

Aragonitos de Pantoja (Toledo)

*Los aragonitos de Pantoja son conocidos desde los años 80. A diferencia de las populares maclas pseudohexagonales, tan extendidas por los terrenos **triásicos** de amplias regiones de España, los aragonitos de Pantoja son casi siempre **agregados** más o menos esféricos de **cristales aciculares**, individuales o no, configurando llamativos ejemplares que resultan **muy atractivos** para el coleccionismo.*

Texto: Gonzalo GARCÍA

Fotos: Francisco PIÑA , José Manuel SANCHIS

INTRODUCCIÓN

Estos ejemplares se encuentran dispersos en algunos niveles de las canteras de arcilla cerámica de la comarca de La Sagra, concretamente al sur de la localidad de Pantoja. Geológicamente se trata de una cuenca sedimentaria rellena de materiales evaporíticos y detríticos, en la que existe una zonación de centro a borde de cuenca, con una litología de yesos, sulfatos sódicos, arcillas cerámicas y especiales y arenas. Toda la zona de La Sagra, en particular los términos de Cobeja, Pantoja e Illescas, constituye el centro de gravedad de una importante industria cerámica que es uno de los motores económicos principales de la minería de Castilla La Mancha en general y de Toledo en particular. Dado que las capas donde se encuentran los aragonitos se exponen preferentemente en las canteras en actividad, es preciso observar una serie de precauciones y,



Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción, de Pantoja.
Foto: G. García. 11/1999.

naturalmente, contar con la autorización de acceso del titular. El trabajo en las canteras es discontinuo, y esto permitiría, con una pequeña planificación y contando con la buena disposición de las empresas, regular la entrada controlada

de aficionados y hacer posible la recogida y recuperación de estos interesantes ejemplares que, de otra manera, acabarían destruidos como un componente más de la pasta cerámica.

GEOLOGÍA

La localidad de Pantoja pertenece a la Comarca de La Sagra, delimitada por las cuencas de los ríos Guadarrama, Jarama y Tajo. Esta región se encuentra situada al norte de la provincia de Toledo y dentro de la fosa tectónica del Tajo, entre la Cordillera Central y los Montes de Toledo. La fosa tectónica del Tajo, se formó durante el Terciario, en varias etapas a lo largo de la orogenia alpina por fracturación del basamento, lo que provocó la formación de unas zonas elevadas (horns) separadas por zonas deprimidas (gravens), donde fueron a depositarse los sedimentos continentales originados por la erosión de las zonas elevadas colindantes.

La Comarca de La Sagra está constituida por materiales miocenos formados por sedimentos en medios continentales de tipo endorreico. La distribución de los materiales sedimentarios en la zona se corresponde con el modelo clásico de relleno de cuenca, presentándose una clara zonación en ellos. De esta forma, los abanicos aluviales procedentes de los bordes montañosos, alimentaban la cuenca de sedimentos y originaban una serie de facies detríticas que iban desde depósitos groseros en los bordes, pasando a otros más finos intermedios de composición más compleja (arcillas de la comarca de La Sagra), hasta depósitos lacustres químicos neoformados en el centro de la cuenca (margas, carbonatos y yesos) (véase figura inferior).

La facies denominada “arcillas rojas de La Sagra”, es la formación aflorante más importante de la localidad de Pantoja, tanto en extensión como por su uso en la industria cerámica. Estas arcillas son la fase de transición entre los detríticos gruesos de los bordes de la cuenca y los materiales evaporíticos del centro. Se trata de una sucesión de carácter arcilloso, homogénea, donde abunda la bioturbación y los tonos pardo-rojizos. El medio donde tuvo su origen sería un mud-flat lacustre muy plano y tranquilo.

Los componentes mayoritarios de las arcillas rojas de la comarca son los minerales de arcilla (filosilicatos hasta el 90%), acompañados por cuarzo, feldespatos y carbonatos, en una proporción menor. Asociados a estos niveles de arcillas rojas aparecen los aragonitos aciculares de Pantoja, asociados a cavidades formadas durante la descomposición de materia orgánica en la cual se filtró el carbonato precipitando en forma de aragonitos.

LOCALIZACIÓN DE LOS YACIMIENTOS

Pantoja tiene un cómodo acceso desde la autovía N-401. Tomando la salida de Numancia de la Sagra (a 40 km de Madrid), se accede a una rotonda donde



Aragonito acicular en matriz, de 1,5 cm. Colección: G. García. Foto: J. M. Sanchis.

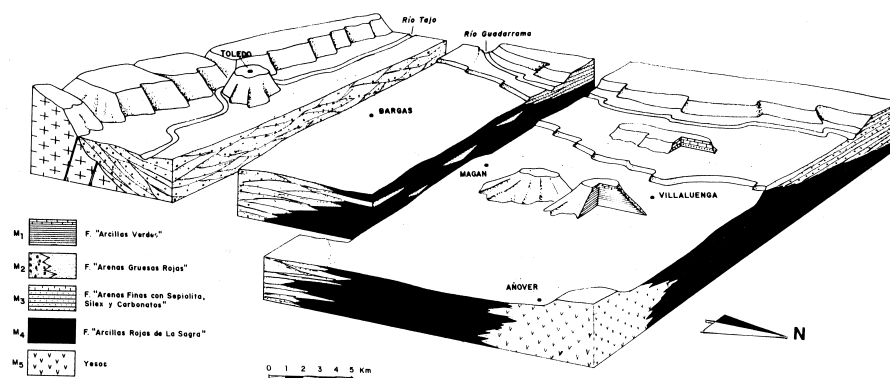


Diagrama de bloques sintetizando la geología regional, entre los materiales plutónicos de Toledo y la extensa cuenca donde la formación “Arcillas Rojas de La Sagra” es aflorante. En la zona de Añover, la sedimentación química está representada por los yesos (precipitación química del área interna de la cuenca). Fuente: García et. al. (1990).



La base de la pasta cerámica es una mezcla variable de arcilla plástica y arena desengrasante. Las propiedades de uno y otro son distintas de unas zonas a otras, y por ello las fábricas cuentan con laboratorios de ensayo donde se experimenta con distintas proporciones de mezcla y la aportación de aditivos. En la foto, tolva-desmenuzador y apiladora móvil para la realización de acopios. Foto: G. García, 8/2002.



El envejecimiento de la arcilla en parvas a la intemperie mejora la plasticidad de la materia prima y la resistencia en seco de las piezas. La mayor parte de las arcillas tienen que ser “desbravadas” (inducir la fragmentación espontánea) para facilitar su extrusión. Foto: G. García, 11/1999.

aparece señalizada la carretera que, con dirección al este, conduce hasta Pantoja en un recorrido de sólo 5 km. Una vez en la travesía del pueblo, y recorrida ésta casi hasta el final, habrá que tomar a mano derecha la calle General Franco, que desemboca en una plazoleta con una fuente de varios caños. De ella parte un camino de tierra que es el “Camino Real de Andalucía a Madrid”, y que atraviesa los parajes de “Los Cercos”, “La Serna” y “Las Pericas”. Se trata del polígono 12 del término municipal de Pantoja, donde entre la atomizada parcelación del terreno, las empresas ladrilleras han ido adquiriendo aquellas de

Aunque el aragonito es un mineral muy común, los ejemplares de Pantoja tienen una vistosidad singular

mayor superficie, que son las que permiten una explotación más racional. A escasos 500 metros ya se empiezan a reconocer a la izquierda las excavaciones de las canteras, cuyos límites vienen a coincidir con las distintas parcelas que las empresas ladrilleras han ido adquiriendo para la extracción de arcilla y



Las viejas chimeneas de ladrillo de los hornos clásicos han sido sustituidas por modernos hornos túnel de gas natural, por lo que son un elemento en desuso. Foto: G. García, 11/1999.

emplazamiento de fábricas. Como apoyo para la ubicación de los yacimientos puede consultarse el plano parcelario disponible en el Ayuntamiento de Pantoja, y también la fotografía aérea existente en el GIS Oleícola Español (http://w3.mapya.es/dinatierra_v3/), donde se aprecian perfectamente las zonas de canteras y fábricas, con sus correspondientes accesos.

LOS ARAGONITOS

Los primeros ejemplares que se localizaron por nosotros en 1988 proceden de la parcela 21, donde existe una excavación que lleva detenida al menos 15 años. En aquella pequeña cantera alargada, y en la base de su talud sur, aparecían los aragonitos. Aproximadamente en la parte superior del corte, se sitúa el vértice geodésico de La Serna (cota 533) y lindando con ella, en la parcela 22, existía una fábrica de ladrillos posteriormente desmantelada, de la que actualmente solo quedan las ruinas del transformador, las soleras de la nave y unas tinajas de cerámica que eran la entrada a la instalación. Al localizarse los estratos con aragonito en la base de los cortes, solía ocurrir que quedaban enterrados bajo una cierta cantidad de tierra caída del talud, impidiendo el acceso al nivel. Por ese motivo nunca se intentó trabajar en la pared norte de la

cantera. La parte central del fondo de la cantera se encontraba (y se encuentra) invadida por una laguna, de forma que el único punto posible de trabajo sin recurrir a maquinaria era precisamente donde se paleó algo de tierra para descubrir el estrato. A cada visita era preciso dedicar algún tiempo a la limpieza del nivel, ya que la caída de material, o incluso de bloques de la parte superior, era un acontecimiento permanente. Al ser las canteras de paredes verticales, cualquier extracción que suponga el descalce de su base tiende a venirse abajo en cuestión de semanas o de días. En otoño y primavera, estando la arcilla húmeda, las excavaciones son bastante fiables y no es normal que sucedan roturas ni desconchamientos que podrían ser causa de algún percance. Los aragonitos salían con mucha facilidad, simplemente extrayendo arcilla en bloques y troceándola con ayuda de una maceta o unos cincles planos. Una buena protección para el transporte de estos delicados ejemplares, y en dos horas podían conseguirse docenas de ejemplares, según la fortuna y la destreza.

Con el tiempo, y más personas visitando las canteras, aparecieron aragonitos en otros puntos, como en la parcela 27 y la 102. Aunque suponemos que el nivel “mineralizado” es el mismo (aproximadamente la cota 520), la irregularidad de la topografía permite acceder al nivel con más facilidad en esta parcela que en la número 21 que se describió al principio. Además, los trabajos que se vienen desarrollando en esta última parcela, permiten tocar la capa en un frente de muchas decenas de metros y, eventualmente, con recubrimientos muy bajos y taludes no verticales, lo cual, aparte de facilitar mucho el acceso a los aragonitos, es una circunstancia de mayor seguridad para la presencia de personas en la cantera. Se ha dado el caso en que la cota de trabajos o fondo de la cantera viene a coincidir con el propio estrato mineralizado. En esta situación feliz, la recogida es sencillísima, sin más que voltear y terminar de trocear los bloques ripados del piso, donde los aragonitos se encuentran por docenas en las geodas abiertas. Es la última oportunidad de recuperarlos antes de que la pala los cargue al camión con destino al desmenuzador de fábrica.



Aragonito. Tamaño: 2 cm. Foto: J. M. Sanchis.



Aragonito. Tamaño: 3 cm. Foto: J. M. Sanchis.



Aragonito. Tamaño: 2 cm. Foto: J. M. Sanchis.



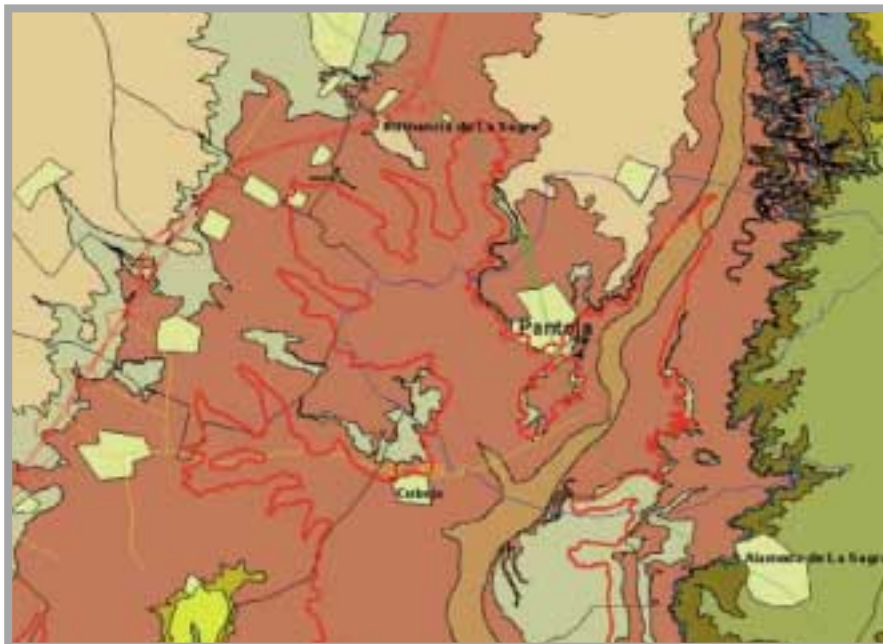
Aragonito. Tamaño: 2,5 cm. Foto: J. M. Sanchis.

También hacia finales de los 80 se localizaban aragonitos en la zona sureste de Pantoja, en otro sector de canteras que en la actualidad está completamente restaurado y sin producción alguna. En este lugar, los aragonitos habían experimentado una evolución diferente, ya que los agregados amarillentos estaban completamente compactos, y un poco más arriba en la serie, se presentaban unos nódulos huecos con un tapizado interno de cristales blancos y brillantes de tamaño milimétrico, que nunca hemos observado en el sector que se describió al principio.

DESCRIPCIÓN DE LOS ARAGONITOS

Dentro de la monotonía que supone esta clase de yacimientos monomineralógicos, hemos observado diferencias en el tamaño y en la forma de los agregados, en el tamaño y la forma de los cristales y, por último, en el color de los mismos. Empezaremos describiendo los nódulos que los contienen, y que son muy característicos. Se trata de unas estructuras más o menos esféricas, de paredes lisas y que siempre alojan escamas de arcilla. Llegan a tener el tamaño de una pelota de tenis, y no siempre guardan un aragonito en su interior. Aunque en el frente de cantera se puede apreciar más de un nivel con estos nódulos, el nivel de nódulos con aragonito es único, hasta donde hemos podido observar. El aragonito puede ocupar la parte central del nódulo, más o menos flotante o semiadherido a escamas, o bien adosado a alguna de sus paredes, no necesariamente la inferior, donde se desplazarían por gravedad. La cohesión de los agregados con su matriz es muy débil o incluso inexistente, por lo que una mayoría de aragonitos están sueltos o se sueltan en el proceso de extracción o recorte de la arcilla.

Respecto al tamaño, podemos establecer una media de 2 cm como diámetro de los agregados. Hacia abajo se dan todas las tallas posibles, pudiendo observar agregados radiales de cristales capilares de sólo 2 o 3 milímetros de diámetro. A veces estas menudencias acompañan a un agregado mayor, en la misma cavidad, o germinan sobre una acícula de mayores proporciones. Igual-



Leyenda

	Arcillas Rojas de la Sagra
	Arcillas Verdes
	Arcillas, Arenas finas, Sepolite y Carbonatos
	Arcillas (Facies Madrid, Facies Toledo)
	Arenas
	Arenas Micáceas
	Arenas Rojas
	Carbonatos y Sílex
	Cuaternario (Arcillas, Arenas, Gravas, Temazas)
	Cuaternario (Arcillas y Carbonatos)
	Cuaternario (Depósitos de aluvión)
	Margas Verdes y Yesos
	Yesos

Mapa geológico de Pantoja y su entorno, donde se ha marcado en línea roja la curva de nivel de la cota 520, que es el entorno estratigráfico en el que aparecen los nódulos con aragonito. Como se ve, al sur de Pantoja existe una elevación por encima de esa cota, que es el área conocida hasta el momento. Cortesía de AITEMIN.

“ Los aragonitos tienen un tamaño medio de 2 centímetros, son muy abundantes en el nivel que los contiene y son fluorescentes ante la luz ultravioleta de onda larga ”



La realización y mezcla de acopios está mecanizada con cintas y apiladoras, lo que favorece la homogeneidad de la materia prima de entrada. Es normal que estos acopios se construyan capa a capa con materiales de varias canteras de zonas distintas. Foto: G. García, 11/1999.



Aragonito. Tamaño: 2,5 cm. Foto: J. M. Sanchis.

mente hay ejemplares, no muy frecuentes, que superan los 4 cm de diámetro. Con relación a la forma, distinguiremos sólo entre ejemplares esféricos y ejemplares apuntados. Los primeros se caracterizan por tener todas las acículas un centro común que coincide con el centro de la esfera que componen, y además todas las acículas tienen una longitud muy similar. Estos ejemplares son de una extraordinaria belleza cuando son grandes, ya que su enorme simetría produce un efecto muy estético. En los ejemplares apuntados, el centro común de los cristales tiende a situarse en el exterior de la esfera, y por tanto no existe simetría. Además, el centro u origen del agregado suele estar cementado con arcilla, y los ejemplares son menos vistosos.

Con respecto a los cristales de aragonito que componen el agregado, existen diferencias en el grosor y en la forma. Por una parte se reconocen prismas rectos de



Imagen de conjunto de una instalación cerámica. En primer plano, las canteras de extracción, con amplias parvadas a la intemperie. Un poco más al fondo, apiladora para la alimentación de fábrica, donde se verifica la dosificación y mezcla de la arcilla. A continuación se inicia el proceso en nave cerrada, donde tras la molienda en seco o en húmedo se extrusión la pasta moldeando la forma definitiva de la pieza. Posteriormente se seca y se cuece, se paletiza y sale al parque de producto terminado. En la imagen, fábrica de Hnos. Díaz Redondo, en la localidad de Cobeja (pueblo al fondo). Foto: Cortesía de HDR, S.A.



Una vista parcial de las explotaciones de arcilla del Polígono 12, en la zona de trabajos de la parcela 27. Al fondo, la localidad de Pantoja. Foto: G. García, 8/2002.

sección rómbica de aristas perfectas, que terminan bien con un cierre pinacoidal (diminuta cara brillante) o bien lanceolada, decreciente hacia el extremo. Otros cristales son gruesos e irregulares, con aristas curvas, y casi siempre terminados en punta. Existen también lo que parecen ser maclas de contacto, ya que se tra-

ta de cristales prismáticos gruesos de sección hexagonal que, bien terminan rectos o bien lanceolados, en cuyo caso pueden individualizarse las terminaciones de cada cristal que compone la macla.

Otra característica que define el aspecto externo del ejemplar es el color. Aunque los cristales son generalmente incolo-

ros o suavemente amarillentos, los agregados pueden llegar a tener un hermoso color anaranjado, que se observa preferentemente en aquellos ejemplares con cristal grueso. Con carácter general, los cristales son transparentes, brillantes y muestran una fuerte fosforescencia en amarillo ante la luz ultravioleta de onda larga.

Como ya se ha dicho, en el polígono 11, al sureste del pueblo, se encontraban unas pequeñas canteras de una fábrica ya abandonada. En los estratos de estas excavaciones, que eran muy someras, el nivel con aragonitos aparecía muy próximo a unas arenas muy limpias en las que destacaban unas vistosas estratificaciones alternantes de óxidos de hierro y de manganeso. Los nódulos de este estrato habían experimentado una cristalización con aragonito tan intensa que aparecían compactos, y ofrecían en fractura una textura fibrosorradiada de acículas apretadas sin espacios libres entre ellas. Estas muestras son también muy fluorescentes. A poca distancia y por encima de estos nódulos, se encontraban unas geodas de



Frente de explotación en la linde sur de las parcelas 87 y 27, donde se ha señalado la cota aproximada del nivel con aragonitos. Foto: G. García, 8/2002.



Estratos arenosos en la serie de "Arcillas rojas de La Sagra". Vértice La Serna. Foto: G. García 11/1999.

2 a 5 cm de diametro con características de septaria, con una figura de desecación en su interior que, en vez de rellenarse de calcita, ha quedado hueca y parcialmente tapizada por cristales milimétricos y aciculares de aragonito blanco, sin fluorescencia en este caso.

EL PROCESO DE LA ARCILLA, DE LA CANTERA AL LADRILLO

Como se indicó, las arcillas cerámicas constituyen una industria potente a

nivel local. Merece la pena entrar en contacto con alguna de las empresas del sector y solicitar una visita a las instalaciones, para conocer de cerca el proceso de fabricación de un simple ladrillo. Desde los tiempos en que la elaboración era completamente manual, moldeando pieza a pieza, el salto tecnológico resulta sorprendente cuando se contemplan los actuales peines manipulando con una exactitud milimétrica los movimientos de las piezas, así como el control de las temperaturas y de la calidad del producto. A continuación se describen someramente las distintas fases del proceso productivo de los materiales cerámicos para la construcción.

Extracción y homogeneización

La extracción de las arcillas se realiza en las canteras, que generalmente están próximas a las plantas de fabricación para reducir el coste de transporte. Al ser materiales blandos, el arranque es directo con retroexcavadoras medianas y palas frontales. La tasa de aprovechamiento es muy alta, y por ello estas canteras siempre son deficitarias en el relleno. Suelen elegirse áreas de recubrimientos bajos, donde la formación de arcillas rojas de La Sagra es muy somera o aflorante. En ausencia de capas calcáreas o de otras arcillas no aptas para el proceso cerámico,



Nódulos con aragonito in situ, en un frente de cantera. Véanse las marcas de los dientes de la pala cargadora y el despegue entre capas. Foto: G. García, 8/2003.



El Centro Tecnológico de la Arcilla Cocida es un centro multisectorial de investigación y apoyo a la industria cerámica de Castilla - La Mancha. Foto: Cortesía de AITEMIN.

pueden explotarse paquetes decimétricos de la serie, con la formación de grandes huecos de taludes casi siempre verticales, y que han originado una parte del problema ambiental de esta industria. Este “problema” cabría analizarlo desde la óptica más constructiva de “hueco disponible de inertes”, lo que transforma las canteras explotadas en una extraordinaria oportunidad para los ayuntamientos de, adecuadamente coordinados con el titular y con la Autoridad Minera, proyectar emplazamientos para vertederos municipales y evitar el penoso espectáculo que suponen los vertidos clandestinos de escombros de construcción en una comarca donde la promoción urbanística se encuentra en pleno desarrollo. Es normal que el material arrancado quede extendido o apilado en la propia plaza de cantera para que tenga lugar el envejecimiento de la arcilla.

Almacenamiento (o envejecimiento)

El objetivo a conseguir con el envejecimiento de las arcillas en los lechos o parvadas es aumentar la plasticidad de las mismas, mediante la disgregación y el esponjamiento de los terrones de arcilla. El envejecimiento tiene lugar a la intemperie, donde la actividad bacteriana y la humedad de las pilas intensifica la plasticidad. Esta operación mejora la resistencia en seco del producto final.

Desmenuzado

Se trata de una molienda primaria de la materia prima. Se realiza con los llamados desmenuzadores, que constan de dos cilindros provistos de dientes intersecantes que trabajan por aplastamiento o desgarrar, produciendo una regularidad en los tamaños del material.

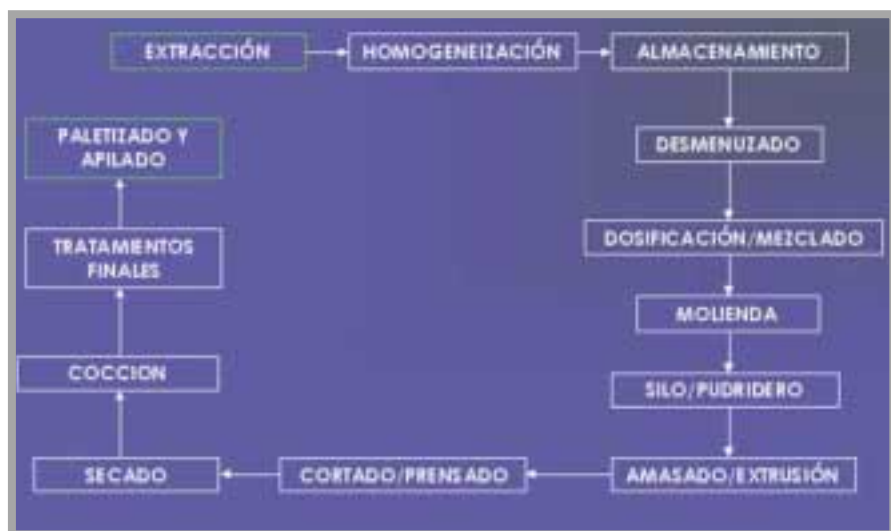
La mejor limpieza de los aragonitos se consigue con una cubeta de ultrasonidos, que retira muy eficazmente la materia arcillosa

Dosificación y mezclado

La dosificación pretende establecer una alimentación constante y regulada de materia prima. Con ello se consigue mezclar en cualquier proporción diferentes arcillas, desengrasantes y posibles aditivos que se emplean para controlar el color de la pieza final. Al instalar los dosificadores de materia prima se consigue independizar el funcionamiento de las máquinas instaladas antes y después de los alimentadores.



Aragonito. Tamaño: 2,5 cm. Colección: G. García. Foto: J. M. Sanchis.



Esquema genérico de las etapas de producción de los materiales cerámicos. Fuente: Cortesía del CTAC.

En la comarca de La Sagra se factura la cuarta parte de la producción nacional, y es la mayor concentración europea de instalaciones de transformación.

Molienda

El proceso de molienda de las materias primas consiste en la adecuación de la granulometría de las mismas, tanto en distribución granulométrica como en



Vista de un agregado de aragonito bajo luz ultravioleta de onda larga. Foto: F. Piña.



Agregado de aragonito en su matriz. Tamaño: 1,5 cm. Colección: A. Cutillas y M. de la Torre. Foto: F. Piña.



Vértice La Serna y explotaciones de arcilla. El hoyo inundado de la parte derecha de la foto corresponde a una excavación realizada para llegar al nivel con aragonito. Se ha señalado con línea discontinua roja la cota aproximada del nivel. Foto: G. García, 11/1999.

el tamaño máximo. La molienda puede efectuarse por vía seca o por vía húmeda. En el primer caso se utilizan molinos de martillos o similares, y en el segundo molinos de rulos y laminadores de rodillos. La molienda por vía seca es adecuada en aquellas arcillas que presentan elevadas proporciones de carbonatos, ya que se consiguen granulometrías más finas y se evita la aparición de caliches. La molienda por vía húmeda es más adecuada para aquellas arcillas

con elevada plasticidad, y por tanto más difíciles de secar.

Amasado y extrusión

El amasado consiste en la preparación última de la pasta cerámica, durante el cual se ajusta la humedad y se asegura una homogeneidad adecuada. Normalmente se efectúa por medio de amasadoras, en general de dos ejes. Para obtener buenos resultados en la extrusión es

necesario que la materia prima presente las mínimas variaciones en composición y contenido en humedad, por lo que el proceso de homogeneización resulta clave.

La extrusión consiste en el moldeo de la pasta cerámica, es decir, es la etapa del proceso durante la cual se da la forma definitiva a la pieza cerámica. Generalmente se efectúa a vacío para mejorar la cohesión entre las distintas partículas de la pasta y es el comienzo



Apilado y carga de la arcilla oreada. Al fondo se distinguen las instalaciones de la fábrica de cementos de Asland y el Cerro del Águila, en Villaluenga. Foto: G. García, 11/1999.



Agregado de aragonito "in situ". Se requiere una extracción cuidadosa para no romper las delicadas acículas de los ejemplares. Foto: G. García, 8/2003.

de una cadena automatizada de las piezas en verde, hasta su paso a los hornos.

Cortado y prensado

El cortado se realiza de forma automática, con hilos metálicos que seccionan el producto extrusionado para dar a la pieza las dimensiones definitivas. Es importante que todas las unidades presenten dimensiones exactas y constantes. En el prensado, al igual que en la extrusión, se da la forma final a la pieza

cerámica y consiste en aplicar presiones elevadas a la pasta cerámica que estará colocada en un molde con la forma requerida. Este proceso se utiliza sobre todo en el caso de tejas mixtas y planas.

Secado y cocción

El secado consiste en la eliminación del agua que se ha utilizado para efectuar el moldeo de la pieza. Es una de las fases más delicadas y trascendentes del proceso de producción, ya que

Los ayuntamientos que tienen la fortuna de tener canteras de arcilla en su término, pueden estudiar la oportunidad de aprovechar los huecos como depósitos municipales de residuos inertes.

un secado inadecuado de las piezas puede arruinar por completo la producción. Para la cocción, actualmente están implantados hornos-túnel, de mayor eficiencia energética que los antiguos hornos Hoffman, con un permanente control en tiempo real de las temperaturas de cada tramo. Pueden combinarse con instalaciones de cogeneración alimentadas por gas natural que proporcionan, por una parte, suministro eléctrico a la fábrica, a la vez que se produce un aire caliente que se aprovecha en los secaderos y prehornos.

Paletizado y apilado

Una vez realizada la cocción, las vagonetes con las piezas son retiradas del hor-



Foto aérea de Pantoja (parte superior) y Polígono 12. Los círculos amarillos señalan puntos donde aparece aragonito. Foto: GIS Oleícola Español.



En algunos nódulos, la arcilla que los conforma es de color grisáceo, siendo en cambio parda la matriz que los envuelve. Foto: G. García, 8/2003.



Estado actual de la cantera donde se localizaron los primeros aragonitos en los años 80. Foto: G. García, 8/2003.



Pequeñas excavaciones en el nivel de arcillas con aragonito. Foto: G. García, 5/1990.

no, conducidas a las máquinas desapiladoras y seguidamente a las paletizadoras y flejadoras.

Finalmente el material es extraído al patio de almacenamiento donde es apilado mediante carretillas elevadoras, donde permanecerá hasta su carga en camión y transporte a obra.

PANORAMA CERÁMICO NACIONAL

Superada la crisis sectorial que se produjo a comienzos de los años 90, en 1999 y 2000 se alcanzaron cifras récord, tanto en el valor de la producción (1.050 M US\$ en el año 1999 frente a sólo 525 M US\$ en el año 1991) como en la capacidad de pro-

ducción del sector, merced a la entrada en funcionamiento de una serie de plantas de nueva construcción y tecnología entre 1998 y el año 2000 (25 nuevas plantas con una inversión total en torno a 451 MEuros). El nivel de producción en el año 2000 se cifró en 23.545.764 t, lo que supuso un incremento de la producción con respecto a 1991 de 8.845.764 t. Durante los años 1998 y 1999, se registró un crecimiento tan fuerte en la demanda que en algunas zonas de España (Andalucía, Madrid y Barcelona) los plazos de entrega de ladrillos alcanzaron los seis meses. Como resultado del desequilibrio entre la demanda y la oferta se produjo un importante aumento de los precios (de 4,2 céntimos \$/unidad a 14,4 céntimos \$/unidad). Los precios ahora se han estabilizado en el entorno de los 6 céntimos \$/u.

Para alcanzar tales producciones ha sido necesaria la introducción de una serie de innovaciones tecnológicas, que son las que han permitido desarrollar un mayor número de productos para hacer frente a la formidable demanda generada por el sector de la construcción en España. Todo ello ha dado como resultado la desaparición de instalaciones obsoletas y la instalación de industrias de elevada producción y rentabilidad.

En este sector operan 446 empresas con un total de alrededor de 10.208 empleados. De ellos sólo 750 están relacionados con la explotación de canteras. La gran mayoría son empresas familiares, aunque existen ciertos grupos multinacionales con intereses en el sector, como es el caso del Grupo Uralita, Imetal, Poliet, etc. Entre todas ellas, más de 10 compañías familiares con-



Nódulos "in situ", mostrando la estructura característica en capas de cebolla. Los agregados son generalmente de un tamaño muy inferior al tamaño del nódulo. Las franjas de color gris azulado parecen estar relacionadas con decoloraciones inducidas por los despegues entre capas. Foto: G. García, 8/2003.



El mejor momento para la búsqueda de aragonitos es cuando la arcilla se reseca y empiezan a abrirse grietas de desecación, ya que los bloques se cuartejan sin que se dañen los aragonitos que pueden contener. Foto: G. García, 8/2003.

sumen por encima de 115.000 t/año de arcillas rojas.

La industria de ladrillos y tejas ha seguido una clara tendencia a la mejora de la eficiencia con una reducción en el número de compañías y un mantenimiento o incluso incremento de la producción. Alrededor de un 80 % de las compañías de ladrillo cara vista y la totalidad de las de teja prensada (más de 40 empresas) han obtenido la certificación de que concede AENOR por el cumplimiento de la norma ISO 9002.

EL CONSORCIO MINERO DE LA SAGRA

En el año 1997 y desde la Asociación Provincial de Fabricantes de Ladrillos, Tejas y Piezas Especiales de Arcilla Cocida de la Provincia de Toledo, comienzan a realizarse los primeros estudios sobre la ordenación de las explotaciones mineras de arcilla de la Comarca de la Sagra y de toda la provincia, siempre con el

objetivo de un aprovechamiento racional de los yacimientos, optimización de los recursos y una eficaz restauración del medio ambiente afectado.

El impacto sobre el entorno de las explotaciones de arcilla de la Comarca de La Sagra es importante, con dos aspectos a tener en cuenta:

1 - Durante la fase de explotación de las canteras no se generan casi estériles, lo que hace difícil el posterior relleno de los huecos creados en la fase de extracción.

2 - Existen grandes huecos de explotaciones antiguas que fueron iniciadas hace muchos años, cuando no se contemplaban criterios territoriales de emplazamiento ni de restauración, pero cuya corrección sería deseable en la medida de lo posible.

La creciente sensibilidad por la recuperación del entorno y su armonización con el desarrollo de una industria competitiva, ha llevado a crear un "Plan Técnico de Explotación" consensuado con cada uno de los explotadores involucrados en el Consorcio, que trata de diseñar el más racional aprovechamiento del yacimiento y minimizar los posibles efectos sobre el entorno, en cuanto a protección del suelo, impacto visual, proximidad a núcleos urbanos, intensidad del transporte rodado, etc, consecuencia de la explotación de las arcillas.

Este "Plan Técnico de las Explotaciones de Arcilla", se ha concretado en el denominado "Coto Minero de la Sagra", con varias unidades de explotación, que acogen la "adhesión" de 83 canteras.

La figura del Coto Minero viene regulada en la Ley de Minas con la siguiente definición: "agrupación de intereses de titulares de derechos de explotación en diversas zonas de un mismo yacimiento o de varios de estos, situados de forma tal que permitan la utilización conjunta de todos o parte de los servicios necesarios para su aprovechamiento".

Simultáneamente al Plan Técnico se elaboró un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental que, tras una fase de complementación, ha sido aprobado en febrero de 2003. Se pretende que este estudio establezca las directrices a seguir



Curioso ejemplar, con una macra pseudohexagonal principal (cristal grueso). Encuadre de 4 cm. Colección: A. Álvarez. Foto: F. Piña.



Extracción y cribado de las capas de arena de la zona del vértice La Serna. Al fondo, vértice geodésico y un camión basculando en el acopio de cerámicas "La Paloma". Foto: G. García, 11/1999.



Interesante agregado de macras de aragonito, con múltiples gérmenes desarrollados en la periferia del nódulo. Colección: A. Cutillas y M. de la Torre. Foto: F. Piña.



Microacículas de aragonito blanco (incoloro) tapizando un nódulo calcáreo tipo septaria, procedente de una vieja zona de canteras del Polígono 11. Colección y foto: G. García.

por las unidades de explotación, y que armonice la totalidad del Coto Minero, aprobado en marzo de 2004.

Por otro lado, el colectivo tiene derechos mineros solicitados con la perspectiva de posibles explotaciones conjuntas.

Por todos estos motivos, los titulares de las diferentes explotaciones mineras de arcilla roja, fabricantes de productos cerámicos para construcción, crearon en 1999 el "Consorcio Minero de La Sagra", formando parte de ella un total de 35 empresas.

Todas ellas se encuentran situadas en torno a los municipios de Pantoja, Alameda de la Sagra, Cobeja, Numancia de la Sagra, e Illescas. En estas localidades, o en sus proximidades, se encuentran actualmente 47 fábricas, representando hoy día aproximadamente el 30 % de la producción nacional, el 80 % del total regional y constituyendo seguramente la mayor concentración

de instalaciones de Europa, en cuanto a capacidad de producción.

EL CENTRO TECNOLÓGICO DE LA ARCILLA COCIDA

AITEMIN (Asociación para la Investigación y Desarrollo Industrial de los Recursos Naturales) fue constituida en 1976 como asociación privada, con entidad jurídica propia, sin ánimo de lucro y con el objetivo de realizar actividades de investigación, desarrollo, demostración y difusión en la explotación, gestión y valorización de los recursos naturales.

Participan en la Asociación más de medio centenar de empresas, asociaciones empresariales, Administraciones,

tanto central como autonómicas, y otras entidades del ámbito de la educación y la investigación. Con un origen asociado a la industria minera, el campo de actividades se ha ido ampliando progresivamente a otros sectores industriales conexos o afines (materiales e industria de la construcción, obras subterráneas e ingenierías civil, explosivos y pirotecnia, energía, gestión de residuos, hidrogeología y medio ambiente).

Desde 1992 a 1995 AITEMIN desarrolló una serie de actividades que permitieron crear un clima adecuado entre las entidades involucradas en la política tecnológica a nivel europeo, nacional y autonómico (Programa STRIDE de la Unión Europea, Ministerio de Industria y Energía, y Consejería de Industria y Trabajo de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha) y el sector de materiales cerámicos de arcilla cocida (Aso-



Agregado de aragonito en su matriz. Colección: A. Rodríguez. Foto: F. Piña.



Agregado de aragonito sobre una lámina de arcilla. Tamaño: 3 cm. Col. G. García. Foto: J. M. Sanchis.



Al sureste de Pantoja, en el paraje de "Las Vegas", había también explotaciones de arcilla con fábricas como la que se ve en la imagen (en ruinas). Aquí es donde aparecían los nódulos huecos recristalizados de aragonito blanco. En la actualidad las canteras están restauradas, de forma que ya no parece posible acceder al estrato. Foto: G. García, 11/1999.

ciación de Fabricantes de Ladrillos, Tejas y Piezas Especiales de Arcilla Cocida de Toledo) para el diseño, creación y puesta en marcha del Centro Tecnológico de la Arcilla Cocida de Toledo (CTAC).

El Centro Tecnológico de Toledo fue concebido inicialmente como apoyo al sector de la cerámica estructural de la región castellano-manchega, sobre todo al localizado en la importante comarca toledana de La Sagra, que factura la cuarta parte de la producción nacional.

Las actividades del Centro se han ido diversificando desde entonces, especialmente en los últimos años, convirtiéndose en un centro multisectorial con una vocación netamente industrial que combina las capacidades de un Centro de Inves-

tigación y Desarrollo con la prestación de servicios tecnológicos, formación, difusión y transferencia de tecnología, así como el asesoramiento técnico tanto a las pequeñas y medianas empresas como a las Administraciones Públicas.

La plantilla actual es de 22 personas de las cuales 15 son titulados fundamentalmente Ingenieros (Minas, Industriales), Geólogos, Químicos, Arquitectos Técnicos y Geógrafos.

CONCLUSIÓN Y AGRADECIMIENTOS

La belleza y singularidad de los aragonitos de Pantoja deberían motivar para

adquirir unas nociones sobre el sector cerámico de La Sagra. Recíprocamente, los titulares de permisos de explotación donde aparecen aragonitos podrían arbitrar alguna fórmula de acceso a las canteras que, en condiciones de seguridad, hicieran posible la recuperación de estos ejemplares.

Deseamos agradecer a las siguientes personas la información aportada para la documentación de este artículo: Mariano Díaz, Rafael Villar, Paco Córdoba, José M^a Santos, Alfonso Rodríguez, Joaquín Obis, Avelino Tirado, José Luis Fernandez, Antonio Barahona y Floriano García-Fojeda. Igualmente agradecemos a la industria cerámica de Hermanos Díaz Redondo el haber facilitado el acceso a sus instalaciones para la fotografía del proceso industrial.

REFERENCIAS

- Aitemin (sin fecha): Folleto institucional del Centro Tecnológico de Toledo.
- Aitemin: Mapa Geológico Escala 1:10.000 de Pantoja. Inédito.
- Consorcio Minero de la Sagra (sin fecha): Informe interno.
- IGME (2001): Panorama Minero.
- García, G., Guerrero, P. (1992): Los aragonitos de Pantoja. Boletín "Azogue", 9, pp 12-17.

Aragonito en matriz. Véase la forma elíptica de la cavidad.
Tamaño: 2 cm. Colección: A. Rodríguez. Foto: F. Piña.





Agregado de aragonito en matriz. Tamaño: 2,5 cm. Colección: A. Rodríguez. Foto: F. Piña.



Agregado de aragonito en matriz. Tamaño: 2,5 cm. Colección: A. Rodríguez. Foto: F. Piña.



Agregado de aragonito en matriz. Tamaño: 2,5 cm.
Colección: A. Rodríguez. Foto: F. Piña.



Agregado de aragonito en matriz. Tamaño: 3 cm.
Colección: A. Rodríguez. Foto: F. Piña.



Varios agregados de aragonito en matriz. Tamaño: 4 cm. Colección: A. Rodríguez. Foto: F. Piña.