

SOSTENIBILIDAD

EN LA

DOMUS ROMANA



AUTORES:

JORGE TRULL HERNANDIS

RAMÓN SELVA CORTÉS

T. 31 Materiales para la construcción sostenible.

TUTOR: JAVIER OROZCO MESSANA

GRADO EN INGENIERIA DE LA EDIFICACION

PFG modalidad científico-técnico

Julio 2012



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
**INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN**



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

SITUACIÓN



LEVANTAMIENTO EXCAVACION ARQUEOLOGICA



INICIO EXCAVACIONES



Se inicia la excavación en 2001

En 2008, después de 8 campañas, finalizan.



A partir de 2008 empiezan las labores de consolidación.







¿Sostenibilidad en la construcción romana?

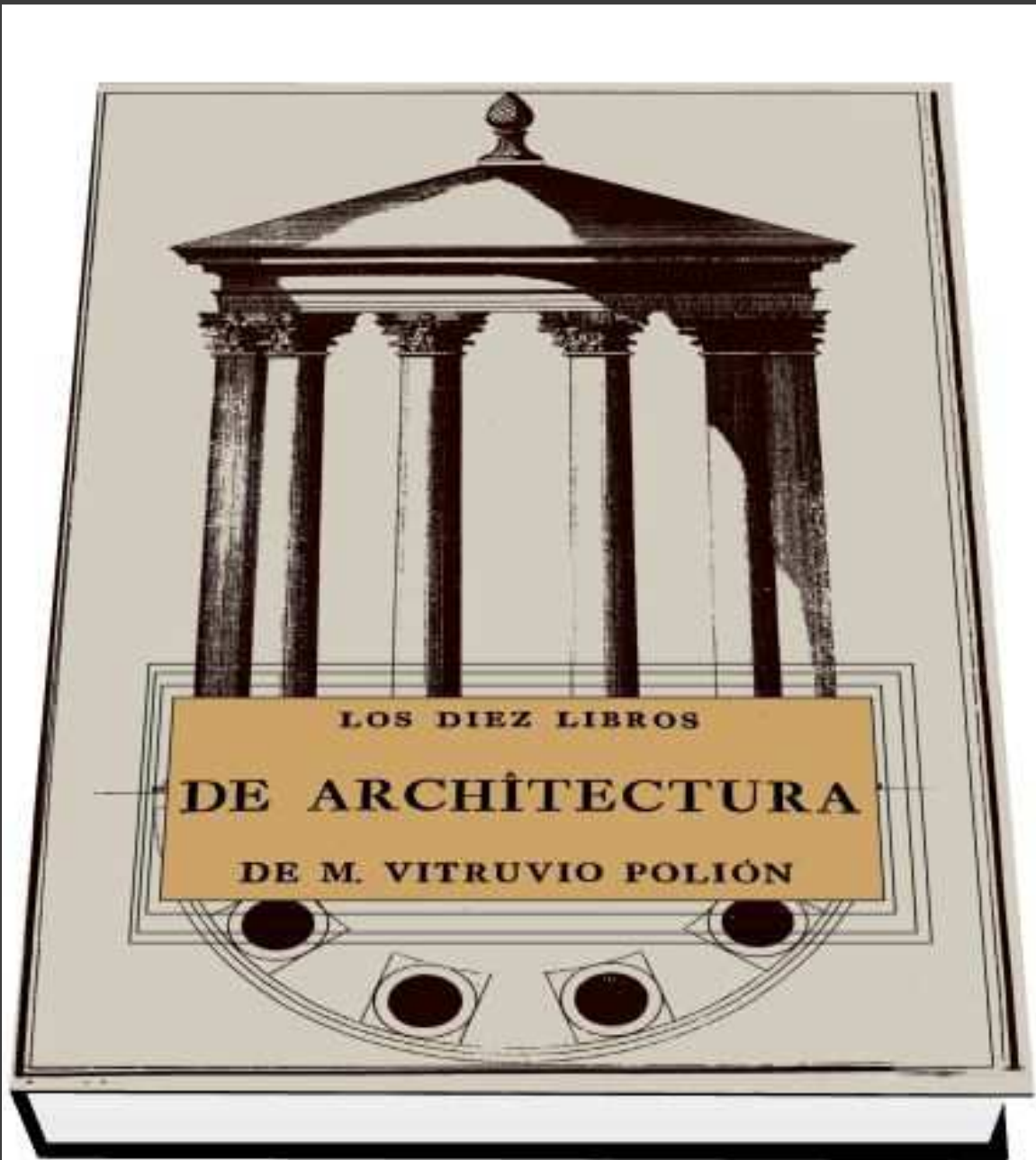


Vitruvio

Libro sexto, Cap. 1

Las condiciones climáticas y
la disposición de los edificios.

'Firmitas', 'utilitas' y 'venustas'



Actualidad



Nos preocupa:

- coste energético
- ecología
- permacultura

Crisis

Económica

Sector de la construcción



¿Sostenibilidad en la construcción romana?



Un mallorquín que posee una visión transversal: recuperar el oficio del artesano en la construcción contemporánea. Para ello se apoya en las formas de conocimiento que sintetizan cuatro mil años de historia de la construcción en piedra. Por **A.Plasencia**

A la vanguardia por la tradición

Hay oficios que se están perdiendo. Con ellos desaparece gran parte de un valioso patrimonio cultural. Este

chnology (MIT), la primera universidad del mundo en ingeniería y tecnología; la Universidad de Cambridge; la Universidad Libre de Berlín

> MA
Javie
Lópe:

«Lo
est

Asimele
prope: e



Innovación desde lo tradicional

la “nueva evolución de la arquitectura debe venir marcada por que sea más bioclimática y que recupere la sabiduría de la tradición”

INNOVADORES

EL MUNDO COMUNIDAD VALENCIANA
NÚMERO 67 / LUNES 13 DE JULIO DE 2009
innovadores@elmundo.es



> PERSONAJES ÚNICOS / MIGUEL RAMIS

Un mallorquín que posee una visión transversal: recuperar el oficio del artesano en la construcción contemporánea. Para ello se apoya en las formas de conocimiento que sintetizan cuatro mil años de historia de la construcción en piedra. Por **A. Plasencia**

A la vanguardia por la tradición

Hay oficios que se están perdiendo. Con ellos desaparece gran parte de un valioso conocimiento acumulado. Esto es especialmente doloroso en el *Mare Nostrum*. Si hay algo que simboliza mejor que ninguna otra cosa el arte y cultura occidental es la visión del Partenón o la del único edificio romano que queda intacto en pie: el impresionante Panteón de Agripa en Roma.

Miguel Ramis es un mallorquín que había llegado a director de marketing de una cadena hotelera. Sin embargo, un día, reconsideró todo lo que había alcanzado profesionalmente y decidió dar un cambio de rumbo de 180° y fundar Artífexbalear, una iniciativa educativa para la recuperación o innovación del oficio de cantero y la herencia arquitectónica y cultural mallorquina y mediterránea, por la que fue galardonado con el Premio de la Cámara de Comercio al proyecto más innovador en el área de Artesanía.

Cuando se le pregunta por qué hizo ese cambio responde: «el marketing y la gran empresa fue una etapa de mi vida muy interesante para mí, pero llegó un momento en que ya no respondía a lo que yo esperaba y consideré que me había estancado. Así que decidí volver a mis raíces familiares de la construcción».

Su visión no responde a lo que estamos acostumbrados cuando hablamos de construcción. Su oficio, un oficio de oficios, enseña a construir casas con piedras, tierra y cal. Las casas de nuestros abuelos se construían así y son igual de resistentes. El petróleo cada



El profesor del MIT Yung Ho Chang, en el taller de Miguel Ramis. / A.P.

«En las obras se están trabajando soluciones muy básicas, pero hay un mundo más abierto»

«Se están trabajando en las

chnology (MIT), la primera universidad del mundo en ingeniería y tecnología; la Universidad de Cambridge; la Universidad libre de Berlín o formados en universidades como Cornell en EEUU, o la ETSAM de Madrid. Y junto con los alumnos de estas universidades de élite había también canteros de Mallorca trabajando codo con codo con los universitarios. No se trataba sólo de reflexionar y aprender, sino también de construir en piedra allí mismo: bóvedas alabeadas y tradicionales en piedra o pedrúsculos en piedra seca han quedado allí como testimonio de este excepcional Workshop.

Las palabras de un participante de excepción, el profesor Yung Ho Chang, doctor arquitecto y director del prestigioso departamento de arquitectura del MIT, le dan la razón sobre todo al innovador y artesano Miguel Ramis: «Hay algo de idealismo en este proyecto que desafía alguno de los axiomas que actuales de la formación arquitectónica. Hay algo que casi parece demasiado inocente: tener una idea del oficio tradicional de la construcción en piedra. Pero el tener oficio sigue siendo importante para la arquitectura hoy. Preguntarse cómo el pasado y el presente esta conectados. Incluso a través de ello te puedes preguntar qué es realmente la arquitectura».

> MA

Javi López:

«Lo es t

Así me parece y no es lo que yo estoy haciendo. Aprender cualquier técnica en la vida profesional. Hubo otras cosas. Su experiencia me da una idea de cómo es el mundo de hoy. La primera impresión de la ecología con los niños. Lo que me parece es innovador tipos de negocios. Otra parte importante es la propia otra cosa. En la vida profesional, los niños de hoy. En la vida profesional, los niños de hoy. En la vida profesional, los niños de hoy.

Jueves, 24 de septiembre de 2009

MALLORCA

Diario de Mallorca

INNOVACIÓN, SOSTENIBILIDAD Y CONCIENCIA EN LOS OFICIOS DE LA CONSTRUCCIÓN / MIQUEL RAMIS

“Tendrá más trabajo quien ofrezca una construcción sostenible”

Considera que el sector debe reciclarse para aprender técnicas económicas y ecológicas

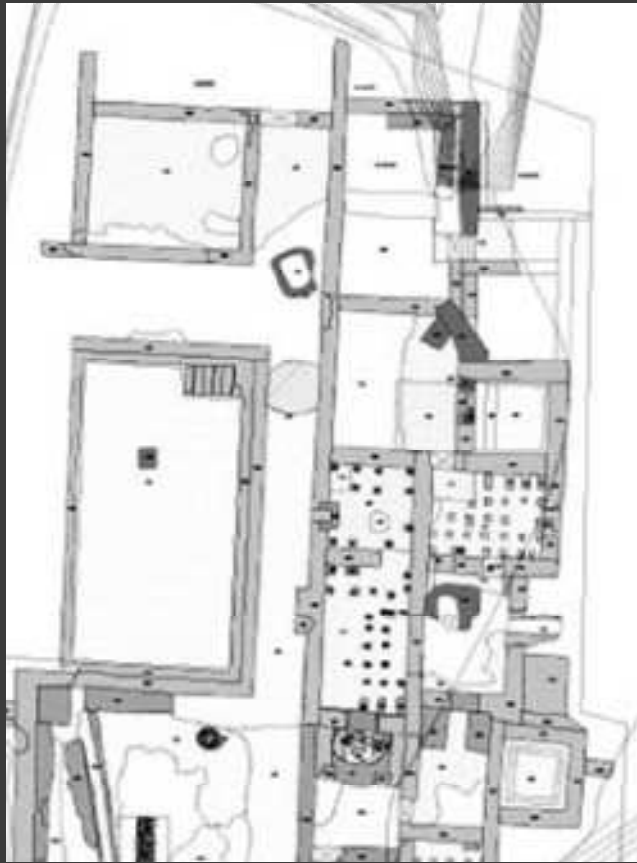
R.F.M. Palma. El director de Artífexbalear, Miquel Ramis, lleva años dedicado a rescatar antiguas prácticas de la arquitectura, la escultura y la cantería. Ayer explicó su modelo de construcción en el Club DIARIO de MALLORCA. Su proyecto es crear un centro de innovación de sistemas constructivos. Es ambicioso pero cuenta con el apoyo de universidades como Massachusetts y Cambridge. “Hay que buscar una solución de vivienda para mil millones de personas que no pueden acceder a ella”. Su centro investigaría cómo construir casas con los materiales que los habitantes de países subdesarrollados tengan a su alcance. Pero sus ideas también se pueden aplicar aquí. “Es insostenible de-

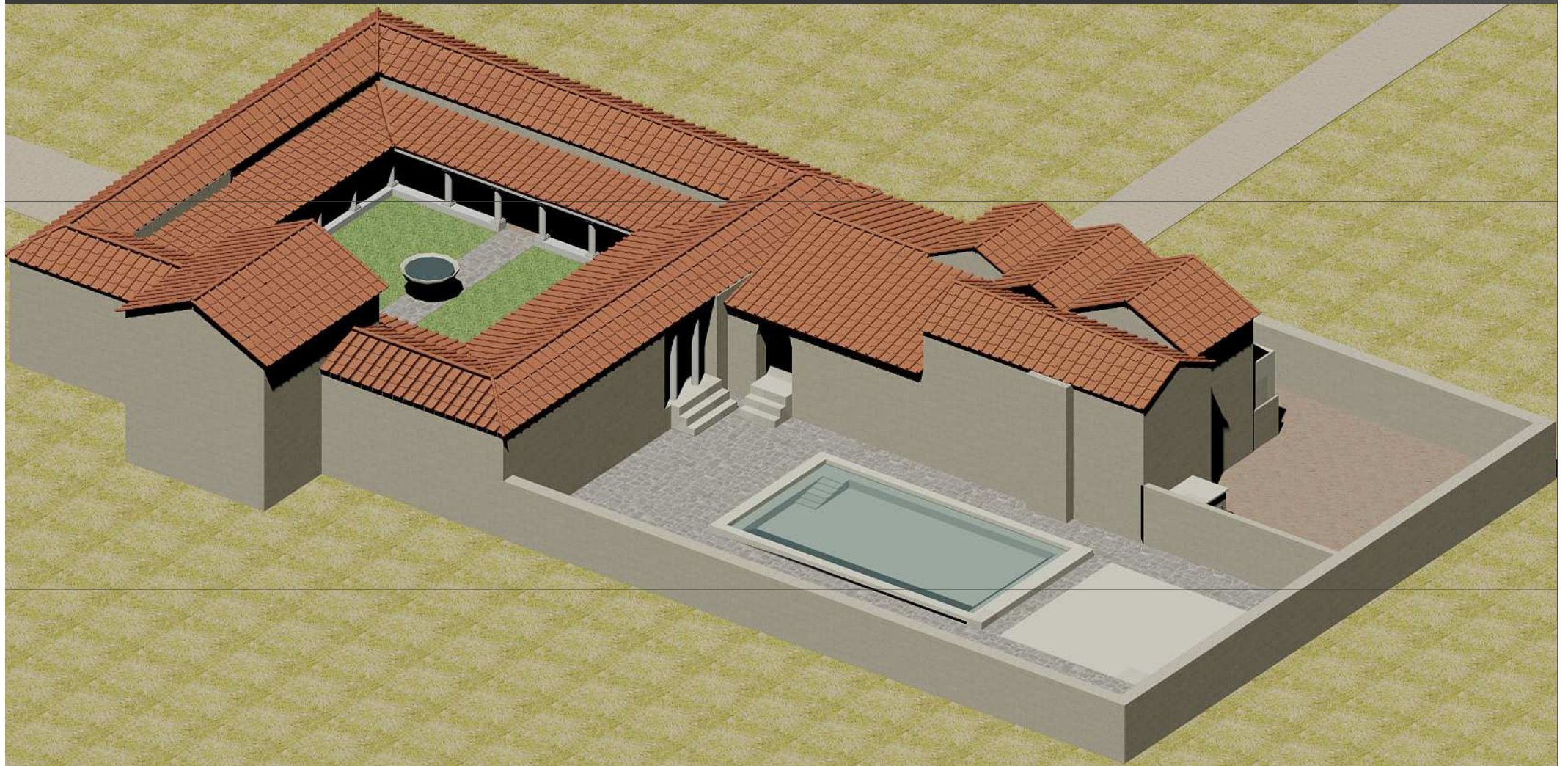
— ¿Hacia dónde va el mundo que propone? — Se debe reciclar y reorientar, lo dicen expertos en Cambridge. Los edificios de construcción bioclimática consumen de la construcción de una vivienda bioclimática menor que un edificio

— Se debe cambiar la visión — La visión debe cambiar, tienen que reciclar. Los pueblos son los que lo tienen porque ya dominan la tecnología. El cambio será gradual, seguirán trabajando pero más trabajo los que ofrecen más sostenible. El coste climático siempre será in-

— ¿Y cómo es posible? — Artífexbalear organiza cursos de reciclaje y enseñanza a construir casas con piedras, tierra y cal. Las casas de nuestros abuelos se construían así y son igual de resistentes. El petróleo cada

Recreación virtual del elemento analizado



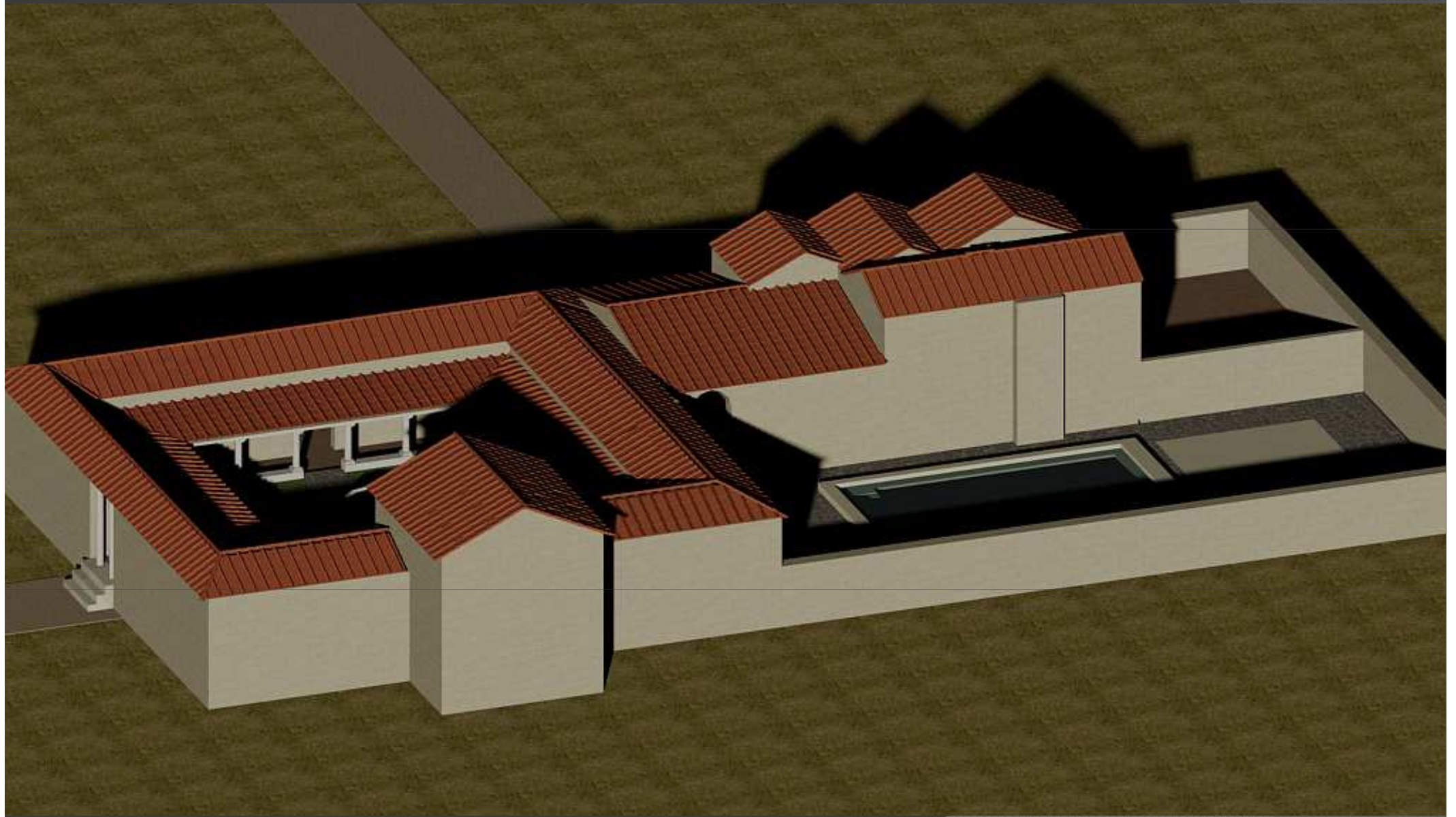


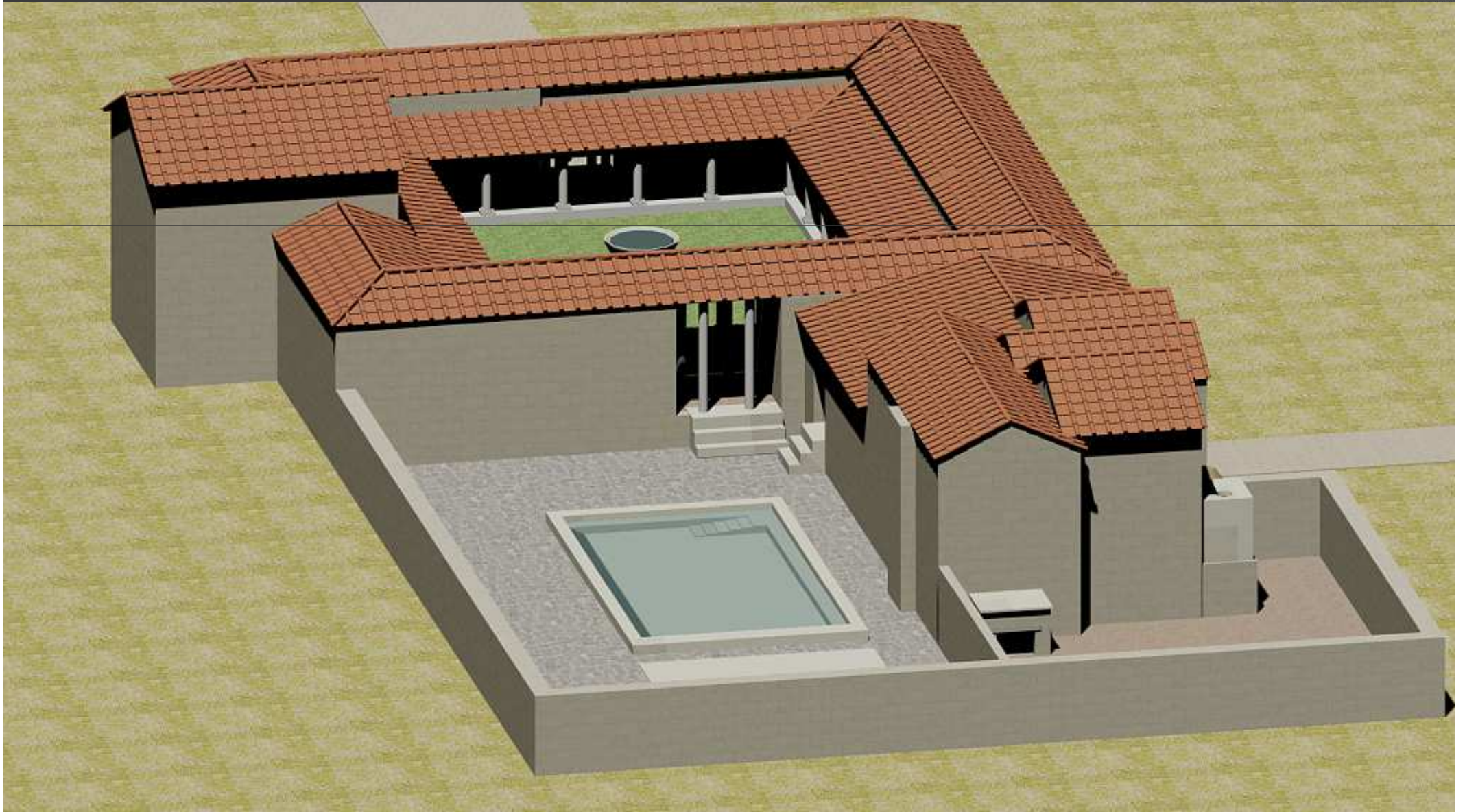












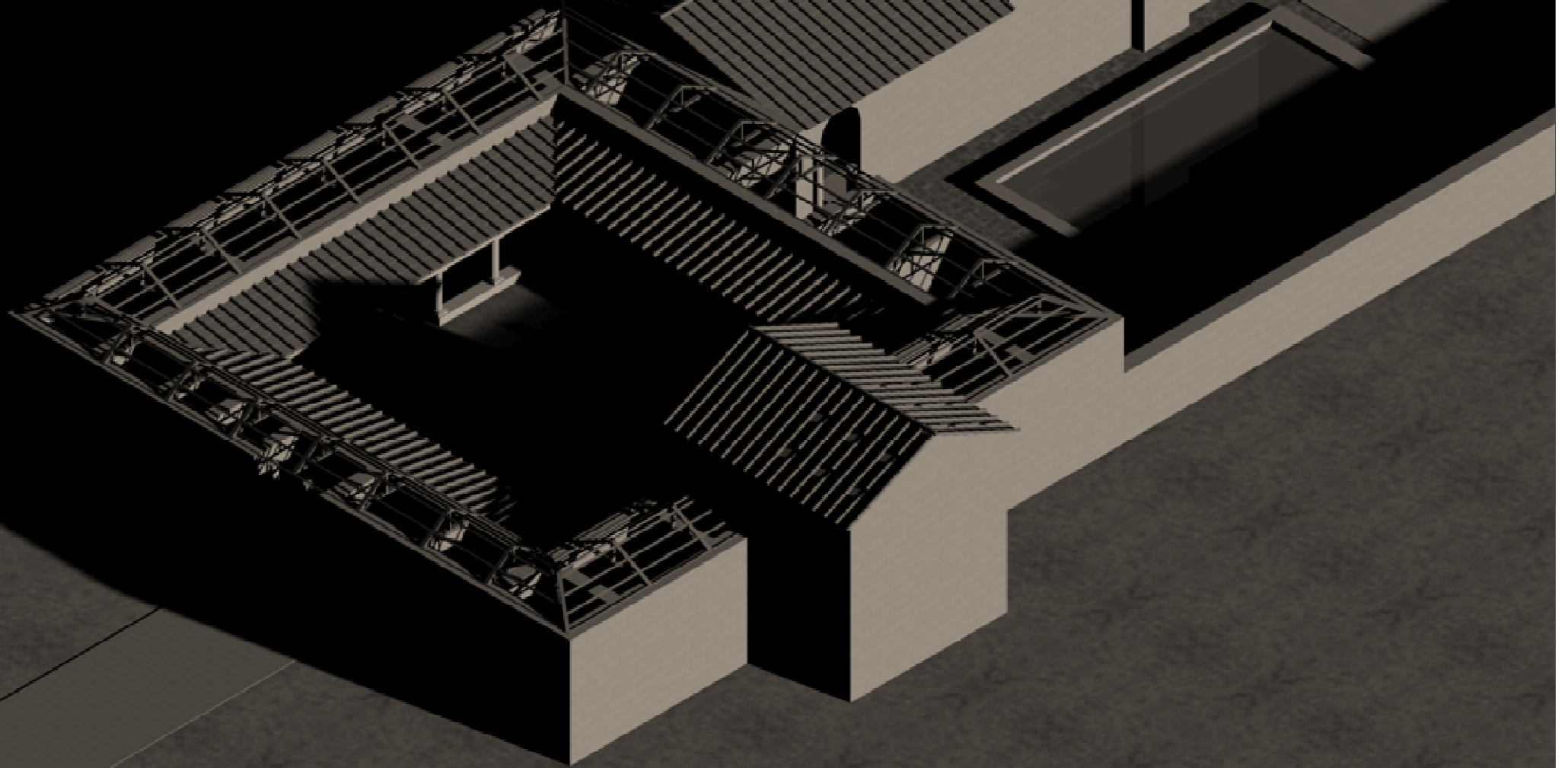






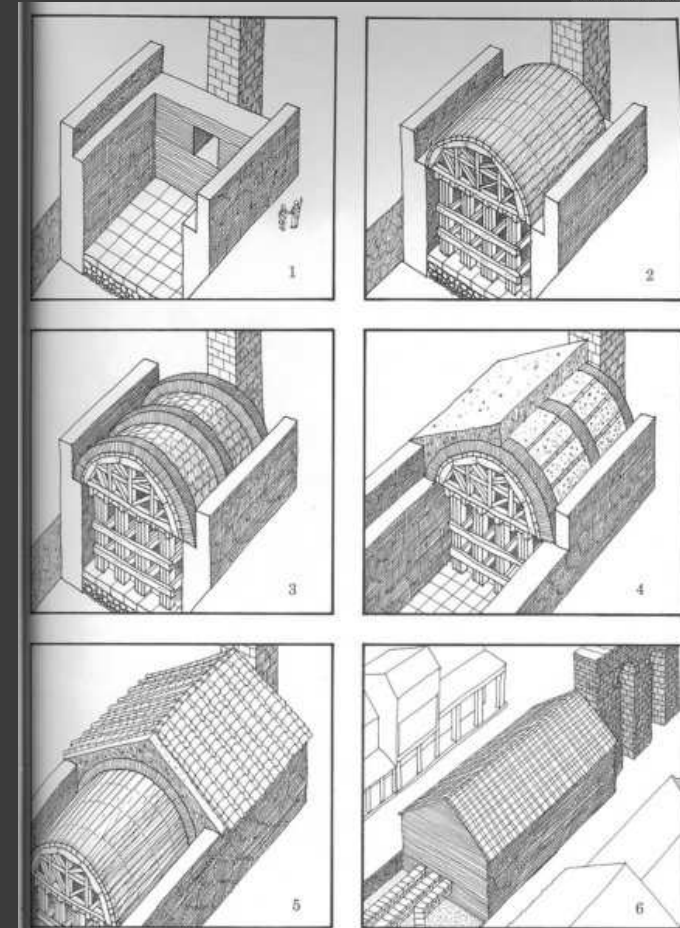
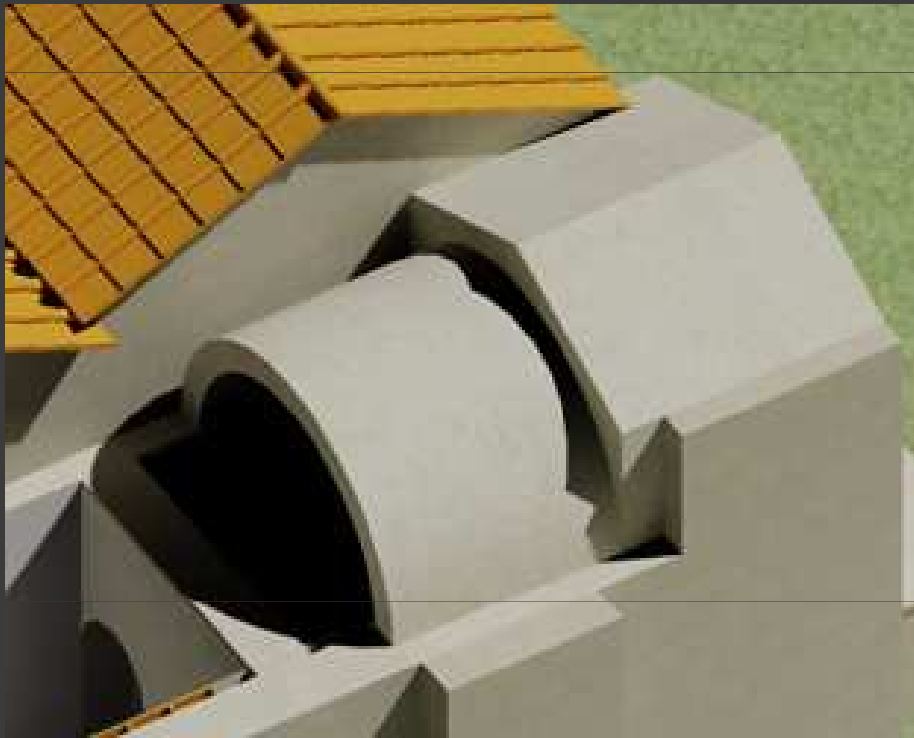


Análisis constructivo y estudio materiales



CUBIERTAS

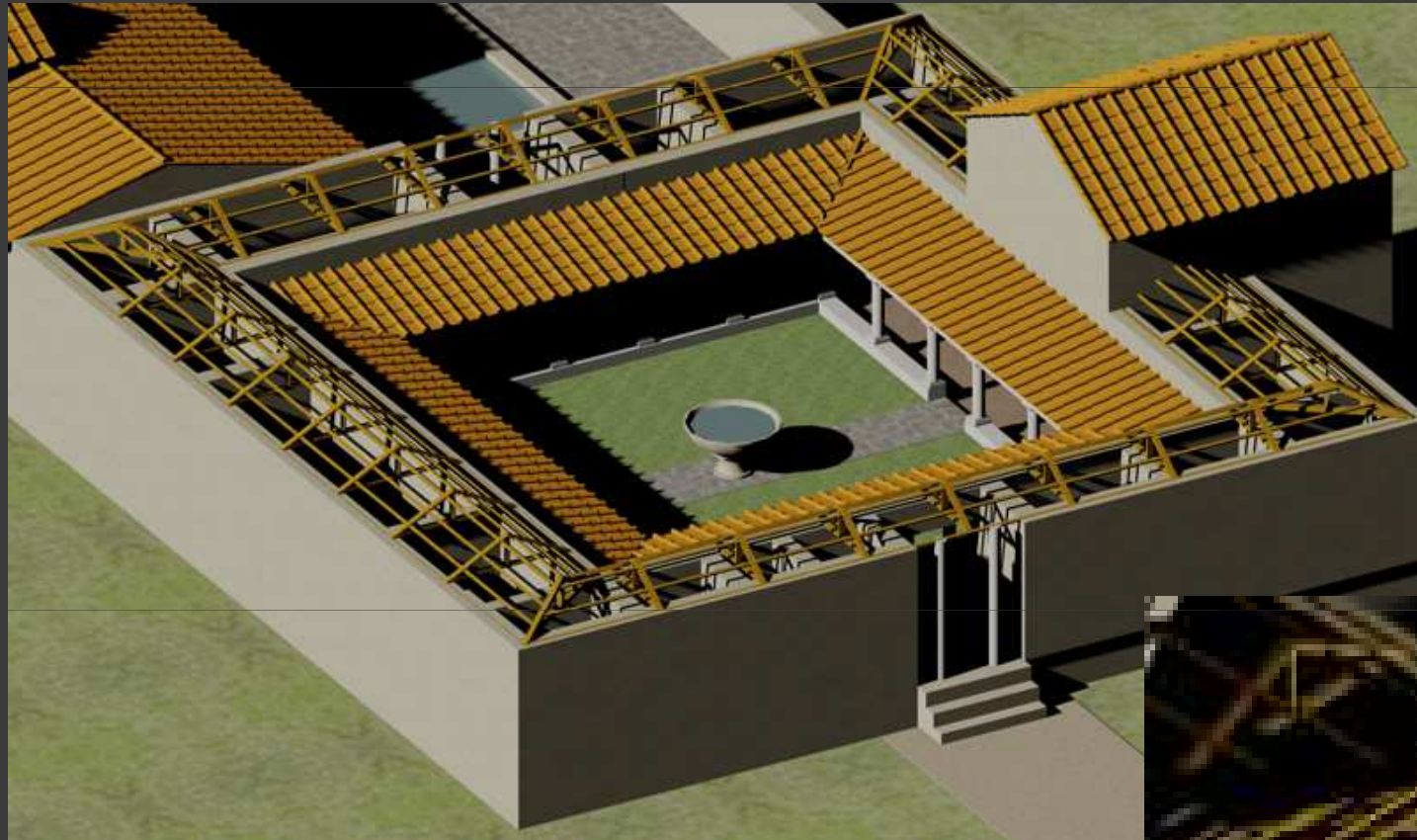
1ª Tipología de cubierta



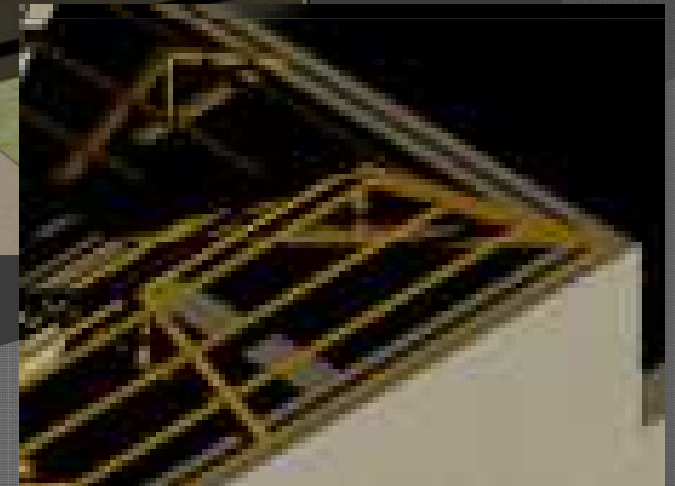
Bóveda de arco de medio punto con recrecido del muro a ambos lados, pendiente a dos aguas con opus utilizando piezas rotas de cerámica para aligerarlo.

CUBIERTAS

2ª Tipología de cubierta

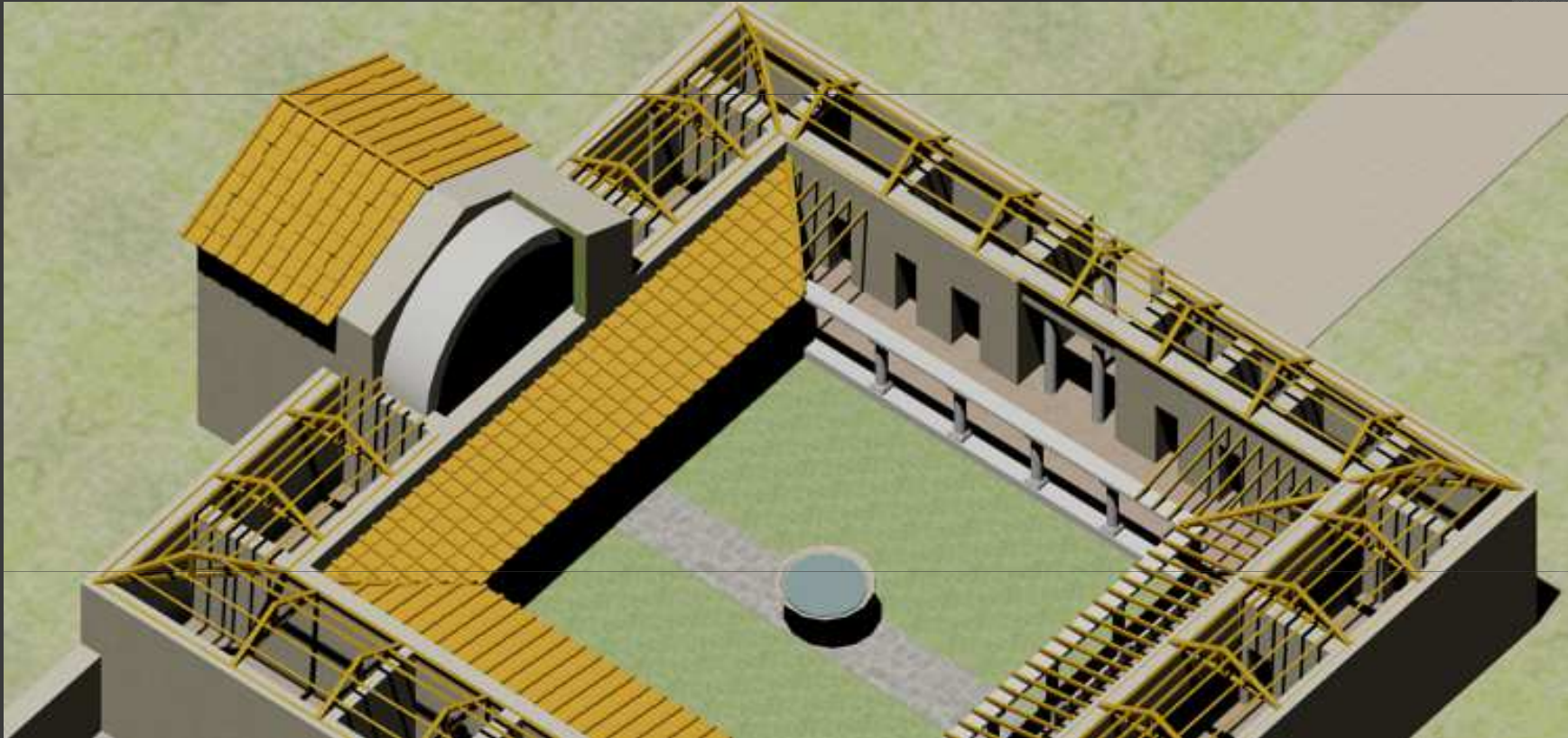


Cerchas sobre las que apoyan listones de madera paralelos a los muro de apoyo que sustentaban las tejas.



CUBIERTAS

3ª Tipología de cubierta



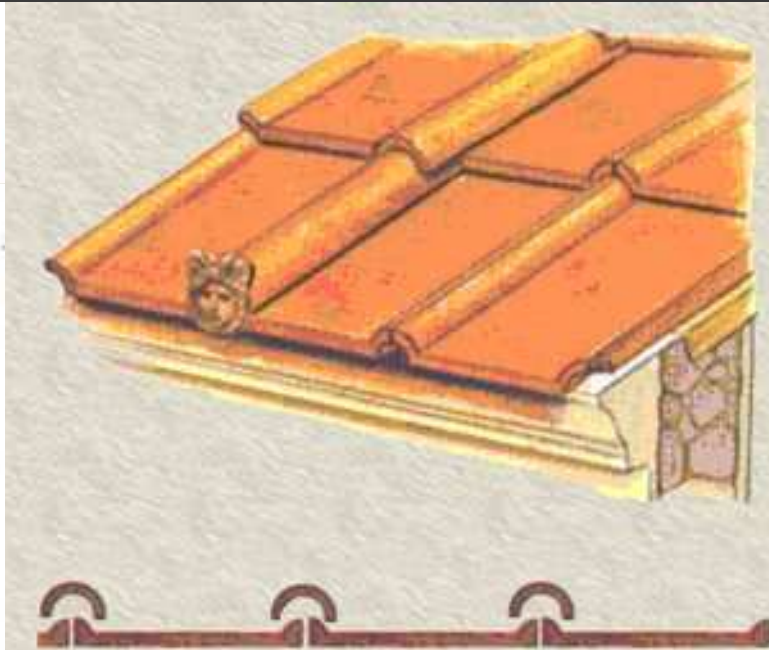
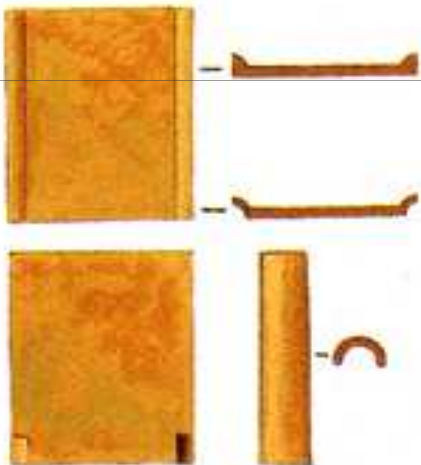
Los listones van perpendiculares a los muros del patio, se introducen en el muro del patio y se apoyan en su otro extremo con la columnata perimetral

CUBIERTAS



Solían colocar la teja directamente, nivelando y adaptando las pendientes.

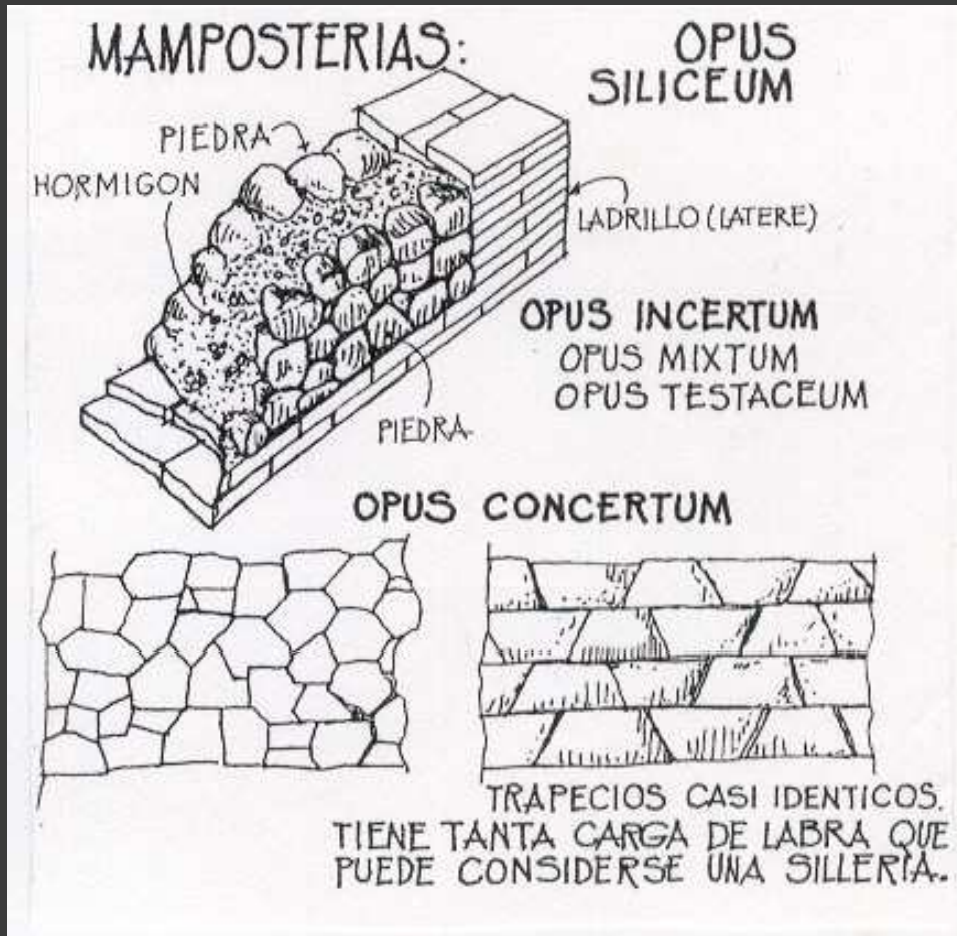
En edificios de menor entidad, la cubierta se solucionaba mediante estructuras trianguladas de madera.



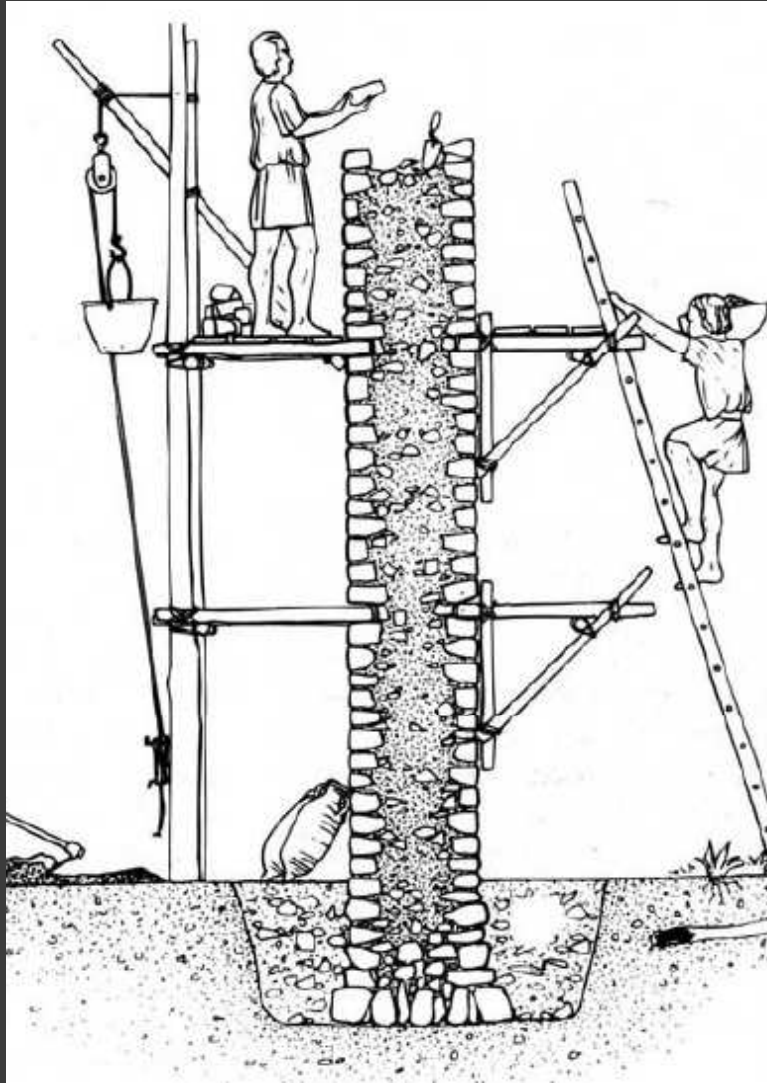
Los tejados se cubrían con tejas (**tegulae**) planas, gruesas y rectangulares, de 45 x 60 cm.

La unión entre dos planas se hacía con una teja semicilíndrica (**imbrex**) vuelta hacia abajo

MUROS

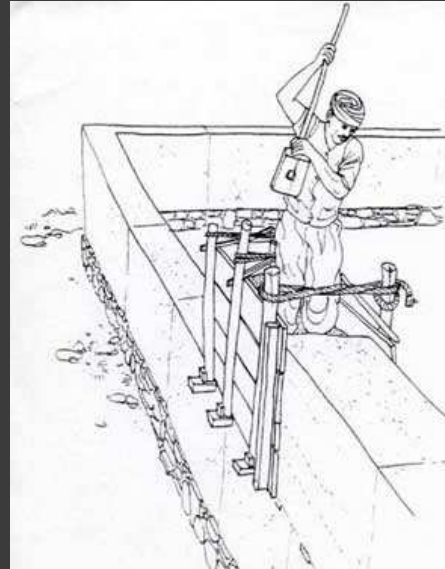
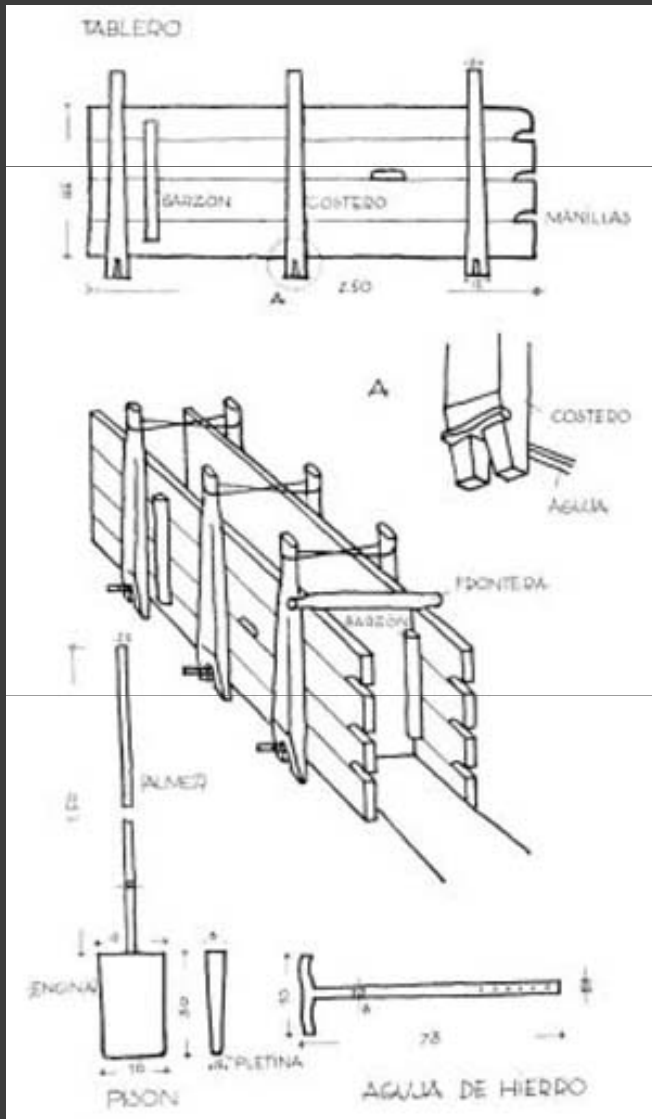


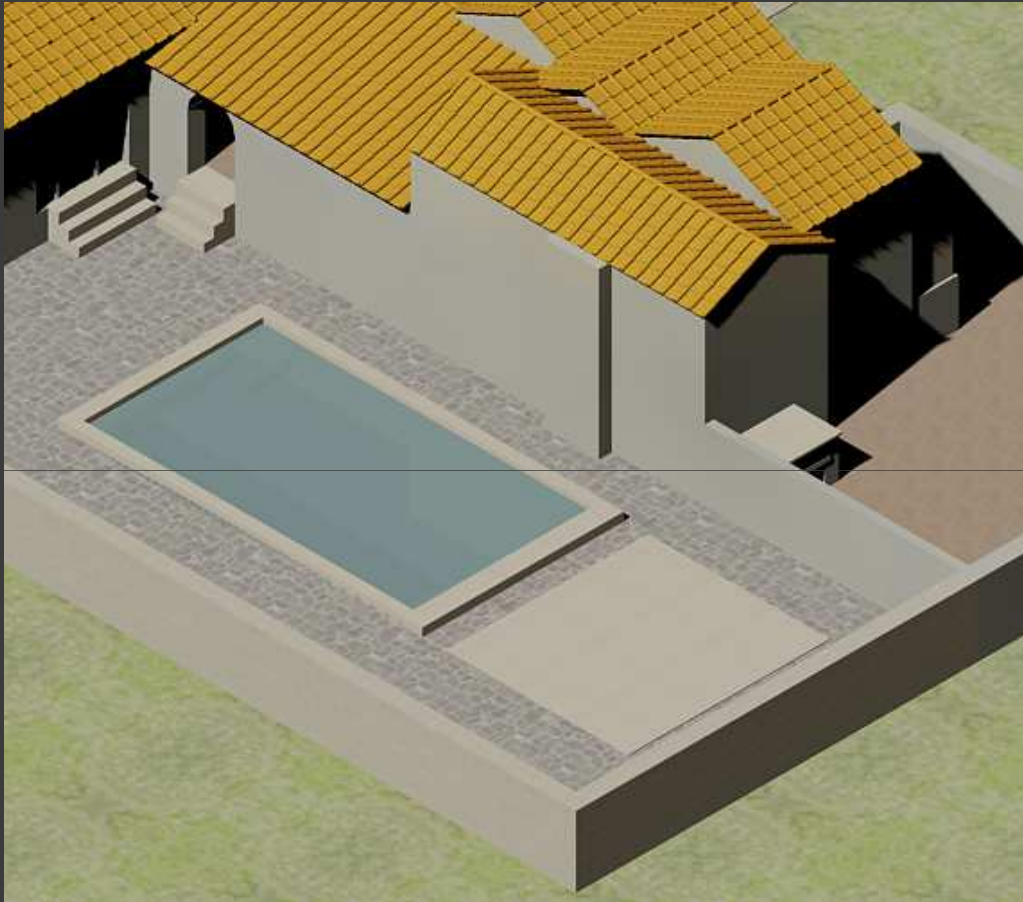
MUROS



MUROS

Tapial





palestra

Espacio exterior donde se practicaban ejercicios de gimnasia, levantamientos de peso o realizaban eventos, como la lucha o el boxeo.

natataio

Piscina de 12 x 6 x 2 m



NATATIO

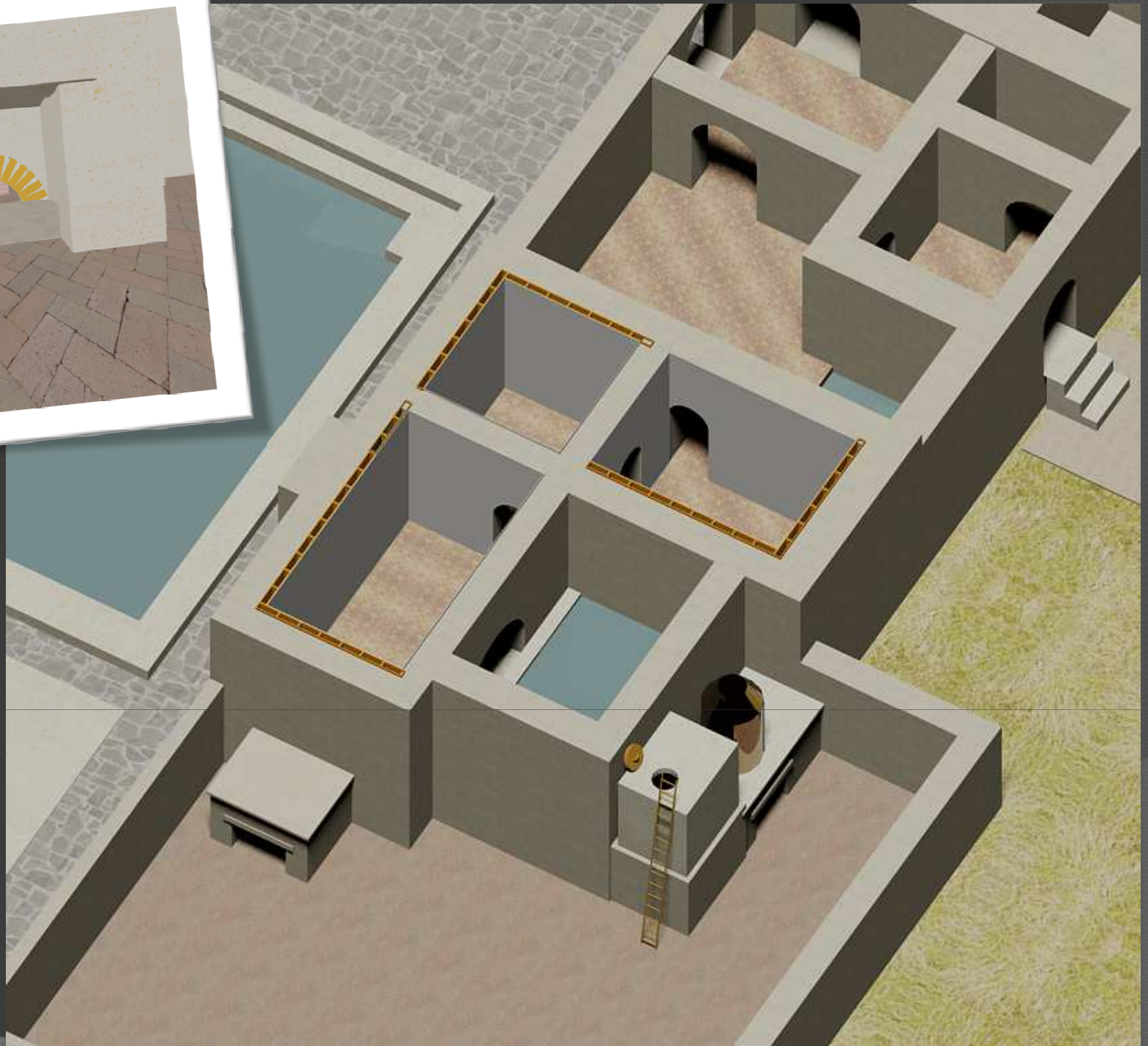
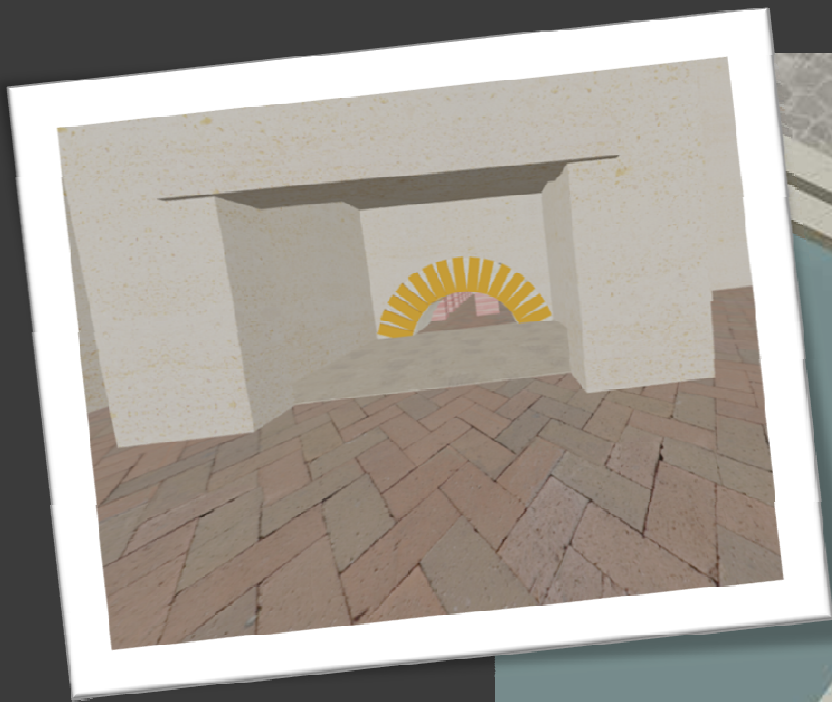


Opus caementicium
revestido con opus signinum.



CIRCUITO DE TERMAS





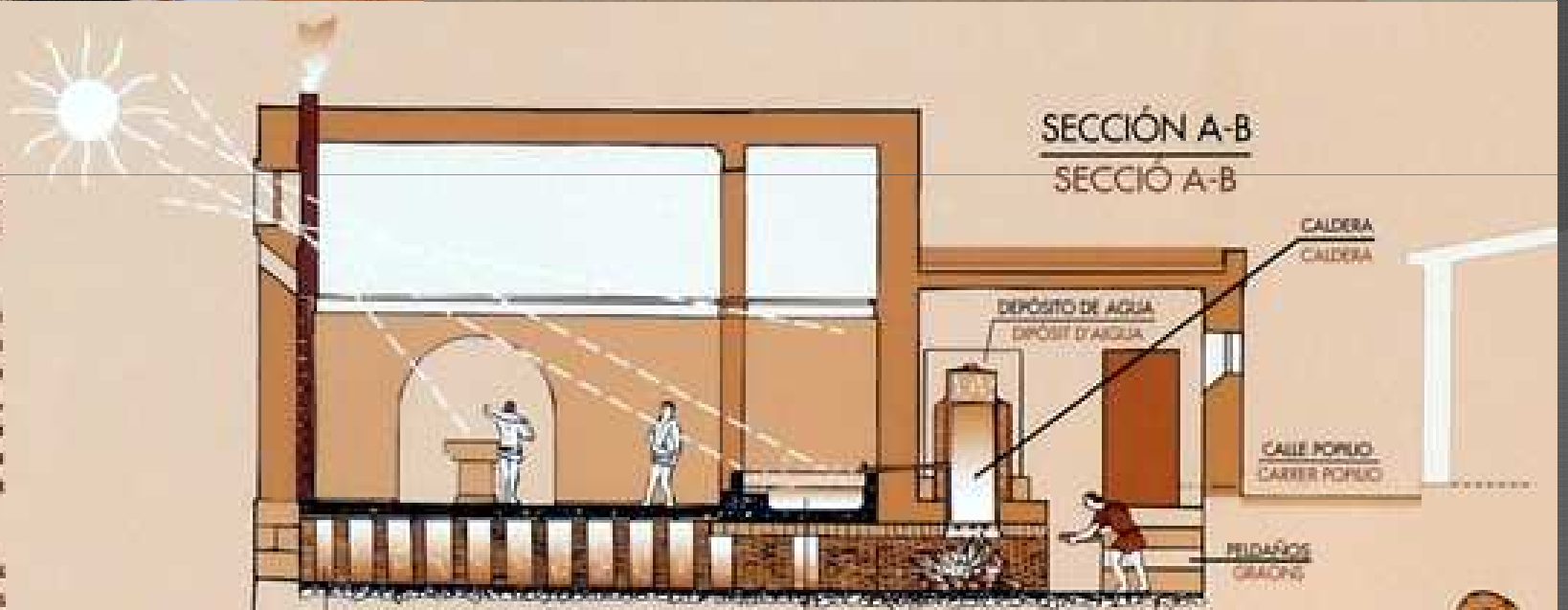
HORNOS
'praefornium'



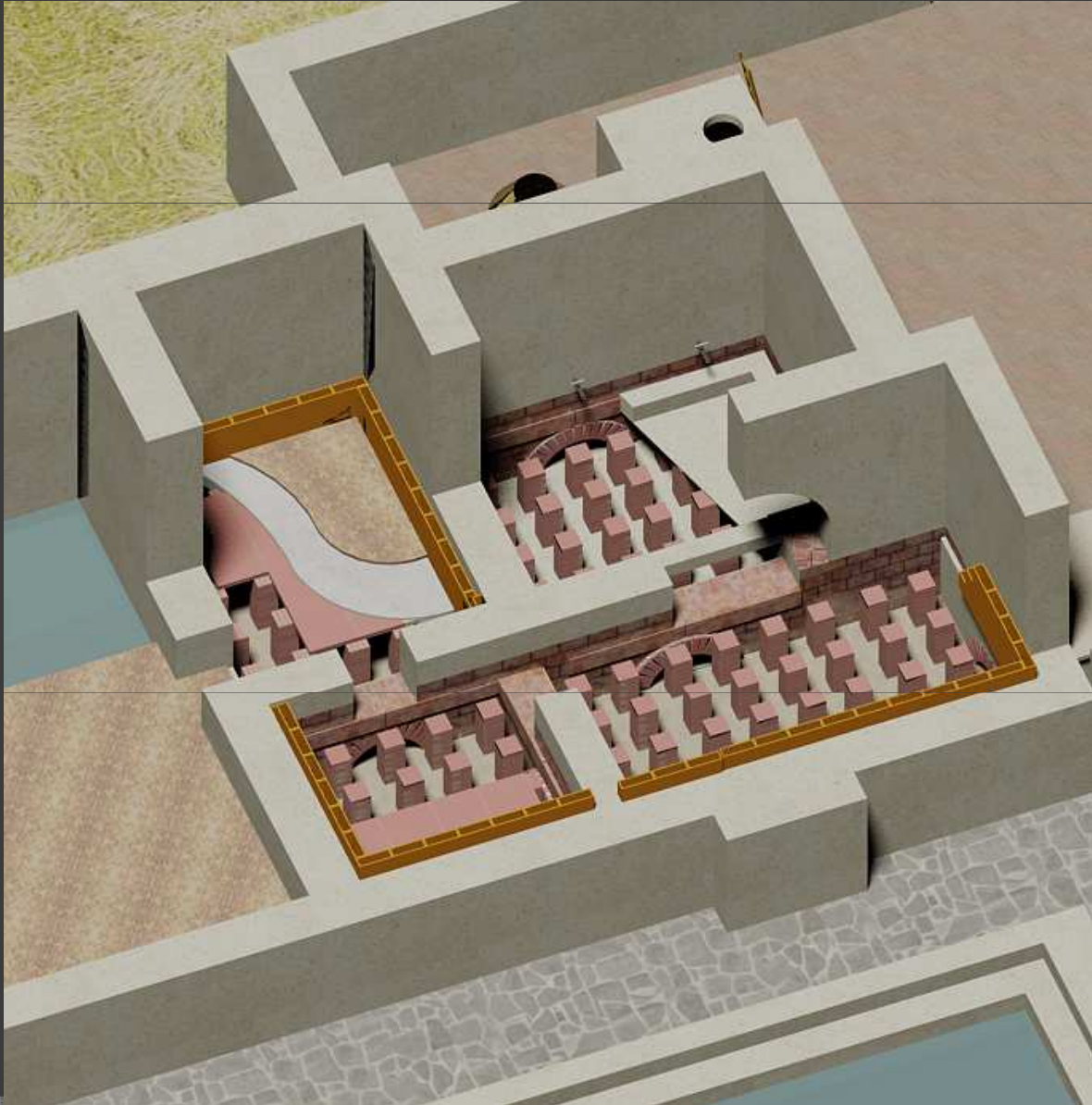
El forn funcionava mitjançant la combustió de llenya i acomplia una doble funció:

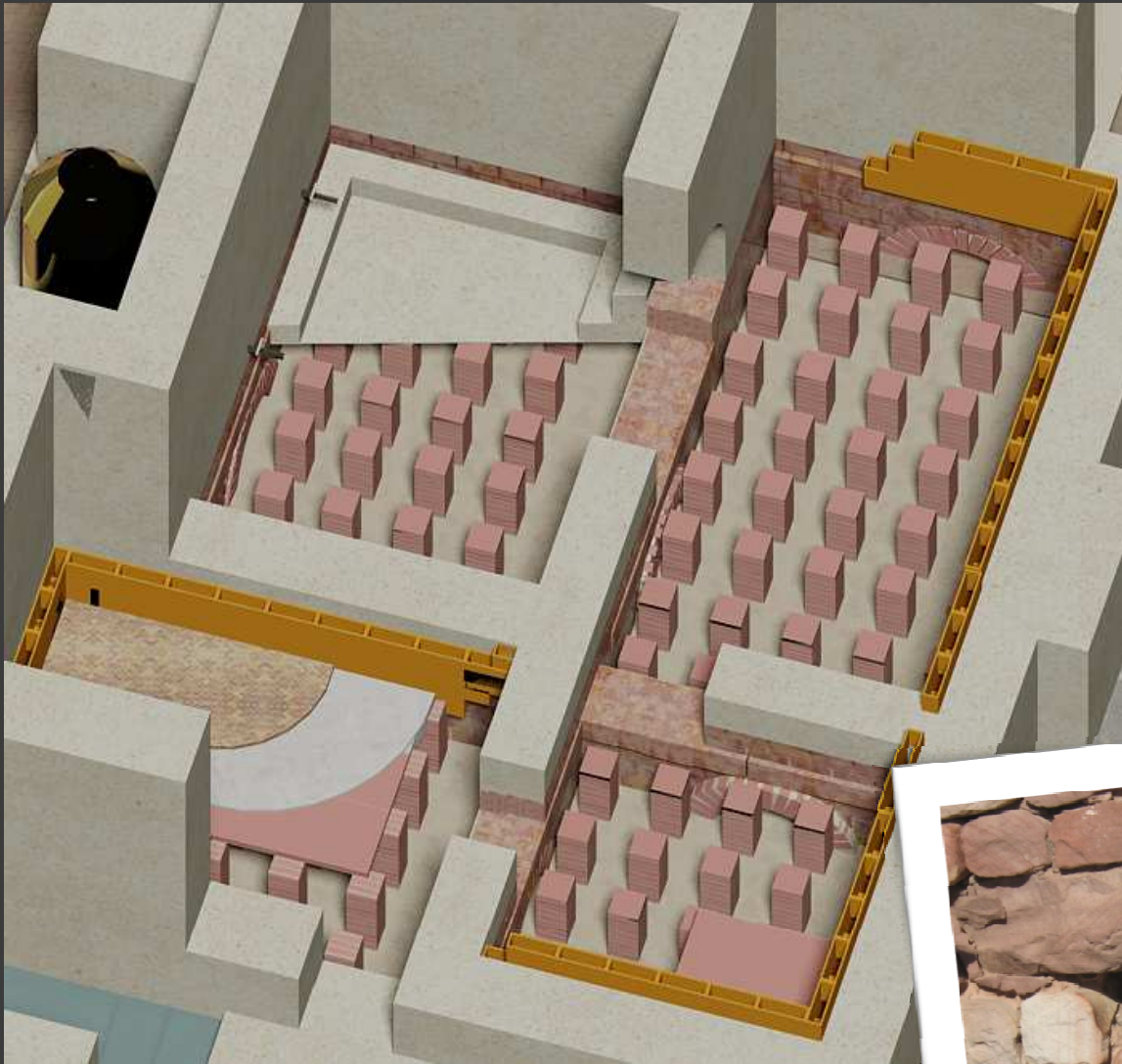
Escalfar l'aigua per a la banyera, que era canalitzada des de la caldera (de bronze), situada damunt de la boca del forn, a través d'una canonada que travessava el mur divisori.

Escalfar els pisos d'algunes dependències



HIPOCAUSTO





CIRCULACIÓN INFERIOR
DEL HIPOCAUSTO

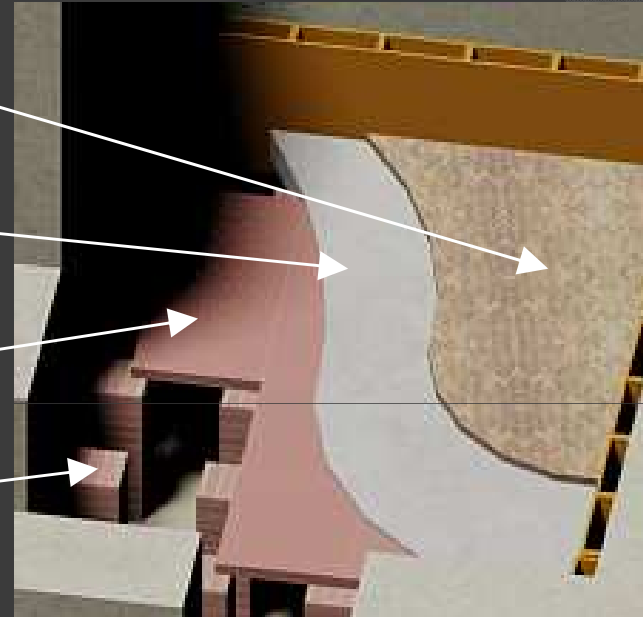
Piedras refractarias

Pavimento de '*opus spicatum*'

Capa de '*opus caementicium*'

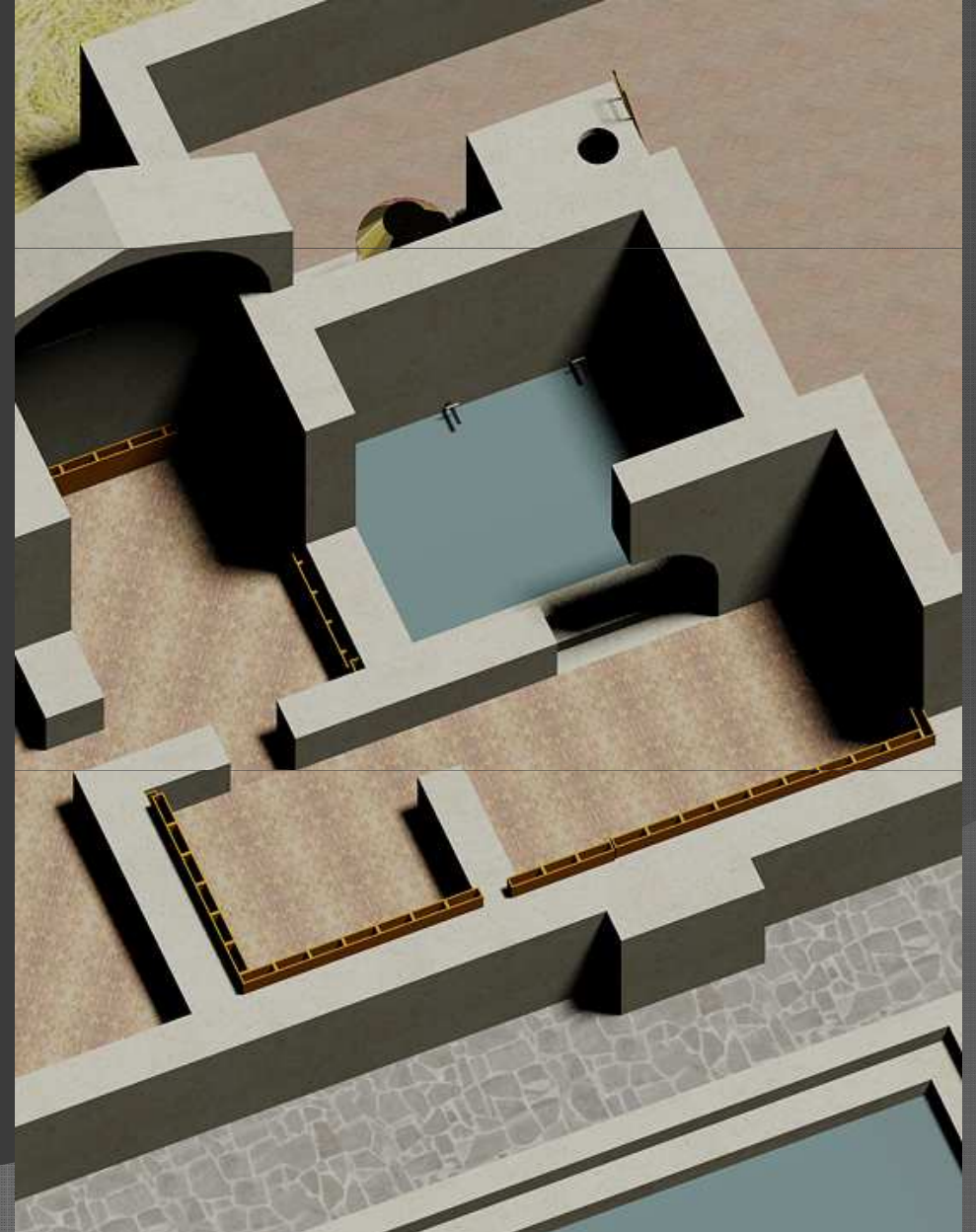
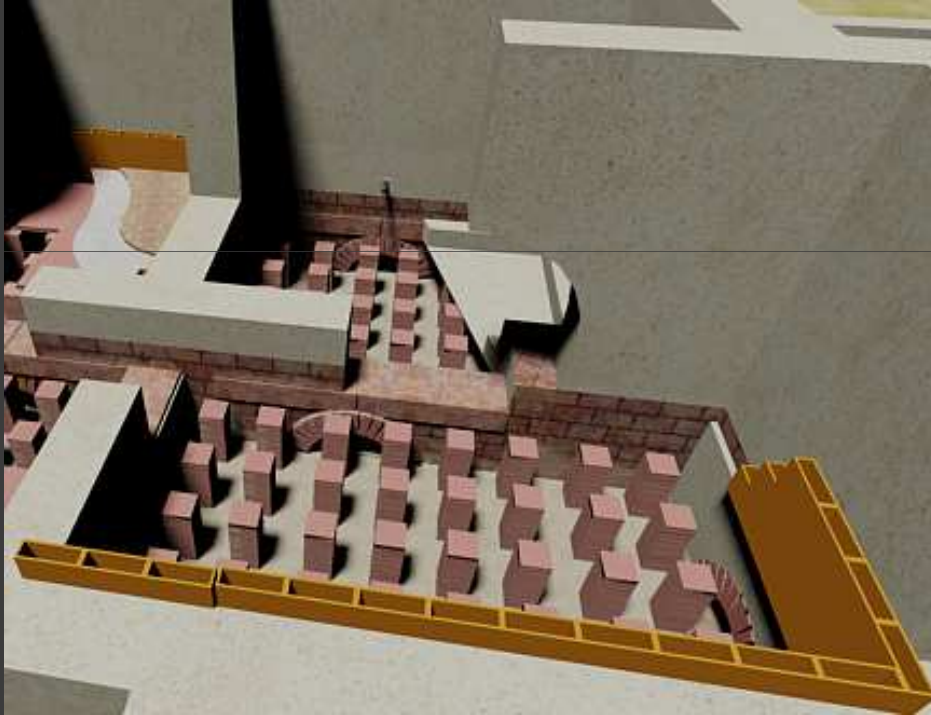
Suspensura formada por ladrillos bipedales

Ladrillos pedales



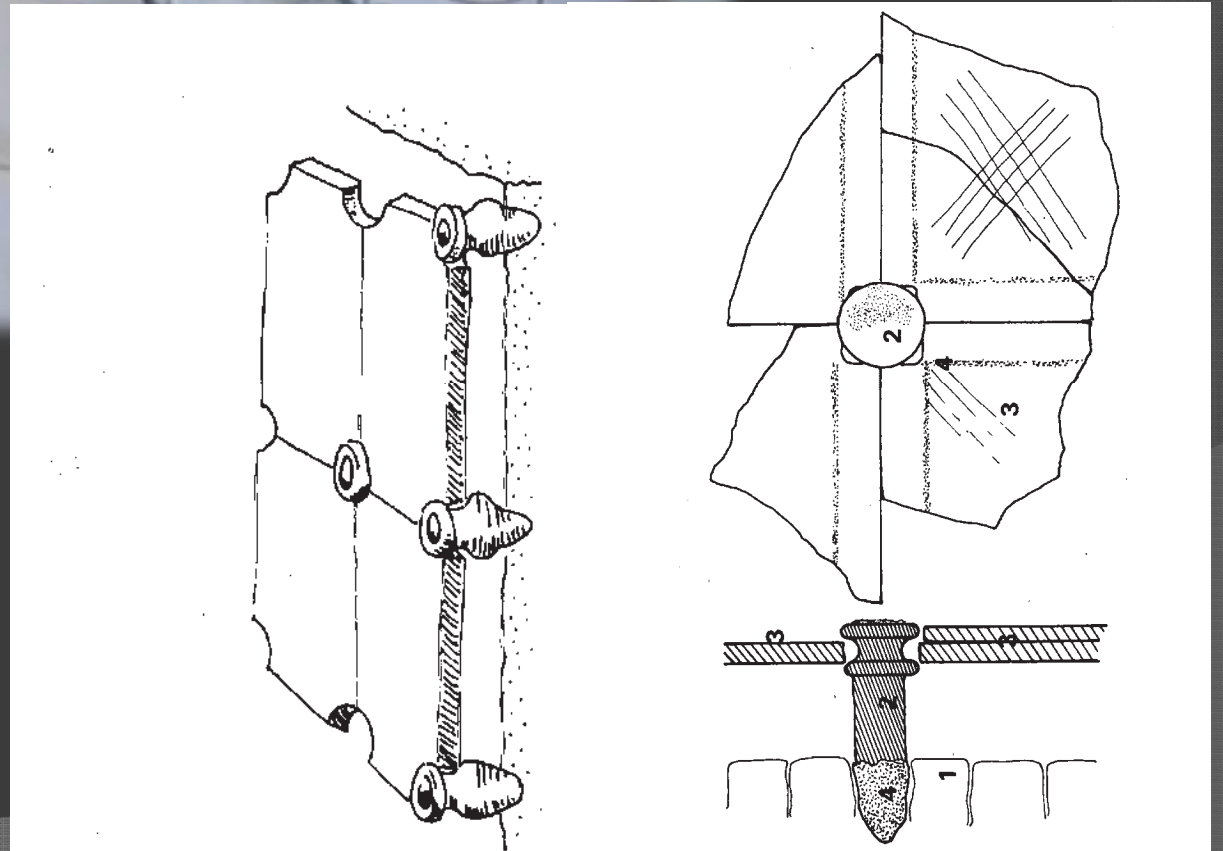
Opus spicatum

CONCAMERATIO

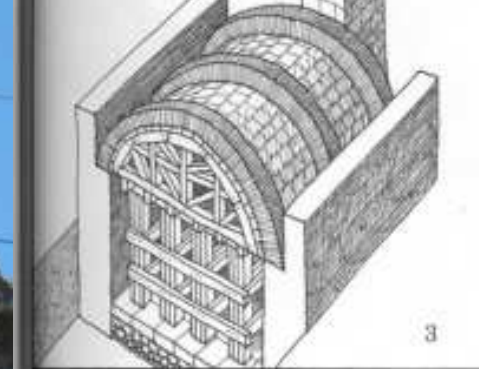




Reconstrucción de la
'*concameratio*' en Edeta
(Líria)



Arranque de arcos de ladrillo para la circulación de aire caliente



Arranque de bóveda

Marcas del anclaje de la *'concameratio'*

Mechinales para encofrado de construcción

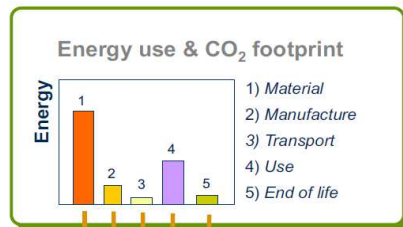
ECOAUDITORÍA

CES SELECTOR 2012

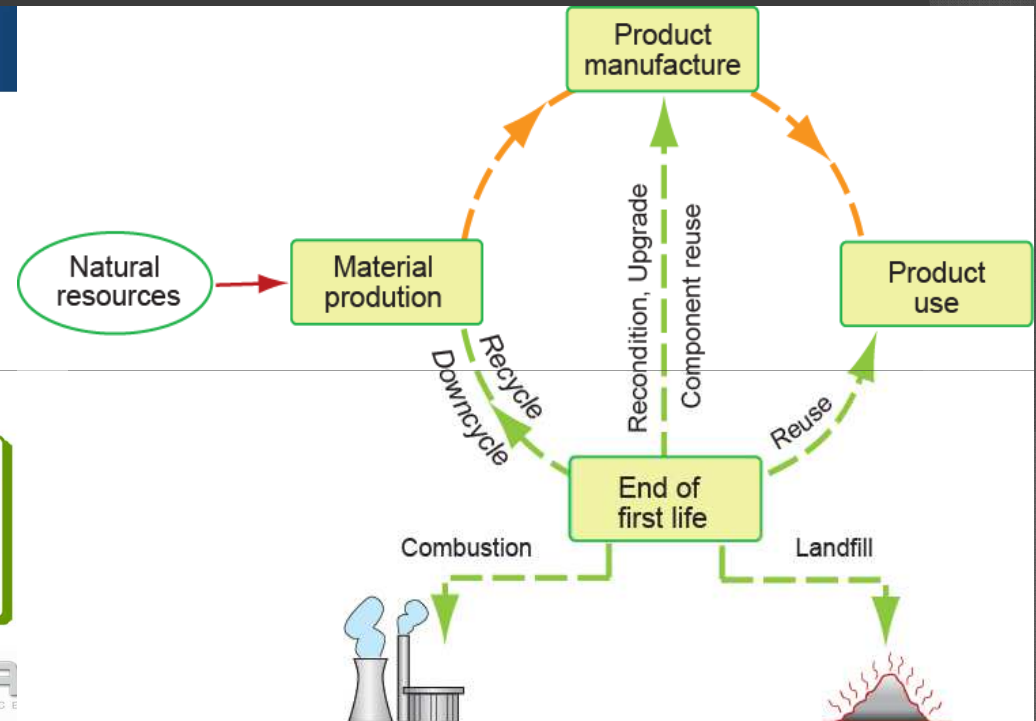
Eco Design

Step 2:

Establish 'objective' for eco-design



GRANTA
MATERIAL INTELLIGENCE



INFORME DE ECOAUDITORIA

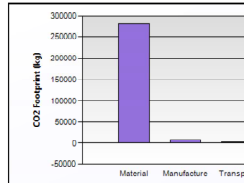
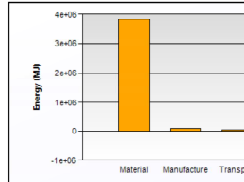
ICES 2012
SELECTOR

Eco Informe de Auditoría



Nombre del producto: Horta Velle
Vida del producto (Años): 300

Resumen de Energía y CO2



Fase	Energía (MJ)
Material	3.85e+06
Fabricación	9.54e+04
Transporte	3.26e+04
Uso	0
Eliminación de desechos	5.79e+05
Total (primera vida)	4.54e+06
Vin de vida potencial	-6.94e+05

ICES 2012
SELECTOR

Eco Informe de Auditoría



Análisis de energía

Carga equivalente anual sobre el medio ambiente de 300 años de vida del producto:

Desglose detallado de las fases individuales de la vida

Material:

Elemento	Material	Contenido reciclado (%)
Opus Caementicium	Concrete (Pozzolona cement)	0
Piedra Caliza	Limestone(2.66)	0
Mármol	Marble(2.7)	0
Rodeno	Sandstone(2.61)	0
Madera	Roble (I)	0
Tejas	Ceramic tile	0
Ladrillos	Brick (common, hard)(2.03)	0
Total		

*Típico, incluye fracción de recirculación en la oferta actual

**En su caso, incluye la masa del material retirado por procesos secundarios

Fabricación:

Elemento	Proceso	% eliminado	Cantidad procesada	Energía (MJ)	%
Piedra Caliza	Corte y labra	70	2.7e+05 kg	8e+04	85.4
Mármol	Corte y labra	40	2.5e+04 kg	7.6e+03	8.0
Rodeno	Corte y labra	20	1.5e+04 kg	4.6e+03	4.8
Madera	Mecanizado	30	2.8e+03 kg	3.6e+03	3.8
Total				9.5e+04	100

Transporte:

Desglose por fase de transporte

Etapa	Tipo de transporte
	Camión 14t
	Mercancías vehículos
Total	

Desglose por elementos

Elemento	Masa del elemento
Opus Caementicium	1.2e+06
Piedra Caliza	1.1e+06
Mármol	3.8e+04
Rodeno	6.2e+04
Madera	6.5e+03
Tejas	1.1e+04
Ladrillos	4.9e+05
Total	2.9e+06

Uso:

Contribución relativa de los modos estáticos y móviles

Modo	Energía (MJ)	%
Estático	0	
Móvil	0	
Total	0	100

Eliminación de desechos:

Elemento	Opción final de vida
Opus Caementicium	Relleno
Piedra Caliza	Reutilizado
Mármol	Reutilizado
Rodeno	Reutilizado
Madera	Reutilizado
Tejas	Reutilizado
Ladrillos	Relleno
Total	

EOI potencial:

Elemento	Opción final de vida
Opus Caementicium	Relleno
Piedra Caliza	Reutilizado
Mármol	Reutilizado
Rodeno	Reutilizado
Madera	Reutilizado
Tejas	Reutilizado
Ladrillos	Relleno
Total	

ICES 2012
SELECTOR

Eco Informe de Auditoría



Análisis de la huella de CO2

Carga equivalente anual sobre el medio ambiente (un promedio de más de 300 años de vida del producto):	CO2 (kg)/año
	1.11e+03

Desglose detallado de las fases individuales de la vida

Material:

Elemento	Material	Contenido reciclado* (%)	masa (kg)	Cantidad
Opus Caementicium	Concrete (Pozzolona cement)	Virgin (0%)	1.2e+06	1
Piedra Caliza	Limestone(2.66)	Virgin (0%)	1.1e+06	1
Mármol	Marble(2.7)	Virgin (0%)	3.8e+04	1
Rodeno	Sandstone(2.61)	Virgin (0%)	6.2e+04	1
Madera	Roble (I)	Virgin (0%)	6.5e+03	1
Tejas	Ceramic tile	Virgin (0%)	1.1e+04	1
Ladrillos	Brick (common, hard)(2.03)	Virgin (0%)	4.9e+05	1
Total				7

*Típico, incluye fracción de recirculación en la oferta actual

**En su caso, incluye la masa del material retirado por procesos secundarios

Transporte:

Desglose por fase de transporte

Etapa	Tipo de transporte
	Camión 14t
	Mercancías vehículos
Total	

Desglose de elementos

Elemento	masa (kg)	Huella CO2 (kg)	%
Opus Caementicium	1.2e+06	9.8e+02	42.4
Piedra Caliza	1.1e+06	8.5e+02	36.7
Mármol	3.8e+04	30	1.3
Rodeno	6.2e+04	49	2.1
Madera	6.5e+03	5.2	0.2
Tejas	1.1e+04	9.1	0.4
Ladrillos	4.9e+05	3.9e+02	16.8
Total	2.9e+06	2.3e+03	100

Uso:

Contribución relativa de los modos estáticos y móviles

Modo	Huella CO2 (kg)	%
Estático	0	
Móvil	0	
Total	0	100

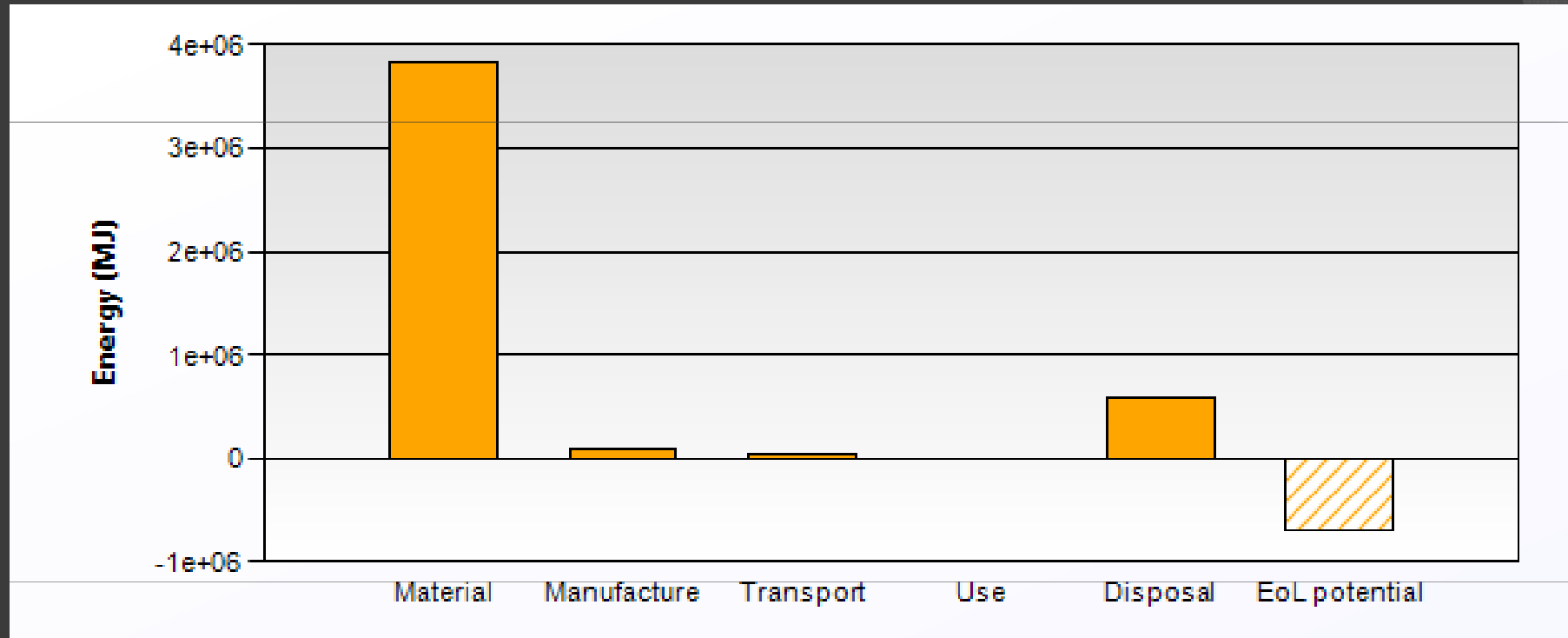
Eliminación de desechos:

Elemento	Opción para final de vida	% recuperado	Huella CO2 (kg)	%
Opus Caementicium	Relleno	80.0	1.7e+04	42.4
Piedra Caliza	Reutilizado	85.0	1.5e+04	36.7
Mármol	Reutilizado	95.0	5.3e+02	1.3
Rodeno	Reutilizado	90.0	8.6e+02	2.1
Madera	Reutilizado	95.0	91	0.2
Tejas	Reutilizado	70.0	1.6e+02	0.4
Ladrillos	Relleno	95.0	6.8e+03	16.8
Total			4.1e+04	100

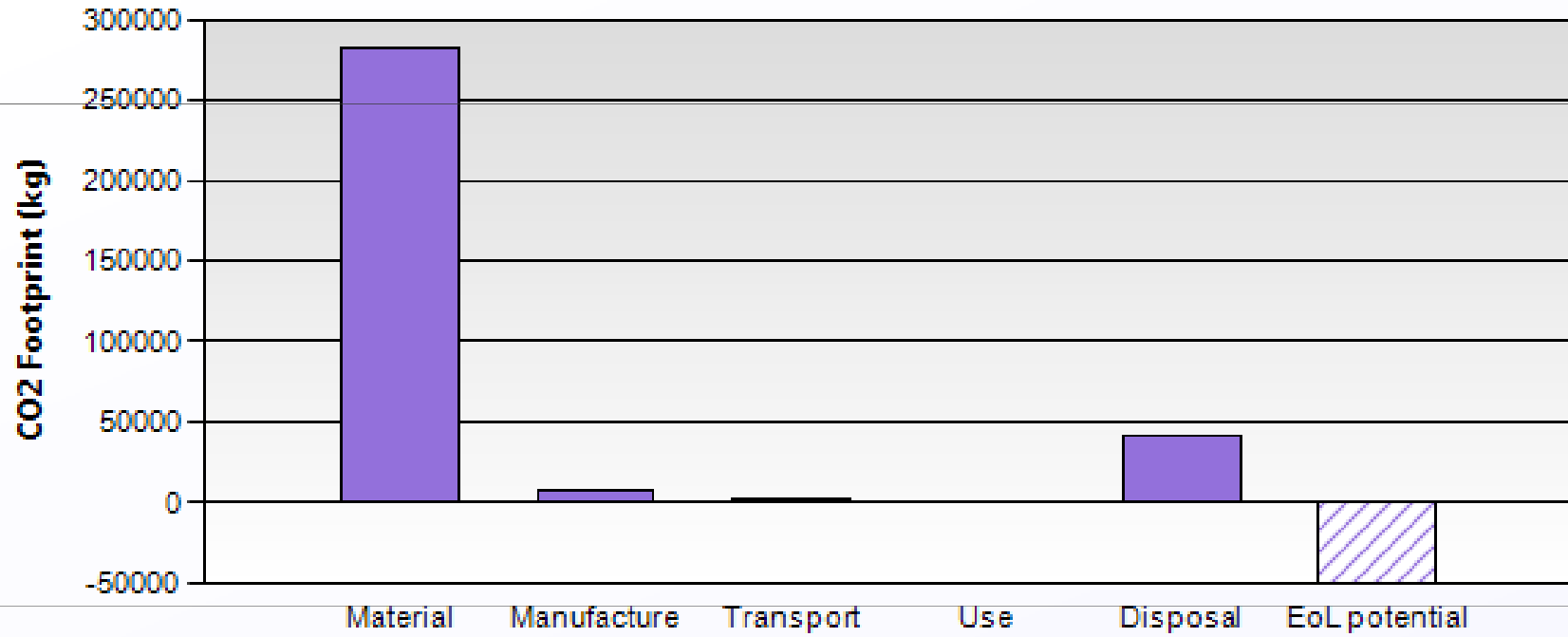
EOI potencial:

Elemento	Opción para final de vida	% recuperado	Huella CO2 (kg)	%
Opus Caementicium	Relleno	80.0	0	0.0
Piedra Caliza	Reutilizado	85.0	-1.9e+04	38.1
Mármol	Reutilizado	95.0	-7.6e+03	15.3
Rodeno	Reutilizado	90.0	-2.1e+03	4.1
Madera	Reutilizado	95.0	-7.8e+03	15.6
Tejas	Reutilizado	70.0	-1.3e+04	26.8
Ladrillos	Relleno	95.0	0	0.0
Total			-5e+04	100

ENERGIA



HUELLA DE CARBONO



CONCLUSIONES

¿Sostenibilidad en la construcción romana?



Un mallorquín que posee una visión transversal: recuperar el oficio del artesano en la construcción contemporánea. Para ello se apoya en las formas de conocimiento que sintetizan cuatro mil años de historia de la construcción en piedra. Por **A.Plasencia**

A la vanguardia por la tradición

Hay oficios que se están perdiendo. Con ellos desaparece gran parte de un valioso patrimonio cultural. Este

chnology (MIT), la primera universidad del mundo en ingeniería y tecnología; la Universidad de Cambridge; la Universidad Libre de Berlín

> MA
Javie
Lópe:

«Lc
est

Asimele
prope:



CONCLUSIONES

¿Sostenibilidad en la construcción romana?



Un mallorquín que posee una visión transversal: recuperar el oficio del artesano en la construcción contemporánea. Para ello se apoya en las formas de conocimiento que sintetizan cuatro mil años de historia de la construcción en piedra. Por **A.Plasencia**

A la vanguardia por la tradición

Hay oficios que se están perdiendo. Con ellos desaparece gran parte de un valioso patrimonio cultural. Este

chnology (MIT), la primera universidad del mundo en ingeniería y tecnología; la Universidad de Cambridge; la Universidad Libre de Berlín

> MA
Javie
Lópe:

«Lo
est

Asimele
prospe



CONCLUSIONES

¿Sostenibilidad en la construcción romana?

HISTORIA



MATERIALES Y TECNICAS
TRADICIONALES



 Un mallorquín que posee una visión transversal: recuperar el oficio del artesano en la construcción contemporánea. Para ello se apoya en las formas de conocimiento que sintetizan cuatro mil años de historia de la construcción en piedra. Por **A.Plasencia**

A la vanguardia por la tradición

Hay oficios que se están perdiendo. Con ellos desaparece gran parte de un valioso patrimonio cultural. Este

chnology (MIT), la primera universidad del mundo en ingeniería y tecnología; la Universidad de Cambridge; la Universidad Libre de Berlín

> MA
Javie López:
«Lo
est
Asimela
proce



CONCLUSIONES

¿Sostenibilidad en la construcción romana?

HISTORIA



MATERIALES Y TECNICAS
TRADICIONALES

PREOCUPACIÓN SOCIAL



CLIENTE CONCIENCIADO

Un mallorquín que posee una visión transversal: recuperar el oficio del artesano en la construcción contemporánea. Para ello se apoya en las formas de conocimiento que sintetizan cuatro mil años de historia de la construcción en piedra. Por **A.Plasencia**

A la vanguardia por la tradición

Hay oficios que se están perdiendo. Con ellos desaparece gran parte de un valioso patrimonio cultural. Este

chnology (MIT), la primera universidad del mundo en ingeniería y tecnología; la Universidad de Cambridge; la Universidad Libre de Berlín

> **MA**
Javie López:
«Lo es t
Así me l



CONCLUSIONES

¿Sostenibilidad en la construcción romana?

HISTORIA



MATERIALES Y TECNICAS
TRADICIONALES

PREOCUPACION SOCIAL



CLIENTE CONCIENCIADO



CRISIS



OPORTUNIDAD DE MEJORA

CONCLUSIONES

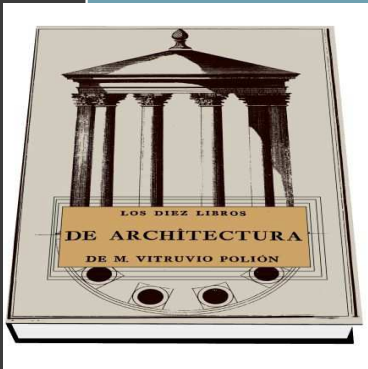
¿Sostenibilidad en la construcción romana?

HISTORIA

PREOCUPACION SOCIAL

MATERIALES Y TECNICAS
TRADICIONALES

CLIENTE CONCIENCIADO



INNOVACIÓN

CRISIS

OPORTUNIDAD DE MEJORA



CONCLUSIONES

¿Sostenibilidad en la construcción romana?

INVESTIGACIÓN

DEMANDA



TECNICOS

CLIENTES

INNOVACIÓN

LEGISLACIÓN

ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

CONCLUSIONES

¿Sostenible?

¿Evolución romana?

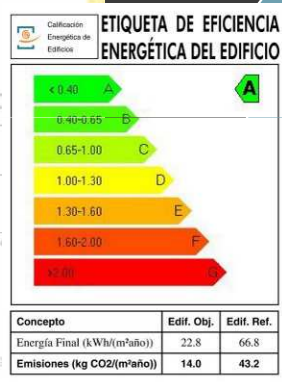
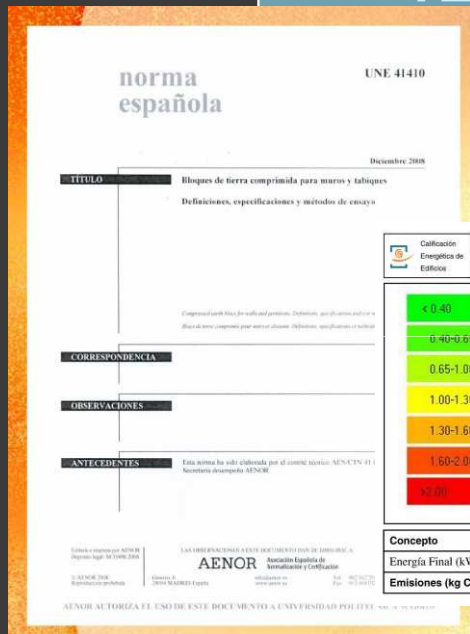
INVESTIGACIÓN

DEMANDA



TECNICOS

CLIENTES



INNOVACIÓN



LEGISLACIÓN

ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

¿Sostenibilidad en la construcción romana?

INVESTIGACIÓN

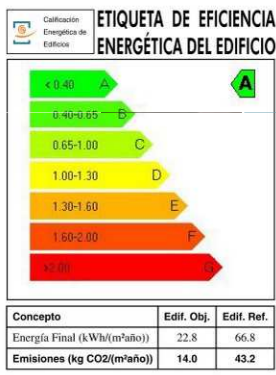


DEMANDA

TECNICOS

CLIENTES

INNOVACIÓN



LEGISLACIÓN

ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

