

Estudio de muestras de materias primas y materiales de construcción de La Tejera de Aguayo

J. Ruiz Cobo

02/05/2022

Durante la intervención de limpieza y recuperación de la conocida como Tejera de Aguayo, desarrollada en 2021 bajo la dirección de M. García Alonso, en el marco de las actuaciones de recuperación de patrimonio del Instituto Sautuola, se tomaron una serie de muestras de distintos materiales de construcción, materias primas y elaboradas y combustibles¹.

El objetivo básico de este estudio es obtener una serie de conclusiones sobre el comportamiento y la alteración térmica sufrida por diversos materiales en un horno histórico diseñado para la cocción de teja y ladrillo y utilizado de forma complementaria para la obtención de cal viva. Además, se busca integrar estos materiales en una colección comparativa que permita la clasificación de este tipo de productos cuando aparecen en otros yacimientos.

1. Planteamiento general y método

Se estudian una veintena de muestras de materias primas, materiales elaborados y de construcción afectados por la exposición al calor en un horno que funcionó como tejera y ocasionalmente como calero. Así mismo se recogieron también dos muestras de combustibles. El planteamiento general consiste en realizar su análisis centrado sobre todo en la detección de los cambios físicos y químicos sufridos en ellos por la exposición al calor, desde su estado original.

El método parte de un estudio comparativo con el material original, mediante observación macroscópica y microscópica de la superficie identificando nuevas estructuras, grietas, astillamientos, descascarillados, recristalizaciones, fusiones y vidriados y buscando variaciones en la densidad, en el pH y en la textura y dureza de los componentes. En los materiales procesados se llevará a cabo una descripción sumaria de sus rasgos básicos. El pH se ha analizado en disolución en agua al 50 % con un medidor portátil, con 0,02 % de precisión y la reacción al ClH aplicando este ácido al 10 % en temperatura ambiente. En los casos en que se consideró necesario se ha analizado la presencia de carbonatos, materia orgánica y el perfil granulométrico de las muestras.

2. Materiales y procesos implicados

Se han estudiado varios tipos de elementos, con diferentes funciones en el contexto de procesado: materias primas y productos elaborados, materiales que conformaban la estructura del horno y muestras de combustible.

¹ Queremos agradecer al director de la intervención la posibilidad que nos ha brindado de estudiar estos lotes de materiales que serán incorporados a la colección del Instituto Sautuola de Prehistoria y Arqueología.

a. Materias primas y productos elaborados

Procesado de la arcilla. El objetivo fundamental del horno es la elaboración de ladrillos y tejas por lo que la materia prima de trabajo son las arcillas. En general, para este tipo de trabajos se prioriza la cercanía de la cantera, más que su calidad. La cantera utilizada se encuentra en este caso a pocos metros del horno.

En los hornos tradicionales la elaboración de los ladrillos incluye varios procesos:

- Triturado de bloques de arcilla y limpieza de impurezas (piedras, raíces, tierra vegetal) para minimizar el riesgo de fracturas durante la cocción.
- Una vez cribada la arcilla se añade agua y hasta un punto próximo a la saturación de la mezcla.
- Separación en bolos que se colocan en los moldes para su prensado y compactación.
- Secado de las piezas.
- Extracción y colocación en el horno siguiendo un orden que asegure una exposición al calor homogénea. Se alimenta el horno con la leña y se busca un ascenso de temperatura suave, hasta alcanzar la temperatura de cocción, que en un horno tradicional se encuentra en el entorno de los 600 °C.

Para la obtención de tejas el sistema es similar, aunque en este caso se añade a la masa una selección de desgrasantes más finos, que la dotan de una mayor elasticidad lo que impide la formación de grietas durante la cocción. El grosor de la teja, normalmente por debajo de 2 cm, y su forma curva, hace que sea más proclive a la aparición de fracturas diagonales. Con el barro fresco, se repasaba la superficie con la mano y se anulaban los poros de mayor tamaño. Para dar forma a la teja se utiliza un banco de trabajo y un molde, que se espolvoreaba con ceniza para evitar la adhesión arcilla - molde. Las piezas se dejaban secar al sol durante dos o tres días, dependiendo del tiempo que hiciese.

El combustible utilizado era leña, generalmente, árgomas, helechos y ramas finas. Una vez terminada la cocción, el horno estaba al rojo vivo por lo que había que esperar entre cuatro a diez días para poder sacar las tejas. Al menos un diez por ciento de la carga se desperdiciaba.

Procesado de la caliza. Se sabe que el horno también se utilizó para la obtención de cal a partir de caliza. La presencia de cal en el horno ha podido influir en que determinadas piedras de arenisca se hayan fundido superficialmente porque la presencia de cal hace descender el punto de fusión en los hornos de vidriobastante por debajo de los 1500 °C ordinarios.

Para obtener cal a partir de la roca caliza el proceso químico consiste en aplicar calor al carbonato cálcico (CaCO_3), por lo que desprende gas carbónico (CO_2) y queda como residuo la cal viva, óxido de calcio (CaO). Debe tenerse en cuenta que la caliza contiene valores superiores al 95 % de carbonato cálcico. Si se añade agua a la cal viva se consigue cal hidratada (hidróxido de calcio) llamada también "cal apagada" o "muerta".

Los usos de la cal en la sociedad tradicional son:

a) Sobre todo como mortero, para añadir a la masa como elemento ligante junto la arena. Este uso se fundamenta en que la cal apagada en contacto con la atmósfera, al secarse dentro del mortero, absorbe el anhídrido carbónico del aire y se convierte de nuevo en carbonato cálcico,

y agua, que se evapora: Cal apagada + anhídrido carbónico = carbonato cálcico + agua ($\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CO}_3\text{Ca} + \text{H}_2\text{O}$).

b) La cal mezclada con arena fina se utilizó también para revoques, que protegían las paredes de la lluvia.

c) Como pintura y desinfectante, disuelta en agua, sirve para “encalar” las paredes de las casas. También se encalaban los tramos medios de los troncos de los frutales para liberarlos de los parásitos que ascendían por ellos.

En cuanto a la aplicación de calor es necesario que el horno alcance entre 600 y los 900 °C para producir la calcinación de la caliza. Como fase previa al horneado es necesario triturar o moler las piedras de caliza, a un tamaño adecuado, según el tipo de horno, para aumentar su superficie de contacto con el calor. En función a la temperatura aplicada se producen cales de diferente porosidad y densidad: a mayor temperatura mayor porosidad.

Normalmente para elaborar la cal se cargaba el horno con manojos de arbustos secos, en el área cantábrica de "árgumas" (*Ulex europaeus*) y se prendía desde primera hora del día. La exposición continua al calor del fuego, durante unos tres días consecutivos con sus respectivas noches, conseguía que se produjese la conversión en cal. También influye en la calidad final de la cal la riqueza en carbonatos de la caliza utilizada. Se dice que las mejores calizas dan una cal más grasa, menos basta.

El indicativo de que la cocción es correcta es el color blanco de las piedras de caliza. A partir de ese momento se cerraba la boca del horno y se dejaba enfriar lentamente durante otros dos o tres días. En ocasiones parte del lote de piedras de calizas introducidas en el horno no se cocía de forma completa y su núcleo o corazón no se había transformado en cal, por lo que se solían desechar. Se estima que el rendimiento en peso en el procesado tradicional era del 60 – 70 % en el paso de caliza a cal. Una vez extraída del horno la cal debía de conservarse en condiciones que la protegiesen de la humedad hasta el momento de su uso.

b. Elementos de construcción



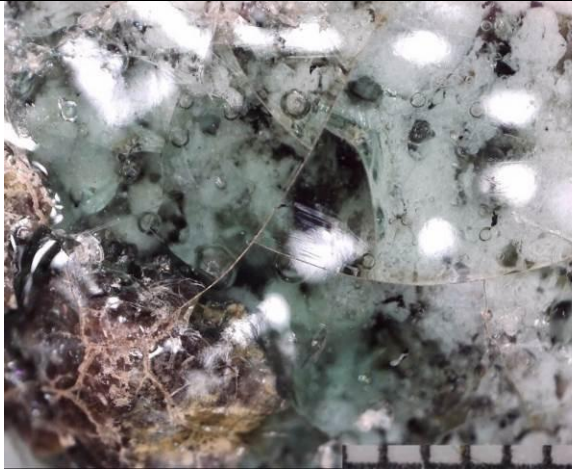

Las estructuras que conforman el horno -cámara de cocción, pasillo de carga, vertedero - están montadas con caliza local trabada con mortero. También han debido de utilizarse bloques de arenisca, dado que están presentes en las muestras analizadas.

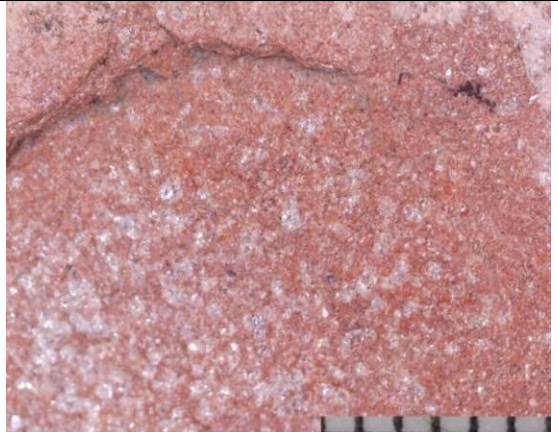
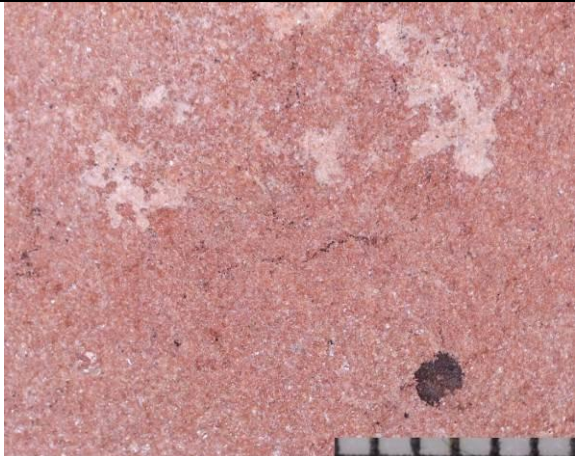
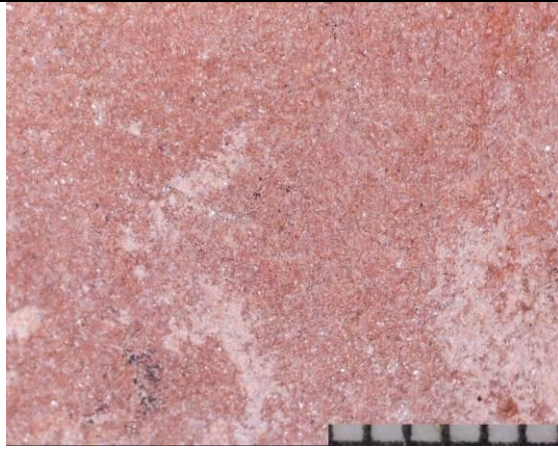
Además, para preparar el horno para la cocción de la caliza era necesario proteger sus paredes internas con una capa de arcilla que a menudo debía de renovarse cada vez. Esto explica la presencia de pellas en el suelo integrada en los fangos generados tras el abandono de la instalación.


c. Combustibles




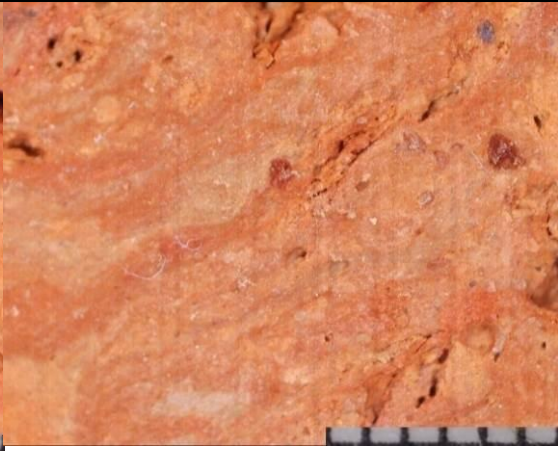
En general el combustible utilizado, tanto para la cocción de las tejas y ladrillos como de la cal es vegetal, sobre todo matorral seco (escajo, jara, brezo). También en el caso de los caleros se usaba ese mismo combustible, lo que más abunde en la zona. Es el más adecuado porque produce mucha llama y muy poca ceniza. Los arbustos debían de haberse cortado y hacinado dos meses antes para que estén totalmente secos.



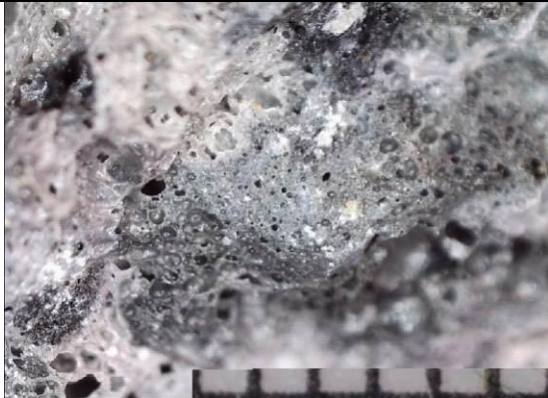

3. Las muestras

| | | | | | |
|--|---------------------------|------------|--|-------|------------|
| Nº M ^a | 1 | Yacimiento | Tejera de Aguayo 2021 | Fecha | 30/07/2021 |
| Signatura /loc | A7.N. 1,98 E / 2,24 S. | | | | |
| Ref /Cd | Escombros fuera del horno | | | | |
| Material | Piedra vitrificada | | | | |
| Descripción | | | | | |
| <p>Fragmento de roca arenisca que ha sufrido una fuerte exposición al calor, en el entorno de los 1000° C, puesto que la cara expuesta presenta una capa vitrificada de unos 2 mm de espesor. El vidriado aparece en una de las caras y es de color dominante verde esmeralda y blanco. Se observa que la capa vítrea está agrietada siguiendo un patrón que combina curvas y rectas, probablemente por haber sufrido más de un episodio de calor y por la pérdida rápida de calor en alguna ocasión. La cara contraria es de color negro mate. Su dureza varía desde los * en la cara vitrificada hasta los * en las caras que no han sufrido la exposición directa al calor. En cuanto a su densidad es más alta / baja a la de una arenisca de la zona. Espesor máximo 27 mm que viene a coincidir con el espesor de afección térmica pues la placa ha saltado desde la roca en que estaba integrada. En el interior presenta una estructura formada por grumos de mayor dureza que el resto del cemento.</p> | | | | | |
| Foto general | | | Microfotografía | | |
|  | | |  | | |
| Microfotografía | | | Microfotografía | | |
|  | | |  | | |
| Observaciones | | | | | |
| <p>Peso: 113 gr. Densidad: 1,95. La escala gráfica corresponde a 3 mm (cada intervalo es 0,5mm).</p> | | | | | |



| | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------|--|--------------|------------|
| Nº Mª | 2 | Yacimiento | Tejera de Aguayo | Fecha | 10/08/2021 |
| Signatura | A7/N 1,37 N / 1,54 W | | | | |
| Ref /Cd | Escombros tras la boca | | | | |
| Material | Placa de arcilla cocida | | | | |
| Descripción | | | | | |
| <p>Fragmento de arcilla cocida con forma de placa, de 6,5 mm de espesor. Presenta estructura interna laminada formada por finas capas de menos de 1 mm de espesor. En los diferentes planos se observan pequeños cristales de mica moscovita de tamaño muy reducido. Su ordenación y disposición, en paralelo al plano de laminación, indican que se trata de un sedimento depositado por gravedad en un medio de baja energía y que ha sido afectada después por la exposición al calor, sin un proceso de amasado.</p> | | | | | |
| Foto general | | | Microfotografía | | |
|  | | |  | | |
| Microfotografía | | | Microfotografía | | |
|  | | |  | | |
| Observaciones | | | | | |
| <p>Peso: 27 gramos. La escala gráfica corresponde a 3 mm (cada intervalo es 0,5mm).</p> | | | | | |

| | | | | | |
|--|--|-------------------|--|--------------|-------------------|
| Nº Mª | 3 | Yacimiento | Tejera de Aguayo | Fecha | 23/08/2021 |
| Signatura | A6 | | | | |
| Ref /Cd | Sobre el muro medianero de la cámara de combustión | | | | |
| Material | Muestra de cal | | | | |
| Descripción | | | | | |
| <p>Dos fragmentos de roca caliza muy afectados por la exposición directa al calor. En sección mantiene la estructura interna de la roca original, pero es deleznable con una mínima presión. En las fisuras internas de la caliza existían concentraciones de limos ricos en óxidos de hierro que por efecto del calor se han cocido y están endurecidas y agrietadas. Una vez triturada proporciona una cal blanca que no presenta reacción al CIH.</p> | | | | | |
| Foto general | | | Microfotografía | | |
|  | | |  | | |
| Microfotografía | | | Microfotografía | | |
|  | | |  | | |
| Observaciones | | | | | |
| <p>Peso: 247 gr. Densidad: 2,35 pH: 7,6. La escala gráfica corresponde a 3 mm (cada intervalo es 0,5mm).</p> | | | | | |

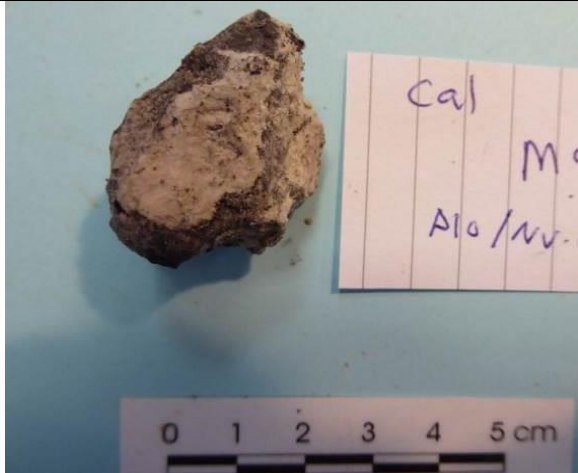

| | | | | | |
|---|-----------------------|-------------------|--|--------------|-------------------|
| Nº Mª | 4 | Yacimiento | Tejera de Aguayo | Fecha | 28/07/2021 |
| Signatura | | | | | |
| Ref /Cd | CD A7. N4. Escombros. | | | | |
| Material | Muestra de barro. | | | | |
| Descripción | | | | | |
| <p>Se trata de dos fragmentos de un aglomerado formado por limos arcillosos de color marrón grisáceo con gruesos nódulos de arcilla cocida de tamaño centimétrico. En esta muestra se han analizado estos nódulos de arcilla cocida. En la sección delgada de uno de ellos se observa la existencia de vacuolas, producidas por una mala compactación de la masa, capas deformadas de material de diferente textura, resultado de una deficiente mezcla y abundantes desgrasantes. En este grupo aparece grava de cuarzo, con diámetros inferiores a 0,3 mm y nódulos de óxidos de hierro, con tamaños cercanos a 1 mm.</p> | | | | | |
| Foto general | | | Microfotografía | | |
|  | | |  | | |
| Microfotografía | | | Microfotografía | | |
|  | | |  | | |
| Observaciones | | | | | |
| <p>Métrica: Peso: 291 gr. Densidad gr/cm³: 1,66 Peso: 82. Se hace lámina delgada de un clasto cocido. La escala gráfica corresponde a 3 mm (cada intervalo es 0,5mm).</p> | | | | | |



| | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------|--|--------------|------------|
| NºMª | 5 | Yacimiento | Tejera de Aguayo | Fecha | 27/07/2021 |
| Signatura | | | | | |
| Ref /Cd | A7 | | | | |
| Material | Muestra de mala cocción | | | | |
| Descripción | | | | | |
| <p>Fragmento de roca expuesto al calor intenso, color interior gris a negro. Su interior no presenta textura homogénea, sino que aparecen diferentes tipos de material, todos afectados por el calor. En algunos sectores, de color gris oscuro, la textura es masiva y compacta y en otros presenta estructura micro alveolar de aspecto esponjoso, de forma irregular, a modo de escoria de fundición. En otros sectores del interior, de tonos siena, se observan burbujas esféricas con diámetros de 2 a 6mm. En general presenta una textura densa y fractura concoide. La falta de reacción al CIH y la inexistencia de vitrificación podrían indicar que no se trata de un material silíceo ni calcáreo y ninguno de sus rasgos recuerda a la escoria de fundición de hierro. Es posible que se trate de un fragmento de vulcanita muy afectado por el calor.</p> | | | | | |
| Foto general | | | Microfotografía | | |
|  | | |  | | |
| Microfotografía | | | Microfotografía | | |
|  | | |  | | |
| Observaciones | | | | | |
| <p>Peso: 369 gr. Vol: 175. Densidad: 2,10 gr/cm³ La escala gráfica corresponde a 3 mm (cada intervalo es 0,5mm).</p> | | | | | |


| | | | | | |
|---|---------------------------------|-------------------|--|--------------|------------|
| NºMª | 6 | Yacimiento | Tejera de Aguayo | Fecha | 26/07/2021 |
| Signatura | A7/N6 | | | | |
| Ref /Cd | | | | | |
| Material | Muestra de caliza a medio cocer | | | | |
| Descripción | | | | | |
| <p>Fragmento de caliza cristalina, de calidad. Superficie exterior gris clara, con relieve suavizado, con grietas de fractura por acción del fuego. Interior de color más oscuro, con oquedades internas, planos de cristalización cubiertos por cristales oscuros, probablemente de calcita. Tanto la matriz como los cristales presentan intensa reacción al CIH. Por su métrica podría haber formado parte de la carga de un horno y haber sido desechada por su mala colección.</p> | | | | | |
| Foto general | | | Microfotografía | | |
|  | | |  | | |
| Microfotografía | | | Microfotografía | | |
|  | | |  | | |
| Observaciones | | | | | |
| <p>Peso: 407 gr. Densidad: 2,313. La escala gráfica corresponde a 3 mm (cada intervalo es 0,5mm).</p> | | | | | |


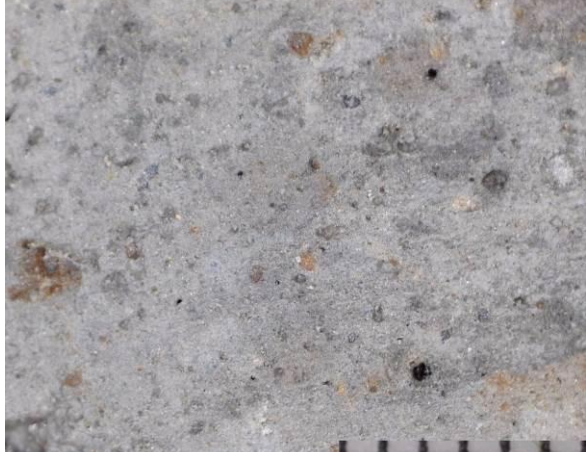
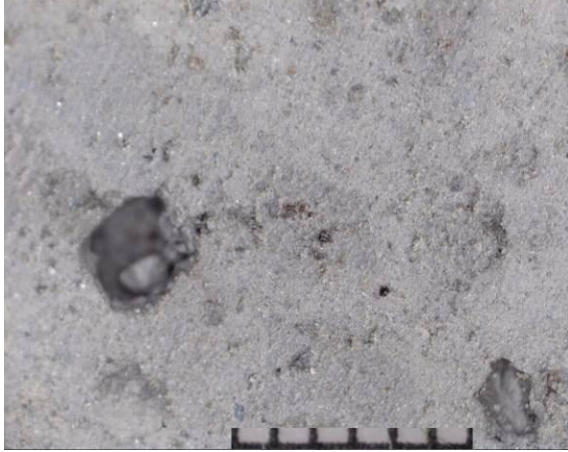

| | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------------------|---|--------------|------------------|
| NºMª | 7 | Yacimiento | Tejera de Aguayo | Fecha | Pendiente |
| Signatura | Pendiente | | | | |
| Ref /Cd | | | | | |
| Material | Fragmento de ladrillo macizo cocido. | | | | |
| Descripción | | | | | |
| <p>Fragmento de un ángulo de un ladrillo macizo de 5,7 mm de espesor. Está formado por arcillas que al cocer toman un tono rojo anaranjado claro. Presenta intrusiones de gruesos fragmentos de arenisca, con forma de placa, uno de gran tamaño (3,7cm) y el resto inferiores al centímetro de eje. En la masa aparecen también pequeñas nodulizaciones de hierro, de métrica cercana al milímetro. Estas últimas deben ser nativas de la arcilla.</p> | | | | | |
| Foto general | | | Microfotografía | | |
|  | | |  | | |
| Microfotografía | | | Microfotografía | | |
| Observaciones | | | | | |
| <p>Peso: 301 gr. Densidad: 1,21 gr/cm³. La escala gráfica corresponde a 3 mm (cada intervalo es 0,5 mm).</p> | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--------------|-------------------|--|---|--------------|-------------------|
| Nº M^a | 8 | Yacimiento | Tejera Aguayo | de | Fecha | 13/08/2021 |
| Signatura | A10 /N | | | | | |
| Ref /Cd | | | | | | |
| Material | Caliza y cal | | | | | |
| Descripción | | | | | | |
| <p>Fragmento de roca caliza gris, recubierta por una capa irregular de cal muerta, que se ha cementado y adherido a ella. Formada por una matriz blanca sucia / gris claro con intrusiones de clastos de nódulos de cal blanca y pequeños cantos de caliza. Los clastos están afectados por el calor con distintas repuestas: los arcillosos están cocidos y son de color rojizo, los arenosos presentan un cierto grado de vitrificación, están ennegrecidos y presentan vacuolas y los calcáreos han perdido la consistencia y están calcificados. Además, aparecen dos cantos centimétricos de caliza, nódulos de arcilla roja y de arcillas negras. Probablemente se trate de un residuo de una mala cocción, consolidado en el suelo y contaminado con otros restos.</p> | | | | | | |
| Foto general | | | | Microfotografía | | |
|  | | | |  | | |
| Microfotografía | | | Microfotografía | | | |
|  | | |  | | | |
| Observaciones | | | | | | |
| <p>Peso: 243 gr. Densidad: 1,94 gr /cm³. La escala gráfica corresponde a 3 mm (cada intervalo es 0,5mm).</p> | | | | | | |




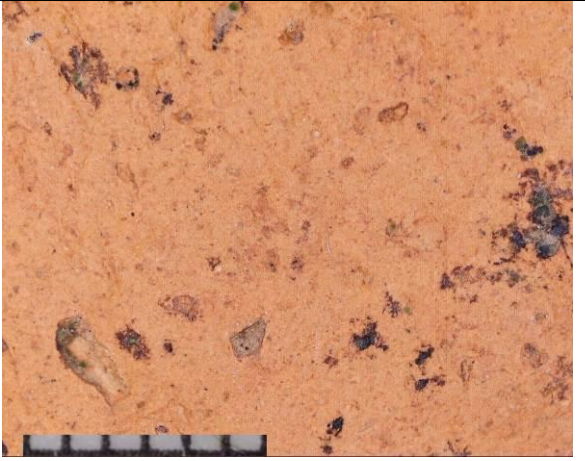
| | | | | | |
|---|---|-------------------|---|--------------|--------------------------------|
| NºMª | 9-10 | Yacimiento | Tejera de Aguayo | Fecha | 10/08/2021 / 26/07/2021 |
| Signatura | Muestra 9: A10 / NV escombrera. M10: A17. | | | | |
| Ref /Cd | Muestra 9: N 0,16 / W 0,50 / Z: 0,50 | | | | |
| Material | Muestra de cal. Muestra 10: Cal mal cocida. | | | | |
| Descripción | | | | | |
| <p>La muestra 9 la forman dos fragmentos de cal pura con una cara ennegrecida de color blanco sucio. Al machacarlas se comprueba que el color de cal es blanco sucio a amarillo / siena.</p> <p>La muestra 10: Dos fragmentos de cal cocida con intrusiones de cantos centimétricos de caliza gris, con peor cocción.</p> | | | | | |
| Foto general M9 | | | Foto general M10 | | |
|  | | |  | | |
| Microfotografía | | | Microfotografía | | |
| Observaciones | | | | | |
| <p>Muestra 9: Peso: 39 gr. Densidad: 1,95. pH: 10,55. Fuerte reacción al ClH. Una primera toma en una submuestra de pH: 7,85.</p> <p>Muestra 10: Peso conjunto: 58 gr. Densidad: 2,32. pH: 8,3. Fuerte reacción al ClH. La escala gráfica corresponde a 3 mm (cada intervalo es 0,5mm).</p> | | | | | |



| | | | | | |
|--|---|-------------------|---|--------------|-------------------------------|
| Nº M^a | 11-14 | Yacimiento | Tejera de Aguayo | Fecha | 4/08/2021 – 19/08/2021 |
| Signatura | 0,85 N / 1,90 E | | | | |
| Ref /Cd | Muestra 11: A7. Nv de escombros de teja frente a la boca (a suelo) Muestra 14: A6 / N. | | | | |
| Material | Limos enriquecidos en carbón / materia orgánica | | | | |
| Descripción | | | | | |
| Muestra 11: Seis fragmentos de masa de textura limosa rica en materia orgánica y con restos de carbón. Muestra 14: Dos gruesos bloques de limos consolidados. Color marrón muy oscuro, con pequeños clastos de barro cocido de color rojo aladrillado en su interior. | | | | | |
| Foto general Muestra 11 | | | Foto general Muestra 14 | | |
|  | | |  | | |
| Observaciones | | | | | |
| Muestra 11: 6 fragmentos. Peso: 121 gr. Densidad: 1,73. pH: 6,8 Muestra 14: Peso de los dos fragmentos 479 gramos. Ph: 6,9. La escala gráfica corresponde a 3 mm (cada intervalo es 0,5mm). | | | | | |


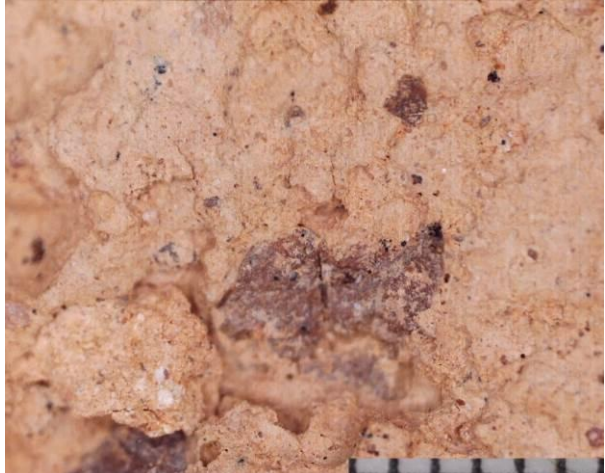
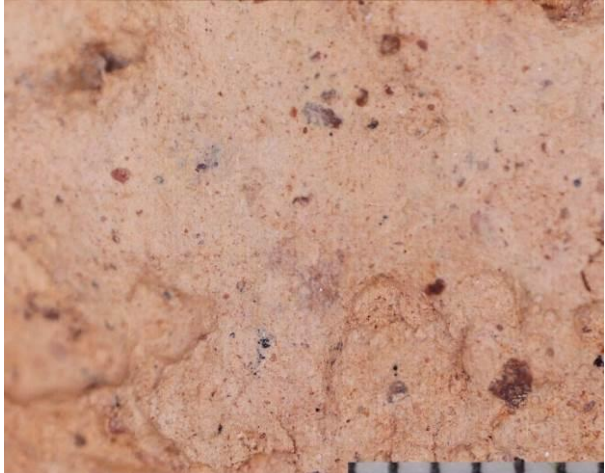
| | | | | | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------------|--------------|-------------------|
| Nº Mª | 12 | Yacimiento | Tejera de Aguayo | Fecha | 28/07/2021 |
| Signatura | A7/N | | | | |
| Ref /Cd | Boca del horno | | | | |
| Material | Muestra de carbón | | | | |
| Descripción | | | | | |
| <p>Dos fragmentos de limo consolidado, compacto, rico en materia orgánica y en cal. Está manchado por contacto con carbón vegetal. En la misma muestra hay dos gruesos fragmentos de gruesos fragmentos de carbón vegetal.</p> | | | | | |
| Foto general | | | | | |
|  | | | | | |
| Observaciones | | | | | |
| <p>Se analiza el fango consolidado. Peso: 30 gr. Densidad: 1,67. pH: 6,85 La escala gráfica corresponde a 3 mm (cada intervalo es 0,5mm).</p> | | | | | |




| | | | | | |
|--|---|-------------------|--|--------------|-------------------|
| Nº M^a | 13 | Yacimiento | Tejera de Aguayo | Fecha | 19/08/2021 |
| Signatura | Lat. 21. | | | | |
| Ref /Cd | A6. Nivel de ladrillos y fango. Interior del horno. | | | | |
| Material | Muestra de carbón. | | | | |
| Descripción | | | | | |
| Bloque de fango consolidado, con nódulos de 3 mm eje, compactos. El bloque se desmenuza fácilmente por presión. No presenta reacción al CIH. | | | | | |
| Foto general | | | Microfotografía | | |
|  | | |  | | |
| Microfotografía | | | Microfotografía | | |
|  | | |  | | |
| Observaciones | | | | | |
| <p>Revisar micro fotografías La escala gráfica corresponde a 3 mm (cada intervalo es 0,5mm).</p> | | | | | |


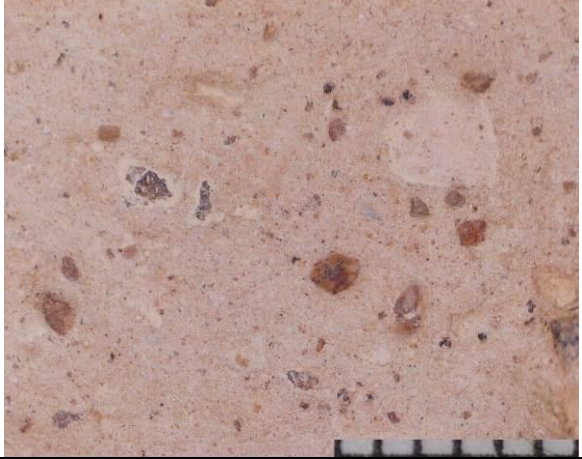
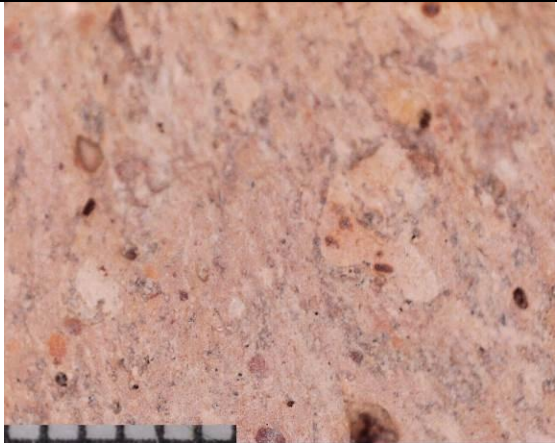
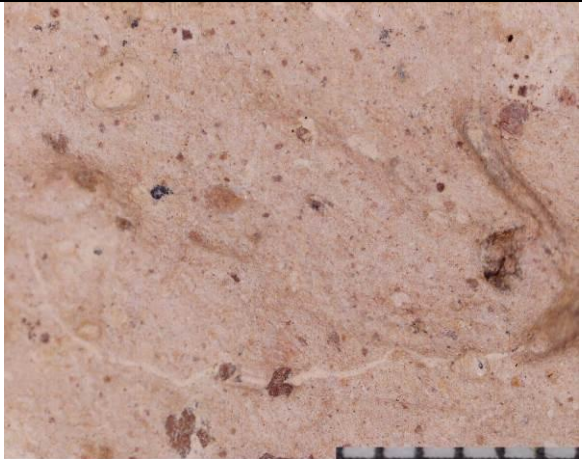
| | | | | | | |
|--|---|-------------------|--|-----------|--------------|-------------------|
| Nº Mª | 15 | Yacimiento | Tejera de Aguayo | de | Fecha | 11/08/2021 |
| Signatura | A7 / N | | | | | |
| Ref /Cd | Escombros con mucha quema de zona frente a la boca. | | | | | |
| Material | Muestra vegetal. | | | | | |
| Descripción | | | | | | |
| Pequeñas ramas de matorral carbonizadas de menos de 1 cm de diámetro, de material vegetal. Por su métrica y por su forma general parecen proceder de un arbusto, muy probablemente de tipo escajo (<i>Ulex</i>). Peso: 19 gramos. Dos fragmentos proceden del tegumento exterior de un helecho (<i>Pteridium</i>). | | | | | | |
| Foto general | | | Microfotografía | | | |
|  | | |  | | | |
| Microfotografía | | | Microfotografía | | | |
|  | | |  | | | |
| Observaciones | | | | | | |
| La escala gráfica corresponde a 3 mm (cada intervalo es 0,5mm). | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|-----------------|-------------------|------------------|--|-------|------|
| Nº Mª | 16 | Yacimiento | Tejera de Aguayo | de | Fecha | s.f. |
| Signatura | A6 / A7: Horno | | | | | |
| Ref /Cd | | | | | | |
| Material | Ladrillo macizo | | | | | |
| Descripción | | | | | | |
| Fragmento angular de ladrillo macizo: 30 mm espesor. Superficie alisada y cuidada. Masa compacta, roja, con desgrasantes de tamaño medio y fino. En su interior presenta vacuolas de tamaño grande, con hasta 7 mm de eje mayor y grietas que indican una limitada compactación en parte de su volumen. En bordes y aristas presenta marcas de molde, sobre todo en el sentido longitudinal y otras menos marcadas transversales. | | | | | | |
| Foto general | | | | Microfotografía | | |
|  | | | |  | | |
| Microfotografía | | | | Microfotografía | | |
|  | | | |  | | |
| Observaciones | | | | | | |
| <p>Peso 409 gramos. La escala gráfica corresponde a 3 mm (cada intervalo es 0,5mm).</p> | | | | | | |

| | | | | | | |
|--|------------------------------|-------------------|--------------------------|---|--------------|------|
| Nº M^a | 17-20 | Yacimiento | Tejera Aguayo | de | Fecha | s.f. |
| Signatura | A6 / A7: Horno | | | | | |
| Ref /Cd | Material | | | | | |
| Material | Ladrillo macizo - Teja curva | | | | | |
| Descripción | | | | | | |
| <p>Muestra 17: Fragmento de 1/3 de ladrillo macizo, espesor 35 mm. Presenta estriados a modo de improntas lineales, paralelas, sobre todo en el sentido longitudinal. Están jerarquizadas y parecen indicar el uso de un molde. Superficie rugosa, especialmente por una de las caras. La cocción se ha realizado a baja temperatura porque la masa no esta totalmente consolidada y en su parte exterior se disuelve al contacto con el agua.</p> <p>Muestra 20: Fragmento central de teja curva. Superficies alisadas, desgrasantes finos. Presenta líneas de alisado superficiales y finas, convergentes e irregulares.</p> | | | | | | |
| Foto general Muestra 17 | | | | Foto general Muestra 20 | | |
|  | | | |  | | |
| Observaciones | | | | | | |
| <p>Muestra 17: Peso: 481 gr. Muestra 20: Peso: 169 gr.</p> | | | | | | |

| | | | | | |
|---|-----------------|-------------------|--|-----------|--------------|
| Nº M^a | 18 | Yacimiento | Tejera | de | Fecha |
| | | | Aguayo | | |
| Signatura | A6 / A7: Horno | | | | |
| Ref /Cd | Materiales | | | | |
| Material | Ladrillo macizo | | | | |
| Descripción | | | | | |
| <p>Fragmento irregular de ladrillo macizo. Espesor: 49 mm. Superficies bastas. Presenta abundantes desgrasantes de tamaño variado de limolitas cocidas de color marrón oscuro. Algunos son gruesos. Aparece un cristal de cuarzo, de color marrón claro, de 3 x 4 mm. También parece usar fragmentos de caliza gris y de areniscas y limolitas, así como nódulos de arenisca ferruginosa. La cocción no ha sido muy intensa y mantiene áreas subsféricas de 1 a 2 cm de diámetro, más blandas, de color marrón oscuro, de pastas diferente, con abundantes desgrasantes finos, de 1 a 3 mm.</p> | | | | | |
| Foto general | | | Microfotografía | | |
|  | | |  | | |
| Microfotografía | | | Microfotografía | | |
|  | | |  | | |
| Observaciones | | | | | |
| <p>Peso 711 gramos. La escala gráfica corresponde a 3 mm (cada intervalo es 0,5mm).</p> | | | | | |

| | | | | | | |
|--|----------------|-------------------|-------------------------|--|--------------|--|
| Nº Mª | 19 | Yacimiento | Tejera de Aguayo | de | Fecha | |
| Signatura | A6 / A7: Horno | | | | | |
| Ref /Cd | Materiales | | | | | |
| Material | Teja curva | | | | | |
| Descripción | | | | | | |
| <p>Fragmento lateral de teja curva, superficies alisadas. Desgrasantes de materiales diversos (arenisca, nódulos de hierro, grabas y arenas blancas) de tamaño fino, medio y grande, (> 5 mm) de color Un desgrasante de 8 mm de eje. Presenta algunas grietas de secado de poco desarrollo. Espesor:</p> | | | | | | |
| Foto general | | | | Microfotografía | | |
|  | | | |  | | |
| Microfotografía | | | | Microfotografía | | |
|  | | | |  | | |
| Observaciones | | | | | | |
| <p>Peso 196 gr. La escala gráfica corresponde a 3 mm (cada intervalo es 0,5mm).</p> | | | | | | |

| | | | | | | |
|--|-------------------|-------------------|--|---|--------------|--|
| Nº M^a | 21 | Yacimiento | Tejera de Aguayo | de | Fecha | |
| Signatura | A6 / A7: Horno | | | | | |
| Ref /Cd | Material | | | | | |
| Material | Ladrillo tabicado | | | | | |
| Descripción | | | | | | |
| Fragmento de lateral de ladrillo tabicado. Superficies alisadas. Presenta desgrasantes finos y medios (grabas arenisca). | | | | | | |
| Foto general | | | | Microfotografía | | |
|  | | | |  | | |
| Microfotografía | | | Microfotografía | | | |
|  | | |  | | | |
| Observaciones | | | | | | |
| <p>Peso: 119 gr. La escala gráfica corresponde a 3 mm (cada intervalo es 0,5mm).</p> | | | | | | |

4. Resultados

a. Areniscas

Una única muestra de roca (ref. 1) parece tratarse de un fragmento de arenisca, dado que presenta una cara vitrificada por exposición al calor del horno. Además de esta alteración, que afecta a unos 2 mm de su espesor en una de sus caras, se observa que la capa vítrea está agrietada. En su interior presenta estructura grumosa formada por nódulos de pocos mm de diámetro de mayor dureza que el resto. Probablemente procede de la pared del horno, montado sobre todo con piedra arenisca.

b. Arcillas y limos

Implicadas en el procesado de este material están las muestras 7, un fragmento de ladrillo compacto y la muestra 4, un residuo de fangos secundarios mezclados con fragmentos de arcilla cocida, subproductos de desecho del horno. El estudio de una sección de la muestra 3 revela que la mezcla de las arcillas previa a la cocción no fue, al menos en este caso, muy homogénea, pues aparecen capas internas de diferente textura y composición mineralógica. También se aprecia, en las dos muestras, la existencia de desgrasantes, en algunos casos de tamaño centimétrico. La cocción, al menos en la muestra 7, sí que ha sido regular y no ha producido fracturación interna.

Otra muestra de arcilla (ref. 2) es una placa de 6,5 mm de espesor que presenta estructura laminada interna formada por finas capas de < 1 mm de espesor. La presencia en los planos de cristales de mica moscovita indicaría que ha formado durante un cierto tiempo en condiciones de baja energía, antes de haber sido afectada por el fuego. Resulta complicado de explicar su presencia en el horno. Parece lógico pensar que se trata de arcilla acumulada en un charco, dentro del horno, en un episodio de inactividad, que fue posteriormente afectado por el calor y resulto cocido, pero la presencia de la moscovita organizada en planos no sugiere eso.

Otras muestras analizadas (11, 13 a 14) son masas de arcillas limosas ricas en materia orgánica. Se han recuperado en diversos puntos (nivel de escombros de teja frente a la boca, nivel de ladrillos y fango en el interior del horno) y deben de ser un producto de la acumulación de los materiales lavados, tras el abandono de la instalación productiva. Presentan textura masiva y en ellas no se observa una estructura laminar interna. El estudio granulométrico indica que se trata de arcillas con limos finos y se aprecia que contienen valores importantes de materia orgánica. En el interior de algunas de estas muestras aparecen gránulos de arcilla roja cocida, quizás desprendidos de los bordes de los productos ya elaborados, caídos en la extracción del horno de los ladrillos.

Los productos elaborados por el uso como tejera de la estructura están representados en las muestras 7, 17, 16, 18 (fragmentos de ladrillos macizos), 21 (ladrillo tabicado) y 19 y 20 (fragmentos de teja curva).

La muestra 7 presenta intrusiones de fragmentos de arenisca micacea de tamaños diversos. En su interior aparecen también clastos de pequeñas nodulizaciones de hierro, probablemente nativos de las arcillas utilizadas como materia prima. En el ladrillo ref. 17 se observan estriados formados por líneas paralelas, especialmente en sentido longitudinal que aparecen jerarquizadas, quizás como resultado del uso de un molde. La limitada exposición al calor hace que la cocción haya sido insuficiente y la masa no está bien consolidada. El ladrillo ref. 18 presenta abundantes desgrasantes de tamaño variado de limolitas cocidas, algunos gruesos.

También se añadieron a la pasta grabas de cuarzo y de caliza. La arcilla original también portaba nódulos de arenisca ferruginosa de pequeño tamaño. La cocción no ha sido intensa y aparecen sectores en su interior con menor grado de consolidación.

El ladrillo macizo ref. 16 ha sido cocido con el calor adecuado que la ha afectado de forma homogénea. Presenta las superficies alisadas y la masa interior relativamente bien compactada, aunque se observan vacuolas de tamaño medio y grande, con hasta 7 mm de eje mayor. También se han formado grietas durante el proceso de secado que podrían indicar un déficit de compactación. Se observan también marcas de molde de sentido longitudinal y menos marcadas transversales.

El ladrillo tabicado ref. 21 presenta un buen nivel de cocción, es mucho más compacto que los anteriores, son superficies alisadas y uso de desgrasantes medios, de graba de arenisca y finos, de arenas.

La teja ref. 19, presenta un buen nivel de cocción, está bien compactada y con superficies alisadas. Como desgrasantes aparecen clastos de tamaño fino y medio y algunos de tamaño graba. Aunque está bien compactada en el proceso de secado han aparecido pequeñas grietas, de hasta 3 mm de recorrido y limitada profundidad que no debieron de afectar a la fragilidad de la pieza. La pieza ref. 20 comparte muchos rasgos con la muestra anterior y en ella se observan líneas de alisado muy superficiales, finas, convergentes e irregulares.

En el entorno de La Tejera de San Miguel según los datos del IGME (2011) los mejores pisos de aprovisionamiento de arcillas serían:

1. Arcillas versicolores de Facies Keuper. Aparecen asociadas a yesos bandeados y corresponden al Triásico Superior. Afloran al Sur del Embalse de Alsa. En general esta litología da lugar a zonas llanas y deprimidas por su naturaleza poco competente. Según IGME (2011) se diferencia la siguiente estratigrafía:

- a) Lutitas rojizas, eventualmente con trazas de yesos y intercalaciones centimétricas de areniscas de grano fino y de limolitas areniscosas rojas,
- b) Argilitas rojas masivas con trazas de yesos en venas y en nódulos subesféricos, constituyendo horizontes homogéneos de hasta varios metros de potencia,
- c) Argilitas versicolores ocasionalmente yesíferas que se organizan en ciclos de frecuencia centimétrica y decimétrica integrados por términos de tonalidades grises y verdosas en la base y horizontes violáceos a rojizos a techo, d) Argilitas yesíferas grises y verdosas, a veces rojizas, en intervalos de espesor métrico,
- e) Yesos laminados
- f) Yesos nodulares

Según la investigación etno-arqueológica realizada en el yacimiento la cantera de arcillas utilizada en este horno se encuentra en las inmediaciones del mismo y explotaría este tipo en concreto de litología (García Alonso, 2022).

2. Limolitas rojas del Triásico Inferior y Medio en facies Buntsandstein. Se encuentran en los límites occidentales del embalse de Alsa y están intercaladas en pisos de areniscas. Esta serie presenta un gran espesor en la zona, que se ha estimado en unos 800 m. La litología está dominada por las areniscas, que presentan intercalaciones lutíticas y en menor medida de

niveles de conglomerados y micro-conglomerados. Las areniscas son de tonos rojizos, grises o blanquecinos y afloran en bancos tabulares. En cuanto a las lutitas presentan escaso desarrollo, escasos niveles de potencia decimétrica, eventualmente métrica, que se intercalan en los bancos de areniscas. Son limolitas a veces arcillosas, de color predominantemente rojizo y violáceo, ocasionalmente gris-verdosa.

3. Arcillas y limos pardo - rojizos del Mioceno Superior. Aflora en dos manchas de importancia al norte y al sur del sitio de El Plantío, cerca del embalse de Alsa. Según IGME (2011) se trata de un depósito relacionado con antiguos sistemas aluviales, previo al encajamiento de la red hidrográfica actual y tapiza una antigua superficie de erosión. Desde el punto de vista litológico está dominado por arcillas que se combinan con limos, con frecuencia arenosos, de tonos ocre, rojizos y amarillentos. Entre las arcillas aparecen intercalaciones de potencia decimétrica y métrica de gravas sueltas y de cantos de arenisca (afectados por una intensa rubefacción que se manifiesta por la alteración interna rojiza y por el desarrollo de pátinas oscuras). Se estima una potencia máxima de unos 30 m, aunque raramente alcanza más de 10 m de registro visible.

c. Calizas

La caliza utilizada como materia prima en la obtención de cal en este horno debe proceder de canteras jurásicas, que en general incorporan en su composición valores importantes de materiales detríticos -limos grises-. Por ello el producto obtenido presenta en general un tono siena derivado de esos componentes, y una textura peculiar: es lo que se conoce como "cal magra".

Además, como se aprecia en la muestra 3, la caliza original utilizada presenta planos de micro diaclasado donde se han acumulado limos ricos en óxidos de hierro, que tras el proceso de cocción se comportan también como impurezas. Estas acumulaciones aparecen, tras su exposición al calor, como aglomerados de poco espesor, de color rojizo y textura agrietada. Cabe destacar que los fragmentos de caliza mantienen la estructura micro – estratigráfica interna original. En otra muestra (ref.6) formada por un bloque de caliza cristalina en los planos de micro – diaclasado se han formado cristales de calcita espática, de color blanco y gris. La caliza presenta en su interior oquedades y grietas resultado de la exposición a un calor intenso.

Otras muestras de caliza convertida en cal son la 9 y la 10, que incorporan clastos con cocción deficiente. Al desmenuzarlos se aprecia que la cal obtenida es de color siena.

Un ejemplo de amalgama derivado de una mala cocción es la muestra 8: un fragmento de caliza gris, recubierta por una capa irregular de cal muerta, cementada en su entorno, de color blanco sucio a gris claro y presenta intrusiones de clastos, de diferentes tipos: nódulos de cal blanca y pequeños cantos de caliza, fragmentos arcillosos y de arenisca, con diferentes respuestas a la exposición al calor.

La densidad estimada para las cinco muestras de caliza / cal, varía en función al grado de cocción, entre 2,35 y 2,32 gr/cm³ en las de baja cocción y 1,94 / 1,95 gr/cm³ en las de cocción media. La pérdida de densidad respecto a un fragmento de caliza sin ningún tipo de cocción (densidad de 2,5 gr/cm³) es media, en torno al 77,6 %, en los fragmentos de cocción media y casi nula (93 %) en los fragmentos poco cocidos.

Las rocas calizas más frecuentes en el entorno de La Tejera de Aguayo son todas de tipo jurásico, aunque proceden de varios pisos. Presentan tonos grises y texturas no demasiado cristalinas, de tacto suave, con algo de contenido limoso y en muchos casos fosilíferas. Probablemente en el horno de San Miguel de Aguayo se procesaron todas las variedades presentes en el entorno. En IGME (2011) se recogen los pisos con componente caliza que se pueden encontrar en el área de la Tejera.

1. Calizas margosas tableadas y margas, de facies Puerto del Pozazal, del Sinemuriense (número 10 en el mapa). Este piso incluye calizas micríticas (con < 10 % de granos) generalmente margosas que se disponen en bancos tableados y en ocasiones separados por margas grises. Los niveles de caliza tienen forma tableada y potencia decimétrica, incluso métrica y con aspecto noduloso. Pueden presentar laminaciones tractivas. Se trata de calizas muy fosilíferas. Potencia media de la unidad en la zona es de 50 a 60 m.

2. Calizas negras y margas euxínicas de facies Castrillo Pedroso del ToarcienseAaleniense(11 en el mapa). Unidad formada por margas con abundantes intercalaciones de calizas margosas y con calizas tableadas a techo. Se trata de un piso rico en fósiles (belemnites, braquiópodos, foraminíferos, espículas y especialmente ammonites). Se considera que tiene una edad de Toarciense Inferior y Medio el piso más margoso y Toarciense Superior-Aaleniense para el tramo calcáreo. La potencia de Fm. Castrillo Pedroso es de unos 75-90 m en la hoja.

11. Calizas micríticas negras de facies Camino, asociadas a margas grises, margas uxínicas, del Pliensbachense. En este piso el dominio es para los componentes margosos, en concreto para las margas grises y negras, con contenidos altos en materia orgánica. La caliza aparece sólo en forma de intercalaciones. Puede aparecer caliza tableada en la zona de techo de la unidad (designada como "Miembro Calcáreo de la Fm. Camino"). Es un piso rico en contenido paleontológico (ammonites, belemnites, braquiópodos, pectínidos y foraminíferos nodosáridos). En cuanto a su potencia se estima que está entre unos 100-130 m.

13. Calizas micríticas grises de facies San Vicente de León, del Bajociense y Bathoniense. Esta facies ocupa la mayor extensión en el entorno de San Miguel y serían las calizas de mayor calidad. Se trata de calizas micríticas de color gris, con zoophycos y esponjas y asociadas a margas grises. En esta unidad alternan los intervalos margo - calcáreos y las calizas margosas y micríticas tableadas en bancos. Las calizas micríticas generalmente son nodulosas y de textura margosa. Las calizas tableadas del Bajociense contienen fragmentos de esponjas litistidas y con laminaciones onduladas de tipo hummocky (un tipo muy concreto de estratificación cruzada resultado de diversos movimientos del sedimento).

Por debajo del tramo con fragmentos de esponjas las capas de calizas y margocalizas del Bajociense presentan abundantes vestigios de zoophycus. Este tipo de relieves se ha relacionado con estructuras de alimentación de un anélido o artrópodo. La parte superior de la formación está integrada por un potente tramo de calizas margosas y micríticas tableadas en bancos muy regulares. Se trata de calizas ricas en fauna, con braquiópodos, belemnites, foraminíferos, espículas, fragmentos de paredes de poríferos y ammonites. Su estudio indica una edad de Bajociense para la parte inferior y media del conjunto y Bathoniense para el paquete calcáreo superior. El espesor de la Fm. San Vicente de León en la hoja es del orden de unos 200-300 m. El tramo calcáreo superior, del Bathoniense, puede alcanzar una potencia de cerca de 100 m.

d. Vulcanita

Con dudas se clasificó la muestra ref. 5 como una vulcanita. No se conoce su información contextual, salvo que procede del cuadro A7. Se observa que el material ha sido expuesto a un intenso calor que ha producido varios tipos de alteración, según se detalla en el estudio de las muestras. En origen debió presentar una estructura heterogénea que ha provocado varios comportamientos ante la alteración térmica. Quizás fue un fragmento de un bloque utilizado en la construcción del horno.

Según el IGME (2011), aparece una estrecha y corta banda intrusiva que incluye vulcanitas en el área del Pantano de Alsa, bajo el curso del Arroyo del Ortañil, correspondientes al piso Triásico superior.

e. Materia orgánica carbonizada

La muestra ref. 15 está formada por más de una docena de pequeños troncos vegetales carbonizados con diámetros entre 4 y 11 mm. Su estructura leñosa, el desarrollo longitudinal de las fibras y la morfología de los cortes transversales, de las ramificaciones y de las inserciones de los brotes, parecen indicar que proceden de un arbusto. La importante similitud con muestras de *Ulex* quemado sugiere que podría corresponderse con alguna especie de este grupo. Se interpreta como resto del combustible utilizado en el horno. Otros dos fragmentos de material carbonizado de la muestra 15 proceden de tegumento de un tallo de helecho.

También se han estudiado dos fragmentos de madera carbonizada (ref. 12), de tamaño centimétrico. No se ha podido establecer la especie de procedencia, pero era indudablemente de una rama de árbol que fue utilizada como combustible.

Referencias

Fernández Maroto, G., Fernández Álvarez, G. y Suárez del Río, L.M., 2004. Contribución al conocimiento de las ofitas de Cantabria. *Boletín Geológico y Minero*, 115: 47-56.

García Alonso, M., 2022: La Tejera de Aguayo.

IGME (2011): Mapa Geológico de España. Escala 1:25.000. Memoria Hoja Costana 83 -IV.

<https://fundacionypf.org/Documents/Publicaciones/ATLAS-ESTRUC-SEDIM-INORGANICAS-BIOGENICAS-.pdf>

<https://zaguan.unizar.es/record/32291/files/TAZ-TFG-2015-3123.pdf>.