU-1	0 á 73,7	69,77	63,8	4,535	6,5	23,80	9,5	0,71
ITU-2	4,95 á 48,35	41,84	40,5	2,345	5,6	42,49	16,0	0,99
ITU-3	0 á 113,9	110,67	113,3	13,70	12,38	21,34	7,5	1,02

**OBSERVACIONES:**

- (1) "Longitud de testigo" se refiere exclusivamente al recuperado.
- (2) "Espesor" se obtiene sumando todos los niveles fosfatados.
- (3) "Volumen" es la media ponderada al "Espesor" de todos los niveles fosfatados.
- (4) "Ley estimada" se obtiene con ayuda del gráfico % en volumen de fosfatos/ley  $P_2O_5$ , se refiere a la ley media en  $P_2O_5$ , para los niveles fosfatados.
- (5) "Ley total estimada" se refiere a la potencia total.

2.4.3. Fig. 38 RESERVA ITUERO.- Testificación del sondeo ITU-1





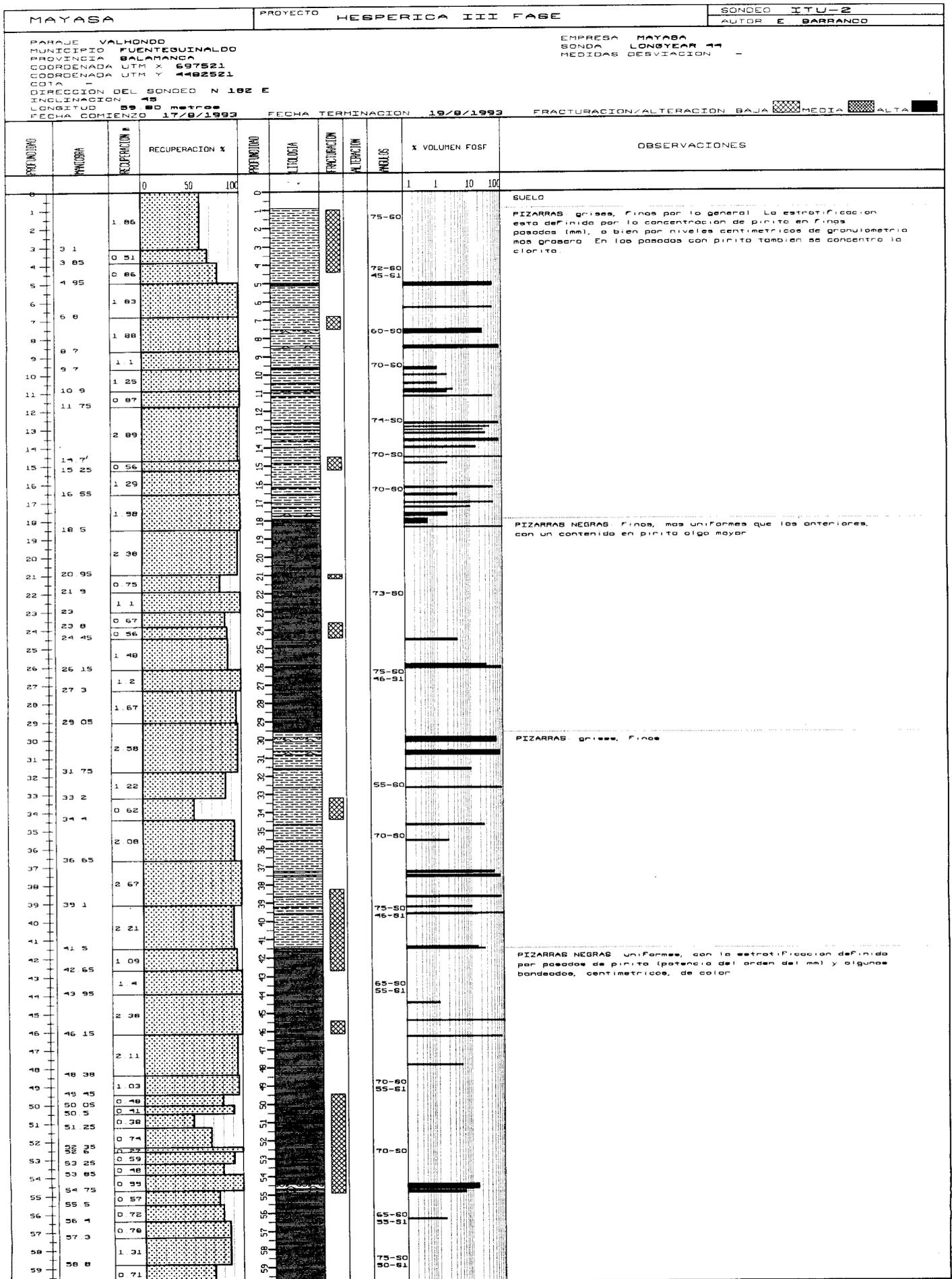
PIZARRAS grises

PIZARRAS NEGRAS finas, mas uniformes que las anteriores, aunque son similares a ellas en muchos aspectos y sus contactos son difusos. La estratificacion esta definida por pasadas milimetricas de pirita y, a veces, por un bandeado de color. Los niveles fosfatados son menos frecuentes que en las otras pizarras. La estratificacion y esquistosidad son oblicuas.

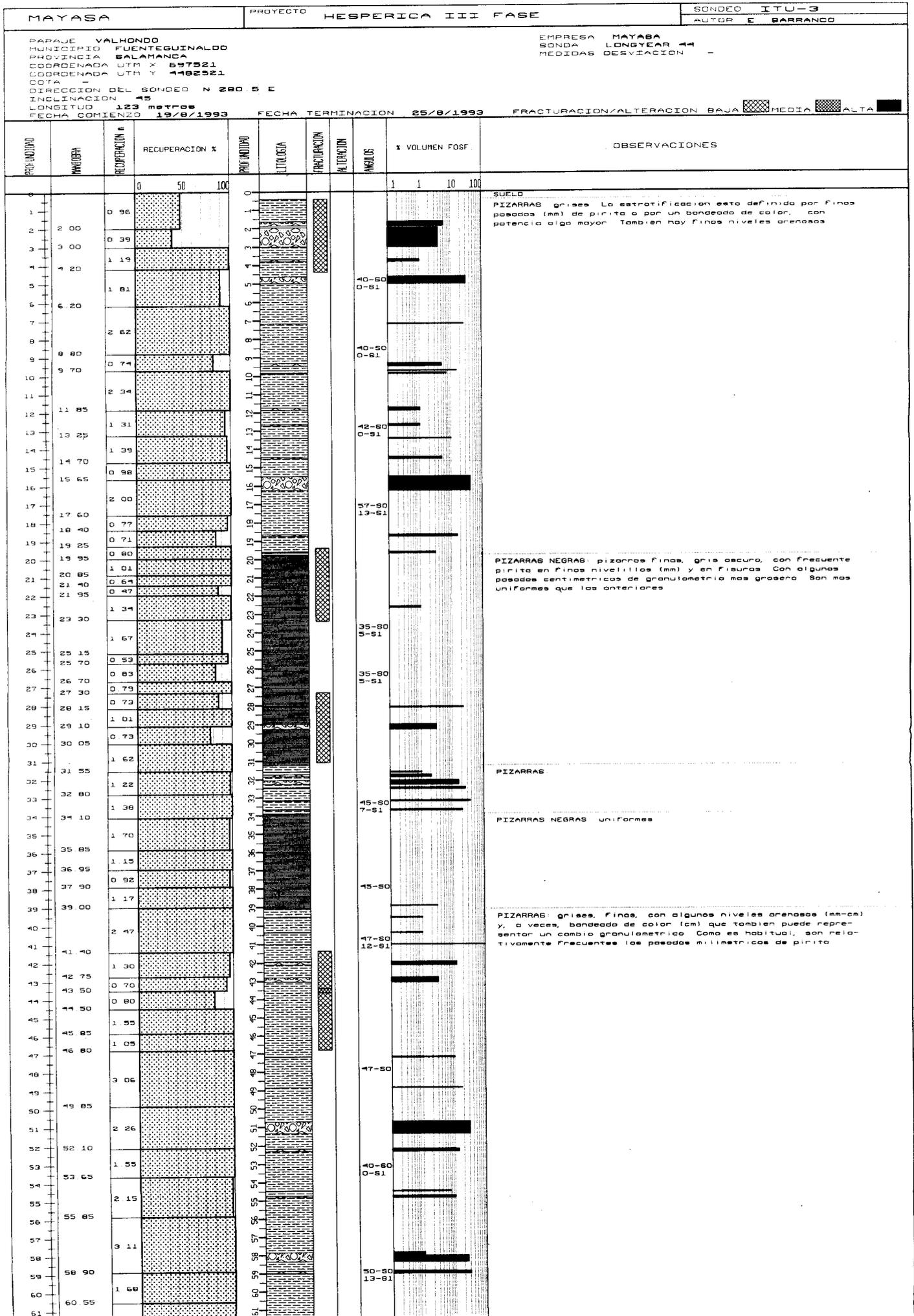
PIZARRAS grises con bandeado de color bien definido en niveles centimetricos, por lo general. Las pasadas de pirita parecen ser mas frecuentes y algo mas potentes. Tambien hay niveles arenosos de potencias milimetrica a decimetrica.

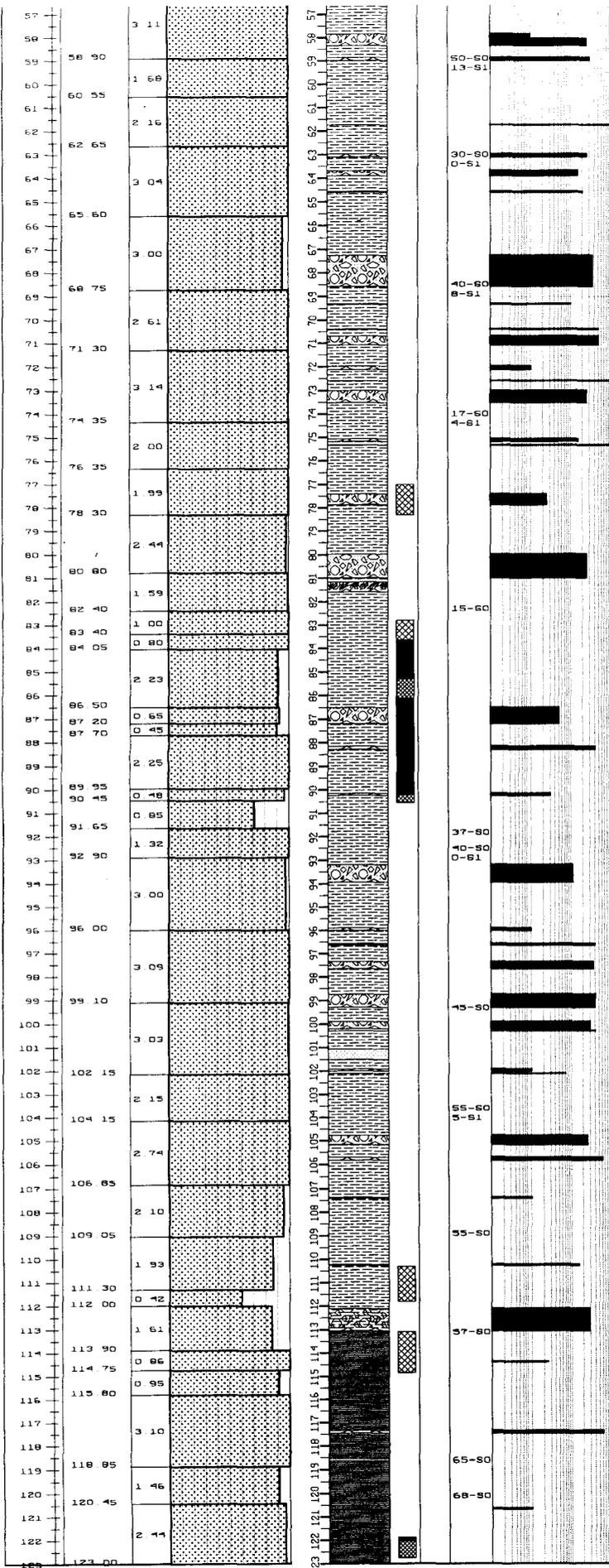
PIZARRAS NEGRAS con bandeado de color mas localizado y con menor potencia.

2.4.3. Fig. 39 RESERVA ITUERO. Testificación del sondeo ITU-2



2.4.3. Fig. 40 RESERVA ITUERO. Testificación del sondeo ITU-3





FILON DE CUARZO  
PIZARRAS

PIZARRAS NEGRAS aparentemente mas finas y uniformes que las otras. La pirita es mas frecuente y abundante que en las otras pizarras y se encuentra en nivelillos y dispersa en cubos. Los clastos de pirita son mas frecuentes en los niveles arenosos.

### \* Sondeo ITU-1

- Metros: de 1,71 á 24,69
- Metros testigo: 21,59 m.
- Potencia real: 19,90 m.
- Total niveles fosfatados: 3,37 m.
- % niveles fosfatados: 15,61
- Volumen de fosfatos (media ponderada): 17,16 %
- Ley estimada (para niveles fosfatados): 7% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- Ley total estimada (para toda la potencia): 1,18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

### \* Sondeo ITU-2

- Metros: de 4,96 á 18,37
- Metros testigo: 13,41 m.
- Potencia real: 12,52 m.
- Total niveles fosfatados: 1,199 m.
- % niveles fosfatados: 8,94 %
- Volumen de fosfatos: 32,94 %
- Ley estimada (para niveles fosfatados): 13,2% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- Ley total estimada: 1,27% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

### \* Sondeos ITU-3

- Metros: de 67,26 á 113,06
- Metros testigo: 41,6
- Potencia real: 45,55 m.
- Total niveles fosfatados; 7,983 m.
- % niveles fosfatados: 19,19 %
- Volumen de fosfatos: 24,62 %
- Ley estimada (para niveles fosfatados): 9,8% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- Ley total estimada: 1,96% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

De esta manera el porcentaje medio ponderado de niveles fosfatados subiría al 17,25%, aunque sus leyes medias bajarían algo y se situarían entre el 7 y el 13,2% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. La ley media para el yacimiento subiría al 1,7% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Los resultados de los sondeos nos hablan de una disminución del porcentaje de niveles fosfatados en cerca de la mitad de lo que se estima habría en superficie. La ley media disminuiría a menos de la mitad de lo estimado para superficie.

Todo esto nos parece indicar una esterilización progresiva del yacimiento en profundidad.

Considerando este supuesto, se puede ubicar la zona como sigue:

- Potencia media: 25 m.
- Ley media: 3,4%  $P_2O_5$
- Corrida: 1.100 m.
- Profundidad: 80 m.
- Densidad: 2,73 gr/cc
- TTU: 6 Mt.

### 2.4.3.2.- Conclusiones.

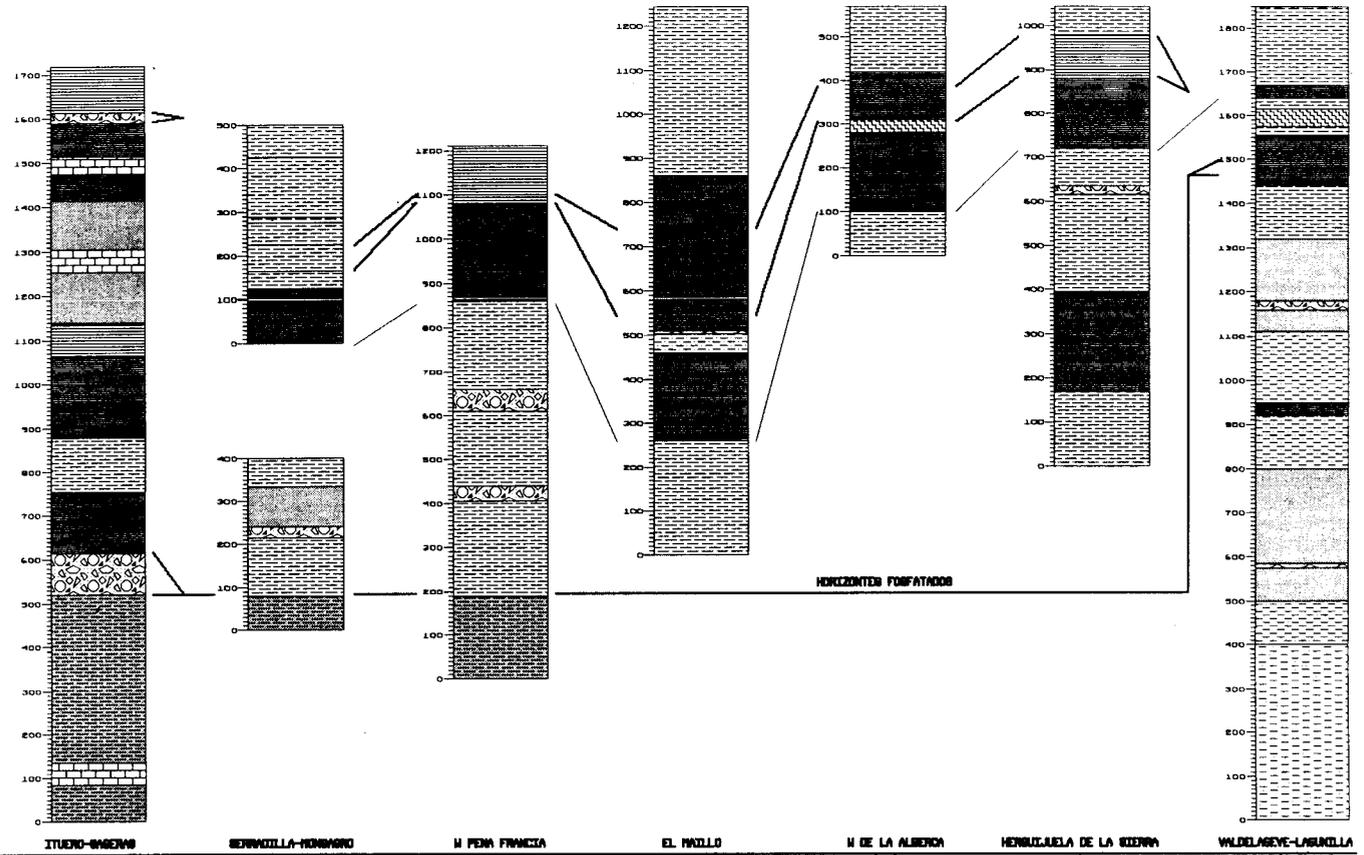
- a) En esta 3ª Fase se ha pretendido concluir los estudios acometidos anteriormente en los sectores con yacimientos fosfatados. Los trabajos realizados incluyen:
- Cartografía geológica a escala de la foto aérea (1:18.000) en los sectores con presencia de indicios fosfatados.
  - Desmuestres continuos de fragmentos en los indicios fosfatados. Levantamientos topográficos (itinerarios a la brújula) para situación de desmuestres y delimitación de yacimientos.
  - Muestreo de roca sobre niveles fosfatados, para obtener una idea de leyes y densidades para los tramos mejor mineralizados.
  - Sondeos mecánicos.
- b) Con la excepción de los yacimientos del sector de Ituero-Sageras, en todos los demás la mineralización es primaria, con nódulos de fosfatos y finos niveles fosfatados (hasta 1 cm) en pizarras gris-oscuro.

Estos yacimientos fosfatados tienen continuidad a lo largo de la Reserva (Fig. 41). El yacimiento de Ituero de Azaba, de carácter conglomerático y el mejor mineralizado de todos, no parece tener continuidad en ningún otro lugar de la zona estudiada.

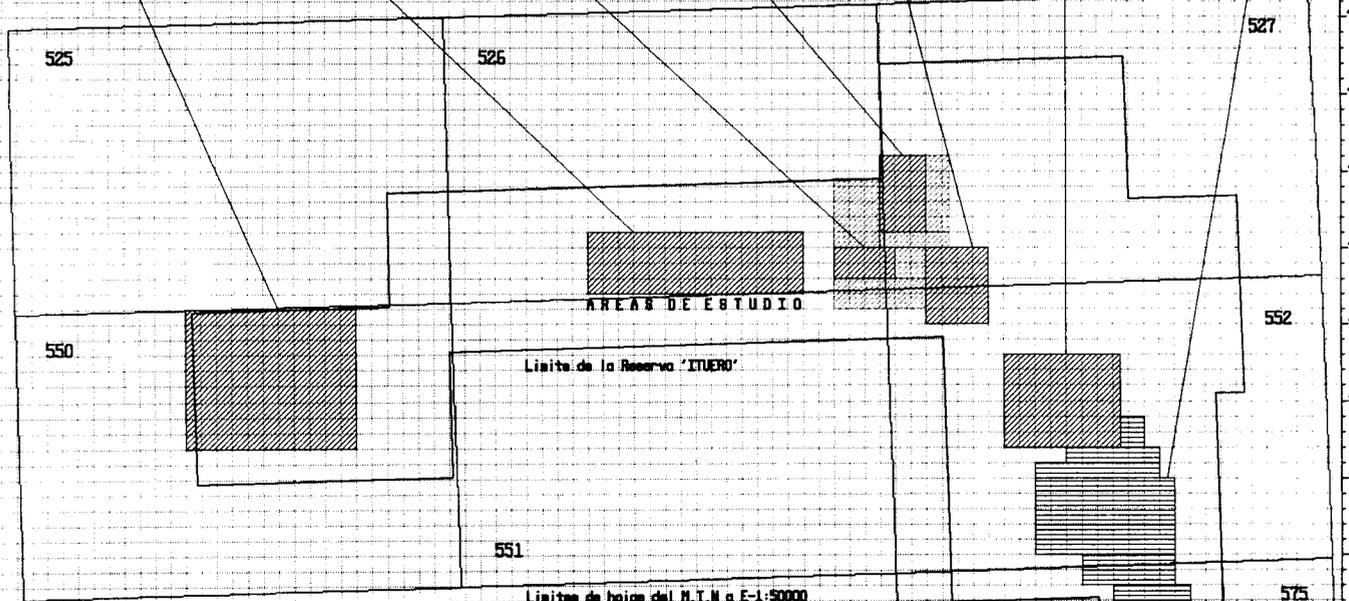
Los yacimientos primarios son de baja ley. En muestras puntuales se alcanzan leyes de cerca del 27% y del 14%  $P_2O_5$  en niveles fosfatados. En desmuestres continuos, en cambio, solo excepcionalmente la ley alcanza el 3,34%  $P_2O_5$  pero normalmente oscila entre el 0,01 y el 1,09%  $P_2O_5$ .

En algunos depósitos fosfatados mundiales se observa un criterio de oposición importante para la prospección: las zonas enriquecidas en fosfatos corresponde a zonas de mínima potencia de esa formación. Este criterio no sería de aplicación aquí: la potencia de la Unidad Superior en Ituero-Sageras (la mejor mineralizada) es de las mayores de toda la Reserva (fig. 41).

HESPERICA III FASE. RESERVA ITUERO



68000 68500 69000 69500 70000 70500 71000 71500 72000 72500 73000 73500 74000 74500 75000 75500 76000 76500



- LEYENDA SERIES
- Pizarras gris-oscuro
  - Pizarras negras
  - Pizarras bandeadas, pizarras
  - Conglomerados
  - Calizas
  - Cuarzos
  - Areniscas
  - Pizarras y areniscas
  - Areniscas con niveles de pizarras
  - Limolitas

2.4.3.- Fig. 41 RESERVA ITUERO

- c) Los datos estructurales (fig.42, 43 y 44) muestra alguna variación en la situación de los máximos coherente con los cambios observados en cartografía.

La  $S_1$  es prácticamente la única esquistosidad observada y muestra escasa dispersión. Muy localmente puede verse alguna posterior, bastante espaciada, que parece estar asociada a la fracturación.

La disposición de  $L_1$  según guilnaldas de círculo máximo sugiere que esta deformación ha podido producirse sobre terrenos ya ondulados.

La fracturación mayoritaria es tensional, transversal a las alineaciones estructurales (fig. 43 y 44). Fracturas anteriores, longitudinales a la estructura se han cartografiado en la parte oriental de la Reserva, en "Valdelageve.Lagunilla-Abadía" y "Oeste de La Alberca".

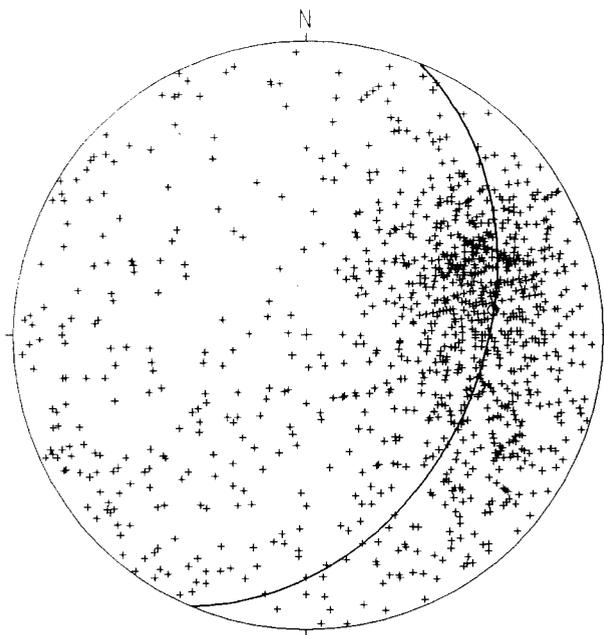
- d) Se ha elaborado una técnica de trabajo, económica y de alto rendimiento, que permite la obtención de la ley en  $P_2O_5$  a partir exclusivamente del porcentaje en volumen de fosfatos, con una fiabilidad aceptable.

Fruto de esta técnica es la TABLA 19. El error relativo medio entre análisis químicos y estimación de la ley a partir del porcentaje en volumen de fosfatos para leyes de entre el 6,88 y el 30,88%  $P_2O_5$  es del 14,4%.

- e) La cartografía detallada del yacimiento de Ituero de Azaba ha permitido extender la corrida mineralizada en más del doble de lo que se conocía anteriormente.

Los sondeos mecánicos realizados en esta 3ª Fase en este sector ha permitido reconocer el mineral en profundidad. Los datos sugieren una esterilización progresiva del yacimiento en profundidad.

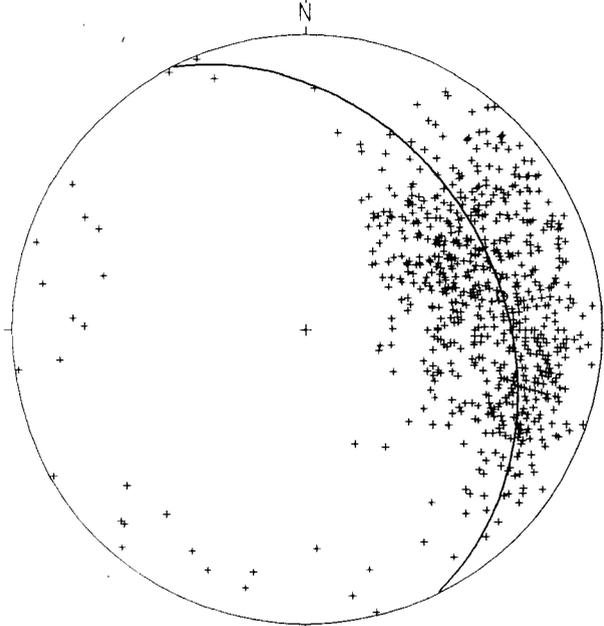
Con el estado de conocimientos actual, podemos decir que estamos ante un yacimiento de 6 Mt con el 3,4%  $P_2O_5$ . Este sería, con mucho, el mejor yacimiento de toda la Reserva nº 4.



RESERVA ITUERO

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	1117
Mean Lineation Azimuth	82.3
Mean Lineation Plunge	36.2
Great Circle Azimuth	22.8
Great Circle Plunge	40.3
1st Eigenvalue	0.639
2nd Eigenvalue	0.213
3rd Eigenvalue	0.148
LN ( E1 / E2 )	1.101
LN ( E2 / E3 )	0.362
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	3.041
Spherical variance	0.3289
Rbar	0.6711

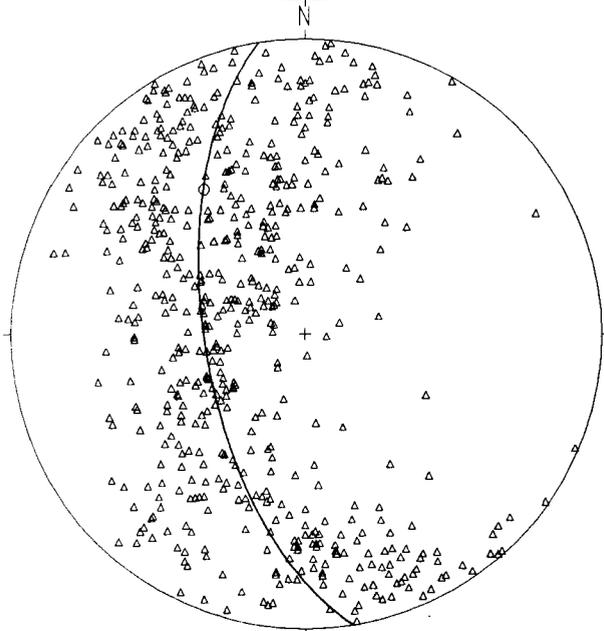
+ Estratificación



RESERVA ITUERO

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	728
Mean Lineation Azimuth	80.0
Mean Lineation Plunge	32.7
Great Circle Azimuth	333.4
Great Circle Plunge	33.8
1st Eigenvalue	0.784
2nd Eigenvalue	0.149
3rd Eigenvalue	0.067
LN ( E1 / E2 )	1.657
LN ( E2 / E3 )	0.805
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	2.060
Spherical variance	0.1545
Rbar	0.8455

+ Esquistosidad

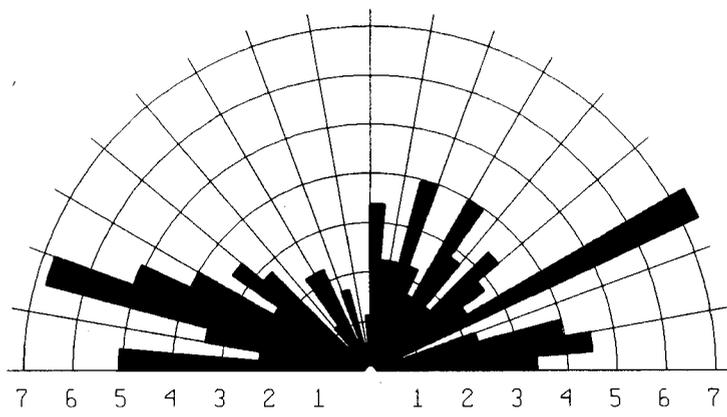


RESERVA ITUERO

Projection	Schmidt
Number of Sample Points	570
Mean Lineation Azimuth	325.2
Mean Lineation Plunge	39.2
Great Circle Azimuth	170.9
Great Circle Plunge	62.1
1st Eigenvalue	0.515
2nd Eigenvalue	0.387
3rd Eigenvalue	0.098
LN ( E1 / E2 )	0.286
LN ( E2 / E3 )	1.376
(LN(E1/E2)) / (LN(E2/E3))	0.208
Spherical variance	0.3983
Rbar	0.6017

Δ Lineaciones

2.4.3.- Fig. 42 RESERVA ITUERO. Datos totales

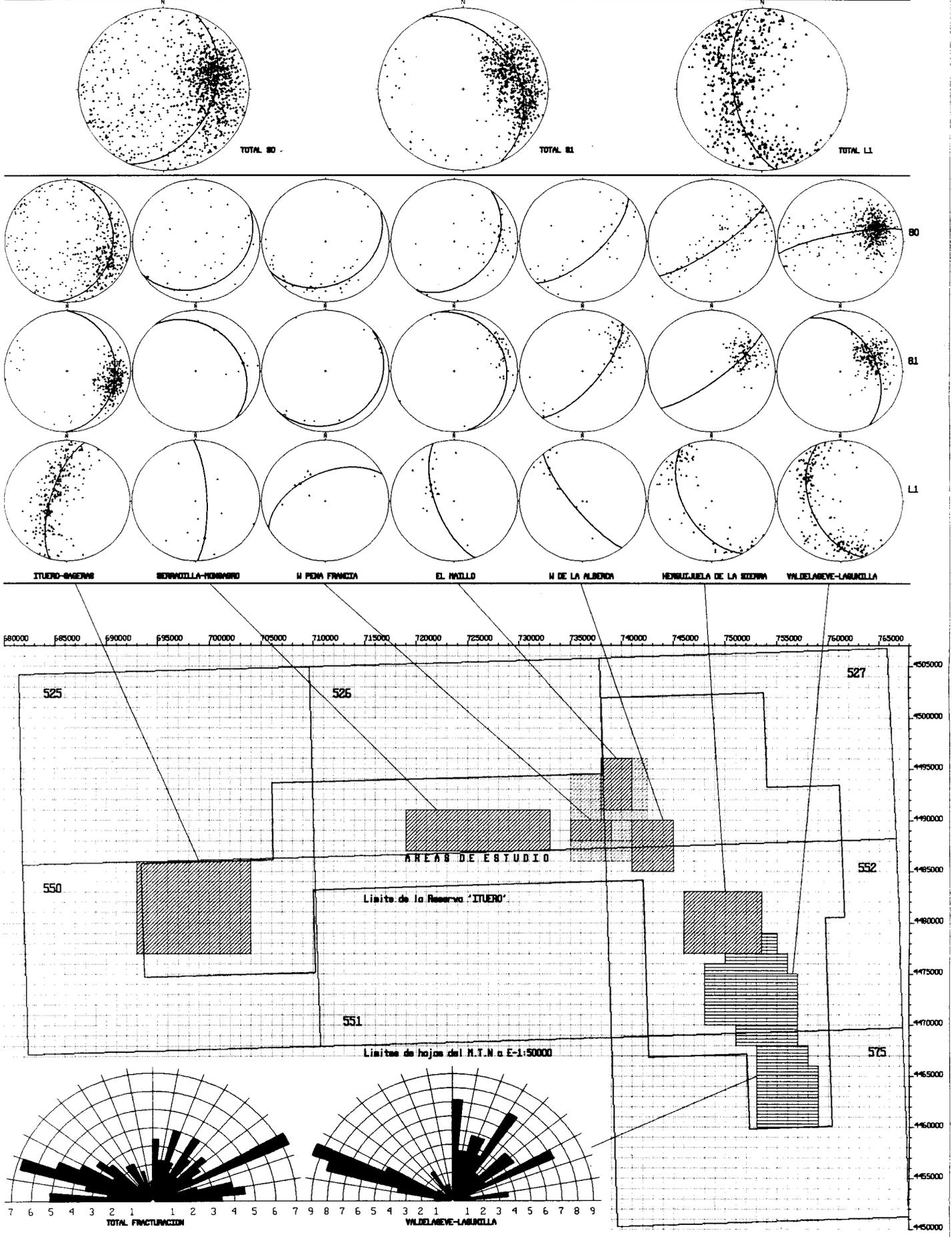


Reserva Ituero

Calculation Method	Frequency
Class Interval	5 Degrees
Filtering	Deactivated
Data Type	Bidirectional
Rotation Amount	0 0 Degrees
Population	177
Maximum Percentage	7 3 Percent
Mean Percentage	2 9 Percent
Standard Deviation	1 60 Percent
Vector Mean	81 89 Degrees
Confidence Interval	25 85 Degrees
R-mag	0 23

2.4.3.- Fig. 43 RESERVA ITUERO. Datos totales

HESPERICA III FASE. RESERVA ITUERO



2.4.3.- Fig. 44 RESERVA ITUERO

TABLA 19.- RESERVA ITUERO.- Estimación de leyes en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en función del % en volumen de nódulos fosfatados.

YACIMIENTO	% EN VOLUMEN DE FOSFATOS (1)	LEY ESTIMADA (%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (2)	% NIVELES FOSFATADOS (3)	LEY ESTIMADA PARA EL YACIMIENTO (4)
Ituero de Azaba	46,80	18,00	29,00	5,29
Sageras de los Toros	2,98	1,20	10,00	0,21
Sageras de Malvarín	4,81	1,90	22,00	0,50
Oeste P. de Francia	0,86	0,35	7,60	0,12
El Maillo	1,58	0,65		
Cabecera Rio Francia	1,87	0,78	7,50	0,15
Herguijuela Sierra	1,75	0,73		
Valdelageve	13,70	5,50	4,00	0,32

**OBSERVACIONES:** - Todas las cifras son provisionales.

- (1) Para niveles mineralizados con más del 0,5% en volumen de fosfatos.
- (2) Obtenidas para (1) según curva "ley P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ % volumen de fosfatos" (curva teórica).
- (3) Media para todo el yacimiento.
- (4) Ley del todo uno (ley del estéril: 0,1% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

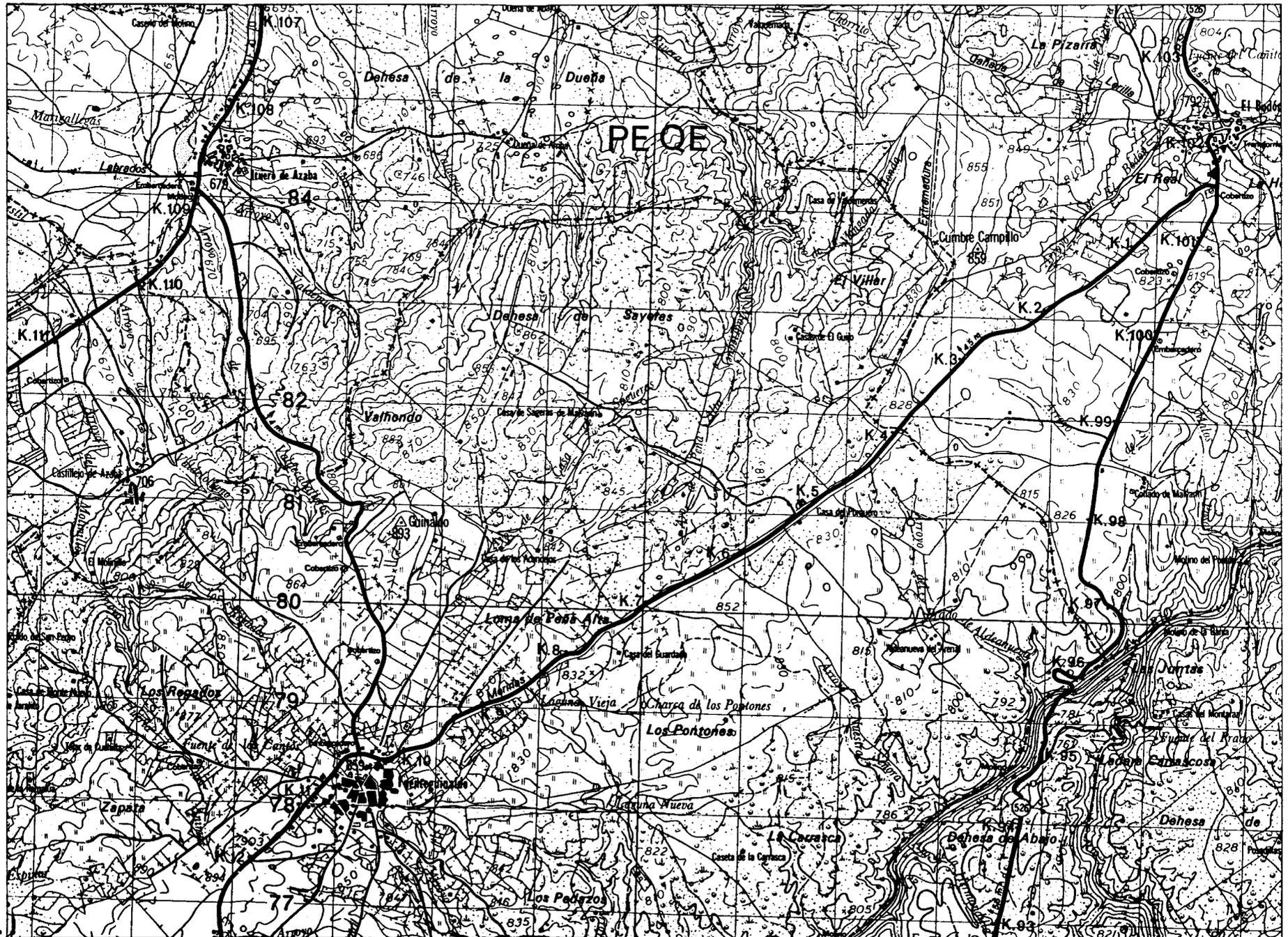
### 2.4.3.3.- Recomendaciones.

Se recomienda reducir el área de la Reserva Provisional Hespérica n° 4 (ITUERO) a la demarcada por los siguientes vértices (Fig. 45).

	<u>LONGITUD</u>	<u>LATITUD</u>
Vértice 1	6° 43'00"	40° 30'00"
Vértice 2	6° 34'00"	40° 30'00"
Vértice 3	6° 34'00"	40° 25'00"
Vértice 4	6° 43'00"	40° 25'00"

Superficie: 405 cuadrículas mineras (117,83 Km<sup>2</sup>).

6° 43' 00"  
40° 30' 00"



6° 43' 00"  
40° 25' 00"

2.4.3 FIG. 45

6° 34' 00"  
40° 30' 00"

6° 34' 00"  
40° 25' 00"

## **2.5.- APROVECHAMIENTO DEL MINERAL DE LOS YACIMIENTOS CARACTERIZADOS.**

Los resultados de exploración e investigación de los fosfatos sedimentarios se corresponden con los planteamientos iniciales del proyecto y la existencia de dos yacimientos principales de fosfatos así lo demuestra. Sin embargo no podían acabar aquí los trabajos iniciados en el año 84.

Una vez demostrada la presencia de reservas suficientes de mineral y la posibilidad de concentrar el mismo a leyes comerciales, era necesario saber si los datos obtenidos en los diversos ensayos de aprovechamiento de las fosforitas hechos en la E.N. ADARO y el BRGM podían ser considerados válidos a escala industrial.

En el año 1991, paralelamente a la continuación de los trabajos de investigación y como respuesta a la interrogante planteada, se decide acometer el estudio de viabilidad del mineral de Horcajo y de Fontanarejo mediante un proyecto relativo a ensayos a escala de planta piloto para la obtención de concentrados (Proyecto Planta Piloto), que fué financiado a través de la LEIM.

A la finalización del mismo se pudieron conocer con una base fiable, las posibilidades reales de aprovechamiento del mineral de los yacimientos caracterizados, y no solo por la vía clásica (ácido fosfórico), sino por otras vías alternativas (abonos complejos). Estas otras vías parecen ser actualmente las más interesantes.

El objetivo y los resultados principales del proyecto Planta Piloto se ofrecen a continuación en un breve resumen, pero para un conocimiento más profundo del tema será necesario remitirse a los correspondientes informes realizados (Fases 1, 2, 3 y estudio de viabilidad del yacimiento Fontanarejo B, Enero 1993).

### **2.5.1.- Proyecto a escala de Planta Piloto para la obtención de concentrados de fosfato de Ciudad Real, así como para el ataque ácido de los mismos.**

Los resultados alcanzados en los ensayos hasta entonces realizados demostraban la posibilidad técnica de obtener a partir del mineral tratado, un producto de calidad comercial aceptable, pero mediante un proceso de flotación complejo y caro. Por tanto, se decidió buscar otras líneas de investigación que permitiesen llegar a un aprovechamiento económico de los fosfatos sin pasar por la costosa flotación. Estas fueron las de obtención de preconcentrados. Estos preconcentrados, que se alcanzan mediante procesos relativamente baratos, se atacan posteriormente por vía ácida y se obtienen productos fosfatados finales que podrían ser competitivos en el mercado.

Por otra parte, si se querían producciones de mineral elevadas, y obtener concentrados que se pudieran comercializar más fácilmente, era preciso llevar a cabo estudios del mineral más ambiciosos que confirmasen los ensayos de laboratorio.

Fué precisamente para confirmar la obtención de concentrados a escala semi-industrial con calidad comercial suficiente (31 % de contenido en  $P_2O_5$ ) y comprobar su respuesta a un posterior ataque ácido (Planta de I+D de FESA en Huelva) por lo que se desarrolló el Proyecto Planta Piloto.

Los ensayos de este proyecto se hicieron sobre una muestra de más de 400 Tm. de Todo-Uno tomada en el yacimiento Fontanarejo B, (Esquema H1-1. Fotografías H1-1, H-2, H-3 y H-4 y Figura H1-1), que fueron triturados a pié de corta, (Fotografías H1-5), y posteriormente se trasladaron a la Planta de la Empresa Nacional ADARO en Madrid para seguir el proceso que se describe en el Cuadro H1-1 y en el Gráfico H1-1.

Los trabajos se desarrollaron en 4 fases diferentes que son las que constituyen el Proyecto Planta Piloto, las cuales se describen a continuación.

# SITUACION DEL YACIMIENTO DE FOSFATOS "FONTANAREJO B"



## RESERVAS PROVISIONALES HESPERICA 1 A 7

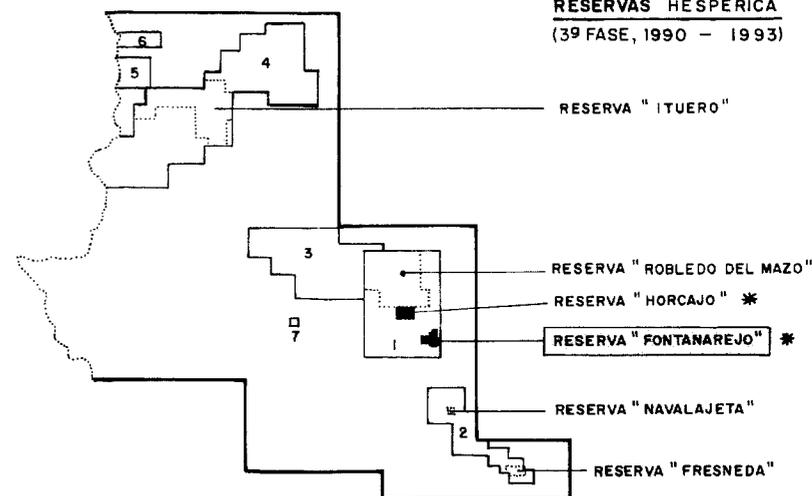
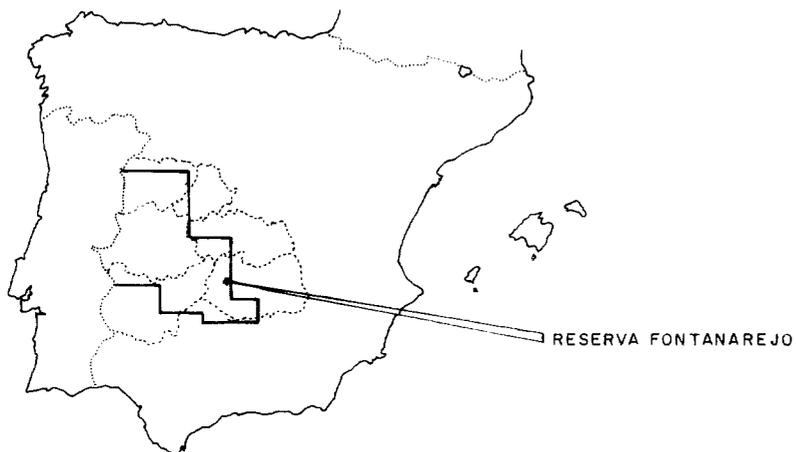
( 2ª Fase, 1.987 - 1.990 )

### RESERVAS HESPERICA

(3ª FASE, 1990 - 1993)

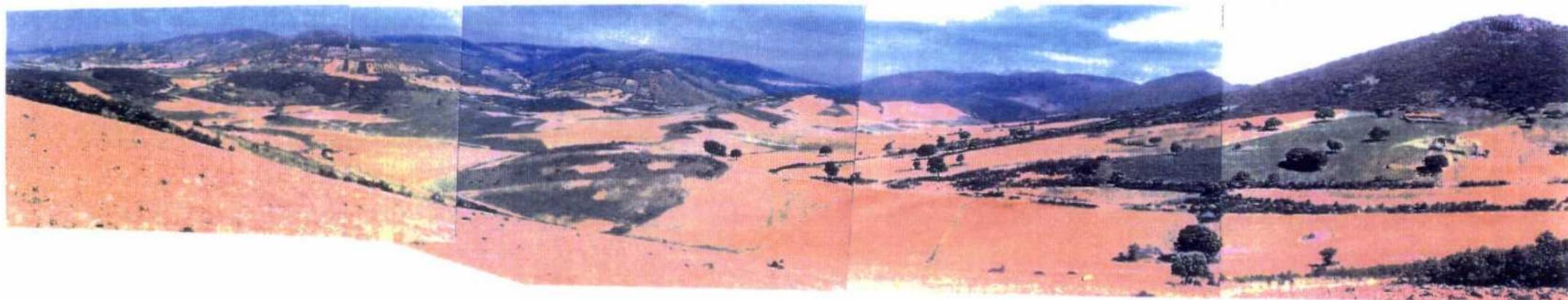
## RESERVA PROVISIONAL HESPERICA INICIAL

( 1ª Fase, 1.984 - 1.987 )



Esquema H 1 (Bloque Fontanarejo) - 1

Situación de las reservas Horcajo y Fontanarejo respecto a la inicial Hespérica



Fotografía H 1 (Bloque Fontanarejo) - 1

Vista desde el Sur de las acumulaciones de fosfatos

B (la más próxima), C y A (las más alejadas)

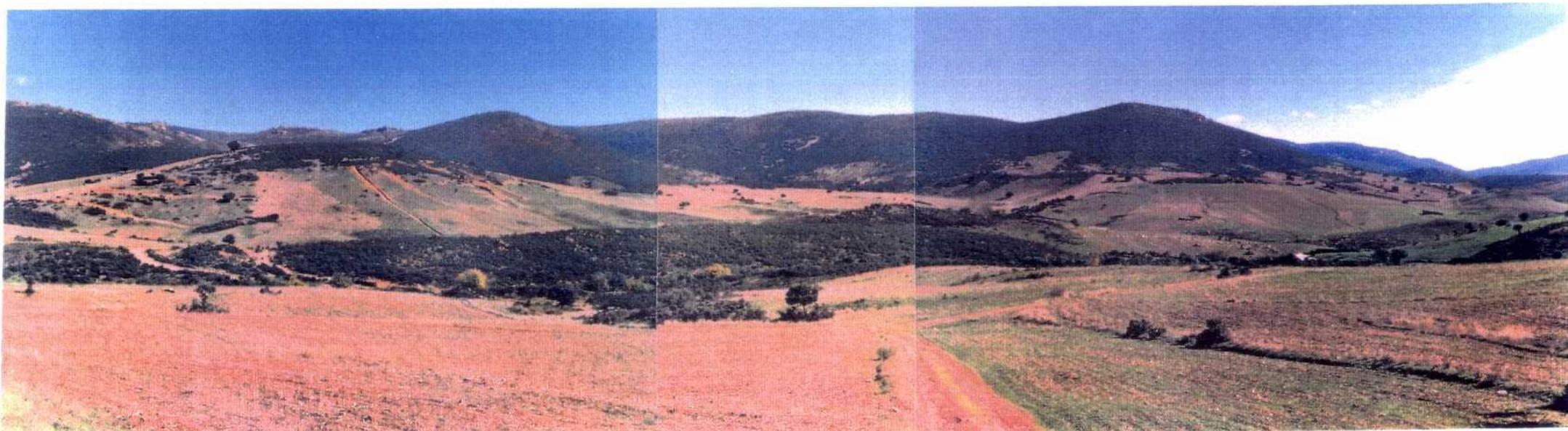
Al fondo y a la izquierda (ONO) se encuentra Fontanarejo



Fotografía H 1 (Bloque Fontanarejo) - 2

Vista desde el Sur de las acumulaciones de fosfatos B, C y A

En primer término el yacimiento B y al fondo el yacimiento A



Fotografía H 1 (Bloque Fontanarejo) - 3

Vista desde el Oeste de las acumulaciones de fosfatos

A (a la izquierda, N), C (en el centro, E) y

B (a la derecha, S)



Fotografía H 1 (Bloque Fontanarejo) - 4

Vista desde el Este del yacimiento B

Al fondo y a la derecha (ONO) se encuentra Fontanarejo

RESERVA HESPERICA 1  
Yacimiento Fontanarejo B

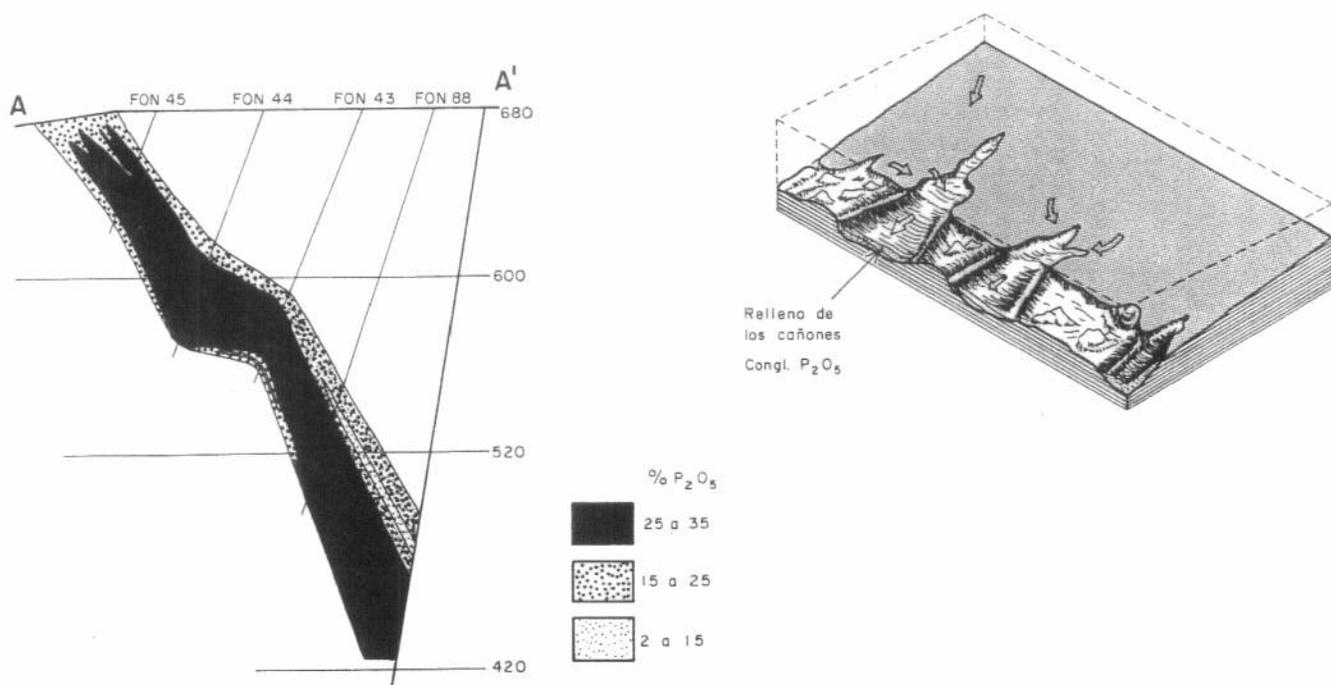
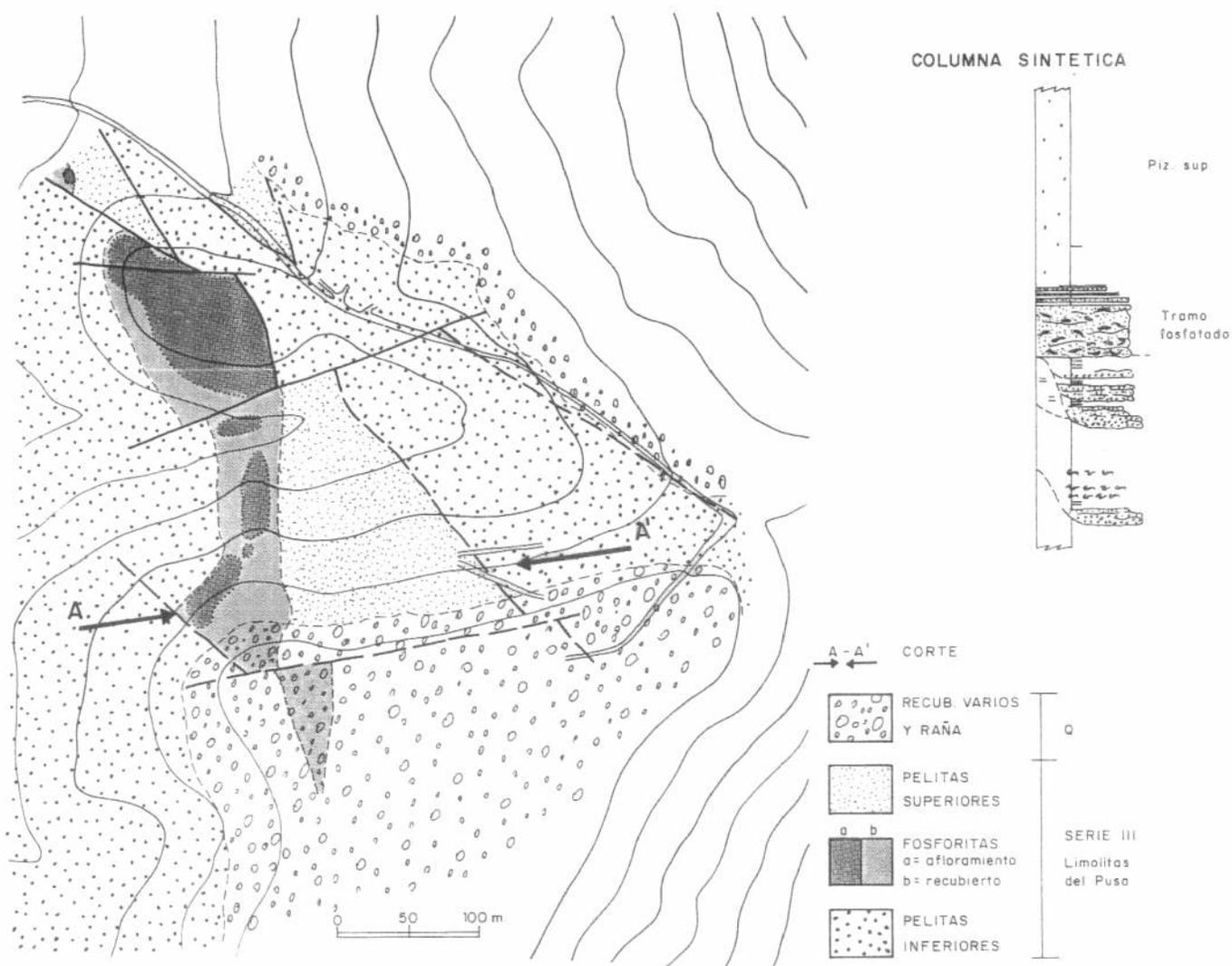
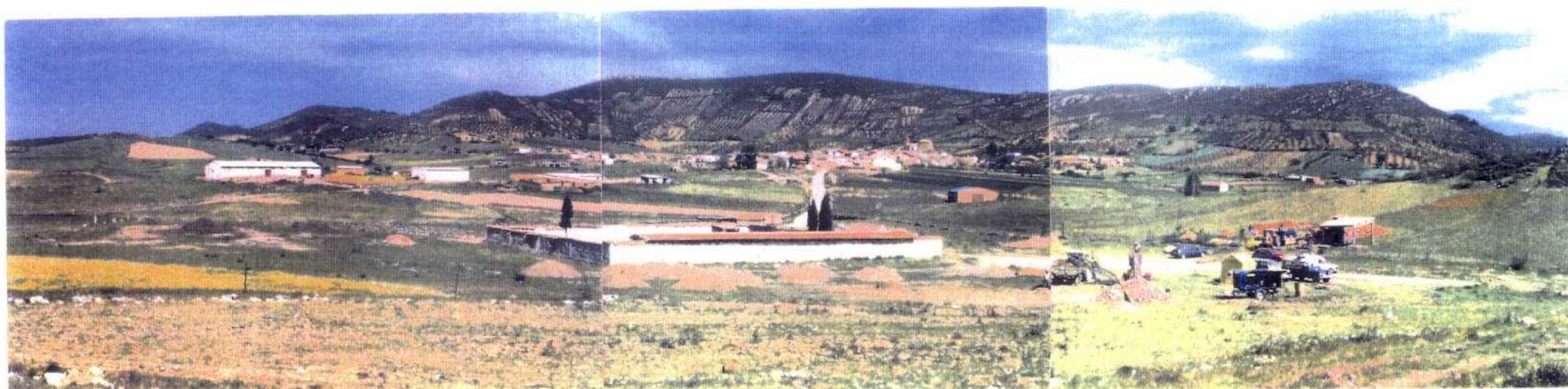


Figura H 1 (Fontanarejo B) - 1  
Esquema geológico, columna, corte y modelo de formación  
del yacimiento de fosfatos de Fontanarejo B



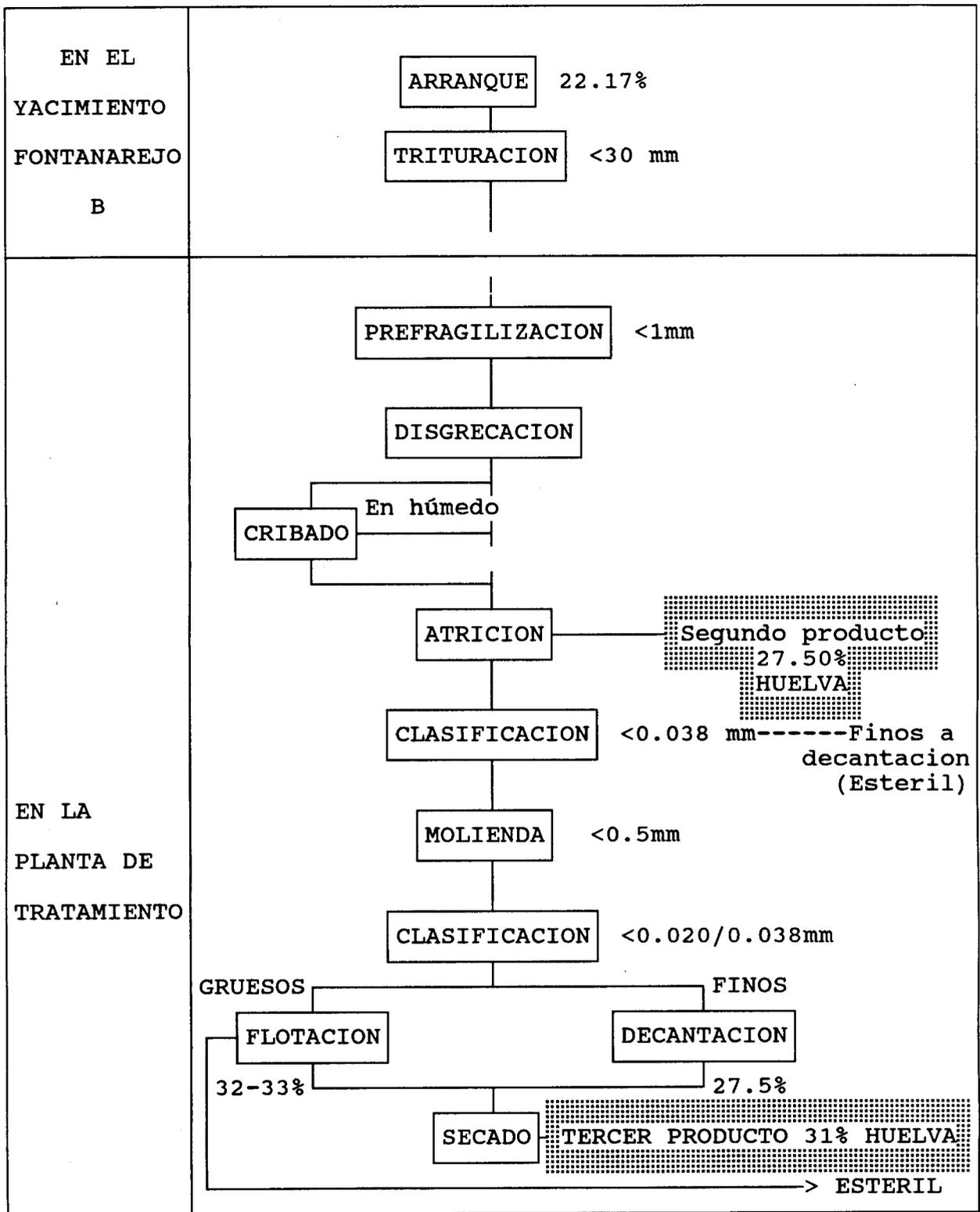
Fotografía H 1 (Bloque Fontanarejo) - 5

Carga de los montones de Todo-Uno de fosfato con

22%  $P_2O_5$  delante del cementerio de Fontanarejo

Vista desde el SE

Fontanarejo aparece al pie de la Sierra Palezoica del fondo



Cuadro H 1 (Bloque Fontanarejo)-1  
 Tratamiento del TODO-UNO desde su arranque hasta su  
 concentración a la ley económicamente más rentable

# ESQUEMA DE TRATAMIENTO MAS COMPLETO

31% Y 27%

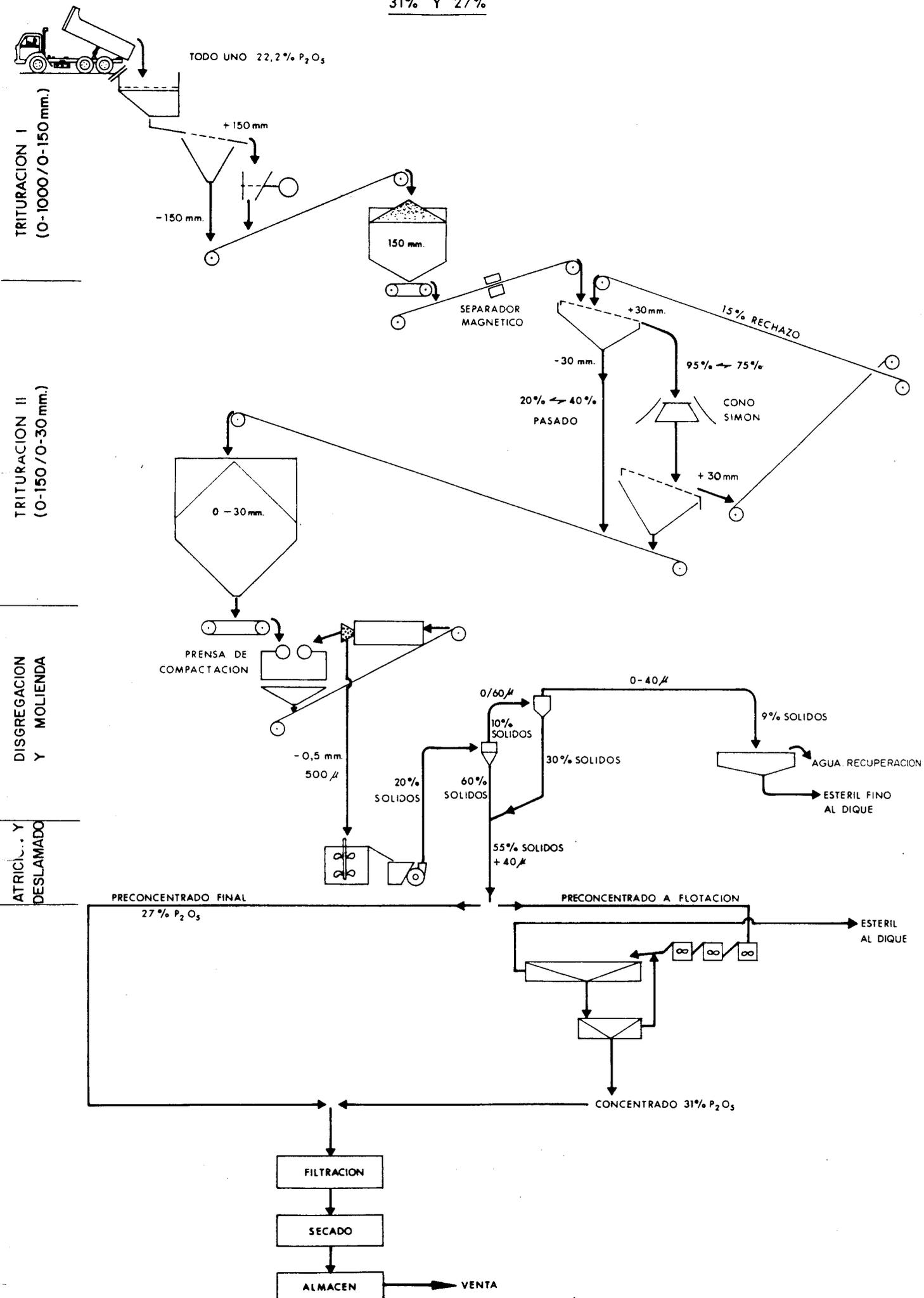
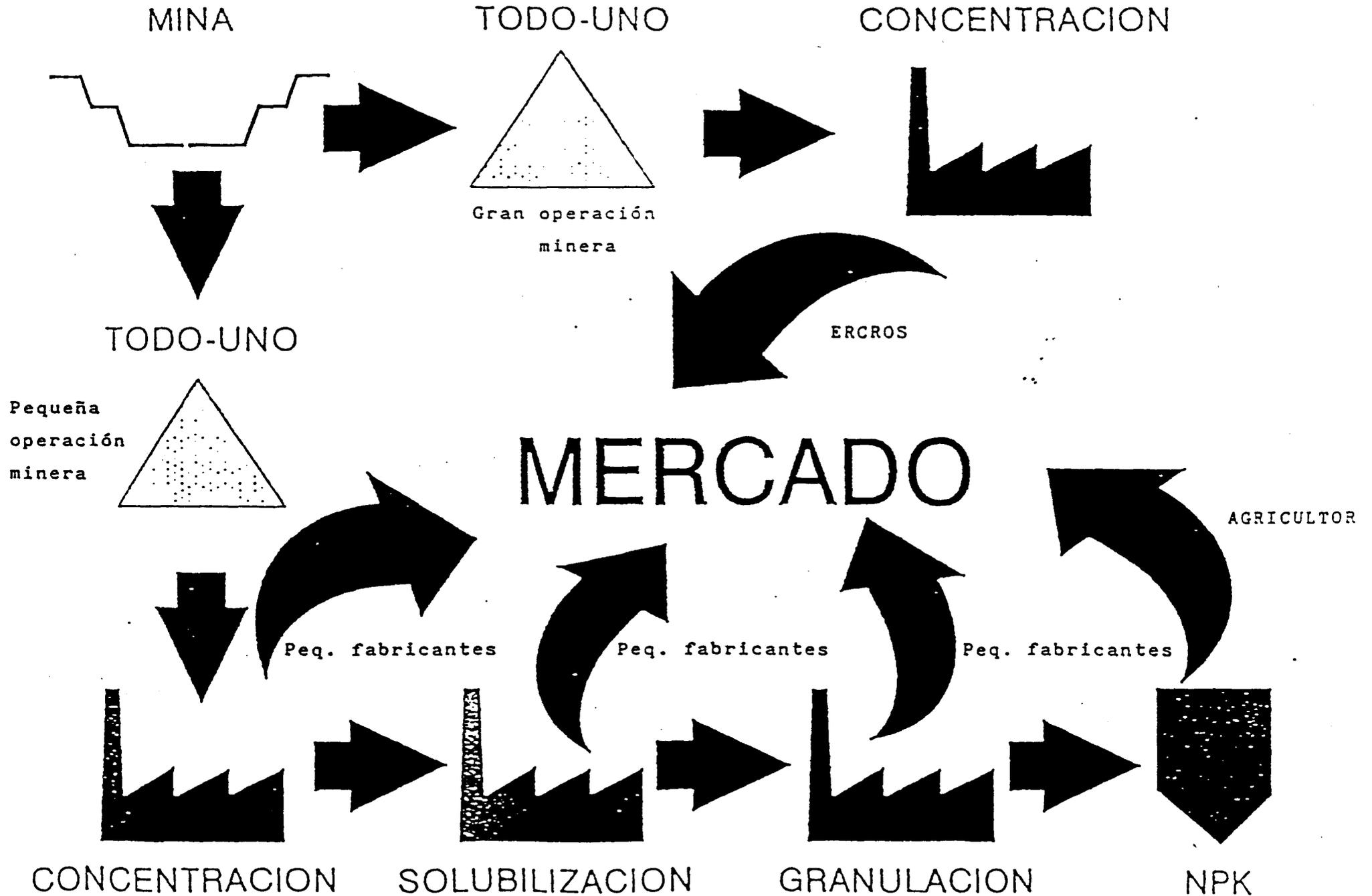


Gráfico H 1 (Fontanarejo B) - 1

Esquema del Tratamiento para obtener el concentrado del 31%  $P_2O_5$

POSIBLES VIAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS FOSFATOS  
SEDIMENTARIOS DE LOS MONTES DE TOLEDO



Figura

### **2.5.1.1.- Primera Fase "Planta Piloto".**

Consistió en el arranque de una muestra representativa de más de 400 Tm. de mineral en el yacimiento de Fontanarejo, y de su tratamiento para conseguir tres concentrados, del 25%, 27.5% y 31% de contenido en  $P_2O_5$ .

Estas 400 Tm. fueron las que se consideraron mínimas en función de la recuperación en peso y ley del mineral y poder hacer posteriormente los ataques de los preconcentrados primero y concentrados posteriormente en Huelva, obteniendo unos resultados que pudiesen ser tomados como extrapolables a escala industrial.

De la muestra triturada a un tamaño menor de 5 mm. se obtuvieron 50 Tm. de un preconcentrado con granulometría menor de 0.25 mm y una ley aproximada del 25% de contenido en  $P_2O_5$ . Por atrición y prefragilización de la muestra se alcanzó un segundo preconcentrado con ley del orden del 27.5%.

### **2.5.1.2. Segunda Fase "Planta Piloto".**

El objetivo principal de esta Fase, que lo era también casi del Proyecto marcado, fué la obtención de un concentrado de calidad comercial de ley superior al 30% de  $P_2O_5$ .

### **2.5.1.3. Tercera Fase "Planta Piloto".**

Fué el ataque por vía húmeda con ácido sulfúrico en la planta de I+D de FESA en Huelva, de los dos preconcentrados y del concentrado, para fabricación de ácido fosfórico.

Se hicieron ensayos con cada uno de tres productos, mezclándolos primero con otra roca fosfórica y posteriormente sin mezclar.

Las cantidades enviadas para su ataque a FESA fueron:

- \* 50 Tm. de preconcentrado del 25%  $P_2O_5$ .
- \* 80 Tm. de preconcentrado del 27.5%  $P_2O_5$ .
- \* 100 Tm. de concentrado del 31.12%  $P_2O_5$ .

Se obtuvo ácido fosfórico del 27% de concentración como  $P_2O_5$  y yeso como subproducto.

Aunque los rendimientos fueron lógicamente muy desiguales y favorables al de mejor ley, con todos ellos, inclusive sin mezclar, se obtuvieron resultados válidos.

#### 2.5.1.4. Cuarta Fase "Planta Piloto".

A partir de los datos conseguidos, se preparó el proyecto minero de la explotación de los yacimientos y se hizo el prediseño de la planta de tratamiento del mineral e infraestructuras necesarias.

También se realizaron los estudios del transporte del mineral e infraestructuras necesaria (el 50% del costo del producto en destino Huelva es de este capítulo) y el de Impacto Ambiental.

Con todos ellos se hizo el estudio económico del Proyecto, y el de la viabilidad de la explotación de los yacimientos de fosfatos sedimentarios de Horcajo y de Fontanarejo.

#### 2.5.2.- Resultados obtenidos.

Los datos obtenidos durante la ejecución del "Proyecto Planta Piloto" y que fueron utilizados para el "Análisis de Viabilidad del Proyecto fosfatos de Fontanarejo" son:

Dentro de los estudios realizados para el proyecto citado, se consiguieron semi-industrialmente diversos concentrados y preconcentrados cuyas características así como las del Todo-Uno son:

\* Todo-Uno

Ley:

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cd	F	MgO	P.F
22.36	30.17	31.35	5.41	4.27	- 3ppm	1.6	0.04	1.5

Mineral principal de fosfato: Fluorapatito.

Endoganga y exoganga silíceas.

Alto contenido en Fe y Al.

Ausencia de Cd.

\* Concentrado.

Ley:

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cd	F	MgO	P.F
31.12	16.63	42.37	1.6	2.4	- 3ppm	-	-	1.43

Rendimiento en peso: 60%

Recuperación en ley: 84%

La endoganga no permite concentraciones económicas por encima del 32% de contenido en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

En los últimos ensayos se comprobó que se podría alcanzar un concentrado del 33%, pero su recuperación tanto en peso como en ley eran desfavorables, lo que hizo que no fuera tenido en cuenta en el estudio de viabilidad.

El rendimiento en peso y la recuperación del mineral considerados, hacen suponer que el camino crítico seguido para el aprovechamiento del mineral fué el adecuado. Con este concentrado se fabricó en la planta piloto de FESA en Huelva, ácido fosfórico con un buen rendimiento (Proyecto Planta Piloto).

\* Preconcentrados.

Ley de los dos tipos principales: 25% y 27%.

Con los dos preconcentrados, primero atacados por separado y mezclados con otros de mayor ley y posteriormente solos, también obtuvo FESA ácido fosfórico.

Sin embargo, al ser el transporte el factor que más incidencia tiene en el precio final de los concentrados y preconcentrados puestos en Huelva, es mejor transportar menos concentrado de más alta ley ya que su mayor coste de obtención queda absorbido por el aún mayor coste del transporte.

\* Reservas en Fontanarejo B.

Reservas extraíbles, 5.800.000 con una ley media del 22,17% de contenido en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

\* Hipótesis consideradas en el estudio de viabilidad.

a) Operación minera de 1.000.000 Tm.  
Concentrado 31% 600.000 Tm.  
Duración del yacimiento 6 años.

b) Operación minera de 500.000 Tm.  
Concentrado 31% 300.000 Tm.  
Duración del yacimiento 12 años.

c) Operación minera de	250.000 Tm.
Concentrado 31%	150.000 Tm.
Duración del yacimiento	24 años.

## **2.6.- SITUACION AL FINAL DEL PROYECTO.**

La Agrupación MAYASA-ITGE-ENCASUR, ha venido estudiando desde el año 1984 diversas acumulaciones de fosfatos sedimentarios en la zona Centroibérica, consiguiendo tras diversos estudios caracterizar cinco depósitos de esta materia prima con posible interés económico.

La investigación más detallada fué centrada en los depósitos con mayores reservas, considerándose suficientes las existentes en Fontanarejo y Horcajo de los Montes.

En ellos se realizaron los primeros trabajos para el conocimiento del tratamiento de su mineral a nivel de laboratorio y se hizo una primera aproximación a la cubicación con el fin de tener una idea de las reservas mínimas existentes que justificasen el abordar fases más avanzadas y costosas del estudio.

Al obtenerse concentrados con leyes equivalentes a los que se comercializaban, se pasó a un estudio de concentración semi-industrial más avanzado y profundo del mineral, Proyecto Planta Piloto.

Más adelante se demostró la viabilidad técnica del proyecto, que se buscó por la vía clásica para el aprovechamiento de un yacimiento de fosfatos: producción de ácido fosfórico y sus derivados MAP y DAP.

La participación de FESA en el Proyecto Planta Piloto se fundamenta en su condición de mayor consumidor de roca fosfórica en España, y de su dependencia del exterior, ya que disponen de la única planta capaz de producir  $PO_4H_3$  en España. Consta de cuatro líneas, cada una de las cuales viene a consumir diariamente unas 1.000 Tm. de roca fosfórica.

El interés de FESA pasa por la alimentación de al menos UNA de sus líneas de fosfórico con nuestros concentrados.

Esto haría un mínimo anual de 300.000 Tm. de concentrado vendido, cantidad que podría ser proporcionada por cualquiera de los dos yacimientos considerados. Existe el riesgo de que una operación minera tan grande pudiera estar totalmente controlada por FESA.

### **OTRAS ALTERNATIVA**

Ello obligó a plantearse la necesidad de buscar otras salidas al proyecto que no le hicieran tan vulnerable.

## OTRAS ALTERNATIVA

Ello obligó a plantearse la necesidad de buscar otras salidas al proyecto que no le hicieran tan vulnerable.

El estudio del mercado y el conocimiento que de él se había obtenido al adentrarse en el mundo de los fertilizantes, hizo comprender que existían otras alternativas al proyecto distintas a la considerada.

Sin realizar un análisis a fondo de las nuevas posibilidades que iban surgiendo, ya que no era ese el objetivo del proyecto, se iniciaron pequeños estudios sobre las mismas.

Una de estas alternativas pasa por la fabricación de productos solubilizados, a partir de los cuales se podrían producir abonos granulados de tipo NPK.

Se hicieron ensayos en este sentido con Technifert S.A., cuyo resultado fué la preparación de unas bases fosfatadas parcialmente solubles con las que se llevaron a cabo ensayos de abonado, en invernadero y campo, con resultados positivos.

Otra de estas alternativas estudiadas, esta vez con FERTESA, trató de la preparación de bases fosfatadas totalmente solubles que no llegaron a realizarse.

En esta línea de búsqueda de nuevas vías de aprovechamiento de la roca fosfórica se trabajó durante los últimos meses del proyecto, al final de los cuales se comprendió que había un riesgo elevado por desconocimiento del problema comercial.

## 2.7.- CONCLUSIONES.

El resultado del Proyecto Hespérica en lo que se refiere a los minerales fosfatados cumple con el objetivo principal del mismo, definir depósitos susceptibles de ser explotados, y se concreta en la caracterización de dos yacimientos de fosfatos sedimentarios en la zona de los Montes de Toledo, ambos dentro de la provincia de Ciudad Real y distantes entre sí 20 Km.: Fontanarejo (con dos cuerpos mineralizados) y Horcajo de los Montes.

Se determinaron además otras tres acumulaciones secundarias (baja ley y escasas reservas), lo que hizo que las zonas en las que estas se encuentran no se hayan incluido dentro del dominio minero propuesto como más interesante.

Como trabajo final de la investigación llevada a cabo, se hizo un Análisis de Viabilidad del Proyecto Fosfatos de Fontanarejo.

La decisión de hacer un único estudio de viabilidad se basa en que los resultados de los ensayos mineralúrgicos realizados, permiten afirmar que el proceso de enriquecimiento del mineral será prácticamente igual para ambos yacimientos.

Centrar el estudio en Fontanarejo se justifica por sus mayores reservas y ley de su mineral, su facilidad para ser explotado a cielo abierto en plan "cantera".

Para el aprovechamiento de los fosfatos de los Montes de Toledo, existen como mínimo dos vías de trabajo cuyas posibilidades, ventajas e inconvenientes son las siguientes:

La primera que llevaría a la fabricación de ácido fosfórico en Huelva, se considera en los momentos actuales como improbable dada la situación de FESA tanto como socio o como cliente principal/único si se opta por ella.

Es la que mayores riesgos conlleva, principalmente a causa de las altas inversiones necesarias y depender de un solo cliente. Es sin embargo, un proyecto fundamentalmente minero, actividad bien conocida por todos los socios de la Agrupación.

La segunda, hoy por hoy parece que podría ser la más rentable. Se trata de la obtención de pequeñas cantidades de concentrado o preconcentrados de fosfato para su venta a pequeños fabricantes de fertilizantes o de fabricar productos solubilizados, granulados ó abonos complejos de tipo NPK, estos últimos ya para su venta directa al agricultor, tal y como se refleja en la Fig. H-1 (Bloque Fontanarejo B)-2.

Como ventajas está el que se requieren menores inversiones y tendría un mayor número de clientes. En contrapartida está el que un proyecto pasaría de ser minero a ser de abonos, actividad que no es conocida por ninguno de los socios, factor que hace que aumenten los riesgos.

Presentado el Estudio de Viabilidad del Proyecto en Enero de 1993, se acordó esperar hasta conocer la evolución del mercado de los abonos, por lo que se pidió prórroga a la dirección General de Minas y de la Construcción para poder mantener el Dominio minero hasta conocer la evolución de los precios de los fertilizantes.

Las últimas previsiones de los especialistas en el sector señalan un aumento de los mismos durante este año, circunstancia que por el momento se está cumpliendo.

Debe de realizarse un seguimiento minucioso de la evolución de los costes de todos los parámetros considerados fundamentales en el estudio de viabilidad del Proyecto, principalmente la del de precios de materias primas usadas. En función de esa evolución, se podría volver a considerar la reanudación de los trabajos.

El producto que se consiga a partir de los fosfatos estudiados, tendrá su mejor utilización en la industria de los fertilizantes.

La operación minera que se haga estará siempre en función de la compra del producto obtenido.

Una extracción anual de 500.000 á 1.000.000 Tm. de Todo-Uno, solo podría ser considerada para su venta a FESA. Sin embargo, el precio del transporte, que supone un 50% del precio del concentrado, hace actualmente inviable el proyecto si no se

recuperan los precios a los niveles que tenían al inicio del proyecto.

Cantidades muy inferiores, entre las 250.000 Tm. y las 87.000 Tm. destinadas a la elaboración de abonos, le dan al proyecto nuevas posibilidades, pero dejaría de ser un proyecto minero. Hoy en día y a los precios actuales, los riesgos que presentan estas otras alternativas tanto comerciales como técnicas son difíciles de asumir.

Conforme a lo dicho en el "Análisis de viabilidad del proyecto fosfatos de Fontanarejo", la viabilidad futura del proyecto parece garantizada. De ahí, la decisión de mantener la titularidad de los derechos mineros para los dos yacimientos considerados.