



INVESTIGACION PARA  
METALES PRECIOSOS EN LAS RESERVAS  
ESTATALES "CERRO MURIANO - A-2" Y  
"HUEZNAR"  
MEMORIA

EXPEDIENTE Nº

--	--	--	--

ORGANICA Nº                      PROGRAMA Nº                      CONCEPTO Nº

--	--	--





MINAS DE ALMADEN Y ARRAYANES, S. A.

---

P.º de la Castellana, 18  
Teléf. (91) 435 61 00  
Télex 22292 Minal  
Fax (91) 435 59 30  
28046 MADRID

INVESTIGACION PARA  
METALES PRECIOSOS EN LAS RESERVAS  
ESTATALES "CERRO MURIANO - A-2" Y  
"HUEZGAR"  
MEMORIA

## I N D I C E

	<u>Pag.</u>
1.- INTRODUCCION .....	1
1.a.- Situación y accesos .....	4
2.- ANTECEDENTES .....	5
3.- GEOLOGIA .....	12
3.1.a.- Sucesión neísica del núcleo metamórfico de Lora del Rio (14).	13
3.1.b.- Esquistos (17) con pasadas de volcanitas ácidas neisificadas (16).	15
3.1.c.- Pizarras (23) y grauvacas epiclásticas (22) con intercalaciones de volcanitas ácidas (20,21) y básicas (19) y esporádicas pasadas de lentejones carbonatados (18).....	16
3.1.c.1.- Pizarras (23) .....	17
3.1.c.2.- Epiclásticas ( 22) .....	17
3.1.c.3.- Riolitas ( 21) .....	18
3.1.c.4.- Tobas riolíticas cristalinas (20) .....	19
3.1.c.5.- Volcanitas básicas (19) .....	19
3.1.c.6.- Pasadas de carbonatos (18) .....	20
3.1.d.- Calizas con intercalaciones de pizarras (25) y rocas básicas (24). .....	21
3.1.e.- Esquistos con pasadas arenosas ( grauvacas ) e intercalaciones de volcanitas (26) .....	23
3.1.f.- Arcosas y pizarras. Formación Torreárboles (27).....	24
3.1.g.- Calizas bioclásticas (29) y arcillas (28) del Mioceno .....	25
3.1.h.- Cuaternario. Aluvial (31) y Travertinos (30) .....	26
3.2.- Rocas ígneas .....	26
3.2.a.- Rocas intrusivas ácidas .....	27
3.2.a.1.- Granito aplítico - alcalino de Algarín (13) .....	27
3.2.a.2.- Granito alcalino gráfico del Ventorrillo (12) .....	28
3.2.a.3.- Granito cataclático de Peñalevanto (9) .....	29
3.2.a.4.- Granito de Maja Vieja (6,7,8) .....	30
3.2.a.4.a.- Fácies biotítica ( 6 ) .....	30

	<u>Pag.</u>
3.2:a.4.b.- Fácies fliedespática (7) .....	31
3.2.a.4.c.- Fácies migmatítica (8) .....	31
3.2.b.- Rocas intrusivas básicas (5) .....	32
3.2.b.1.- Gabros uralíticos .....	32
3.2.c.- Rocas filonianas .....	33
3.2.c.1.- Diques riolíticos (4) .....	33
3.2.c.2.- Diques aplíticos (3) .....	34
3.2.c.3.- Diques de diabasas (2) .....	34
3.2.c.4.- Diques de cuarzo .....	35
3.3.- Tectónica .....	36
4.- GEOQUIMICA .....	39
4.1.- Campaña de Bateas .....	39
4.2.- Geoquímica de rocas .....	42
4.3.- Geoquímica de suelos .....	46
4.3.1.- Oro .....	47
4.3.2.- Plomo .....	50
4.3.3.- Zinc .....	53
4.3.4.- Cobre .....	55
4.3.5.- Arsénico .....	58
4.3.6.- Antimonio .....	60
4.3.7.- Mercurio .....	62
4.3.8.- Bario .....	64
4.3.9.- Análisis Factorial .....	66
5.- TELEDETECCION .....	70
5.1.- Conclusiones .....	74
6.- MINERIA .....	77
6.1.- Tipología de los indicios mineros .....	77
6.2.- Mineralizaciones del área de interés .....	80
7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	85

I N T R O D U C C I O N

## 1.- INTRODUCCION.-

La presente memoria corresponde al Informe final referente al Proyecto "Investigación de metales preciosos en las reservas estatales de Cerro Muriano A.2 y Hueznar", realizado por el Departamento de Geología de Minas de Almaden y Arrayanes S. A. (MAYASA) durante Junio de 1988 a Junio de 1989, para el Instituto Tecnológico Geominero de España (I.T.G.E.), de acuerdo con la resolución del concurso público referido en el B.O.E. nº 68 de fecha 28 de Junio de 1988.

Los técnicos que han intervenido en la realización de éste Proyecto son:

-Pablo Higuera Higuera, Geólogo, ha realizado reconocimiento de indicios mineros, cartografía geológica-minera a escala 1:10.000 y 1:5.000, interpretación de las imagenes Landsat, estudios petrográficos y mineralográficos, tratamiento estadístico de las muestras de geoquímica de suelos, interpretación de anomalías de geoquímica e informe final.

-José Borrero Domínguez, Geólogo, ha realizado reconocimiento de indicios mineros, cartografía geológica-minera a escala 1:10.000 y 1:5.000, interpretación de las imagenes Landsat, tratamiento estadístico de las muestras de geoquímica, interpretación de anomalías

de geoquímica e informe final.

-Jesús José Artieda Gonzalez-Granda, Dr. Ingeniero de Minas, ha colaborado en la interpretación de las imágenes Landsat y en la parte del informe referente a teledetección.

-Henry Zey, Geólogo, ha realizado el control y supervisión de las campañas de toma de muestras de bateas y geoquímica de suelos.

-Alfonso Hidalga Nuñez, Ingeniero Técnico de Minas; su trabajo ha consistido en el replanteo de los perfiles de la campaña de geoquímica de suelos, y digitalización y preparación de datos informáticos de esta campaña.

El área de estudio ocupa una superficie de 7.800 hectáreas, situada dentro de las reservas Cerro Muriano A.2 y Hueznar, como se puede ver en el esquema de la figura 1.

En proyectos anteriores realizados por el I.T.G.E. se pusieron de manifiesto anomalías mineralométricas y geoquímicas sobre muestras de sedimentos de la red de drenaje, con contenidos altos en los elementos Au, Hg, Ba, Cu y Pb fundamentalmente. El objetivo de éste proyecto ha sido conocer el potencial aurífero de las áreas de influencia de estas anomalías y su posible relación con las rocas volcánicas que allí afloran, zonas de fractura, intrusiones de rocas ácidas y básicas, y alteraciones hidrotermales. Así mismo, se ha pretendido comprobar la

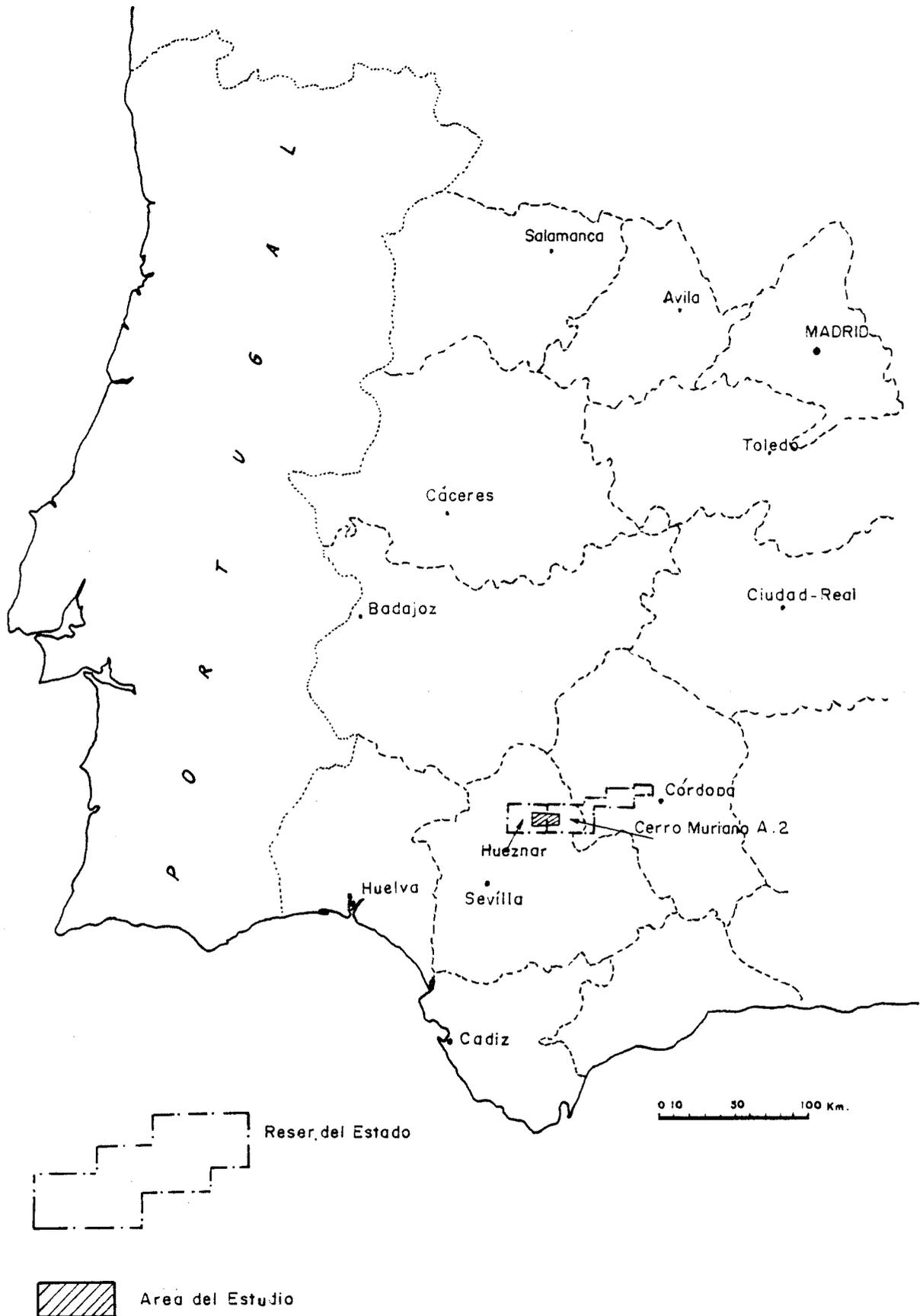


Figura 1.- Esquema de situación geográfica del Area de estudio en relación a las reservas del Estado.

eficacia de la geoquímica de suelos en la investigación de metales preciosos, en la zona en cuestión.

Los trabajos que se han realizado han consistido en: un reconocimiento de todos los indicios mineros localizados dentro y fuera del área de estudio, completando 20 fichas, modelo I.T.G.E., donde se indica su situación, datos geológico-mineros, y esquemas y cortes geológicos. Cartografía geológica-minera, a escala 1:10.000 y 1:5.000, con apoyo de 50 estudios petrográficos y 8 metalográficos; campaña de geoquímica de suelos en la que se han tomado 1.268 muestras, desmuestre de afloramientos mineralizados para análisis de roca con un total de 50 muestras, un estudio metalogénico de las mineralizaciones reconocidas, y el análisis de una imagen LANDSAT de la zona de interés para el Proyecto.

La mayor parte del área de estudio está ocupada por una serie volcánico - sedimentaria con un volcanismo bimodal de composición ácido-básico, en fácies piroclásticas y lavas, que lateralmente pasan a fácies pizarrosas y grauváquicas; culminando dicha serie aflora un tramo carbonatado con pasadas de rocas básicas. Las mineralizaciones reconocidas están situadas a muro del tramo carbonatado o asociadas al mismo, siendo su mineralogía, principalmente, de pirita gossanizada. Se han diferenciado rocas intrusivas con fácies graníticas y gabroídicas, con las que no parecen estar relacionados los contenidos anómalos en Au.

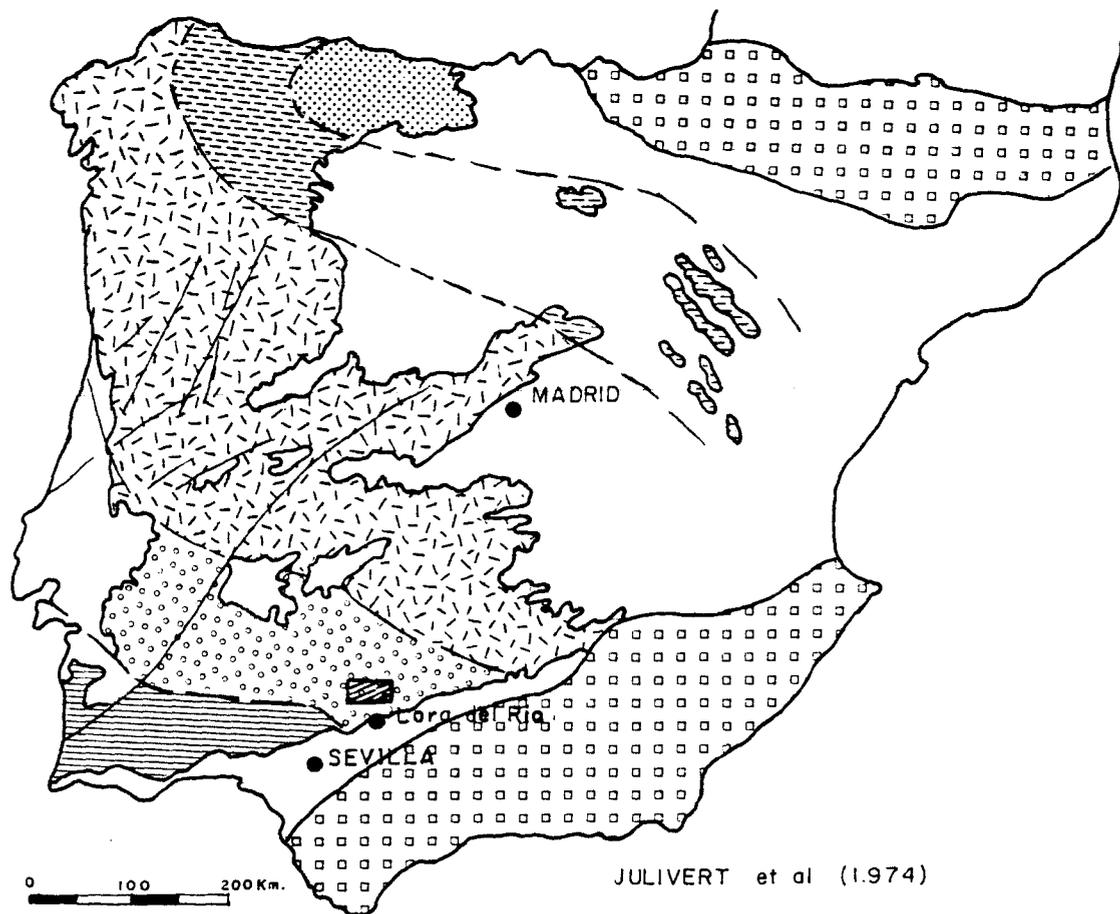
### 1.a.-Situación y accesos.

El área de estudio se localiza en la Provincia de Sevilla, ocupando parte de las Hojas del MTN a escala 1:50.000 de Ventas Quemadas (941) y Palma del Río (942), en los términos municipales de Constantina, La Puebla del los Infantes y Lora del Río.

Desde el punto de vista geológico, se sitúa en la Zona de Ossa-Morena de la división de JULIVERT et al. (1.974) del Macizo Hespérico, más concretamente en el Anticlinorio Olivenza-Monesterio (ALIA, 1963); según estudios más recientes se situaría al Sur del Dominio Zafra-Alanís-Córdoba, de la división en dominios de DELGADO QUESADA et al. (1.977), como se puede observar en los esquemas de la figura 2.

La red hidrográfica, la constituye el arroyo Barbacal y sus afluentes, y está en la actualidad muy encajada, debido a su proximidad con el Río Guadalquivir, del que éste es afluente.

Para acceder a la zona de estudio existe la carretera comarcal 432, que va de Lora del Río a Constantina, cruzándola de Sur a Norte, además de numerosos caminos vecinales. La carretera de La Puebla de los Infantes a Constantina cruza el área de estudio por su esquina NE y la de Constantina a Villanueva del Río y Minas, por la esquina NW.



- |  |                          |  |                             |  |                      |  |                      |
|--|--------------------------|--|-----------------------------|--|----------------------|--|----------------------|
|  | Area de Estudio.         |  | Plataf. Mesoz. y Terciaria. |  | Cordilleras Alpinas. |  | Zona Cantábrica.     |
|  | Zona Astur-Occi-Leonesa. |  | Zona Centro Ibérica.        |  | Zona de Ossa-Morena. |  | Zona Sur Portuguesa. |

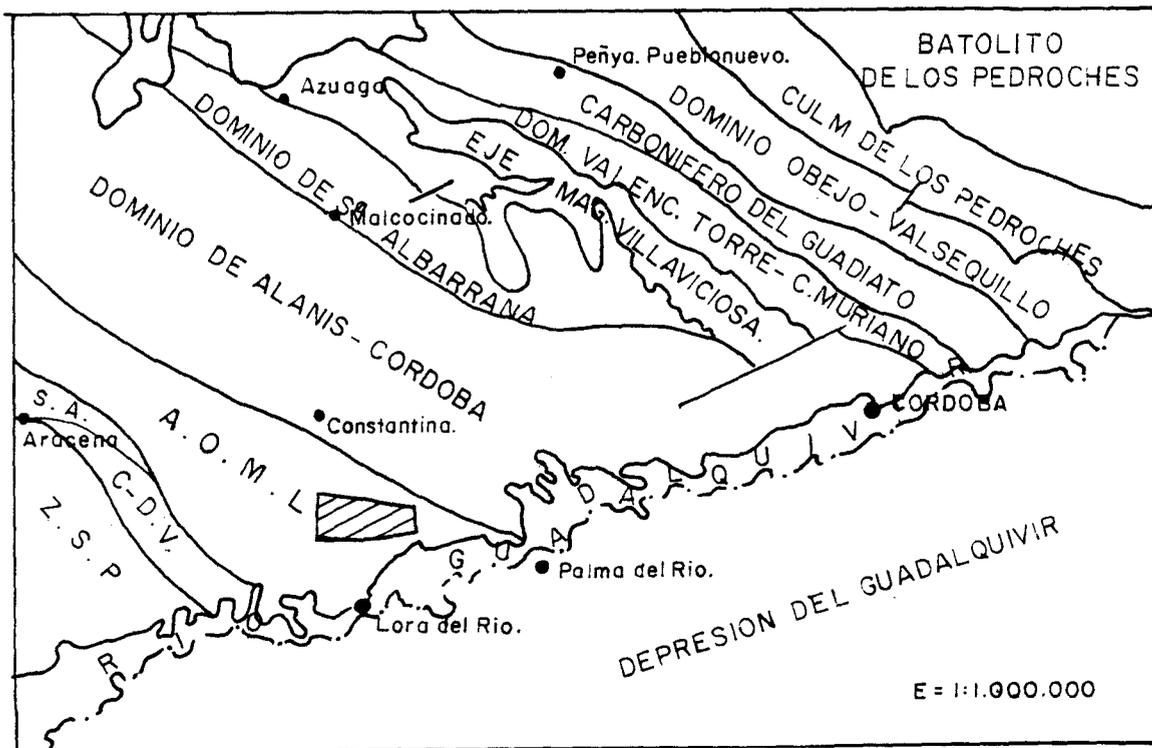


Fig 2.- Esquema de situación geográfica y geológica del Area de Estudio ; Z. S. P. Zona Surportuguesa; S. A. Sierra de Aracena; A. O. M. L. Anticli. Olivenza- Monesterio- Lora del Rio. C. D. V. Carbonífero-Devón. del Viar.

2.- ANTECEDENTES

## 2.-ANTECEDENTES.-

El área ocupada por el Proyecto ha sido objeto de numerosos estudios geológicos-mineros en trabajos anteriores. A continuación haremos, por orden cronológico, una breve síntesis de las conclusiones y datos de mayor interés puestos de manifiesto por el I.T.G.E o Empresas consultoras que han realizado dichos estudios:

-En el año 1.973, se editan las Hojas de Ventas Quemadas (941) y Palma del Río (942) del proyecto MAGNA, realizadas por la División de Geología del ITGE y la Empresa Nacional Adaro S.A. (E.N.A.D.I.M.S.A.), respectivamente. En la realización de la Hoja de Ventas Quemadas, se descubrió la presencia de oro nativo en forma de laminillas y pequeñas pepitas sobre una serie de muestras tomadas en el granito de El Pedroso, en relación con diques aplíticos que encajan en su aureola de metamorfismo de contacto; en este caso son corneanas piroxénicas, y se localizan en su borde noroccidental. Una de estas muestras fué analizada en el Laboratorio del IGME, obteniéndose un resultado de 76 gr. de oro por tonelada. En este muestreo previo, se puso de manifiesto que la zona de interés para oro se centraba en una banda de 5 km de largo por 2 ó 3 km de ancho, localizada en la aureola de metamorfismo de contacto del borde occidental del granito.

En la Hoja de Palma del Río, se puede destacar la referencia de que existen pequeños indicios de oro nativo, así como la existencia de mineralizaciones de sulfuros de cobre, níquel y oro, relacionadas con

el magmatismo básico.

-Durante 1975, el ITGE realiza el Proyecto denominado "Fase Previa de Estimación de Posibilidades Mineras en la Zona de Ventas Quemadas" (Sevilla). En él se realiza un reconocimiento geológico en la zona del granito de El Pedroso, obteniéndose como principal conclusión que la zona con mayor interés para oro es el borde del granito, donde pueden existir filones que contengan este metal. También se consideran de interés los diques aplíticos y, como conclusión geológica, se estima que no es evidente que exista un nivel litológico que se pueda considerar como indicador de presencia de oro de manera constante, por lo que consideran muy importante el control tectónico.

Se realiza una campaña de bateas en la red de drenaje del río Parroso, obteniéndose los mejores resultados en el curso alto del río, en el paraje denominado Fuente Herrero, y cabecera del arroyo de Manchallana, muy cerca de la banda de las corneanas.

Se analizan la mayoría de los concentrados de batea, dando como resultados positivos muestras que no habían dado en la prospección mineralométrica, lo que indicaba que había gran parte de oro en grano inferior a 50 micras. Se destacaron como áreas anómalas las mismas que en la prospección mineralométrica.

También se tomaron muestras de litogeoquímica en el granito de

borde y en la aureola de metamorfismo de contacto, centrando las muestras en los filones de cuarzo, aplitas y granito s.str.; los resultados de mayor interés se obtienen en las corneanas piroxénicas.

Como principal conclusión se establece que los resultados obtenidos no son todo lo esperanzadores que se esperaban; recomiendan un estudio más detallado, con muestreo más intenso y con medios mecánicos suficientes para obtener muestras más profundas.

-En 1977, se realiza el Proyecto "Investigación de la Zona de Adamuz - La Puebla de los Infantes (Badajoz, Córdoba, Sevilla)", ITGE. Se confeccionó una cartografía geológico - minera a escala 1:25.000 de un área de 52.000 Ha, al Este del presente Proyecto, así como un reconocimiento de 37 indicios mineros. Se describe la estratigrafía y petrografía detallada de los materiales precámbricos y cámbricos, que ocupan la zona del proyecto, así como los materiales terciarios de la Depresión del Guadalquivir. Se identifican y clasifican las rocas ígneas, tanto graníticas como básicas, y se da una pequeña introducción a la tectónica y metamorfismo de la zona, por lo que se refiere a geología. Aunque estudian todas las minillas e indicios de la zona cartografiada, no hacen mención alguna al oro.

-Durante 1981/82, se realiza el Proyecto "Investigación minera en la Reserva Estatal Cerro Muriano (Fase II)". Entre otras zonas, se investigan la Mina de San Enrique y el área de Mezquetillas. En la

primera se realizan sondeos mecánicos para reconocer una mineralización filoniana de Cu-Pb, encajante en materiales precámbricos muy similares a los que ocupan la zona del Proyecto.

En la zona de Mezquetillas, se realiza una cartografía de detalle, geoquímica de suelos y geofísica (P.I.), con objeto de investigar mineralizaciones de sulfuros polimetalicos Cu-Pb-Zn (Ag-Au) encajantes en el Precámbrico volcánico - sedimentario, similar al que ocupa la zona que ahora se ha investigado.

-Durante 1984, se realiza el Proyecto "Posibilidades Auríferas en la zona Peñaflores - Lora del Río". Sus objetivos eran estudiar las posibilidades auríferas de las formaciones eluvionares y depósitos aluviales terciarios y cuaternarios de la Depresión del Guadalquivir, en la zona de Peñaflores - Lora del Río. Un segundo objetivo consistía en localización de anomalías de oro en las formaciones Cámbricas.

Para ello se hizo un reconocimiento y desmuestre de indicios mineros, localización y estudio geomorfológico y litológico de las formaciones aluviales y eluviales por fotografía aérea a escala 1:18.000, desmuestre de 25 muestras con 100 litros en depósitos aluvionares y eluvionares, y recogida de 200 muestras de concentrados de batea, con una densidad de desmuestre superior a una muestra por km<sup>2</sup>.

Este proyecto estaba fundamentado en los numerosos indicios de

pocitos y socavones existentes en los materiales terciarios y cuaternarios, y en una referencia de Calderón (1880), que había encontrado laminillas doradas de pequeño tamaño, en unas arcillas limoníticas, producto de la alteración supergénica de rocas carbonatadas afectadas por procesos de Skarn al intruir en ellas unas diabasas.

Se detecta un fondo regional de Oro más alto sobre las rocas básicas que en el resto de las formaciones del área, y se destaca el posible interés aurífero de las zonas de skarn.

También se detectan anomalías de Oro en el Precámbrico de la Almenara con probable relación con las mineralizaciones de hierro y cobre asociadas a niveles volcano-sedimentarios.

Igualmente se manifiestan anomalías de Oro sobre el complejo polimetamórfico de Lora del Río y en la serie volcano-sedimentaria superior, siendo estas últimas más intensas y quedando abiertas además hacia el W.

-Durante 1986 - 87, se realiza el Proyecto "Exploración de oro y otras sustancias en el Sector Centro - Occidental de Ossa - Morena (Áreas de Peñaflor - Usagre)". Sus resultados han permitido delimitar las áreas de interés aurífero que se han investigado en el presente Proyecto.

En la realización de este proyecto se marcaron los siguientes objetivos: demarcar las áreas de mayor contenido aurífero dentro de los depósitos aluvionares terciarios y cuaternarios de la zona de Peñafior, estudiar las zonas de alteración metasomática dentro de las formaciones carbonatadas Cámbricas, en relación con intrusiones ígneas y fracturas, y conocer las posibilidades auríferas de las series del Precámbrico de la Almenara (Peñafror) y Lora del Río.

Como conclusión del mismo se tuvieron los siguientes resultados: Se descarta el interés metalogénico para oro en las "tierras rojas" y por tanto en las relaciones rocas básicas - calizas. Se consideran de interés secundario los niveles volcanogénicos del Precámbrico de la Almenara y de interés principal, por los contenidos más altos en Oro y otros elementos indicadores, las áreas anómalas localizadas en la cuenca del arroyo Barbacal, en la zona comprendida entre las fallas de Minjandre al N y la Franca al S.

Como complemento de la investigación emprendida en esta zona, se planteó la realización del presente Proyecto. En él, se ha colaborado en el mejor conocimiento geológico-minero, estructural y metalogénico del área de estudio. Centrandose sobre las áreas anómalas principales detectadas en la cuenca del arroyo Barbacal; se han seleccionado zonas anómalas en las sustancias investigadas, en relación con formaciones, cuerpos geológicos y estructuras, con especial atención en las áreas auríferas. Además, se hace una valoración de la respuesta de la geoquímica de suelos ante las mineralizaciones de Au de la zona, así como un intento de caracterización de las zonas de interés potencial

mediante Teledetección.

### 3.- G E O L O G I A

### 3.-GEOLOGIA.-

Se ha confeccionado un plano geológico-minero, a escala 1:10.000, que ocupa una superficie de 4.400 Ha, sobre restitución fotogramétrica realizada por FOYCAR (Sevilla) bajo encargo de MAYASA. La restitución es de una superficie de 7.800 Ha, según indicaban las normas del proyecto, y su base fotográfica es del vuelo AFSA de Marzo de 1.981. En un área de 1.567 Ha, previamente seleccionada por el ITGE en relación a anomalías de bateas y suelos; también se ha realizado restitución fotogramétrica a escala 1:5.000, sobre la que se ha confeccionado una cartografía geológica-minera con especial hincapié en la situación de los afloramientos.

En el plano 1 se muestra la cartografía a escala 1:10.000, en la que se han diferenciado los diversos tipos litológicos que afloran en el área, indicados en la leyenda, así como los diversos procesos de alteración que afectan a los mismos y que pueden ser reconocidos a simple vista (oxidaciones, silicificaciones, cloritizaciones, sericitizaciones).

Al mismo tiempo que hemos ido realizando la cartografía, se han tomado datos de estratificación, esquistosidad y fracturación con objeto de desarrollar un estudio detallado desde el punto de vista tectónico, que en este área puede tener gran interés, ya que las concentraciones de Au pudieran estar relacionadas con la fase de cizalla que ha afectado a los materiales que afloran en el área de estudio.

Se han estudiado 50 láminas delgadas correspondientes a los materiales ígneos y metamórficos representados en el área de estudio. Las fichas correspondientes se adjuntan en el Anexo I.

### 3.1.-Estratigrafía.-

Hemos levantado una columna estratigráfica (figura 3) donde se muestran todas las variedades litológicas diferenciadas, así como la situación relativa de los indicios mineros reconocidos.

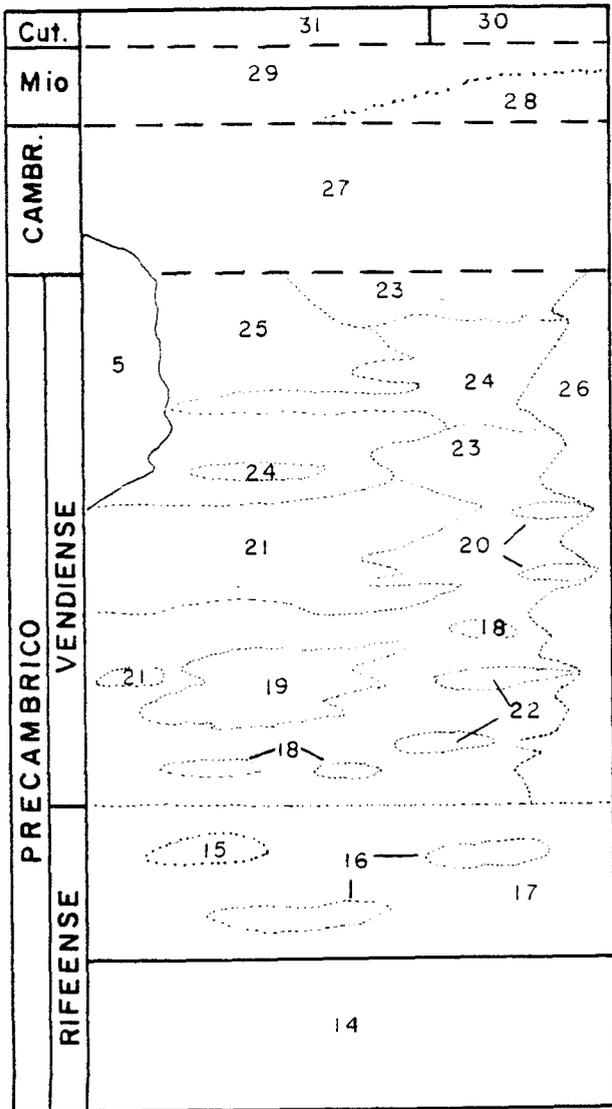
A continuación hacemos una descripción de los diferentes materiales diferenciados dentro de la columna estratigráfica, comenzando por los más antiguos.

#### 3.1.a.-Sucesión neísica del núcleo metamórfico de Lora del Río (14).-

Se trata de una secuencia de neises con intercalaciones de esquistos de colores claros. Afloran a todo lo largo de la parte sur del área investigada; no se le ha prestado especial atención en este estudio, debido a que en principio la Dirección del Proyecto no lo consideró necesario.

Estos materiales están en contacto con todos los que vamos a describir a continuación a través de una gran fractura de dirección N70-80°E, denominada "Falla de la Franca".

**COLUMNA ESTRATIGRAFICA**



Aluvial (31). Travertinos (30).

Calcarenitas (29) y Arcillas (28).

Arcosas y Pizarras (27).

Esquistos con pasadas de grauvacas e intercalaciones de volcanitas (26).

Calizas (25) con intercalación de pizarras y básicas (24). Gabros y/o diabasas (5).

Pizarras (23) y grauvacas (epiclásticas (22)) con intercalaciones de volcanitas ácidas: riolitas (21), tobas riolíticas (20). Básicas (19) y lentejones carbonatados (18).

Esquistos (17) con pasadas de tobas ácidas neisificadas (16), y riolitas (15).

Sucesión neísica del núcleo metamórfico de Lora del Río (14).

Fig.- 3

3.1.b.-Esquistos (17) con pasadas de volcanitas ácidas neisificadas (16).-

Está constituida por una sucesión monótona de esquistos y metagrauvas, con pasadas de tobas volcánicas, que por efecto del metamorfismo regional se encuentran neisificadas. Ocupan una banda de 3-4 Km. de largo por 1 Km de ancho que se sitúa en la parte central del área investigada, en la margen izquierda del arroyo Barbacal.

Las rocas esquistosas proceden de un sedimento pelítico, con esporádicas pasadas laminares arenosas. Presentan una recristalización metamórfica de grado muy bajo-bajo, con sericita-moscovita de cristalinidad considerable y, ocasionalmente, clorita-biotita como minerales de neoformación. Una de las muestras estudiadas de esta sucesión presenta abundante turmalina, como granillos dispersos, relacionados con turmalinización.

Las intercalaciones volcánicas son niveles de escasa potencia y de forma lantejonar. Es una roca procedente de material tobáceo riolítico, con fenoclastos de cuarzo y feldespatos, y fragmentos líticos en matriz cuarzo-sericítica. Ha sufrido un proceso tectonometamórfico, que se traduce en la creación de una esquistosidad de flujo con blastesis lepidoblástica de moscovita y clorita-biotita verde, aplastamiento de los cristales, con granulación parcial del cuarzo y desarrollo incipiente de textura ocelar (neísica). Este proceso se produciría en condiciones metamórficas propias del límite de los grados muy bajo y bajo. Buenos afloramientos de estos

materiales podemos reconocerlos en el cauce del arroyo Barbacal.

Este tramo de la serie, que constituye el muro de la misma, se puede considerar como volcano-sedimentario en fásies distal debido a la mayor abundancia de material sedimentario. No se ha podido establecer su potencia, debido a que no aflora su muro, pero debe superar los 100 metros.

3.1.c.-Pizarras (23) y grauvacas epiclásticas (22) con intercalaciones de volcanitas ácidas (20,21) y básicas (19) y esporádicas pasadas de lentejones carbonatados (18).-

Se trata de una secuencia volcano-sedimentaria que se encuentra por encima de la sucesión anteriormente descrita y que pasa gradualmente a ella, por lo que es difícil precisar el contacto entre ambas.

Aflora a lo largo de una amplia banda que se extiende de Este a Oeste por todo el área investigada, adquiriendo su mayor desarrollo en la parte occidental: zona del Molino del Ventorrillo-Los Recitales. Hacia la parte oriental, se va acuñando entre las fallas de la Franca y del Minjandre, que pone en contacto ésta sucesión con los granitoides del Norte.

A continuación pasamos a describir, por separado, los diferentes tipos litológicos diferenciados en cartografía.

3.1.c.1.-Pizarras (23).- Son rocas de color azulado oscuro con la esquistosidad bien marcada, que presentan buenos afloramientos al Sur del vértice Minjandre y al SW de los Recitales; se extienden, en general, por todo el área investigada.

Proceden de un sedimento pelítico, con nivelillos arenosos limolíticos muy ricos en feldespatos.

Están afectadas por un episodio tectonometamórfico en condiciones de grado muy bajo, con blastesis lepidoblástica de sericita-moscovita que define una esquistosidad de flujo incipiente.

3.1.c.2.-Epiclásticas(22).- Se presentan interestratificadas con las pizarras, son de color verde oscuro y se pueden reconocer buenos afloramientos al SW del Minjandre y en el sector de los Recitales Bajos.

Se trata de una roca clástica masiva, tamaño de grano arena fina; sus clastos corresponden, fundamentalmente, a cuarzo, plagioclasa y a fragmentos de roca (metapelitas y rocas ígneas), con una matriz clorítica y elevada proporción de materia carbonosa. La abundancia de plagioclasa y de ferromagnesianos, así como la naturaleza clorítica de la matriz son características de sedimentos proximales respecto a materiales volcánicos básicos. Presentan recristalización metamórfica,

en condiciones de un metamorfismo regional próximo al límite de los grados muy bajo- bajo, con clorita- biotita verdosa como mineral característico de neoformación.

3.1.c.3.-Riolitas (21).- Estan interestratificadas con las pizarras, con morfología lentejonar, presentando buenos afloramientos por todo el área de estudio. Destaca un afloramiento de 2-3 Km de largo por 100 metros de ancho en la parte alta y ladera Norte de la margen izquierda de arroyo Barbacal. A "visu" presenta una coloración blanquecina, observándose los fenocristales y matriz de aspecto muy silíceo.

Al microscopio se trata de una roca porfídica, constituida por fenocristales de cuarzo muy corroídos y estallados, plagioclasa y feldespato potásico, embalados en un matriz cuarzo- feldespática de textura microcristalina, y con clorita y biotita como ferromagnesianos, muy escasos.

Hemos reconocido una fácies porfídica constituida casi exclusivamente por albita, con cristales corroídos y matriz microcristalina. Aflora a unos 100 metros al este del cortijo de Los Recitales Bajos. Esta roca se encuentra fuertemente tectonizada, producto de una fracturación fría. La hemos clasificado como albitita.

La potencia es muy variable; dependiendo del lentejon del que hablemos, puede variar de 1 a 100 metros.

3.1.c.4.-Tobas riolíticas cristalinas (20).- Constituyen una banda de unos 150 metros de potencia y de 3 a 4 Km. de corrida, que se extiende en dirección E-W a lo largo de la margen izquierda del arroyo Barbacal. Se pueden observar otros afloramientos, pero de menor entidad, de morfología lentejona e interestratificados en las pizarras, por todo el área investigada (p.ej., al N de la hacienda del Ciprés).

A "visu" presentan una coloración crema, con grandes cristales, en parte aplastados siguiendo la esquistosidad y/o el flujo volcánico, y matriz muy silícea.

Desde el punto de vista petrográfico, se trata de una roca tobácea riolítica, con fenoclastos de cuarzo con texturas de corrosión y litoclastos pelítico-arenosos, embalados en una matriz de cuarzo-sericita que acusa una incipiente recristalización metamórfica con comienzo de segregación del cuarzo e inicio de una esquistosidad marcada por la blástesis lepidoblástica de sericita-moscovita.

Su potencia varía de lentejones métricos a masas de más de 100 metros.

3.1.c.5.-Volcanitas básicas (19).- Este tipo litológico se sitúa interestratificado con las pizarras y volcanitas ácidas anteriormente

descritas. Se reconocen numerosos afloramientos de estas rocas, tanto en la cartografía a escala 1:10.000 como a 1:5.000. Se pueden destacar los situados al WSW del Vértice Minjandre y al SE del cortijo de Los Recitales.

Macroscópicamente se diferencian pequeñas masas lentejonares y grandes coladas de varios kilómetros de corrida, que presentan unos suelos muy típicos de coloración rojiza, lo que hace que se distingan bien al observarse el paisaje, lo que facilita su cartografía. En muestra de mano se aprecia una coloración verdosa oscura que por alteración se transforma a marrón rojiza.

Hacia la parte E del área investigada (W de Peñalevanto), estas rocas presentan un carácter microscópico simplectítico debido, posiblemente, a que su composición se hace muy específica, anfíbol-cordierita con plagioclasa, y a su cristalización en condiciones intermedias entre volcánicas y subvolcánicas.

Presentan una potencia muy variable, que puede oscilar entre uno y más de cien metros.

3.1.c.6.-Pasadas de carbonatos (18).- Interestratificados en la serie descrita afloran ocasionalmente lentejones carbonatados, que corresponden a calizas de color gris oscuro, a veces casi negras, con bastantes impurezas (arcillas y arenas), abundante materia orgánica y frecuente laminación paralela, posiblemente debida a estromatolitos.

Su potencia y corrida son mínimas, como máximo del orden de 2 por 25-50 m.

3.1.d.-Calizas con intercalaciones de pizarras (25) y rocas básicas (24).-

Representan un importante tramo carbonatado con bastante influencia detrítica y volcánica. Se sitúa por encima del anterior y el paso de uno a otro es gradual, constituyendo los materiales más modernos dentro de la formación volcano-sedimentaria precámbrica.

Aquí no hemos diferenciado en cartografía los diferentes tipos litológicos indicados, mas que ocasionalmente, debido a que existen frecuentes cambios laterales de fácies, muy rápidos, y a que su agrupación en el mismo horizonte facilita la interpretación estructural.

En cartografía se han establecido tres bandas pertenecientes a estos materiales, que de N a S son: 1) la del Minjandre-Los Recitales, 2) la que ocupa el centro de la cartografía, y 3) la del Molino del Ventorrillo-El Ciprés.

Las calizas son, en general, bastante impuras; proceden de un sedimento carbonatado, arenoso, grosero, con clastos de cuarzo detríticos y con clorita en la matriz ocasionalmente, que puede llegar a ser muy abundante. Se distinguen frecuentes clastos de una roca

clorítica, que pueden corresponder a las volcanitas básicas que describimos a continuación. Presentan una recristalización en condiciones de metamorfismo regional (parte alta del grado muy bajo, isograda clorita-biotita), que produce recrecimiento granoblástico de cuarzo, carbonatos y opacos, y blástesis muy groseramente lepidoblástica de clorita-biotita verde. Hacia la zona de Los Recitales se reconocen fragmentos de roca embalados en las calizas de composición silícea y de coloración roja, que podrían corresponder a auténticos jaspes.

Se han reconocido fácies procedentes de sedimentos mixtos volcánico-carbonatados, que se pueden considerar como cineritas, evidenciadas por la abundancia de feldespato (mayoritariamente plagioclasa), en la muestra CM-H2.

Interestratificadas y en cambio lateral de fácies con las calizas, afloran volcanitas básicas, clasificadas desde el punto de vista petrográfico como fenoandesitas espilitizadas; están constituidas por una acumulación de fenocristales y/o fenoclastos de plagioclasas, dependiendo de que se trate de una toba o lava, en una matriz clorítica. Esta aparece recristalizada parcialmente a biotita verdosa y marrón, lo que es indicativo de metamorfismo regional en condiciones próximas al límite de los grados muy bajo y bajo.

La potencia para todo el tramo se estima que puede ser de unos cien metros.

3.1.e.-Esquistos con pasadas arenosas (grauvacas) e intercalaciones de volcanitas (26).-

Se trata de una serie mayoritariamente detrítica, que aflora entre materiales graníticos al N de la falla del Minjandre, y al N de dichas rocas graníticas. El contacto S de esta serie, con los granitos, presenta evidencias de metamorfismo de contacto, marcado por un incipiente mosqueo en las fácies pizarrosas, como se puede observar en la zona de Los Recitales.

La secuencia que constituye la serie es de pizarras con pasadas de grauvacas, arcosas y materiales volcanoclásticos, con mayor proporción de las primeras. Al microscopio se observa que proceden de un sedimento grosero con abundancia de feldespatos y con matriz de naturaleza ferromagnesiana; se reconocen algunos fragmentos de roca, de naturaleza volcánica. La matriz aparece recrystalizada, con blástesis de biotita y moscovita subordinada decusadas, lo que indicaría que la roca está afectada por un proceso térmico en condiciones de grado bajo, metamorfismo de contacto, como hemos indicado anteriormente.

Si observamos la cartografía, dentro de estos materiales no hemos distinguido las fácies volcanoclásticas, debido a que se han considerado como el límite N a cartografiar, sin que se haya realizado un reconocimiento detallado de la serie, limitándonos exclusivamente al contacto con los granitos.

La potencia se desconoce, debido a que dentro de la zona cartografiada no se observa el muro ni el techo de la misma.

### 3.1.f.-Arcosas y pizarras. Formación Torreárboles (27).-

Por encima de la serie volcánico- sedimentaria anteriormente descrita, y entre fracturas, afloran unos materiales areniscosos con pequeñas intercalaciones pizarrosas. La litología varía entre arcosa y pizarra.

Afloramientos de estos materiales se pueden reconocer al W del cortijo de La Franca, a lo largo de la falla del mismo nombre, y al N de la presa de José Toran. Debido a la laminación que produce dicha falla, los afloramientos se disponen de una forma arrosariada, sin constituir una banda continua. En la zona de la presa presentan abundantes repliegues.

La serie la constituyen fundamentalmente arenas y/o grauvacas de colores violáceos, amarillos e incluso blancos, con intercalaciones de niveles ocasionales de volcanitas básicas, de color verde oscuro. Es muy difícil reconocer su estratificación, que solo se aprecia cuando aparecen intercalaciones pizarrosas.

Al microscopio, se trata de un material arcósico de matriz sericítica, muy masivo, con textura blastopsamítica, constituido por

clastos de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas y fragmentos rocosos.

LIÑAN, E. (1.976) atribuye la edad límite Precámbrico-Cámbrico para estos materiales.

La potencia de esta serie no se ha podido precisar, debido a que aflora entre fallas.

### 3.1.g.-Calizas bioclásticas (29) y arcillas (28) del Mioceno.-

Se reconocen numerosos afloramientos aislados de estos materiales, distribuidos por toda la cartografía. Los más representativos se encuentran en la zona de El Ventorrillo - Majalimar y Peñalevanto, al W y E del área investigada respectivamente. Son pequeños isleos erosivos, restos de materiales de la cuenca de la Depresión del Guadalquivir.

En cartografía hemos diferenciado dos tramos: 1) Calizas bioclásticas y 2) Arcillas.

El primero está constituido por calizas oquerosas con abundante fauna, principalmente, de ostreidos y erizos, que le atribuyen la edad Tortoniense Superior.

El segundo, situado por debajo del anterior, lo constituyen

arcillas amarillentas, que solamente afloran en la zona del Ventorrillo.

La potencia es muy variable, no superando los 30 metros.

### 3.1.h.-Cuaternario. Aluvial (31) y Travertinos (30).-

Los depósitos aluviales se localizan en los cauces y llanuras de inundación de los arroyos principales. Están constituidos por materiales groseros, gravas con cantos silíceos, y arenas en su mayor parte. Los mejores afloramientos se sitúan en el arroyo Barbacal.

Los travertinos afloran en la margen derecha del arroyo Barbacal, representando pequeños depósitos carbonatados, con abundante materia vegetal, a la salida de antiguas surgencias kársticas. Se localizan colgados, en las laderas, respecto a los anteriores.

### 3.2.-Rocas ígneas.-

El área investigada presenta una considerable variedad de este tipo de rocas, principalmente graníticas. También se han diferenciado tres grandes afloramientos de rocas básicas de composición gabroídica alineados en la franja S de la zona investigada.

En éste epígrafe solamente describiremos las rocas intrusivas, ya que las volcánicas se han descrito en el apartado de Estratigrafía.

### 3.2.a.-Rocas intrusivas ácidas.-

Dentro de este grupo, se pueden diferenciar varias rocas graníticas que afloran por toda la zona investigada. Nos vamos a referir únicamente a las variedades plutónicas, ya que a las filonianas les dedicaremos un epígrafe aparte.

3.2.a.1.-Granito aplítico-alcalino de Algarín (13).- Se ha diferenciado solamente un afloramiento de estas rocas, localizado en la dehesa de Algarín, concretamente a unos 400 metros al NW del cortijo del mismo nombre.

Es un pequeño afloramiento de forma subcircular de 150 metros de diámetro, de una roca granuda de aspecto aplítico muy leucocrática.

Al microscopio presenta textura aplítica, constituida por granos de microclina peritítica con cuarzo intersticial e intercrecido con el feldespato, que indicaría una cristalización simultánea o posterior del cuarzo respecto al feldespato. Presenta una deformación frágil evidenciada por la presencia de extinción ondulante en los cristales de cuarzo y microfracturación en el feldespato. Se clasifica como leucogranito alcalino aplítico deformado.

Este granito intruye en el tramo carbonatado de la serie volcánico-sedimentaria, concretamente en las rocas básicas asociadas, en las que no se aprecian fenómenos térmicos, al menos de "visu".

3.2.a.2.-Granito alcalino gráfico del Ventorrillo (12).- Es un pequeño stock situado al E del cortijo del Ventorrillo, que cruza la carretera de Lora del Río a Constantina, a unos 500 metros del Molino del Ventorrillo. Presenta un afloramiento de 200 por 800 metros, desapareciendo hacia el E bajo el Mioceno.

Se trata de una roca granuda de grano fino y color rosa, muy feldespática, que en lámina delgada muestra una textura holocristalina, heterogranular, hipidiomorfa, gráfica, bien desarrollada. Además de los intercrecimientos gráficos de cuarzo-feldespatos potásico, que constituye más del 50% de la roca, se reconocen granos aislados, subidiomorfos, de feldespatos (microclina y plagioclasa subordinada), y de cuarzo xenomorfo, intersticial tanto respecto al feldespatos como a los intercrecimientos gráficos, indicando que su cristalización prosiguió tras agotarse el feldespatos. Presenta biotita minoritaria, que es intersticial y forma nódulos secundarios relacionados con fracturas. Se observa deformación frágil relacionada con una etapa de fracturación tardía, reconocible por presentar el cuarzo extinción ondulante y microfracturación de feldespatos.

3.2.a.3.-Granito cataclástico de Peñalevanto (9).- Se trata de un stock de 400 por 5.000 metros, que aflora en el sector oriental del área investigada, cortijo de Peñalevanto. Constituye una banda de dirección E-W, en contacto mecánico (mediante la falla del Minjandre) por el S con la serie volcánico-sedimentaria, e intrusivo por el N, con la serie detrítica con pasadas de volcanitas.

La fácies común es un granito de grano medio fuertemente cataclastizado, de aspecto milonítico, de color rosa y alteración supergénica generalizada.

Al microscopio se observa que la deformación que presenta es eminentemente frágil y muy intensa, con granulación del cuarzo, fracturación y granulado parcial de los feldespatos, así como alteración sericítica incipiente de los mismos.

Presenta unas fácies en el borde N, en contacto con la serie detrítica del N, de granito feldespático de color rosado. Su textura es holocristalina, heterogranular, alotrimorfa, de grano fino-medio y gráfica. Es muy leucocrático, constituido, fundamentalmente, por un entramado gráfico de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa, de grano fino a medio. Se puede destacar la presencia de escasa moscovita intersticial. Se aprecia una fracturación generalizada con una importante disminución de tamaño de grano de los minerales, acompañada de alteración generalizada.

3.2.a.4.-Granito de Maja Vieja (6,7,8).- Lo constituye un afloramiento en forma de cuña situado al N del área investigada, desde Maja Vieja por el Oeste, hasta las inmediaciones de Los Recitales Bajos. Este stock granítico está limitado al Sur con la serie volcano-sedimentaria por la falla del Minjandre y por al N, en contacto intrusivo, con la serie detrítica con pasadas de volcanitas.

Dentro de este gran afloramiento granítico se han diferenciado tres tipos de fácies: biotítica, feldespática, y migmatítica, con relaciones mútuas diferentes: la fácies migmatítica aparece, ocasionalmente, en los contactos de la fácies biotítica con otras fácies, o con los esquistos con pasadas de grauvacas y volcanitas básicas, mientras que la fácies feldespática se dispone groseramente como bandas, en el borde Sur del la cuña, o circunscritas por la fácies biotítica.

3.2.a.4.a.-Fácies biotítica (6).- Presenta buenos afloramientos, de bolos redondeados típicos de paisajes graníticos. Es una roca masiva de color gris, tamaño de grano medio, destacándose la abundancia de biotita. Posee frecuentes enclaves y gabarros, así como diferenciados migmatíticos que hacen pensar en un origen anatético para esta roca.

En lámina delgada se reconoce una textura holocristalina, heterogranular, hipidiomorfa, de grano medio. Es una roca granítica (s. str.) con biotita abundante, como ferromagnesiano. La secuencia paragenética deducible de las relaciones intergranulares es:

plagioclasa- biotita- feldespatos potásico- cuarzo. Presenta una deformación tectónica en condiciones frágiles- dúctiles, con granulación y recristalización de cuarzo y biotita, y fracturación de los feldespatos.

3.2.a.4.b.-Facies feldespática (7).- Se trata de una variedad microcristalina, aplítica, de colores amarillentos a rosáceos, que al microscopio presenta una textura holocristalina, alotriomorfa, heterogranuda y tectonizada. Su secuencia paragenética, deducible de las relaciones intergranulares, sería: plagioclasa- feldespatos potásico- cuarzo, con un cierto solape entre minerales sucesivos. Se distingue moscovita secundaria procedente de la sustitución de feldespatos. La roca presenta una marcada tectonización, lo que se traduce en granulación de cuarzo y recristalización de bordes de granos de feldespatos, deformación plástica de moscovita y fracturas que cruzan la roca. Todo ello es característico de una deformación semifrágil, con una cierta componente dúctil, que ocasiona que el cuarzo y el feldespatos se granulen y recristalicen parcialmente en vez de fracturarse.

3.2.a.4.c.-Facies migmatítica (8).- Se trata de una roca que aparece ocasionalmente en las zonas de contacto de la fácies biotítica con otras rocas de la cuña, reconociéndose pasos graduales entre las dos fácies. Se trata de una roca bandeada, con fábrica neísica, en la que se reconocen bandas claras, de neosoma, y oscuras, de paleosoma, cortadas por pequeños filoncillos de diferenciados graníticos de fácies biotítica. No se ha estudiado ninguna lámina delgada de esta

variedad, por lo que no podemos establecer la mineralogía en detalle de la misma.

### 3.2.b.-Rocas intrusivas básicas(5).-

En cartografía se han distinguido tres grandes afloramientos: 1) el de Algarín, 2) el del Molino del Ventorrillo, 3) el de la Franca. Se alinean en dirección E-W, y se sitúan en el mismo horizonte estratigráfico y en la parte S de la zona investigada, en proximidad de la falla de la Franca. En todos los casos estudiados se han clasificado como gabro y/o gabro-diorita uralítico.

3.2.b.1.-Gabros uralíticos.- Es la única variedad petrológica diferenciada dentro de este grupo de rocas básicas. Se trata de una roca granuda, de color verde oscuro y tamaño de grano medio. Presenta fácil meteorización supergénica, dando suelos rojizos producto de la alteración, fáciles de distinguir en el campo.

La textura es holocristalina, hipidiomorfa, heterogranular, dolerítica. Está constituida por un entramado de plagioclasa subidiomorfa con ferromagnesianos intersticiales, siendo estos últimos principalmente piroxenos, aunque pueden coexistir anfíboles. Está afectada por un importante proceso de alteración, que se traduce en la uralitización del piroxeno, que pasa sucesivamente a anfíbol incoloro, anfíbol fibroso (uralita-actinolita), biotita y clorita, así como en

sericitización de la plagiclasa. Se observan frecuentes opacos, diseminados por toda la roca.

En su intrusión, han asimilado casi todos los afloramientos de calizas encontrados en su ascenso, presentando, actualmente, algunos restos embalados en ella. Esto se puede reconocer en el campo y se debe a que se emplazan siempre en el mismo nivel estratigráfico. A veces producen cierta reacción con los carbonatos dando pequeños diferenciados skarnoides.

### 3.2.c.-Rocas filonianas.-

Son rocas de carácter tardío, intruidas en la etapa distensiva a favor de alineaciones tensionales.

En general, se presentan como diques subverticales que cortan a todas las estructuras anteriores, encajando en cualquier tipo litológico, de poca potencia y no mucha corrida.

Se han diferenciado cuatro tipos, teniendo en cuenta su composición, que a continuación pasaremos a describir.

3.2.c.1.-Diques riolíticos (4).- Afloran, principalmente, encajando en las masas graníticas del N: granito biotítico y granito cataclástico. Se trata de una roca de color rosado, con diseminación

de pirita y aspecto muy silíceo, de tamaño de grano microscópico.

En lámina delgada presenta una textura hipocristalina, con microfenocristales de cuarzo y feldespato en matriz vítrea. Es una roca volcánica que encaja a favor de fracturas tardías. Se reconocen zonas fracturadas, dentro de la propia roca, con cuarzo y feldespato, a favor de las que hay circulación de fluidos supergénicos que producen oxidación en la pirita diseminada en la roca.

3.2.c.2.-Diques aplíticos (3).- Están relacionados con las rocas graníticas situadas al N de la falla del Minjandre, pudiéndose reconocer buenos afloramientos de estas rocas en la zona de los Recitales y el Ventorrillo.

Se trata de una roca silícea grosera de color rosa y de aspecto alterado. Al microscopio presenta una textura holocristalina, hipidiomorfa, heterogranular, de grano fino. Es una roca muy rica en feldespatos, con cuarzo intersticial y posible biotita, de la que quedan escasos restos. Presenta alteración generalizada, reconocible por los siguientes procesos: silicificación, sericitización, cloritización y oxidación. Se puede destacar la fracturación tectónica, en condiciones frágiles, que presenta la roca.

3.2.c.3.-Diques de diabasas (2).- Encajan tanto en las rocas ígneas como sedimentarias. Sus afloramientos se extienden en dirección

E-W, preferentemente en el granito de Peñalevanto.

De "visu" presenta un color verde oscuro y de tamaño de grano muy fino. Al microscopio se reconoce una textura holocristalina, heterogranular, hipidiomorfa, de grano fino. Fuertemente alterada, en origen estaría constituida por plagioclasa subidiomorfa con ferromagnesiano intersticial (posible piroxeno, del que quedan escasos relictos); sobre el mismo crecen, sucesivamente, anfíbol del grupo de la hornblenda, anfíbol fibroso (actinolita-tremolita), biotita y clorita, característicos del proceso de uralitización. La plagioclasa acusa sericitización-sausuritización incipiente.

Por lo general, estas rocas presentan poca potencia y corrida.

3.2.c.4.-Diques de cuarzo.- Se encuentran relleno de fracturas y están representados en toda la zona investigada; se trata de un cuarzo lechoso, masivo, a veces cristalino, en ocasiones acompañado de sulfuros que en superficie se encuentran gossanizados, presentándose como un cuarzo sucio y en cantos sueltos distribuidos por el terreno.

Su potencia y corrida es muy reducida, presentándose en la mayoría de los casos de forma arrosariada, no superando la decena de metros.

### 3.3.-Tectónica.-

Los materiales que integran la zona investigada están afectados por diversas fases de deformación relacionadas con una o varias etapas orogénicas; a nivel de toda la Zona de Ossa- Morena hay evidencias de una orogenia Precámbrica y otra del Paleozoico Superior, Hercínica. La magnitud e importancia de una u otra es un tema bastante discutido. Aquí hablaremos de la deformación y grado de evolución alcanzado por los materiales que integran las series volcano- sedimentarias, que son los de mayor interés para el Proyecto.

Se reconoce una fase de deformación sinmetamórfica y sinesquistosa de carácter regional, que produce la blástesis sinesquistosa de micas, definiendo una esquistosidad de flujo; relacionado con este proceso de deformación se produce un plegamiento isoclinal con vergencia SW y esquistosidad de plano axial, que es la que se observa en el campo y está representada en la cartografía. Ejemplos de estas estructuras son los pequeños sinclinales cuyos núcleos están ocupados por los tramos carbonatados, y la estructura anticlinorial del centro de la cartografía, que se dispone subparalela al arroyo Barbacal.

Hay otra fase más tardía que se manifiesta en pliegues de geometría cilíndrica y más suaves que los de la fase anterior, aunque para su observación se necesita mayor visión regional que la del área investigada. En los pliegues de la primera fase produce un cabeceo de los ejes, llegando a superar, en algunos casos (zona de los

Recitales), los 45°.

Una última fase de deformación ocasiona una etapa de fractura, relacionada con un comportamiento rígido del orógeno, sucediéndose tres juegos de fallas. Se ha realizado un análisis estructural de los datos de fracturación con los programas de ordenador DATAS y LINMEN, de los que se han obtenido los diagrama de "Rosa de los vientos" de las figuras 4 y 6. En el primero se han representado las fallas de La Franca y del Minjandre como sectores, es decir, se han realizado diversas medidas de su dirección sobre plano, a lo largo de su recorrido cartográfico, mientras que en el segundo no se han representado éstas medidas, sino exclusivamente el resto de las fracturas de la zona. En los mismos, se pueden reconocer las siguientes familias de fracturas:

-Fracturas E-W.- Se han representado en la figura 4. A este grupo pertenecen la falla del Minjandre y la de la Franca. Se corresponden bien con los grandes accidentes longitudinales que separan dominios en la Zona de Ossa- Morena, interpretadas tradicionalmente como desgarres sinestrosos, con una cierta componente horizontal, que limitarían bandas en las que la deformación interna es similar a la del modelo teórico de Riedel para cizallas. En la figura 5 se muestra este esquema, en el que estas fracturas serían las del tipo "F".

-Fracturas N20-35°E.- Constituirían, de acuerdo con el referido modelo de la figura 5, el tipo "R1" (desgarres sinestrosos) de Reidel.

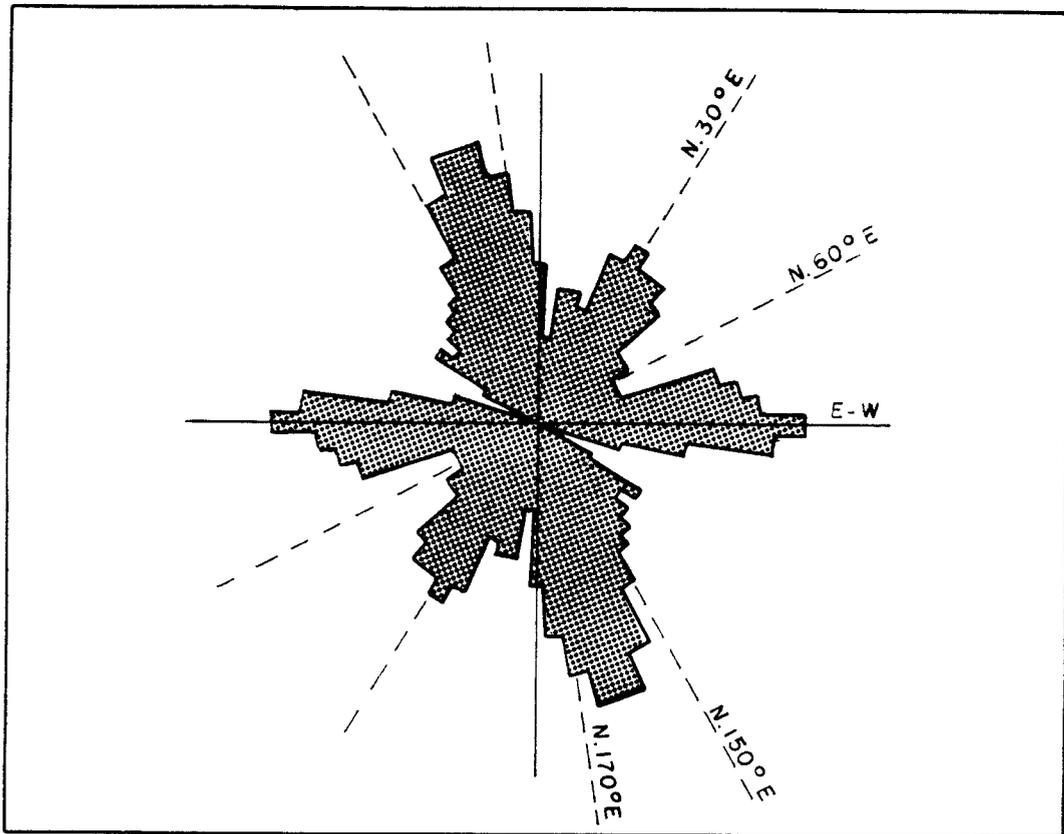


Fig 4.- Diagrama de "rosa de los vientos" para la fracturación del área investigada.

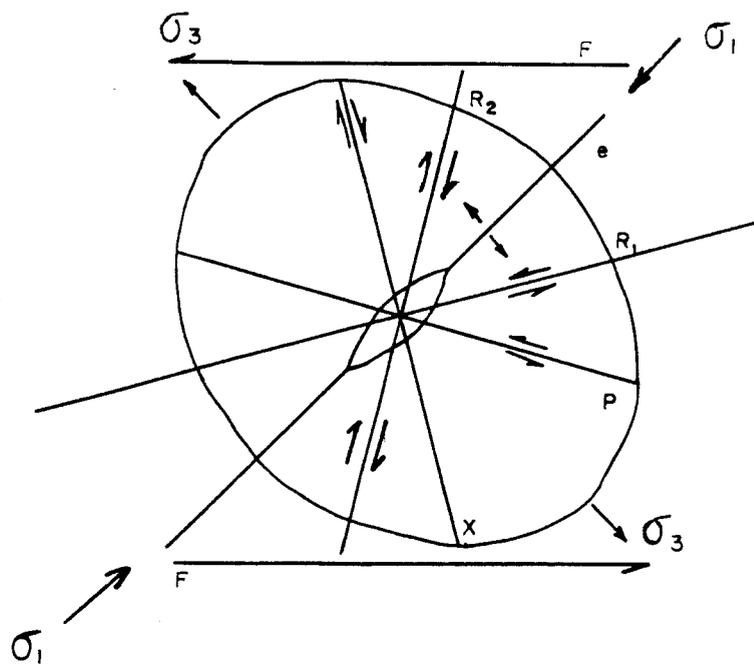


Fig5.- Esquema del modelo teórico de Riedel para cizallas.

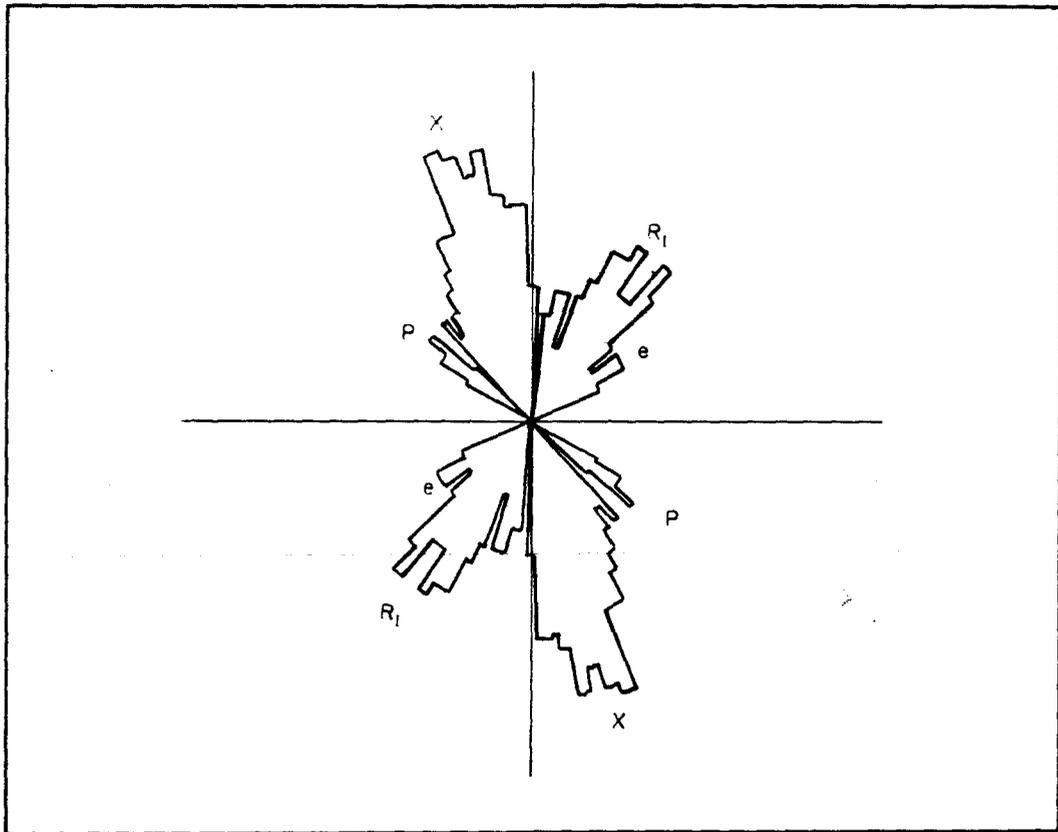


Fig6.- Diagrama de "Rosa de los Vientos" para la fracturación del área, excepto las fallas del Mijandre y La Franca.

-Fracturas N40-45°E.- Se trata de un grupo con posible interés metalogénico, dado que coincide con la dirección teórica de las fracturas tensionales, distensivas, en la cizalla. Este tipo de fracturas constituyen, en otras áreas de la Zona de Ossa- Morena (p. ej., ver Hoja MAGNA de Azuaga), el asiento de mineralizaciones filonianas de Pb-Zn. Sin embargo, en la presente zona no hemos podido establecer su carácter distensivo, ni hemos reconocido rellenos hidrotermales de interés.

-Fracturas N150-170°E.- Asimilables al tipo "X" (desgarres dextrosos) de Reidel. Es un grupo muy bien representado en el área.

-Fracturas N120-130°E.- Poco representadas en el área. Son asimilables al tipo "P" del modelo.

Los dos últimos juegos son las fracturas conjugadas del esquema teórico de RIEDEL (1929) para una cizalla con dirección de máximos esfuerzos N-S, según se puede ver en el croquis de la figura 5.

4.- G E O Q U I M I C A

#### 4.-GEOQUIMICA.-

La investigación geoquímica ha consistido en varias etapas con tres modalidades que se pueden agrupar en dos partes: una de geoquímica estratégica, que incluye una campaña de bateas, y otra táctica, con geoquímica de suelos y de rocas.

##### 4.1.-Campaña de Bateas.

En el proyecto que precedió a éste, "Exploración de oro y otras sustancias en el sector centro-occidental de Ossa-Morena (area de Peñafior- Usagre)", se tomó una campaña de bateas, en la que se detectaron anomalías en Oro dentro del área investigada, quedando abiertas en parte, por lo que quedaron zonas por cubrir. En la oferta técnica que ofreció MAYASA para la realización del presente Proyecto se contempló, como mejora, la toma de 50 bateas en el area que no fué cubierta en el Proyecto precedente.

Se han tomado y estudiado 62 bateas, cuya situación, así como sus contenidos mineralométricos y los resultados del análisis de los concentrados, se muestran en el plano 3. En éste se ha plasmado una síntesis de todas las campañas de bateas realizadas y que afectan a la zona investigada, se han delimitado las cuencas anómalas siguiendo el criterio de que, al menos, deben contener más de una muestra anómala, excepto la que se sitúa al W del vértice del Minjandre, que es un pequeño arroyo con una única muestra anómala, que corresponde al valor

más alto obtenido.

Si observamos el plano 3, en la parte occidental, área de Majalimar- El Ventorrillo, se distinguen dos anomalías: una en Majalimar, sobre un pequeño arroyo poco encajado, con dos muestras con contenidos en Au significativos. La mayor parte de esta cuenca está ocupada por materiales miocenos; únicamente en la parte alta afloran las rocas carbonatadas con pizarras y volcanitas, a veces mineralizadas, de la zona del Molino del Ventorrillo. Los contenidos en Au de este arroyo se pueden deber al Mioceno, como producto de desmantelación y concentración de las rocas infrayacentes, o a las mineralizaciones observadas en las rocas carbonatadas. La otra, de mayor importancia, se sitúa en la zona del Molino- Las Monjas, con siete muestras anómalas en la vertiente N y seis en la vertiente S; ocupa una superficie bastante grande, y drena una banda de materiales carbonatados y pizarras con pasadas de volcanitas ácidas y básicas, donde hemos reconocido afloramientos con pirita, silicificaciones, cloritizaciones, gossanizaciones y horizontes de chert relacionados con las volcanitas. Los contenidos en Au deben estar relacionados con los procesos indicados.

En la zona central se distinguen cuatro cuencas anómalas, que de S a N pasaremos a describir:

- 1) La situada en la zona del Ciprés, constituida por dos muestras anómalas, en un barranco afluente del arroyo Barbacal. Drenan materiales de la serie volcano-sedimentaria en fácies carbonatada.

Relacionados con esta anomalía, se han reconocido afloramientos de gossan en los que quedan restos de pirita, así como crestones de cuarzo blanco paralelos a la esquistosidad, con pirita, en parte gossanizada. Los contenidos en Au provienen, posiblemente, de estos materiales. Existen dos pequeños indicios (Los Barrancos) encajantes en estas mineralizaciones donde, aparte de gossan y pirita, hemos reconocido magnetita y oligisto especular.

2) La situada al W del vértice Minjandre, que presenta el mayor contenido en Au detectado en el área, y está constituida por una sola muestra. Drena materiales pizarrosos y carbonatados de la serie volcano-sedimentaria con esporádicas pasadas de volcanitas.

3) Se localiza en la zona de los Recitales y está constituida por dos muestras anómalas. Drenan varios pequeños indicios que encajan en el tramo carbonatado, a techo de la serie volcano-sedimentaria, en relación con un nivel de jaspes rojos y crestones de gossan; se reconoce pirita laminada en uno de estos indicios. Relacionados con esta anomalía, también, pueden estar los granitos del N de la falla del Minjandre, así como dicha falla, ya que se encuentran en la misma cuenca de drenaje.

4) Al SW del cortijo de Los Recitales Bajos, la constituyen tres muestras que drenan materiales de la serie pizarrosa con esporádicas pasadas de volcanitas de la zona del N.

En la parte oriental se distingue una cuenca anómala, al W del cortijo de Peñalevanto. La constituyen dos muestras anómalas que drenan materiales carbonatados y pizarras con volcanitas, donde encaja un crestón de gossan que se puede seguir, en corrida, más de 100 metros, y con el que pueden estar relacionados los contenidos en Au.

#### 4.2.-Geoquímica de rocas.

A medida que se ha realizado el reconocimiento de campo para completar las cartografías geológico-mineras, se han demostrado los afloramientos mineralizados, que hemos considerado de interés para la localización de contenidos en Oro, y con ello ver qué relación guardan las mineralizaciones con este metal y sus rocas encajantes, para que posteriormente pudieramos plantear la campaña de geoquímica de suelos.

Se han tomado 50 muestras de roca, haciendo rozas en los afloramientos mineralizados, hasta llenar una bolsa de 5 a 10 kilogramos de peso en roca. En la mayoría de los casos se han demostrado afloramientos de sulfuros gossanizados, crestones de cuarzo con sulfuros en parte gossanizados e indicios con paragénesis, principalmente, de óxidos de hierro.

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos en el análisis químico para Au de las muestras de rocas tomadas:

<u>SIGLA DE LA MUESTRA</u>	<u>CONTENIDO EN Au</u>	<u>MINERALIZACION DESMUESTRADA</u>
CM-H.1	-10 ppb	Crestón gossanizado
CM-H.1bis	10 ppb	" "
CM-H.2	-10 ppb	" "
CM-H.3	-10 ppb	Pizarras gossaniz.
CM-H.4	10 ppb	Crestón gossanizado
CM-H.5	-10 ppb	Gossan estratoide.
CM-H.6	10 ppb	Afl. silicif.Oxidos
CM-H.7	-10 ppb	Gossan estrat.Pirita
CM-H.8	10 ppb	Gossan r.silíceo.
CM-H.9	10 ppb	Pizarras gossaniz.
CM-H.10	-10 ppb	Calizas silicif.Sulf.
CM-H.11	10 ppb	R.bas.y cal.Sulfuros
CM-H.12	10 ppb	Crestón gossanizado.
CM-H.13	-10 ppb	Escorias.
CM-H.14	20 ppb	Brecha gossanizada.
CM-H.15	-10 ppb	Pizarras gossaniz.
CM-H.16	10 ppb	Gossan masivo.
CM-H.17	10 ppb	Pizarras gossaniz.
CM-H.18	10 ppb	Crestón sil.gossaniz.
CM-H.19	20 ppb	" " "
CM-H.20	10 ppb	Escombr.ind.del Pino
CM-H.21	10 ppb	Cal.goss.entre gabros
CM-H.22	10 ppb	Crestón sil.goss.Py.
CM-H.23	2740 ppb	Crestón cuarzo y Py
CM-H.24	-10 ppb	" " "
CM-H.26	40 ppb	Escombrera indicio
CM-H.27	70 ppb	Crestón de gossan
CM-H.28	20 ppb	Gossan esc.indicio
CM-H.29	10 ppb	" " "
CM-H.30	-10 ppb	Gossan en calizas
CM-H.31	10 ppb	" " "
CM-H.32	-10 ppb	Gossan en piza.y cal.
CM-H.33	10 ppb	Gossan en calizas
CM-H.34	10 ppb	" " "
CM-H.35	-10 ppb	Gossan en crest.sili.
CM-H.36	-10 ppb	" " " "
CM-H.37	10 ppb	" indicio Recit.
CM-H.38	-10 ppb	" en pizarras
CM-H.39	10 ppb	" " calizas
CM-H.40	-10 ppb	Caliza sili.goss. y pirita
CM-H.41	10 ppb	Gossan
CM-H.42	10 ppb	Gossan de Peñalevanta
CM-H.43	-10 ppb	" "
CM-H.44	10 ppb	Caliza sili.goss. y pirita
CM-H.45	10 ppb	Pirita masiva Los Recit.
CM-H.45bis	-10 ppb	Crestón cuarzo y Py
CM-H.46	-10 ppb	" " " "
CM-H.47	-10 ppb	Caliza sili.goss. y pirita

Tabla 1.- Resultados para Au de las muestras de roca.

Como se puede apreciar, los contenidos en Au son bastante bajos; únicamente en una muestra se obtienen contenidos de un cierto interés: se trata de la muestra CM-H.23 tomada en un pequeño crestón de cuarzo con pirita y calcopirita, arroja 2470 ppb.

Además, estas muestras se han analizado para multielementos, mediante plasma ICP (elementos P, As, Sn, Pb, B, Zn, Cd, Ag, Ni, Co, Fe, Mn, Cr, Mo, W, V, Nb, Y, Be, Ba, Al, Mg, Ti, S, Se y Te), y absorción atómica (Hg y Sb). Con objeto de establecer posibles asociaciones multielementales, se ha realizado análisis factorial de los elementos que se han considerado significativos. Como resumen, cabe establecer que se detectan 3 asociaciones factoriales principales:

1.- Asociación Cr V Al Mg Ti -Fe -B -As -Sb. Es un factor típicamente máfico, en el que el carácter negativo del Fe es anómalo (tal vez debido a lixiviación ?).

2.- Asociación Au Cu Ni -Nb -Sb. Indica una relación del Oro con Ni y Cu, típicos de rocas básicas, así como relación negativa con Nb y Sb, típicos de rocas ácidas.

3.- Asociación Pb Be Co V -S -Mg. De difícil interpretación. Tal vez relacionada con algún proceso secundario.

Hay que tener en cuenta que la aplicación del análisis factorial a poblaciones tan poco numerosas (50 muestras) puede inducir a error, por establecer asociaciones basadas en un número muy limitado de pares, al tener mucha influencia los valores mas altos de cada elemento.

El análisis de las muestras de roca ha permitido, por tanto, poner de manifiesto que solamente se detecta un valor de interés en Au (2470 ppb) en una de las muestras, concretamente en la CM-H.23, tomada en un crestón de cuarzo con pirita gossanizada y algo de calcopirita, y con abundante clorita. En el resto de las muestras solamente destacan las CM-H.26, 27 y 28, procedentes de los gossans y escombreras de indicios de la zona de Los Barrancos, con valores de 40, 70 y 20 ppb respectivamente.

#### 4.3.-Geoquímica de suelos.-

En la zona investigada se han tomado un total de 1268 muestras, repartidas en 37 perfiles, tal como se puede ver en los planos 5 a 8. Además, se han duplicado 65 muestras, para control de errores analíticos, y se han considerado, a la hora de realizar la sistematización estadística, y la representación gráfica, las 150 muestras tomadas previamente por el I.T.G.E.

Las muestras se han analizado para Au (absorción atómica) y multielementos, mediante plasma ICP (P, As, Sn, Pb, B, Zn, Cd, Cu, Ag, Ni, Co, Fe, Mn, Cr, Mo, W, V, Nb. Y, Be, Ba, Al, Mg y Ti) y absorción atómica (Sb y Hg). El listado general de resultados se incluye en el Anexo II.

La sistematización estadística se ha realizado mediante histogramas en el caso de los elementos solicitados en el Proyecto (Au, Pb, Zn, Cu, As, Sb, Hg y Ba), y Análisis Factorial para el total de los elementos. A continuación se detallan los resultados obtenidos en cada caso.

4.3.1.- Oro.- Su histograma general se muestra en la figura 7, en la que podemos ver que un 90.20 % de las muestras se sitúan por debajo del límite de detección (5 ppb). Eliminando estas muestras obtenemos el histograma de la figura 8, en la que se aprecian inflexiones atribuibles a presencia de poblaciones diferenciadas en 10, 15 y 35 ppb, valores que se toman como umbrales de mapeo. Con estos valores, un 91.75 % de las muestras serían fondo, y el resto anómalas.

<u>ppb</u>	<u>frec</u>	
1.36	90.20	*****
1.86	.00	
2.54	.00	
3.46	.00	
4.72	.00	
6.43	2.82	*
8.77	.00	
11.96	2.05	*
16.31	.92	
22.25	1.06	
30.34	1.06	
41.38	.14	
56.43	.28	
76.95	.56	
104.94	.21	
143.11	.28	
195.17	.07	
266.16	.14	
362.97	.07	
495.00	.14	

Figura 7.- Histograma general correspondiente al Au (ppb).

<u>ppb</u>	<u>frec</u>		
6.80	28.78	*****	
9.24	.00		
12.56	20.86	*****	==== 10 ppb
17.07	9.35	*****	
23.21	10.79	*****	==== 15 ppb
31.55	10.79	*****	
42.88	1.44	**	
58.30	2.88	*****	==== 35 ppb
79.24	5.76	*****	
107.72	2.88	*****	
146.43	2.16	***	
199.05	.72	*	
270.58	1.44	**	
367.82	.72	*	
500.00	1.44	**	

Figura 8.- Histograma parcial correspondiente a Au mayor de 5 ppb. 139 muestras.

Con los umbrales establecidos despues de estudiar los histogramas no se ha realizado, en este caso, el contorneado de los isocontenidos en la sustancia referida, sino que en el plano 5 se han indicado, con símbolos, los valores puntuales de cada muestra anómala. Se distingue una anomalía, muy interesante, en la zona del Molino del Ventorrillo, que se continúa a lo largo de cuatro perfiles (5, 6, 7, 8) y a lo ancho de 1 a 3 muestras, con contenidos máximos en Au, lo que supone una corrida de 500 metros y una potencia media de 100 metros. Al Sur de ésta, en la zona de la linde de la finca de Algarín con la de El Ventorrillo, se observan valores anómalos de forma puntual en los perfiles 2, 3, 4, 5, 6 y 7, estando en la mayoría de los casos desplazados en corrida, por lo que es difícil continuar lateralmente, relacionándose algunas muestras con crestones de cuarzo con pirita y calcopirita.

En la zona del cortijo del Ciprés, área de los Barrancos, se ha localizado otra zona anómala a lo largo de cuatro perfiles (20, 21, 22, 23) y de 1 a 3 muestras de ancho, con valores máximos en algunas muestras; se relaciona con los indicios existentes en ésta zona, con los crestones de cuarzo y pirita y con los gossans. Al Sur de ese cortijo, se puede observar otra anomalía en los mismos perfiles que la anterior, y de 1 a 3 muestras de ancho, con valores máximos en dos muestras, situada sobre un lentejon carbonatado en parte gossanizado. Al Oeste del mismo cortijo se distinguen cuatro muestras anómalas en los perfiles 17 y 18, todas con valores máximos, y correlacionables en corrida dos de ellas, que se sitúan sobre rocas carbonatadas.

Todas estas anomalías descritas se ubican sobre el tramo carbonatado con pasadas de pizarras y volcanitas básicas, donde encajan las mineralizaciones gossanizadas, de las que hablaremos en el epígrafe de minería.

El resto de muestras anómalas se distribuyen de forma dispersa por toda la cartografía, especialmente por la parte occidental, sin que se les pueda dar una interpretación coherente.

4.3.2.- Plomo.- La figura 9 corresponde al histograma general para este catión, mostrando un 49.51 % de las muestras por debajo del límite de detección (3 ppm). En la figura 10 se han eliminado estos valores así como los inferiores a la mediana (30 ppm), y se aprecian inflexiones correspondientes a 100, 230 y 450 ppm, tomándose los dos primeros como umbrales de mapeo. El fondo constituye, en este caso, un 94.22 % de la población total.

<u>ppm</u>	<u>frec</u>	
1.44	49.51	*****
2.08	.00	
3.01	.99	
4.34	1.76	*
6.27	3.95	***
9.05	5.36	*****
13.06	5.71	*****
18.85	6.42	*****
27.20	6.14	*****
39.27	5.01	*****
56.68	4.65	****
81.82	3.31	***
118.10	2.05	**
170.47	1.34	*
246.07	1.41	*
355.20	1.41	*
512.71	.63	
740.08	.21	
1068.27	.07	
1542.00	.07	

Figura 9.- Histograma total para Pb.

<u>ppm</u>	<u>frec</u>		
30.73	12.67	*****	
37.77	12.67	*****	
46.43	15.00	*****	
57.07	10.33	*****	
70.15	11.00	*****	
86.23	7.67	*****	
105.99	3.33	*****	==== 100 ppm.
130.29	5.00	*****	
160.15	3.67	*****	
196.85	3.33	*****	
241.97	3.00	*****	==== 230 ppm.
297.42	5.33	*****	
365.59	2.33	*****	
449.38	1.67	*****	==== 450 ppm.
552.38	1.67	*****	
678.98	.67	**	
834.59	.33	*	
1025.87	.00		
1260.99	.00		
1550.00	.33	*	

Figura 10.- Histograma parcial para Pb mayor de 25 ppm (309 muestras).

Si observamos el histograma parcial de la figura 10 se puede ver que los umbrales seleccionados para realizar el mapeo están perfectamente definidos. A partir de ellos se ha realizado el contorno de las líneas de isocontenidos en Pb, que se pueden ver en el plano 7, en donde para sintetizar los resultados se han agrupado conjuntamente la sustancia indicada junto con el Cu. El criterio seguido para seleccionar las sustancias a agrupar en el mismo plano ha sido la sintetización de los planos y la mínima superposición de anomalías con objeto de que sean lo más claros posible.

En el plano 7 se identifica una anomalía de Pb en la zona del Molino del Ventorrillo un poco desplazada al Norte de la anomalía de Au descrita anteriormente; se extiende a lo largo de los perfiles 5,

6, 7, 8 y 9, con una anchura máxima de cuatro muestras. Al Sur de la anterior, justo en la linde de las fincas de Majalimar con El Ventorrillo, se puede reconocer otra anomalía entre los perfiles 4 y 5, máximo de corrida 200 metros y 150 metros de potencia, coincidente, en parte, con la de Au descrita en el apartado anterior y en esa misma área.

En la finca del Ciprés, zona de los Barrancos, se distingue otra anomalía de esta sustancia entre los perfiles 23, 24 y 25, con una anchura considerable, hasta seis muestras, centrada en el arroyo que parte de dicho cortijo, y desplazada unos metros al SE de la anomalía de Au descrita en esta zona. Aparte de las anomalías mencionadas se observan otras de menor interés, repartidas por la parte occidental del área cartografiada, de las que se podría resaltar la situada entre los perfiles 9, 11 y 13, centrada en un pequeño barranco al N del Molino del Ventorrillo.

El significado de las primeras se puede deber a las mineralizaciones gossanizadas ya indicadas, mientras que las últimas presentan problema a la hora de su interpretación.

4.3.3.- Zinc.- La figura 11 muestra el histograma general, apreciándose la práctica ausencia de valores por debajo del límite de detección (2 ppm). En el histograma parcial de la figura 12, considerando los valores por encima de la mediana (80 ppm), se aprecian cuatro inflexiones, que corresponden a 300 y 500 ppm, y que se toman como umbrales de mapeo. Con estos umbrales, un 85.54 % de las muestras serían fondo, un 6.84 % se sitúan entre 300 y 500 ppm, y un 7.62 % son mayores de 500 ppm.

<u>ppm</u>	<u>frec</u>	
1.52	.07	
2.32	.00	
3.53	.07	
5.37	.00	
8.18	.00	
12.46	.85	**
18.97	2.89	*****
28.89	12.00	*****
43.98	13.90	*****
66.97	16.16	*****
101.97	15.74	*****
155.26	11.57	*****
236.40	8.82	*****
359.94	6.00	*****
548.05	4.87	*****
834.47	3.46	*****
1270.57	2.26	*****
1934.58	.99	***
2945.60	.28	
4485.00	.07	

Figura 11.-Histograma general para Zn.

ppm	frec		
119.46	14.47	*****	
142.71	12.84	*****	
170.48	8.50	*****	
203.66	10.13	*****	
243.29	9.40	*****	
290.64	7.41	*****	
347.20	5.61	*****	----- 300 ppm.
414.77	6.33	*****	
495.49	5.61	*****	
591.91	3.25	*****	----- 500 ppm.
707.11	4.34	*****	
844.72	2.89	*****	
1009.11	2.35	*****	
1205.49	2.35	*****	
1440.09	1.99	*****	
1720.34	.90	***	
2055.14	.90	***	
2455.09	.00		
2932.87	.36	*	
3503.63	.18		
4185.47	.00		
5000.00	.18		

Figura 12.- Histograma parcial para Zn mayor de 100 ppm (553 muestras).

Con los umbrales seleccionados del histograma parcial de la figura 12 se ha realizado el contorneado de las líneas de isocontenidos para esta sustancia, mostrándose en el plano 6, junto con las del Ba. Se observa una anomalía muy importante en la zona del Molino, que se extiende por los perfiles 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20, hasta la zona del Ciprés, quedando abierta hacia el W, con una corrida de más de 3 kilómetros y una potencia media de 300 metros. Esta anomalía constituye una banda que se adapta perfectamente al soporte litológico, por lo que se puede interpretar como formacional; en dicha banda se localizan los horizontes mineralizados (gossans) asociados a los carbonatos y rocas básicas. En la parte del Ciprés, a la altura del cortijo, dicha

anomalía se corta para volver de nuevo a aparecer en la zona de los Barrancos, relacionada, en este caso, con los indicios existentes aquí y con los crestones de gossans.

Al Sur del Molino y en la linde con la finca de Algarín se observa una pequeña anomalía en los perfiles 4 y 5, unos metros al N de los afloramientos de cuarzo con pirita; si observamos el resto de los planos de geoquímica se puede ver que en este área se superponen anomalías de todos los elementos analizados.

Al Norte de la banda anteriormente indicada se distinguen varias anomalías dispersas por toda la parte occidental de la zona cartografiada, que en ninguno de los casos presentan continuidad en más de cuatro perfiles. Se puede destacar la que se sitúa en un pequeño barranco al N de la banda anómala principal, que a la vez coincide con otra de Pb, y cuyo significado se desconoce. El resto de las anomalías se atribuyen, en su mayor parte, a formaciones de carbonatos con gossan, siendo muy puntuales.

4.3.4.- Cobre.- El histograma general de la figura 13 muestra la ausencia de valores por debajo del límite de detección. Considerando los valores a partir de la mediana (60 ppm), se obtienen inflexiones en 90 y 175 ppm (figura 14), que se han tomado como umbrales de mapeo. El 77.69 % de las muestras sería fondo, un 19.0 % se sitúan entre 90 y 175 ppm, y un 3.03 % son mayores de 175 ppm.

Figura 14.- Histograma parcial para Cu mayor de 60 ppm. (636 muestras).

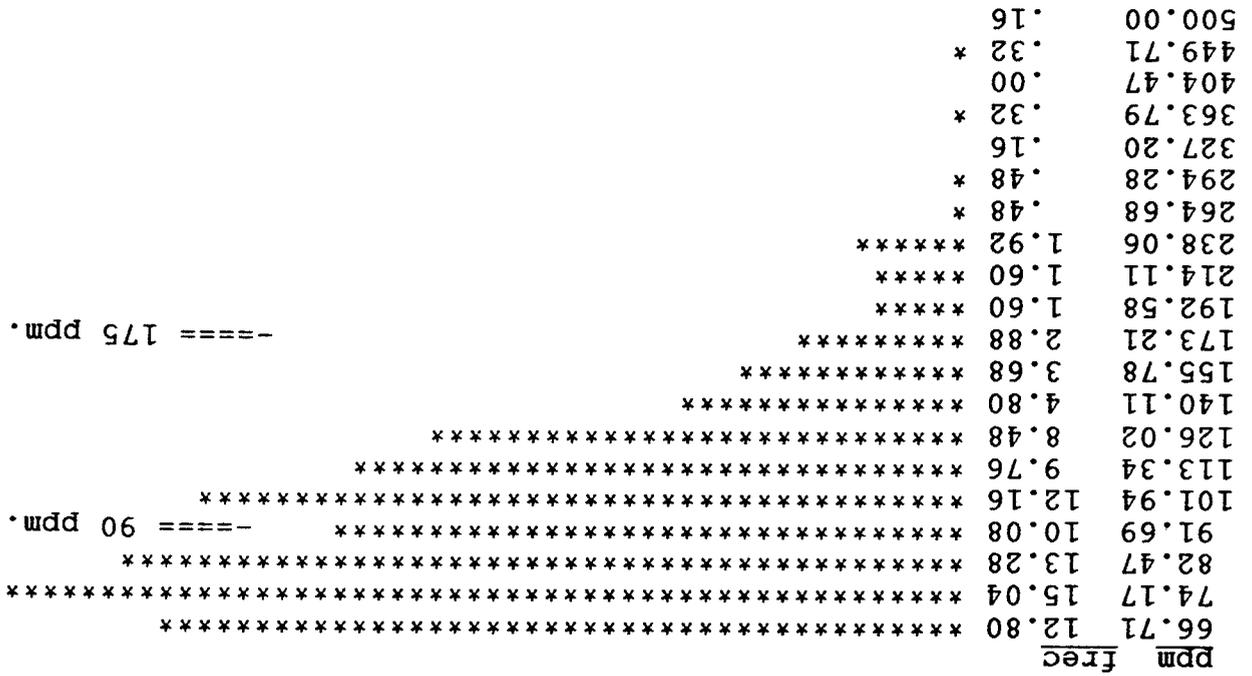
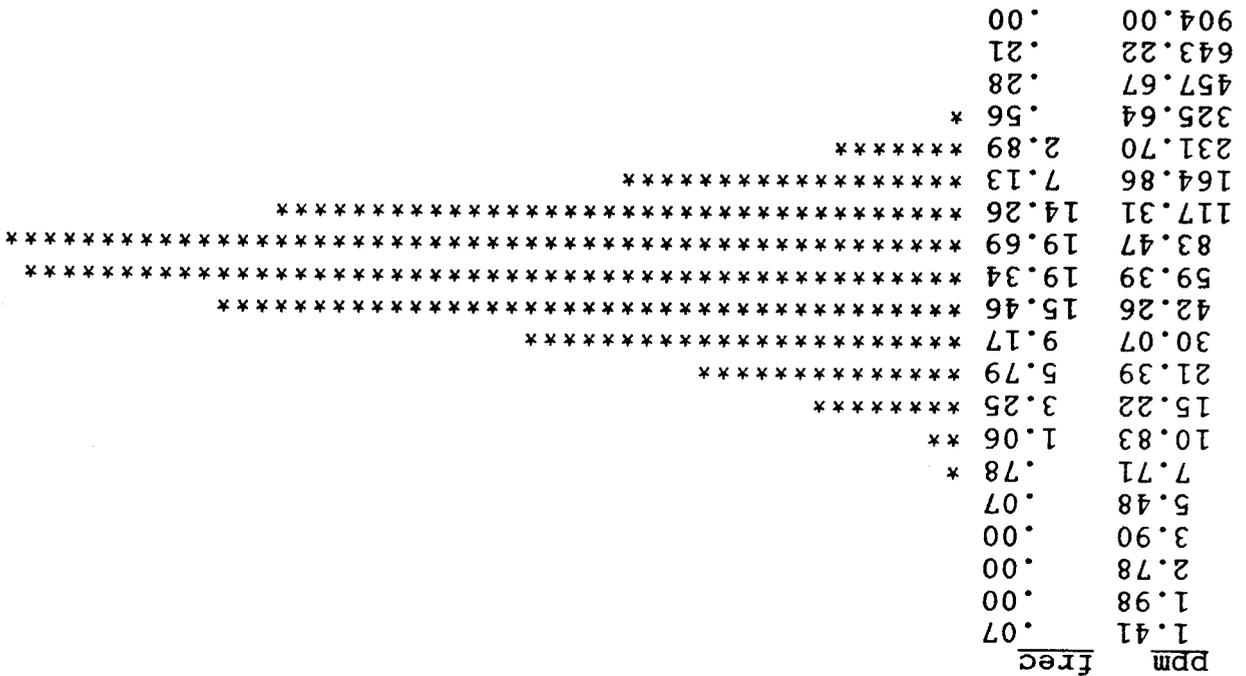


Figura 13.- Histograma general para Cu.



En el histograma parcial de la figura 14 se puede ver que los umbrales seleccionados, con los que se ha realizado el contorno de isocontenidos que se muestra en el plano 7, están perfectamente marcados para la sustancia en cuestión. En el referido plano se puede reconocer una zona anómala en la parte del Molino del Ventorrillo, definida por varias áreas anómalas de poca extensión, mal definidas y al N, S y W de la anomalía de Au descrita en esta zona.

Al Sur de éstas comienza otra en el perfil 1, que está abierta hacia el W y se extiende por los perfiles 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, y 27, quedando abierta también hacia el E. Presenta una anchura media de 300 a 500 metros y está curvada siguiendo la estructura de las rocas, por lo que pensamos que es de carácter formacional. Marca una banda anómala muy clara desde la zona del Molino al Ciprés.

4.3.5.- Arsénico.- Para este catión, un porcentaje del 47.64 % de las muestras se sitúan por debajo del límite de detección, situado en este caso en 9 ppm (ver figura 15). Eliminando estos valores, así como los comprendidos por debajo de la mediana de la población restante (30 ppm), se obtiene el histograma parcial de la figura 16, en la que se aprecian inflexiones en 70, 110 y 230 ppm, de las que se toman 70 y 230 como umbrales de mapeo. Un 90.62 % de las muestras serían fondo, un 8.18 % se sitúan entre 70 y 230 ppm, y un 1.2 %, por encima de 230 ppm.

<u>ppm</u>	<u>frec</u>	
1.42	47.64	*****
2.02	.00	
2.87	.00	
4.08	.00	
5.80	.14	
8.24	.35	
11.72	4.16	****
16.65	6.42	*****
23.67	9.10	*****
33.65	7.97	*****
47.82	8.33	*****
67.97	5.93	*****
96.61	4.52	****
137.31	2.26	**
195.16	1.76	*
277.38	.78	
394.25	.35	
560.35	.21	
796.44	.07	
1132.00	.00	

Figura 15.- Histograma general para As.

<u>ppm</u>	<u>frec</u>		
35.78	14.93	*****	
42.68	15.20	*****	
50.90	15.20	*****	
60.71	12.53	*****	
72.41	8.00	*****	==== 70 ppm.
86.36	10.13	*****	
103.00	6.40	*****	
122.85	3.47	*****	==== 110 ppm.
146.52	4.80	*****	
174.76	2.67	*****	
208.43	2.40	*****	
248.60	.80	**	==== 230 ppm.
296.50	2.67	*****	
353.64	.00		
421.78	.00		
503.06	.53	*	
600.00	.27		

Figura 16.- Histograma parcial para As mayor de 30 ppm. (375 muestras).

Los umbrales seleccionados para realizar el contorneado de las líneas de isocontenidos en As se han extraído del histograma de la figura 16, y se han representado en el plano 5, junto con los valores puntuales del Au, tal como se ha descrito.

Se distinguen dos anomalías de interés, una situada al Sur del Molino del Ventorrillo, en la linde de las fincas de Majalimar con El Molino, al Norte de los crestones de cuarzo con pirita y calcopirita, que se extiende por los perfiles 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, y 9, quedando abierta hacia el W. Su corrida es superior a 1200 metros y su potencia media, de 200 metros; coincide en parte con las anomalías de Au, Pb y Cu descritas para ésta zona. La otra se localiza en la finca de El Ciprés, extendiéndose por los perfiles 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 y 23, coincidiendo en parte con las anomalías de Au, de esta zona. Estas dos anomalías se encuentran dentro de esa banda que va desde El Molino

hasta los Barrancos (El Ciprés).

Se reconocen otras cuatro pequeñas anomalías de menor interés, en los perfiles 1, 2, 3, 4, 8, 9, 12, 13 y 14, dentro de esa banda arriba indicada, extendiéndose de forma arrosariada al Norte de la descrita en primer lugar.

4.3.6.- Antimonio.- La figura 17 muestra el histograma general para este catión, en el que se aprecia que un 76.94 % de las muestras se sitúan por debajo del límite de detección (2 ppm). En la figura 18 se han eliminado estos valores, obteniéndose el histograma mostrado en la misma, en el que se aprecia una inflexión clara en 5 ppm, único umbral que se ha considerado para este catión. Un 1.7 % de las muestras presentan un valor superior a éste.

<u>ppm</u>	<u>frec</u>	
1.12	76.94	*****
1.25	.00	
1.39	.00	
1.55	.00	
1.73	.00	
1.93	.00	
2.16	12.62	*****
2.41	.00	
2.69	.00	
3.00	.00	
3.35	6.21	****
3.74	.00	
4.17	1.76	*
4.66	.00	
5.20	.56	
5.80	.00	
6.47	.63	
7.22	.49	
8.06	.63	
9.00	.14	

Figura 17.- Histograma general para Sb.

<u>ppm</u>	<u>frec</u>	
2.62	54.74	*****
3.42	26.91	*****
4.47	7.65	*****
5.85	2.45	**
7.65	4.89	****
10.00	3.36	***

-==== 5 ppm.

Figura 18.- Histograma parcial para Sb mayor de 2 ppm (327 muestras).

Si observamos el histograma de esta sustancia se puede ver que solamente se puede elegir un umbral de anomalía. En el plano 8 se presentan de manera puntual las muestras con contenidos anómalos, junto con las de Hg. No se ha podido realizar el contorneado de las líneas de isocontenido para estas sustancias debido a que no presentan continuidad lateral evidente de unos perfiles a otros. Tampoco se aprecian anomalías de interés.

4.3.7.- Mercurio.- Su histograma general se muestra en la figura 19, en la que se aprecia como un 1.55 % de las muestras se sitúan por debajo del límite de detección (100 ppb). Considerando la población comprendida por encima de la mediana (800 ppb), se obtiene el histograma parcial de la figura 20, en el que se aprecian inflexiones en 3.500 y 8.000 ppb, que se toman como umbrales de mapeo. El 94.29 % de las muestras serían fondo, un 3.24 % se sitúan entre 3.500 y 8.000 ppb, y un 2.47 % son mayores de 8.000 ppb.

<u>ppm</u>	<u>frec</u>	
1.84	1.55	**
3.38	.00	
6.22	.00	
11.44	.00	
21.04	.00	
38.70	.00	
71.17	.00	
130.89	4.87	*****
240.72	9.03	*****
442.72	22.23	*****
814.22	26.46	*****
1497.45	19.20	*****
2754.01	9.24	*****
5064.99	2.82	*****
9315.18	2.26	****
17131.83	1.27	**
31507.68	.71	*
57946.75	.14	
106571.70	.14	
195999.30	.07	

Figura 19.- Histograma general para Hg (en ppb).

<u>ppm</u>	<u>frec</u>		
1066.83	32.53	*****	
1422.65	26.99	*****	
1897.15	12.46	*****	
2529.92	9.00	*****	
3373.73	5.02	*****	----- 3.500 ppb.
4498.98	2.25	***	
5999.55	3.81	*****	
8000.60	2.42	***	----- 8.000 ppb.
10669.07	.69	*	
14227.58	2.08	***	
18972.97	.87	*	
25301.11	1.04	*	
33739.91	.35		
44993.33	.35		
60000.17	.17		

Figura 20.- Histograma parcial para Hg mayor de 800 ppb (578 muestras).

En el plano 8 hemos representado, junto con el Sb, las muestras de Hg con valores anómalos. Se puede observar que no guardan relación entre ellas, ni con el resto de sustancias analizadas. Los valores anómalos de Hg están dispersos por toda la zona cartografiada, y no ha sido posible realizar el contorneado de las isolíneas de contenidos en esta sustancia, debido a que los valores anómalos no presentan continuidad de unos perfiles a otros.

4.3.8.- Bario.- Unicamente un 2.19 % de las muestras se sitúan por debajo del límite de detección para este elemento, como muestra el histograma general de la figura 21. El histograma parcial de la figura 22, considerando los valores por encima de la mediana (300 ppm), muestra inflexiones en 450 y 1.100 ppm, que se han tomado como umbrales de mapeo. Con ello, un 73.20 % de las muestras son fondo, un 23.13 % se sitúan en el primer intervalo, y un 3.67 % por encima de 1.100 ppm.

<u>ppm</u>	<u>frec</u>	
1.58	2.19	***
2.51	.00	
3.98	.00	
6.31	.00	
10.00	.00	
15.85	.00	
25.12	.00	
39.81	.14	
63.09	.85	*
99.99	4.23	*****
158.48	10.23	*****
251.17	21.72	*****
398.08	28.21	*****
630.91	20.17	*****
999.93	8.60	*****
1584.77	2.12	***
2511.67	.99	*
3980.72	.21	
6308.98	.21	
9999.01	.14	

Figura 21.- Histograma general para Ba.

ppm	frec	
328.94	10.32	*****
360.68	14.47	*****
395.48	9.46	*****
433.63	8.31	*****
475.47	9.74	*****
521.34	9.17	*****
571.64	8.17	*****
626.79	6.16	*****
687.26	5.30	*****
753.57	5.87	*****
826.27	2.87	*****
905.98	2.01	*****
993.39	1.58	*****
1089.23	1.00	***
1194.32	1.00	***
1309.55	1.00	***
1435.89	.14	
1574.42	1.15	***
1726.32	.57	*
1892.87	.57	*
2075.49	.14	
2275.73	.14	
2495.29	.57	*
2736.03	.29	
2999.99	.00	

====450 ppm.

==== 1.100 ppm.

Figura 22.- Histograma parcial para Ba entre 300 y 3.000 ppm (702 muestras).

Del histograma de la figura 22 hemos seleccionado los umbrales de anomalías que se han utilizado para realizar el contorneado de las líneas de isocontenidos en Ba, que se muestran en el plano 6, junto con el Zn. Se puede apreciar que hay bastantes zonas anómalas por toda la cartografía, de las que se destacan las anomalías dispersas, de poca corrida y sin coherencia geológica, de la zona del Molino, dentro de la banda anómala general que va desde el Molino a El Ciprés. En esa misma banda y hacia el Este se reconoce otra anomalía que se extiende entre los perfiles 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 y 26, y que sigue los niveles carbonatados de la zona Este del Molino hasta El Ciprés (Los Barrancos).

Al Norte del área investigada, tanto en los materiales carbonatados al Sur de la falla del Minjandre, como en los graníticos del Norte, se distinguen bastantes anomalías de esta sustancia, con buena continuidad lateral de unos perfiles a otros y relacionadas con las rocas indicadas.

#### 4.3.9.- Análisis Factorial.-

Con objeto de intentar establecer alguna sistemática en los resultados del análisis de multielementos, se ha realizado análisis factorial de los mismos. Los resultados se muestran en el Anexo III, y a continuación hacemos una síntesis de los mismos.

Se han excluido de este estudio aquellos elementos que arrojan mas del 90 % de los valores por debajo del límite de detección, así como los que forman menos de 75 pares de valores por encima de éste con el Au, por falsear los resultados. Con ello se obtienen 7 factores con autovalor mayor que 1, que son los que presentan interés, y que en conjunto explican el 70.2 % de la varianza; los factores obtenidos son los siguientes:

Factor 1.-Relaciona Ti, Be, V, Co, Y, P y Fe, fundamentalmente. Es una asociación característica de rocas ácidas, si

bien la presencia de Fe, V, y Co en la misma no es frecuente.

Factor 2.-Relaciona Ni, Cr, Mg, Co, V y Fe, fundamentalmente. Se trata de la asociación máfica, relacionada con la presencia de rocas básicas del área de estudio.

Factor 3.-Relaciona Ba, Fe y Mn, e Y en menor escala. Podría ser un factor de mineralización, dada la presencia de indicios mineros de esta composición en el área.

Factor 4.-Relaciona muy estrechamente a Pb y Zn. Es evidente que se trata de un factor de mineralización, que no presenta, aparentemente, componente litológico alguno.

Factor 5.-Relaciona As, Cu y Sb. Como en el caso anterior, parece tratarse de un factor de mineralización, sin un componente litológico evidente.

Factor 6.-Relaciona Nb y Al. Es probable que se trate de un factor litológico, quizás relacionado con los diques riolíticos, o con las pizarras mas alumínicas.

Factor 7.-Es el de mayor interés para nosotros, por relacionar Au y Sb. Al ser una relación poco evidente tanto en el mapeo de anomalías como en la comparación visual de resultados, se ha verificado que este factor se obtiene a partir de 80 pares de valores en que ambos metales se sitúan por encima del límite de detección, es decir, un 6.36 % del total, y se ha realizado el diagrama X-Y de la figura 23, en la que se aprecia que existe una cierta tendencia de correlación positiva entre ambos metales, tendencia que no se refleja en la representación de anomalías en los planos de geoquímica. Solamente se han representado los valores de Au por encima del límite de detección (138 casos).

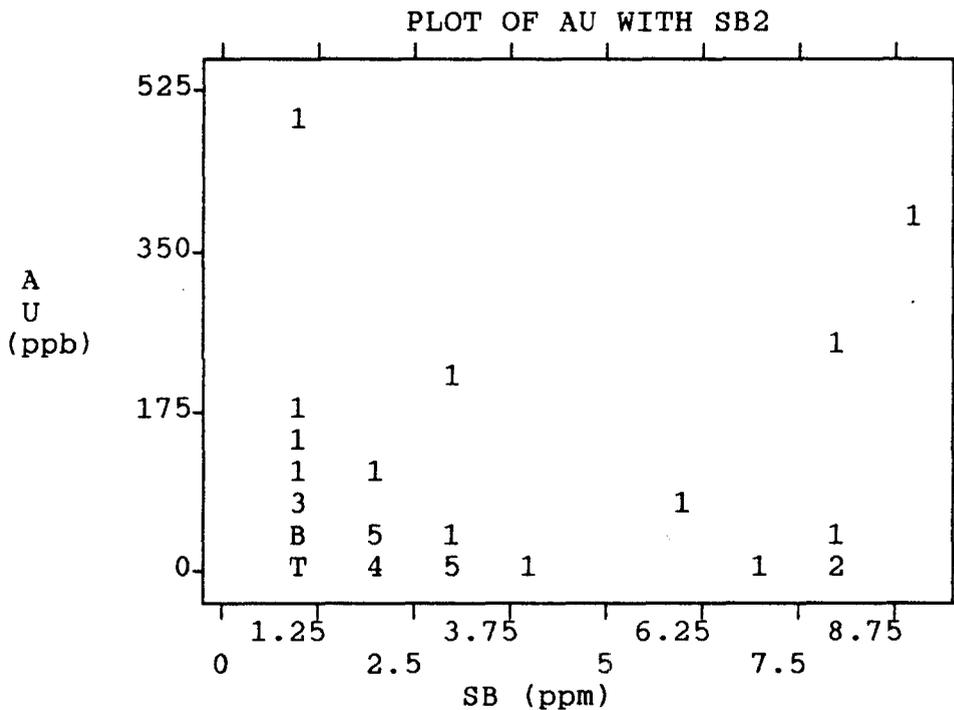


Figura 23. Diagrama X-Y, donde se representan los valores por encima del límite de detección de Au y Sb.

Así pues, este estudio ha permitido poner de manifiesto una serie

de factores tanto de origen claramente litológico (1, 2, 6), como aparentemente relacionados con mineralización, y especialmente, un factor que relacionaría Au y Sb, en los que se aprecia una cierta correlación positiva, no detectada en los planos de geoquímica.

5.- TELEDETECCION

## 5. TELEDETECCION.

Para este trabajo se adquirió una imagen Thematic Mapper (TM) de fecha 08/ 9/84, de 512 x512 pixels (ROW 34 PATH 202), que cubre una zona de unos 15\*15 Km, centrada en el centro del área cubierta por la cartografía geológico- minera a escala 1:10.000 (Punto de coordenadas 5º 32' - 37º 45' 30'').

El principal objetivo era la determinación de Gossans, a los cuales están asociadas las mineralizaciones estudiadas. Para un estudio de la imagen puramente espectral, las imágenes correspondientes a la proximidad del solsticio de verano tienen una respuesta máxima, al ser el ángulo de iluminación solar más ortogonal al suelo. Por el contrario, para una interpretación estructural, son más adecuadas las imágenes de invierno, ya que un ángulo de incidencia menor resalta los rasgos estructurales de la zona. Una imagen del fin del verano, como la que hemos utilizado en este caso, puede ser apta para ambas utilidades, teniendo la ventaja adicional de una menor interferencia de la vegetación (pastos) en la información espectral, al situarse en el periodo final del estiaje.

En las diapositivas 1 a 8 se recogen una a una las bandas del TM (la banda TM6, dos veces); igualmente en las diapositivas de 9 a 11 se recogen 3 composiciones de tipo RGB (Red-Green-Blue).

De la observación de la imagen TM se deduce la existencia de cuatro zonas, figura 24.

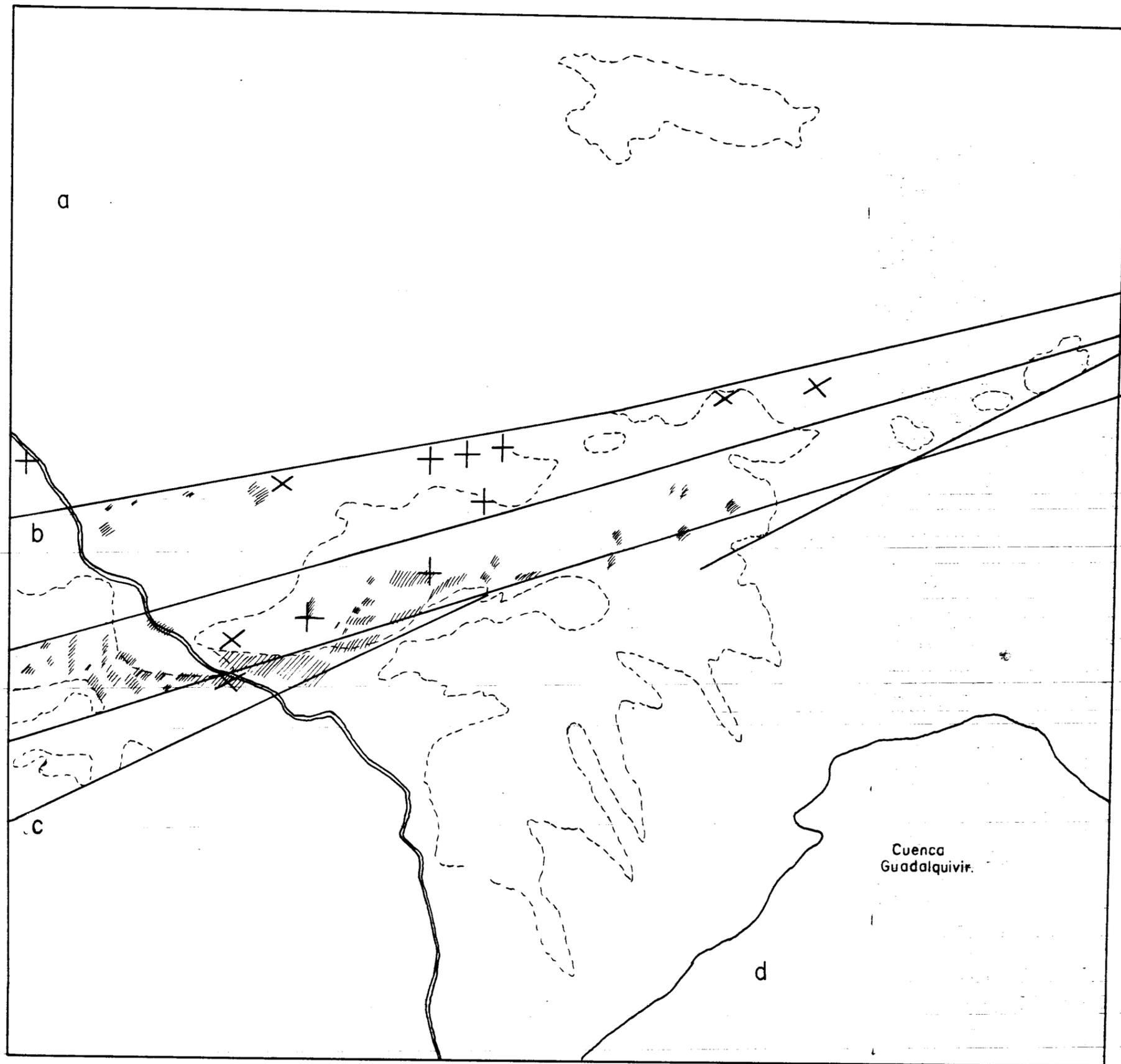
a.- Parte superior, que ocupa algo menos del 50% de la imagen y que está limitada por un gran lineamiento (N escena  $-75^\circ$ ), falla del Minjandre.

b.- Una franja inmediatamente debajo de la zona "a" con dirección aproximada N  $75^\circ$  E. y un ancho de 3-4 km en el Sector Oeste, y de 1'5 km en el Este. Es la zona de interés, donde está centrada la investigación realizada, presentando una fuerte vegetación.

c.- Situada debajo de la zona "b", tiene unas características no homogéneas. Está separada por el N de la anterior por otro gran lineamiento, que coincide con la falla de la Franca de las cartografías realizadas.

d.- Ocupa la esquina Suroriental y corresponde a la cuenca del Guadalquivir, zona de regadíos.

Con objeto de limitar las zonas de interés, se realizaron diversas combinaciones habituales de bandas, donde quedasen resaltadas tanto espectral como estructuralmente; también se realizó un análisis de vegetación para tenerlo de referencia, pues la zona de interés está fuertemente cubierta por la misma.



Límites espectrales

**LEYENDA**

- Zonas de máxima vegetación.
- //// //// Gossans Landsat.
- × Gossans Cartografía 1:10.000
- + Indicios Cartografía 1:10.000

Fig.- 24.

El ratio 5/7 (caracteres de reflectividad de la banda 5 partido por los de la banda 7) muestra dentro de la zona "b" una banda de bordes netos y paralelos, y con continuidad en toda la imagen. Quizás tenga una importante componente de la vegetación, pero en cualquier caso, como resultado de la comparación con el índice de vegetación, no es debido exclusivamente a una mayor abundancia de ésta. Esta banda también queda reflejada en la banda TM6.

También se probó el doble ratio 3/4:4/5, usado por VOLK, P., HAYDDN, R. y BODECHTEL, J. (1986) para detectar Gossans en la Faja Pirítica del SW. Tal como puede verse en la diapositiva 17, en este caso no se obtienen resultados positivos, ya que los posibles gossans que se obtienen con esta combinación no coinciden con los reconocidos en el campo, en las cartografías geológico- mineras realizadas.

En la diapositiva 11 se ha realizado un tratamiento RGB de las bandas 457, que se utiliza para discriminación litológica, pero que en este caso presenta enmascaramiento por la vegetación.

La diapositiva 12 marca el índice de vegetación, por lo que distingue las zonas con mayor vegetación dificultando la respuesta de la reflectividad de los suelos.

En la diapositiva 13 se presenta un Ratio 3/2, que se utiliza para separar contenidos en hierro en los suelos.

La diapositiva 14, Ratio 7/6, muestra diferencias de temperaturas, basadas en el diferente comportamiento térmico de los suelos que constituyen las rocas subaflorantes.

Las diapositivas 15 y 16, de Ratios 5/7, se utiliza para diferenciar contenidos arcillosos de los suelos; por tanto se puede utilizar para discriminación litológica, ya que dependiendo de la composición de los suelos tenemos diferentes rocas en el subsuelo.

La diapositiva 17 es un doble Ratio 3/4 y 4/5, que es el que se ha utilizado para determinar los gossans.

La diapositiva 18 es una residual de correlación de bandas 5 y 7, que tiene como objeto la discriminación litológica.

En la diapositiva 19 se muestra un composición RGB de tres Ratios 2/3, 5/7, 4/5; se utiliza para discriminación litológica, y muestra muy claramente las diversas zonas de la imagen.

De todas las combinaciones realizadas sobre la pantalla del procesador, la que mejor resaltaba las zonas de Gossans detectados en el campo, en opinión de los Geólogos responsables del proyecto, era una representación Hue - Saturation (HS) de las bandas 123.

En la diapositiva 20, se muestra la RGB - 321 de una zona de la imagen general y en la diapositiva 21 la HS correspondiente a la misma; las zonas de gossans están representadas por colores rojos -

amarillos siendo el resultado muy independiente de la vegetación. La diapositiva 22 es la misma combinación pero para toda la imagen, la cual no tiene la misma calidad que la 21, mostrando efectos de stripping (rayado).

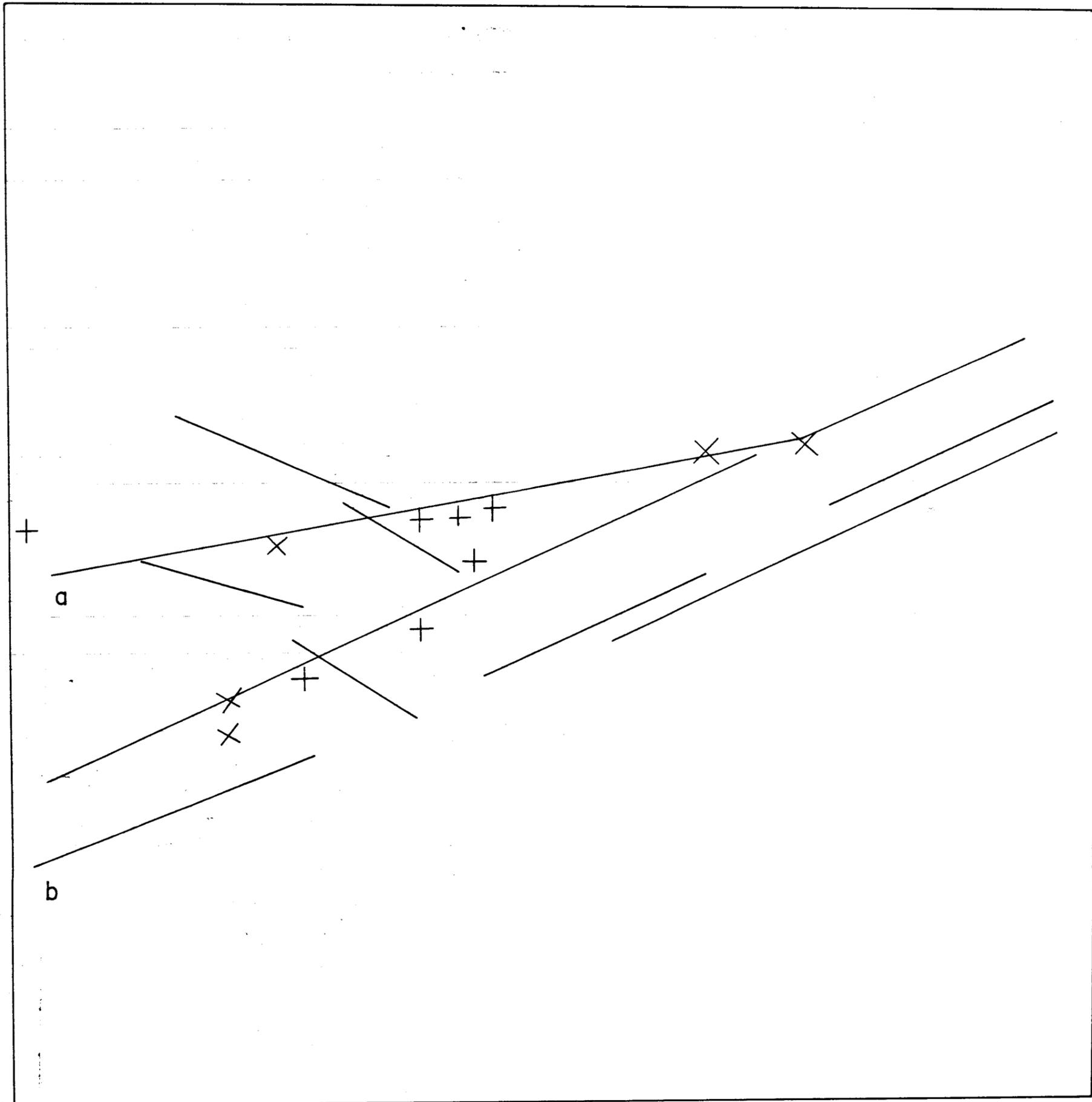
En la diapositiva 23, y sobre un fondo de TM4 se ha representado en amarillo las zonas que podrían corresponder a gossans, según el tratamiento de la imagen para detectar estas zonas oxidadas.

En lo que respecta al estudio de lineamientos y su relación con indicios y gossans, la diapositiva 24 constituye su resumen; se ha confeccionado a partir de varias imágenes y combinaciones de imágenes. Es apreciable la buena correlación estadística existente entre afloramientos de gossans e indicios con los lineamientos a y b (fig. 25). También parece de interés el cruce de estos lineamientos con los N 120° E.

Por último las diapositivas 25 y 26 muestran la correlación existente entre anomalías espectrales, lineamientos y situación de indicios.

### 5.1. Conclusiones.-

1.- Con los estudios realizados no se muestra un proceso adecuado para un resalte de gossans, quizás debido al tamaño de éstos. La



LEYENDA

- + Indicios,
- X Gossans.



Fig.- 25

diapositiva 23 muestra los posibles gossans según el tratamiento realizado para la detección de los mismos, pero según la información que disponemos del estudio geológico que hemos realizado (cartografías a escala 1:10.000 y 1:5.000), no corresponden con su situación en el campo.

2.- El estudio de lineamientos muestra una muy buena correlación estadística entre indicios y gossans con dos lineamientos. Pero según nuestra información geológica, extraída de las cartografías realizadas en el Proyecto, los indicios y gossans, situados a partir de dichas cartografías, no presentan relación genética alguna con lineamientos, sino que su origen es singenético con la formación donde encajan.

3.- Sería necesario mayor apoyo de campo para explicar ciertas características de la imagen, debido a que la cuña de interés, zona "b" de la figura 24, hacia la parte oriental, presenta unas características espectrales de difícil explicación geológica. En este tipo de áreas sería conveniente realizar estudios específicos que permitan establecer las causas de las anomalías espectrales, como podría ser el análisis de imagen considerando los resultados de la geoquímica de suelos para elementos de afinidad litológica (Mg, Ca...), o el análisis de tipos de arcillas en suelos, que podrían reflejar sutiles variaciones litológicas (procesos de alteración incipientes, p. ej.).

4.- En la diapositiva 20 aparece una anomalía espectral perfectamente diferenciable, con colores amarillentos y anaranjados,

situada en la zona del Molino, con la misma dirección que los gossans y las anomalías de geoquímica de suelos, pero con menor corrida.

6.- M I N E R I A

## 6. MINERIA.

Dentro del área investigada no se conoce actividad minera alguna de importancia; las labores que se han reconocido no son más que pequeños indicios, que no superan los 10 metros de profundidad.

En la oferta técnica que propuso M.A.Y.A.S.A. se recomendaba el reconocimiento de unos 20 indicios mineros dentro y en los alrededores del área investigada, para con ello introducirnos con mayores conocimientos mineros en la zona. Aparte de haberse realizado ésto, se ha hecho un análisis minucioso de todas las mineralizaciones que se han detectado en la ejecución de las cartografías, tanto a escala 1:10.000 como a 1:5.000, así como levantamientos detallados con brújula y cinta métrica de las labores de los indicios mineros reconocidos, desmuestres para análisis químico y 8 estudios mineralogénicos de probetas pulidas de las diferentes mineralizaciones distinguidas, para apoyo de los estudios metalogénicos.

### 6.1.-Tipología de los indicios mineros.

En el plano 4 se presentan todos los indicios mineros estudiados: 9 en la Hoja 941 (Ventas Quemadas) y 11 en la Hoja 942 (Palma del Río). Se ha confeccionado una ficha tipo I.T.G.E. de cada indicio que se encuentra en el Anexo IV, donde se indican todas las

características geológicas y mineras de cada uno.

Para realizar una síntesis de todos los indicios los clasificaremos de acuerdo con su morfología, mena principal y materiales encajantes.

1). Indicios Estratiformes. Este es el grupo más numeroso, lo constituyen 8 de ellos, tanto en la Hoja de Ventas Quemadas como en la de Palma del Río. A continuación pasaremos a describirlos de acuerdo con las características antes indicadas.

-Estratiformes de sulfuros gossanizados que encajan en el tramo carbonatado con intercalaciones de pizarras y rocas básicas (941/1, 941/2, 941/3, 941/4). Para nosotros éstos son los más interesantes, debido a que son con los que aparecen relacionadas las mineralizaciones que contienen Oro.

-Estratiformes de Fe que encajan en carbonatos (941/9, 941/11).

-Estratiformes de Fe, pirita y barita que encajan en la cuña de pizarras con pasadas de volcanitas, situada entre el granito biotítico de Maja Vieja- Los Recitales (941/5, 941/6).

-Estratiformes de sulfuros (Cu) que encajan en las rocas metamórficas del núcleo de Lora (942/3).

2). Indicios Filonianos. Dentro de éste grupo se han reconocido 4

indicios, 2 en la Hoja de Ventas Quemadas y 2 en la de Palma del Río. Se han diferenciado en tres subgrupos:

-Filonianos de Cu que encajan en materiales metamórficos del núcleo de Lora (941/7, 941/8).

-Filonianos con sulfuros complejos (Pb, Cu, Zn, Fe) que encajan en la formación arcósica de Torreárboles (942/7).

-Filonianos con piritita que encajan en la formación arcósica de Torreárboles (942/9).

3). Indicios masivos y/o Skarn. Dentro de este grupo se incluyen dos que se sitúan en la Hoja de Palma del Río (942/1, 942/6).

4). Indicios de morfología desconocida. Se tratan de tres indicios localizados en la Hoja de Palma del Río. Cada uno encaja en materiales diferentes: uno en la serie volcánico-sedimentaria en fácies distales del Norte de la banda de los granitos, en el que no se ha reconocido mineralización metálica alguna (942/2). Otro en los materiales arcósicos de la formación Torreárboles, cuya paragénesis es de galena, calcopirita y blenda (942/8). Y el último en las rocas básicas volcánicas y/o subvolcánicas que están asociadas a las calizas, posiblemente del Cámbrico (942/3).

## 6.2.-Mineralizaciones del área de interés.

Dentro de la zona cartografiada a escala 1:10.000 se han realizado cinco fichas de indicios mineros (941/1, 941/2, 941/3, 941/4, 941/5), correspondientes a once labores de reconocimiento de mineralizaciones, en la mayor parte de los casos oxidadas (gossans), bastante antiguas, que no llegan a superar los 10 metros de profundidad. Aparte, se han reconocido todas las mineralizaciones observadas durante la realización de las cartografías, que están indicadas con sus signos y colores correspondientes (sustancias, morfología, tamaño, etc.) en los planos geológicos (planos 1 y 2).

Para el apoyo del estudio metalogenético se han estudiado 8 probetas pulidas de las mineralizaciones más representativas, Anexo I.

La mayoría de las mineralizaciones reconocidas son de sulfuros, principalmente de pirita, que siempre, en superficie, se encuentra oxidada, en forma de gossans.

En la zona de Los Recitales el horizonte mineralizado está relacionado con un nivel de jaspes rojos que se sitúa estratigráficamente en el tramo carbonatado, y a muro del mismo.

La paragénesis de estas mineralizaciones es de pirita, como mineral principal, acompañada de óxidos de hierro: magnetita, oligisto, hematites y goethita. Como accesorios aparecen

ocasionalmente otros sulfuros: esfalerita, calcopirita y galena. El oro no se ha podido reconocer de "visu", únicamente se ha detectado en los análisis químico realizados, tanto en rocas como en suelos, pero la mayoría de los valores están asociados a éstas mineralizaciones; en unos casos a los gossans indicados y en otros a crestones de cuarzo con pirita bien cristalizada en octaedros y trazas de calcopirita (también cristalizada en tetraedros), procedentes, en nuestra opinión, de la removilización por efectos tectónicos de la mineralización descrita anteriormente.

El indicio 941/5, que se sitúa en la esquina NW de la cartografía a escala 1:10.000, pertenece a otra tipología. Encaja en una banda de materiales pizarrosos, con esporádicas pasadas de volcanitas, que aflora entre rocas graníticas del granito de Maja Vieja- Los Recitales. Se trata de unas mineralizaciones estratiformes de óxidos de hierro: oligisto, hematites, goethita y barita, acompañadas de pirita, que se extienden en corrida hacia el Noroeste, fuera ya del área investigada. Este indicio no ha dado contenido alguno en oro en los análisis químicos de muestras de roca.

Aparte de las mineralizaciones reconocidas en los indicios mineros indicados, se han observado numerosos afloramientos en parte gossanizados, con restos de pirita sin oxidar, calcopirita y otros sulfuros, todos ellos reflejados en las cartografías. En la mayoría de los casos se trata de mineralizaciones singenéticas que encajan en el

tramo carbonatado, techo de la serie volcánico-sedimentaria anteriormente indicado. A estas mineralizaciones es a las que se asocian las anomalías en Au, y el resto de las sustancias con contenidos anómalos (ver planos de geoquímica de suelos).

En la zona de Los Recitales, y al W del socavón con mineralización de pirita, se ha reconocido un pequeño filoncito de cuarzo y carbonatos con calcopirita que encaja en el tramo carbonatado con volcanitas básicas; de él se ha tomado y analizado una muestra de roca, sin obtener contenido en Au alguno.

Los gossans que hemos diferenciado en las cartografías corresponden a tres tipos, dependiendo de su morfología, por lo que en los planos se les han dado diferentes tramas. Los tipos reconocidos han sido los siguientes:

-Gossans estratoides.- Incluimos en este grupo los afloramientos de gossans concordantes o subconcordantes con la estratificación del encajante, pero con caracteres de detalle diferenciados. Así podemos distinguir: óxidos de Fe totalmente masivos (1), o asociados a un nivel de jaspes rojos (2), o brechas cementadas por los óxidos de Fe (3). En la mayor parte de los casos se ha llegado a reconocer pirita como mineral primario, que sería el mineral origen de la gossanización.

-Gossans en stockwork.- Constituyen un grupo también heterogéneo en detalle, caracterizado por la presencia de un entramado

(1): Calicata de Los Barrancos (indicio 941.3)

(2): Afloramientos al Este del socavón de Los Recitales (indicio 941.1)

(3): al Este del Molino del Ventorrillo.

de filoncillos de óxidos de Fe que encajan en materiales diversos. Está especialmente representado en la zona al S y SW del Molino del Ventorrillo, en las pizarras justo a muro del tramo carbonatado, y en la zona del Minjandre, en éste tramo. En estos casos se aprecia en la roca encajante una alteración sericítico-clorítica, así como una silicificación generalizada.

-Gossans dispersos.- Se trata, en este caso, de un grupo aún mas heterogéneo, que incluye todos aquellos afloramientos de roca afectada por una gossanización incipiente, que parece deberse a la presencia de mineralización diseminada de pirita en la misma. También se han incluido en este grupo zonas de la cartografía con cantos sueltos de rocas gossanizadas, sin que se hayan reconocido los afloramientos de los que pudieran proceder.

Como conclusión, podemos decir que se distingue dentro de la columna estratigráfica de la serie volcano-sedimentaria, y concretamente a techo, un tramo carbonatado con intercalaciones de pizarras y volcanitas básicas, con mineralizaciones (estratiformes) de sulfuros, principalmente de pirita, estando actualmente gossanizadas. Encajando en esas mismas rocas aparecen crestones de cuarzo con sulfuros (pirita y calcopirita) a favor de las superficies de esquistosidad, procedentes de removilización de las mineralizaciones primarias indicadas, a las que estarían asociados los contenidos detectados de Oro, bien en forma oro nativo en los gossans o bien en la red de la pirita y calcopirita.

## 7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 7.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El estudio realizado en la zona de Majalimar- Peñalevanto, incluida dentro de las Reservas Estatales Cerro Muriano A2 y Huéznar, ha consistido en la toma y estudio mineralométrico de 60 muestras de batea, cartografías geológico- mineras a escalas 1:10.000 y 1:5.000 de 4.500 y 1.550 Ha. respectivamente, realización y estudio de 50 láminas delgadas y 8 probetas pulidas, toma y análisis principalmente para Au, Sb, Hg, Zn, Cu, Pb, As y Ba de 48 muestras de roca y 1.268 de suelos y tratamiento estadístico de estos datos, estudio metalogenético de 20 indicios mineros, y análisis de una imagen LANDSAT que cubre el área de interés. Estos estudios han permitido obtener una serie de datos, de los que destacamos a continuación los mas importantes:

1). La zona de interés minero se extiende de W a E constituyendo una cuña entre dos fracturas importantes, las fallas de la Franca y del Minjandre. Está constituida por materiales volcano- sedimentarios, que asimilamos a la serie de estas características que se reconoce en todo el resto de la zona de Ossa- Morena en el límite Cámbrico- Precámbrico. Se han distinguido en las cartografías diferentes fácies volcánicas, de composición ácida y básica, así como un tramo con una mayor proporción de materiales carbonatados, que se sitúa a techo de la secuencia.

Al N de la falla del Minjandre se han reconocido y cartografiado diversas facies graníticas, que constituyen una cuña que se extiende

desde la Hacienda Peñalevanto al Este, adquiriendo un mayor desarrollo hacia el Oeste, fuera ya de la zona de trabajo. Afloramientos graníticos de menor entidad se han reconocido también dentro de la serie volcano- sedimentaria descrita en el párrafo anterior, concretamente en la zona de Algarín- El Ventorrillo.

2). Se ha realizado un estudio de la tectónica frágil, que permite establecer que la zona está afectada por una deformación de tipo cizalla, limitada por las fallas de La Franca y El Minjandre, con todo el sistema de fracturas establecido por RIEDEL (1929), incluyendo las fracturas distensivas que en otros puntos de la zona de Ossa- Morena están rellenas por mineralizaciones filonianas de Pb-Zn. Sin embargo, no hemos detectado en la zona investigada relación alguna de las fracturas con mineralización, ni en cuanto a la existencia de rellenos filonianos, ni en cuanto a la coincidencia de las mismas con anomalías de geoquímica de suelos.

3). Se han distinguido siete cuencas anómalas, en las campañas de bateas realizadas, de las que se podrían destacar las dos situadas en la parte oriental, que son las que ocupan mayor superficie y presentan mayor número de muestras con contenidos en Oro (área del Ventorrillo- El Molino).

4). De las 50 muestras de rocas tomadas en afloramientos

mineralizados, solamente se puede destacar la CM-H.23, tomada en un crestón de cuarzo con cristales de pirita en octaedros y calcopirita en tetraedros, que arroja un valor de 2.7 ppm. El resto de las muestras están por debajo del límite de detección, excepto tres de ellas que presentan valores muy bajos (entre 20 y 70 ppb) y que están relacionadas con los gossans de la zona del Ciprés (Los Barrancos).

5). La geoquímica de suelos ha puesto de manifiesto tres anomalías de Au de bastante interés que en orden de importancia son: la del Molino del Ventorrillo, la del límite de las fincas de Algarín y El Ventorrillo y la zona del Ciprés.

En las demás sustancias analizadas se distingue una banda anómala que se extiende desde el borde SW del plano a escala 1:5.000, incluso saliéndose del mismo hacia el W, hasta la zona de los Barrancos (Finca del Ciprés), con una corrida de más de tres kilómetros y trescientos metros de potencia media cartográfica. Dicha anomalía presenta buena continuidad, a lo largo de los perfiles, en Cu y Zn, y de forma arrosariada en Au (con las tres anteriormente descritas), As, Pb y Ba. En Hg y Sb no se reconocen anomalías que tengan continuidad en más de dos perfiles consecutivos.

Por lo tanto, se puede concluir diciendo que la zona de interés establecida mediante la geoquímica de suelos coincide con las cuencas anómalas para Au en bateas y con los afloramientos mineralizados puestos de manifiesto en las cartografías, adaptándose perfectamente a

la forma cartográfica del tramo carbonatado (zona del Molino-El Ciprés).

6). Dentro de la Serie Volcano-sedimentaria, y a techo, se distingue, en el tramo de rocas carbonatadas con intercalaciones de pizarras y rocas volcánicas de composición básica, una mineralización singenética de sulfuros, principalmente de pirita, que aparece gossanizada en la mayoría de los afloramientos. Esta mineralización se presenta interestratificada en este tramo y a muro del mismo, acompañada ocasionalmente de jaspes rojos. Además se han reconocido disseminaciones de sulfuros, principalmente en las rocas carbonatadas.

En la zona de Algarín, próximo a la linde con El Ventorrillo, se han reconocido crestones de cuarzo con cristales de pirita en octaedros y calcopirita en tetraedros, con contenidos de 2.7 ppm de Au en una muestra analizada. Se interpretan como removilizaciones, por efectos tectónicos, de las mineralizaciones singenéticas descritas.

7). La teledetección realizada pone de manifiesto que la cuña de materiales volcano-sedimentarios, en la que aparecen encajadas las mineralizaciones de interés, destaca claramente del resto, por su textura. Sin embargo, al intentar establecer un posible modelo para la prospección en detalle de las referidas mineralizaciones, no se ha conseguido caracterizarlas espectralmente, al menos de una manera biunívoca.

El estudio de lineamientos mediante esta técnica ha puesto de manifiesto alineaciones estructurales que en la mayor parte de los casos coinciden con fracturas cartográficas, pero además ha permitido detectar otras, por lo que pensamos que esta técnica es de gran interés para este aspecto en concreto.

Teniendo en cuenta todos los datos expuestos hasta el momento, podemos establecer que la zona presenta ciertas posibilidades mineras, que convendría determinar en detalle, realizando una serie de trabajos, entre los que nosotros proponemos los siguientes:

- 1). Realizar una cartografía geológico- minera detallada que amplíe, fundamentalmente hacia el Oeste, la realizada en el presente Proyecto. Esta cartografía estaría centrada, principalmente, en los materiales volcano- sedimentarios en los que encajan las mineralizaciones descritas.
- 2). Tomar una campaña de muestras de bateas, que amplíe, también hacia el Oeste las realizadas hasta la fecha.
- 3). Densificar, y ampliar hacia el Oeste, la geoquímica de suelos, en

especial en el entorno del Molino del Ventorrillo. Dado el gran espaciado de la malla actual respecto al tamaño de los gossans reconocidos, consideramos que la malla mas idónea para densificar las zonas ya reconocidas como de interés, sería del orden de 12.5x50 m., mientras que en las zonas nuevas, hacia el Oeste, se podría mantener la de 150x50m. La zona a cubrir dependería de la persistencia de anomalías, y de los resultados de los dos estudios antes propuestos.

4). Al estar la mineralización de interés asociada con sulfuros, entre los que destaca, con mucho, la pirita, pensamos que la geofísica eléctrica, y concretamente la Polarización Inducida, podrían dar buenos resultados en la mejor caracterización y/o delimitación en profundidad de bandas mineralizadas, con anomalías de geoquímica en suelos.

5). Con objeto de reconocer mejor los niveles portadores de la mineralización de Oro, recomendamos la realización de calicatas mecánicas, con pala retroexcavadora, con profundidad suficiente para demostrar y analizar los referidos niveles portadores, bajo el recubrimiento edáfico. Estas calicatas se realizarían a lo largo de los perfiles de geoquímica de suelos, entre los puntos de toma de muestras con contenidos anómalos en Au.

6). Una vez establecidos, mediante los trabajos propuestos, los puntos

de máximo interés, sería ya recomendable pasar al reconocimiento en profundidad de las bandas anómalas establecidas, mediante sondeos mecánicos con recuperación de testigo continuo.