

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA CONSTRUCCIÓN CON YESO

(HISTORIC EVOLUTION OF THE GYPSUM CONSTRUCTION)

Luis de Villanueva

Catedrático de Materiales de Construcción. E. T. S. Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid

Fecha de recepción: 4-IX-04

ESPAÑA

614-11

RESUMEN

El artículo presenta la evolución histórica de la construcción con yeso estructurándola en grandes etapas marcadas por periodos revolucionarios. Se analizan los procedimientos constructivos y las características de este material que nos ha acompañado desde la revolución neolítica hasta nuestros días.

A lo largo de este tiempo, el yeso ha pasado de artesanal a industrial, tanto por su fabricación como por sus características como material de construcción.

SUMMARY

The article describes the history of plaster in construction, which is divided into a series of major stages marked by revolutionary periods. The characteristics of the material are analyzed and the construction procedures in use since the Neolithic Revolution described.

Throughout its lengthy history, plaster has evolved from an artisanal to an industrial product, both in terms of the manufacturing process involved and of its characteristics as a construction material.

1. INTRODUCCIÓN

La historia de la construcción no discurre en una evolución continua, sino que está marcada por dos periodos revolucionarios, que originan etapas de características muy diferentes, incluso contradictorias (Villanueva, 2005 b).

La *revolución neolítica* se produce con la aparición de la agricultura y proporciona al ser humano la posibilidad del sedentarismo, frente al nomadismo imperante hasta entonces. El hombre empieza a construir en una etapa que denominaremos *artesanal*. La *revolución industrial* también modifica drásticamente las condiciones de producción de materiales y sistemas constructivos, dando paso a una etapa que denominamos *industrial*. En la actualidad, diferentes síntomas presagian una nueva revolución, todavía sin nombre, que ya está modificando, aunque sea parcialmente, las condiciones de la etapa industrial para dar lugar a un nuevo periodo, que, de momento, denominaremos *postindustrial*.

La etapa artesanal se caracterizó por una producción escasa y discontinua de materiales, una mano de obra organizada en gremios y unos medios auxiliares poco desarro-

llados. La etapa industrial, por la producción seriada de materiales, herramientas, con sucesivos intentos de englobar a todo el proceso constructivo. La etapa postindustrial, que ya se vislumbra, por una serie de datos objetivos que afectan al diseño de los materiales, a la prefabricación total de los sistemas constructivos, a la durabilidad de las edificaciones y a la independencia del diseño con relación a la construcción.

En efecto, a lo largo de la historia milenaria de la construcción, las técnicas constructivas han evolucionado, para poder resolver problemas cada vez más complejos, que han afectado a los tres componentes esenciales de la construcción: la mano de obra, los materiales y los medios auxiliares. Pero la evolución no ha sido uniforme, ni en el espacio, ni en el tiempo, ya que se ha producido en determinadas áreas geográficas antes que en otras, facilitando la convivencia de etapas diferentes en el mismo momento histórico.

Esta visión de la historia de la construcción, facilita el análisis de los problemas, sobre todo al estudiar los momentos de transición. Los criterios de productividad, calidad, durabilidad, apreciación estética, economía, etc., en-

tre la etapa artesanal y la industrial son tan diferentes que se cometen graves errores si se juzga, con los criterios de una, las edificaciones pertenecientes a la otra etapa. Esto es particularmente importante para establecer criterios en la restauración y rehabilitación de edificios, pero también es aplicable a otros muchos aspectos de la construcción: normalizar la calidad, valorar parámetros de utilidad, arbitrar medidas de ambientación urbana, etc.

Con referencia al material de construcción, se puede constatar que la disponibilidad de determinadas materias primas han hecho posible el desarrollo de técnicas constructivas. Y, a la inversa, cómo algunas tipologías constructivas demandan la aparición de nuevos materiales.

Por otra parte, la disponibilidad geográfica de un determinado material influye notablemente en las características constructivas de la zona afectada, que se adaptan a las propiedades del mismo.

El presente trabajo trata de aplicar la citada tesis sobre las etapas constructivas al caso particular del yeso, considerado como material de construcción, para analizar a lo largo de la historia las relaciones entre el material y el sistema constructivo, con sus influencias mutuas, sus carencias y su implicación geográfica, en un intento de investigar la relación mutua entre este material y las unidades constructivas derivadas del mismo.

2. YESO ARTESANAL

Después de un largo período de balbuceos iniciales, caracterizado por el empleo de materiales naturales de fácil extracción, como madera, piedra y barro, los sistemas constructivos se aproximan a una etapa artesanal, producida al organizarse los oficios de cantería, carpintería y albañilería.

El material es esencial en la configuración de los oficios. En una zona geográfica con abundancia de determinados materiales florecen los correspondientes oficios, cuando se alcanzan las condiciones culturales necesarias. Así aparece la cantería en Egipto, debido a la abundancia de piedra y la solicitud de un material duradero para construir tumbas. Y la albañilería en Mesopotamia, ante la falta de piedra y la abundancia de arcilla, con la que se pudo hacer adobes, ladrillos y piezas vidriadas.

La albañilería necesita un conglomerante adecuado para unir piezas y revestir paramentos. El yeso, por su facilidad de deshidratación parcial a baja temperatura, fue el candidato ideal para alcanzar ese fin, convirtiéndose quizá en el primer material artificial.

Al amasar yeso con agua pasa por un estado plástico, análogo al de la arcilla, en el que es factible su modelado.

Pero la arcilla precisa de cocción posterior para endurecer y convertirse en cerámica. El yeso ha sufrido la cocción previamente y, una vez amasado, endurece por fraguado. Esta capacidad de hacer piezas prefabricadas, también se utiliza en el yeso desde sus orígenes.

Así, cuando el hombre del Neolítico alcanzó el nivel tecnológico necesario para dominar el fuego a bajas temperaturas, pudo sustituir por yeso los morteros de barro utilizados en los revestimientos de sus cabañas y en las juntas de sus primitivas fábricas de piedra. En Catal-Huyuk (Turquía) en el IX milenio a.C. hay guarnecidos de yeso y cal que soportan pinturas al fresco. En Jericó, en el VI milenio a.C. aparecen moldeados de yeso.

En la cantería faraónica de Egipto, el yeso se emplea habitualmente como uno de los materiales para revocar los paramentos pétreos en tumbas y templos, así como pasta de juntas entre los sillares de sus pirámides, como la de Keops, 2.800 a.C.

También aparece yeso en los revestimientos de suelos y paredes del palacio de Knossos (Creta), con construcciones y reformas entre 2.200 y 1600 a.C. En su conocida escalinata, sus *megara* y propileos. Incluso el trono del rey Minos era de yeso (Villanueva, 1988)

La relación del yeso con la cal merece un comentario más largo, ya que seguramente han tenido un desarrollo muy similar a lo largo de la historia de la construcción. En efecto, la analogía y la posible confusión nace de un origen geológico similar, al tratarse en ambos casos de evaporitas, que aparecen en estratos próximos y cuyos yacimientos en muchas ocasiones están mezclados. El proceso de fabricación, también puede originar confusión, ya que la piedra de yeso si se calcina a alta temperatura, por encima de 900 °C puede transformarse en óxido cálcico, o cal viva, que es lo que habitualmente se produce a temperatura similar en las caleras. Por último, en muchas de las aplicaciones tradicionales, los albañiles y, sobre todo, los yesaires y los estuquistas, han mezclado yeso y cal tratando de combinar la mayor velocidad de fraguado del yeso con la mejor estabilidad de la cal. Aunque, después, con el estudio metódico de los conglomerantes a partir del desarrollo de la química, nadie puede confundir actualmente el yeso con la cal, en etapas anteriores esta diferenciación no era tan sencilla, teniendo en cuenta, además, las mezclas producidas, tanto en su origen como en los procesos de fabricación y puesta en obra. Por ello, en la etapa artesanal de la construcción, es necesario admitir ciertas imprecisiones al referirnos a estos dos materiales.

En la civilización griega el yeso es muy utilizado, como material de revestimiento, en estucos y guarnecidos (Villanueva y García Santos, 2001). De esta época es la referencia escrita sobre el *gypsos*, palabra griega que significa tierra más agua y que se utilizó para referirse al yeso y a la cal. Se debe a Teofrasto (372-287 a.C.) quien des-

cribe el proceso de cocción y la existencia de yeserías en Chipre, Fenicia y Siria. Menciona su empleo en revestimientos y ornamentación y describe un tipo de horno artesano con las mismas características que se han mantenido hasta la aparición de los procedimientos industrializados. Indica la posibilidad de volverse a cocer.

Más adelante, Caton y Columela citaron diferentes aplicaciones del yeso, pero fue Plinio el Viejo quien más se refirió a este material, citando los yacimientos de espejuelo en Segóbriga, que se exportaba a Roma por el puerto de Cartagena y se utilizaba para acristalamiento de huecos.

Los romanos utilizaron el yeso en aquellas provincias en que abundaba. Es de destacar el hecho de haber aparecido en Pompeya importantes decoraciones y revestimientos, así como almacenes de yeso proveniente de Grecia, lo que indica la existencia de un comercio a larga distancia y una alta valoración del producto.

San Isidoro en sus *Etimologías* cita el término *plastiche* para referirse al trabajo en relieve realizado con yeso, que, posteriormente, se denominó *yesería*. Hay precedentes en la Roma clásica y en otras regiones del imperio, como en Villajoyosa, según estudió Torres Balbás (1995). Pero donde más se utilizó el yeso fue en la Persia sasánida, heredera de las viejas tradiciones de la albañilería mesopotámica y trasmisora a través de los árabes del empleo de este material en la España medieval. Se puede citar su empleo en los alcázares omeyas de Siria y en la ciudadela de Amman (Almagro y Arce, 1996), donde aparece un sistema de piezas prefabricadas de yeso para la construcción de arcos.

Algunas zonas de España, como el valle del Ebro y el sur de Aragón son particularmente adeptas al empleo del yeso, incluso como mortero de juntas, en fábricas de piedra o de ladrillo, y en tapiales. En el resto se emplea particularmente en guarnecidos y enlucidos, en solados, en juntas tabicadas y en yeserías.

Las *yeserías* son una manifestación característica del arte musulmán. En España, durante los siglos XIII al XV, se distinguen focos de gran interés, tanto en el reino musulmán nazarí de Granada como en la zona cristiana en Aragón, Toledo y Sevilla (Villanueva, 1996). La tradición medieval de las yeserías continuó durante la primera mitad del s. XVI, con motivos decorativos renacentistas, en el denominado estilo plateresco, como sucede en el Paraninfo de la Universidad de Alcalá.

En Europa también hay ejemplos de utilización medieval del yeso, particularmente destacable es la región de París, en la que había 18 canteras de yeso en explotación, el año 1292. El yeso se utilizaba en revestimientos, forjados de pisos, en tabiquería y chimeneas. La tradición del empleo del yeso en esta zona dio origen a la denominación *plaster of Paris* cuando el producto se exportó a Inglaterra, so-

breto a partir del siglo XVII después del incendio de Londres. También hay que destacar los excelentes revestimientos exteriores existentes en algunos barrios centrales de París, como por ejemplo en la plaza de los Vosgos.

Durante el renacimiento y el barroco se utiliza profusamente el yeso en la decoración de interiores. Junto a la yesería con motivos clásicos aparece el *estuco*, que proporciona superficies pulidas a imitación del mármol. También aparece la *escayola*, utilizada en planchas para realizar falsos techos. Se trata de un producto fabricado con más esmero a partir de piedra de yeso de gran pureza, deshidratada parcialmente a baja temperatura y molido con gran finura. Se utiliza en trabajos decorativos, donde es preciso reproducir molduras u otros motivos ornamentales con exactitud y precisión.

En el s. XVII las dificultades económicas que sufre España dificultan la construcción de bóvedas y cúpulas de cantería. Se recurre a realizarlas con albañilería, en fábricas de rosca de ladrillo o tabicadas, en ambos casos recubiertas de yeso. Pero incluso se realizan bóvedas y cúpulas en carpintería, tanto por el sistema de L'Horme, como en las denominadas bóvedas *encamonadas* (Villanueva, 2005)

Para completar el panorama, hay que citar el empleo del yeso junto a fibras vegetales en producto denominado *staff*, muy empleado en Francia para la decoración con su máxima expresión en el rococó pero que perdura en elementos prefabricados, en trabajos similares a los realizados con escayola.

Desde el punto de vista científico el yeso tradicional es un producto multifase producido por la calcinación de aljez o piedra de yeso.

El aljez es un sulfato cálcico cristalizado con agua, en la proporción de dos moléculas de agua por cada una de sulfato cálcico. La calcinación de mampuestos de aljez en hornos artesanos tradicionales, también llamados en España morunos o árabes, produce un producto de varias fases, en función de la temperatura alcanzada. En efecto en la superficie de la piedra se puede sobrepasar los 900 °C y resultaría un yeso anhidro, también denominado hidráulico por su capacidad de fraguar bajo en agua, o de pavimentos, por su uso tradicional. Al ser la piedra de yeso un producto aislante, en la parte interior se reduce la temperatura, obteniéndose anhidrita II entre 400 y 800 °C, anhidrita III entre unos 200 y 400 °C y semihidrato beta por debajo de esa temperatura. La estructura poco porosa del interior de la piedra, al impedir la salida del agua desprendida, hace pensar a algunos autores en la posible existencia parcial de semihidrato alfa, producido en condiciones de sobrepresión de vapor. Por último, en ocasiones, el corazón de la piedra no alcanza la temperatura necesaria para deshidratarse, aunque sea parcialmente, y permanece crudo. En resumen, se produce un yeso multifase, en el

que en función del tamaño de la piedra y de la exposición al calor de sus caras se puede encontrar todas las fases del sistema sulfato cálcico-agua.

De modo general puede decirse que a medida que aumenta el contenido de anhídrita el fraguado es más lento. Sin embargo la presencia de crudo aumenta la velocidad de fraguado.

Tradicionalmente se producen tres tipos de yesos artesanales. Los piedras, más renegridas y, por tanto, sobrecocidas, se separan y trituran aparte dando lugar a *yeso hidráulico o de pavimentos*.

Las piedras de mejor aspecto, se separan y muelen fino, dando lugar al denominado *yeso blanco*, utilizado para enlucidos o blanqueos. El resto de las piedras junto con las escorias y subproductos de la combustión se recogen y trituran juntos, dando lugar al *yeso negro o moreno*, utilizado para guarnecidos y como conglomerante de albañilería.

Durante el largo período de tiempo que dura el sistema de producción artesanal, los hornos se fueron mejorando para facilitar las operaciones de carga, cocción, descarga y molienda. También se introdujeron silos de almacenamiento final del producto para homogeneizarlo y dar lugar a la transformación final de algunas fases.

En la actualidad, aún se fabrican en España algunos yesos artesanos. He visitado hace pocos años una de estas fábricas en Morón de la Frontera (Sevilla), pero la que tiene más interés es la de Albarracín (Teruel), donde se produce un yeso rojo y otro blanco. El rojo se utiliza tradicionalmente en revocos exteriores, dando a esta ciudad su aspecto característico.

Tradicionalmente los yesos se adicionaban en obra para modificar la duración de su fraguado o para mejorar su durabilidad (Dorrero, Luxán, Sotolongo, 1998). Son recetas más o menos parecidas que, generalmente, pretenden retrasar el fraguado, endurecer el producto o impermeabilizarlo, haciéndole más duradero al exterior.

3. YESO INDUSTRIAL

A partir del s. XVIII comienza el conocimiento científico del yeso. Así, en 1768, Lavoisier presenta en la Academia de Ciencias el primer estudio científico de los fenómenos en los que se basa la preparación del yeso. Poco después Van t'Hoff y Le Chatelier dieron una explicación científica a la deshidratación, iniciando una serie ininterrumpida de investigaciones sobre este material.

En esa época comienza el proceso de industrialización, que afectará a los materiales en primer lugar, y después a

la propia construcción. Se controla el proceso de fabricación, se consiguen mayores temperaturas, se aumentan las series y se uniforman los productos. Aparecen el acero y el cemento, como nuevos materiales característicos de esta etapa, que van a imprimir un nuevo concepto a la estructura de los edificios, facilitando a la postre la existencia de un esqueleto resistente independiente de las cerramientos. El sistema afecta a muchos materiales, a las herramientas y al propio sistema constructivo.

En lo referente a los materiales conglomerantes tradicionales, se produce una evolución diferente. Se industrializa la fabricación del yeso, en un proceso que termina con la introducción de innumerables tipos de hornos, con el objetivo de conseguir un sistema racional de calcinación. La cal se adapta peor y sucumbe ante el cemento, que en realidad trata de obtener artificialmente una cal hidráulica.

El proceso de industrializar la fabricación del yeso es lento y no se produce por igual en todos los países. Se da, por tanto, una convivencia prolongada con los yesos artesanos, descritos en la etapa anterior.

Se mecanizan los sistemas de extracción y se organiza el almacenaje previo para aumentar la homogeneización de la materia prima. Se mecaniza la trituración previa, para conseguir tamaños menores que facilitan la calcinación. Se establecen silos de reposo del material calcinado para completar el proceso y hacer más homogéneo el producto. Se industrializa el refinado del yeso fino y se automatiza poco a poco el sistema de ensacado y expedición.

También se produce la adición de los yesos en fábrica, mejorando notablemente la regularidad del proceso, con resultados muy positivos frente a las adiciones realizadas en obra. Los principales aditivos empleados son los retardadores del fraguado, pero se abre un importante proceso de investigación que incidirá decisivamente en los yesos de la tercera generación, que se estudian más adelante.

En cuanto a la calcinación propiamente dicha los sistemas son muy variados (SNIP, 1988). La imaginación de los ingenieros se dispara para alcanzar la mejor deshidratación al mejor precio. En unos casos se mueve la materia prima por el interior del horno y, en otros, lo hace la fuente de calor. Hay sistemas con carga continua y otros con carga discontinua. De fuego directo y de fuego indirecto. Los más habituales son las marmitas de fuego indirecto para obtener escayola y los hornos rotativos de fuego directo para producir yeso. En estos últimos el sistema produce semihidrato beta y anhídrita II de modo diferenciado, en función de la temperatura alcanzada. Puede ser en un mismo horno con dos salidas o en hornos independientes. También puede producirse de modo independiente el semihidrato beta y la anhídrita II y luego mezclarse en

diversas proporciones. Por último, para la obtención de semihidrato alfa se recurre a los autoclaves, en los que la producción es muy cuidada, en pequeña cantidad y más cara.

Con la industrialización aparece la posibilidad de tipificar los productos, de modo que sus características se mantengan constantes dentro de unos límites. Y con esta posibilidad aparecen las normas de calidad. Además se pueden obtener más tipos de productos, modificando parcialmente las condiciones de su fabricación.

La normativa sobre la calidad del yeso tipifica los productos habituales en cada país, regulando las características de composición química, finura de molido, agua de amasado, tiempos de fraguado y resistencia mecánica. En algún caso se normaliza la expansión de fraguado y la dureza superficial. Surge así una normativa sobre yeso en los principales países industrializados, entre la que se puede citar: las normas ASTM (Estados Unidos), DIN (Alemania), BS (Gran Bretaña), NF (Francia), UNI (Italia), UNE (España), NP (Portugal), SIA (Suiza), etc.

También hay intentos de unificación, como los producidos por las normas ISO (Asociación mundial de normalización) en el campo de los métodos de ensayo y los que se realizan en Europa a través de la CEN (Comité europeo de normalización) con la normativa EN. Sin embargo este último proyecto afecta ya directamente a los yesos de la tercera generación, que estudiaremos más adelante, y se refiere a parámetros diferentes de los tradicionales.

La mayoría de los yesos industrializados son monofase o bifase, en contraposición con los yesos multifase característicos de la etapa artesanal.

La *escayola*, denominada yeso para moldeados en otros países, es un semihidrato beta, por tanto monofase, con un tiempo rápido de fraguado, que permite su utilización en prefabricados, tanto para techos como para tabiques. También se utiliza como adhesivo o para pasta de colocación y de repaso. Es un producto especialmente fino para reproducir fielmente, con el mayor detalle las figuras y molduras de los moldes. La materia prima debe ser también muy pura para evitar presencia de productos no deseables y obtener un color blanco limpio. En España hay dos calidades normalizadas en función de la pureza y finura de molido.

El semihidrato beta amasado con agua produce una pasta muy adherente y difícil de trabajar, por lo que se adiciona con anhídrita II, para obtener *yeso de construcción*. Resulta así un producto bifase, con mayor duración en su tiempo de fraguado, ya que la anhídrita II tarda más en hidratarse. Dentro del yeso de construcción se distinguen dos variedades. El *yeso grueso* utilizado como conglomerante en las juntas de albañilería y para ejecutar

los guarnecidos o capas de base de los revestimientos. Y el *yeso fino*, empleado para los enlucidos o capa final de los revestimientos.

En algunos países de Europa se sigue fabricando una *anhídrita para pavimentos*, obtenida a alta temperatura, que se emplea en plásticos autonivelantes para homogenizar la cara superior de los forjados, como base para la colocación de muchos tipos de pavimento.

Durante mucho tiempo el proceso de industrialización afectó sólo a los productos de yeso en polvo y algunos prefabricados, pero se mantuvo un sistema de puesta en obra tradicional. En 1964 tuve ocasión de hacer un amplio inventario de esta situación en España (López Blázquez, Villanueva, 1964)

A principios del s. XX aparece en Estados Unidos la placa de yeso laminado. Un tablero de dos cartones con alma de yeso, inventado con el fin de sustituir a los tableros de madera, con el fin de reducir los riesgos y aumentar la resistencia al fuego en caso de incendio. Aparece, por tanto, en un contexto de tabiques de carpintería muy arraigado en Estados Unidos y otros países del norte de Europa, pero que en su traslado a los países mediterráneos, de tradición constructiva en el área de la albañilería, produce un efecto importante, tendente a la industrialización del sistema constructivo.

Esa misma tendencia hacia la industrialización se produce con prefabricados de escayola, donde la plancha lisa sustituye a los tradicionales encañizados, en la ejecución cielorrasos y, más adelante, en diferentes tipos de techos, desmontables o no, realizados con piezas prefabricadas de escayola, así como a toda una serie de productos prefabricados como complementos y decoración de techos, como molduras, cornisas interiores, cortineros, fosas, plafones, etc.

La industrialización del sistema, también ha afectado a la tabiquería realizada con paneles de escayola. Hay tipos macizos y con huecos, en tamaños normalizados de diferentes medidas y espesores. Desde paneles suelo-techo hasta piezas de más reducido tamaño. En el sur de Europa el estándar más frecuente es el bloque o *carreaux* de tres piezas por metro cuadrado.

La colocación de los prefabricados de yeso ha dado lugar a un importante número de adhesivos, pastas de agarre y de repaso, realizados a base de productos de yeso industrial con diferentes tipos de aditivos, ya en las puertas de lo que podemos considerar yesos de la tercera generación, como veremos a continuación.

Se han producido algunos intentos para conseguir industrialmente un yeso de revocos al exterior, como el utilizado tradicionalmente. Pero no han tenido éxito. La difícil-

tad está en conocer exactamente la composición del yeso tradicional, que, como se indicó antes, es un producto multifase. Con los análisis químicos habituales no se distinguen bien todas sus características, por lo que se tiende a investigar el problema a partir de la configuración cristalina.

El fracaso fue particularmente importante en los años setenta, cuando se intentó fabricar un yeso para restaurar las fachadas de París. Este revés llevó a la industria europea del yeso a olvidar los empleos exteriores y concentrarse en la nueva generación de yesos para el interior.

4. YESOS DE TERCERA GENERACIÓN

Después de la II Guerra Mundial, se comienza a estudiar más científicamente las modificaciones producidas en las

características del yeso, mediante el empleo de aditivos y adiciones (Arredondo, 1961).

En Gran Bretaña, para la reconstrucción de los edificios dañados durante el conflicto bélico, se comienzan a utilizar productos aligerados, con perlita y vermiculita, hasta el punto de llegar a normalizar una serie de productos aligerados (Foster, 1964) (BS, 1973), que completan el panorama normativo de los yesos densos. Tanto la perlita expandida como la vermiculita exfoliada son productos minerales e inertes, con capacidad de ocluir aire en su interior y mejorar el aislamiento térmico de los revestimientos.

Cada vez fue más frecuente la adición en fábrica de retardadores de fraguado, para la producción de *yeso lento*, muy apreciado en la ejecución de revestimientos. Pero, como se ha dicho, lo más importante es que se inició una investigación sistemática de diferentes tipos de aditivos.

TABLA 1
Resumen de las características principales de los diferentes tipos de yeso

ETAPA	YESO ARTESANO	YESO INDUSTRIAL	YESO DE TERCERA GENERACIÓN
MATERIA PRIMA	Selección grosera Granulometría muy gruesa	Selección cuidada Granulometría media	Selección cuidada Granulometría media o fina
TIPO DE HORNO	Artisanal sin control de temperatura	Muchos tipos de hornos industriales con temperatura controlada	Muchos tipos de hornos industriales con temperatura controlada
CUALIFICACIÓN DEL RESPONSABLE DE LA FABRICACIÓN	Maestro artesano	Ingeniero	Químico
FASES DEL PRODUCTO	Multifase	Monofase o bifase	Monofase o bifase
TIPOS DE PRODUCTOS	Yeso negro Yeso blanco Yeso hidráulico	Yeso grueso Yeso fino Escayola Adhesivos	Yeso manual de fraguado controlado Yeso de proyección Yeso aligerado Yeso de proyección aligerado Adhesivos
ADITIVOS Y ADICIONES	En obra	En fábrica	En fábrica
EMPLEO EN OBRA	Guarnecidos y enlucidos Pavimentos Estucos Mortero de albañilería Encañizados	Guarnecidos y enlucidos Pasta de albañilería Cielorrasos	Revestimientos interiores Pasta de agarre
PREFABRICADOS	Yesones Ladrillos y bloques	Placas para techos Molduras para techos Placa de yeso laminado Bloques y paneles para tabiques	
APLICADOR	Albañil Yesaire Estuquista	Albañil Yesaire Escayolista Montador	Aplicador Yesaire

El producto en polvo estaba completamente industrializado, pero su colocación era artesanal. Por eso, las principales industrias europeas del yeso condujeron sus esfuerzos para industrializar el proceso de colocación. Por otra parte, la incidencia del material en el precio final del guarnecido, era cada vez menor, frente a una mano de obra cada vez más cara. Era preciso buscar un producto, que, sin perder sus características esenciales de cubrir los paramentos adheriéndose bien a las diferentes bases, tuviera el mejor rendimiento posible en su colocación.

A tenor del ejemplo de los morteros gunitados se investigó un tipo de yeso capaz de ser proyectado mecánicamente contra los paramentos. Tiene que ser lo suficientemente lento en su fraguado para que no endurezca en la manguera y, lo suficientemente espeso y adherente para que no escurra por la pared o de desprenda de los techos. Con aditivos modificadores del fraguado, espesantes y retenedores de agua se consigue formular este tipo de yeso, que ya se puede considerar de tercera generación.

Pero también se actuó sobre los yesos de amasado manual mejorando sus características para facilitar la colocación. Así, cada vez fue más amplio en tiempo abierto o período en el que, el yeso, después de amasado con el agua, se puede trabajar. Se obtienen así los denominados yesos manuales de *fraguado controlado*.

El proceso se completa al producirse yesos aligerados de proyección mecánica, tan aditivados como éstos y, además, aligerados con perlita.

El proceso de adición además produce un aumento de la resistencia superficial, por lo que el panorama se completa con los yesos de alta dureza.

La principal dificultad se presenta a la hora de normalizar estos productos, ya que los ensayos de laboratorio reproducen mal las condiciones de puesta en obra, sobre todo en los yesos de proyección mecánica.

Los yesos de la tercera generación están concebidos para revestimientos interiores y pueden colocarse sobre diferentes tipos de soportes, siempre que se prepare adecua-

damente la base y se tengan en cuenta las correspondientes reglas de colocación (Eurogypsum, 1988)

De este modo el yeso se integra en una nueva etapa del proceso constructivo que ya se vislumbra en manifestaciones concretas, como las que se han indicado para este material.

BIBLIOGRAFÍA

- Almagro, A. y Arce I., 1996: *El alcazar omeya de Ammam, crisol de técnicas constructivas*. I Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Madrid, Actas del Congreso pp 26-30
- Arredondo, F., 1961: *Materiales de construcción: II.- el yeso*. Instituto Eduardo Torroja. Madrid
- BS 1191: part. 2: 1973 Gypsum building plasters. Premixed light weight plasters
- Dorrero, F., Luxán, M. P., Sotolongo, R., 1998: *Los trabadillos: origen, utilización y técnicas de preparación*. II Congreso Nacional de Historia de la Construcción, A Coruña, Actas del Congreso pp-145-150
- Eurogypsum, 1988: *Recomendaciones para la aplicación de yesos especiales sobre soportes no tradicionales*. Publicadas en Curso de Rehabilitación. 7 Cerramientos y acabados. COAM pp. 226-229
- Foster, N., 1964: *Yesos aligerados*. Conferencia en el IV Congreso de Eurogypsum. Madrid Actas del Congreso
- López Blázquez, M., Villanueva, L. de, 1964: *El yeso en España*. Conferencia en el IV Congreso de Eurogypsum. Madrid. Actas del Congreso.
- S. Isidoro: *Etimologías*. Libro XIX.-15
- SNIP, 1982: *Le plâtre* SNIP. Ed. Eyrolles, París
- Torres Balbás, L., 1995: *Precedentes de la decoración mural hispanomusulmana*. Crónica arqueológica de la España musulmana XXXVII. Obra dispersa I, Instituto de España.
- Villanueva, L. de, 1988: *El yeso: material de construcción primitivo y actual*. Boletín Yesocentro nº 2, junio
- Villanueva, L. de, García Santos, A., 2001: *Manual del yeso de Atedy*. Ed. Cie Dossat, 2000, Madrid
- Villanueva, L. de, 1996 *Yeserías españolas. Propuesta de tipología histórica*. I Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Madrid, Actas del Congreso, pp. 537-544
- Villanueva, L. de, 2005: *Bóvedas de madera* IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Cádiz, Actas del Congreso, pp. 1003-1013
- Villanueva, L. de, 2005 b: *La investigación actual en su inserción histórica* Ponencia sobre la edificación en I Jornadas de Investigación en Construcción. Madrid, Actas de las Jornadas. IETcc. pp. 673-679

* * *