

## APÉNDICE

### 1. Modelo de ficha de catalogación edilicia etnográfica-arqueológica.

<b>FICHA DE CATALOGACIÓN EDILICIA ETNOGÁFICA-ARQUEOLÓGICA.</b>					
<i>Yacimiento</i>	<i>Tipo Edificio</i>	<i>Fecha</i>	<i>Municipio / Provincia</i>	<i>Uso</i>	<i>Nombre Cat.</i>
<i>Hoja M.T.N./Esc</i>		<i>Orientación</i>		<i>Coordenadas U.T.M.</i>	
<b>Registro Gáfico Elaborado 1- Gáficos</b> Planta: Si / No    Otros (Especificar Tipo):					
<b>2- Fotografía</b>	Carrete N°:	Alzado (N°):		Otras Foto. (N°):	
<b>Descripción</b>					
<b>1 - Distribución Espacial.</b>					
<b>2 - Funcionalidades de los Espacios.</b>					
<b>3- Estado de Conservación.</b> <i>Exterior:</i> <i>Interior:</i>					
<b>4- Elementos de la Arquitectura</b>					
4.1- Materiales:					
4.2- Técnicas Constructivas:					
4.3- Recubrimientos: <i>Exterior:</i> <i>Interior:</i>					
<b>5- Decoración</b>					
- <i>Exterior:</i> SI /NO    N°:    Técnicas:                      Descripción/es:					
- <i>Interior:</i>					
I - Ambiente Principal (aP): SI / NO    N°:    Técnicas:                      Descripción/es:					
II- Ambientes Secundarios: SI / NO    N°:    Técnicas:                      Descripción/es:					
III- Corrales y almacenes: SI / NO    N°:    Técnicas:                      Descripción/es:					
<b>6-Procesos de degradación observables</b>					
6.1- Fase demográfica: Negativa /Positiva    Causa:					
6.2- Gafitos					
- <i>Exterior:</i> SI / NO    N°:    Técnicas:                      Transcripción:					
- <i>Interior:</i>					
I - Ambiente Principal (aP): SI/ NO    N°:    Técnicas:                      Transcripción:					
II- Ambientes Secundarios: SI / NO    N°:    Técnicas:                      Transcripción:					
III- Corrales y almacenes: SI / NO    N°:    Técnicas:                      Transcripción:					
6.3 - Depósitos superficiales					
- <i>Exterior:</i>					
- <i>Interior:</i>					
<b>7- Elementos de datación</b>					
7.1-Datación Absoluta: SI / NO    N°:    Descripción:                      Cronología:					
7.2-Datación Relativa: SI /NO    N°:    Descripción:                      Cronología:					
<b>8- Observaciones</b>					

**2. Modelo de ficha de unidad estratigráfica (U.E.) para el estudio estratigráfico de alzados.**

<b>FICHA DE UNIDAD ESTRATIGÁFICA</b>				
Yacimiento	Fecha	Área	Sector	U. E.

**Tipo:** *Situación Referencial:* C.A.: C.F.: U.F.: F.G.: - F.P.: - E.A:  
**Orientación:** -  
**Registro Fotográfico.** Carrete n.º: Exp. n.º :  
**Descripción:**  
**Técnica:**  
**Aparejo:**  
**Trabazón:**  
**Cimentación:**  
**Revestimiento:**  
**Decoración:**  
**Refacciones:**  
**Conservación:**  
**Observaciones:**

***Relaciones entre U.U.E.E.***

Equivale a:  
 Corta a:  
 Cubre a:  
 Rellena a:  
 Se adosa a:  
 Se apoya en:

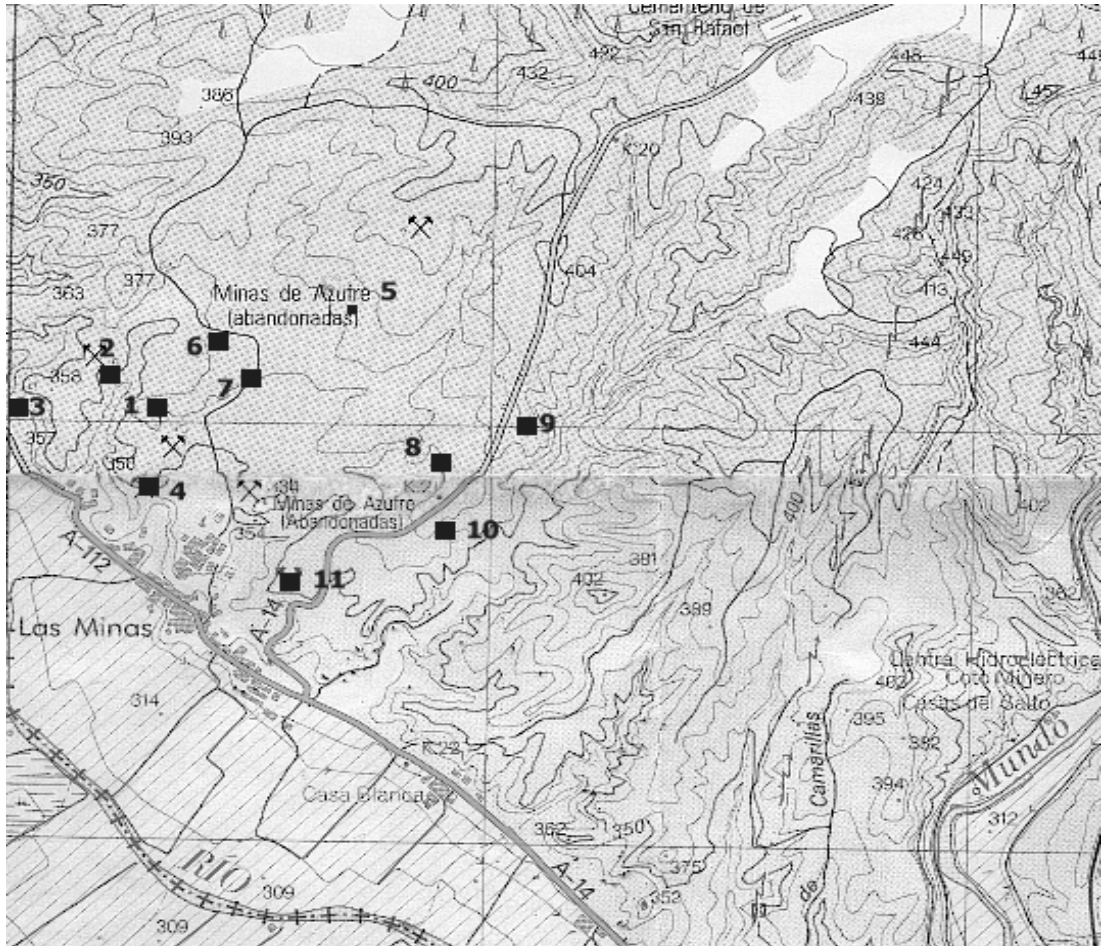
Igual a:  
 Cortado por:  
 Cubierto por:  
 Relleno por:  
 Se le apoya:  
 Se le adosa:

***Diagrama:***

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

***Elementos de Datación:***  
***Datación Provisional:***  
***Función-Interpretación:***

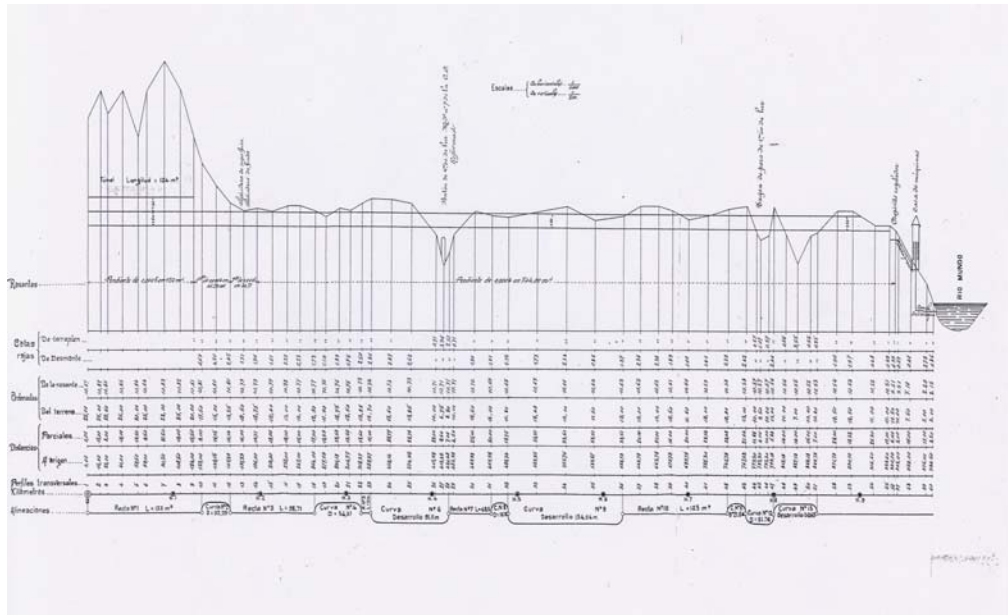
### **3. Ubicación U. T. M. de los principales pozos.**



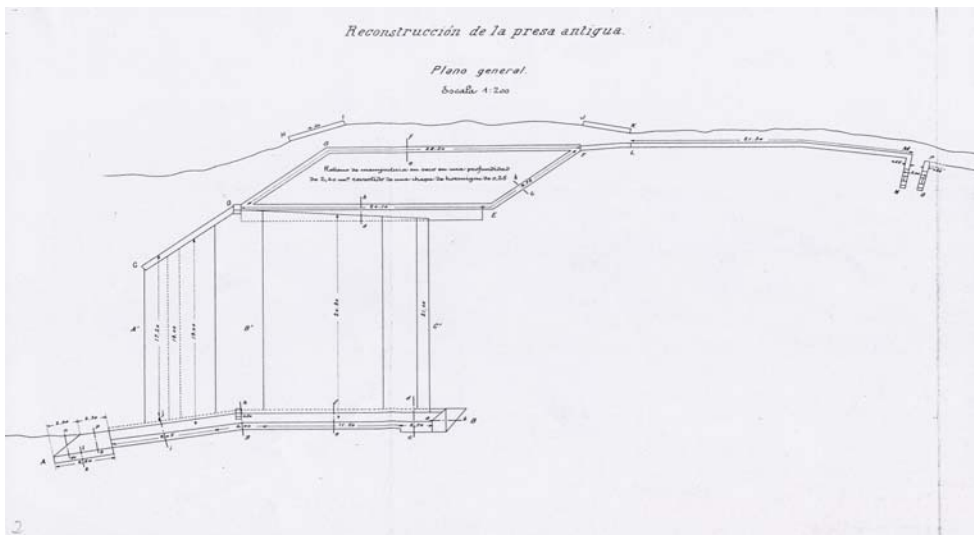
*Plano topográfico a escala 1:25.000*

- 1- Pozo San Javier: 0615308 / 4244028
- 2- Pozo Alfonsito: 0615218 / 4244133
- 3- Pozo Esperanza: 0615061 / 4244076
- 4- Pozo Socorro: 0615285 / 4243842
- 5- Pozo M.<sup>a</sup> Paz: 0614785 / 4244439
- 6- Pozo Rafaela: 0615547 / 4244232
- 7- Pozo San Rafael: 06155645 / 4244115
- 8- Pozo Rosario: 0615934 / 4243919
- 9- Pozo San Enrique II: 0616064 / 4244010
- 10- Pozo Hinojos: 0615992 / 4243753
- 11- Pozo San Eduardo: 0615626 / 4243666

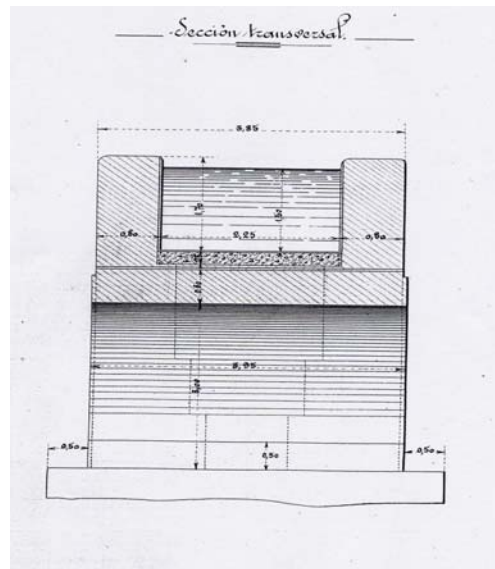
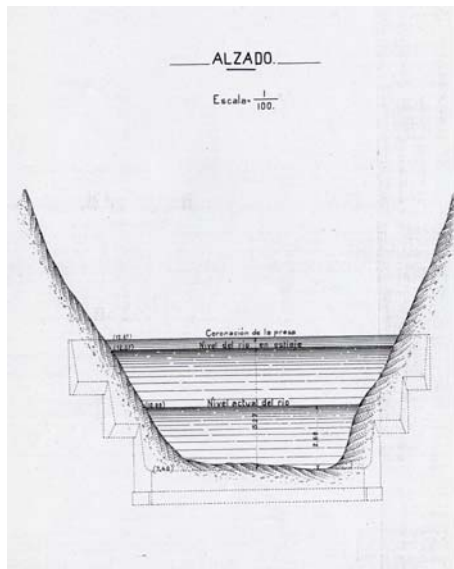
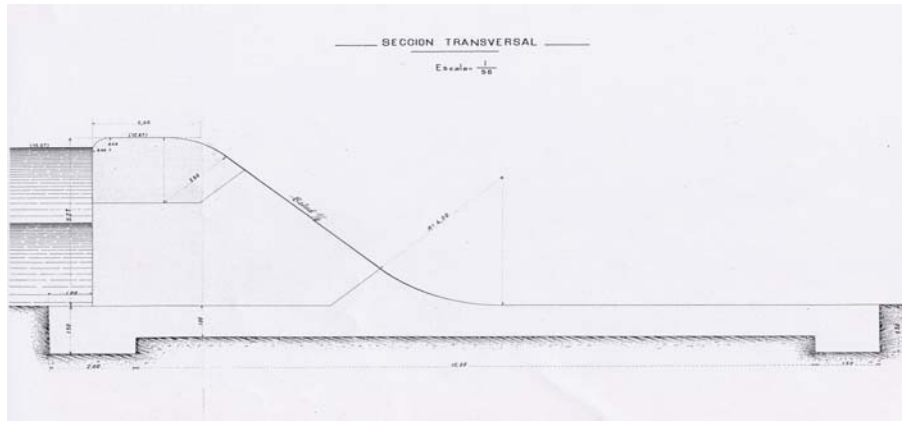
## 4. Proyecto original presa y salto - motor del río Mundo.



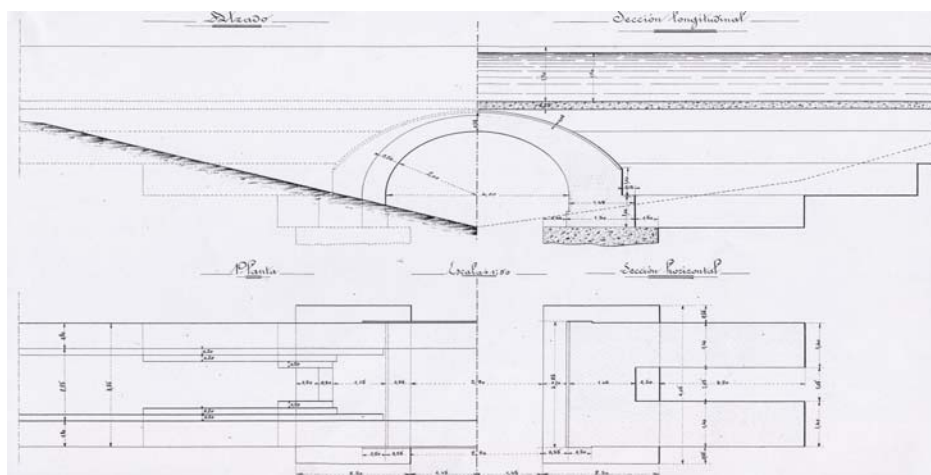
*Perfil Longitudinal del proyecto original de 1908.*



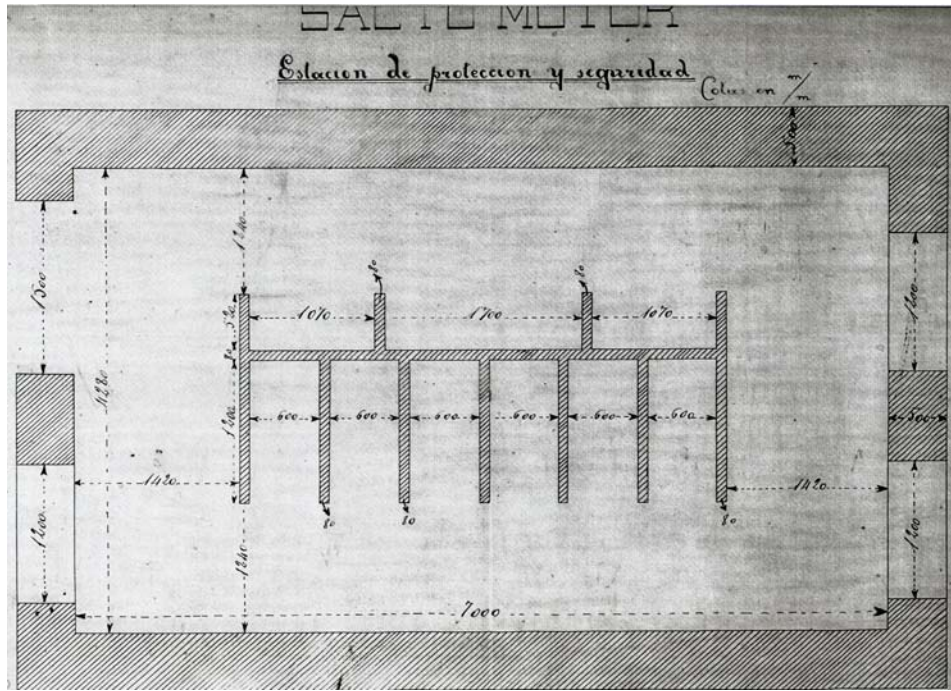
*Reconstrucción de la antigua presa del Río Mundo. Esta presa era necesaria para remansar las aguas antes de su llegada a la Casa de Máquinas.*



Arriba e izquierda, secciones de la presa. Derecha sección del pontón.

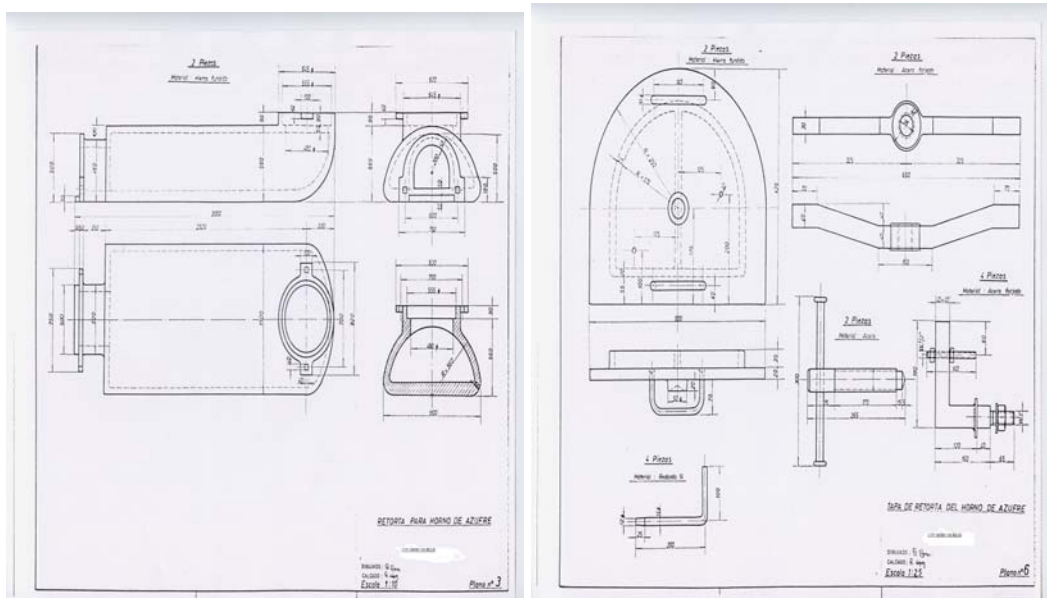


Pontón n.º 7 de la colección oficial para regular el caudal.

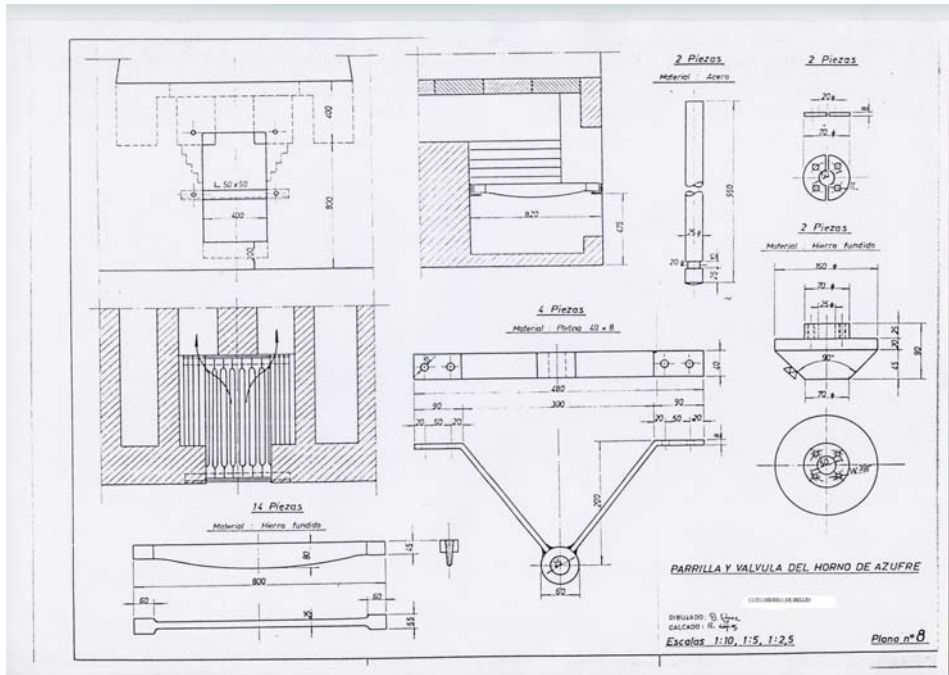


*Planta de la Estación de protección y seguridad que estaba cerca de la Casa de Máquinas.*

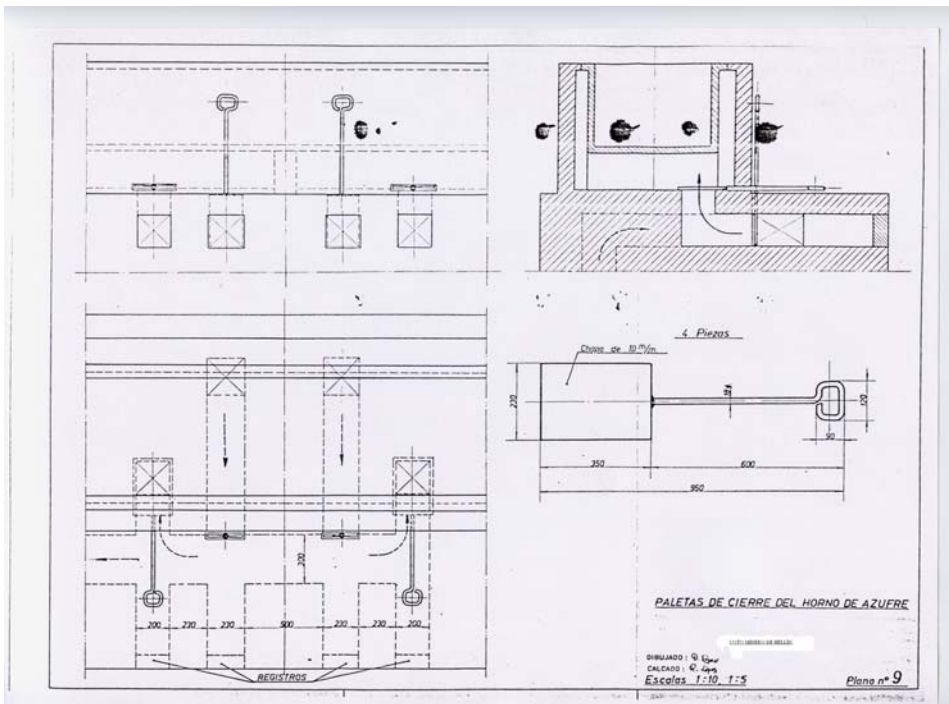
### **5. Detalles del horno y retorta de la cámara de sublimación.**



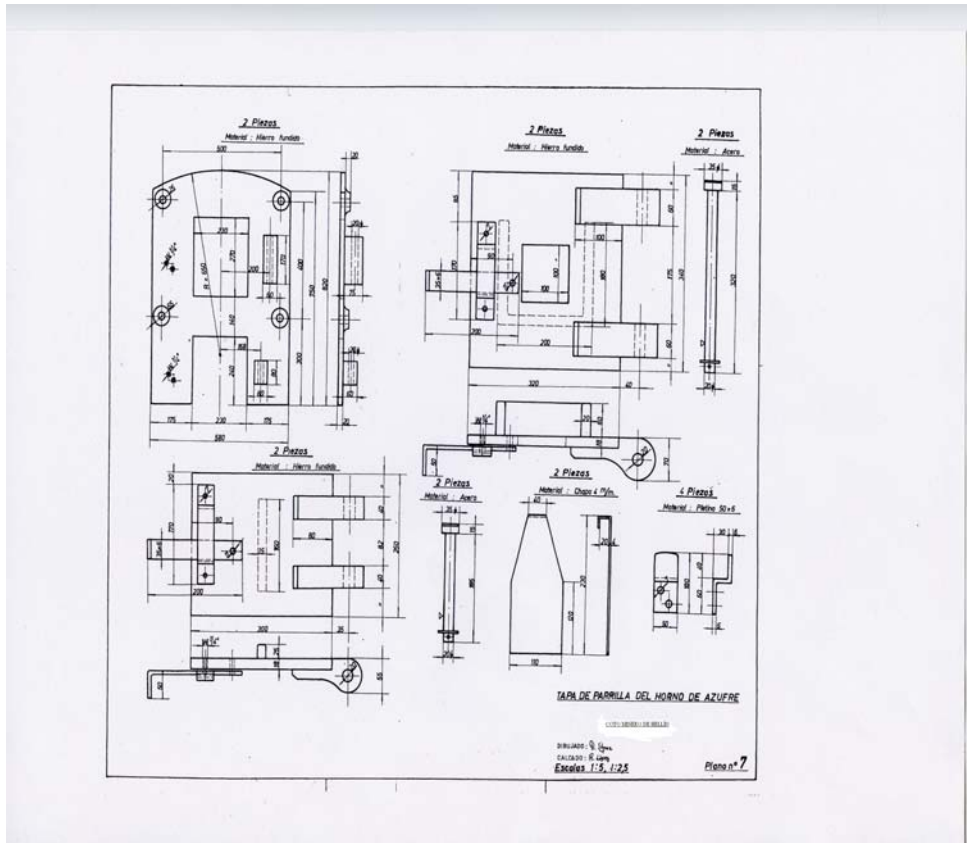
*Retorta y tapa de la retorta.*



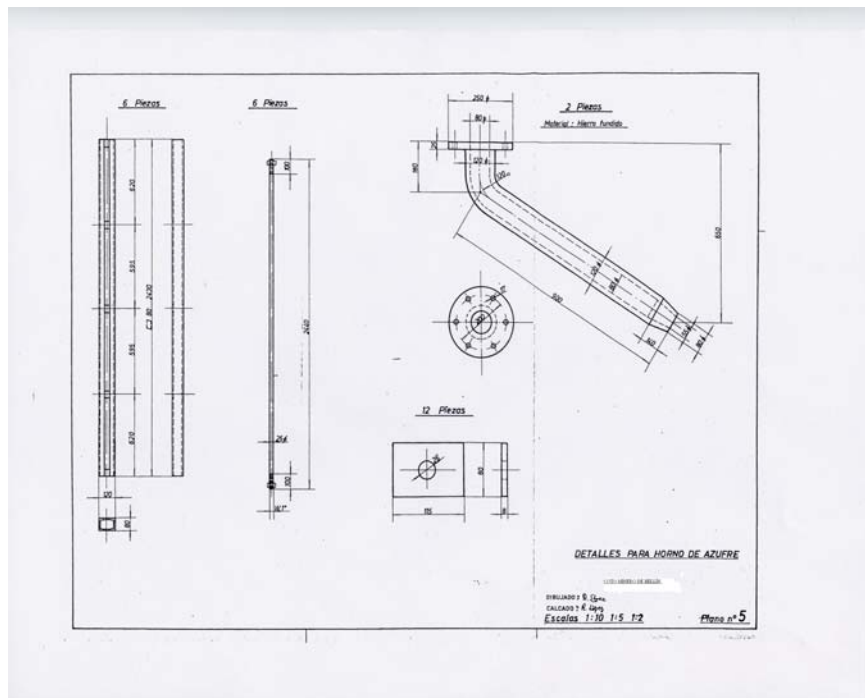
Detalles de la parrilla y válvula del horno.



Paletas de cierre del horno de azufre.



Tapa de la parrilla.



Conducto de evacuación de humos del horno.



## **6. Estudio por fluorescencia de rayos X de sedimentos, elementos constructivos y revocos de Las Minas de Hellín.**

El análisis por fluorescencia de rayos X se ha realizado extrayendo muestras de los siguientes lugares: Por una parte, de dos estratos del depósito de detritos mineros que se encuentra a la entrada del núcleo poblacional. En él se pueden distinguir claramente varios niveles correspondientes a distintos momentos de vertido (Selva Iniesta *et alii*, 1998: 47). Las muestras tomadas parecían bastante distintas, tanto por coloración como por discontinuidad; es lo que hemos llamado sedimento 1 y sedimento 2.

Por otra parte, se tomaron muestras de la argamasa y los recubrimientos de una casa-cueva, de la que ya se habían extraído muestras de madera el pasado año. En ellos se distinguió entre el encalado (zona más externa) del enlucido (zona más interna) para observar si existían diferencias en cuanto a la composición.

Las muestras recogidas no pueden marcar un desarrollo estadístico aceptable, aunque pueden señalar el inicio de una investigación en este sentido si se toma un abanico referencial más amplio, pudiendo incluso detallar si hay diferencias cronológicas en las mezclas de los enlucidos, encalados o de la propia argamasa.

No obstante, los resultados obtenidos son significativos y marcan ya unas pautas que presentaremos en la discusión de resultados.

La Espectroscopia de Fluorescencia de Rayos X es la técnica empleada cuando se quiere conocer con rapidez la composición elemental exacta de una sustancia. Mediante su uso es posible determinar todos los elementos del Sistema Periódico, desde el flúor hasta el uranio en muestras sólidas, polvos y líquidos. Asimismo, mediante la utilización de los patrones adecuados es posible realizar el análisis cuantitativo de los elementos presentes.



La Fluorescencia de Rayos X se aplica al estudio de aleaciones, minerales, rocas, catalizadores, recubrimientos (pinturas, barnices, esmaltes). También se puede utilizar para la determinación de elementos traza en productos petrolíferos, conservas alimenticias, residuos industriales y urbanos, etc.

El equipo disponible en estos Servicios Técnicos de la Universidad de Alicante, lugar de realización de los análisis, es un Philips modelo

PW1480 que incorpora un software de análisis semi-cuantitativo UNIQUANT II.

Las condiciones de trabajo han sido: 1480ScMo 80KV LiF220 Ge111 TLAP; realizándose sobre 5 muestras de enlucido, mortero, encalado y sedimento, provenientes de una casa- cueva de Las Minas de Hellín y de dos estratos de un depósito sedimentario de detritos mineros.

En los resultados de los análisis no se debe tomar en cuenta el porcentaje de Argón (Ar), puesto que es el escape que se origina por el alto peso molecular de las muestras, ni tampoco otros elementos cuyos porcentajes son mínimos, por lo que no suponen cambios significativos, a pesar de que son sedimentos producto de la intervención antrópica. Por igual motivo, también se han descartado elementos que presentan unas proporciones exiguas dada la escasa representatividad de la muestra.

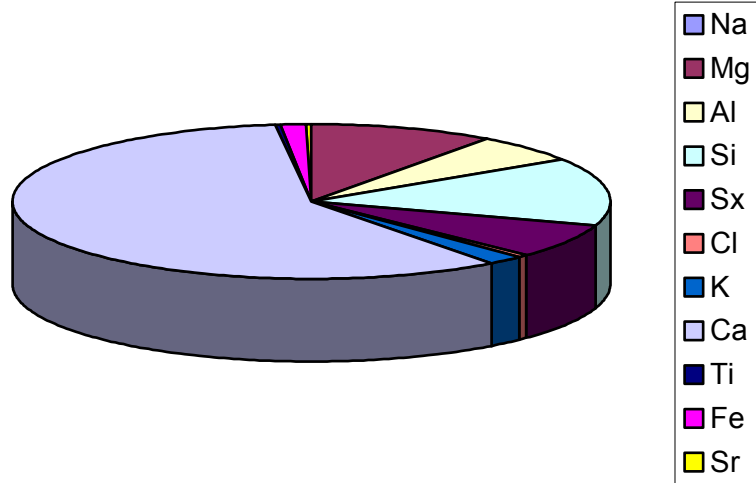
Por consiguiente, nos hemos centrado en los elementos mayoritarios sin poder entrar en estadísticas coherentes, puesto que los índices de validez no llegan a los mínimos y la exclusión de casos es clara.

Aunque se han eliminado los elementos minoritarios, que no harían sino dificultar la factibilidad del estudio estadístico, se procede a representarlos en la comparación de porcentajes para interpretar su significado en relación con las características del terreno.

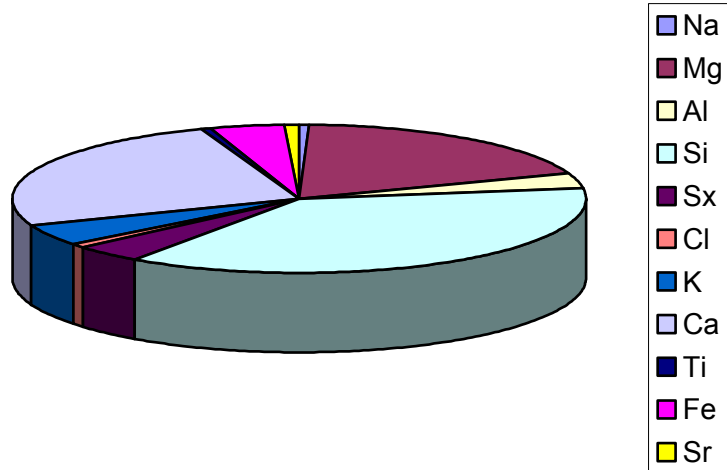
TABLA DE ANÁLISIS DE DETERMINADOS ELEMENTOS PROCEDENTES DE LAS MINUTOSAS DE HELLÍN  
A TRAVES DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X (XRF).

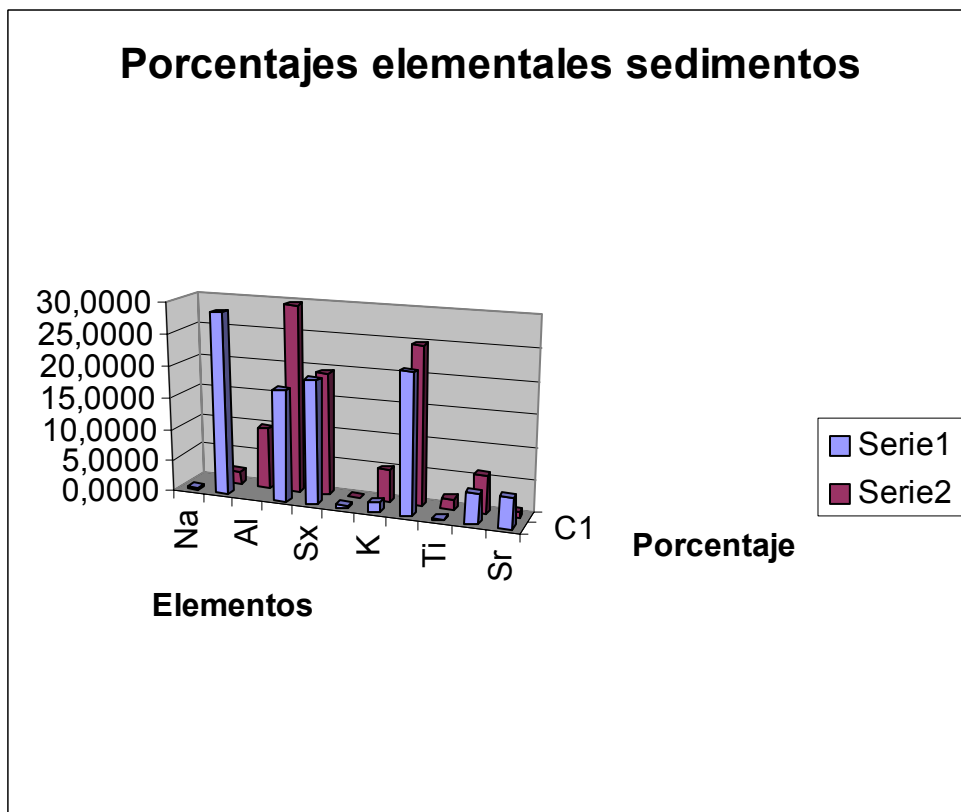
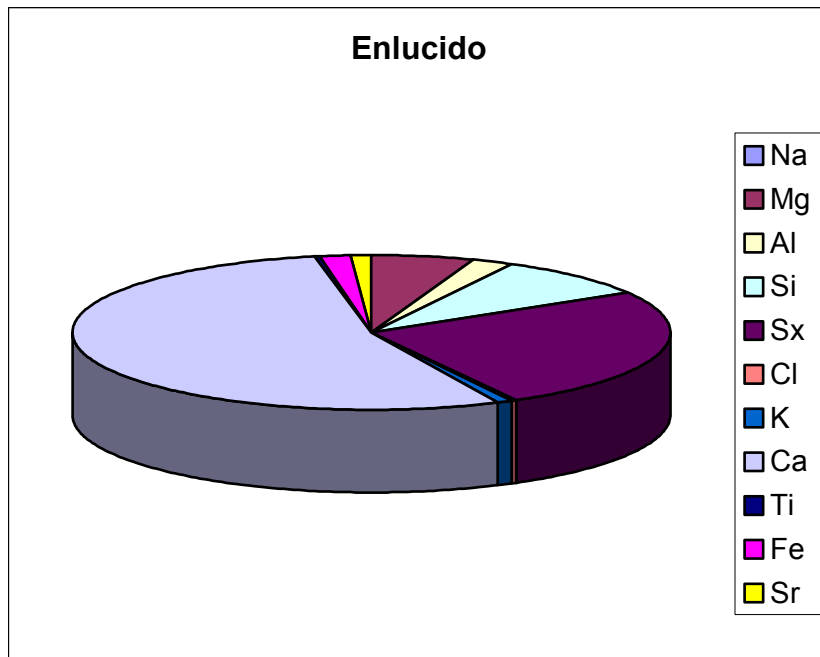
Las Minas	Na	Mg	Al	Si	Sx	Cl	K	Ca	Ti	Fe	Sr
Encalado		10,0400	5,6100	14,1100	7,2800	0,5430	1,8400	57,8800	0,3960	1,1700	0,3720
Argamasa	0,5160	18,8300	3,1600	36,7200	4,0600	0,7010	4,6300	25,2000	0,5440	4,1100	0,9160
Enlucido		5,5500	2,0700	8,6100	25,6400	0,1400	0,7910	53,9700	0,2420	1,5600	1,1400
Sedimento 1	0,3390	28,5800		17,4000	19,4600	0,5160	1,5500	21,9000	0,2420	4,6700	4,8000
Sedimento 2		2,1000	9,6900	29,5200	19,4200	0,0196	5,1000	24,8100	1,6800	6,0300	0,9160

### Encalado



### Argamasa





La interpretación de los resultados señala que, en primer lugar, en el **encalado** se aprecia una mezcla de arcillas magnésicas con un porcentaje algo menor de illíticas (Si, Mg, Al, Cl, K), en combinación con el óxido de calcio, producido este último por la cal derivada de los carbonatos de la zona.

En cuanto al **enlucido**, nos encontramos casi con la misma composición. Lo único que baja es el porcentaje de magnesio a favor del hierro-estroncio, lo que nos daría una mezcla arcillosa más férrica y menos magnésica. De cualquier forma, ambas están presentes en las inmediaciones de la zona. Las cantidades de óxido de calcio, aunque algo variables, son similares, lo que demuestra la maestría en la mezcla de los encalados-enlucidos; es decir, que quienes construyeron o arreglaban habitualmente las casas tenían un conocimiento claro de ese tipo de “reparaciones” periódicas.

Un dato a tener en cuenta es la variabilidad de sulfatos que aparecen, o sea, que en algunos casos la mezcla es algo diferente. No obstante, dada la geología de la zona y el movimiento de tierras a la que ha estado sometida, el armazón del encalado sería distinto, como ya hemos apuntado por las diferencias de magnesio, elevando las cantidades de sulfatos, quizá por recoger elementos finos ya procesados en la extracción del azufre.

Con respecto a la **argamasa**, como podemos apreciar, varían las cantidades de silicatos, más en relación con la propia composición de la misma, contiene elementos más silicatados y con carbonatos, sin duda relacionados con feldespatos (silicato), muy propios del cemento, cuyo uso se remonta al menos al siglo XIX.

En cuanto a los sedimentos I y II, se trata básicamente de escoriales con similares contenidos en sulfatos. La diferencia entre los dos niveles viene dada por el contenido de silicatos y magnesio, caracterizando claramente dos niveles estratigráficos que se corresponderían con dos vertidos distintos. Esto se puede interpretar como que estos dos niveles han sido originados por vertidos de gangas mineras de azufre de capas distintas, sin que ello suponga necesariamente con dos momentos cronológicos distantes, aunque tampoco sería descartable.

Lo único que parece seguro es que en la última etapa quedó cubierta o cortada por una construcción posterior, una panadería con su horno correspondiente, que prolongó su existencia durante el siglo XX.

También se debería de tener en cuenta el gado de solubilidad y lixiviación del terreno, donde pueden percolarse sales, que en el caso de los sulfatos no variaría por la uniformidad del entorno geológico o antrópico, consideraciones que se desvelarán cuando se excave.



Por consiguiente estamos ante dos estratos de distinta utilización, puesto que las construcciones últimas pudieron estar encima de un vertido de escorias o incluso de un alfar (testar), dadas la cantidad de cerámicas que aparecen en el perfil o, incluso de un antiguo horno de procesado de azufre. Únicamente la excavación del lugar, como hemos dicho, dará luz a este tema.

## **7. Análisis de suelos y estructura geológica de la zona.**

### ***7.1. Origen y conformación de la zona<sup>1</sup>.***

Parece ser que durante el Triásico medio tiene lugar una sedimentación marina con episodios carbonatados bajo un clima de aridez, algo que condiciona la formación de depósitos salinos. A partir del Jurásico inferior el ambiente es marino con deposición de carbonatos en un régimen de llanura mareal y canales submareales, llegando a formarse hasta charcas.

Durante la fase Dogger parece existir una interrupción sedimentaria que se puede ver a nivel regional, donde son difíciles de datar aunque parece asociarse al Bathoniense o Calloviense.

A partir del Oxfordiense superior es cuando se empieza a conocer bien la cuenca Jurásica, con transgresiones que ocasionan el adelgazamiento y la total desaparición hacia el oeste de estas cañozas. Durante el

---

<sup>1</sup> La siguiente información sobre el origen, conformación y el cuaternario han sido extraídos del Mapa Geológico Nacional 72, Hoja de Elche (García Rosell *et alii*, 1982) e incluidos en este apéndice como contexto esencial del análisis edafológico.

Kimmerdgiense inferior y medio empieza a marcarse un carácter regresivo, observándose sedimentos de plataforma interna y depósitos mareales de influencia continental con barras oolíticas. En este momento se producen avalanchas de materiales detríticos silíceos de origen meridional.

A final de este período, y como en otros lugares, quedaría la zona emergida retirándose el mar al Prebético interno y zonas marginales del externo. Los depósitos de facies Utrillas se corresponden con un sistema de abanicos aluviales procedentes de la meseta y que tendría lugar durante el Albiense superior.

Durante el Cenomaniense se produce una nueva invasión marina, continuando la sedimentación carbonatada de tipo restringido.

A finales del Cretácico y principios de Eoceno, debieron comenzar movimientos que motivaron una elevación y emersión de la región. Antes del Aquitaniense se debió producir una fase de deformación bastante importante que se alterna con fases de sedimentación.

Consecuencia de todo ello se inicia una etapa de sedimentación fluvio-lacustre de zonas deprimidas. A finales del Mioceno se produce a nivel regional una etapa distensiva que forma *grabens* y depresiones, correlacionándose con el vulcanismo neógeno del Prebético del Turolense-Plioceno.

Ya en el Plioceno se instala un régimen continental probablemente fluvial y de abanicos aluviales que actuarán hasta el cuaternario.

### ***7.2. El Cuaternario de la zona.***

Pleistoceno: Afloramientos de travertinos que se localizan a junto a las Minas de Hellín. Su génesis se asimila con antiguas fuentes y manantiales.

Holoceno: Se observan mantos de arrollada difusa, abanicos aluviales, depósitos de playas, glaciares, conos de deyección, mantos aluviales y coluviales, depósitos de rambla y terrazas. En este sentido nos encontramos con conglomerados, arenas, limos y arcillas, algunas veces encostrados, otras en superficie como depósitos de playas arenosos.

Así mismo nos encontramos dentro de lo que es la red hidrológica actual (ríos Segura y Mundo) terrazas y aluviones colgados que son testigos de las primeras fases del encajamiento fluvial y que valoraremos posteriormente en base a los análisis de suelos.

### ***7.3. Análisis de suelos.***

#### ***7.3.1. Experimental.***

Una vez recogidos los suelos se procede al secado de los mismos y posteriormente se realizará su tamización, mediante un tamiz de 2mm.

-Análisis del ph: Se ponen en un bote 10 g de suelo con 25 ml de agua destilada y se agita durante 10 minutos. Se deja en reposo, hasta que el extracto quede bastante claro, entonces, se mide el pH en el pH-metro.

- Conductividad eléctrica: En un bote se ponen 5 g de suelo con 25 ml de agua destilada y se agita durante 30 minutos. Se deja en reposo hasta que quede el extracto bastante claro y se mide en el conductímetro anotando la temperatura.

- Macronutrientes ( $\text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{Mg}^{2+}$ ;  $\text{Na}^+$ ;  $\text{K}^+$ ): Se ponen 2 g de suelo más 20 ml de acetato amónico 1N y se agita durante 30 minutos. Se pasa el extracto de los botes a los tubos de ensayo filtrando las muestras. A partir de este extracto se hace una dilución 1:50 y se mide en el AAS (Espectrofotómetro de Absorción Atómica). Para hacer los cálculos usaremos la siguiente fórmula:

$$\text{Concentración (mg / litros)} = \text{lectura} * 10 * \text{dilución}$$

- Caliza activa: Se pone 1 g de suelo más 25 ml de oxalato amónico 0,2N y se agita durante dos horas. Se deja reposar. En un matraz con depósito central se ponen 4 ml del extracto y en el depósito 4-5 ml de HCl 1:1. Se prepara un blanco con 0,2 g de  $\text{CO}^3\text{Ca}$  (anotar el peso), y se valora en el calcímetro. Para los cálculos usaremos la siguiente fórmula:

$$\text{Cal. Act. 0/00} = \text{Peso } \text{CO}^3\text{Ca} * \text{Vol. Muestra} * 25 * 1000 / (\text{P. muestra} * \text{vol } \text{CO}^3\text{Ca} * 4)$$

- Carbonatos: Se pesan aproximadamente 0,2 g de suelo, anotando el peso, y se ponen en un matraz con depósito central. Se ponen también unas gotas de agua destilada. En el depósito se ponen 4 o 5 ml de HCl 1:1. Se hace un blanco con  $\text{CO}^3\text{Ca}$ , anotando el peso. Se valora en el calcímetro. Para los cálculos utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\text{Carbonatos \%} = (\text{P. CO}^3\text{Ca} * \text{Vol. Muestra} * 100) / (\text{P. Muestra} * \text{Vol. CO}^3\text{Ca})$$

- Materia orgánica oxidable: Pesar 1 g de suelo y poner en un matraz de 500 ml. Se prepara también un blanco. Se ponen 10 ml de  $\text{K}^2\text{Cr}^2\text{O}^7$ , 1N, girando el matraz para que reaccione bien con el suelo. Se le añade 20 ml de  $\text{SO}^4\text{H}^2$ , se deja 30 minutos, después se añade 200 ml de agua destilada y se deja enfriar. Se añaden también 10 ml de  $\text{PO}^4\text{H}^2$ . Ahora se ponen unas gotas de indicador, difenilamina y se valora con sal de Mohr 0,5N, siendo el viraje de negro a verde pasando por unas tonalidades azules. Para los cálculos usaremos la fórmula:

$$\text{C \%} = 0,39 * (\text{Vol. Blanco} - \text{Vol. Muestra}) * \text{N sal de Mohr} * f / \text{Peso de la muestra}$$

$$\text{Donde } f = 20 / \text{vol. Blanco} \quad > \quad \text{MO \%} = \text{C\%} * 1,72$$

- Textura: Se baten 50 g de suelo con 10 ml de calgón más un poco de agua destilada. Se bate hasta estar dispersado el suelo. Se pasa a una probeta y se lleva a un litro. Se agita y se toman las lecturas con un

densímetro Bouyococ y la temperatura a los 40 segundos y a las 2 horas.

Los cálculos se obtienen de la siguiente forma:

$$X = \% \text{ limo} + \% \text{ arcilla} = (C1 + (T1 - 20) * 0,36) * 100 / 50$$

$$Y = \% \text{ arcilla} = (C2 + (T2 - 20) * 0,36) * 100 / 50$$

Donde C1 es la densidad a los 40 segundos

T1 la temperatura a los 40 segundos

C2 la densidad a las 2 horas

T2 la temperatura a las 2 horas

De forma que : el % limo = X - Y

$$\text{El \% arcilla} = Y$$

$$\text{El \% arena} = 100 - X$$

- Fósforo: Se pone en un bote 1 g de suelo más 25 ml de disolución de Burriel-Hernando, se agita durante 5 minutos. Y se pasa al extracto a tubos de ensayo, filtrando con papel. Se toman 4 ml del extracto y 4 ml del reactivo C. Se hace la recta patrón con un patrón de P de 4 ppm. Agitar para desarrollo de color, dejar en el baño termorregulador a 45° C durante una hora y media. Medir en el AAS a 825 nm. Los cálculos se realizan de la siguiente forma:

$$\text{Concentración} = \text{lectura} * 25.$$

*7.3.2. Resultados de los suelos de Las Minas (Hellín, Albacete).*

Se han tomado 4 muestras de suelos de la zona NW de Las Minas de Hellín. Los suelos se corresponden con una terraza fluvial reciente, con terrazas holocenas actualmente en cultivo de arroz, con estratos interdolomíticos de margas y finalmente con sedimentación proveniente de los relieves donde se situaban las casas de los mineros, y que han sido objeto del presente estudio.

SUELO 1 (Terraza fluvial)

Arena	92%	Suelo Arenoso
Limo	4%	
Arcilla	4%	
PH	8.53	Alto
Conductividad	228 microseg/cm	Normal
P	4.5 ppm	Bajo
Caliza Activa	60.9 0/00	Bajo
Carbonatos	20.4%	Normal
M. Orgánica	0.2 %	Muy bajo

Magnesio	164.6 ppm	Bajo
Na	225.2 ppm	Normal
K	143.6 ppm	Normal
Ca	3386.7 ppm	Normal

**Comentario:** como se puede apreciar, se trata de un suelo de deposición de relativa baja carga fluvial, donde casi únicamente se sedimentan cantos y arenas, arrastrando elementos finos. Al ser un suelo lavado, la materia orgánica es casi inexistente.

Los elementos esenciales para intercambios de nutrientes entran dentro de los valores normales, a excepción del fósforo que se relaciona con la materia orgánica en materiales de sedimentación fluviales arrastrados aguas arriba.

Se puede observar un equilibrio de carbonatos y Ca, así como la caliza activa. El pH es muy básico, como se corresponde al entorno geológico de carbonatos y dolomías.

Se trata de un suelo en proceso de formación con una conductividad normal, poco productivo en la actualidad, pero en génesis que evolucionará hacia un tipo edáfico fértil y equilibrado.



SUELO 2 (Terraza cultivo arroz)

Arena	22%	Suelo Franco- Arcilloso
Limo	34%	
Arcilla	44%	
PH	8.35	Alto
Conductividad	190 microseg/c m	Normal
P	4.4 ppm	Bajo
Caliza Activa	144.8 0/00	Normal
Carbonatos	34.0%	Alto
M. Orgánica	2.2 %	Normal
Magnesio	669 ppm	Alto
Na	230.5 ppm	Normal
K	299.9 ppm	Alto
Ca	4903.3 ppm	Alto

**Comentario:** se trata de un suelo franco-arcilloso con altas posibilidades de cultivo, es decir, un suelo más evolucionado donde las arenas ya se han transformado en materiales más finos, sobre todo arcillas. Esta granulometría lo hace más apto para cultivos de inundación como es el caso actual del cultivo de arroz.

El pH, como corresponde a la zona es muy básico, por las razones aducidas anteriormente (entorno geológico calcáreo-dolomítico). La conductividad o sales libres son normales lo que facilita el poder de intercambio catiónico. Aunque el fósforo es bajo, existe un equilibrio de materia orgánica que facilita la descomposición y enriquecimiento de fósforo. También se observa un equilibrado contenido en K (potasio); todo ello hace que este manto edáfico sea de buena calidad, proporcionando la asimilación de nutrientes.

Cabe destacar los altos contenidos de magnesio (Mg), posiblemente procedentes del manto arcilloso de origen vermiculítico arcilloso y de la descomposición de las dolomías existentes en el entorno.

SUELO 3 (Estrato margoso)

Arena	35%	Suelo Franco Limoso
Limo	61%	
Arcilla	4%	
PH	8.11	Alto
Conductividad	1870 microseg/c m	Exceso
P	43.4 ppm	Alto
Caliza Activa	175.3 0/00	Alto
Carbonatos	55.5%	Alto
M. Orgánica	0.9 %	Muy bajo
Magnesio	217.7ppm	Bajo
Na	192.2 ppm	Normal
K	367.5 ppm	Alto
Ca	11234 ppm	Exceso

**Comentario:** se trata de un suelo franco-limoso correspondiente a las margas de precipitación locales mezcladas con la descomposición de las

calizas y dolomías. Este suelo se caracteriza por su deleznableidad y proclividad a la erosión.

El pH es también alto y está en relación con las dolomías masivas, carbonatos y ultrabasitas. Así se demuestra por la gran cantidad de caliza activa, carbonatos y calcio presentes en exceso.

En contraposición hallamos bajos contenidos en materia orgánica, algo que debería ir en relación con el fósforo, supuesto que no ocurre aquí, relacionándose el alto contenido en fósforo con la propia Historia geológica de precipitación y génesis de estas dolomías de origen hidrotermal y sulfuroso. Se definen claramente como aridosoles.

Las cantidades de potasio son altas también y posiblemente podrían generar un buen intercambio catiónico, pero la alta conductividad lo impide, aún con la adición de materia orgánica.

Este tipo de suelo es prácticamente estéril a excepción de especies muy peculiares. Se trata de margas blandas muy fáciles de trabajar y que por su esterilidad impiden la germinación de vegetación, evitando de este modo problemas en las viviendas, que quedan intercaladas entre tablas dolomíticas-calcáreas de fácil exfoliación y ricas en contenidos fosilíferos.

SUELO 4 (Sedimentación base de colina de las viviendas)

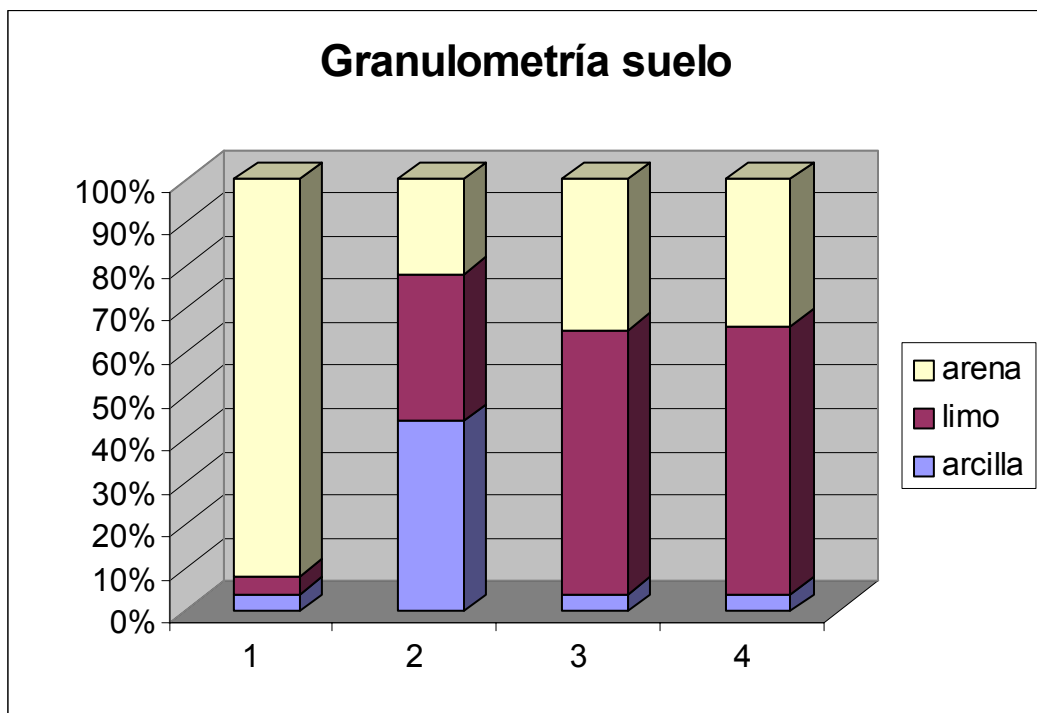
Arena	34%	Suelo Franco- Limoso
Limo	62%	
Arcilla	4%	
PH	8.13	Alto
Conductividad	1880 micro seg/cm	Exceso
P	92.9 ppm	Alto
Caliza Activa	160.1 0/00	Alto
Carbonatos	50.9%	Alto
M. Orgánica	1.9 %	Bajo
Magnesio	182.3 ppm	Bajo
Na	116.6 ppm	<b>Bajo</b>
K	349.2 ppm	Alto
Ca	13991.2 ppm	Exceso

**Comentario:** al igual que el estrato margoso anterior, se trata de un piso de sedimentación procedente de la acción erosiva de las margas con un

similar porcentaje de limo y arcilla, es decir, franco-limoso y aridosol con alto contenido en fósforo con la misma génesis antes mencionada.

Por lo que respecta al aumento de la materia orgánica se puede explicar por las actividades de pastoreo y las consiguientes deposiciones de los animales, así como hogueras ocasionales y vertidos incontrolados.

Al igual que el suelo anterior, las altas cantidades de potasio, su alta caliza activa y conductividad lo hacen prácticamente estéril, únicamente accesible a plantas especializadas como el esparto.



## **8. Análisis de maderas provenientes de las casas-cueva de Las Minas de Hellín a través de la lupa binocular y microscopia.**

Se han analizado un total de cuatro muestras de maderas provenientes de construcciones de las casas cueva de Las Minas de Hellín. En concreto estos fragmentos pertenecen a vigas transversales y longitudinales de las construcciones externas e internas de la parte Sur del asentamiento, junto a las vías de ferrocarril de la línea Murcia-Madrid.

El análisis de las maderas y la determinación de los tipos exactos nos orientará en el conocimiento de la procedencia de un material clave en la construcción de las casas-cueva. También nos puede poner en la pista si se produjeron flujos comerciales de maderas a esta zona.

**Experimental:** Se han extraído un total de 4 fragmentos de madera de distintas vigas de las antes mencionadas casa-cueva. La preparación de las muestras se ha hecho mediante cortes longitudinales y transversales de la misma para su observación por la lupa binocular.

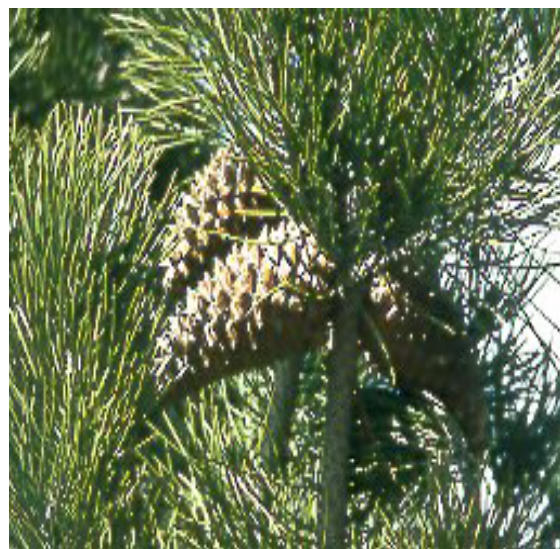
Una vez vista la primera caracterización, se han separado en finas láminas mediante un microtomo, una vez cortadas se han sumergido en Xilol aceite de preparación de muestras para observarlas al microscopio y diferenciar la estructura celular.

Se ha utilizado una Lupa binocular SMZ 645 a 60 aumentos y un microscopio NIKON OPTIPHOT-2 trabajando entre 40 y 400 aumentos.

**Muestras:**

Hellín LMESTF: *Pinus Pinaster* o Pino resinero.

Hellín LMESTF': *Pinus Pinaster* o Pino resinero.





Hellín LMESTD: *Pinus Nigral* o Pino Laricio.

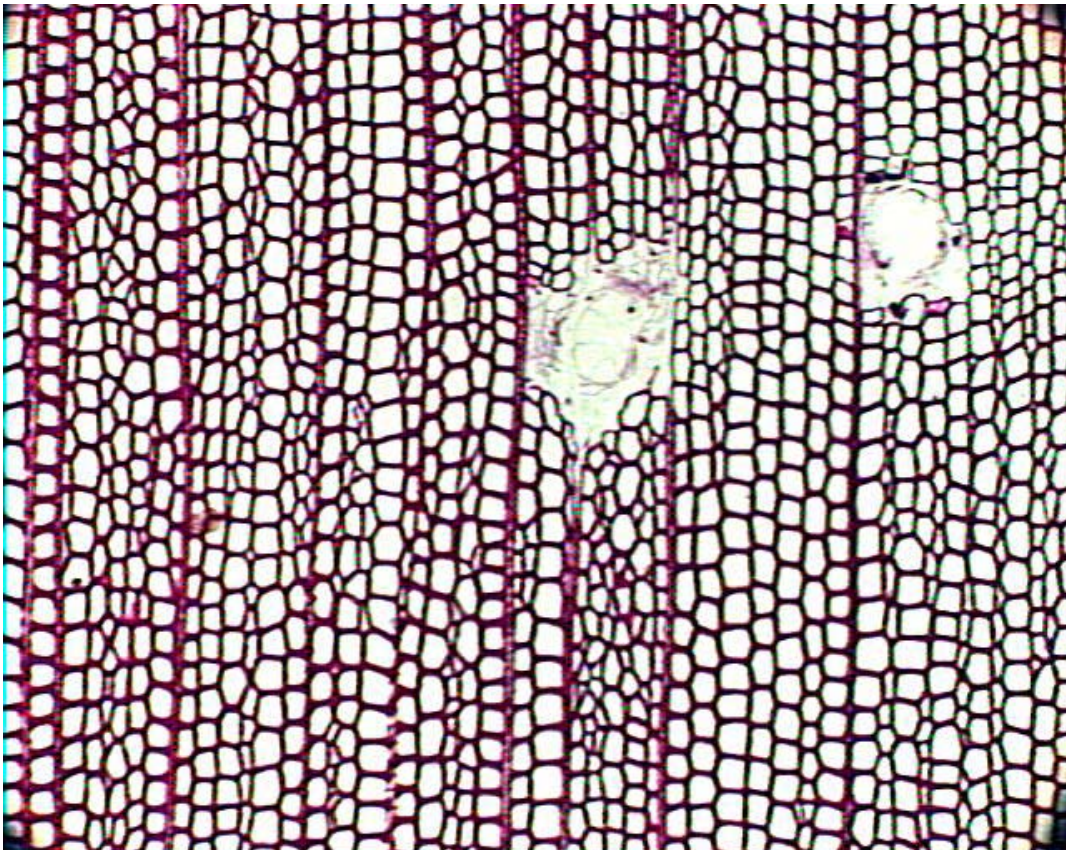
Hellín LMESTO: *Pinus Nigral* o Pino Laricio.

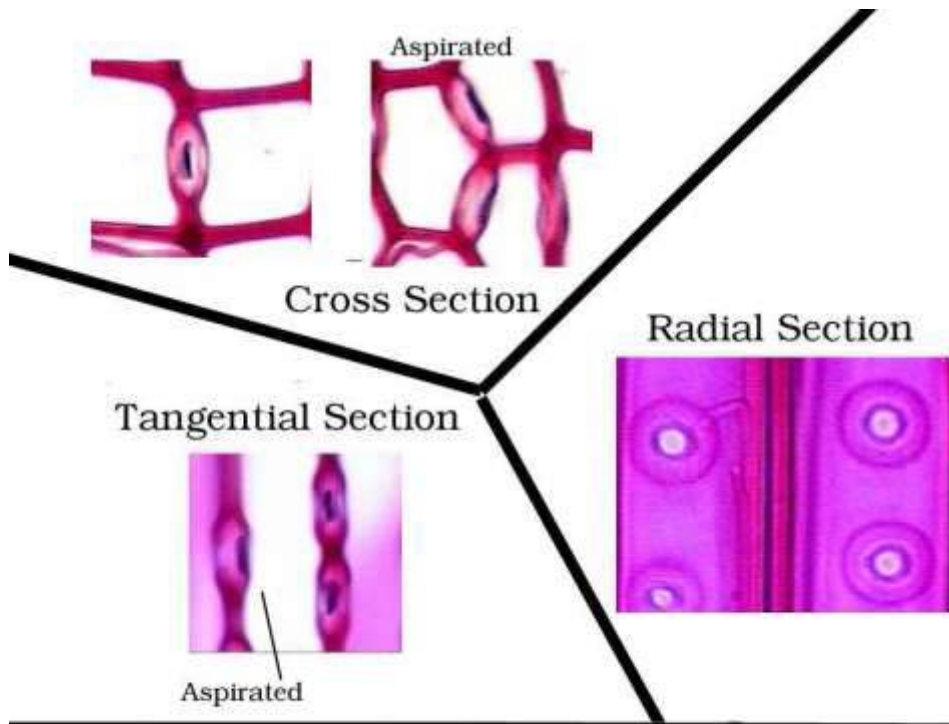


Hellín LMESMH: *Pinus pinea* o Pino Piñonero.

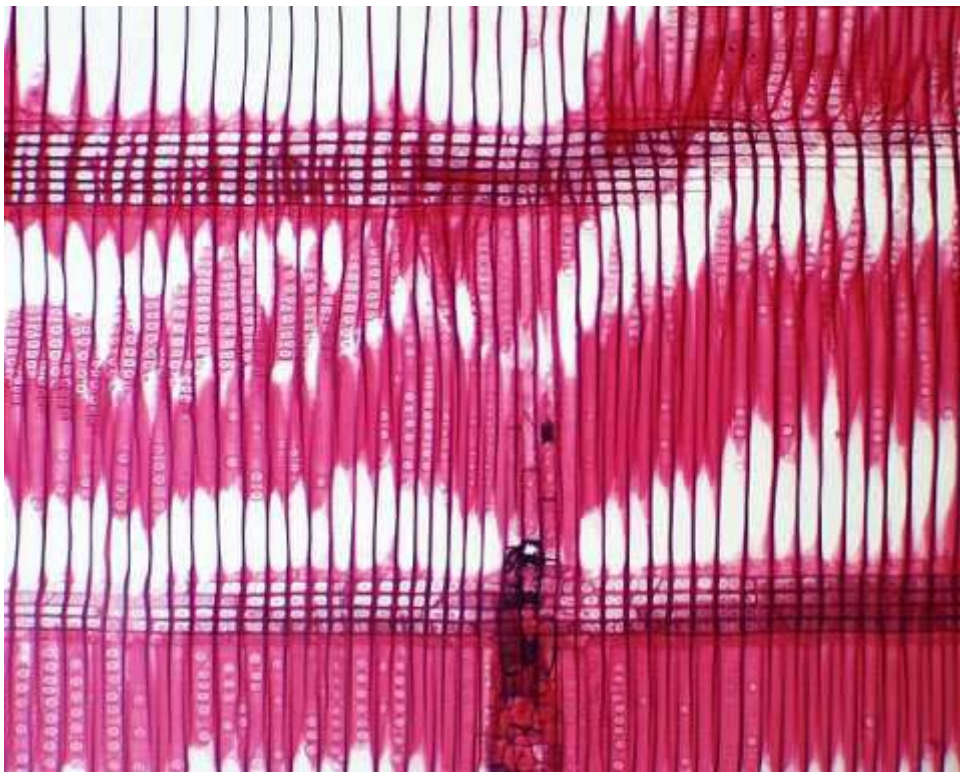


No ha sido fácil la definición celular en la distinción de estas especies de coníferas, más en tanto en cuanto la diferencia se encuentra en diferentes vasos que se pueden apreciar en los cortes transversales.



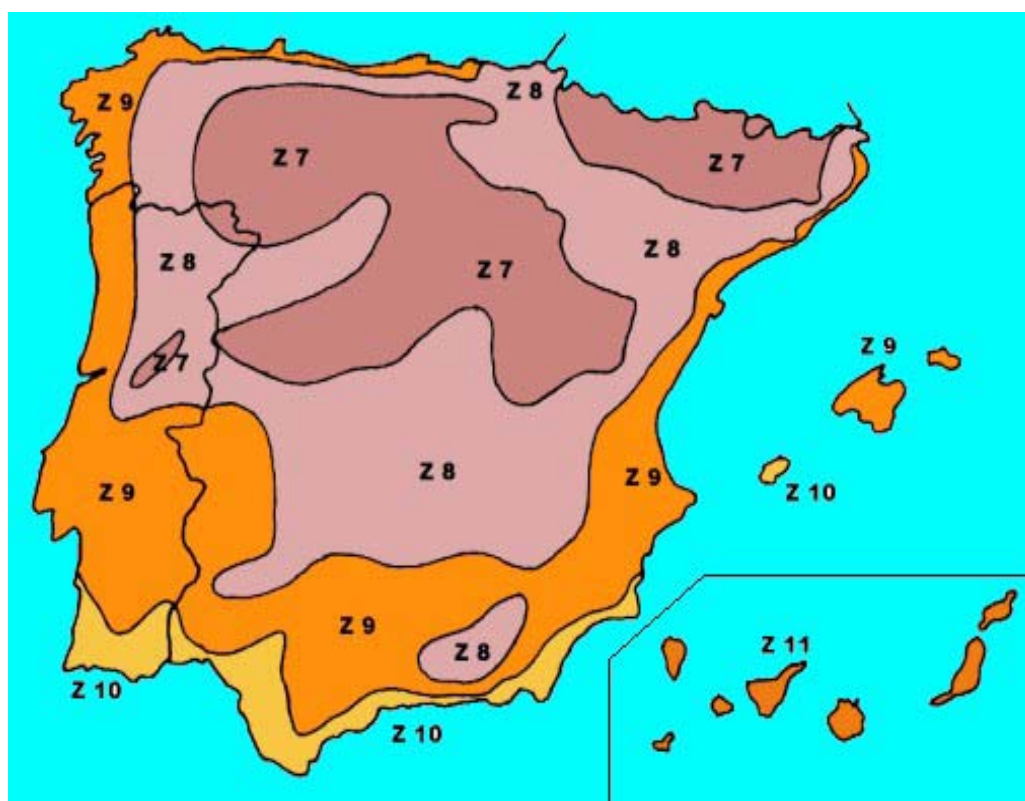


## Bordered Pit Pairs of Pine Wood



Se trata de especies que se reparten en función de la temperatura y las precipitaciones. Como se puede ver en el mapa de temperaturas, su

distribución se correspondería con las zonas clasificadas como 7 y 8. No obstante, aparecen en algunas áreas de umbrías de zonas montañosas del interior de la provincia de Alicante (Pinoso), Valencia (rincón de Ademuz), Jaén y Albacete (Sierras del Segura), siendo esta última la más próxima a Las Minas.



Este hecho ratifica lo que se decía en las Memorias de Juntas de Accionistas de la “Azufrera del Coto”, cuando se decía que la madera provenía de las comarcas serranas y salía a través de la Estación de Las Minas.

Además, en la actualidad estas coníferas son relictas en la región, habiendo sido sustituidos por las repoblaciones de *Pinus halepensis* o Pino

Alepo, mucho menos exigente en cuanto a temperatura y necesidades pluviométricas.

Todos estos parámetros asociados a la utilización de la madera en Las Minas, suponen que la utilización de gran cantidad de madera que se requería en los pozos e instalaciones mineras, tuvo que ser provista desde zonas del entorno con recursos madereros suficientes. Teniendo en cuenta lo aislado de Las Minas y lo deforestada que estaba hacía siglos, la mayor parte de la madera debió llegar desde la cercana Sierra del Segura a través del curso fluvial del propio río Segura. Esta misma madera es la que se emplearía en la construcción de las casas-cueva.

Además, la Estación de Las Minas se convertiría en el punto de salida de esta madera hacia Murcia principalmente.

## **9. Análisis por lámina delgada de fragmentos cerámicos procedentes de escoriales y derrumbes de Las Minas de Hellín.**

La lámina delgada se ha venido considerando como un instrumento útil a la hora de analizar manifestaciones técnicas, culturales y comerciales del hombre desde su aparición en el Neolítico.

En este caso y dada la contemporaneidad del hábitat objeto del estudio, el análisis cerámico se hace coadyuvante para conocer más una economía, que en muchos casos, podía producir determinados artefactos de uso cotidiano.

**Metodología:** El fundamento de este estudio esta basado en la luz polarizada, que al pasar por los minerales cuando tienen un espesor de 30 micras, dan distintas caracterizaciones según sea el mineral, distinguiéndose unos de otros a la vista del campo del microscopio petrográfico. En nuestro estudio por lámina delgada hemos trabajado entre 100 y 500 aumentos con una microscopio Nikon Optifot 2, utilizando para la captura de imagen una cámara Colorview 16. Igualmente se ha hecho un conteo por tratamiento de imagen a través del programa Soft-Imaging System.

**Las muestras analizadas:** Se han analizado un total de 7 muestras asociadas a un escorial asociado a la minería del azufre junto que en la zona superior quedan restos de hornos y derrumbes de un horno de pan asociado al último momento de ocupación.

Como se puede ver en las fichas de descripción, con la información que aportan, nos damos cuenta que existen producciones cerámicas de índole local, cuyos desgrasantes se asocian geológicamente al entorno de las Minas de Hellín. Se trata de asociaciones mineralógicas ígneo-metamórficas, e incluso magmáticas que podemos localizar en todo este término municipal.

Únicamente aparece una cerámica con carbonatos, pero estos se encuentran también en el entorno como parte del manto Mesozoico que cabalga a las formaciones triásicas de la zona.

Las cerámicas no fueron cocidas a temperaturas muy altas (entorno a los 800-850° C). Esto implica que los hornos de cocción no alcanzaban temperaturas elevadas, aunque la propia necesidad de la cochura y materiales de estos vasos tampoco las requería. Lo que sí que se puede apreciar es un conocimiento profundo en cuanto al modelado y proporciones de desgrasante-arcilla en la manufacturación.

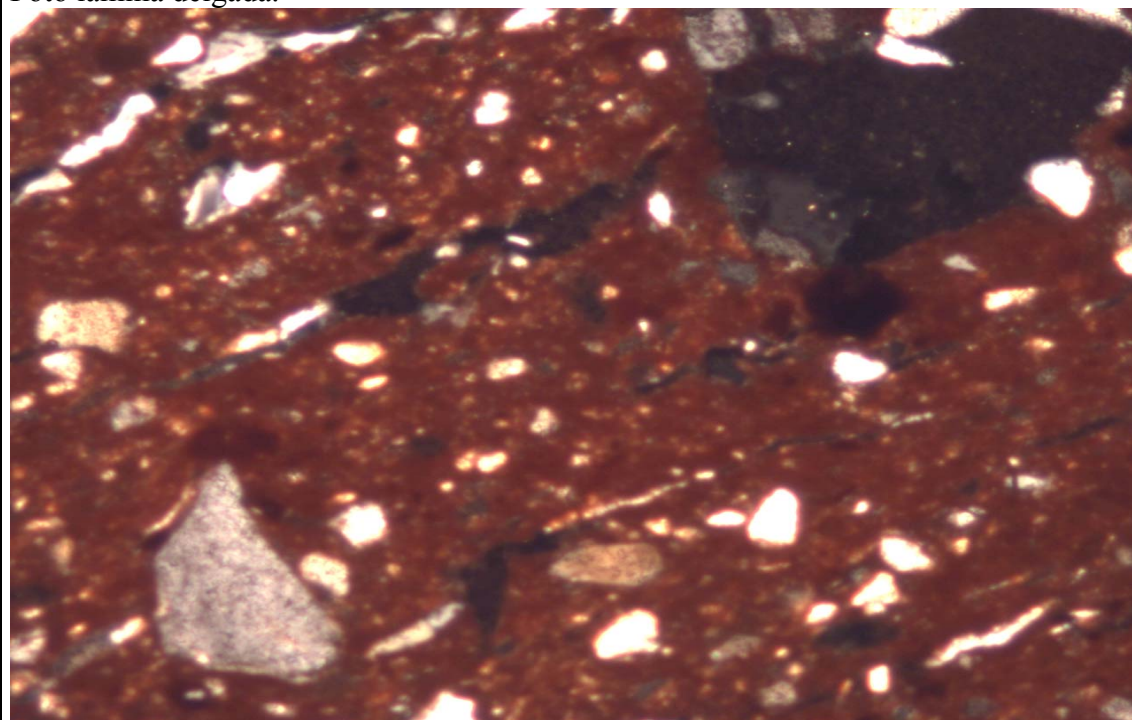
La mayoría de las cerámicas están hechas a torno lento o torneta, a excepción de dos, una hecha claramente a torno y otra hecha a mano, por lo que nos pone en la pista de una elaboración artesanal para lo que podríamos calificar como vajilla de cocina.

En cuanto a la cerámica hecha a mano, poco podemos decir puesto que se recogió junto al río y no está contextualizada.



Lo que podemos afirmar, en base a la buena cocción del vaso, es que podría tratarse de una cerámica altomedieval o tardorromana; cerámicas que en las etapas de crisis económicas, cuando se prodigaba una economía de subsistencia, se fabricaban localmente para uso propio (casi inexistencia de comercio).

Foto lámina delgada.-



Color de la cerámica según las tablas Munsell.-

Exterior.- HUE 5YR-5/6

Interior.- HUE 5YR-4/1

Matriz.- HUE 2.5YR-6/3

Manufacturación.-

Torno-Torneta

Porcentaje de desgrasante en la matriz según SOFT IMAGING SYSTEM

35%

Mineralogía

Minerales mayoritarios.-

\*\*\*Cuarzo, Feldespato (microclina)  
 \*\* Óxido de Hierro (gránulos a consecuencia de la cocción)  
 \* Piroxeno (Augita)

Minerales minoritarios.-

\*\*\* Cuarzo metamórfico, Moscovita  
 \*\* Biotita,  
 \* Cuarzo triásico, Chamota, Cuarcita, Circón

Microfósiles.-

No hay

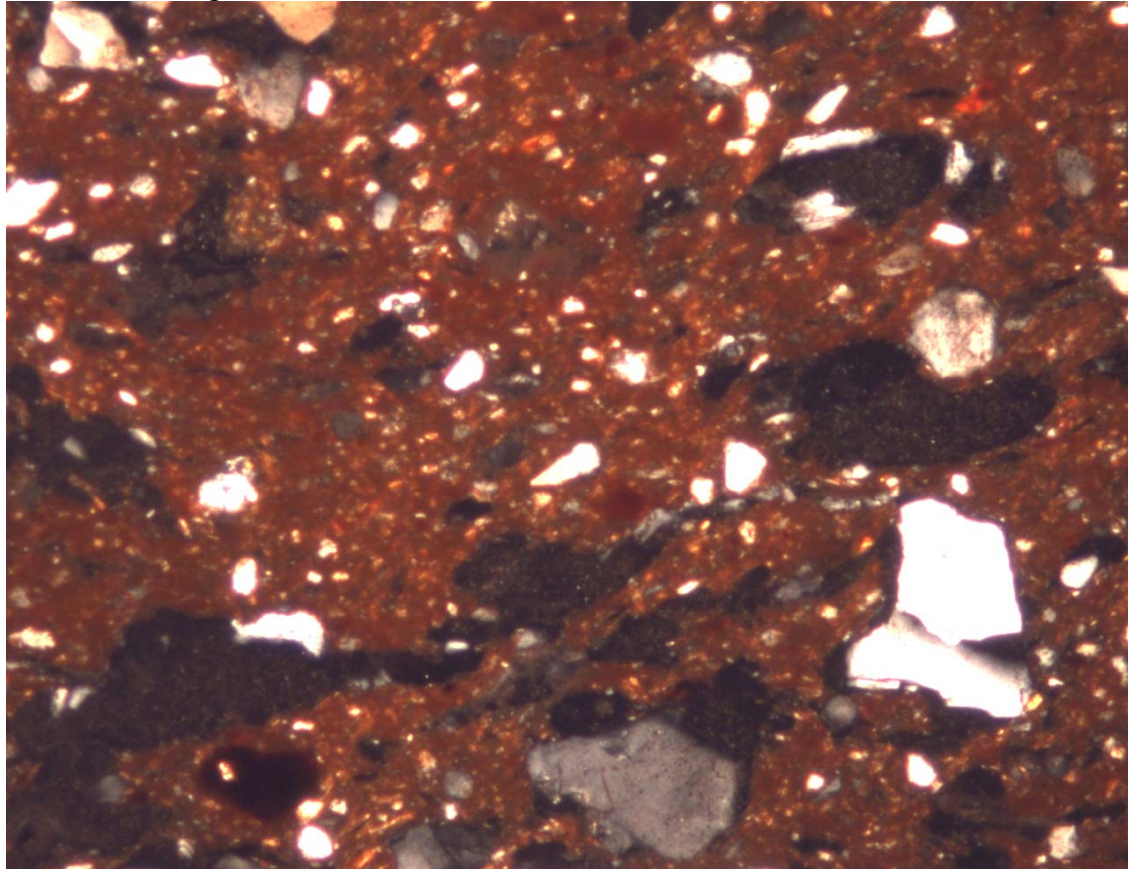
Origen geológico.-

Ígneo-metamórfico (Autóctono)

Observaciones.-

Desgrasante grosero de origen detrítico y añadido.  
 Huellas de uso y materia orgánica en la parte exterior e interior.  
 Dada la escasa orientación del desgrasante, a la vez que la aparición de huellas externas de modelado, estaría manufacturada a torno lento o torneta.

Foto lámina delgada.-



Color de la cerámica según las tablas Munsell.-

Exterior.- HUE 5YR-5/3

Interior.- HUE 5YR-6/6

Matriz.- HUE 5YR-6/6

Manufacturación.-

Torno-Torneta

Porcentaje de desgrasante en la matriz según SOFT IMAGING SYSTEM

41%

Mineralogía

Minerales mayoritarios.-

\*\*\* Cuarzo, Feldespato (microclina)  
 \*\* Óxido de Hierro (gránulos a consecuencia de la cocción)  
 \* Piroxeno (Augita)

Minerales minoritarios.-

\*\*\* Cuarzo metamórfico, Moscovita  
 \*\* Biotita.  
 \* Cuarzo triásico, Chamota, Cuarcita, Circón

Microfósiles.-

No hay

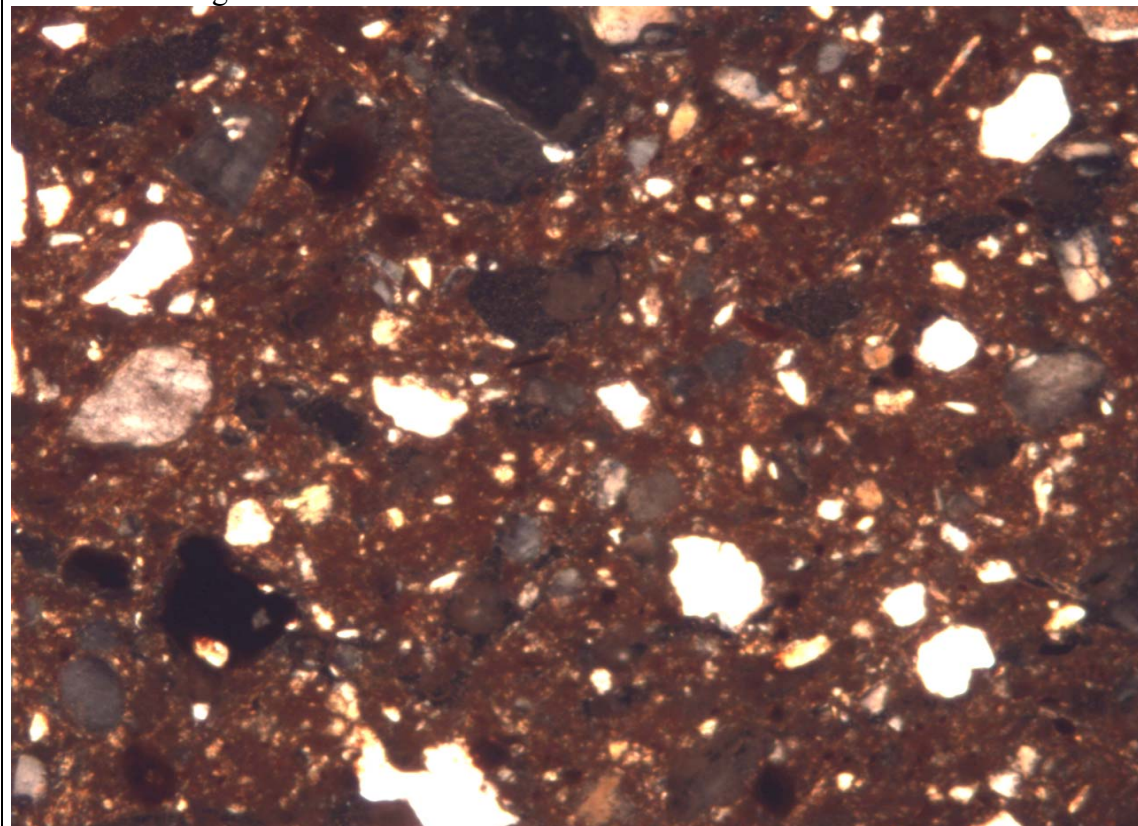
Origen geológico.-

Ígneo-metamórfico (Autóctono)

Observaciones.-

Desgrasante grosero de origen detrítico y añadido. Dada la escasa orientación del desgrasante, a la vez que la aparición de huellas externas de modelado, estaría manufacturada a torno lento o torneta.

Foto lámina delgada.-



Color de la cerámica según las tablas Munsell.-

Exterior.- HUE 5YR-5/4

Interior.- HUE 5YR-6/4

Matriz.- HUE 5YR-4/2

Manufacturación.-

Torno-Torneta

Porcentaje de desgrasante en la matriz según SOFT IMAGING SYSTEM

33%

Mineralogía

Minerales mayoritarios.-

\*\*\* Cuarzo, Feldespato (microclina)  
 \*\* Óxido de Hierro (gránulos a consecuencia de la cocción)  
 \* Piroxeno (Augita)

Minerales minoritarios.-

\*\*\* Cuarzo metamórfico, Moscovita  
 \*\* Biotita.  
 \* Cuarzo triásico, Chamota, Cuarcita, Circón

Microfósiles.-

No hay

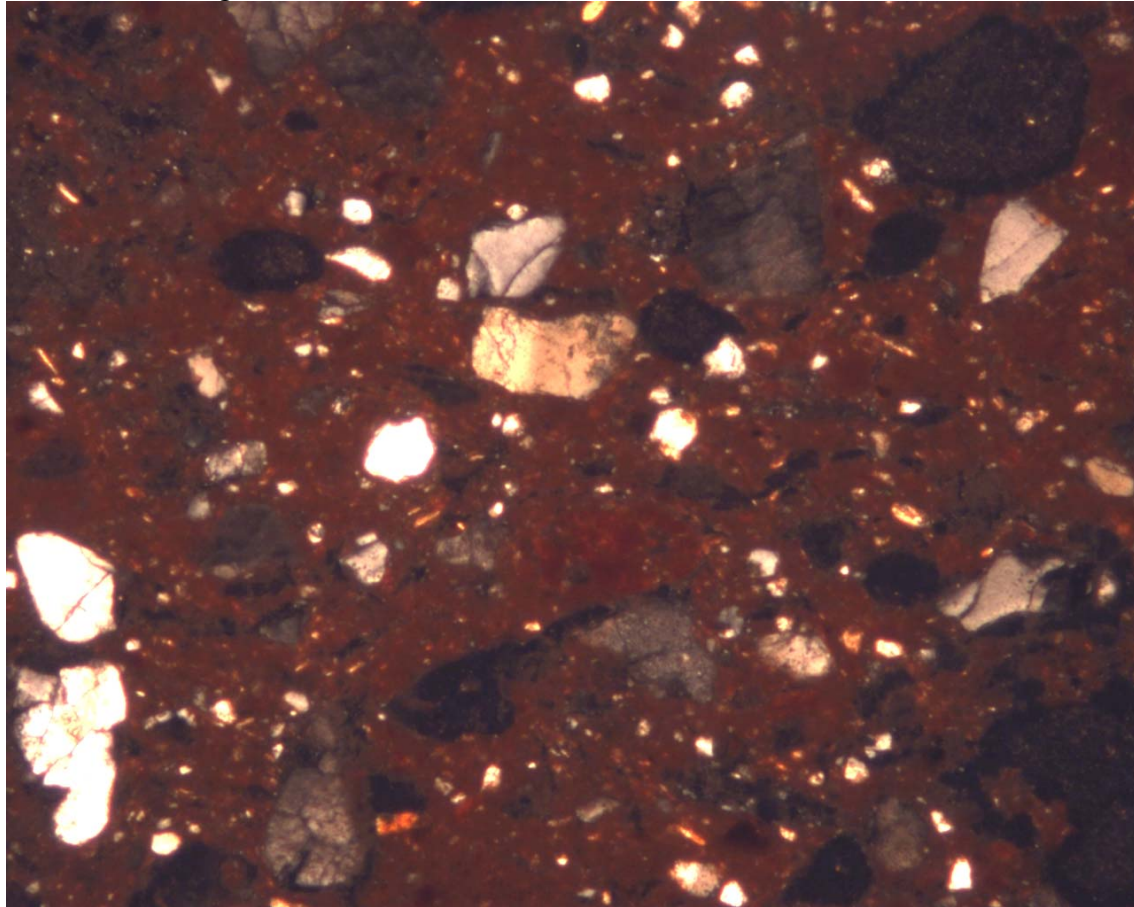
Origen geológico.-

Ígneo-metamórfico (Autóctono)

Observaciones.-

Desgrasante grosero de origen detrítico y añadido. Dada la escasa orientación del desgrasante, a la vez que la aparición de huellas externas de modelado, estaría manufacturada a torno lento o torneta.

Foto Lámina delgada.-



Color de la cerámica según las tablas Munsell.-

Exterior.- HUE 7.5YR-5/4

Interior.- HUE 2.5YR-5/6

Matriz.- HUE 2.5YR-5/6

Manufacturación.-

Torno

Porcentaje de desgrasante en la matriz según SOFT  
IMAGING SYSTEM

32%

Mineralogía

Minerales mayoritarios.-

\*\*\* Cuarzo metamórfico y sedimentario,  
Carbonatos.  
\*\* Feldespatos, Cuarcita  
\* Moscovita, Piroxeno (Augita)

Minerales minoritarios.-

\*\*\* Óxido de Hierro  
\*\* Biotita  
\* Chamota, Epidota

Microfósiles.-

No hay

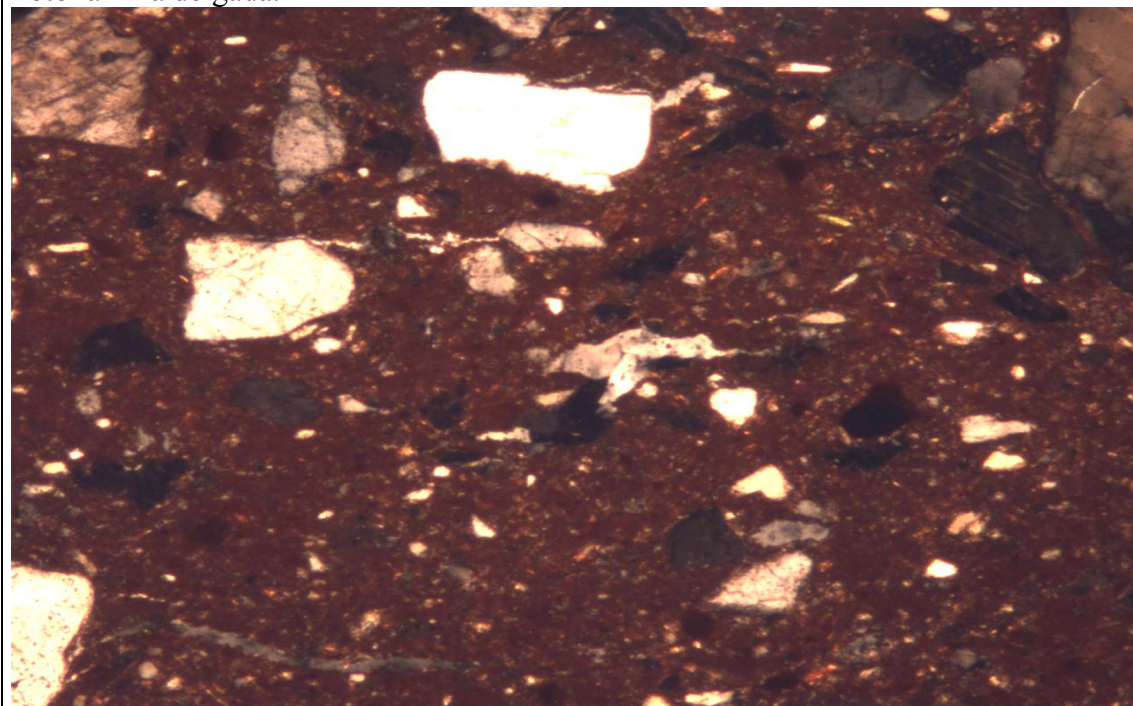
Origen geológico.-

Metamórfico-ígneo- sedimentario (Autóctono)

Observaciones.-

Desgrasante muy grueso.

Foto lámina delgada.-



Color de la cerámica según las tablas Munsell.-

Exterior.- HUE 5YR-5/5

Interior.- HUE 5YR-4/1

Matriz.- HUE 10R-5/3

Manufacturación.-

Torno-Torneta

Porcentaje de desgrasante en la matriz según SOFT IMAGING SYSTEM

22%

Mineralogía

Minerales mayoritarios.-

\*\*\* Cuarzo, Feldespato (microclina ), Plagioclasa (oligoclasa)  
 \*\* Cuarzo triásico, Óxido de Hierro (gránulos a consecuencia de la cocción)  
 \* Piroxeno (Augita)

Minerales minoritarios.-

\*\*\* Cuarzo metamórfico, Moscovita  
 \*\* Biotita.  
 \* Chamota, Cuarcita, Circón

Microfósiles.-

No hay

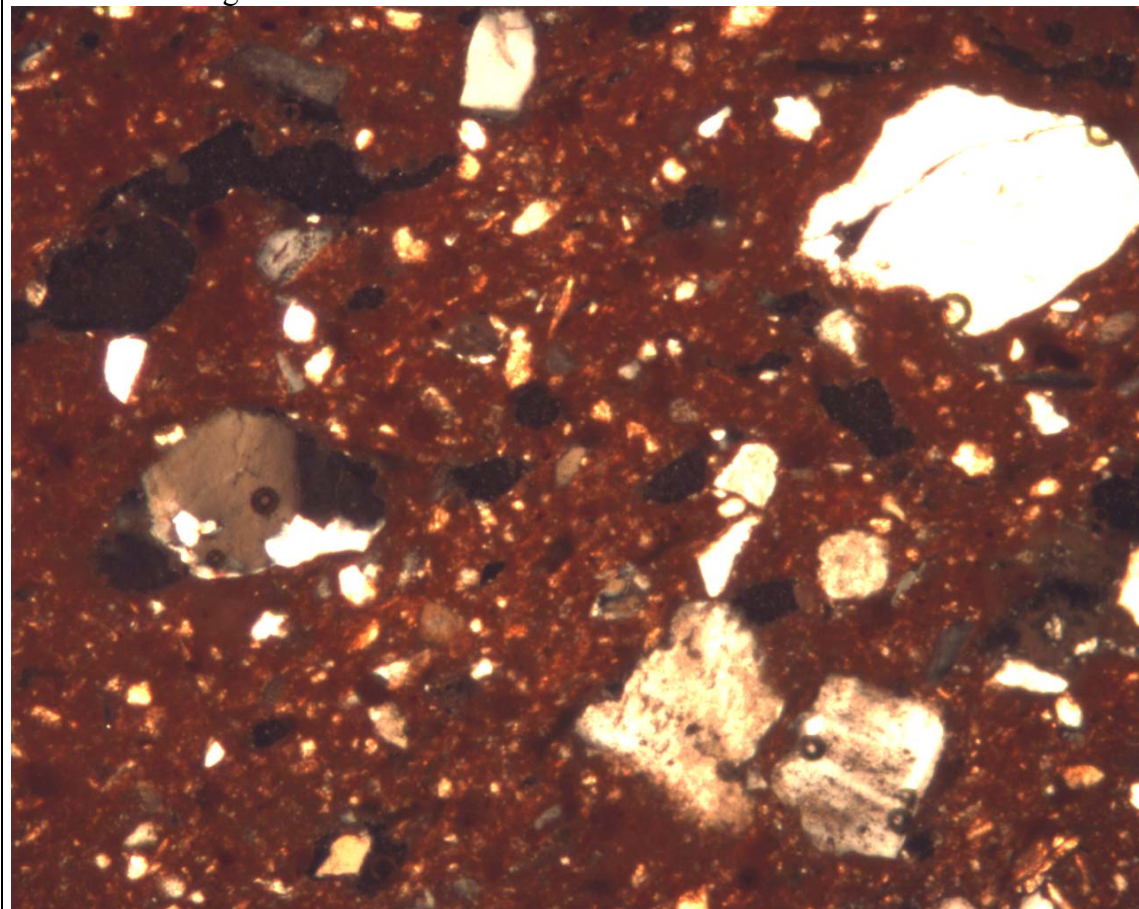
Origen geológico.-

Ígneo-metamórfico (Autóctono)

Observaciones.-

Desgrasante grosero de origen detrítico y añadido. Dada la escasa orientación del desgrasante, a la vez que la aparición de huellas externas de modelado, estaría manufacturada a torno lento o torneta. Asociada a crisoles de procesamiento de azufre.

Foto Lámina delgada.-



Color de la cerámica según las tablas Munsell.-

Exterior.- HUE 2.5YR-5/6

Interior.- HUE 2.5YR-5/6

Matriz.- HUE 5YR-4/3

Manufacturación.-

Torno-Torneta

Porcentaje de desgrasante en la matriz según SOFT IMAGING SYSTEM

26%

Mineralogía

Minerales mayoritarios.-

\*\*\* Cuarzo  
 \*\* Óxido de Hierro (gránulos a consecuencia de la cocción)  
 \* Feldespato (microclina), Piroxeno (Augita)

Minerales minoritarios.-

\*\*\* Cuarzo metamórfico, Moscovita  
 \*\* Biotita, Chamota.  
 \* Cuarzo triásico, Cuarcita, Circón

Microfósiles.-

No hay

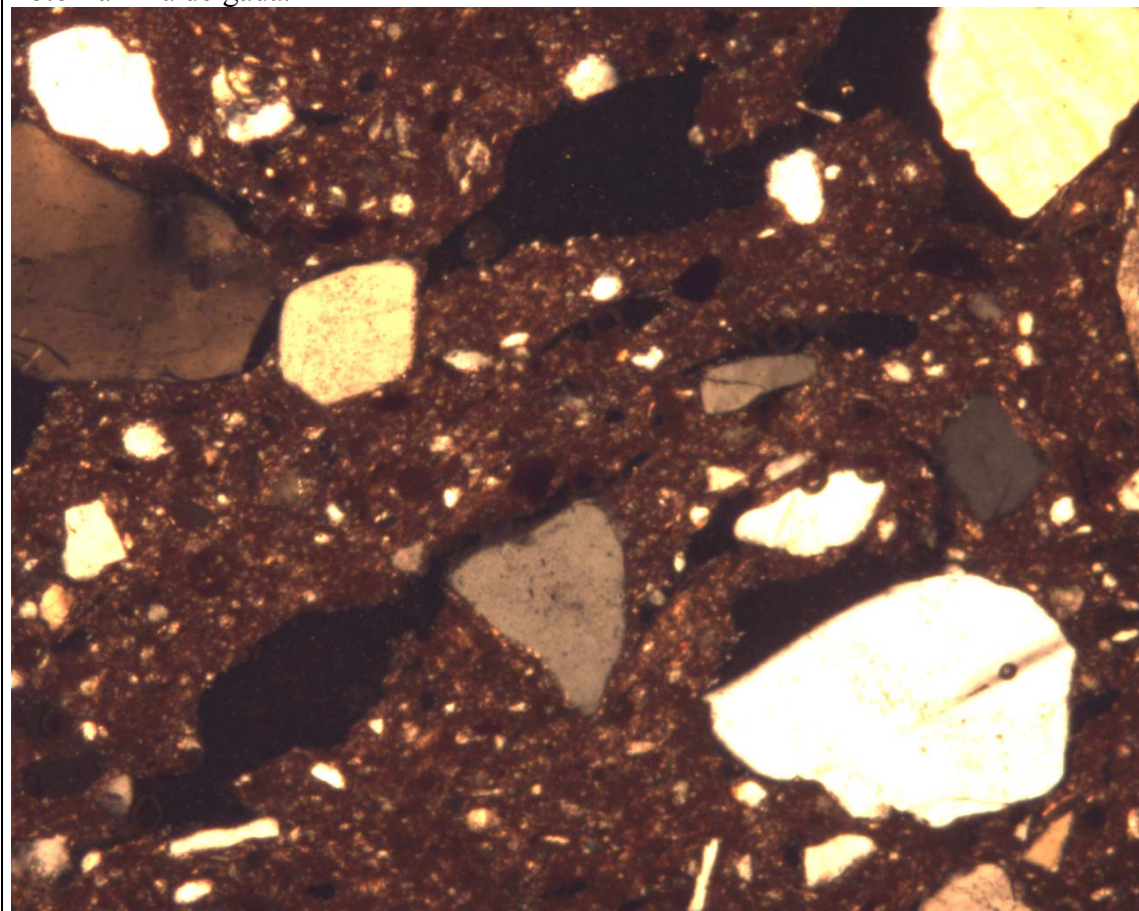
Origen geológico.-

Ígneo-metamórfico (Autóctono)

Observaciones.-

Desgrasante grosero de origen detrítico y añadido. Dada la escasa orientación del desgrasante, a la vez que la aparición de huellas externas de modelado, estaría manufacturada a torno lento o torneta.

Foto Lámina delgada.-



Color de la cerámica según las tablas Munsell.-

Exterior.- HUE 7.5YR-6/4

Interior.- HUE 7.5YR-6/2

Matriz.- HUE 2.5YR-6/2

Manufacturación.-

Hecha a mano

Porcentaje de desgrasante en la matriz según SOFT  
IMAGING SYSTEM

25%

Mineralogía

Minerales mayoritarios.-

\*\*\* Cuarzo detrítico  
\*\* Feldespato (microclina), Anfíbol

Minerales minoritarios.-

\*\*\* Óxido de Hierro, Cuarzo metamórfico  
\*\* Piroxeno (Augita)

Microfósiles.-

No hay

Origen geológico.-

Ígneo-volcánico-metamórfico



Observaciones.-	Aplicación de engobe externo con gran cantidad de Epidota. Cerámica asociada a todos los crisoles del proceso de depuración del azufre. También aparece la misma mineralogía en algunas cerámicas vidriadas de época contemporánea. Son las llamadas arenas de Chinchilla y arcillas de Calasparra que se traen a la zona, y que no se utilizan sólo en crisoles, sino también en otros vasos de uso cotidiano.
-----------------	--

\*\*\* Abundante (1° orden)

\*\* Normal (2° orden)

\* Poco (3° orden)

## **10. Análisis por microscopía electrónica y sonda de barrido de las concreciones adheridas a las cerámicas encontradas en vertederos de las minas de Hellín.**

Se han analizado un total de cuatro muestras de concreciones adheridas a cerámicas hechas a torno-torneta ya caracterizadas, en su mayoría, a través de láminas delgadas.

Todas las cerámicas escogidas presentaban espesores de concreciones mayores de 1mm por lo que su utilización podría asociarse al refinado del azufre dentro de estos cuencos que, desde luego, se pueden datar con anterioridad al siglo XX, como se puede apreciar sobre la estratigrafía del relleno.

En esta misma colmatación también nos hemos encontrado con cerámicas que no se utilizaron en el proceso de extracción del azufre, pudiendo afirmar que se trata de cerámica de uso cotidiano o de cocina. En consecuencia, se las ha sometido a un procedimiento diferente: el análisis de cromatografía de gases.

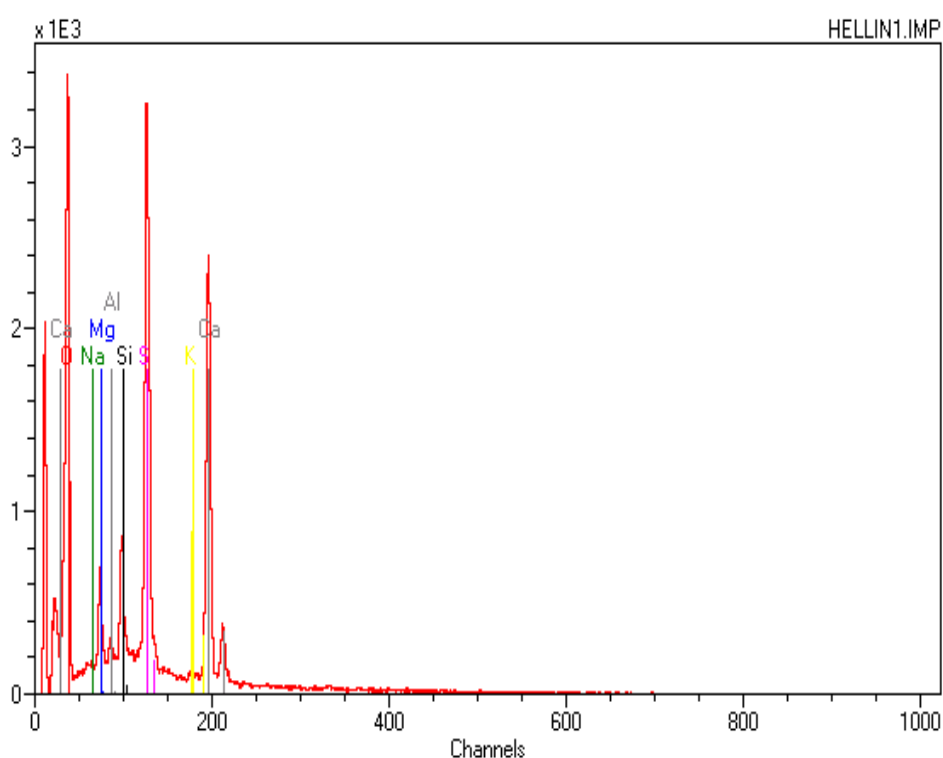
**Experimental:** Se han separado las concreciones adheridas a 4 cerámicas. Estas concreciones, al ser de origen inorgánico y cristalinas (a través del análisis Visu), no han sido sometidas a cubrimiento por oro.

Se ha utilizado un microscopio JEOL modelo JSM-840, con una magnificación máxima de 300.000. Está provisto de una sonda de

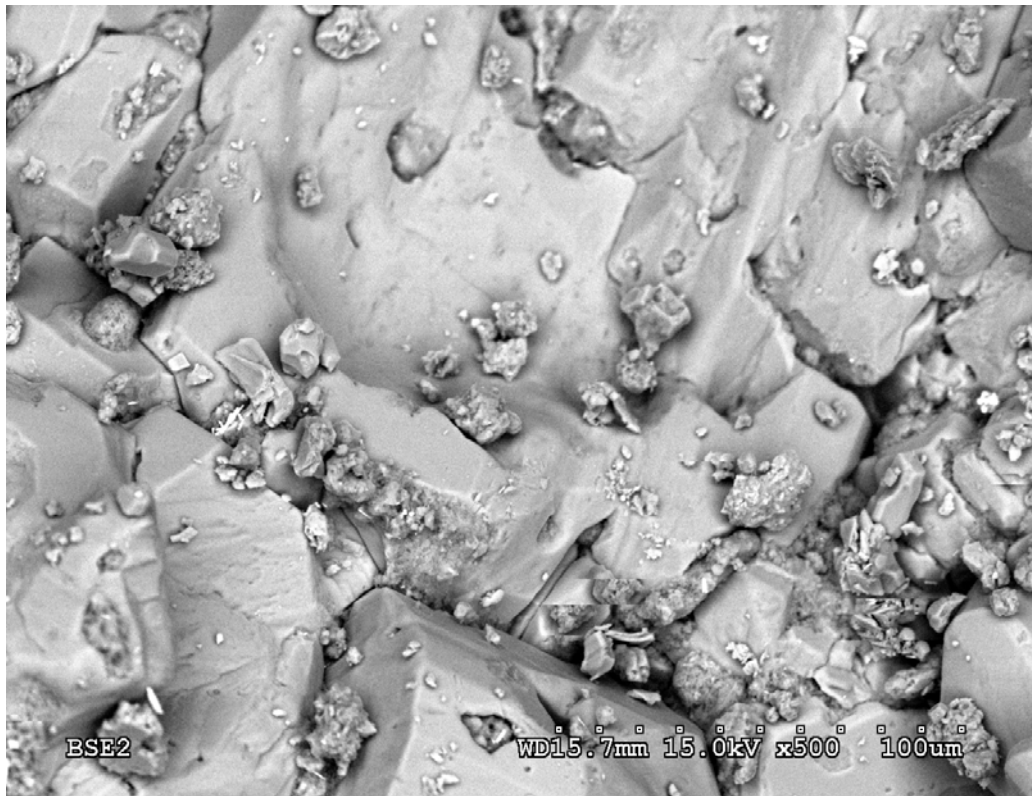
microanálisis de energías dispersivas de rayos X (Link modelo QX-200) lo que permite, además, la identificación tanto cualitativa como cuantitativa (puntual, lineal o superficial) de los elementos químicos de la muestra con número atómico mayor que 9.

### **Muestras:**

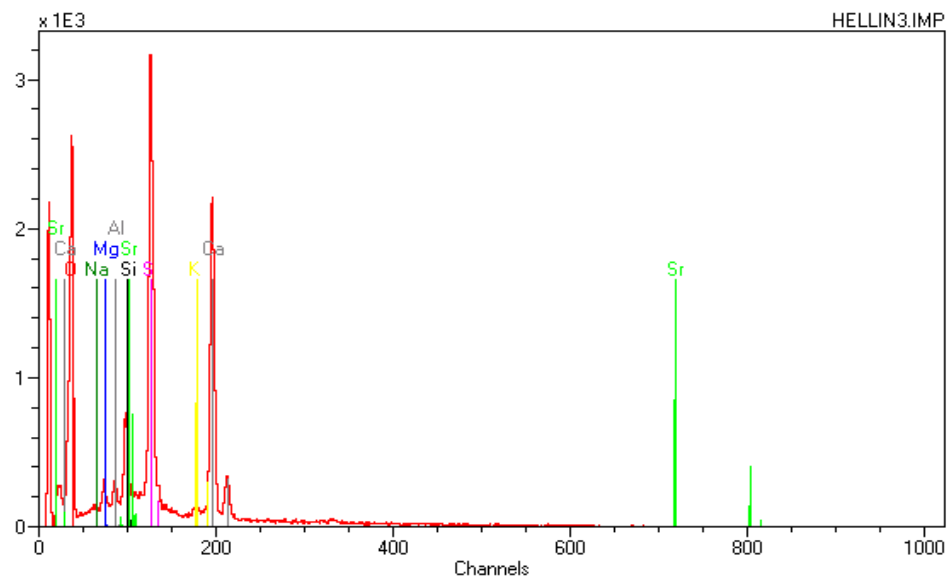
Hellín 1: Composición de carbonatos y sulfatos con pequeñas partículas de Estroncio.

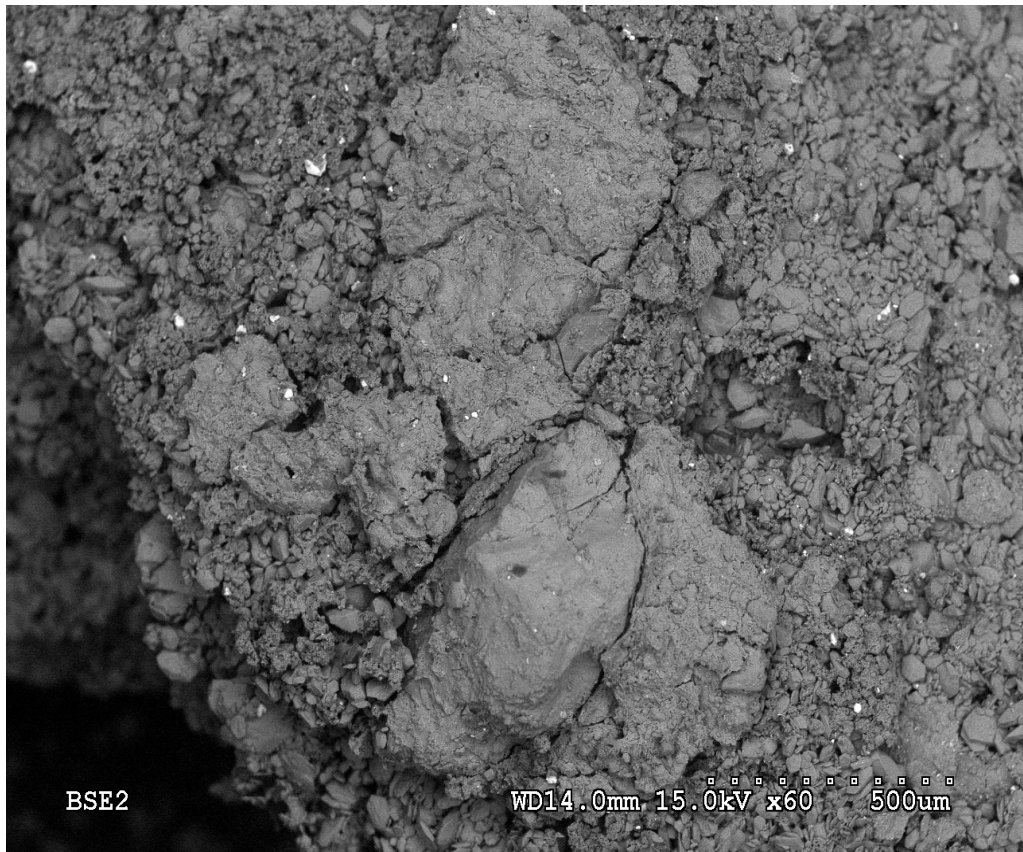


*Restos de precipitación de carbonatos asociados a los mantos mesozoicos de la zona junto con las betas sulfurosas. Restos de la extracción del azufre en el fundido que se produce entre los 110 y 120° C.*

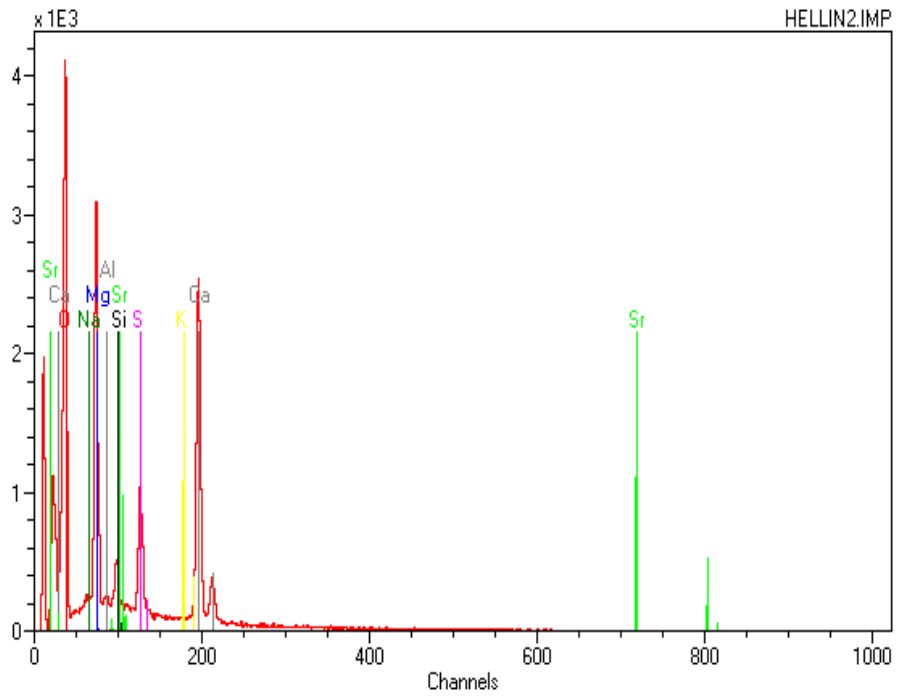


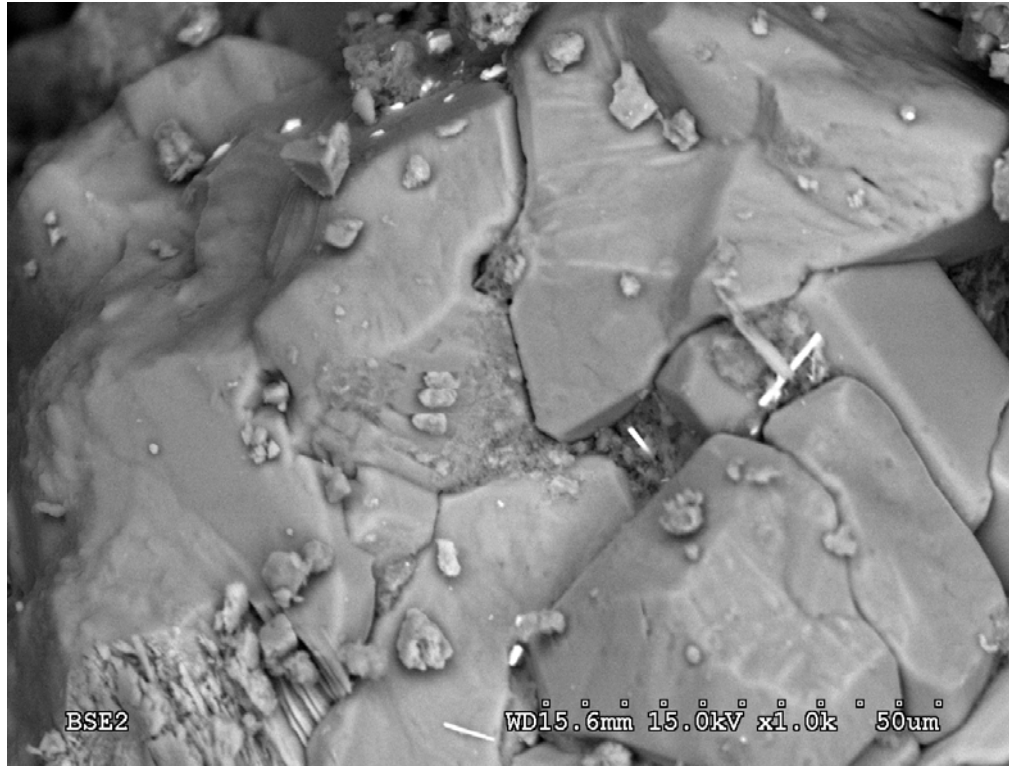
*Cristales de azufre de precipitación con asociaciones de Estroncio (puntos más brillantes) y Carbonatos (amorfos).*



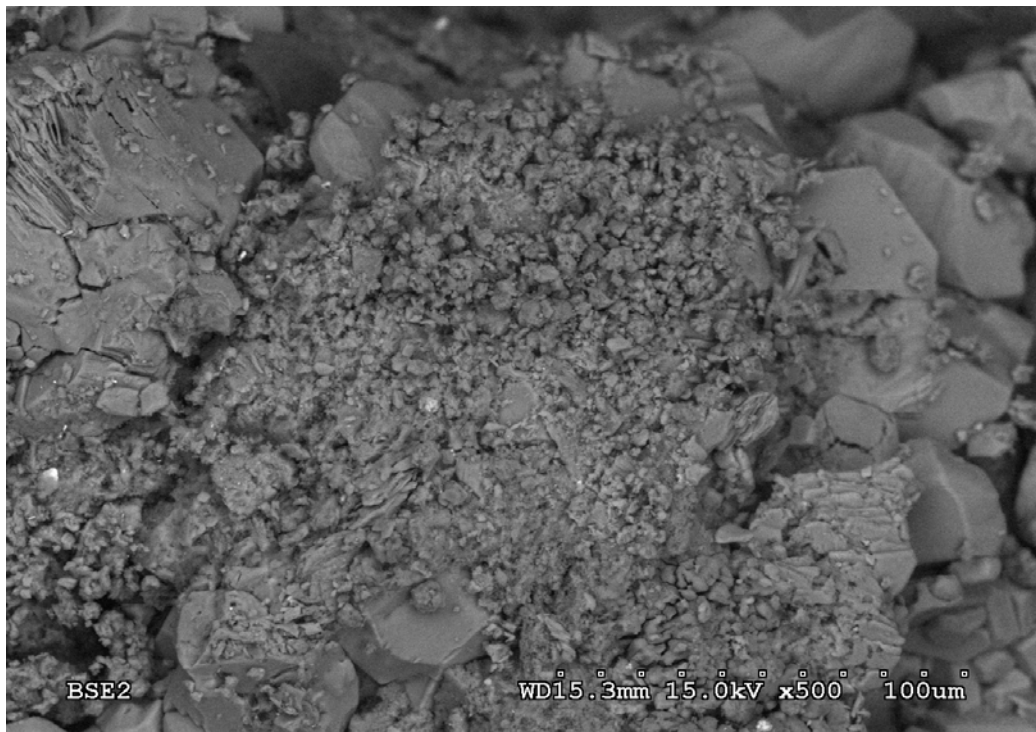


*Carbonatos amorfos asociados a Estroncio y algunos cristales de Azufre.*



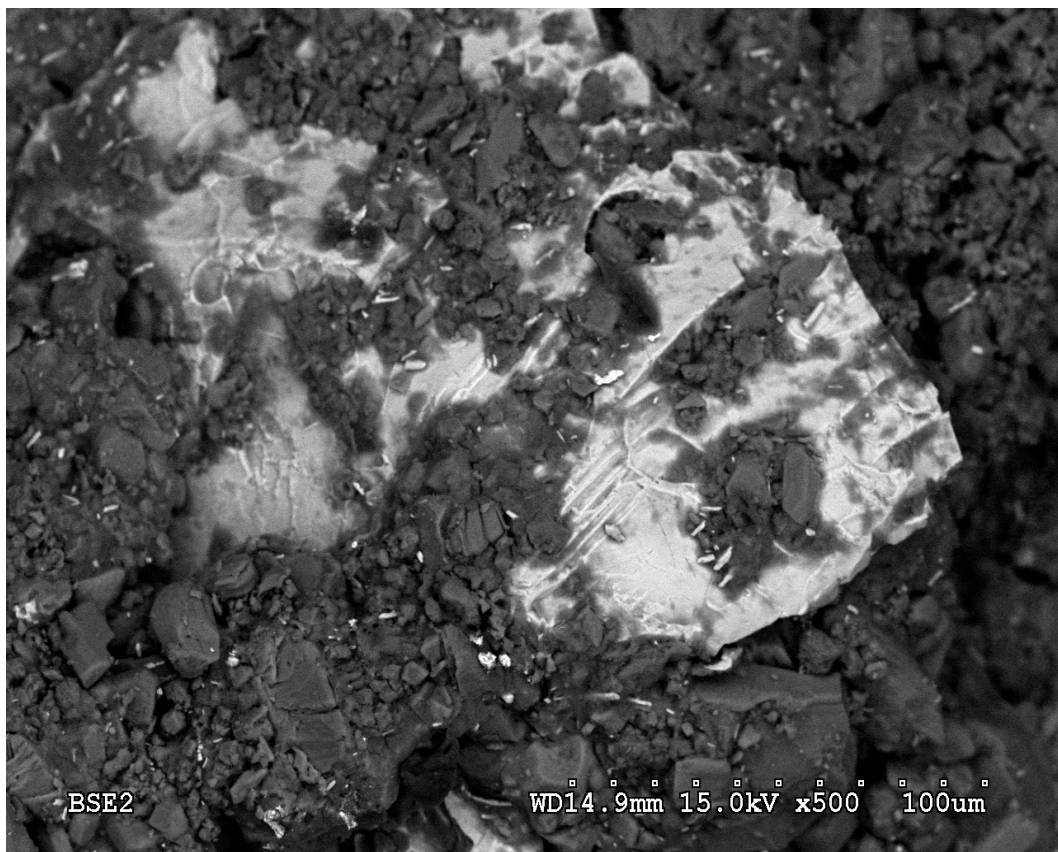
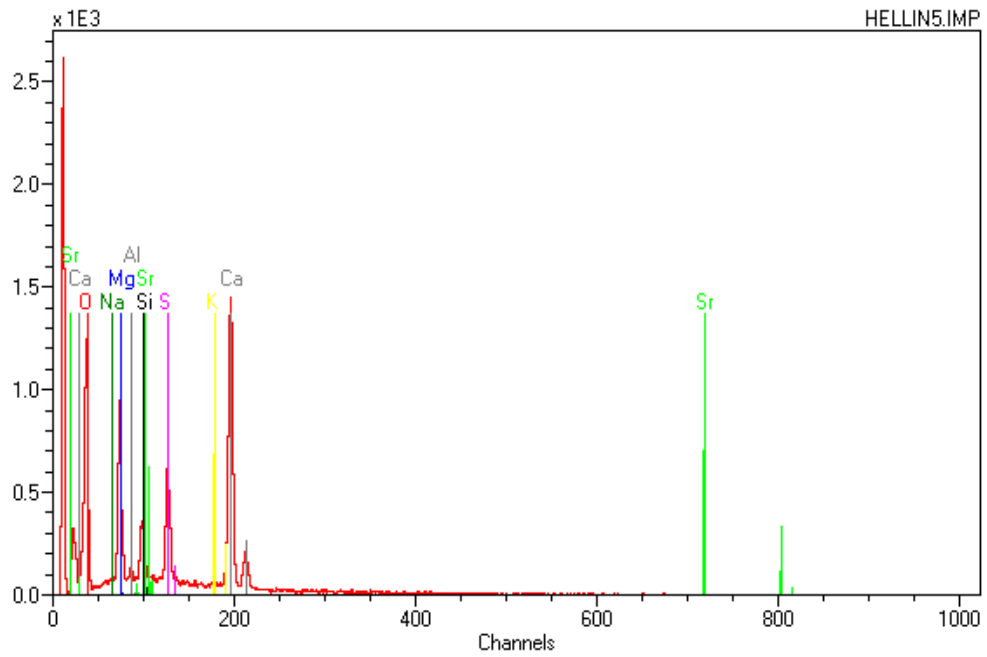


*Cristales de azufre y filosilicatos con estroncio.*



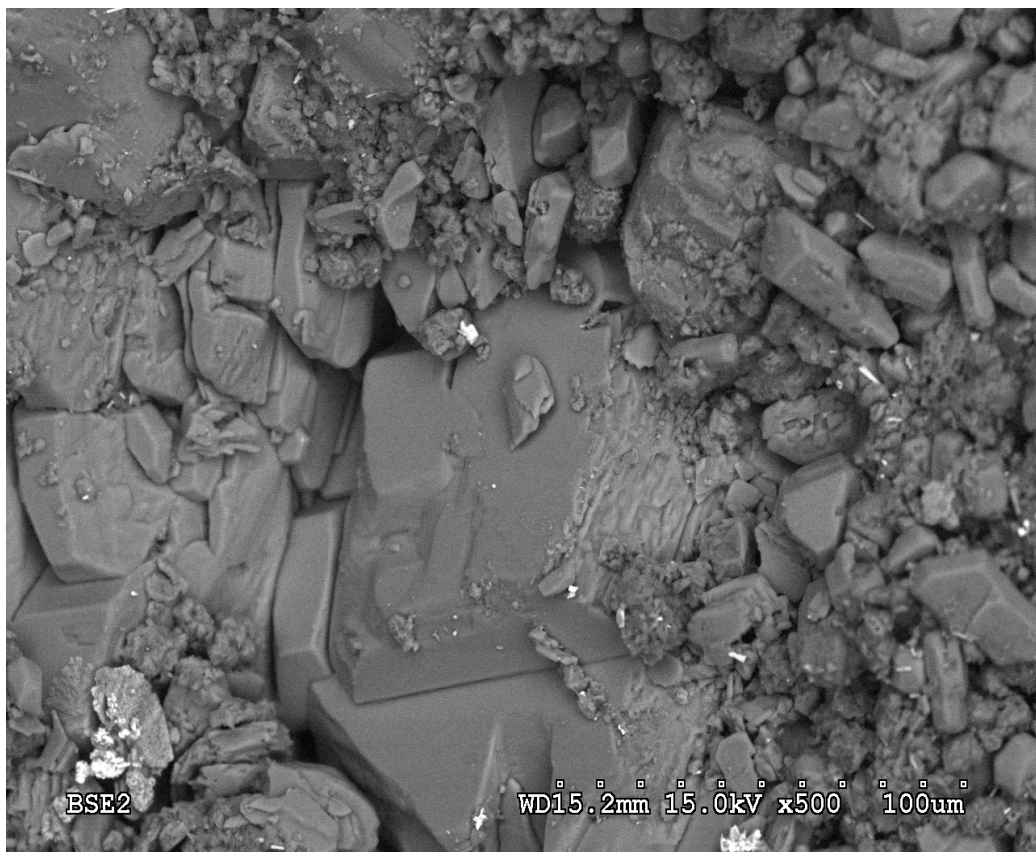
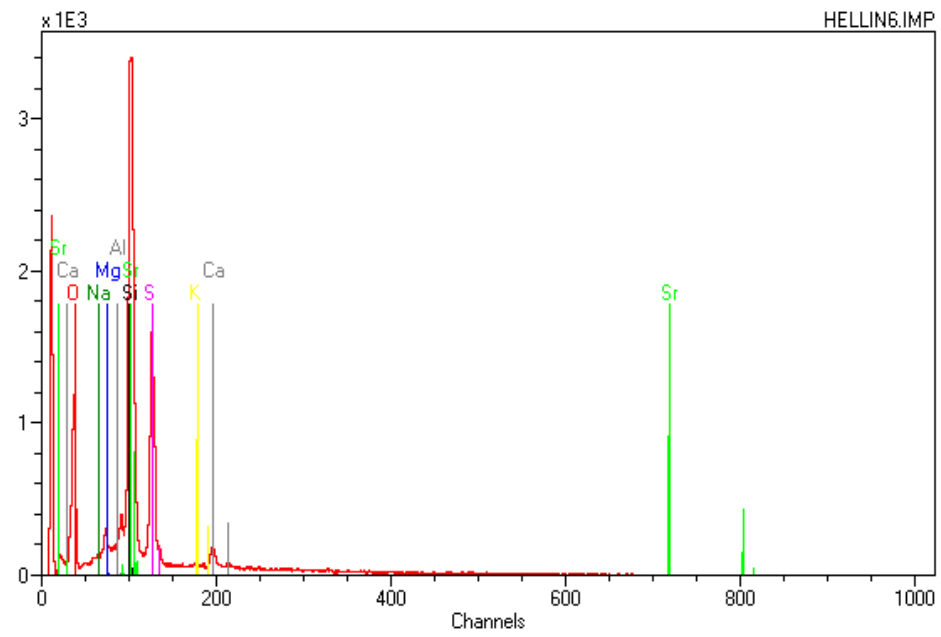
*Filosilicatos envolviendo a cristales de azufre.*

Hellín 3: Composición de montmorillonita, con azufre y carbonatos.



*Detalle de filosilicatos y carbonatos asociados a cristalizaciones de estroncio.*

Hellín 4: Montmorillonita (filosilicatos), asociada a cristales de azufre.



*Cristales ideomorfos de azufre.*



### **Comentarios:**

Nos encontramos con restos de los procesos de transformación del azufre asociados a los vasos cerámicos, de los que ya habíamos determinado la manufactura a torno-torno lento. Como se puede observar en este análisis el azufre extraído contaba con numerosas impurezas, si bien no llegan a un 10%.

Con los análisis efectuados, podemos decir que, al menos, hasta el siglo XIX se fabricaban vasos cerámicos en Las Minas de Hellín (manufactura local) destinados al beneficio del azufre extraído de las minas. Estos vasos de cerámica destinados a los hornos de beneficio no debían de gozar de una vida media no demasiado larga.

Todos estos datos apuntan a la existencia de alfares especializados en la zona que constituirían una industria subsidiaria de la propia extracción minera.

**11. Análisis por cromatografía de gases de compuestos orgánicos pertenecientes a un fragmento cerámico procedente de Las Minas de Hellín.**

Se ha procedido al análisis mediante Cromatografía de Gases del fragmento de cerámica común, con aparentes restos de materia orgánica. Antes de este análisis la cuestión era si el vaso al que pertenecía este fragmento había sido utilizado sólo en usos domésticos, o si se asociaba también al proceso de beneficio del azufre.

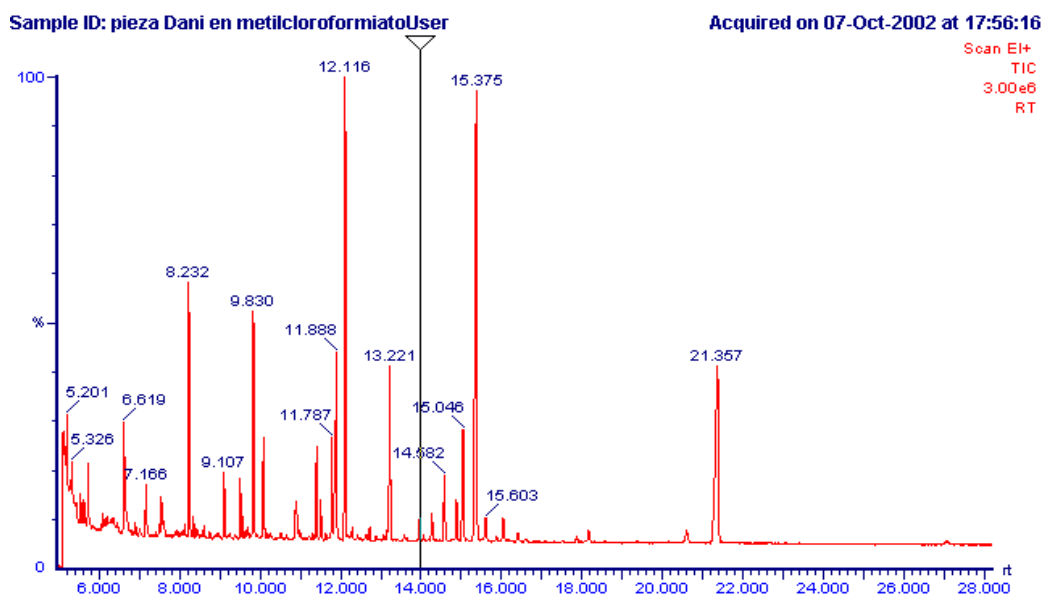
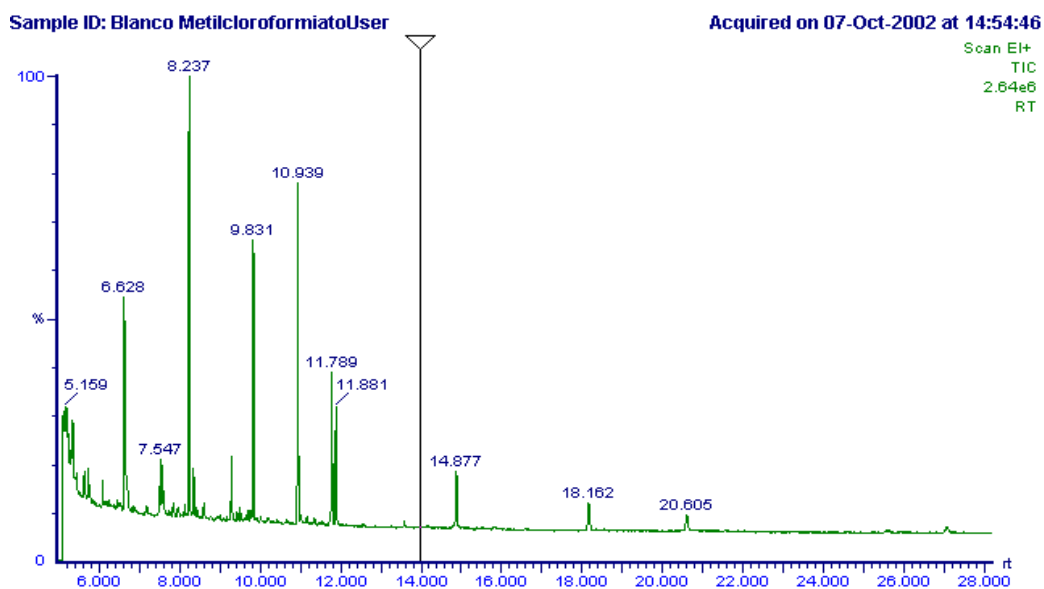
**Experimental:** La Cromatografía Iónica está íntimamente relacionada con la cromatografía líquida de alto rendimiento. Es un método eficaz para la separación y determinación de iones, basado en el uso de resinas de intercambio iónico.

El equipo disponible en estos Servicios es un Cromatógrafo Iónico con autosupresión química DIONEX DX500 que incorpora un módulo de desgasificación de eluyente (EDN), una bomba de gradiente cuaternario (GP40) y un detector electroquímico (DE40) capaz de trabajar en los modos de conductividad, voltimetría, amperometría integrada y amperometría continua.

El sistema de columnas está formado por precolumna o columna guarda, columna separadora y autosupresora.

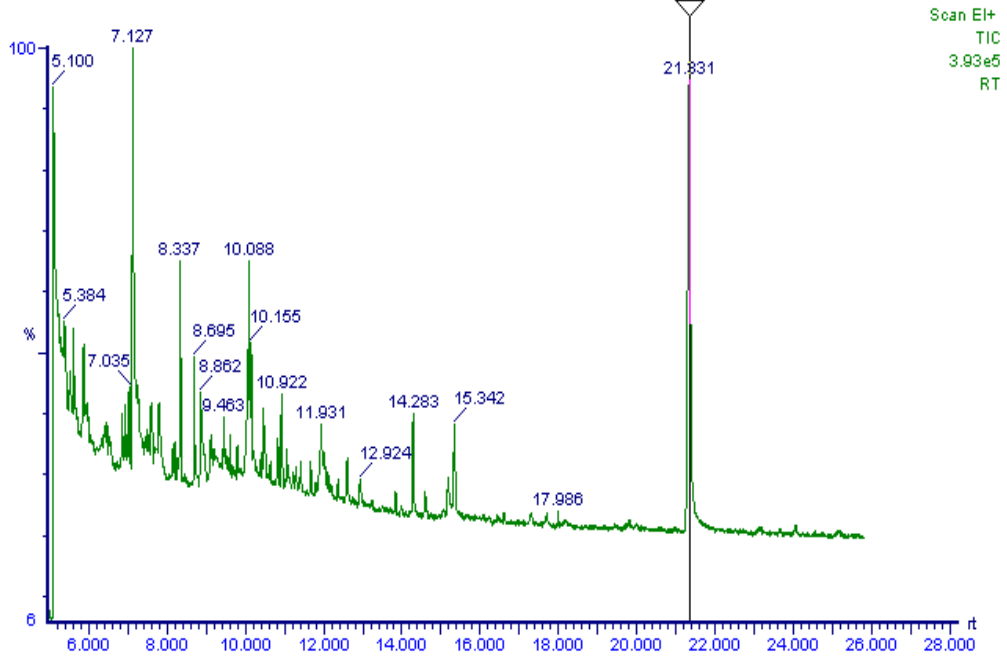
**Preparación:** La muestra se ha sumergido tanto en Metilcloroformiato como en metanol para observar a través del cromatógrafo los compuestos

orgánicos diluidos, observando previamente los picos de estas sustancias para ver los resultados como se puede observar en las gráficas.



Sample ID: dani en metanolUser

Acquired on 10-Oct-2002 at 12:45:16



Entry No. 29911 of 62235

Library Name: NIST

Name: UNDECANEDIOIC ACID, MONOMETHYL ESTER

CAS: 3927-60-4

Formula: C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>4</sub>

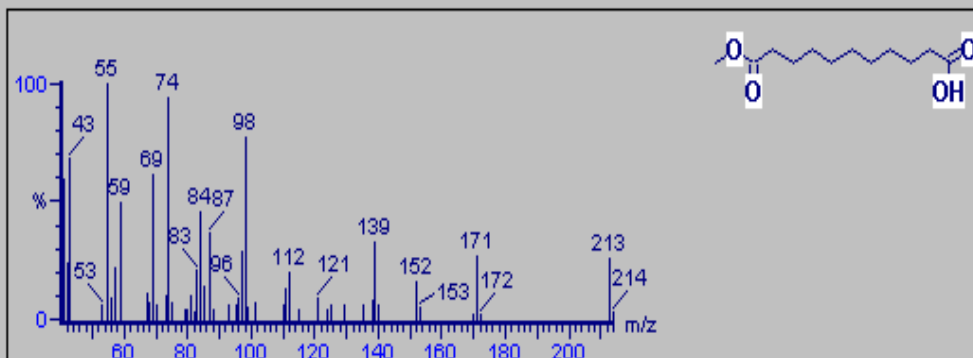
Mol Wt: 230

Text:

Value 1:

Value 2:

Flags:



Entry No. 23477 of 62235

Library Name: NIST

Name: TRICHLORMETHINE

CAS: 555-77-1

Formula: C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>NC<sub>3</sub>

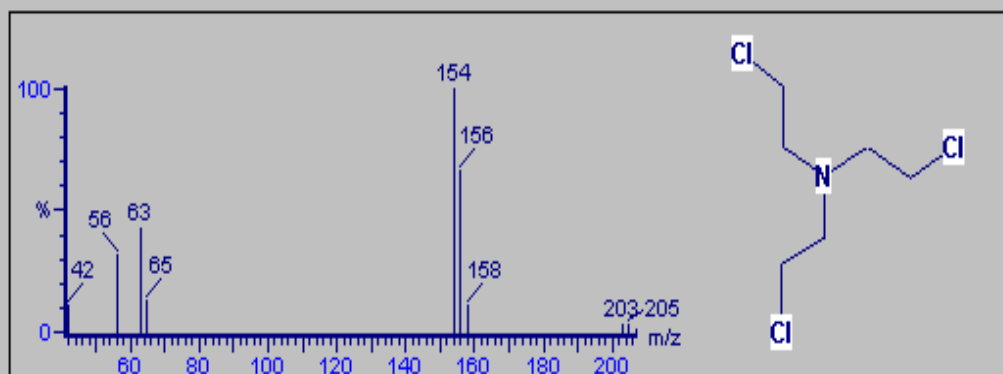
Mol Wt: 203

Text:

Value 1:

Value 2:

Flags:



Entry No. 20002 of 62235

Library Name: NIST

Name: 2,8,9-TRIOXA-5-AZA-1-SILABICYCLO 3.3.3 UNDECANE, 1-METHYL-

CAS: 2288-13-3

Formula: C<sub>7</sub>H<sub>15</sub>O<sub>3</sub>NSi

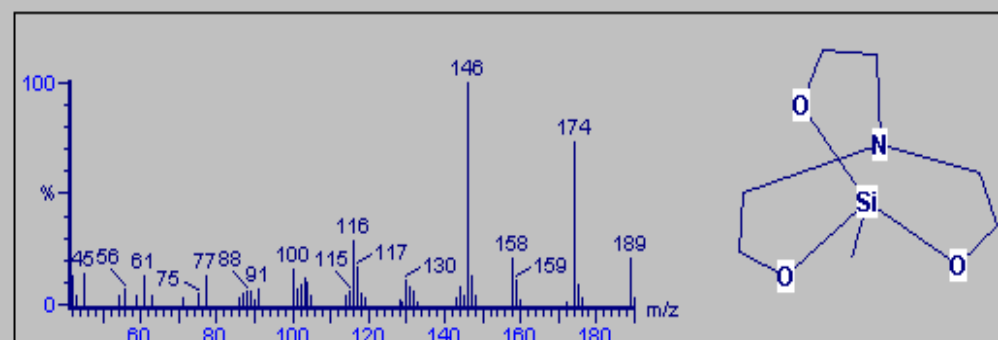
Mol Wt: 189

Text:

Value 1:

Value 2:

Flags:



**Resultados y discusión:** Como podemos observar nos han aparecido los siguientes compuestos:

- Ácido undecanedoico, monometil-éster.
- Triclorometina.
- 2.8.9-trioxa-5-aza-1-silabicyclo3.3.3 undecano,1 metil.

Se trata de productos relacionados con el beneficio del azufre y otros que en la actualidad se usan para la fertilización de los suelos, más concretamente para que estos no pierdan iones N. No obstante, corrobora los anteriores análisis por SEM de los fragmentos cerámicos, es decir, su uso en la síntesis para separación del azufre y su purificación.