

INTERVENCIONES EN ESTRUCTURAS DE EDIFICIOS HISTÓRICOS

Francisco Jurado Jiménez, arquitecto, Univ. Politécnica de Madrid
e-mail: francisco.jurado@upm.es

INTRODUCCIÓN

Con una experiencia de más de 20 años consolidando, restaurando y rehabilitando edificios históricos, nuestras materiales y técnicas de intervención se han ido depurando en el sentido de hacer éstas más “blandas”, al contrario de lo que pudiera parecer cuando utilizamos el término estructura (“lo más rígido dentro de una construcción”).

Esta palabra se toma en un sentido amplio cuando hablamos de RESTAURAR CON MATERIALES BLANDOS. Desde la propia utilización de materiales algo menos rígidos que aquéllos que se tratan de conservar y reforzar (cales hidráulicas, morteros plásticos, madera algo deformable, anclajes y cosidos dúctiles, etc.), hasta un concepto de intervención “light” en la que la levedad de los elementos nuevos introducidos (intervenciones muy puntuales, estructuras en su mínima expresión, vidrio y madera como materiales de completación, etc.) no sobresalen sobre el material conservado y apenas alteran la forma de trabajar de las estructuras originales.



En las fotografías superiores se muestra el efecto que produce sobre una fábrica tradicional de ladrillo con mortero de cal, sometida a un flujo de agua trasero en su contención de tierras: el rejuntado con mortero de cemento mucho más rígido e impermeable provoca que “el material de sacrificio” pase a ser el ladrillo en vez del mortero.

Al paso del tiempo el ladrillo se ha arenizado desapareciendo, mientras que en una reparación “blanda” hubiese bastado rejuntar de nuevo con mortero de cal, siendo preferible una degradación lenta de este material que la desaparición del principal.

Haremos un rápido recorrido sobre varios ejemplos de restauraciones ya finalizadas donde la intervención es la mínima indispensable para asegurar la conservación de lo existente: inyecciones de cal hidráulica para recalzar una torre, hormigones de cal para conservar murallas, técnicas de sub-ventilación para eliminar humedades, restauración geológica de acantilados urbanos, etc.

El hilo conductor de la exposición serán los materiales que intervienen de un modo primordial en cada intervención... también ordenados de más básicos a más novedosos.

1. BARRO, YESO



Mezquita de Bab al Mardum (Cristo de la Luz), Toledo

Un ejemplo de estructura dúctil de más de 10 siglos de antigüedad.

Además de sorprendente uso de morteros de yeso con viruta de madera mezclada para conseguir más elasticidad en sus fábricas, tras una intervención con metodología arqueológica descubrimos el sistema de cubierta original, consistente en realizar un relleno de arcilla con algo de cal todo el espacio intersticial sobre las bóvedas hasta formar exteriormente una única y aparente envolvente de cúpula con una linterna central.

Se reproduce la sección principal antes de la restauración con una cubierta de madera que tapaba la linterna y la solución recuperada original tras la restauración.

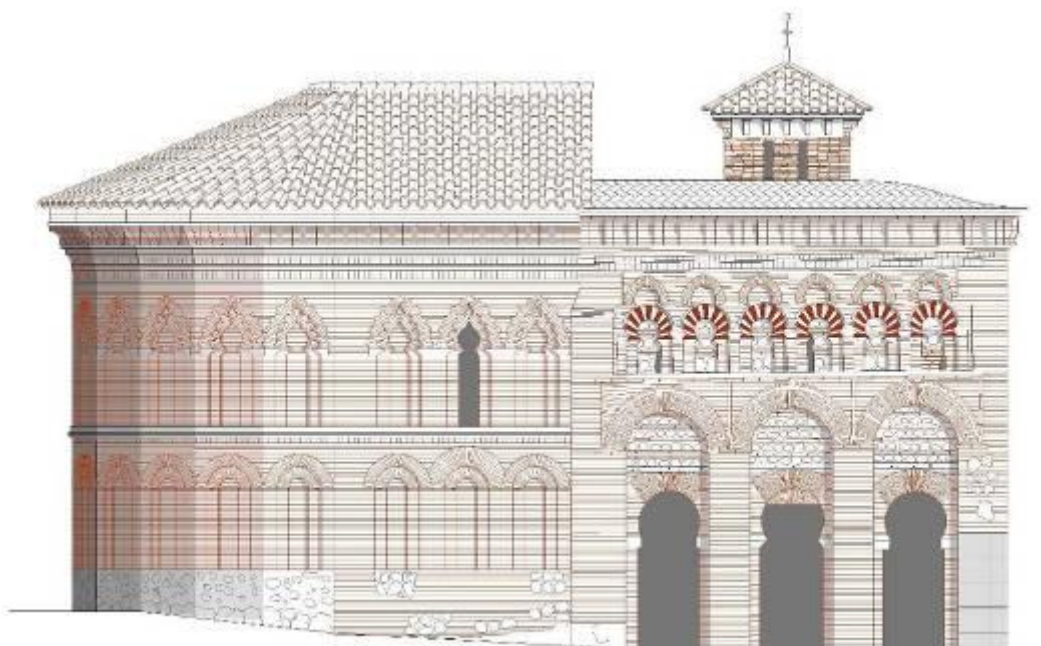




Reparación con yeso de las bóvedas partidas y relleno con arcilla y cal hasta conseguir de nuevo el perfil original de la cubierta.



La cubierta recién concluida con la linterna central restaurada. Las cubiertas manifiestan en el corte la ampliación cristiana del ábside mudéjar adosado dos siglos después de la construcción de la mezquita.



2. CAL GRASA, CAL HIDRÁULICA



Iglesia de Villamuriel del Cerrato (Palencia)

La torre presentaba fuertes agrietamientos y había entrado en un proceso acelerado de ruina que, aunque monitorizado, denotaba una disgregación interna de las fábricas.

Tras un rejuntado de sus sillares exteriores se procedió a realizar inyecciones de cal hidráulica que iban colmatando y aglomerando todo el interior de las fábricas, llegándose a inyectar el 5% del volumen total de los muros.



A medida que la cal llegaba a las zonas disgregadas, los movimientos monitorizados se reducían hasta la total estabilización (ver gráficos inferiores).

El aspecto final tras la restauración se aprecia a la derecha.



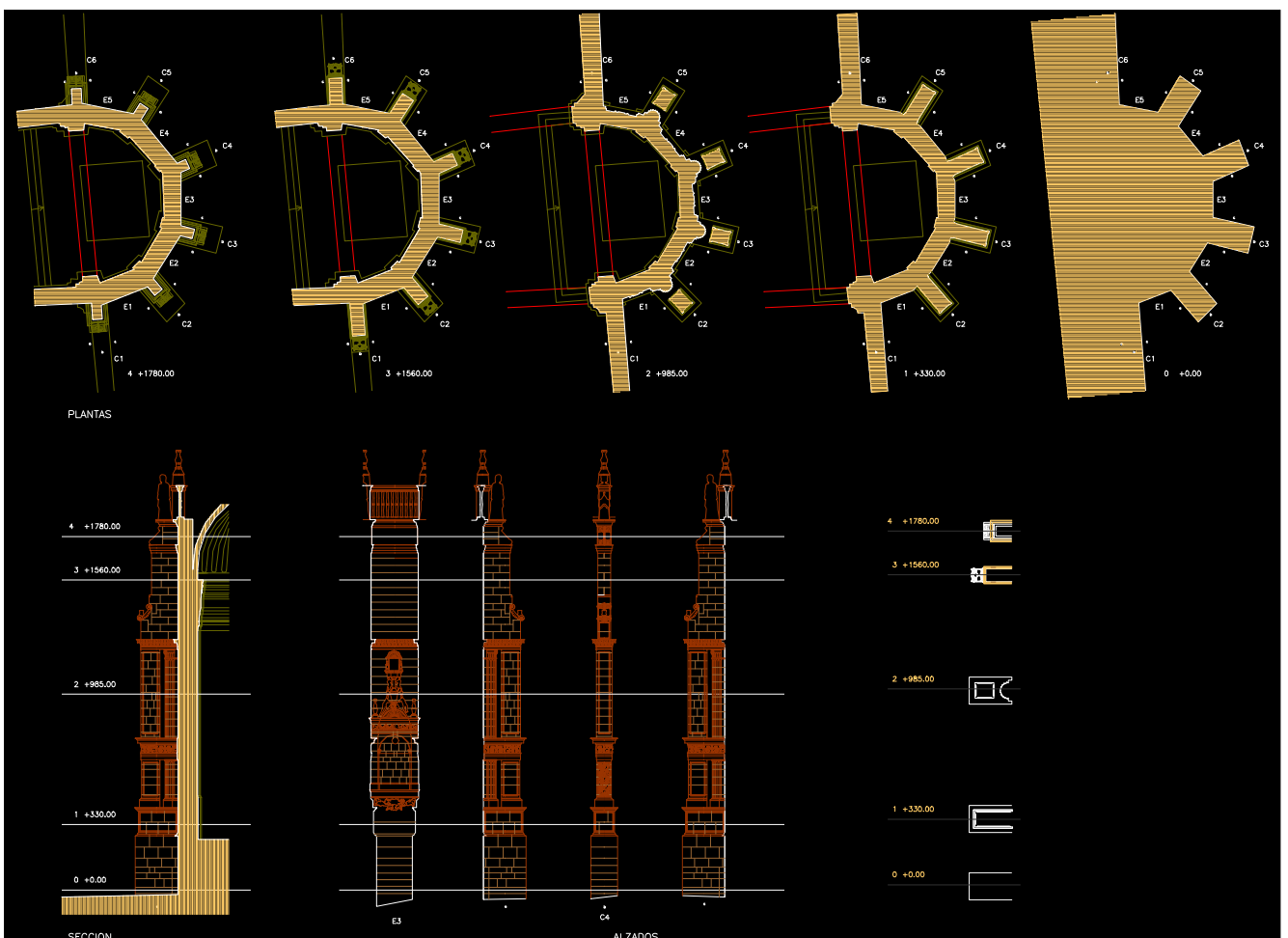
3. MORTERO DE CAL



Iglesia de Sta. María del Salvador de Chinchilla (Albacete)

Magnífica iglesia donde se mezclan los estilos gótico, renacentista y barroco.

El elemento de mayor importancia es su ábside, principio de una inacabada ampliación renacentista de la iglesia gótica anterior.



Planos del ábside, con clara influencia de la arquitectura de Diego de Siloé.



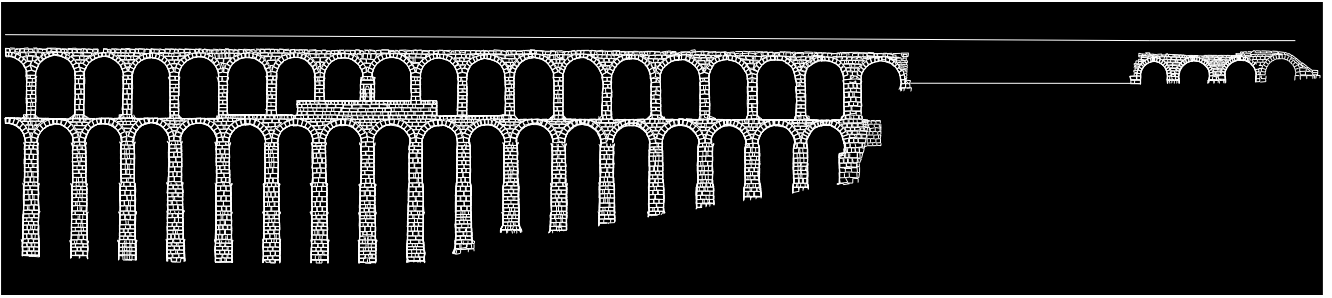
Un material clásico en las construcciones históricas, como es el mortero de cal, es perfecto para realizar “empastes” en un nivel algo rebajado de los sillares deteriorados y erosionados. Siempre será preferible esta solución, que mantiene todo el paramento original y la lectura de lo nuevo y lo antiguo, a la de chapar con nueva piedra recortando para ello la fábrica original, que queda artificialmente renovada.



Con un armazón interior de fibra de vidrio podemos utilizar el mortero de cal incluso para reintegrar volúmenes y reconstruir elementos decorativos desaparecidos.



4. MORTERO DE CEMENTO BLANCO



Acueducto romano de Segovia



En vez de hacer sustituciones de sillares, lo cual haría necesario desmontar las estructuras de arcos o pilares, se realizan completaciones in situ con piedra artificial (el mortero de cemento es aún menos resistente que el viejo granito del Acueducto), manteniendo la independencia del sillar sin que se una a los colindantes.

Esta solución es pasiva, sin producir ninguna descarga (la foto superior no es un apeo, sino un encofrado), ni tampoco lo contrario, ya que sólo entra a trabajar el nuevo material poco a poco cuando la estructura así lo necesite.



5. HORMIGÓN DE CAL



Murallas de Atienza (Guadalajara)

Grandes farallones construidos con sillarejos al exterior y relleno interior de hormigón ciclópeo.

El hormigón de cal se constituye en un material similar al original para restañar grietas y paños desaparecidos.

Se tiene especial cuidado en que su textura exterior también sea cambiante con la inclinación del sol, por lo que se utilizan encofrados de tablilla estrecha recortados contra los restos de muros originales, que dejan también los paños actuales en un plano rebajado o retrasado respecto a los existentes.



El mismo material se utiliza para las bases rocosas erosionadas y socavadas, dejando asomarse las piedras más salientes...

así como para construir una “roca” totalmente artificial con paños triangulares al modo de una expresiva papiroflexia.



Baños árabes de Tenerías en Toledo

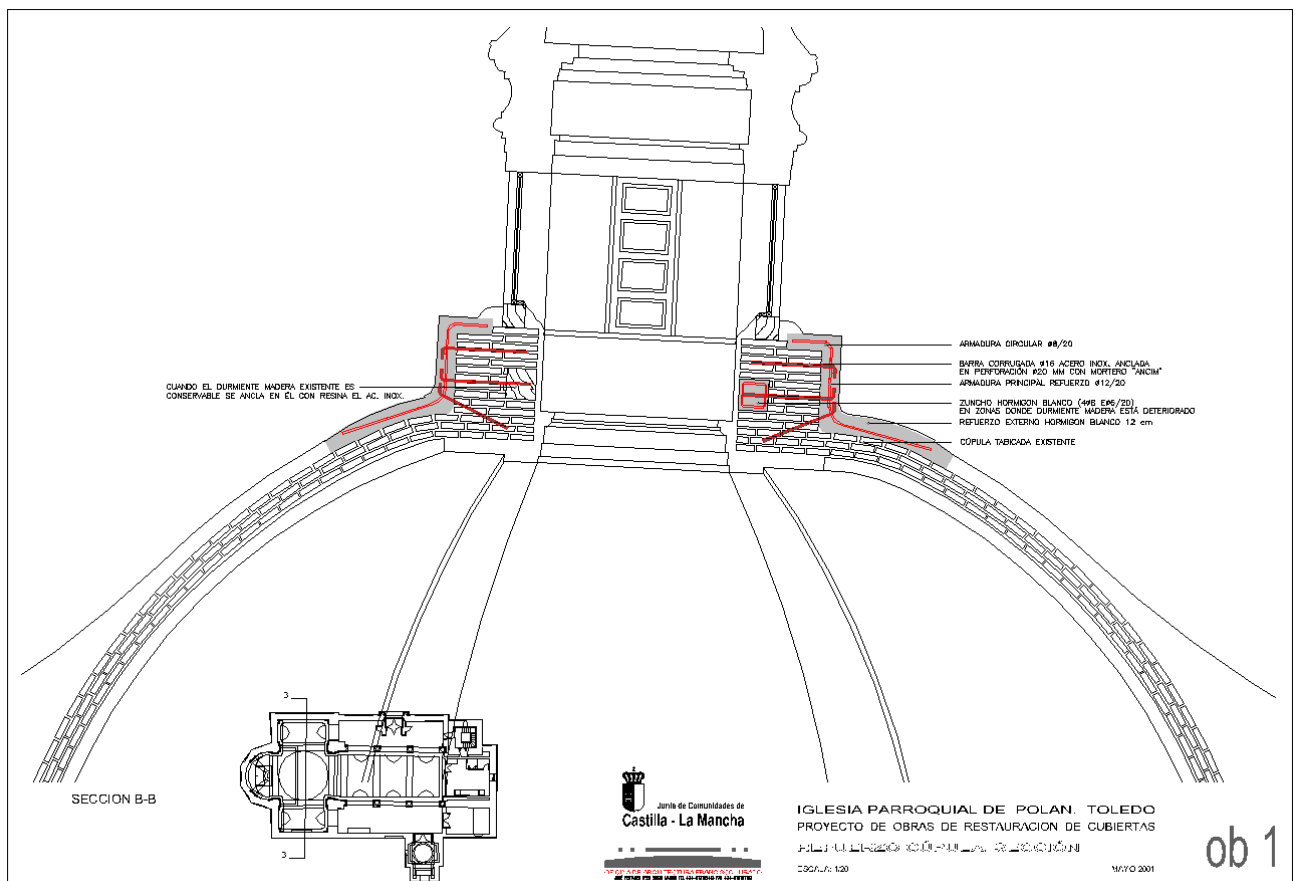
En este otro caso el hormigón de cal se utiliza para reconstruir bóvedas desaparecidas como el método constructivo más conservacionista, ya que se deja hasta el mínimo resto de fábrica de ladrillo existente integrado en la reconstrucción.



6. HORMIGÓN ARMADO



Cúpula de la iglesia parroquial de Polán (Toledo)



El hormigón armado, muy denostado en ciertos círculos “puristas” por ser un material ajeno a los tradicionales, permite en ocasiones (como ésta) realizar una consolidación de la linterna inclinada de esta cúpula sin alterar su perfil exterior, reforzando sólo localmente donde es estrictamente necesario.



Estado del tambor del cupulín durante la restauración, al descubrir la fábrica deteriorada.



La cúpula tras la consolidación y la nueva cubierta de plomo.





Castillo de Castrovido, Salas de los Infantes (Burgos)

El hormigón (blanco) armado permite en este caso construir una estructura mínima que ancla, se apoya y arriostra las potentes fábricas medievales que quedan en pie o que se reconstruyen mediante una anastilosis del material caído. Al mismo tiempo esta nueva estructura recupera los antiguos niveles del interior del torreón y los hace accesibles hasta las almenas.





Recreación virtual del torreón restaurado y convertido en un espacio museográfico.

7. LADRILLO



Bóveda en Arcos de la Frontera, Cádiz (reproducción de la cripta del Palacio de Carlos V en la Alhambra)

Aunque el original es de piedra, este material (rasilla vista) sirve para reproducir el sistema constructivo tradicional de las bóvedas tabicadas al construir ésta de 14 metros de diámetro.



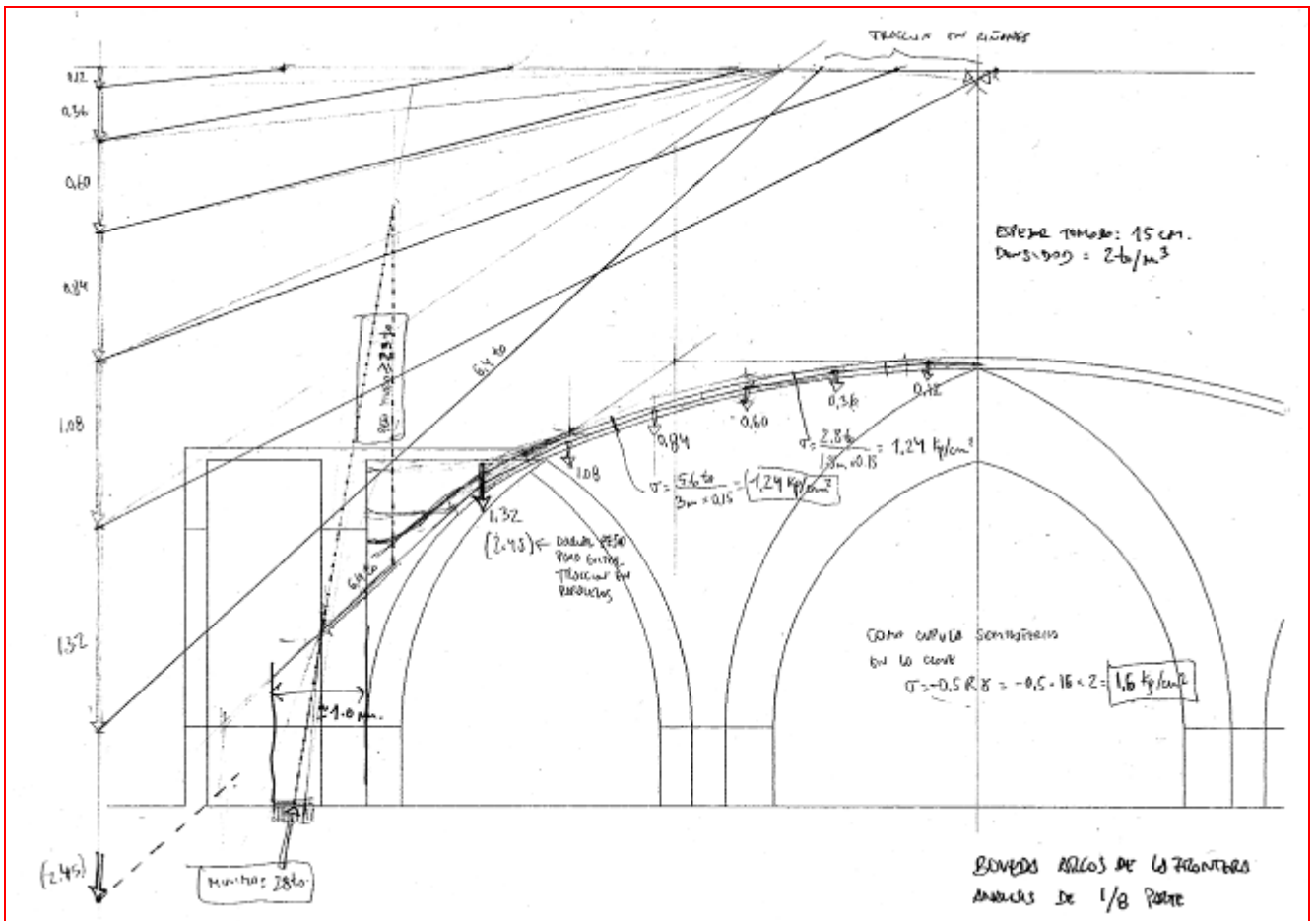


Las piezas de madera, más que cimbras, son sencillamente directrices en el espacio para el trazado geométrico de la bóveda.

La rigidez de los lunetos (y de los gruesos muros de encofrado perdido de ladrillo con relleno interior de tierra del lugar) permite ir levantando la primera capa de rasilla recibida con yeso sin apuntalamientos a 7 metros altura sobre el suelo.

Dos capas posteriores adicionales de ladrillo que se cruzan con la anterior, esta vez recibidos con mortero de cal, constituirán el grueso definitivo.





Hasta el dimensionamiento de la bóveda se hizo por métodos gráficos, determinando el grosor en el arranque para que no existiesen tracciones.

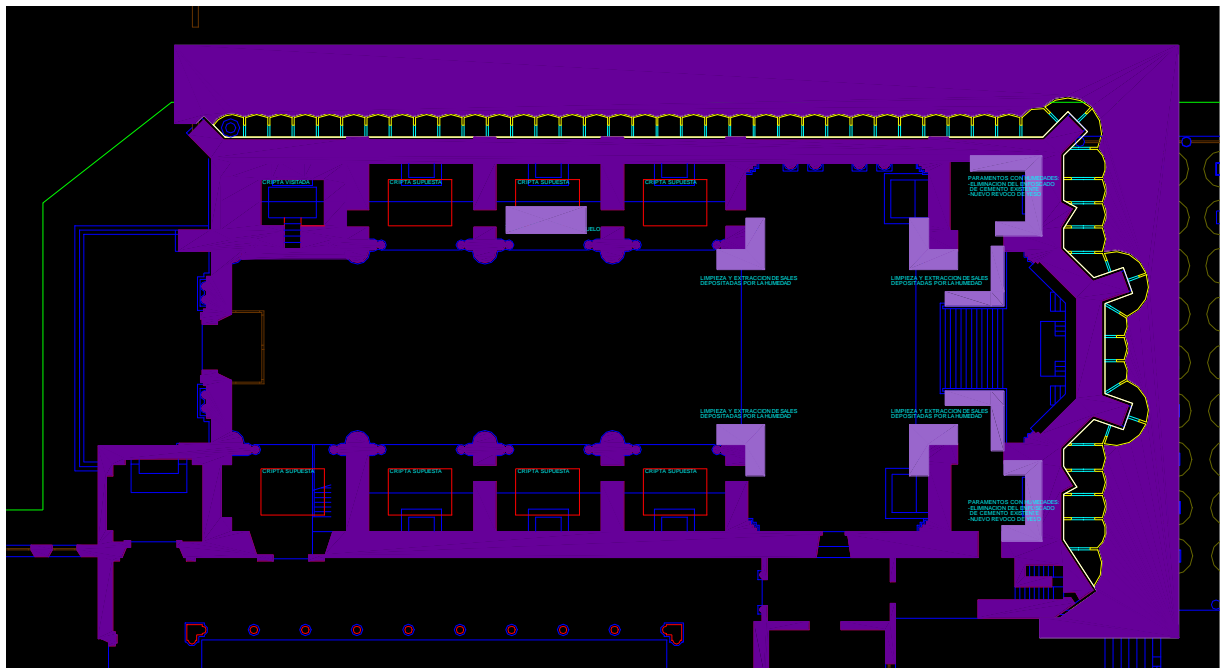
Una vez cerrada la clave de la bóveda (una piedra octogonal) los operarios, que construían algo así por primera vez, confiaron totalmente en la rigidez de la construcción que, a la sazón, no tenía armaduras ni "hierros" por ningún lado.





Monasterio de San Jerónimo de Granada. Cámara bufa perimetral en el subsuelo.

El ladrillo sirve ahora para realizar bóvedas verticales de contención del terreno y semi-arcos, a modo de arbotantes contra la cimentación del edificio, que generan una cámara para ventilar las fábricas llenas de humedad.





El ladrillo permite, además de su manejabilidad, que las bóvedas verticales sean permeables al paso del agua que presione el trasdós.



También el ladrillo se utiliza para formar la solera base y la canal sobre la que ha de discurrir el agua que entre en la cámara. Ni si quiera se recibe, estando en contacto con el terreno y mejorando también la evaporación a través del mismo.



Desde la cámara se puede recorrer todo el perímetro de la cimentación del templo. Perforaciones a las criptas interiores así como rejillas de ventilación a la calle, justo encima, permiten una constante aireación y que el terreno pierda su humedad natural que, sobre todo en invierno, afloraba y se condensaba en el interior del templo a través del pavimento de mármol.



Iglesia de San Sebastián de Requena, Valencia.



En este caso el ladrillo se utiliza como un adoquín cerámico, realizando un pavimento de tiras de ladrillo colocado en seco sin recibir (se receba con arena para acuñarlo y fijarlo), de modo que queda un pavimento totalmente transpirable y que se adapta a los desniveles que tenía el interior de este suelo excavado en roca.



8. BOVEDILLA CERÁMICA



Pavimento interior de la iglesia parroquial de Polán (Toledo)

El pavimento existente (no era el original) eran baldosas hidráulicas totalmente sueltas y levantadas por la humedad, al estar colocado directamente sobre el terreno.

En la rehabilitación del interior se proyecta un nuevo pavimento de granito colocado sobre una solera de hormigón con calefacción mediante tubos de agua para suelo radiante.



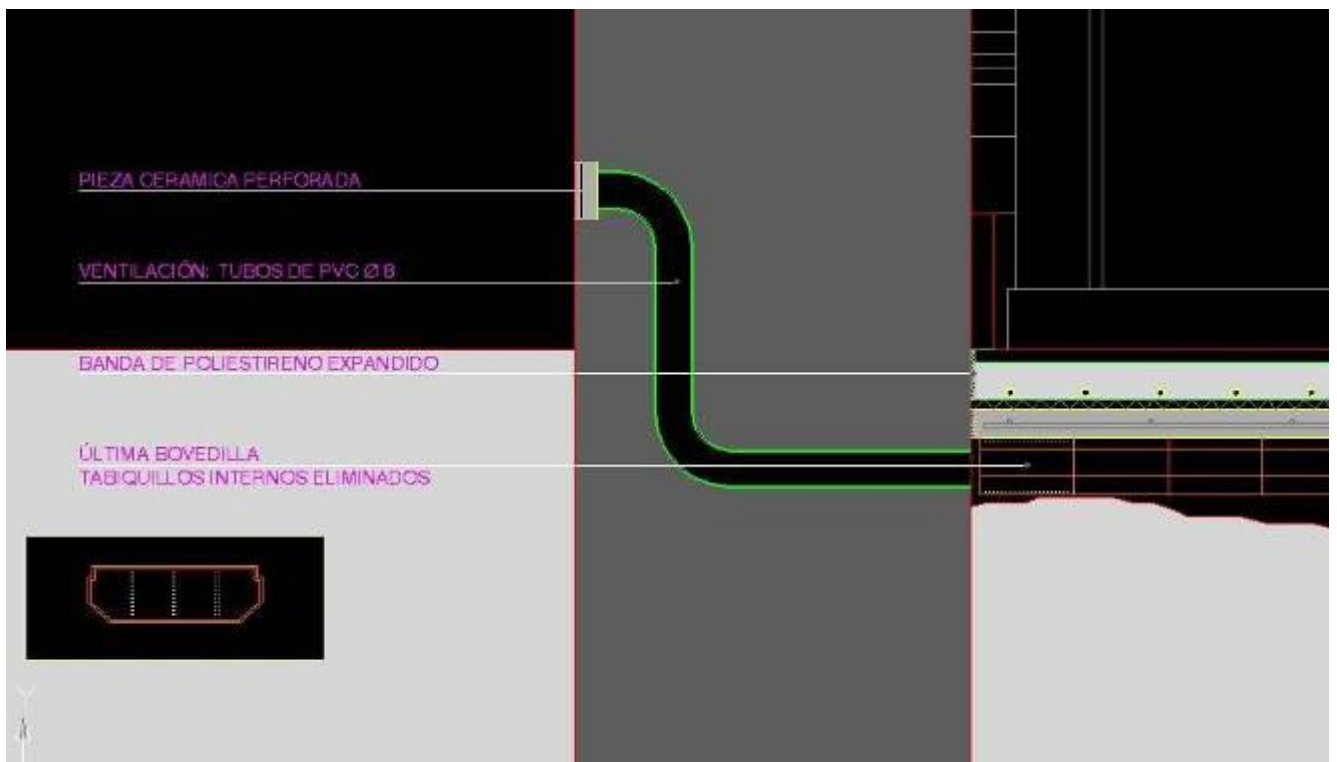


Para permitir la evaporación de la humedad del subsuelo se realiza una solera ventilada con bovedillas cerámicas bajo la losa de hormigón del nuevo pavimento.

Todas las bovedillas están alineadas (colocadas boca abajo) y en contacto directo con el terreno (en este caso con enterramientos muy superficiales), ventilándose después al exterior en dos fachadas opuestas de forma pasiva, por la diferencia de soleamiento.

Sobre las bovedillas se coloca un plástico y después armadura de solera, calefacción y pavimento.

Para darse una idea de la resistencia de la cerámica repartiendo la carga hacia el suelo, tuvo que entrar una grúa de gran peso al interior para pintar el interior de la cúpula una vez terminado el pavimento.



9. MAMPOSTERÍA

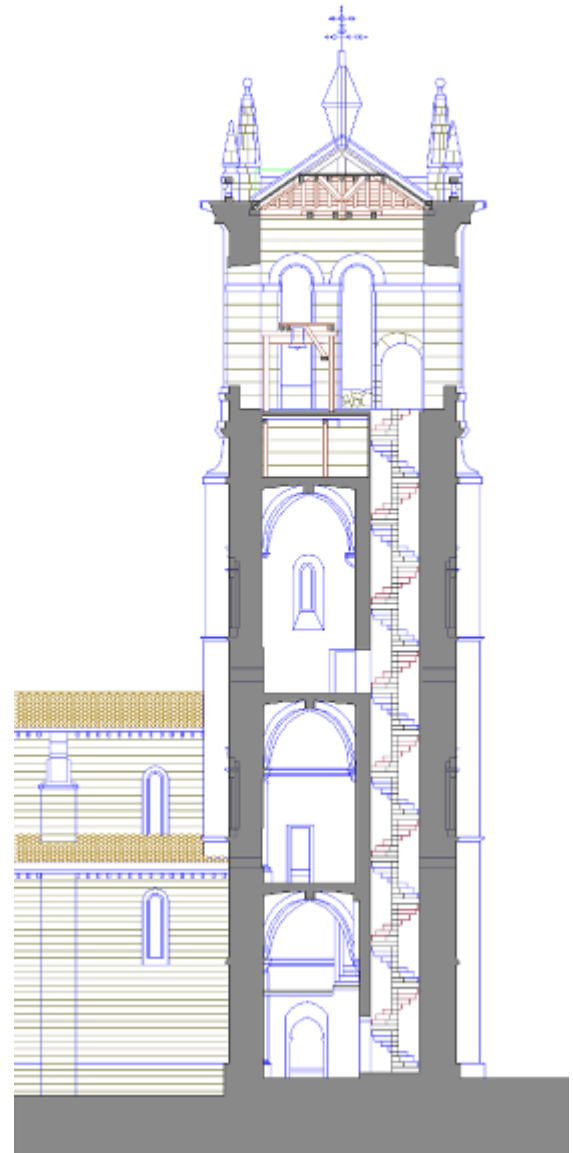


Acantilados del puerto de Mahón, isla de Menorca.

La mampostería de piedra es “más blanda” que los salientes rocosos socavados, y se utiliza para consolidar oquedades y para confinar cantiles deleznales.



10.MADERA



Forjado del campanario de la torre de la iglesia de Villamuriel del Cerrato, Palencia.

Nervios de madera, reproduciendo la proyección de las bóvedas góticas inferiores, formando la estructura portante junto con tableros fenólicos. Sobre ellos directamente un pavimento de ladrillo en seco.

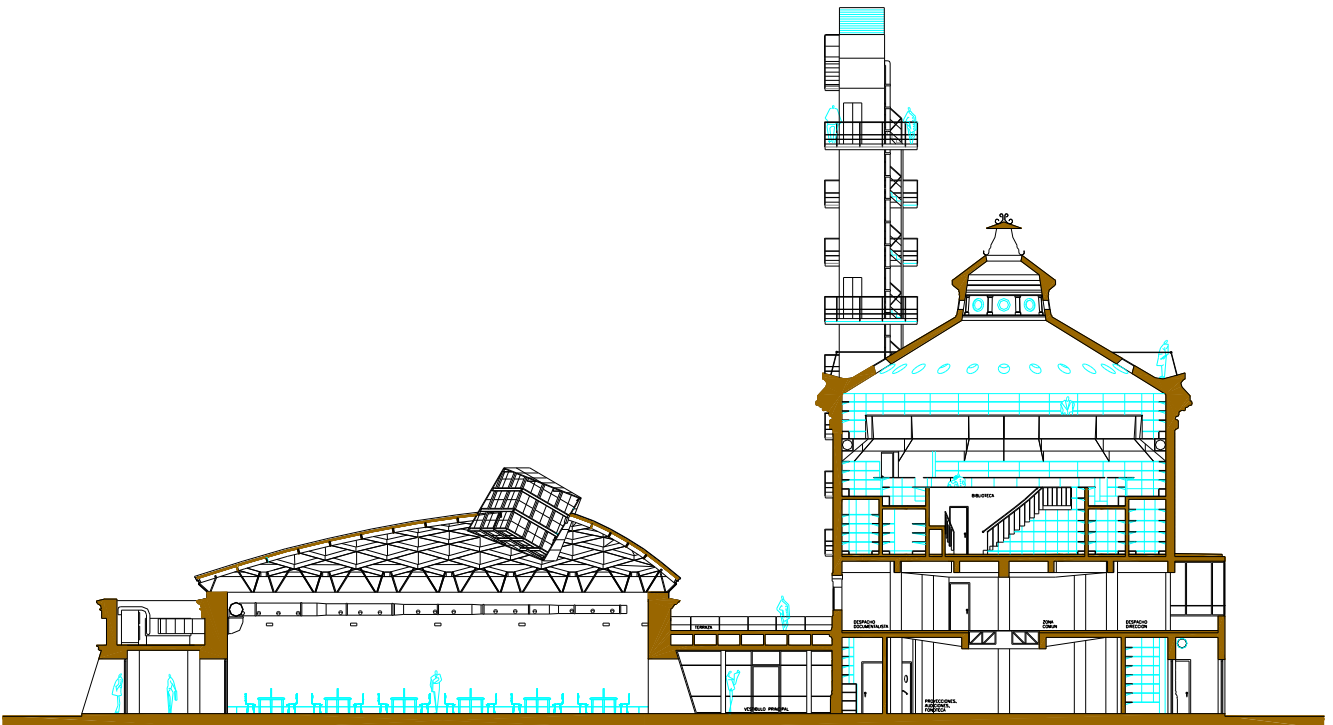




Biblioteca central de Albacete en los Depósitos del Sol.

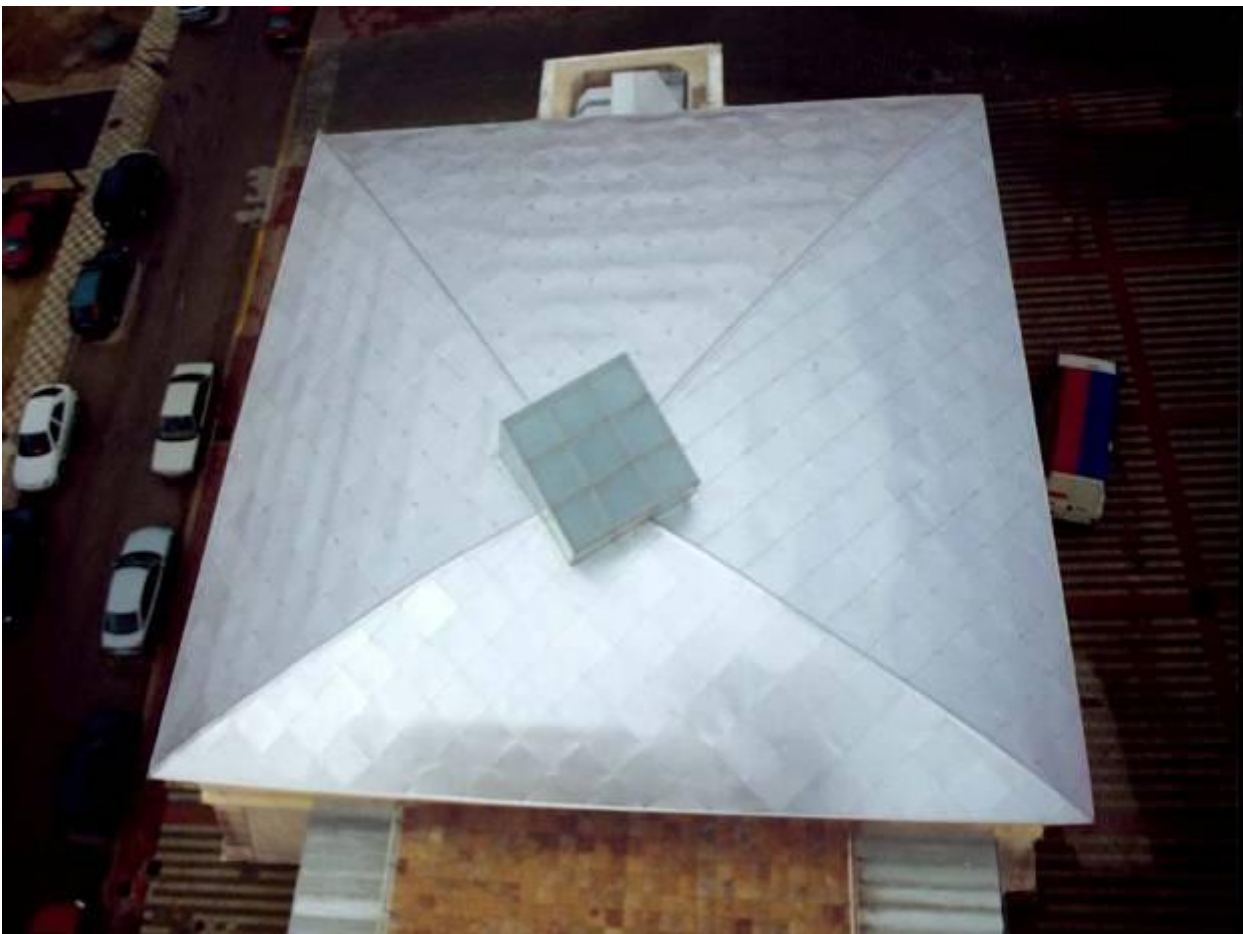
Los antiguos depósitos de agua se rehabilitan para biblioteca municipal y espacios anejos..

En el gran depósito cuadrado (20x20 m convertido en sala de estudio) se dispone una estructura de madera aserrada y tablero fenólico, con aluminio por el exterior.



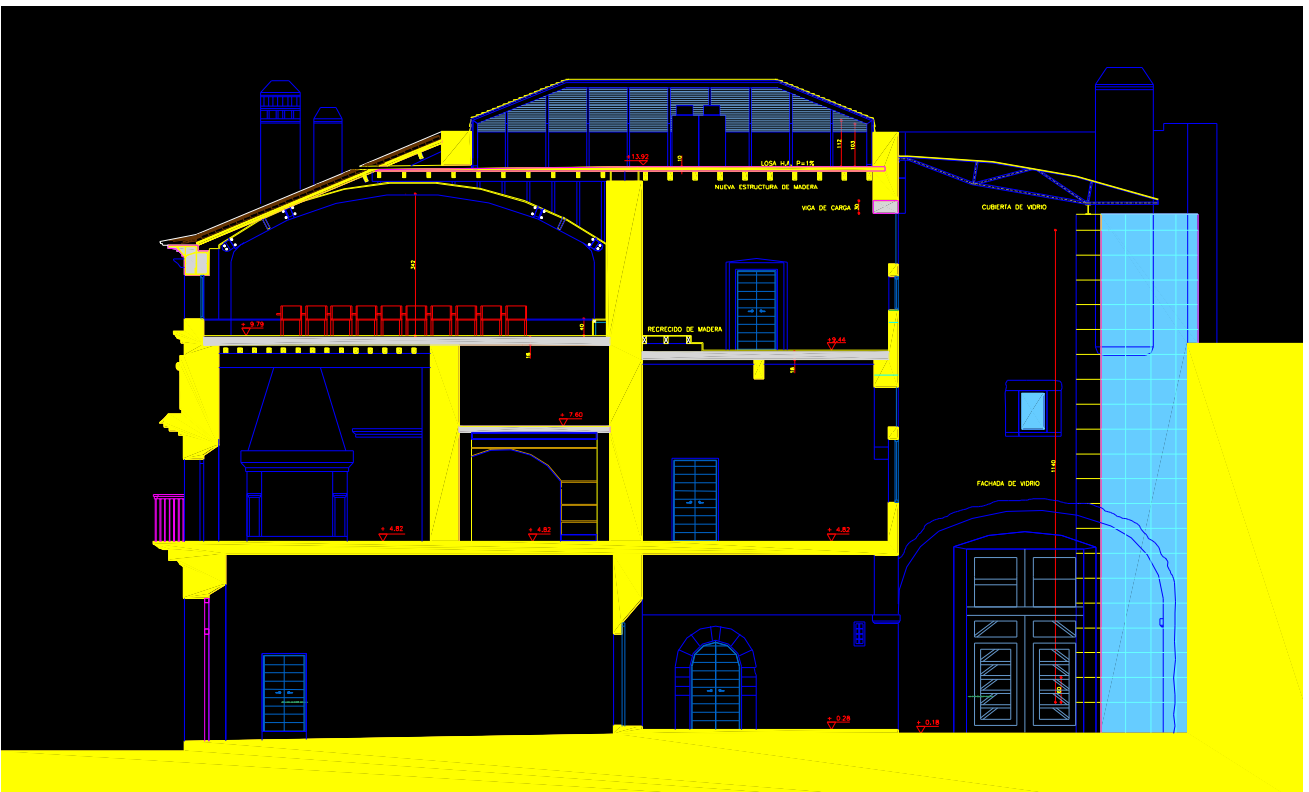


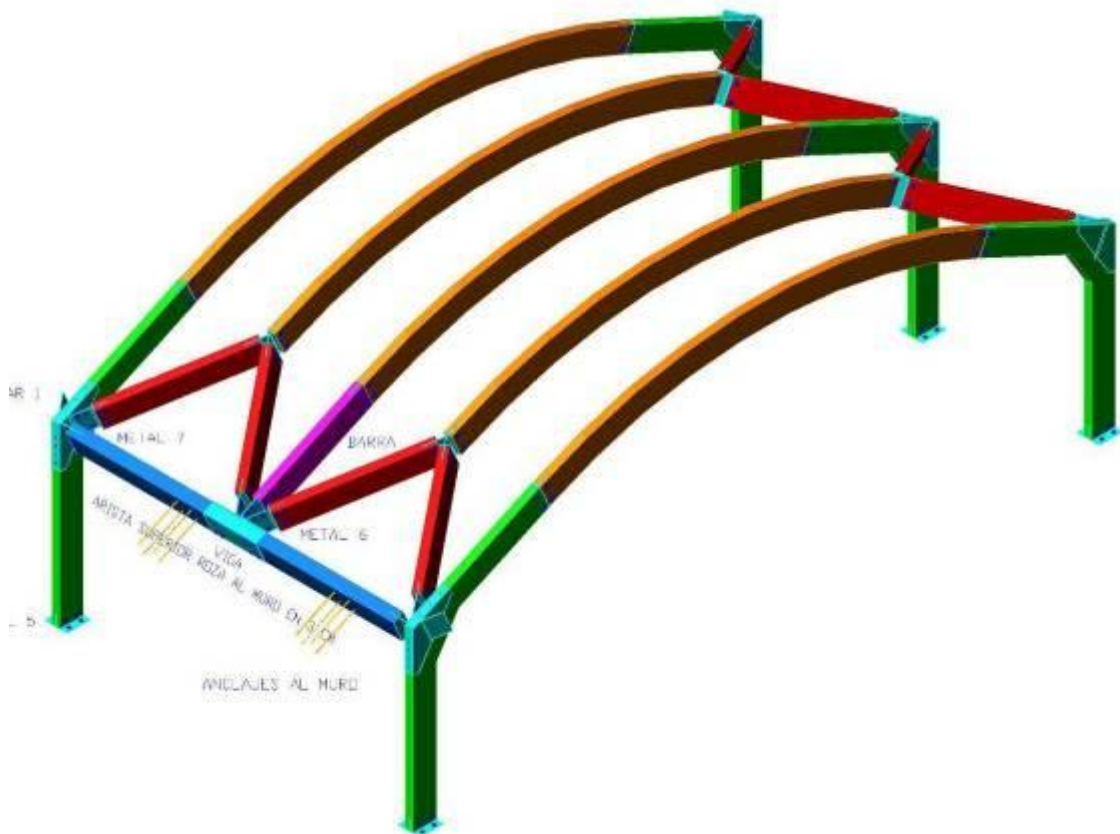
La madera constituye una estructura mínima para cubrir y definir un volumen adicional en este espacio.





Palacio de los Barrantes-Cervantes en Trujillo (Cáceres)





La estructura de madera laminada y la ripia de tabla de madera constituyen la estructura que cubre el salón de actos ubicado en el bajo cubierta.





Aparte de la excelente calidad formal (que mereció la concesión del Premio al Diseño de Construcción en Madera de Extremadura) la madera se mostró como un material con unas excelentes cualidades de acondicionamiento acústico.



11.VIDRIO



En el mismo palacio de Trujillo se utilizan piezas de vidrio unidas con silicona para levantar una pared “estructural” de 13 metros de altura que cierra el patio utilizado como lobby del centro.



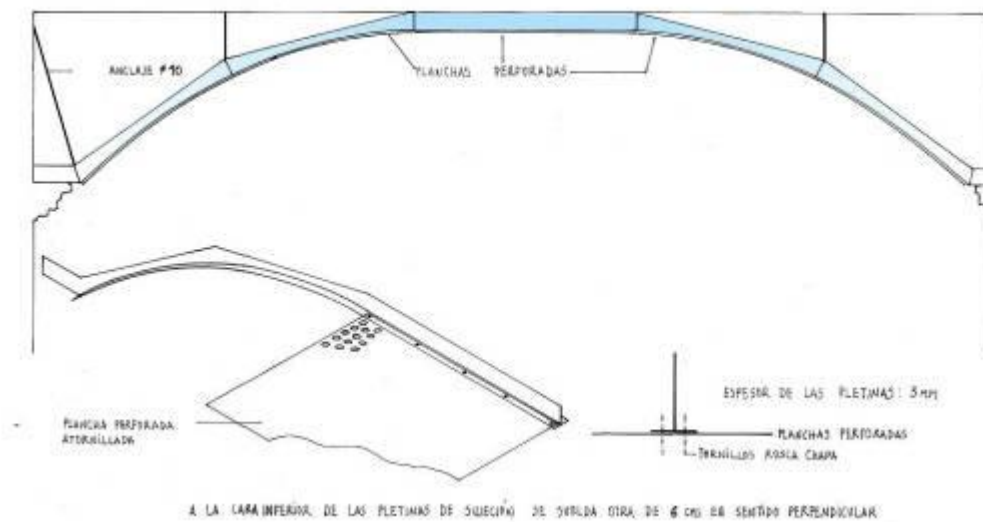
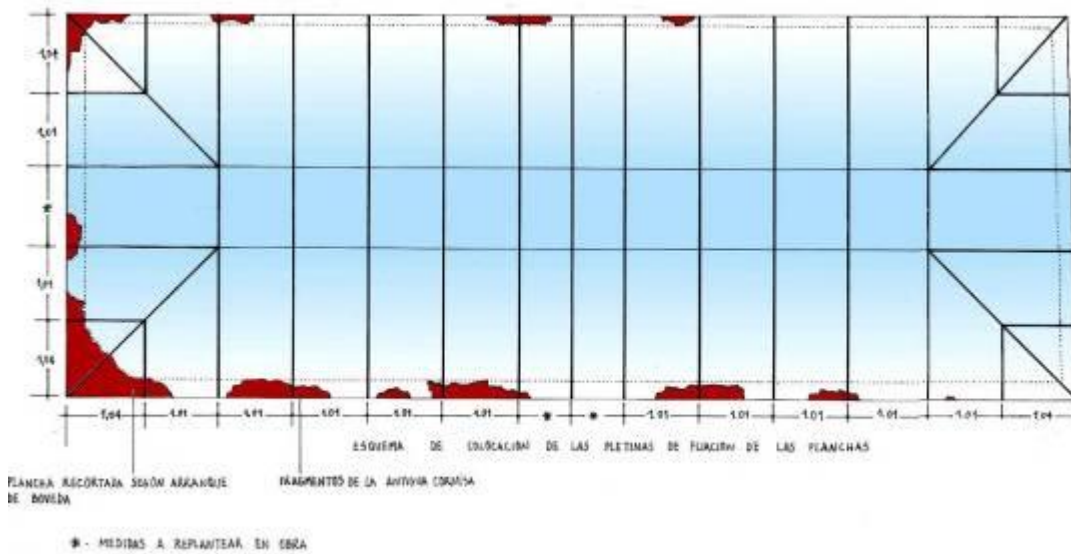
12.ACEROS



Sacristía de la iglesia de Sta. María de Requena (Valencia)

Hasta el acero se puede presentar en algún caso como el material más “blando”, más conservacionista con los restos existentes.

La bóveda barroca desaparecida de esta sacristía se reproduce con chapa perforada pintada de negro que mantiene de un modo “arqueológico” hasta el más mínimo resto de cornisa o decoración de su interior.

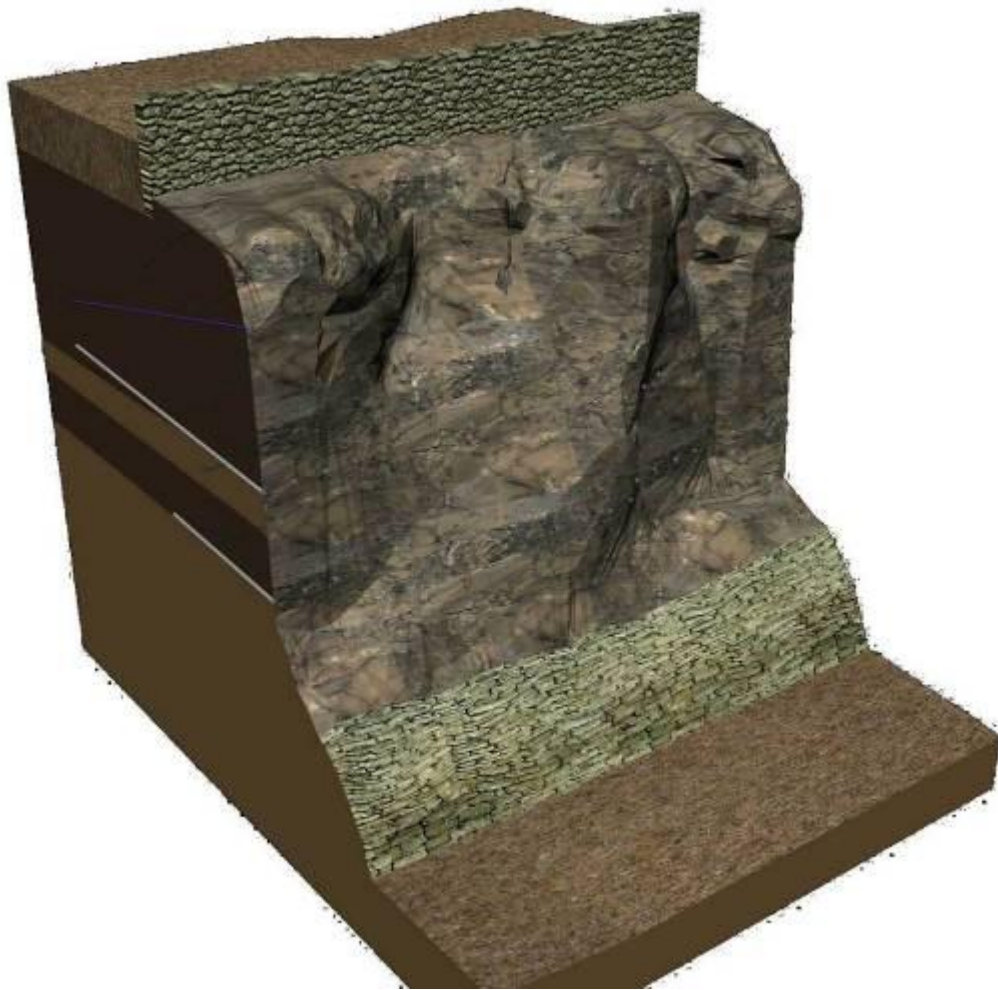




El acero inoxidable sirve también para hacer junto con unos tableros fenólicos una mínima estructura a modo de puente entre la torre y la cubierta para posibilitar el acceso para mantenimiento.

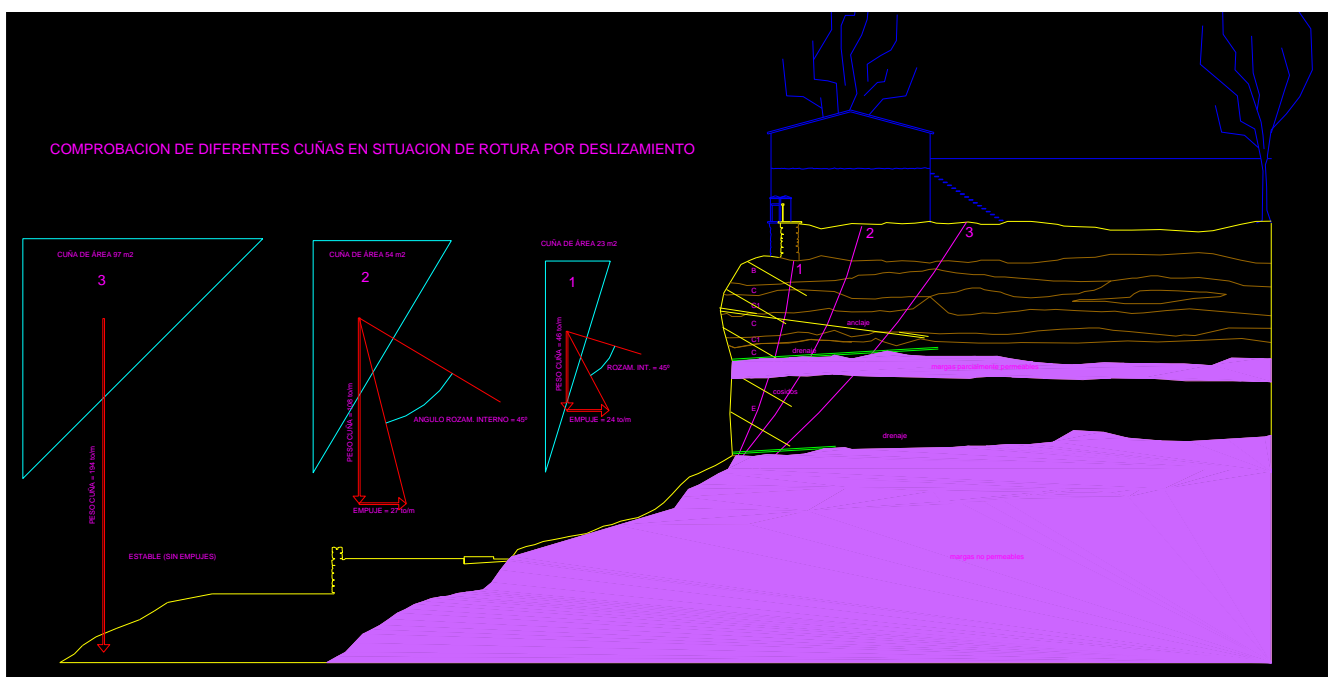


13.FIBRAS



Peñas de Sta. Marta en Zamora

Fibras de vidrio y de carbono (en los acantilados de Mahón) para anclar de modo invisible acantilados pétreos asegurando cualquier cuña de deslizamiento posible.





Las fibras, inalterables por las sales existentes en el agua filtrada del saneamiento, permiten realizar lo que hemos llamado restauración geológica de acantilados urbanos.



14.NADA



Edificio “Doña Jacinta” en la Plaza de la Corredera de Córdoba



Este último “material” ficticio quiere recordarnos que, en muchos casos, no es necesario intervenir.

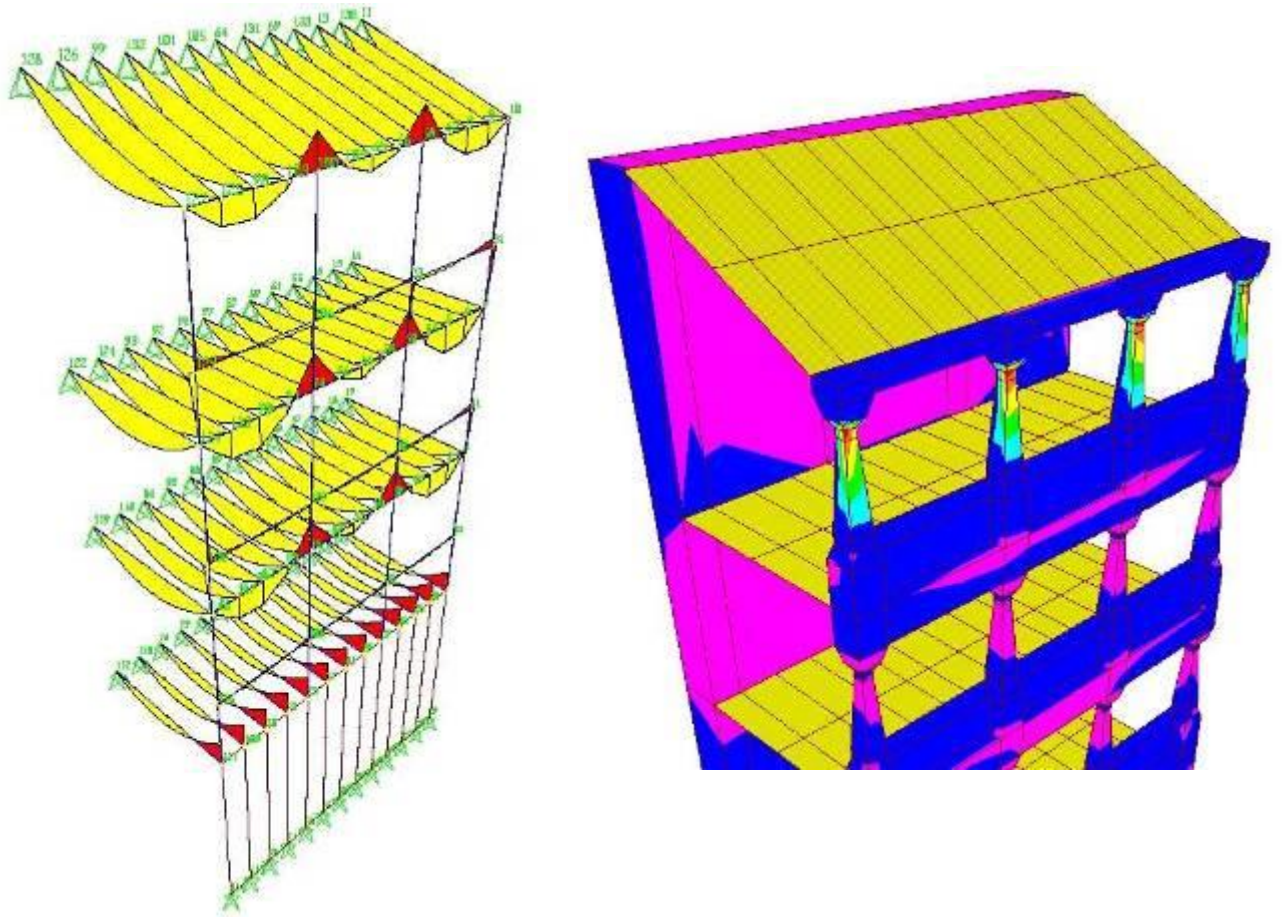
La estructura de este edificio, el más antiguo de la plaza mayor de Córdoba, estaba desahuciada dado que, los elementos portantes de su fachada, sus columnas, están hechas de una caliza que rompe a 80 kg/cm².

A ello había que añadirle el precario aspecto y la falta de conservación de los elementos de madera.

Un análisis de cuáles son las tensiones máximas que han de resistir nos proporciona 20 kg/cm², por lo que la reserva de resistencia está por encima de los márgenes de seguridad habituales o normativos.

Una estructura que sólo necesitaba ser “entendida” para que pueda seguir funcionando





Debemos utilizar la tecnología a nuestro alcance para minimizar la intervención. El ordenador debe servir para validar situaciones que intuitivamente se nos antojan inestables o inseguras. Desgraciadamente suele ocurrir demasiadas veces lo contrario: una estructura que lleva funcionando muchos años, que ha resistido el paso de los siglos, no soporta nuestro análisis especializado y hay que someterla a refuerzos que hasta ese momento no necesitaba.



CONCLUSIONES

Al igual que el criterio de la mínima intervención es el que menos elementos destruye en el edificio que pretendemos restaurar, la utilización de materiales más blandos que los originales dejará automáticamente nuestra intervención en un segundo plano y su incidencia mecánica y presencial no será lesiva tanto para los materiales existentes como para los propios espacios sobre los que intervenimos.

Cabe siempre preguntarnos si nuestra intervención en un edificio histórico ha conservado sus elementos y le ha añadido nuevos valores o, por el contrario, lo hemos alterado de tal manera que ya es irreconocible y lo que hemos mantenido es meramente anecdótico... reflexionen Vds. sobre restauraciones conocidas.

Algunas publicaciones del autor relacionadas

1. "Restauración de la cubierta del teatro municipal de Almagro". *Informes de la Construcción*. n. 429. Madrid, enero-febrero 1994. pp 15 a 22.
2. "Análisis Vectorial Automático en la Restauración de Monumentos". 1^{er}. *Congreso Nacional de Tecnología en la Arquitectura*. E.T.S.A. Madrid 1994, libro 2 pp 347 a 357.
3. "El acueducto de Segovia". *Informes de la Construcción*. n. 437. Madrid, mayo-junio 1995. pp 5 a 31.
4. "Análisis Vectorial Automático en la Restauración de Monumentos". *La ciudad y sus murallas*. Universidad de Granada 1996, n.2 pp 355 a 374.
5. "Tecnología previa a la restauración de edificios históricos", *Informes de la Construcción*. n. 460. Madrid, marzo-abril 1999. pp 5 a 15.
6. "Consolidación y restauración de las Murallas de Atienza. Guadalajara", *Cuadernos del Patrimonio* n° 4, Universidad de Alcalá, enero 2001.
7. "Biblioteca Municipal de los Depósitos del Sol de Albacete". *DDA Detalles de Arquitectura*. Madrid 2001, pp.80 a 105
8. "Hormigón y vidrio para recuperar el torreón medieval de Castrovido", *Revista oficial del Colegio de Arquitectos de Burgos*, año III n° 7 primer trimestre 2002, pp. 10 y 11.
9. "Estabilización de acantilados urbanos mediante técnicas de restauración geológica". *Revista de Obras Públicas*. Madrid, marzo 2003. pp 49 a 56.
10. "Iglesia de San Miguel Arcángel en Canet lo Roig (Castellón)". *Recuperem Patrimoni*. Valencia, mayo 2003, pp. 100 a 105.
11. "Termas Romanas de Amador de los Ríos en Toledo". *Restauración y rehabilitación*. Valencia, febrero 2005, pp. 38 a 45.
12. "La Intervención en las Termas Romanas de Amador de los Ríos n° 5". *Arqueología romana en Toletum: 1985-2004*. Toledo, abril 2005, pp. 17 a 53.
13. "Baños de Tenerías: materiales modernos para recuperar restos antiguos". *Baños árabes en Toledo*. Toledo, junio 2006, pp. 69 a 79.
14. "Palacio Barrantes Cervantes, sede de la Fundación Obra Pía de los Pizarro". *Rehabilita 06/07*. Plasencia, abril 2007, pp. 48 a 57.

Páginas web relacionadas

Oficina de Arquitectura Francisco Jurado:

<http://www.franciscojurado.es>

Extenso artículo sobre el Acueducto de Segovia:

<http://traianus.rediris.es/textos/segovia.htm>

Asignatura de la Escuela de Arquitectura:

<http://www.aq.upm.es/ee/e96-550/fjurado/welcome.html>

Artículo: Tecnología en la Restauración de Edificios Históricos:

<http://www.tirant.es/monocnt?daId=3>