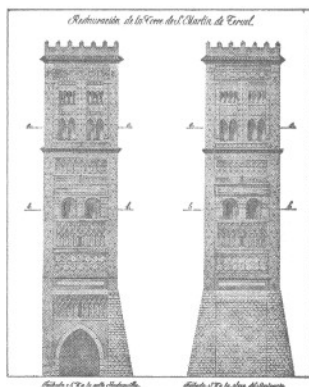


# SEPARATA

de las

Actas del III Simposio Internacional de mudejarismo

(Teruel, 20-22 de septiembre de 1984)



INSTITUTO DE ESTUDIOS TUROLENSES  
*de la Excm. Diputación Provincial*  
Adscrito al Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Teruel, 1986

## EL YESO, MATERIAL MUDEJAR

ANTONIO ALMAGRO \*

El yeso es uno de los materiales más corrientes y con más fuerte arraigo en nuestras tradiciones constructivas y muy especialmente en algunas regiones como Aragón. Material muy menospreciado en los tiempos recientes, en los que el uso del cemento Portland va provocando el abandono y olvido de técnicas y materiales ancestrales sus propiedades y características le han hecho, en el tiempo, un material versátil y de grandes recursos.

En amplias zonas, y me voy a referir fundamentalmente a Aragón, su uso ha estado íntimamente ligado a la arquitectura mudéjar, no sólo como material decorativo, sino como conglomerante de las fábricas, ya sean de mampostería de piedra, de ladrillo o de tapial.

Los orígenes de su uso en la arquitectura de la península arrancan, en lo que hasta ahora sabemos, de los inicios de la dominación islámica, por lo que es perfectamente atribuible su introducción en la península a los árabes.

La patria original de las arquitecturas de yeso es sin duda el oriente y especialmente Irán, en donde ya desde época parto, pero más extensamente con el imperio sasánida, se desarrolla una técnica constructiva basada en el empleo del yeso como material básico, con la que consiguen logros estructurales capaces de rivalizar con los de la arquitectura romana. Al incorporar los árabes el imperio sasánida a las tierras del Islam, las técnicas constructivas de esta parte de su imperio se difunden al igual que los temas decorativos. Y no hay que esperar al califato de los abasíes para que se produzca esta difusión del mundo cultural persa, sino que ya con los omeyas se produce una rápida simbiosis de culturas y técnicas orientales y occidentales como se ha probado en el Alcázar omeya de Amman, en que junto a técnicas y concepciones de claro origen romano y bizantino, se emplea el yeso, material desconocido hasta esa época en la región, junto con técnicas y concepciones espaciales claramente sasánidas.

Así pues, es perfectamente deducible que el uso del yeso haya llegado a la península con los musulmanes.

Y en zonas como Aragón, en donde abunda geológicamente, su uso va a ser característico de las construcciones, primero musulmanas y luego mudéjares y continuándose su uso hasta casi la actualidad.

\* Arquitecto de la Dirección General de Bellas Artes y Archivos. Ministerio de Cultura. Madrid.

Vamos a tratar de analizar cuáles son las razones por las que este material ha tenido un uso tan difundido en ciertas arquitecturas. Realizaremos este análisis comparativamente con el de la cal, material similar y al que sustituye principalmente.

El yeso es sulfato cálcico bihidratado ( $\text{SO}_4\text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ). Cuando este material se calienta, pierde las moléculas de agua con las que está cristalizado convirtiéndose en un material mucho más blando, que se disgrega con facilidad. Al amasarse con agua forma una pasta de gran viscosidad, fácil de trabajar e incluso de moldear, y que recristaliza absorbiendo las moléculas de agua que tenía antes de deshidratarse. Hay que aclarar que todo este proceso es de una gran sencillez técnica, requiere temperaturas no muy elevadas (unos  $200^\circ\text{C}$ ), hornos de fácil construcción, y el producto final no se ve afectado en demasía por fallos en el proceso. Incluso las impurezas que puedan acompañar al yeso al ser extraído, le confieren muchas veces propiedades complementarias nada despreciables.

En comparación con lo dicho, la tecnología de la cal es bastante más compleja. La piedra caliza, carbonato cálcico, ha de ser previamente calcinada, lo que supone la rotura de las moléculas, y no una simple rotura de cristales como en el yeso ( $\text{CO}_3\text{Ca} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{CaO}$ ). Se obtiene así la cal viva que deber ser apagada con agua, obteniéndose cal apagada o hidróxido cálcico ( $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$ ).

Todo este proceso es delicado, pues si la caliza no se calcina bien, o la cal no se apaga adecuadamente, el mortero obtenido no dará la resistencia adecuada. Muy especialmente, si la cal no se apaga completamente, pueden producirse posteriormente procesos de hidratación del óxido cálcico con importantes aumentos de volumen que pueden provocar la disgregación del mortero.

A continuación se amasa la cal apagada con el árido adecuado y se asienta en obra, iniciándose el proceso de carbonatación, obteniéndose nuevamente carbonato cálcico, con lo que se cierra el ciclo. También aquí, una incorrecta ejecución del proceso puede acarrear la obtención final de un material defectuoso ( $\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CO}_3\text{Ca} + \text{H}_2\text{O}$ ).

No sólo el proceso de fabricación y puesta en obra es más complejo para la cal, sino que además requiere temperaturas de calcinación mucho más elevadas (unos  $1.000^\circ\text{C}$ ) y, por tanto, más energía y hornos más perfeccionados.

El yeso, pues, tiene ventajas innegables, aunque también tiene inconvenientes: una menor durabilidad y resistencia ante determinados ataques externos y una menor capacidad resistente. Pero conviene matizar estos extremos. Tiene menor durabilidad que una cal que haya fraguado y endurecido correctamente. Pero desgraciadamente es muy frecuente que esto no se produzca, debido a un mal proceso de fabricación, con lo que muchas veces encontramos en mejor estado fábricas construidas con yeso que otras que lo fueron con cal. Lo mismo cabe decir de la durabilidad, pues un mortero de cal disgregado aguanta mal la acción de la humedad y es un vehículo perfecto para la humedad de capilaridad. En cuanto al yeso, el agente que más lo ataca es la humedad permanente, debido a que aún cristalizado, continúa siendo un material higroscópico, que al absorber agua aumenta de volumen rompiéndose su estructura cristalina y perdiendo cohesión. De todos modos, en muchos yesos de fabricación artesanal, la existencia de impurezas generalmente arcillosas, le confieren cierta impermeabilidad que alarga su durabilidad. Tal es el caso de los yesos de Albarracín, que en muchos sitios llevan siglos expuestos a la intemperie con una permanencia tan buena como la de un mortero de cal. Por otro lado, la relación que existe entre el módulo elástico y la carga de rotura es más ventajosa en el yeso que en la cal, siendo éste mucho más elástico y flexible que la cal y muchísimo más que el cemento.

La consecuencia de esto es una mejor adaptación a trabajar con materiales elásticos, como la madera, a la que además es capaz de proteger muy adecuadamente contra las acciones de la intemperie e incluso de colaborar con ella mecánicamente igual que el hormigón lo hace con el acero. También su elasticidad hace del yeso un material muy idóneo para adaptarse a deformaciones estructurales no debidas a la naturaleza de los propios materiales, sino a fallos estructurales o del terreno. Es difícil imaginar qué hubiera sido de muchas construcciones mudéjares, al menos de Aragón, de no haber sido realizadas con yeso. Los terrenos de cimentación en nuestra región son en general malos e inestables y provocan asentamientos importantes en los edificios que sólo materiales tan elásticos como el yeso o la madera pueden resistir sin llegar a la rotura.

Podríamos seguir analizando otras propiedades, como su alta velocidad de fraguado, comparada con la del cemento y sobre todo con la de la cal, su plasticidad y, por tanto, facilidad de trabajo, lo que lo hace idóneo para labores de decoración, su adherencia, etc., pero no queremos extendernos más.

Pasemos ahora a analizar algunas de las formas más corrientes de uso de este material en la arquitectura mudéjar y en la tradicional.

Un primer apartado dentro de las distintas técnicas en que el yeso se utiliza como material de construcción, lo tenemos en su empleo como simple conglomerante en fábricas de mampostería, bien sea de ladrillo o de piedra. El primer caso es sin duda el más frecuente en la arquitectura mudéjar aragonesa. La gran mayoría de nuestras torres y monumentos mudéjares están contruidos con ladrillo sentado con yeso, generalmente sin adición de áridos siquiera. Esta técnica permite la realización de formas decorativas y estructurales difíciles de hacer por otros medios, desde los trabajos de decoración de lazos y arcos mixtilíneos con elementos muy sutiles, hasta bóvedas enjarjadas o tabicadas, cuya realización se basa fundamentalmente en el empleo de conglomerantes de rápido fraguado, evitando así el empleo de cimbras y costosos medios auxiliares.

Las mamposterías de piedra, menos frecuentes, son también utilizadas para zócalos o arranques de muros. Los rejuntados con mortero o pasta de yeso son igualmente frecuentes sustituyendo también así a los morteros de cal.

El empleo del yeso en este tipo de fábricas, les confiere como ya hemos explicado una especial elasticidad, permitiendo fuertes deformaciones sin llegar al agotamiento de la capacidad resistente de la fábrica.

Una técnica muy característica dentro de la construcción con yeso y ampliamente utilizada en la arquitectura mudéjar son los tapias de yeso. En este caso, y a semejanza de los tapias comunes de tierra o de tierra y cal, se vierte la pasta de yeso, ya sea sola o con piedra revuelta, dentro de un encofrado de madera. Sin embargo, a diferencia de los tapias tradicionales, la construcción puede hacerse a mayor velocidad por la rapidez de fraguado del yeso. Estas fábricas son además mucho más resistentes que los tapias ordinarios y más elásticas que otras fábricas de similar resistencia.

Esta técnica fue muy empleada en la arquitectura mudéjar, especialmente en aquellos muros o elementos que no quedaban vistos. Como ejemplo característico podemos citar los muros internos de las torres de S. Martín y el Salvador. Mientras los muros exteriores se hacen de ladrillo el muro interior concéntrico es en casi toda su altura de tapial de yeso.

Una variante de esta técnica, muy utilizada en la arquitectura menor y popular, lo constituye el relleno que se hace en las estructuras entramadas de madera, de los huecos que quedan entre los estantes verticales. Con un encofrado clavado por la cara externa y otro por la interna de los pies derechos; se rellena el interior con pasta de yeso vertida directamente o con fragmentos de antiguos tabicones que reciben

el nombre de aljezones. De esta forma se construyen cerramientos y tabiques de espesores que varían entre los 10 y los 20 cm. y de gran esbeltez. Normalmente estas estructuras entramadas se enlucían exteriormente para proteger mejor la madera y darles un aspecto más aseado.

Raras veces los entramados se dejaban vistos a diferencia de lo que hoy es práctica habitual en las restauraciones de estas estructuras. El enlucido de yeso constituye un adecuado protector de la madera como puede apreciarse en la comparación entre dos estructuras en la que una se haya dejado con el entramado visto y otra que lo haya tenido oculto.

El yeso se ha utilizado también en los elementos estructurales horizontales. Especialmente en aquellas áreas geográficas en que se emplea el yeso como material habitual de construcción y sobre todo a partir del siglo XVI, los entrevigados de los forjados de pisos y cubiertas suelen hacerse con este material.

Una de las formas más corrientes de hacer estos entrevigados consiste en colocar un molde con la forma del revoltón entre las dos vigas, y verter directamente encima la masa de yeso hasta enrasar la parte superior de las vigas. Al quitar el molde queda por la parte inferior el típico revoltón que ordinariamente no será preciso ni siquiera enlucirlo.

Previamente, a las vigas se les hace una acanaladura longitudinal a ambos lados para permitir el mejor asiento y adherencia del yeso. De esta forma, y por las especiales características de ambos materiales, se logra una interacción similar a la que se produce entre el acero y el hormigón en el hormigón armado. A semejanza con los forjados construidos con hormigón, por encima de las vigas de madera se suele verter una capa de compresión también de yeso que a veces sirve incluso de pavimento.

Una variante de esta técnica consiste en hacer las bovedillas de los revoltones con ladrillos tabicados, recibidos con yeso. En este caso, los riñones de las bovedillas se suelen rellenar también con yeso y cascotes y se enlucen posteriormente la parte inferior del revoltón.

Fuera ya de los elementos puramente estructurales, el yeso tiene amplias aplicaciones en enlucidos y decoraciones.

En la arquitectura mudéjar, los enlucidos de yeso han sido la forma habitual de rematar la casi totalidad de los paramentos interiores de las paredes y en muchas ocasiones, de los exteriores. Cuando las fábricas, bien sean de ladrillo o de mampostería, han sido sentadas con yeso, los enlucidos exteriores son también de yeso.

El yeso, por último, es el elemento básico para la realización de decoraciones en relieve que han tomado precisamente el nombre de yeserías. La facilidad que tiene de labra cuando aún está fresco, permite las finas labores de decoración características del arte musulmán y del mudéjar. Este trabajo es prácticamente imposible de realizar con mortero de cal ya que ni la falta de consistencia inicial del mortero, ni la posterior dureza lo permite. Por otro lado, la propia composición del mortero y su granulometría producen aristas menos limpias y perfectas.

Como resumen podríamos concluir que el yeso es un material enormemente versátil, de tecnología sencilla y menos costosa que la de la cal, y con propiedades mecánicas muy sobresalientes.

Sólo su durabilidad en presencia de humedad permanente puede constituir un problema, aunque frente a lo que habitualmente se piensa, no es mucho peor que la de un mortero de cal, debido a la escasa calidad y mala técnica que estos últimos suelen tener.

Por todas estas características, en amplias zonas geográficas en que se encuentra abundantemente, se ha utilizado como material de construcción a partir de la dominación islámica y siguiendo pautas constructivas generalmente de origen oriental

transmitidas por la arquitectura islámica. Como continuidad cultural, su uso se ha extendido de forma sobresaliente en la arquitectura mudéjar y muy especialmente en aquellas áreas en donde además de ser un material abundante, las propias condiciones geológicas del suelo lo hacen recomendable por su comportamiento elástico. Tal es el caso de Aragón, en donde si hubiera que definir la arquitectura mudéjar, tanto como decir que es esencialmente una arquitectura de ladrillo, habría que definirla igualmente como una arquitectura de yeso.