



el noble oficio de la construcción



Elaborado para



Desarrollado por



Directora documentalista

Alicia Ozámiz Fortis

Dra. Arquitecta

Directora del Instituto de Investigación y Estudios Avanzados
Profesora de Doctorado y de Historia Técnica de la Construcción
(Escuela Superior de Arquitectura y Tecnología. Universidad Camilo José Cela)

Equipo de coordinación y supervisión

Rosario Badajoz Fernández

Ana González Martín

Luís Rosel Ajamil

José Antonio Viejo Rodríguez

Andrés Serrano Paradinas

Producción y ejecución

digivision

INTRODUCCIÓN
página 4

CANERO - ALBAÑIL
página 6

1

MAESTRO DE OBRA
página 18

2

ENCOFRADOR
página 24

3

PINTOR - ESTUCADOR
página 28

4

SOLADOR - MUSIVARIO - ALICATADOR
página 34

5

OPERARIO COEX
página 40

6

TOPÓGRAFO
página 44

7

MAQUINISTA
página 48

8

METALISTA - FERRALLISTA
página 54

9

INSTALADOR
página 60

10

CONCLUSIÓN
página 64



*Si quieres ir rápido ve solo,
pero si quieres ir lejos, ve acompañado...*

Proverbio núbio

INTRODUCCIÓN

El esfuerzo, la habilidad, la maestría individual de los profesionales de la construcción, al solaparse, combinarse y fusionarse, producen una obra sinfónica maravillosa destinada a protegernos, a ayudarnos, a... emocionarnos.

Este documental es un homenaje a estos hombres, que a pie de obra, soportando o aprovechando los elementos, superándose día a día, dan lo mejor de sí mismos, construyendo nuestro presente y los cimientos de nuestro futuro.

Los oficios de la construcción

En el origen de los tiempos, las agrupaciones humanas formaban pequeños poblados tribales de lazos esencialmente familiares. Sus miembros asumían **individualmente** todo tipo de tareas, como cazar, confeccionarse el abrigo o pastorear los rebaños.

En el momento en el que las agrupaciones humanas adquirieron el tamaño suficiente para dar paso a la aparición de ciudades, comenzó la **especialización**. Aquellos individuos con mayor habilidad para desempeñar una tarea determinada eran los señalados por la sociedad para dedicarse a ella.

La cooperación dio rápidamente sus frutos y aquellas civilizaciones que la adoptaron progresaron rápidamente. De la creciente especialización de los operarios fueron naciendo lo que en el Imperio Romano se acabaron definiendo como **oficios**.

Los oficios, en la construcción, comenzaron a definirse con la aparición de las primeras construcciones monumentales. Construcciones erigidas por los gobernantes para "elevar" sus moradas (palacios) o las de los dioses (templos), así como las edificaciones defensivas o de servicio público. El deseo de hacer imperecederas estas construcciones, apremió la búsqueda de materiales resistentes y duraderos.

El material duro y "noble" por excelencia siempre fue la piedra y se utilizó allí donde hubo canteras próximas y posibilidades para trabajarla. Cuando no fue así, se emplearon materiales a base de arcilla, como el tapial, el adobe y el ladrillo. De este modo surgieron los dos oficios más antiguos de la construcción: el cantero y el albañil.



¿Qué puede ser más fuerte que yo, la roca?

Miró hacia abajo y vio la figura de un cantero.

Extracto de "The Stone Cutter", de Benjamin Hoff

CANTERO - ALBAÑIL

CANTERO

Nuestros antepasados canteros poseyeron una habilidad y un deseo de superación admirable. Lo sabemos por lo que queda de sus construcciones de piedra, erigidas desde los tiempos más remotos y en todos los continentes.

Canteros de los cuatro puntos cardinales construyeron obras prodigiosas, primero manipulando la piedra y después labrándola, llegando a alcanzar una maestría que hoy día todavía produce asombro.

Muchos son los ejemplos y las proezas que podríamos abordar, pero desde el punto de vista de su relevancia histórica, fue en **Egipto** donde nació la arquitectura de piedra. Aunque hay ejemplos más antiguos de edificación con este material en otros lugares del mundo, la escala y número de los monumentos de Egipto, la calidad de sus obras y la longevidad de su tradición no tienen comparación.

El conjunto funerario del Faraón Zoser, (fundador de la IIIª Dinastía), en Saqqara, hacia el siglo XXVII a.C., Imperio Antiguo, sigue considerándose la **primera edificación** monumental de la historia ejecutada con **piedra labrada**. Sus bloques de caliza eran muy pequeños, pero por primera vez se les dio una forma rectangular precisa.

Supuso un desafío notable y su **pirámide escalonada** una auténtica innovación. Construida absolutamente maciza, simbolizaba una escalera tendida hacia el cielo para permitir el ascenso celeste del faraón, cuyo cuerpo mortal se hallaba en una de las cámaras excavadas junto a un pozo ya existente, a 28m de profundidad, bajo la propia pirámide.

Todo el conjunto fue diseñado y construido por **Imhotep**, el primer "arquitecto" conocido (también alto funcionario de la corte, magistrado, sumo sacerdote, mago, astrólogo, médico y escritor), venerado como hijo del Dios Path, patrono de los artesanos.



Pirámide escalonada del Faraón Zoser en Saqqara, Egipto. Imperio Antiguo, h. 2.650 a.C.



Pirámide inacabada del Faraón Snefru en Meidum, Egipto, hacia 2.625 a.C.



Pirámide truncada del Faraón Snefru en Dahsur, Egipto, hacia 2.615 a.C.



Pirámide roja del Faraón Snefru en Dahsur, Egipto, hacia 2.605 a.C.

La construcción con piedra labrada evolucionó rápidamente en Egipto. Los mayores conjuntos funerarios se construyeron durante la Dinastía IV, siglos XXVII y XXVI a.C., del Imperio Antiguo (*La era de las Pirámides*), con los faraones Snefru, Keops y Kefrén.

El Faraón Snefru (fundador de la IVª Dinastía) dio un impulso decisivo pues, en su largo reinado, erigió cinco conjuntos funerarios de los cuales únicamente se conservan las pirámides: 3 “grandes” y 2 menores.

Las tres “grandes” fueron:

- La Pirámide escalonada o **inacabada**, en Meidum; donde, por primera vez, la cámara sepulcral se insertó en el propio cuerpo de la pirámide. Existen dos teorías respecto a su construcción: una de ellas sostiene que no fue terminada nunca y la otra, que se construyó en tres fases sucesivas, la última hacia finales del reinado de Snefru, quien la transformó en verdadera pirámide.

- La Pirámide romboidal, acodada o **truncada**, en el sur de Dahsur; la primera construcción proyectada como auténtica pirámide, no como estructura escalonada. Respecto al porqué del cambio de inclinación hay dos teorías:

- 1- Por necesidad de completar más rápidamente la edificación a causa de la imprevista muerte del rey.

- 2- Por exigencias estáticas de la estructura, al observarse agrietamientos en las cámaras debido a asentamientos, lo que obligó a “aligerar” la edificación disminuyendo la pendiente (teoría más probable).

- La Pirámide **roja**, en el norte de Dahsur; la cual debe su calificativo al color rojo propio de las sales de hierro impregnadas en la piedra caliza utilizada para su construcción. Aquí probablemente fue enterrado finalmente el monarca.

Es importante señalar que las pirámides no se construían aisladas. Formaban parte de un **ritual funerario** del que únicamente constituían el lugar desde donde partiría el espíritu del Faraón hacia el más allá (la sepultura). Un muro perimetral configuraba el recinto sagrado y cada una tenía asociados dos templos, el de abajo (o del valle) y el de arriba (o a pie de pirámide), unidos por un corredor. Estas edificaciones constituían, además, plataformas fundamentales para el acopio y transporte del material.

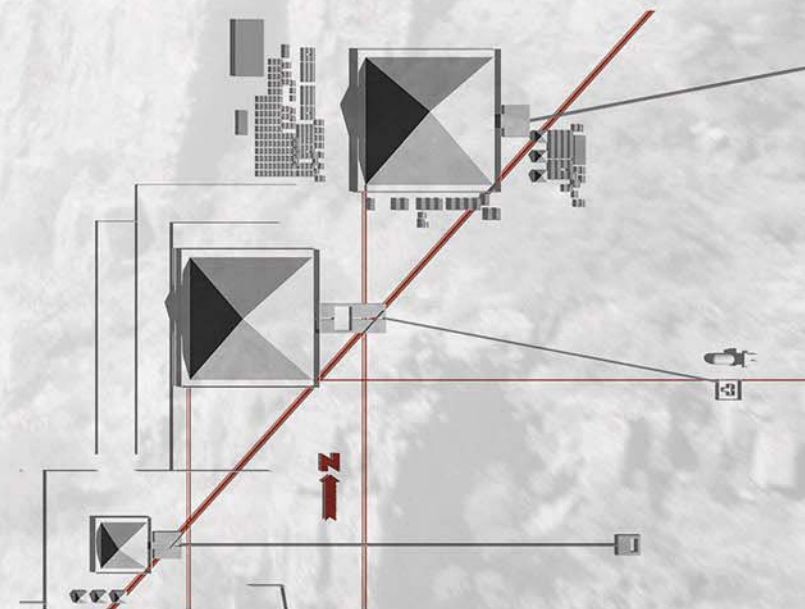


Necrópolis de Giza en Egipto, s.XXVI a.C. (IV^aD). Conjuntos funerarios de los Faraones Micerino, Kefrén y Keops

El más grandioso ejemplo lo constituye, sin duda, el **conjunto funerario del Faraón Keops**, en la necrópolis de Giza. Muchas de las técnicas de construcción que pudieron tal vez emplearse en otras obras de menor escala y complejidad siguen sin comprenderse en **la Gran Pirámide**, la única de las *siete maravillas del mundo antiguo* que aún perdura.



Gran Pirámide o Pirámide de Keops. Bloques de relleno de gran tamaño y peso



Continúa el enigma de su construcción, sobre todo por:

- Sus colosales dimensiones. Tenía una altura hasta su vértice ausente, de 146,6m (equivalente a un edificio de unas 47 plantas) y ocupa una superficie de 54.000m² (unos 7 campos de fútbol y medio).
- El gran tamaño y peso de sus bloques de piedra caliza. En su mayoría, con un peso medio de 2,5 toneladas. Los más grandes, en la cámara del Rey, pesan entre 4 y 9 toneladas.
- Su singular estructura interna, con varias cámaras y corredores. El acceso y las cámaras sepulcrales, se resolvieron ingeniosamente con piezas en "v" invertida (bóvedas "verdaderas" en su rudimento de 2 dovelas). La Gran Galería y los corredores, con bóvedas "falsas" (realizadas por aproximación de hiladas en voladizo).

- La precisión de la orientación de sus caras según los puntos cardinales.

- La alineación de los vértices del conjunto paralela a su diagonal.

Nos asombra cómo pudieron los egipcios realizar semejante hazaña sin utilizar ruedas ni poleas. Sólo conociendo mecanismos simples como la palanca y el plano inclinado. Sobrecoge pensar la tremenda logística que debieron desplegar para finalizar el conjunto con éxito en vida del Faraón.

No obstante, en **Egipto**, los canteros construyeron espacios aún más grandes y complejos en el último periodo, el **Imperio Nuevo**. Ejemplos relevantes son los **Templos Solares** de Luxor y Karnak. Todavía nos causa desconcierto y admiración cómo pudieron extraer, transportar y erigir sus enormes **obeliscos** de una sola pieza.



Templo de Luxor, s.XIV-XIII a.C.
Restos del pilono de entrada, colosos y obelisco



Gran Pirámide
Acceso con piezas en "v" invertida



Pirámide de Keops o Gran Pirámide
Complejidad interna



Gran Pirámide.
Gran Galería construida con piezas en voladizo. Esquema conceptual



El Partenón. Templo de la acrópolis de Atenas, s.V a.C.



Teatro de Epidauro, Grecia, s.IV a.C.



Anfiteatro Flavio (El Coliseo), Roma s.I d.C.



Acueducto romano de Segovia, s.I a.C.



Templo maya de Kukulcán, Yucatán, México, s.XII d.C.



Castillo fortificado de Loarre, Huesca.
Románico, s.XI d.C.



Catedral de Reims, Francia. Gótico, s.XIII d.C.

La cantería tendrá aún muchas manifestaciones asombrosas que todavía permanecen en pie:

- Templos, teatros y otras importantes obras civiles **griegas**.
- Necrópolis y puertas en murallas **etruscas**.
- Construcciones religiosas pero, sobre todo, grandiosos edificios para espectáculos, sorprendentes obras de ingeniería y singulares monumentos conmemorativos del **Imperio Romano**.
- Templos y palacios **aztecas y mayas**.
- Iglesias **románicas**, formidables castillos y fortalezas defensivas en cerros y lugares inaccesibles...

Sin embargo, el punto álgido de la cantería se alcanzará en la **Edad Media**, con las grandiosas Catedrales Góticas del s. XIII, cuya delicadeza, belleza y esbeltez fueron un alarde técnico irrepetible.



*¿Dices que nada se crea?, no te importe,
con el barro de la tierra, haz una copa para que beba tu hermano.*

Antonio Machado (1875-1939) Poeta y prosista español



Ejecución de adobe



Zigurat genérico. Mesopotamia



Zigurat de Ur, Caldea, s.XXII a.C. Reconstrucción hipotética

ALBAÑIL

Si Egipto fue la cuna del cantero, podríamos decir que la cuna del ladrillo estuvo en Mesopotamia.

Mesopotamia, etimológicamente país *entre ríos* (Tigris y Éufrates), corresponde actualmente a Irak y este de Siria. Era un *país de cañas y barro*, sin apenas piedra ni madera. Allí, inicialmente las construcciones fueron de **adobe** utilizado en estado **seco** (recibido con barro o mortero de cal, a veces impermeabilizado con betún); o bien, en estado **pastoso**, todavía humedecido y, por tanto, sin necesidad de argamasa de unión.

A diferencia del ladrillo, que se cuece en horno, el adobe es una pieza de tierra arcillosa cruda, generalmente secada en su totalidad a la intemperie y mezclada con paja, u otros elementos, para mejorar su consistencia.

Con el adobe, ya fuera en estado seco o pastoso, los albañiles mesopotámicos levantaron edificaciones sobrecogedoras por su masividad. Edificaciones de gran osadía constructiva. Ejemplo de ello son los Zigurats.

Los Zigurats, cuyo nombre viene del verbo *saqaru* que significa *ser alto*, materializaban el anhelo de conexión con lo divino y constituían un marco excepcional para las ceremonias. La edificación situada en la cima generalmente era un templo en el que se recibía al dios protector de la ciudad.

Numerosos restos (que semejan colinas artificiales) confirman que su núcleo de adobe se reforzaba, y nivelaba, introduciendo capas de sogas o esteras de cañas impregnadas de betún.

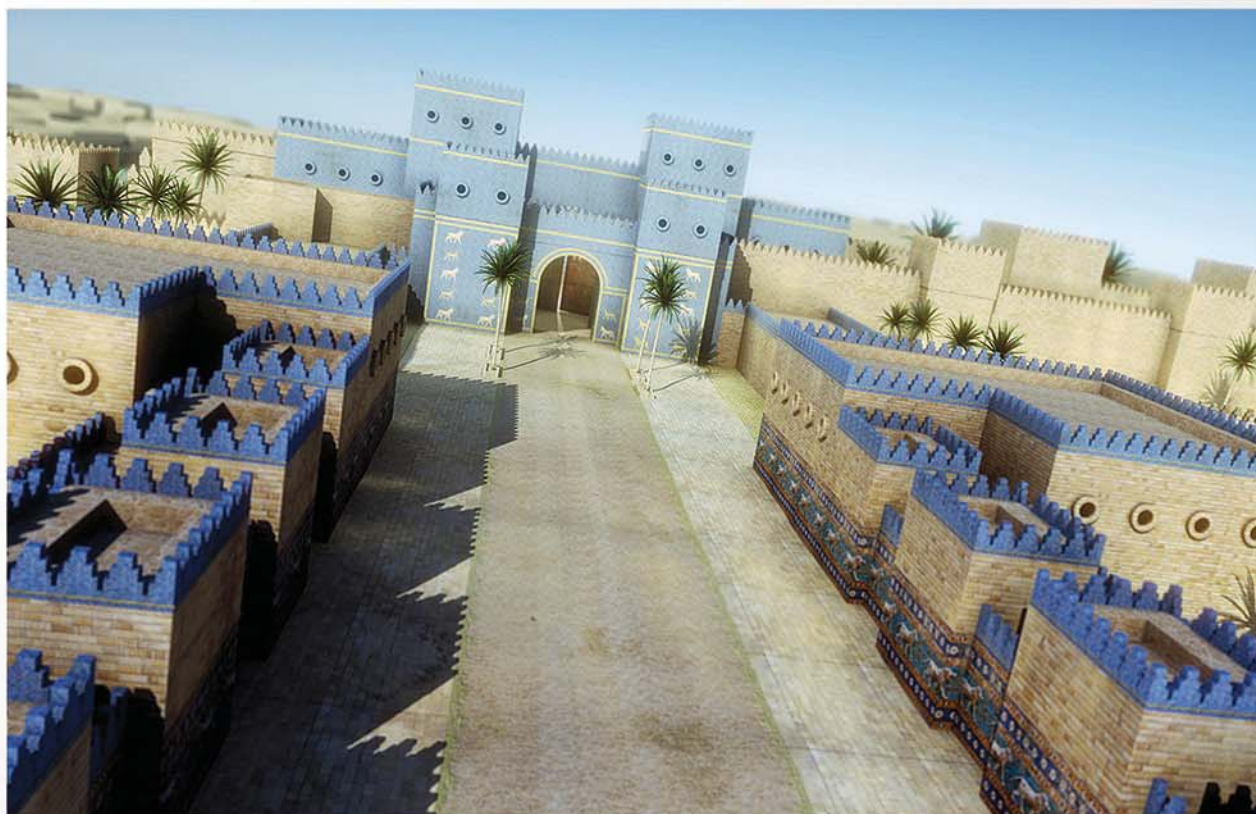
El Zigurat de Ur, patria de Abraham, hoy parcialmente restaurado, se construyó en el s.XXII a.C., **época Neosumeria**, protegiendo la mole del exterior con ladrillos. Canales de evacuación, consistentes en vacíos dispuestos en la masa regularmente, drenaban y aireaban el interior.

El último periodo de la civilización mesopotámica, el **Neobabilónico** (s. VII-VI a. C), duró tan sólo 70 años pero fue realmente revolucionario. En él, se llevaron a cabo grandes reconstrucciones y la propia capital -Babilonia- fue ampliada y sólidamente fortificada. Los edificios públicos se concentraban alrededor de una Vía Procesional elevada, que conducía desde la Puerta de la diosa Ishtar, al Zigurat *Etemen-an-ki* (*fundación del cielo y de la tierra*), orgullo de la ciudad, y el más famoso, al identificarse con el mito bíblico de la Torre de Babel.

En este periodo, los albañiles utilizaron el **ladrillo** de modo sistemático y relevante, recibéndolo generalmente con mortero de betún. Pero no sólo lo emplearon con forma plana, paralelepípedica, sino también **en relieve**; y tanto en su color, como con acabado **vidriado**¹ y policromo.

Así se puede ver en las **murallas de Babilonia**, la mayor obra de fortificación nunca vista, pues según las medidas que da el historiador griego Herodoto, su altura era de unos 89m y su anchura, de cerca de 25m, posibilitaba que por ella pudieran circular cuadrigas.

¹ Técnica heredada de los asirios que generalmente se obtenía dando al ladrillo una capa de barniz de cuarzo pulverizado calentándolo con un poco de agua.



Puerta (doble) de la diosa Ishtar abriendo la Vía Procesional. Babilonia, s. VII a.C.

También se puede apreciar en la **Puerta (doble) de la diosa Ishtar**, ejemplo de calidad artesanal y ejecución de obra exquisita. Revela la maestría en el moldeado y acabado de figuras de animales sagrados (toros y dragones alusivos a Marduk, el dios de Babilonia) de más de 2 x 1,50 m.

Del monumental **Zigurat de Babilonia**, identificado con la Torre de Babel (obra sobrehumana que, por signo de soberbia, contravenía los designios de Yahvé), apenas queda rastro. Reconstrucciones hipotéticas lo representan con 7 niveles, uno por cada planeta conocido, y exterior de ladrillos vidriados policromos.

Además de en Mesopotamia, el ladrillo tuvo una gran repercusión en muchas otras culturas y civilizaciones.

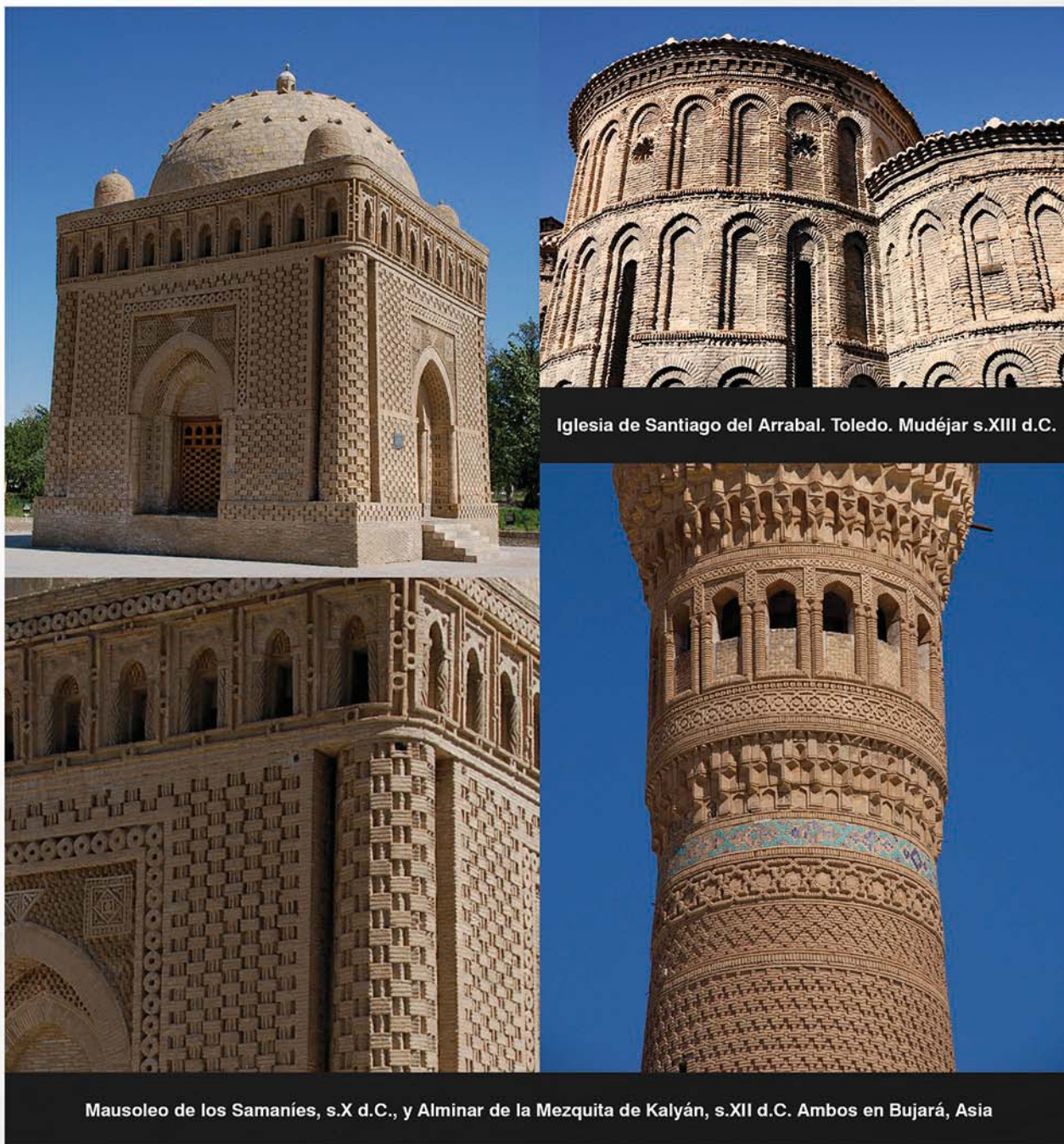
Los romanos contribuyeron de forma decisiva a la normalización del ladrillo (facilitando la tarea del albañil) y también, a regular su fabricación, de modo que fueron pioneros en implantar lo que, posteriormente, se convertiría en un estricto control de calidad.



Animales sagrados (dragón y toro) de la puerta de Ishtar. Ladrillo moldeado, vidriado y policromo



Ladrillos romanos (*opus latericium*)



Iglesia de Santiago del Arrabal. Toledo. Mudéjar s.XIII d.C.

Mausoleo de los Samaníes, s.X d.C., y Alminar de la Mezquita de Kalyán, s.XII d.C. Ambos en Bujará, Asia

Los albañiles islámicos, de forma brillante e imaginativa, llevaron al límite el arte de “animar” una superficie por medio de elementos en relieve.

Esta “animación”, generalmente a base de motivos caligráficos o geométricos, la conseguían gracias a los diferentes modos de colocación y, en su caso, manipulación previa de las piezas, así como a la combinación del ladrillo tosco con el ladrillo esmaltado.

Una de las aportaciones más innovadoras aparece en el **Mausoleo de los Samaníes**². En éste edificio, se produce una adecuación perfecta entre la función constructiva y la función decorativa del ladrillo, entre técnica y motivo.

Jugando con la oposición entre los ladrillos en avance y en retroceso, salientes y rehundidos, los albañiles hicieron del muro construido una superficie donde la luz y la sombra crean efectos de trama a imagen del tejido o de la cestería. Básicamente, las variaciones se producen sobre el principio de repetición, en movimientos de traslación o giro.

Estos elementos propios del arte islámico se fundieron con los caracteres románicos o góticos de la España cristiana medieval, dando lugar al **mudéjar**.

² Obra maestra de Bujará, considerada la construcción musulmana más bella del s. X d.C.

EL CANTERO Y EL ALBAÑIL EN LA ACTUALIDAD

Durante gran parte de la Historia, la **diferencia** entre el oficio de cantero y el de albañil ha sido bastante difusa.

Desde un punto de vista contemporáneo, la diferencia entre ambos oficios estribaría, básicamente, en el material que trabajan: el albañil se dedica principalmente a obras de ladrillo, mientras que los canteros a trabajos con piedra natural. A este respecto, dentro de la cantería se distinguen a su vez dos oficios: por una parte la extracción, corte y labra de la piedra, y por otra la colocación de la misma.

Hoy en día, **la cantería** es imprescindible a la hora de rehabilitar y restaurar edificios y monumentos histórico-artísticos. Los trabajos artesanos o de taller tienen gran diversidad de especialidades.

Aunque muchas de las operaciones de corte y labra, así como útiles y herramientas son casi idénticas a las antiguas, lo que demuestra lo acertado de su diseño, hoy en día se cuenta con medios mecánicos que permiten, por ejemplo, aplicar el corte por cable (hilo diamantado) o con disco de diamante manual o automático, facilitando el trabajo y mejorando la producción.



Trabajos de cantería actual, artesana o de taller

Desbaste con disco de diamante y con cincel

Por su parte, el **albañil** sigue realizando obras excelentes, extraordinariamente creativas con ladrillos y demás materiales derivados de la arcilla, piedras, bloques de cemento, morteros y pastas.

En la actualidad, el avance tecnológico y el desarrollo normativo implican que el albañil tenga que aplicar nuevas técnicas más allá de la ejecución tradicional de tabiques y muros de ladrillo, para asegurar, por ejemplo, el cumplimiento de los exigentes requisitos de aislamiento térmico y acústico reglamentados.

Asimismo, y especialmente en las obras de menor tamaño, que son las más habituales, el albañil ha de realizar trabajos de ayuda a otros oficios, e incluso replanteo y construcción de cimentaciones sencillas y zanjas para redes horizontales de saneamiento.

Aunque poco a poco se van industrializando los procesos y elementos constructivos, el mercado sigue demandando materiales tradicionales, que son percibidos como más amables y duraderos. Por este motivo, el albañil continúa siendo una figura clave en la obra de edificación.

En ambos oficios, una de las grandes aportaciones de nuestros días se ha producido en materia de **seguridad y salud laboral**, consiguiendo mejorar las condiciones de trabajo en diversos ámbitos: mejora de medios auxiliares, desarrollo ergonómico de equipos y herramientas, adecuación de procesos y cargas de trabajo, etc. En definitiva, creando un ambiente laboral más seguro.



Ejecución de obra de ladrillo



Recibido de bloque de hormigón



Trabajo de ayuda a otros oficios



Realización de zanja horizontal de saneamiento



*La multitud por sí sola nunca llega a nada
si no tiene un líder que la guíe.*

Hermann Keyserling (1890-1946) Filósofo y científico alemán

MAESTRO DE OBRA

No es posible levantar grandes obras sin una estricta jerarquía y organización. En la jerarquía más alta, los canteros y albañiles asumían simultáneamente los cargos equivalentes a arquitecto, constructor y maestro de obras.

En el siglo XI la figura del maestro de obras comenzó a consolidarse, alcanzando el mayor grado de atribuciones y prestigio en la Baja Edad Media, sobre todo en los siglos XIII y XIV del gótico europeo.

En esa época, el mundo del trabajo y concretamente el de la construcción, tenía un marcado carácter artesanal y, como tal, estaba agrupado en **gremios**¹, término que es sinónimo de **regazo**. Sus actuaciones estaban dirigidas a proporcionar a sus miembros una vía de formación en su actividad y a defenderles de la competencia, velando por su prosperidad y seguridad.

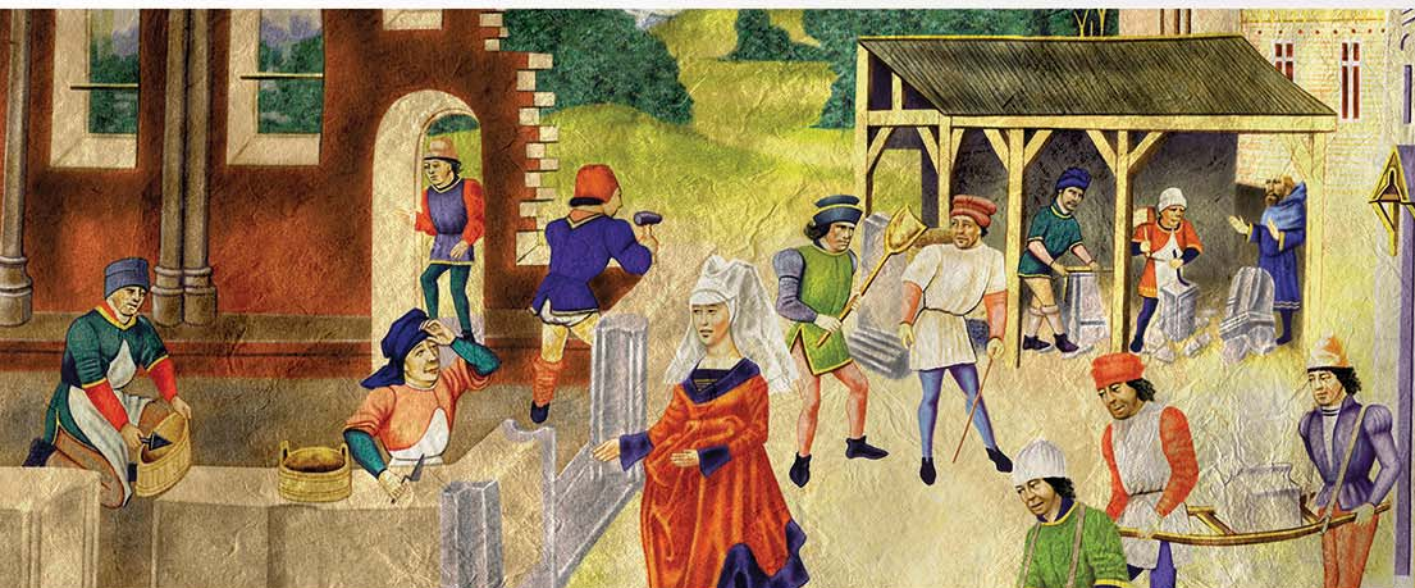
¹ Antecedentes de asociaciones profesionales en torno a un mismo oficio se remontan al Antiguo Egipto. También los podemos encontrar en Grecia y en los *collegia fabrorum* romanos



Maestro presentando sus diseños a las autoridades ante la mirada atenta de los Aprendices



Maestro con sus instrumentos principales de trabajo: el compás y la escuadra



Al fondo, la logia a pie de obra donde unos **Oficiales canteros especialistas (free mason)** trabajan a resguardo bajo la supervisión del **Maestro**



Aprendiz y Maestro. Enseñanza individualizada

Los constructores canteros o albañiles medievales, denominados masones, se organizaron en **logias**.

El vocablo logia, en su origen, hace referencia al edificio o galería exterior a pie de obra donde se trabajaba a cubierto, se debatían asuntos del oficio y se descansaba.

Regulaban la actividad laboral y la formación de sus asociados estableciendo una estricta **jerarquía** entre ellos: **Aprendices**, **Oficiales** y **Maestros**. Sus miembros se comprometían, bajo juramento, a guardar en secreto sus técnicas de construcción.

A la organización se ingresaba de oficial, pero para poder ser admitido era requisito indispensable haber sido previamente aprendiz con un maestro u oficial del gremio, y haber superado el periodo de aprendizaje tanto práctico como teórico.

Los requerimientos para pasar de una categoría a otra, e ir avanzando a la maestría (si ese era el deseo del aspirante), estaban recogidos en los llamados *estatutos* u *ordenanzas*.

Tras duro trabajo y perfeccionamiento, y después de demostrar sus cualidades y aptitudes realizando una prueba técnica (obra maestra) ante un Tribunal de Maestros (la más alta jerarquía de la Logia) se recibía el tan anhelado título de **Maestro**, con el que adquiría pleno poder y autonomía para ejercer el oficio.

Comenzaba entonces un largo peregrinaje que podía durar toda una vida, en pos de nuevos conocimientos que se adquirirían con las obras de otros maestros constructores.

Era pues, desde su inicio como aprendiz, una **formación personal**, particular, de individuo a individuo. No puede hablarse de una formación similar en todos pues estaba en función de la que tuviera aquél con quien se acordaba el aprendizaje. Por ello, aunque la categoría de Maestro no establecía distinciones, los había de todo tipo y condición. De entre los Maestros más capacitados, surgieron los *Alarifes*, *Aparejadores*, *Maestros Mayores* y *Arquitectos*.

El Maestro de obras era experto en el arte de construir y un excelente organizador. Su actividad era múltiple, pues reunía al mismo tiempo funciones de diseñador, constructor, proveedor de materiales y director de obras. A él le correspondía asegurarse de que los diferentes grupos gremiales trabajaran como un equipo de la forma más eficaz posible.

Ser Maestro era toda una filosofía y un comportamiento de vida. Lo importante era la obra a realizar para la posteridad y no la fama o el protagonismo. Por esta razón, la mayoría vivieron en el más absoluto anonimato y se desconoce quiénes eran.

Las obras de pequeña envergadura podían ser asumidas por un solo Maestro.

En las construcciones de una mayor complejidad, aparecieron una diversidad de funciones que dieron origen a distintos cargos, los cuales se organizaron de una forma jerárquica. De entre ellos el más importante era el de *Maestro Mayor* o *Director* y máximo responsable de la obra, denominado con frecuencia *Arquitecto*, utilizándose ambos términos como sinónimos.



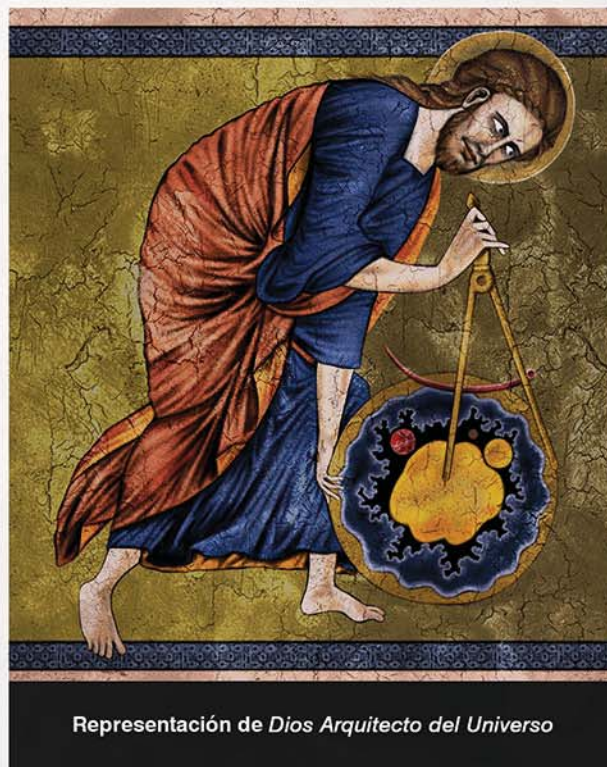
Maestros intercambiando conocimientos. Aspiración por formación permanente



Maestro dirigiendo una obra en plena ejecución



La escuadra y el compás,
símbolos identificativos de la masonería



Representación de Dios Arquitecto del Universo

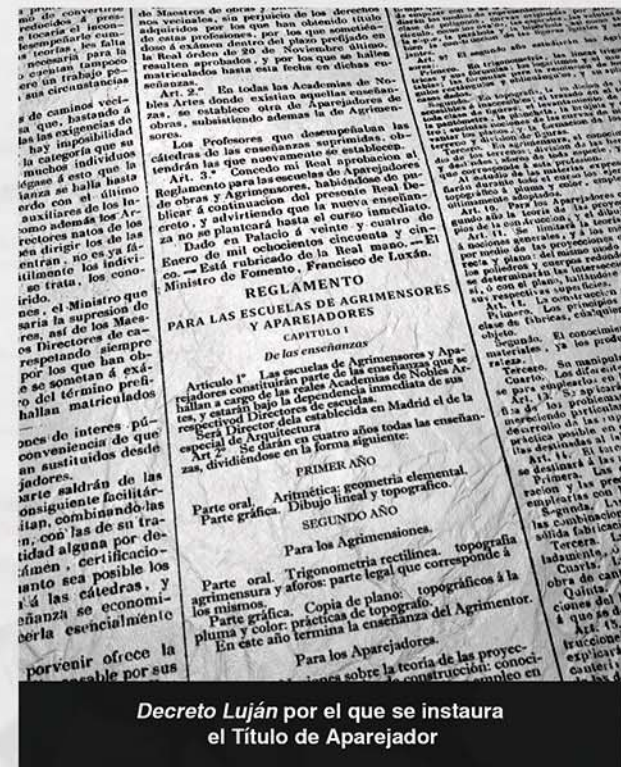
Las logias masónicas, adoptaron un conjunto de **símbolos o signos y ritos**, que tan sólo eran conocidos por los masones pertenecientes a la misma. Símbolos y ceremonias que les unían entre sí, y les distinguían del resto de las sociedades laborales llenándoles de orgullo.

Símbolos identificativos de la masonería fueron las propias herramientas de trabajo. Así, la escuadra, el compás, y el nivel y la plomada, significaban medida y equidad, estando grafiados con frecuencia en los signos lapidarios o marcas que el cantero recibía al alcanzar el grado de oficial y que tenía la obligación de reproducir en todas sus obras, con el fin de responsabilizarse de su trabajo, admitiendo su autoría.

Algunos símbolos ligaban con las corrientes de pensamiento pitagórico o hermético; tal es el caso del triángulo y el número tres. El nº 3, número perfecto, simbolizaba la armonía y era el más utilizado en todo tipo de ritos.

También enlazaron su actividad con la religión, creyendo que su trabajo era una **continuación de la tarea constructora de Dios**, como así lo expresa la figura simbólica de *Dios Arquitecto del Universo*.

Con la evolución de la sociedad y las transformaciones económicas, la mayoría de las logias de la **masonería "operativa" o profesional** dejaron de ejecutar obras materiales, comenzaron a recibir como miembros a personas ajenas al oficio



oficio (masones aceptados) y se transformaron en **masonería "especulativa" o filosófica**. Espacios de librepensamiento, tolerancia o igualdad, y fraternidad.

A lo largo del siglo XVIII y principios del siglo XIX los gremios, ya muy debilitados, fueron desapareciendo, decretándose el fin de las relaciones corporativas y la libertad de trabajo.

Tras una pérdida paulatina de atribuciones, la enseñanza de **Maestro de Obras desapareció** definitivamente en **1871**, con el *Real Decreto* de 5 de mayo, poco después de la formalización de los estudios de Aparejador en 1855, con el *Decreto Luján* de 24 de enero.

EL MAESTRO DE OBRA EN LA ACTUALIDAD

La herencia del Maestro de Obras recae en nuestros modernos encargado y jefe de obra, así como en la dirección facultativa o dirección técnica, responsables en su conjunto de garantizar que la ejecución se realiza conforme a lo proyectado.

El **encargado de obra** suele ser un profesional de la construcción con dilatada experiencia y conocedor de los distintos oficios que concurren en la misma. Requiere un importante dominio de múltiples disciplinas como topografía, replanteo, interpretación de planos, ejecución de estructuras y obras de fábrica.

Por otro lado, la figura del **jefe de obra** resulta imprescindible en la construcción actual. Habitualmente es un arquitecto técnico o ingeniero y constituye el vértice en el que confluyen los intereses, muchas veces cruzados, de los distintos agentes participantes en la obra.

Debe de poseer, además de notables conocimientos técnicos, destacadas dotes de organización y liderazgo, así como una importante resistencia psíquica. Cualidades imprescindibles para coordinar a los equipos multidisciplinares implicados.

También se le exige una excelente capacitación en la administración técnica y gestión de la obra. Tareas cada vez más exigentes pues la sociedad demanda niveles mayores de seguridad, salud laboral, calidad y cuidado medioambiental.



Encargado y Jefe de obra



Dirección Facultativa



Revisión, coordinación y organización en obra



*Aquél que quiera construir torres altas,
deberá permanecer largo tiempo en los fundamentos.*

Anton Bruckner (1824-1896) Compositor y organista austríaco

ENCOFRADOR

Se desconoce la época y el lugar exactos en los que se empleó por primera vez un encofrado. Posiblemente haya tenido su origen en el neolítico con el comienzo de las construcciones de **tapial**, o tierra apisonada.

El tapial es una técnica constructiva que sirve para realizar muros in situ apisonando tierra entre dos encofrados laterales - tapiales - que se hacen avanzar, lateral o verticalmente, según progresa la construcción.

Tapial. Procedimiento:

Tras la realización de una base (generalmente de mampostería) para aislar al futuro tapial de la humedad del terreno, se monta el encofrado, habitualmente de madera, consistente en dos tableros verticales y paralelos, sujetos con costales y agujas o travesaños. A continuación, se van vertiendo en su interior tongadas de tierra de alrededor de 10 cm. de espesor, que se van compactando por medio de un pisón. La tierra se puede mezclar con algún otro material (como grava o paja triturada) para mejorar su consistencia, lo que constituirá una variante del tapial ordinario.

Esta antigua técnica del tapial ha sido utilizada con éxito en numerosos lugares del mundo y sigue vigente, tanto para su uso en zonas rurales, como para la conservación y recuperación del Patrimonio Arquitectónico.



Alcazaba de Almería, España, s.X d.C.



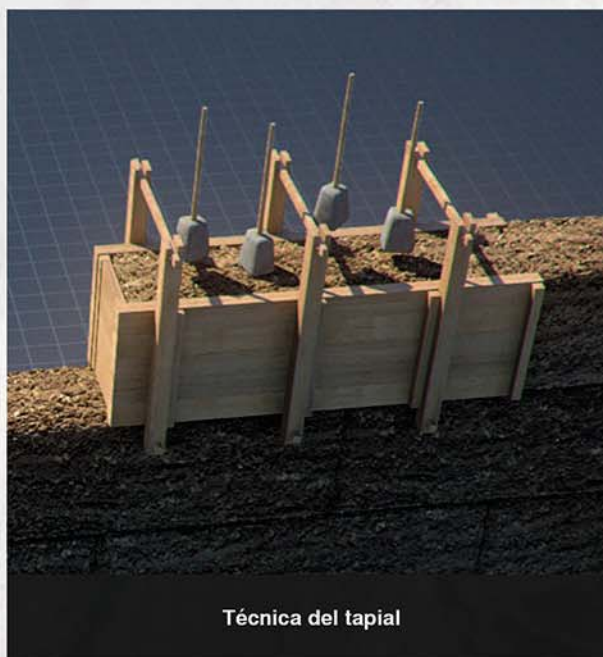
Kasbah de Marruecos, África



Rascacielos de Shibam, Yemen, Arabia



Ciudadela de Arg-é Bam, Irán



Técnica del tapial

En **España**, el empleo del tapial tuvo bastante proyección en numerosos lugares como en las comunidades de Castilla y León, Aragón, Cataluña, Comunidad Valenciana, Comunidad de Madrid, Castilla la Mancha y algunas zonas de Andalucía y Extremadura.

Fuera de nuestro país, las mayores construcciones hechas con encofrados y tapial se hallan en el norte de **África** y, la mayor parte, en **Oriente Medio**:

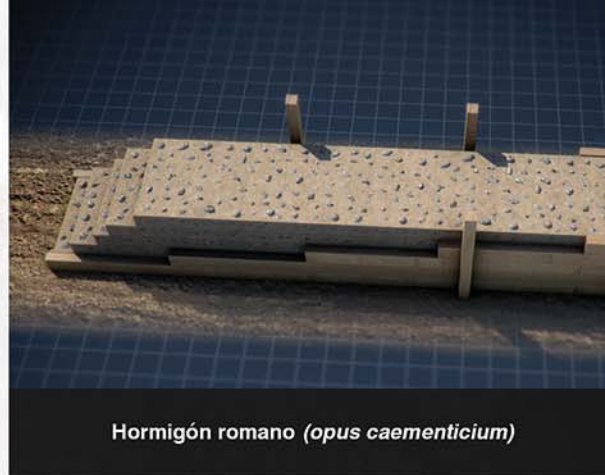
- Las más altas se encuentran en Yemen, al sur de Arabia. Claro ejemplo son los rascacielos de Shibam, llamado *el Manhattan del desierto*.
- Las más extensas se sitúan en Irán, donde se ubica la ciudadela de Arg-é Bam, la mayor aglomeración de edificios construidos con tierra arcillosa, apisonada o de adobe, del mundo; considerada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.



Gran Muralla China

El tapial también fue muy común en la antigua **China**. Uno de los ejemplos más conocidos es el de la Gran Muralla, en la que una gran parte se realizó con esta técnica, a veces completándola con adobe. La Gran Muralla sigue la configuración del terreno, recorriendo más de 8.800 Km. Fue construida, reconstruida y mantenida entre el siglo V a. C. y el siglo XVII, para proteger la frontera norte del imperio Chino de los ataques exteriores. Su formidable tamaño y la historia detrás de su construcción han hecho que sea considerada como una de las *siete nuevas maravillas del mundo*.

El uso de los encofrados junto a la técnica del tapial acabó, con el tiempo, exportándose al otro lado del Atlántico al inicio de la **expansión iberoamericana**. Esta técnica se conoce allí con el nombre de **tapia**.



Hormigón romano (*opus caementicium*)

Los romanos también se prodigaron recurriendo al encofrado en numerosas obras no sólo de tapial sino de **hormigón romano u *opus caementicium***, material nuevo y revolucionario, precursor del hormigón en masa actual aunque con materiales y puesta en obra diferentes.

El hormigón actual se compone, básicamente, de una mezcla de mortero de cemento, agua y áridos gruesos. El hormigón romano, de mortero de cal hidráulica, agua y *caementa* (piedras).

A diferencia del hormigón moderno, El *opus caementicium* se ejecutaba por tongadas, alternando la capa de mortero de cal hidráulica con la de piedra o caementa, es decir, vertiendo sus componentes por separado pudiendo posteriormente removerlos o no. (Su técnica tiene semejanza con la del tapial).

Tras la revolución industrial se desarrollaron nuevos tipos constructivos basados en el empleo de hormigón armado. Los primeros encofrados que se utilizaron para la ejecución de estos elementos se hacían de madera y se realizaban, de forma artesanal, en la propia obra. Así se han ejecutado construcciones de *hormigón visto* con numerosos detalles y encuentros de realización delicada, que han requerido una considerable habilidad, destreza y precisión.



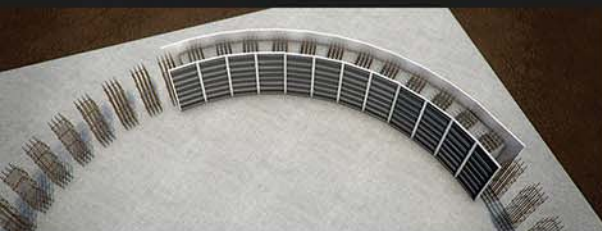
Encofrado tradicional artesanal de madera
Observatorio Monte Wilson, 1918



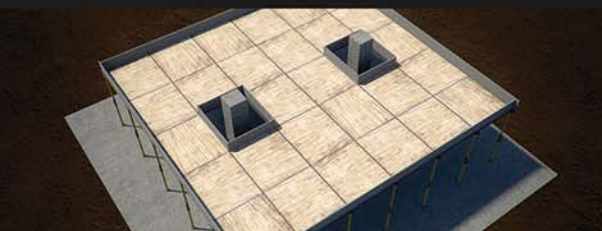
Encofrado tradicional de madera elaborado *in situ*
Obra de ingeniería



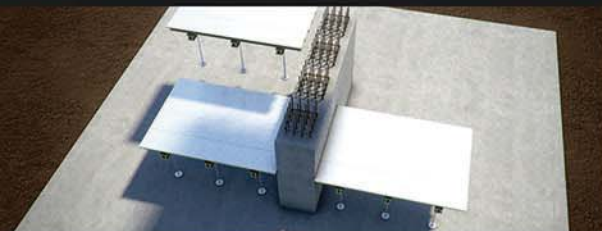
Sistema industrializado deslizante



Encofrado de forma



Sistema modular, tipo mecano



Mesas de encofrado



Encofrado a doble cara

EL ENCOFRADOR HOY

La utilización de estos encofrados tradicionales elaborados in situ tiende a desaparecer en la actualidad por su elevado coste y menores rendimientos frente al encofrado prefabricado. Sin embargo, se sigue empleando para remates y encuentros especiales.

Hoy en día los **encofrados industriales** están fabricados con diversos materiales y llegan a la obra dispuestos para ser instalados. Se pueden clasificar según distintos criterios.

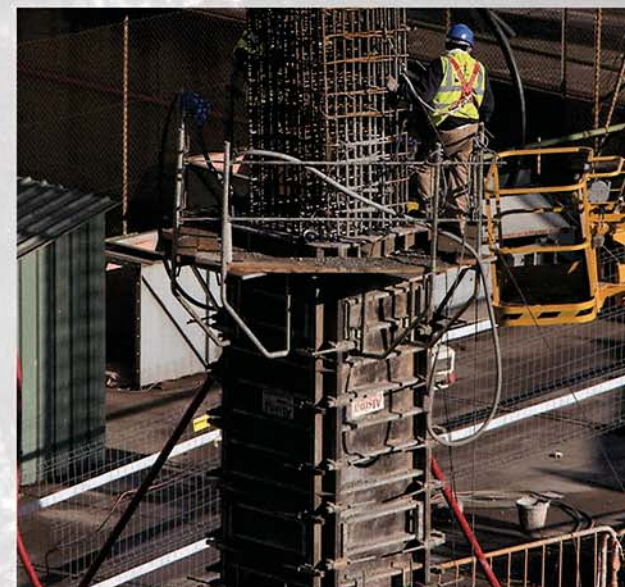
- En función del elemento a ejecutar, se dividen en horizontales y verticales.
- Según se puedan o no reutilizar, pueden ser recuperables o perdidos.
- Atendiendo a su instalación y al método empleado para la ejecución del elemento a hormigonar existen múltiples sistemas: tipo mecano, mesas de encofrado, muros a una o dos caras, trepantes, deslizantes, de forma, etc.

Así, el encofrador contemporáneo debe dominar una gran variedad de sistemas y, en muchas ocasiones, participa además en otras actividades, tales como el ferrallado y hormigonado, dependiendo del tamaño y la especialización del trabajo en la obra. Por estos motivos, este profesional está expuesto a **múltiples riesgos laborales**. Los más frecuentes son las caídas de personas u objetos, motivadas por la falta de protección de los bordes y huecos en plataformas o forjados, las roturas producidas en los mismos, o la carencia de un acceso seguro.

La prevención colectiva se puede conseguir mediante la adecuada colocación de barandillas, andamios o redes, y disponiendo de escaleras que reúnan las suficientes garantías de seguridad. En el caso de que no fuera viable la instalación de una medida de protección colectiva eficaz, o como complemento de la misma, los trabajadores deberán estar dotados de equipos de protección individual, fundamentalmente frente a caídas de altura (sistemas anticaídas).



Sistema anticaídas de perchas



Encofrado vertical



Encofrado horizontal



No todo en la vida es de un color o de otro.

Miren si no el arco iris.

Paulo Coelho. Escritor brasileño

PINTOR - ESTUCADOR

PINTOR

El arte de la pintura es, junto con la fabricación de útiles y armas para la caza, una de las habilidades más antiguas que se conocen, remontándose sus orígenes hasta el Paleolítico. Su significado era básicamente religioso.

Contemplar las pinturas policromas de las cuevas de Lascaux en Francia y de Altamira en España, ambas Patrimonio de la Humanidad, causa asombro por su calidad técnica y artística.

Los hombres prehistóricos empleaban raíces, pinceles de crines de animales, o simplemente las manos. Obtenían las pinturas aglutinando pigmentos, como tierras naturales u óxido de hierro, generalmente con grasa animal. Todo ello reaccionaba con el soporte de cal de la roca y era absorbido profundamente por ella, haciendo la pintura imborrable. Aparecieron así, de forma natural, las primeras pinturas al fresco.



Pintura rupestre de Altamira. Bisontes



Fresco mural cretense, salón del trono del Palacio de Knosos

Con el tiempo, fueron surgiendo distintas formas exitosas de diluir y fijar los pigmentos: **pintura a la cal** para acabados exteriores, **pintura al temple**, **al fresco** y **al encausto** para revestir paramentos interiores, y **pintura al aceite** sobre madera y metales.

La pintura a la cal es una pintura al agua, cuyo aglutinante y pigmento es a la vez el mismo producto: la cal hidratada o apagada. Por lo tanto, se trata de una lechada de cal en la que se disuelve el pigmento en polvo.

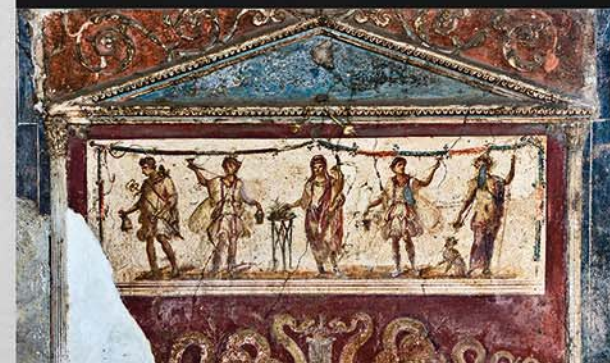
La pintura al fresco, al reaccionar químicamente con la última capa, aún húmeda, de mortero de cal, establece una unión insoluble e inalterable, capaz de desafiar al tiempo.

Los restos pictóricos de diversas civilizaciones que han perdurado a través de los siglos así lo demuestran.

Ejemplos llamativos son las pinturas **cretenses** del Palacio de Knosos, las pinturas de las tumbas **etruscas** (Tarquinia), o los frescos romanos; a veces, como indica Vitruvio, bruñidos en su última capa lo que avivaba los colores, como se puede apreciar en algunos de los restos de Pompeya.



Fresco etrusco de *Los leopardos*. Necrópolis de Tarquinia. Viterbo, Italia



Fresco romano. *Tabernae* de Pompeya. Nápoles, Italia



Fresco bizantino de *Jesús resucitando a Adán y Eva*.
Iglesia de San Salvador en Chora. Constantinopla



Fresco románico de *la Anunciación*.
Basílica de San Miniato al Monte. Florencia



Fresco bizantino de *San Cosme*.
Iglesia de San Salvador en Chora. Constantinopla



Fresco románico de *Cristo crucificado*.
Basílica de San Miguel en Altenstadt, Schongau. Alemania

El **mural Bizantino** ejerció una poderosa influencia por toda Europa, desde Asia Menor y Rusia, hasta España. La gama de colores era limitada, pero de gran profundidad, aplicados con lechada de cal, sin aglutinantes. El oro, sin embargo, se aplicaba en seco.

En la Edad Media, fue característico del **Románico** revestir con pinturas no sólo los muros y techos de las Iglesias, sino también sus grandes retablos de madera. En el **Gótico**, la importancia que fueron adquiriendo las vidrieras incidió en la reducción del espacio destinado a la pintura mural.

El momento del máximo dominio y apogeo de la técnica de la pintura al fresco fue el **renacimiento italiano**, comenzando la búsqueda de nuevos procedimientos.

El **final del barroco** es la época de las grandes telas adheridas al soporte, complicándose y degradándose el genuino fresco. Las obras resultantes fueron de gran espontaneidad pero de baja calidad, como es el caso de Versalles.

Durante los **siglos XIX y XX**, al aparecer nuevos materiales (resinas sintéticas, acrílicas y vinílicas) y técnicas, se produce un fuerte resurgimiento de las artes decorativas, con especial repercusión en la pintura mural, ampliándose las posibilidades de aplicación.

El proceso de ejecución tradicional de la pintura al fresco consta de una serie de operaciones laboriosas y delicadas:

En primer lugar, se establece la composición, dividiendo el dibujo en áreas de trabajo, jornadas, de modo que los cortes no incidan de manera agresiva en el conjunto.

- Se prepara el paramento mediante una capa base de revestimiento de jaharrado rugoso o *arricio* (rizado), consistente en mortero de cal (a veces con polvo de ladrillo, mármol o puzolana).

- Se tiende una 2ª capa de mortero denominada *intonaco*, preparada con algo más de cal, y se traslada el dibujo al paramento a partir del estarcido, espolvoreando el picado con una muñequilla impregnada en carboncillo, negro de humo u hollín, sobre el revoque húmedo.

- Se aplica la capa pictórica, por veladuras o por empaste, de modo que los colores queden incorporados a la masa del revestimiento (*intonaco*) aún fresco.

Sucesivamente se va repitiendo el proceso hasta completar el conjunto propuesto.



Fresco mural del renacimiento italiano. Capilla Sixtina
El juicio Universal de Miguel Ángel, s.XVI d.C.



Detalle fresco *La creación de Adán*
de Miguel Ángel. Bóveda Capilla Sixtina



Fresco barroco en la bóveda del salón de los espejos. Palacio de Versalles, Francia, s.XVII d.C.

La pintura mural figurativa al fresco ha sido un formidable vehículo de comunicación de mensajes religiosos o laicos. Ha necesitado de la participación o colaboración de un conjunto de personas sin las cuales no se hubiera llevado a término: el gobernante, mecenas o patrocinador de la obra, el pintor y sus ayudantes, los peones y los albañiles. Dicha colaboración respondía a las necesidades operativas, pero también era una ocasión para dar forma y color a las ideas de una cultura colectiva vinculada a un tiempo y a un lugar.

ESTUCADOR

No obstante, el revestimiento mural más ampliamente extendido por el mundo a lo largo de la historia, tanto al exterior como al interior, ha sido el **estuco**, fundamentalmente por aportar un acabado de gran calidad, imitando cantería o mármol.

En civilizaciones como Egipto o Grecia, el estuco se utilizó con la doble misión de protección y acabado decorativo del paramento pétreo.

En algunas edificaciones de Roma o del Islam, se empleó, además, para cubrir y enmascarar una obra de factura tosca o pobre, transformando su apariencia y produciendo la ilusión de riqueza.

El estuco es, básicamente, la manipulación de pasta de yeso, o de cal, amasada con agua de cola. Opcionalmente, se le puede añadir polvo de mármol, pigmentos y aditivos variados.

Al componerse de materiales modestos, aunque de excelente calidad y molidos lo más finamente posible, debe su aspecto de lujo a la acción de los estucadores, quienes lo pueden trabajar **liso**, en **relieve** (moldeado, labrado), o **esgrafiado**, combinando ambas técnicas¹.

En la arquitectura islámica, el arte del estuco alcanzó la cumbre de elegancia, refinamiento y virtuosidad técnica. Así, la Alhambra de Granada del periodo nazarí, último brillo islámico en España, se presenta como un Palacio de estuco labrado o calado. Por medio de este uso extremo del estuco, la arquitectura se hace adorno y la ornamentación, construcción.

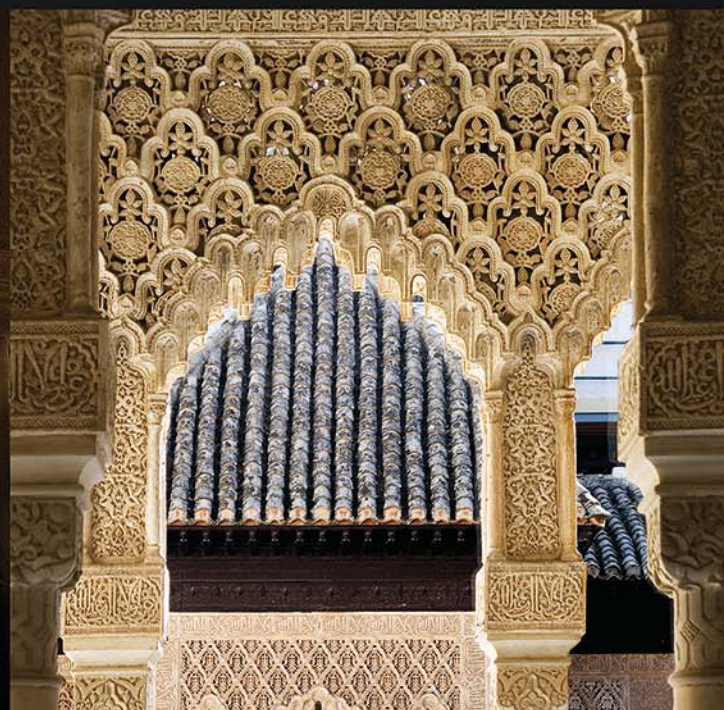
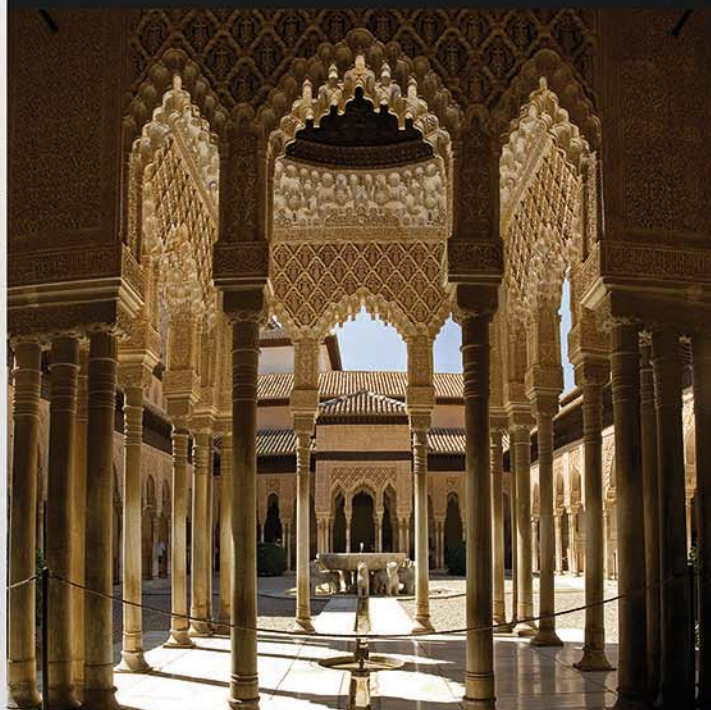
¹ Es decir, superponiendo capas de diferente color y textura de modo que la que sirve de fondo salga al exterior al raspar parte de la capa superficial.



Estuco liso
Ilustración de *Triclinium* (comedor principal) de casa romana



Estuco esgrafiado
Fachada del Palacio de Cascales, Segovia, finales s.XV d.C.



Estuco en relieve. La Alhambra de Granada, s.XIV d.C. Patio de los leones
Motivos geométricos, caligráficos y mocárabes

EL PINTOR – ESTUCADOR EN LA ACTUALIDAD

Las pinturas y estucos hoy día, siguen teniendo la misión de proteger y mejorar la base sobre la que se aplican.

El oficio de pintor continúa siendo un trabajo realmente complejo. Debe preparar y realizar revestimientos con **papel** y con una **amplísima gama de pinturas** (incluyendo barnices y esmaltes) sobre cualquier tipo de superficie, así como realizar mediciones y presupuestos, organizar materiales, medios y equipos para la correcta ejecución de los trabajos en condiciones plenas de seguridad y salud.

Las más habituales en el acabado de paramentos exteriores son la pintura al silicato o pintura mineral, al cemento y la pintura plástica. Ésta, también para interiores y, dado su gran desarrollo, también se denomina pintura hidrosoluble.

El empleo de la **pintura a la cal** y **al fresco** ha quedado restringido a obras de restauración y precisa de la intervención de personal especializado.

Igualmente ocurre con los **nuevos productos** que utilizan resinas sintéticas con finalidad equivalente a la de los acabados tradicionales: pastas y revocos plásticos, marmolinas e imitaciones de **estucos** que, aunque difieren sustancialmente de los antiguos, siguen requiriendo para su correcta aplicación de trabajadores habilidosos y expertos.



Imprimación del paramento



Tratamiento previo del producto



Aplicación de estuco sintético



Técnica de restauración



*Trasladar la belleza del interior al exterior
es cualidad de artista.*

Anónimo

SOLADOR - ALICATADOR



Losas de piedra en acceso al Templo de Philae, Egipto



Losas de piedra en calle de Pompeya, Nápoles



Pavimento de mármol en el Panteón de Roma, s.II d.C.



Ladrillos de canto y en espiga



Pavimento de mármol en la Villa Adriana, Tívoli, s.II d.C.

SOLADOR – (MUSIVARIO) - ALICATADOR

Desde muy antiguo, y allí donde era posible, la manera más sencilla de garantizar la firmeza y calidad de un **suelo** ha consistido en cubrirlo con **losas** de piedra asentadas sobre una capa preparatoria de arena o de gravilla.

Los romanos utilizaron de forma continua e insistente este procedimiento.

- En las calles, áreas públicas y espacios privados situados a la intemperie emplearon **losas de piedra dura** y, ocasionalmente, **losas de cerámica** o bien, **ladrillos** dispuestos de canto y colocados en espiga, con el fin de disminuir el desgaste.

- En el interior, las estancias de los edificios públicos o de la arquitectura residencial podían revestirse con delgadas placas de **mármol**, combinadas a veces con otros tipos de **piedra** (granito, pórfido...). Su colocación podía presentar numerosas variedades, tanto por la forma y tamaño en que se podían recortar las piezas, como por sus diferentes composiciones, geométricas o figuradas.

Ejemplos de estos pavimentos ejecutados con gran maestría y esmero los podemos encontrar en edificios como el Panteón de Roma, la Villa Adriana de Tívoli, el Palacio Flavio, o en las viviendas de Ostia (Casa de Eros y Psique) y Pompeya (Casa del Efebo).

Sin embargo, la forma de recubrimiento de suelos más extendida en Roma fue el **mosaico** de teselas, pequeñas piezas aproximadamente cúbicas, generalmente de **piedra**, con cuya combinación - geométrica o figurativa - el musivario, mayoritariamente anónimo, demostraba su habilidad artística.

Muchos de los mejores y más conocidos ejemplos proceden de Pompeya. Aparecen en las casas más importantes y servían como claro símbolo de riqueza y estatus.

El famoso mosaico de *Alejandro* de la Casa del Fauno, trasladado al museo de Nápoles y del que recientemente se ha terminado una réplica exacta, adornaba el suelo de la casa. Constituye uno de los hallazgos más importantes de la ciudad.

El mosaico¹ etimológicamente significa "obra inspirada por las Musas", quizá porque antiguamente se consideraba que un arte tan sublime sólo podía estar realizado por artistas inspirados por ellas.

Aunque la obra de mosaico adquirió importante difusión en época del Imperio romano, su origen es antiquísimo y ha tenido amplio desarrollo en numerosas culturas, siendo aún apreciada en la actualidad.

¹ En su origen es una obra compuesta de piedrecillas, terracota, madera o vidrios de varios colores. Por extensión, se llama mosaico a cualquier obra realizada con fracciones diversas.



Mosaico romano de *Dionisos y las estaciones*
Volúbilis, Marruecos, s.III d.C.



Mosaico romano de *Alejandro* (vista parcial). Casa del Fauno, Pompeya, s.I a.C.



Teselas de piedra, detalle



Mosaico griego de guijarros. *La caza del león*, Pella, Macedonia, s.IV a.C.

Los primeros mosaicos pavimentales fueron **de guijarros** y probablemente griegos, inspirados por sus contactos con Oriente, si bien no cabría descartar su fácil creación espontánea que ha mantenido este procedimiento vigente hasta nuestros días. Los guijarros se colocaban según una composición geométrica o bien formando siluetas cada vez más precisas.

Un buen ejemplo son los restos de la época de Alejandro Magno encontrados en Pella (Macedonia), su ciudad natal, donde algunos contornos son delimitados con tiras de plomo incrustadas (mosaico de *la caza del león*).

Posteriormente, los artífices griegos comprobaron que fraccionando los guijarros conseguían una superficie plana, más adecuada para la realización de un suelo y, al afinarse la talla se llegó a la **tesela de piedra**.



Detalle. Guijarros delimitados con tiras de plomo



Mosaico paleocristiano del *sepulcro de Ampellius*, Tarragona, s.V d.C.



Mosaico bizantino en la *Basilica de Santa Sofía de Constantinopla*, s.VI d.C.

Con el paso del tiempo, el arte musivario se fue desarrollando y cada época aportó un estilo y unos materiales diferentes.

La pujanza del cristianismo primitivo hizo desarrollar un arte parietal que, libre de la funcionalidad del pavimento, utilizaba **teselas de pasta vítrea**, lo que implicó un gran cambio tanto técnico como artístico en la realización del mosaico.

Los bizantinos también trasladaron el mosaico a las paredes e introdujeron nuevas técnicas, como las **teselas de vidrio** coloreado, o incoloro con láminas de **oro** o **piedras semipreciosas** incrustadas.

Los islámicos, herederos de la tradición bizantina, fueron en principio grandes amantes del mosaico de teselas, como puede apreciarse durante el califato Omeya en edificios como La Cúpula de la Roca, en Jerusalén, o La Gran Mezquita de Damasco, pero no consiguió arraigar. Con la llegada al poder del califato Abasí, y traslado de la capital a Bagdad², lo fueron abandonando, sustituyéndolo por el **mosaico de ladrillo** y, sobre todo, por el de **azulejo**, técnicas ambas que requerían una dilatada experiencia y cualificación.

² Se inició una recuperación de los valores persas y de toda su tradición constructiva. Samarra destacó como el centro más fecundo de la producción cerámica de todos los tiempos.

La **técnica del mosaico de azulejo**, llamada también *trabajo de implantación*, consistía en cuatro operaciones fundamentales:

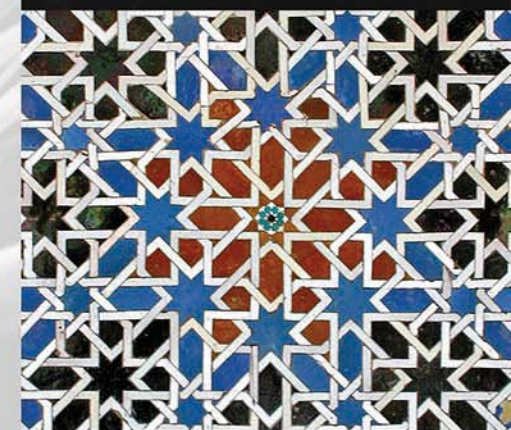
- 1 - **Cocción específica** de azulejos monocromos de diversos colores.
- 2 - **Corte** con azuela según el modelo suministrado, afinando las piezas con lima.
- 3 - **Adaptación** boca abajo, sobre la plantilla trazada en el fondo de la caja que definía la loseta de alicatado, y vertido de la pasta de yeso.
- 4 - **Traslado** al soporte a decorar.

Con el predominio de los motivos geométricos (*lacerías*) se logró una mayor sistematización y standarización del proceso (corte de piezas iguales), surgiendo lo que en España y Magreb se denominó **técnica del Zellij**.

El azulejo islámico se colocó también sin fraccionar en suelos y paredes, apareciendo el **alicatado** de pavimentos y la cerámica mural. Los motivos se pintaban directamente sobre las baldosas de cerámica vidriada. Al ser todos los tintes sometidos a la misma temperatura de cocción, no podían rivalizar con la intensidad cromática del mosaico de azulejo, pero, al simplificarse el proceso, la ganancia en rapidez de ejecución y economía fue notable.



Mosaico de azulejo. *Atauriques*



Mosaico de azulejo. *Lacerías (Zellij)*



Cerámica mural de azulejos

EL SOLADOR - ALICATADOR EN LA ACTUALIDAD

Hoy en día, el solador - alicatador embellece los suelos y paredes de nuestros hogares, y las aceras y plazas de nuestras ciudades, haciéndolos también más limpios y duraderos.

Al igual que nuestra vivienda refleja nuestra personalidad en sus suelos y paredes, una ciudad lo hace por medio de los solados de sus aceras y calles.

En la actualidad, el solador - alicatador puede revestir un suelo o una pared, no solo con azulejos o cerámica vidriada, sino con otros tipos de materiales más resistentes y duraderos como las baldosas de gres y semigres.

A pesar de la aparición de ingente cantidad de nuevos materiales, la baldosa cerámica vidriada, con su amplia gama de colores, dibujos, texturas y tamaños, continúa siendo uno de los modos más prácticos de proporcionar una superficie atractiva, resistente, duradera e impermeable.

Sin embargo, el alicatado no es tan sencillo como podría parecer a simple vista; sigue requiriendo mucha destreza, paciencia y atención para obtener un resultado excelente.



Ejecución de solado de ladrillo



Solado con baldosas de gres



Mostrario de productos



Recibido de plaqueta cerámica



*A buen camino,
buen andar.*

Anónimo

OPERARIO COEX

OPERARIO COEX

(COnservación y EXplotación de carreteras)

Desde tiempos remotos y en los más variados lugares del mundo, han existido senderos, rutas de caravanas y caminos para el transporte con ruedas o carreteras. Construcciones todas ellas, que reflejan los esfuerzos combinados de importantes grupos de población, organizados y motivados generalmente por un poder fuertemente centralizado.

Ejemplos destacados podrían ser:

- **la Calzada Real Persa** que, como nos describe Herodoto, conectaba Susa, Sardis y Persépolis, a lo largo de 2400Km., en época de Imperio Aqueménida (s.VI a.C.), o bien.
- la red de caminos que cubrían **la Ruta de la Seda**, iniciada en el s. II a.C. Unía Oriente y Occidente, y era una de las principales del mundo Antiguo.

Pero no fue hasta los **romanos** cuando la construcción de calzadas se convirtió en una empresa de enorme magnitud. Con el objetivo de comunicar Roma con los confines del Imperio y las ciudades importantes entre sí, trazaron una vasta red de vías que cubría decenas de miles de kilómetros. Las calzadas, pensadas primero para uso militar, fueron el origen de la expansión económica y cultural del Imperio (*la romanización*) y después de su final, facilitaron - tras el debilitamiento de sus fronteras - las grandes invasiones los pueblos *bárbaros*.



Ruta de la Seda, iniciada en el s.II a.C.



Vía Appia, s.IV a.C.



Tramo de la Vía Appia

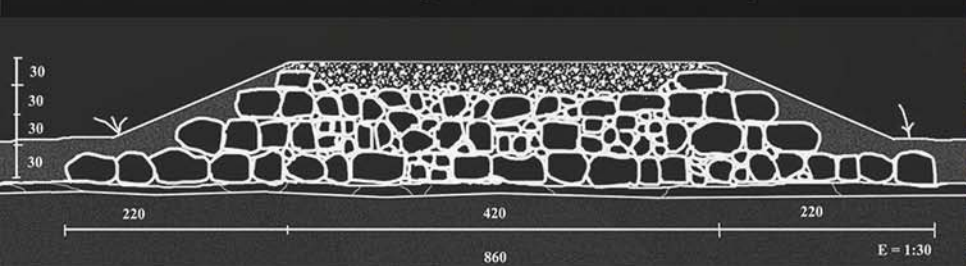
Siempre que era posible discurrían en tramos rectos, una forma eficaz de desplazar las legiones entre largas distancias y transportar mercancías en poco tiempo.

La calzada romana más famosa (llamada *Reina de las Calzadas*) es la **Vía Appia**, la más antigua de trazado organizado y sistemático, pues otras la habían precedido pero con trazado sinuoso.

Fue construida durante la República, en el 312 a.C. y sobrevive manteniendo aún su enlosado original durante largos tramos. Sin embargo, no se la puede considerar como un ejemplo típico de calzada romana pues las carreteras, aunque se remataban con esmero, no se solían terminar con ese impresionante pavimento, más propio de las calles de las ciudades.



Vista de una vía romana típica. Corresponde al tramo denominado *Calzada de los Peregrinos*, en la vía conocida como de Italia a España, desde Milán a León, en la provincia de León



Miliario en Éfeso, Turquía

Principales calzadas romanas

Sección estructural habitual. Ésta, corresponde a la vía romana de Astorga a Aquitania, en la provincia de Burgos

El trazado y estructura de las calzadas romanas suponía una gran obra de ingeniería. Los paquetes de firmes con los que se dotaba a las carreteras eran excelentes para soportar las cargas y el tráfico rodado. No sólo se proveían de una gruesa y potente explanada, sino que eran acabadas en superficie con diversas capas de grava, arena y gravilla, sobre las que se colocaba el revestimiento, normalmente de guijarros apisonados, lo que constituía una eficaz capa de rodadura.

Cuando la orografía era difícil y el terreno montañoso, se desarrollaba la carretera tanto como hiciera falta para que las pendientes, verdaderas condicionantes del transporte de las cargas, no alcanzaran los valores máximos admisibles para este fin, normalmente entre un 6 o un 8 %.

Cada mil pasos se situaban los **miliarios**. Además de las distancias, los miliarios podían ofrecer otras informaciones como, por ejemplo, el emperador bajo cuyo mandato se construía la calzada.

Como nos enseña Cicerón, Roma disponía de una administración a cargo de los censores, pero en la época imperial, sobre todo a partir de Domiciano, era el emperador quien decidía la creación de calzadas y de las obras públicas.

Con la calzada se creaban los servicios indispensables a los viajeros, es decir, las posadas o *Tabernae*. Algunas de estas edificaciones desaparecieron totalmente, otras se transformaron en plazas fuertes o bien se han convertido en núcleos urbanos.

El Itinerario de Antonino, del siglo III, es la fuente escrita que mayor información nos aporta sobre la red viaria romana. Es un indicador sin mapa que proporciona recorridos con una enumeración de las mansiones y de sus distancias.

La Tabla de Peutinger, nombre de su más antiguo propietario conocido, es la fuente más famosa, un documento dibujado que no constituye un mapa en el sentido topográfico del término, sino que representa unas calzadas a lo largo de las cuales se han añadido indicaciones geográficas enumeradas cronológicamente.

Algunas de las carreteras actuales aprovechan las rutas de calzadas romanas. Ello testimonia su excelente trazado y su sólida construcción, si bien durante la vida de las vías romana se realizaban constantes trabajos de mantenimiento y conservación.

En España, muchas carreteras se basan en los trazados de la época de Carlos III de Borbón, quien ya en el s. XVIII impulsó la superintendencia de Caminos, Posadas y Postas y la creación del *Cuerpo de Peones Camineros*. Un siglo después, durante el reinado de Isabel II, vio la luz la *Ordenanza de Policía y Conservación de Carreteras*.



EL OPERARIO COEX HOY

Del Operario COEX depende la conservación de todas las vías que sirven de soporte al transporte y desplazamiento rodado, tanto público o privado, como de mercancías (autovías, carreteras provinciales, interprovinciales o locales).

El objetivo principal de este oficio es asegurar una circulación lo más segura, cómoda y fluida posible, a la vez que preservar el entorno y los elementos de la carretera de una forma eficaz.

Para ello se desarrollan, principalmente, actividades de conservación, señalización y ayuda a la vialidad.

Su trabajo incluye la reparación o rehabilitación de firmes y pavimentos, la ejecución de obras de fábrica y drenajes, así como todas aquellas tareas relacionadas con el entorno de la carretera y con las incidencias ocasionales que se pudieran producir en su área de influencia.



Algunas actividades del Operario COEX



*La belleza
es el acuerdo entre el contenido y la forma.*

Henrik Johan Ibsen (1828-1906) Dramaturgo noruego

TOPÓGRAFO

Desde muy antiguo el hombre ha deseado dimensionar su entorno. De este deseo nace la *Topografía*.

Las actividades que en el pasado más se aproximarían a lo que hoy se entiende por *Topografía*¹ serían la *Agrimensura* egipcia y la *Cosmografía* griega, que era una especie de topografía, de escala y alcance mucho más amplio.

Los egipcios utilizaron la *Agrimensura* para asegurar la restitución de los linderos y dimensiones de las fincas de las orillas del Nilo, inundadas periódicamente por las crecidas del río. Se atribuye a los agrimensores egipcios los primeros instrumentos para la medición y comprobación de verticalidades y ángulos. Es decir, la **escuadra**, la **plomada** y el **compás**.

¹ El término topografía tiene como raíces *topos*, que significa lugar, y *grafos* que significa descripción. La Topografía es una ciencia geométrica aplicada a la descripción de la realidad física inmóvil circundante.



Procedimiento de Eratóstenes para calcular el radio de la Tierra, s.III a.C.

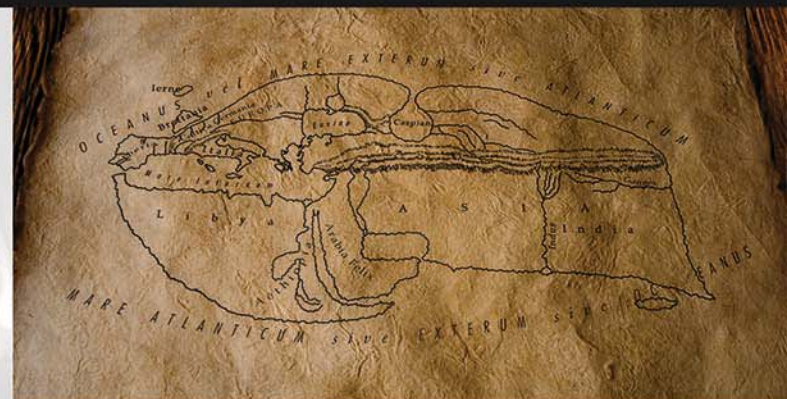
Los griegos fueron más ambiciosos. A través de su *Cosmografía* trataron de establecer la forma y dimensiones de la Tierra.

- Eratóstenes (s. III a.C.), padre de la *Geodesia*, demostró la esfericidad de la Tierra y calculó su radio. Lo logró midiendo, en el mismo día del año, la diferencia de las sombras arrojadas por un par de estacas idénticas clavadas en Asuán y Alejandría. Con este dato y con la distancia entre ambos puntos medida en pasos, logró realizar el cálculo con un error menor del 1%.

A él también se le atribuye la invención de la **esfera armilar**, instrumento bastante más sofisticado que los anteriores, con el que determinó la inclinación de la Tierra con respecto a su rotación alrededor del sol. Este último sería empleado hasta el siglo XVII, en astronomía y comprobaciones geodésicas.

- Estrabón (s. I a.C.), realizó un mapa del mundo entonces conocido alrededor de Grecia denominado *Geografía*.

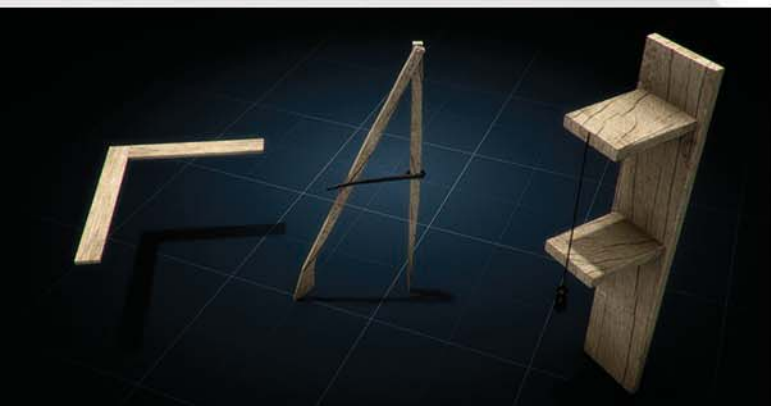
- Ptolomeo (Alejandría s. II d.C.) escribió un Tratado más general, el *Almagesto*, utilizado ampliamente a lo largo de varios siglos y que se convertiría en disciplina a partir del siglo XV.



Mapa de Estrabón (*Geografía*), s. I a.C.



Tratado de Ptolomeo (*Almagesto*), s.II d.C.



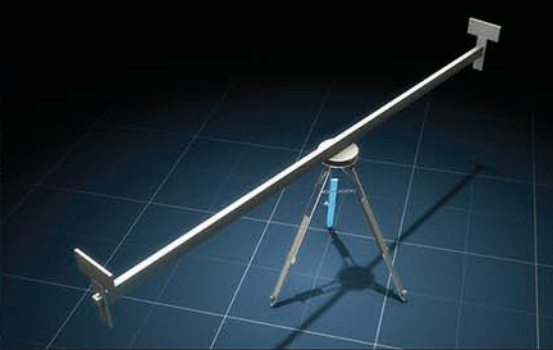
Escuadra, compás, plomada



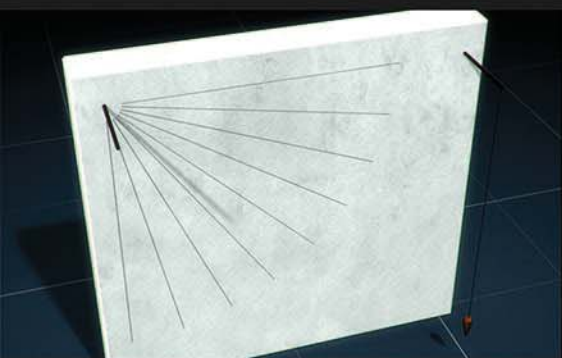
Groma



Dioptra



Corobate



Plinto



Astrolabio



Báculo de Jacob



Esfera armilar

Los romanos, mediante la invención de nuevos instrumentos (groma, dioptra y corobate) perfeccionaron la técnica topográfica hasta convertir a los topógrafos en auténticos maestros, imprescindibles para el trazado y construcción de sus colosales obras de ingeniería (acueductos, puentes, calzadas).

- La **groma** consistía en dos sistemas de plomadas que materializaban planos perpendiculares. Servía para comprobar las alineaciones y la corrección de las direcciones perpendiculares.
- La **dioptra**, basada en un nivel de agua fijo en un trípode, se usaba con una barra niveladora graduada en la que podía leerse el resultado. Se solía emplear para el replanteo de las alineaciones de las calzadas.
- El **corobate**, o mesa de nivelación, se utilizaba para comprobar si la pendiente excavada era llana o mantenía la caída correcta. Plomadas en las esquinas, o agua en la ranura central, indicaban el nivel.

A pesar de la falta de exactitud de sus instrumentos y de que no dispusieron de mapas fiables a escala ni de brújulas, los romanos, a través de sus conocimientos trigonométricos, llegaron a proyectar complejos trazados para sus calzadas, parcelaron extensiones con gran precisión y lograron rutas casi imposibles para sus acueductos, donde la exigencia del trazado y de las pendientes era extrema.

Hasta la invención de los instrumentos actuales, el **plinto**, la **dioptra**, el **astrolabio**, y la **esfera armilar**, fueron los más utilizados para determinar la situación geográfica de un emplazamiento.

En el Medievo, el **báculo de Jacob** fue muy popular, para medir alturas o dimensiones de objetos.

TOPÓGRAFO ACTUAL

La *Topografía* estudia el conjunto de principios y procedimientos, tanto naturales como artificiales, que tienen por objeto la representación gráfica de la **superficie de la Tierra** con sus formas y detalles. Dicha representación se realiza sobre superficies planas, limitándose a pequeñas extensiones de terreno. Sin embargo, la denominación de Geodesia se aplica a áreas mayores. Por lo tanto, puede decirse que para un topógrafo la Tierra es plana, mientras que para un geodesta no lo es.

Hoy en día la topografía resulta imprescindible para la agronomía, arquitectura, geografía, minería y múltiples ingenierías: geográfica y ambiental, catastral y geodesia, forestal, agrícola y civil.

El topógrafo actual desarrolla labores absolutamente imprescindibles, no solo en las fases de diseño y concepción de nuestras modernas obras de ingeniería sino también en el control de la ejecución.

El equipo característico del topógrafo es el **teodolito**. A través de él, el topógrafo determina los ángulos y las distancias que le permiten plasmar gráficamente la realidad.

Al habitual teodolito mecánico-óptico universal actualmente se ha incorporado el **teodolito electrónico**, la **estación total**, el **nivel láser** y la **plomada óptica**. También se puede combinar su uso con el sistema de control de la posición geográfica desde satélite o **GPS** y con el **escáner láser 3D**, equipo de novedosa implantación, que permite mediante barridos láser la digitalización tridimensional de terrenos y objetos.



Teodolito mecánico universal óptico (nivel óptico)



Estación total



Teodolito electrónico



Escaner láser



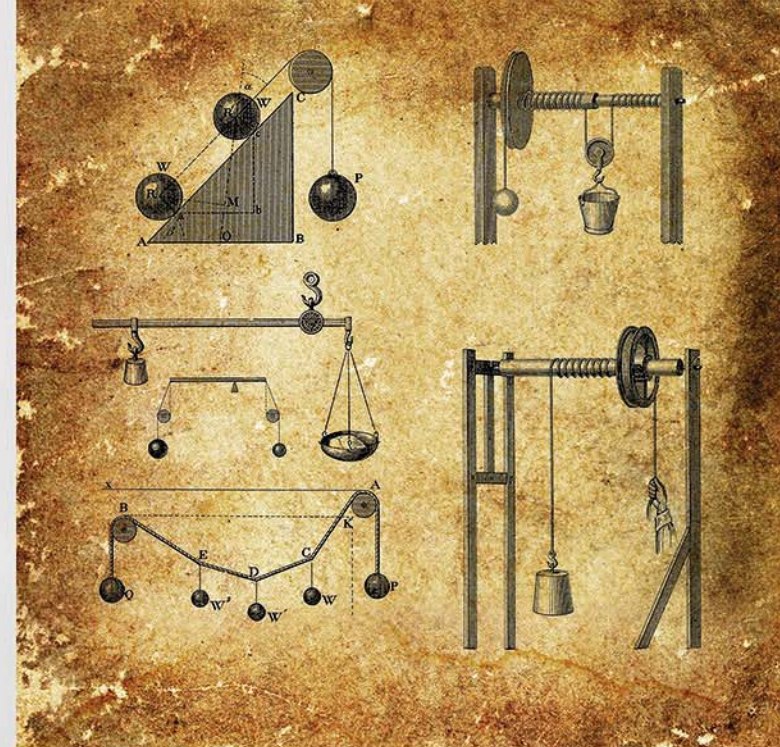
*Dadme un punto de apoyo
y moveré el mundo.*

Arquímedes (287-212 a.C.) Matemático, físico, ingeniero, inventor y astrónomo griego

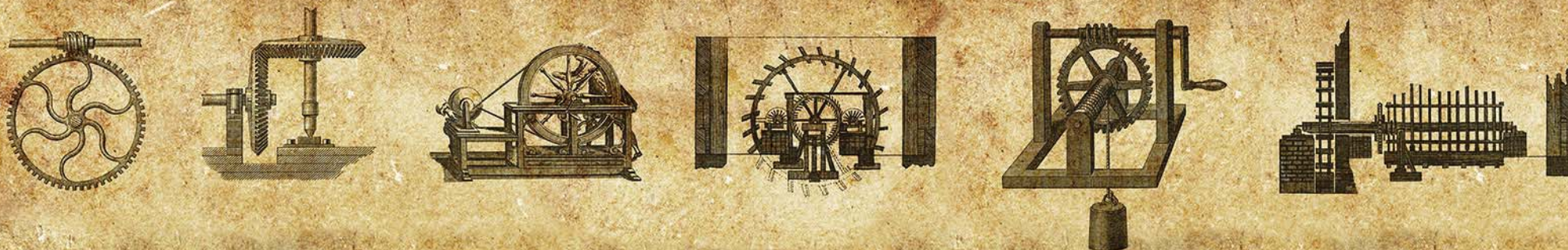
MAQUINISTA

En la antigüedad el hombre materializaba las obras con herramientas manejadas sin más ayuda que su fuerza y su destreza. Con el tiempo, comenzó a emplear máquinas, primero muy elementales o simples, y posteriormente cada vez más complejas y sofisticadas.

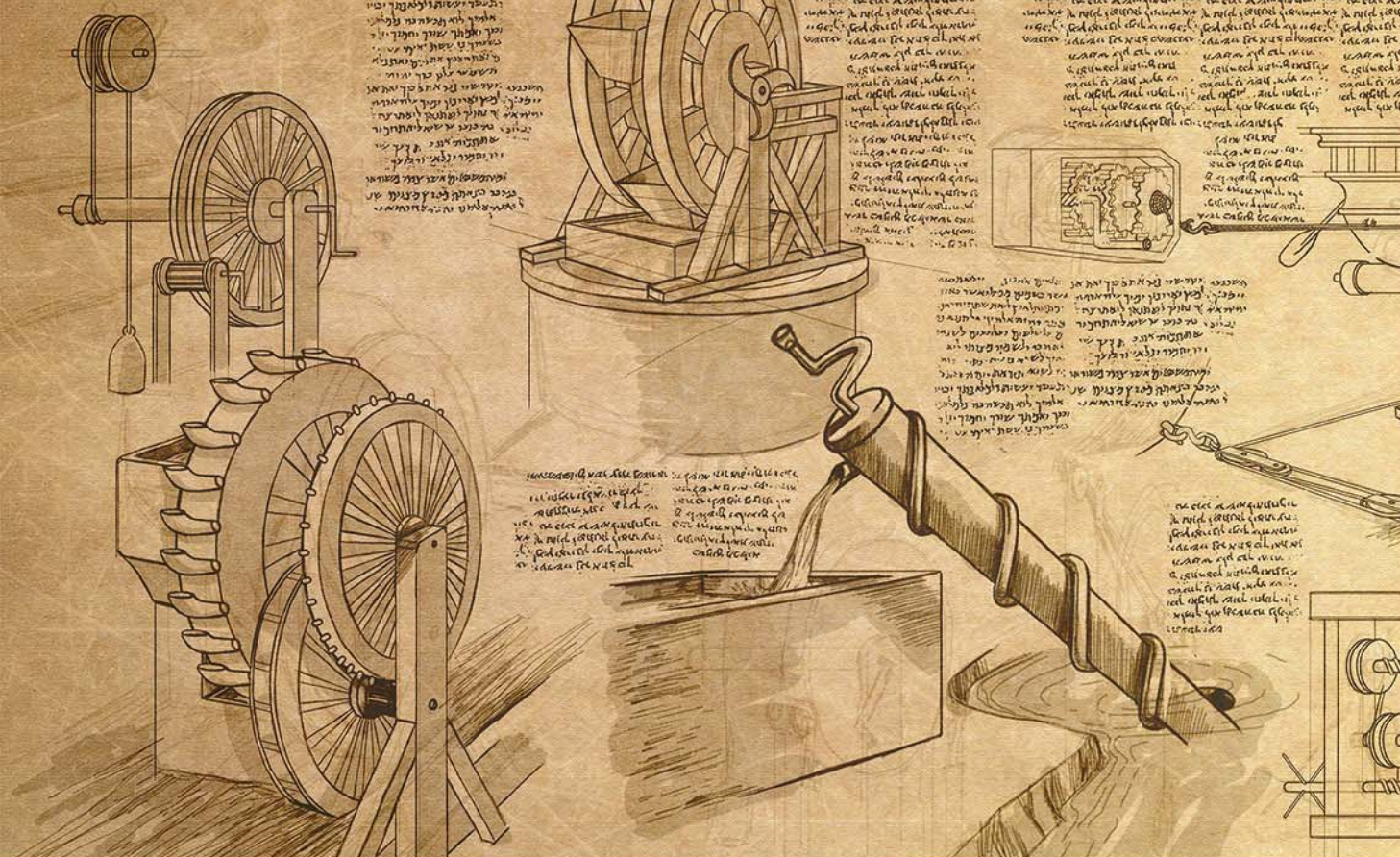
Se llaman **máquinas simples** a aquéllas que permiten multiplicar la fuerza muscular humana, posibilitando realizar un trabajo con un esfuerzo menor. Las más conocidas históricamente han sido la **palanca**, la **rueda**, la **polea**, y el **torno**, aunque otros descubrimientos primitivos como el **plano inclinado** o la **cuña** también facilitaron de manera notable sus labores más pesadas.



Máquinas simples



Máquinas complejas



Algunos inventos del sabio Arquímedes

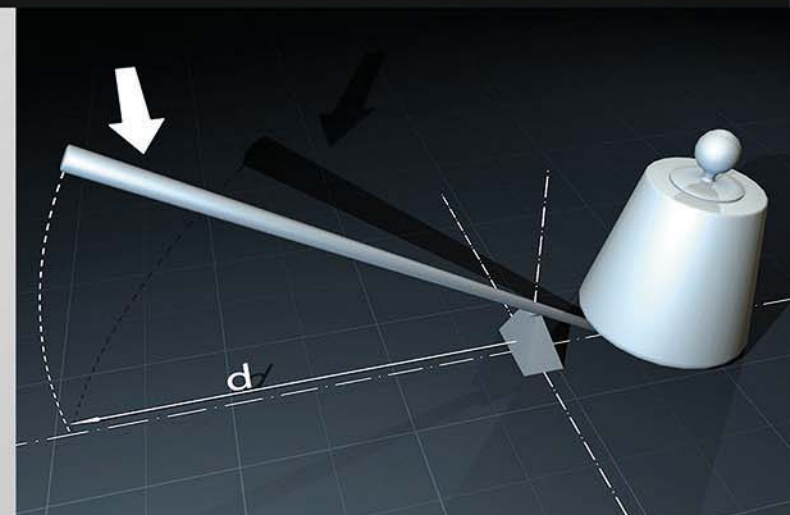


Arquímedes de Siracusa, s.III a.C.

Arquímedes de Siracusa, sabio griego del s.III a.C., fue el primero que sistematizó las máquinas simples y expuso las teorías de su funcionamiento. Famoso por sus múltiples inventos, a él se le atribuye la primera formulación matemática del principio de la **palanca**, así como la célebre cita: *dadme un punto de apoyo y moveré el mundo*.

La palanca consiste en una barra rígida que puede girar en torno a un punto de apoyo llamado fulcro. Cuanto mayor sea la distancia a la que se aplica la fuerza, menor será el esfuerzo para mover el peso. (*El producto de la fuerza por su brazo es igual al de la resistencia por el suyo*).

Se desconoce en qué momento se inventó la palanca, pero su utilización es probable que se remonte a la prehistoria. Su empleo cotidiano, en forma de cigoñal o *shaduf*, para extraer agua de un río o pozo, aparece ya en sellos cilíndricos de Mesopotamia (datados entre los s. XXV y XXII a.C, periodo Acadio) y también en el arte egipcio. Se propagó hasta Europa, China y América, y permanece hasta nuestros días. La palanca encontró una amplia aplicación en la construcción, sobre todo para mover grandes pesos.



Ley de la palanca

Otro invento importante fue la **rueda**. Data del 4º milenio a.C., pero se desconoce el lugar exacto de su aparición. Parece que se descubrió al menos en dos sitios distintos: en Mesopotamia y posteriormente en Mesoamérica. Un consenso general atribuye a Mesopotamia el origen de los primeros vehículos de transporte.

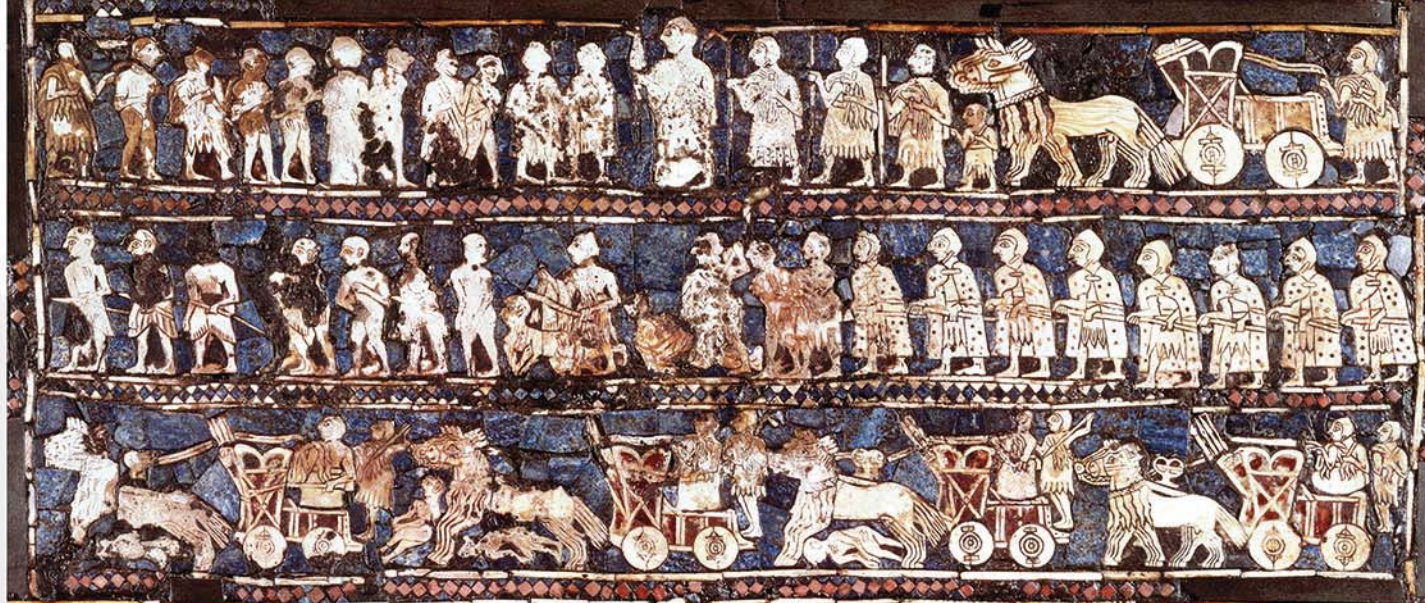
En la actualidad, la mayoría de las máquinas emplean la rueda de una forma u otra; tanto es así que resulta inconcebible la civilización moderna sin su existencia. La rueda es la base de la maquinaria moderna.

Fruto de la combinación de rueda y palanca surgió el **torno**. Consiste en un cilindro horizontal que gira accionado por una manivela conectada a su eje. A mayor longitud de la manivela, menor será la fuerza que se debe ejercer para levantar el peso.

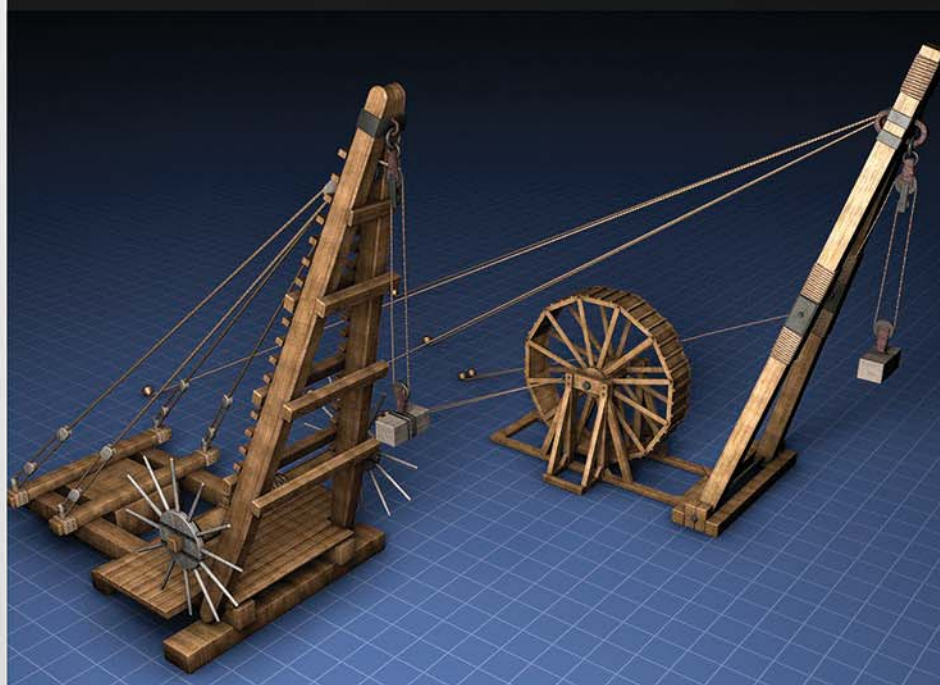
Su aplicación, el **cabrestante**, fue una de las principales aportaciones de los constructores griegos a la historia de los sistemas de elevación de cargas pesadas. Con él se consiguió solventar la necesidad de un considerable esfuerzo manual y una gran fuerza de elevación.

La invención de la **polea**, una de las contribuciones más significativas a la historia de la técnica, debió producirse en el mundo prehelénico para izar las velas de los barcos. Asociada a otras poleas da lugar al **polipasto**, otro dispositivo algo más complejo que permite multiplicar la fuerza ejercida.

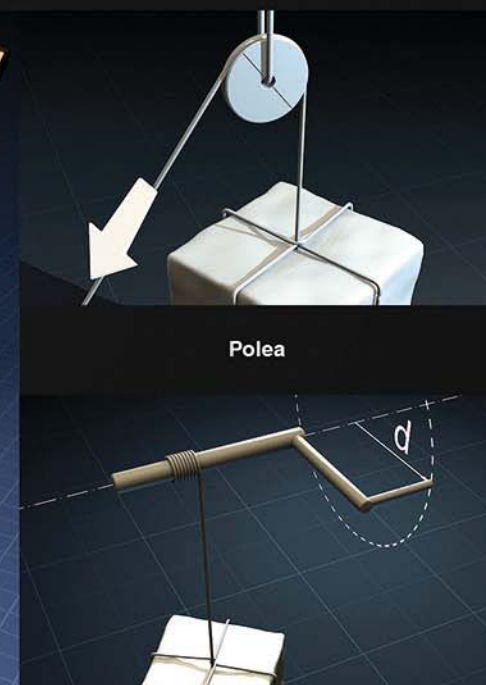
La polea o el polipasto son el elemento básico de las cabrias o grúas, máquinas que facilitan la elevación de cargas. En la antigua Grecia eran accionadas mediante *cabrestantes* y en el mundo romano mediante *hombres trepadores* o *rueda de ratón*. Estas máquinas perduraron sin apenas innovación hasta tiempos del gótico.



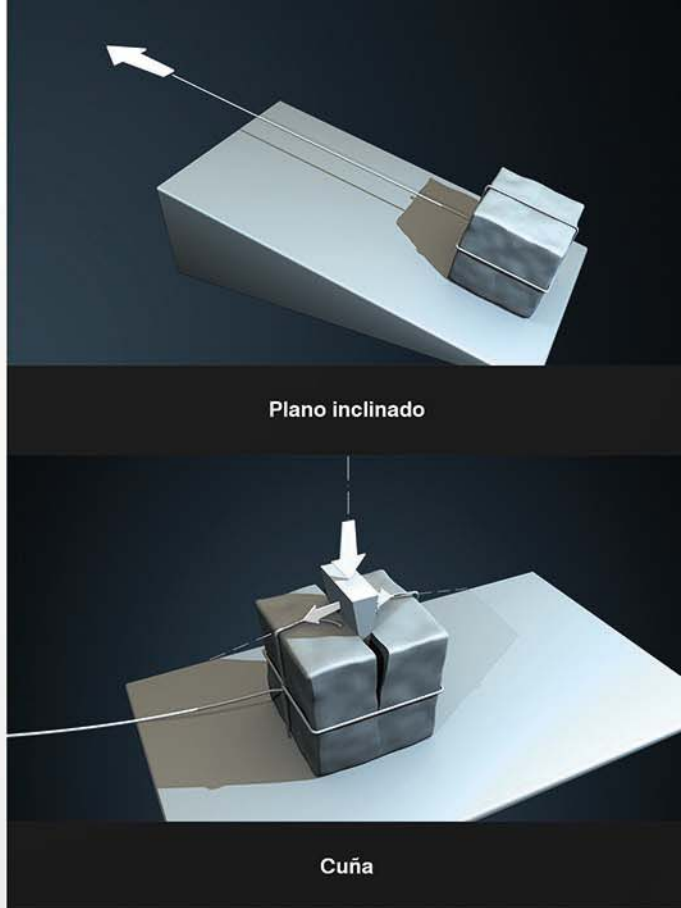
Rueda. Estandarte de Ur, Mesopotamia. Periodo sumerio, hacia s.XXVI a.C.



Cabrias con polipastos accionadas con *cabrestante* o mediante *rueda de ratón*

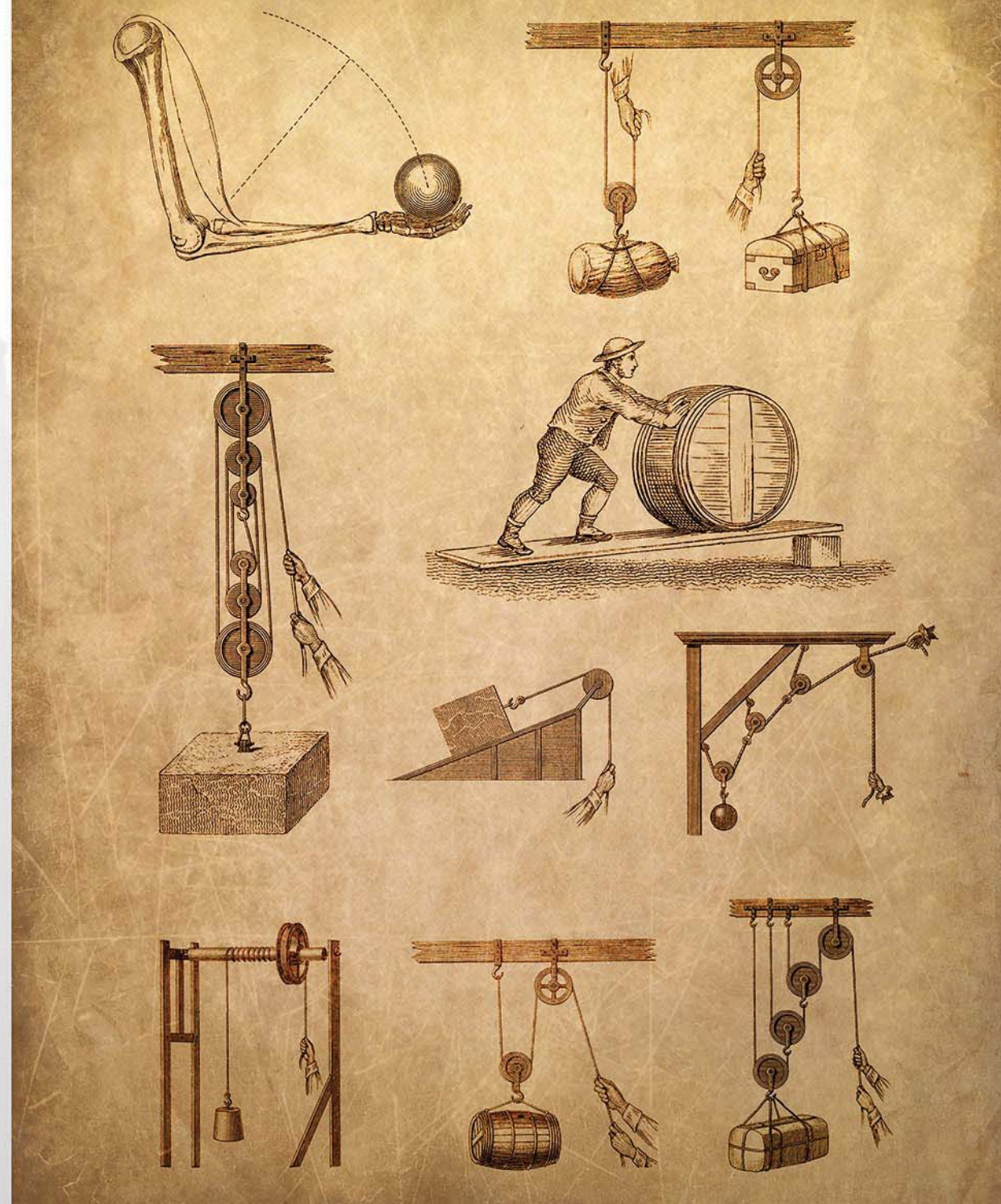


Torno



Finalmente, como complemento de los inventos anteriores, el **plano inclinado** y la **cuña** contribuyeron en igual medida a servir de gran ayuda en las labores de construcción.

Las máquinas simples encontraron multitud de aplicaciones en gran parte de las labores humanas más pesadas, durante toda la historia de la civilización, llegando hasta nuestros días. Debido a ello, al ser **el maquinista** el operario experto en manejar una máquina, podría considerarse su oficio, en su acepción más general, casi tan antiguo como el del cantero o el albañil.



Aplicación de máquinas simples en diversas labores pesadas

EL MAQUINISTA HOY

La efectividad de las máquinas ha sido tan significativa, que se ha producido una gran diversificación de ingenios. Su creciente complejidad ha llevado a la progresiva e imparable especialización de sus operarios. De hecho, el manejo de cierta maquinaria compleja, como la grúa torre y la grúa móvil autopropulsada, requiere que el operador supere tanto un curso especializado, como una prueba reglamentaria para la obtención del correspondiente carné profesional.

Las modernas y complejas máquinas de nuestros días nos asombran por su rendimiento y capacidad de trabajo. Sin embargo, estas poderosas máquinas no son más que la hábil e inteligente combinación de varios dispositivos simples manejados por el maquinista.

En el sector de la construcción se emplea una variada gama de máquinas para la realización de trabajos diversos: preparación del terreno, elevación de cargas, hormigonado, suministro de energía, etc.

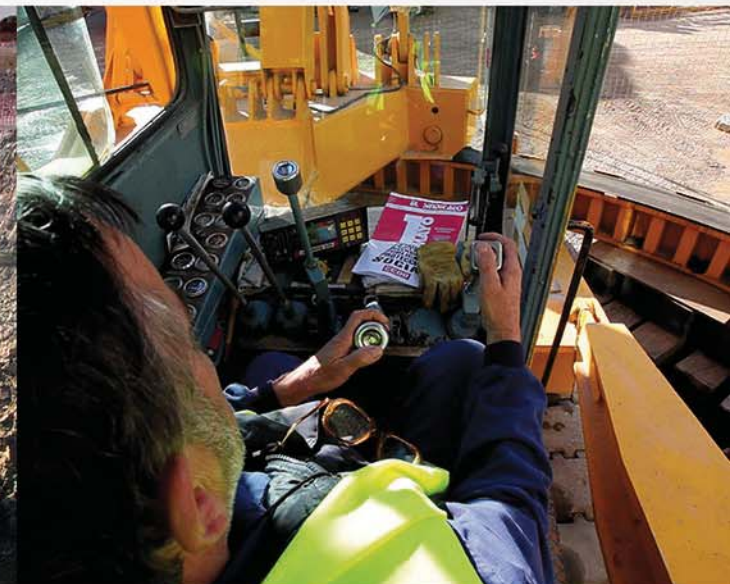
Para la preparación del terreno se utilizan, entre otras máquinas:

- Las de movimiento de tierras (excavadoras, palas cargadoras...).
- Las de nivelación (*bulldozers*, apisonadoras, vibradoras...).
- Las destinadas al transporte de materiales (camión *volquete*, *dumper*...).

La elevación de cargas se realiza actualmente a través de montacargas y grúas. Ambos son ejemplos modernos del uso de la palanca y la polea.



Retroexcavadora y dumper



Grúa en acción



Grúas Torre



Grúas móviles



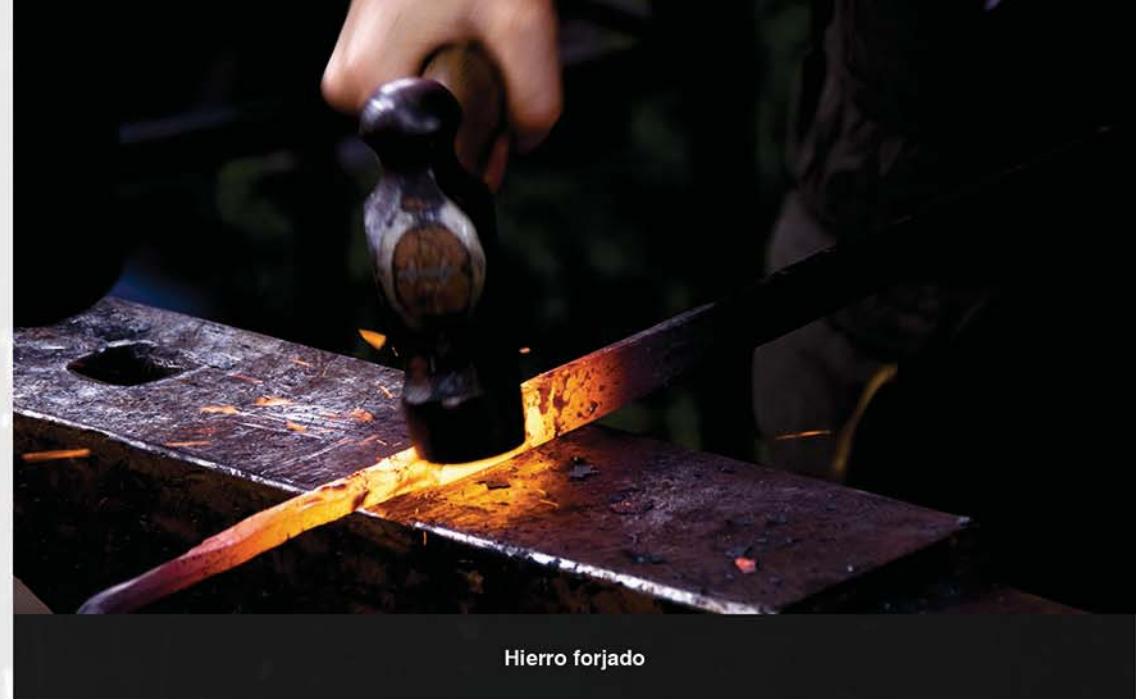
*Todas las cosas
pertenecen a un fuego único.*

Amandine-Aurore-Lucille Dupin (1804-1876) Escritora francesa

METALISTA - FERRALLISTA

El trabajo del metal ha sido uno de los secretos mejor guardados a lo largo de miles de años.

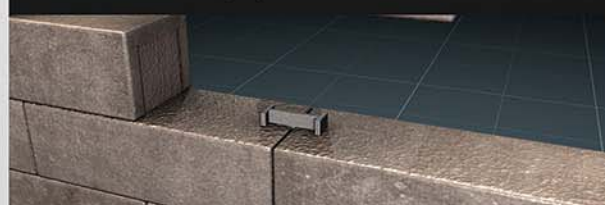
Produjo multitud de útiles y herramientas que facilitaron el desarrollo de muchos otros oficios, no sólo relacionados con la construcción sino también con la producción de alimentos (azadas y arados de metal para la agricultura) o la confección de vestidos, adornos y calzado; pero su finalidad principal y más oculta, estuvo ligada, desde la más remota antigüedad, a la industria militar, a la producción de lanzas, flechas, espadas, cascos, escudos...y todo tipo de instrumentos tanto de defensa como de ataque.



Hierro forjado



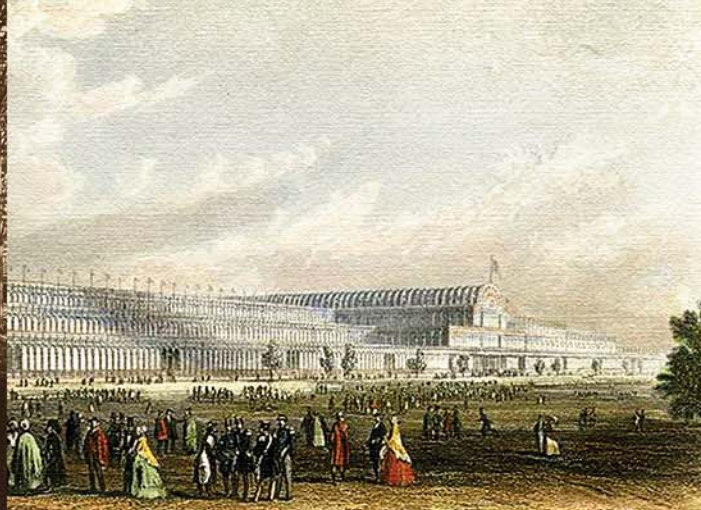
Vestigio de unión de sillares con grapa metálica doble T



Construcción de muro de sillaría griego de una hoja

Durante muchos siglos, el **hierro** fue un material precioso y casi místico, asociado al hierro meteórico, el *metal de los cielos*.

Los primeros usos del metal en la construcción se remontan a los **griegos** y, posteriormente, a los **romanos**. Ambos ejecutaban los muros macizos de sillaría en seco o a *hueso*, sin ningún mortero de unión. Para facilitar la colocación de los bloques, los sujetaban con **grapas** generalmente metálicas (a diferencia de Egipto, que eran de madera). Estas grapas podían adoptar múltiples formas acordes con su misión y eran de bronce o bien, de hierro cubierto de plomo para evitar la oxidación.



Tirantes en arquería de la Basílica de Sta Sofía. Constantinopla

Puente de Coalbrookdale de J. Wilkinson, Inglaterra, 1777-79

Crystal Palace de J. Paxton, Londres, 1851



Durante el **Imperio Bizantino** y de forma puntual, pues lo frecuentemente era que fuesen de madera, los bizantinos utilizaron tirantes de hierro en arcos y bóvedas. Tal es el caso de la **Basílica de Santa Sofía** de Constantinopla.

También en el **Renacimiento**, para absorber las tensiones de tracción, se utilizaron cadenas de hierro que quedaron ocultas en las fábricas. Así ocurrió en la construcción de la cúpula de **San Pedro** del Vaticano (trabajos de 1588 de Della Porta y Fontana) y, años más tarde, en la cúpula de la catedral de **San Pablo** en Londres (1675-1710).

Ahora bien, la utilización generalizada, y a gran escala, del hierro como elemento estructural en la construcción se produjo en Europa a partir de la **Revolución Industrial**. Con la aparición de la máquina de vapor comenzaron a desarrollarse nuevos procesos tecnológicos. Entre ellos, los que condujeron a la obtención de un hierro suficientemente consistente y un vidrio de calidad.

- El **punto de Coalbrookdale**, realizado por John Wilkinson sobre el río Severn, en Inglaterra (fines s. XVIII), de 30,5 m de luz, fue el primero de la historia que se construyó con hierro fundido.

- Uno de los edificios más importantes e innovadores, fue el **Crystal Palace**, obra maestra de Joseph Paxton para la Exposición Universal de Londres de 1851. Marcó un hito que aún no se ha superado no sólo por el uso de los nuevos materiales, sino por el proceso constructivo de prefabricación a gran escala, rapidez de montaje, bajo coste, desmontaje y reutilización.

Aparte del vidrio, se empleó por primera vez y de forma masiva, el hierro en todas sus variantes, tanto cualitativas (hierro forjado, hierro fundido y acero laminado) cuanto de fabricación (industrial, semiindustrial y puramente artesanal) y posterior manipulación.

Fue el primer edificio prefabricado a gran escala. Su perfección de montaje y la calidad de sus acabados causaron asombro. La obra, de aproximadamente 75.000 m² se proyectó y ejecutó en tan sólo 9 meses, siendo económicamente muy rentable. Se pudo desmontar sin dejar huella y reutilizar, ligeramente modificado, al sur de la capital, en Sydenham, donde fue destruido por un incendio en 1936, ochenta y cinco años después de su ubicación inicial en Hyde Park, en el centro de Londres.

Cúpula de San Pedro, Roma, s.XVI

Cúpula de San Pablo, Londres, s.XVII-XVIII

Ya avanzado el **s. XIX**, gracias a las propiedades del acero estructural, al conocimiento de ingenieros y elaboradores, y a la habilidad de constructores y montadores, se produjo un empleo masivo en ingeniería y edificación:

- La **estación de ferrocarril de St. Pancras** en Londres (1868) fue un triunfo del arte de la ingeniería civil.

- La espectacular **torre** del ingeniero Gustave **Eiffel** para la exposición universal de París de 1889, de una altura de 300m - inimaginable en aquella época - fue durante 40 años la construcción más alta del mundo.

- Los **rascacielos** con los que se reconstruyó Chicago, tras el gran incendio de 1873 y los que se levantaron a principios del siglo XX en Nueva York, influyeron decisivamente en la aceptación de las construcciones metálicas así como de las nuevas técnicas e inventos.

La revolución final en el mundo de la construcción se completó cuando se combinó el metal con el hormigón¹, haciendo este material resistente también a la tracción. Fue el constructor francés François Hennebique quien transformó el **Hormigón Armado** en un sistema de construcción convincente, realizando diversos experimentos hasta conseguir un sistema monolítico entre viga y soporte que patentó en 1892.

En la aplicación de esta técnica el ferrallista constituye una pieza imprescindible, pues compone la ferralla o armadura final de la pieza en las disposiciones que recogen los planos. Del buen hacer, destreza y conocimiento de este oficio, depende la estabilidad y resistencia de cualquier construcción que utilice el hormigón armado así como la *vida útil* del mismo.

¹ Material conseguido gracias a la evolución del cemento Pórtland en la 1ª mitad del s.XIX



Torre Eiffel, 1889



Vertido de hormigón sobre armadura (H.A.)

Una de las ocupaciones tempranas del oficio del ferrallista se dio en el ámbito de la **ingeniería naval**. Casi al mismo tiempo que comenzaba a generalizarse el empleo del hormigón armado en la construcción de edificios, la industria naval utilizó esta técnica para construir cascos de buques en una época (1918) en la que, como consecuencia de la 1ª guerra mundial, el acero escaseaba, haciendo económico un proceso constructivo que necesitaba mucha mano de obra. Tanto los encofrados como la colocación de la ferralla eran operaciones mucho más laboriosas que las de la construcción, ya que ambas tenían que adaptarse a la doble curvatura de la superficie que define el casco de cualquier buque.



Trabajando en rascacielos, s.XX

No obstante, una vez explorados los límites del **H.A. en la edificación**, las nuevas formas y capacidad expresiva a la que se prestaba pusieron de manifiesto el virtuosismo de la labor conjunta de ferrallistas y encofradores.

Así puede verse, por ejemplo:

- En el modelado de las superficies del segundo **Goetheanum** de Rudolf Steiner en Dornach, Suiza, construido en 1923.
- En el “blando” tratamiento de los paramentos y la amplia cubierta de la capilla de **Notre Dame de Ronchamp** en Francia, obra de Le Corbusier (1950-55).
- En el movimiento curvilíneo del museo **Guggenheim** de Frank Lloyd Wright en Nueva York (1959).
- En las formas curvas de la parroquia **Nuestra Señora de Guadalupe**, de Félix Candela en Madrid (1963).
- En las espectaculares láminas onduladas de la cubierta del restaurante submarino **L'Oceanogràfic**, de Félix Candela en Valencia (1997).

Gracias a la experiencia adquirida y al desarrollo tecnológico del hormigón armado, acero y vidrio, continuó la carrera de las construcciones hacia el cielo, y de los puentes para alcanzar lo más lejano, en busca de la notoriedad. Carrera que no ha cesado hasta la fecha y que muestra la capacidad de superación y prosperidad del ser humano.



2º Goetheanum de R. Steiner, Suiza, 1923



Capilla Notre Dame de Ronchamp de Le Corbusier, Francia, 1955



Museo Guggenheim de F.L.I.Wright, New York, 1959



Parróquia Nuestra Señora de Guadalupe de F.Candela, Madrid, 1997



Restaurante L'Oceanogràfic de F.Candela, Valencia, 1997



Construcciones fruto del desarrollo tecnológico del H.A., acero y vidrio

EL FERRALLISTA HOY

En la actualidad, el ferrallista se encarga de construir, en taller o en obra, las armaduras necesarias para realizar elementos constructivos de hormigón armado, conforme a las especificaciones que recogen los planos. El responsable del equipo de ferrallistas se encarga, además, de organizar y preparar el trabajo así como los medios materiales y humanos necesarios para realizar dichas armaduras en condiciones óptimas.

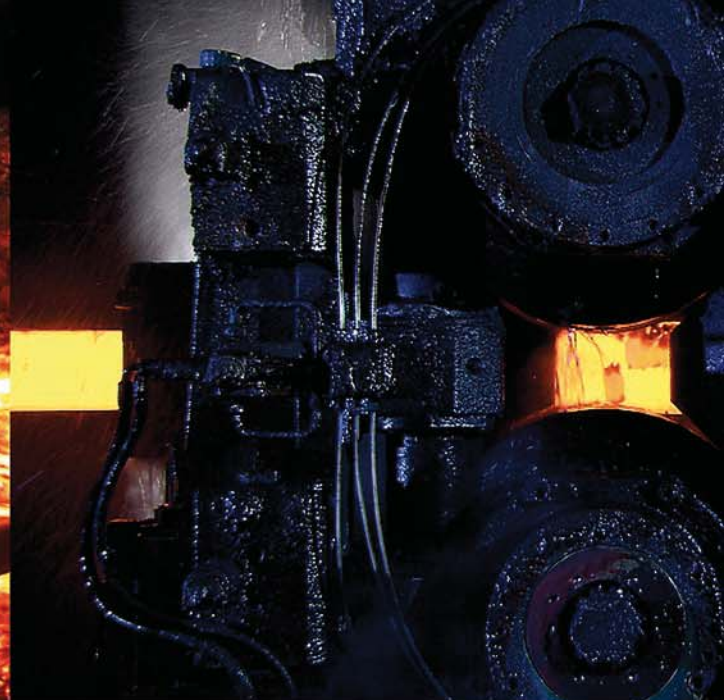
La práctica totalidad de las armaduras utilizadas hoy en día están compuestas por productos siderúrgicos, en concreto aceros de bajo contenido en carbono, aunque de diferentes calidades y tipologías.

Actualmente, el armado de una pieza puede hacerse con elementos muy simples, como las barras (que es necesario cortar, doblar, elaborar, atar y montar); o con elementos complejos como mallas electrosoldadas y armaduras de celosía, que requieren menos esfuerzo de elaboración y montaje, y cuya fabricación se realiza de forma automática e industrial.

La industrialización permite controlar más fácilmente los procesos que se desarrollaban en la obra. Ello redundará en el acortamiento de plazos, la disminución de los costes, la mejora de la calidad y ejecución del producto y el incremento de la seguridad de los trabajadores.



Proceso de fundición



Detalle de tren de laminación



Fijación del armado mediante soldadura manual



Doblado industrial de barras

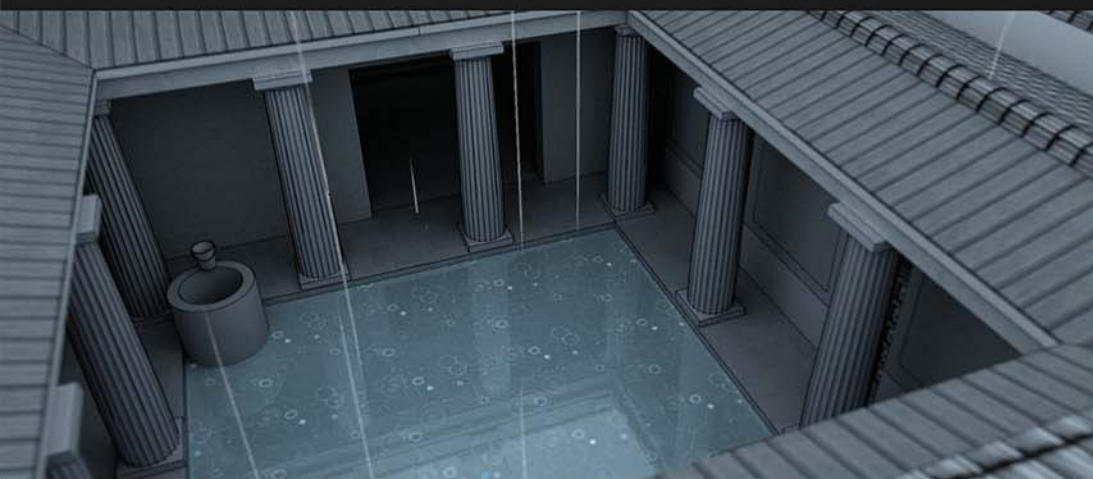


*Mira a las estrellas,
pero no te olvides de encender la lumbre en el hogar.*

Proverbio alemán



Cañería de plomo romana



Impluvium de casa romana: estanque para recoger agua de lluvia y conducirlo a la cisterna



Anio Novus sobre el Aqua Claudia. Acueducto con los canales superpuestos, llegando a Roma

Desde que se adoptó la vida sedentaria, el hombre se ha esforzado continuamente en alcanzar las mejores condiciones de confort. Para ello, el **agua** fue siempre un elemento crucial.

En muchas situaciones, las necesidades básicas consistían primero en hallar una fuente de agua, luego en acceder a ella, transportarla, almacenarla y finalmente usarla. En todo este proceso, que culmina en el suministro de agua corriente, ocupan un lugar preferente los romanos, quienes perfeccionaron los métodos antiguos, sobre todo etruscos y griegos, y también hallaron nuevas soluciones.

La paz, las grandes ciudades y la prosperidad que fomentó el Imperio Romano permitieron construir numerosos acueductos. En el s.III. d.C., once acueductos que sumaban unos 500 Km. de longitud, proporcionaban a diario 1.000.000 de m³ de agua a Roma.

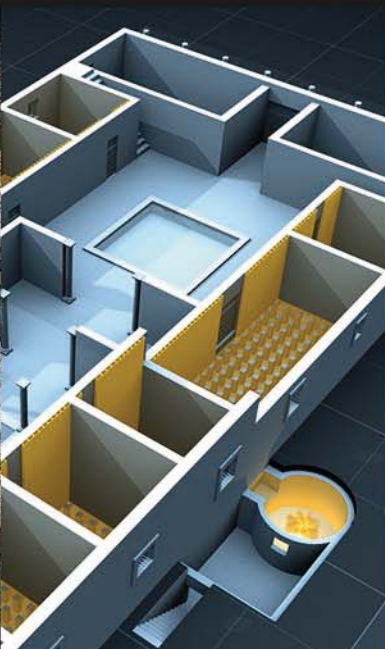
Las cañerías de cerámica aportaron un medio más permanente que los primitivos canales de piedra, permitiendo aprovechar mejor el agua al impedir que se filtrara. Fueron frecuentes hasta los comienzos de la Roma Imperial, momento en el que empezaron a utilizarse las de plomo.

Las cañerías de plomo no constituían un gran peligro para la salud ya que el agua suministrada, al ser generalmente muy dura, enseguida formaba un depósito de calcio carbonatado que aislaba el agua del plomo. En algunos casos se añadían válvulas de bronce, que permitían mezclar agua caliente y fría para ajustar la temperatura del chorro.

Ya a partir del s. VI a.C., (época de la República) las casas romanas como las de Pompeya fueron dotadas de cisternas que almacenaban el agua de lluvia de los tejados. El agua era recogida posteriormente a través de un orificio de extracción cuyo brocal se convertiría en elemento decorativo.



Cloaca máxima, Roma, s.V-I a.C.



Sistema de calefacción por Hipocausto



Letrinas romanas en espacios públicos



Terma romana en Somerset, Inglaterra

Por otra parte, los sistemas de **drenaje** para la eliminación del exceso de agua, y de **alcantarillado** para deshacerse de residuos, hicieron pronto su aparición.

Hacia el 2500 a.C., la ciudad de **Mohenjo Daro**, una de las ciudades más emblemáticas del valle del Indo, declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, estuvo equipada con una compleja instalación de saneamiento, y prácticamente todas las casas contaban con un baño. Sus grandes baños públicos, que debieron tener una función religiosa, son considerados una obra única de ingeniería hidráulica.

En nuestro entorno más inmediato, los hallazgos más antiguos de instalaciones urbanas se encuentran en las **Ciudades-Palacio de Mari** (Mesopotamia) y **Knosos** (Creta), hacia el año 1800 a.C., donde se han encontrado importantes restos de alcantarillado, así como bañeras privadas y cocinas.

Sin embargo, nuevamente los más hábiles ingenieros hidráulicos fueron los romanos. La ciudad imperial contaba con un sistema tan vasto que Plinio el Viejo¹ lo consideraba el rasgo más destacado de la urbe. La pieza principal de los sistemas de drenaje y alcantarillado en Roma fue la **Cloaca Máxima** que acababa en el río Tiber y cuya construcción fue comenzada por los etruscos hacia el s. V a.C.. En las ciudades romanas fueron frecuentes las **letrinas colectivas** al menos ya desde el s. II a.C.

A medida que las poblaciones crecían, la sanidad se convirtió en un tema crucial a tener en cuenta y de este modo surgió la tecnología relacionada con el baño.

Los romanos elevaron el baño público a una forma artística. Al igual que los griegos, los bañistas también practicaban abluciones colectivamente, pero no en bañeras individuales sino en piscinas comunitarias. Las instalaciones más asombrosas fueron las **termas**, edificios públicos pensados para la higiene, el ejercicio y las relaciones sociales. Funcionaban como sauna, baños y zona de ocio. El acto de bañarse combinaba el sistema **hipocausto** de calefacción con un elaborado método para suministrar el agua y para su posterior drenaje.

El **hipocausto**, del griego *hypocauston*, es decir, *que arde por debajo*, fue el sistema de **calefacción** más sofisticado de la antigüedad. Lo crearon los griegos y lo perfeccionaron los romanos, quienes elevaron toda la superficie de la habitación, en vez de sólo una parte, sobre soportes de ladrillo. Los gases que generaba el fuego llenaban el espacio bajo el suelo y salían por los conductos instalados en los huecos de las paredes hacia las chimeneas, mientras que las cañerías conectaban la caldera con las piscinas calientes.

No sólo se han hallado hipocaustos en termas, sino también en las viviendas de los ricos y en los cuarteles militares situados en climas muy fríos.

¹ *Historia Natural*, 36

EL INSTALADOR HOY

Durante el siglo XX las instalaciones han experimentado un gran desarrollo tecnológico para ajustarse a las crecientes exigencias de funcionalidad y confort y asegurar el buen uso y mantenimiento de los edificios. Así el término instalador engloba en la actualidad a un buen número de operarios que ejecutan y mantienen cuatro grandes grupos de instalaciones:

- Hidráulicas, entre las que se incluye el suministro y la evacuación de agua.
- Térmicas, que engloban la calefacción y la climatización.
- Eléctricas, que comprenden tanto el suministro y protección eléctrica como el alumbrado.
- Y otras instalaciones en continua expansión, como las de telecomunicación, domótica o detección y protección contra incendios.

Asimismo, en los últimos años se está invirtiendo en la obtención de energía a partir de fuentes renovables y otras tecnologías punteras, como la cogeneración, para la producción de calor, agua caliente y electricidad.



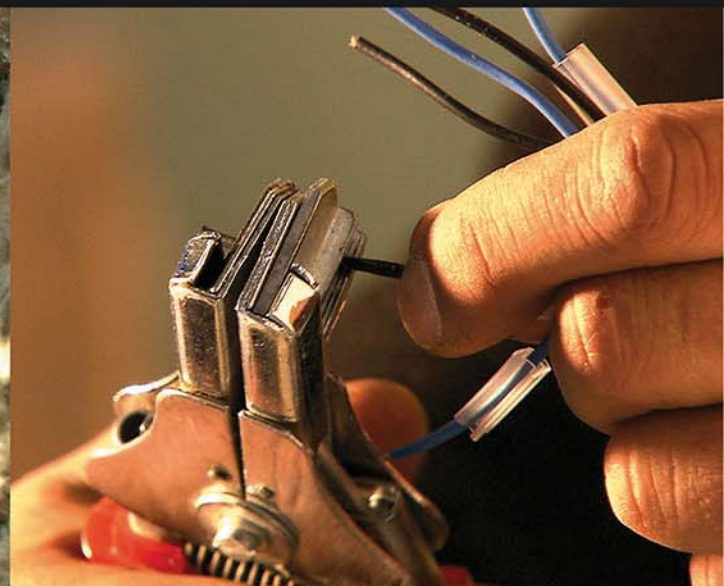
Instalación hidráulica



Instalación de climatización



Colocación de aislamiento térmico



Instalación eléctrica

CONCLUSIÓN

Las grandes obras de nuestros antepasados nos sorprenden y hechizan.

Conocemos las limitaciones técnicas y tecnológicas que tuvieron y cómo, a pesar de ello, levantaron obras dignas de admiración. Esto pone de manifiesto el componente principal y común que a lo largo de los tiempos ha hecho posible estas hazañas: la decidida voluntad del ser humano en progresar y superarse.

Independientemente de los conocimientos, ideología, cultura o sistemas de gobierno, la materialización de estos sueños siempre ha sido posible gracias al trabajo y esfuerzo conjunto de un gran número de personas. Personas de habilidades y especialidades diferentes pero compartiendo un nexo común: la decisión de elevar su esfuerzo personal llevándolo al límite para alcanzar las cotas más sublimes del arte. Esto se ha mantenido hasta nuestros días y su encuentro con la tecnología moderna ha dado, y está dando, obras realmente sobrecogedoras.

La construcción es uno de los principales motores del progreso de una civilización. La historia así lo ha demostrado. Podemos decir entonces, que debemos mucho de lo que somos a los trabajadores de la construcción de todos los tiempos y, de la misma manera, podemos decir que nuestro futuro depende en gran medida de ellos.

Nuestros profesionales del sector de la construcción realizan labores complejas y especializadas, sometidas a una vertiginosa evolución tecnológica. Nuevas técnicas y materiales aparecen y deben conocerlas mediante una continua y eficaz formación.

A pesar del sufrimiento y los esfuerzos realizados desde tiempos inmemoriales, la persona ha sido a veces poco valorada. Afortunadamente esto ha cambiado.

Las mejoras en seguridad y salud, en todos los oficios, han experimentado un significativo avance. Fruto de la firme voluntad de las organizaciones empresariales y sindicales, se han alcanzado importantes acuerdos que han posibilitado la aplicación de acciones específicas para reducir la siniestralidad. La Ley reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Convenio General del Sector de la Construcción constituyen una buena prueba de cómo el interés común de los actores de dicho sector converge en la mejora de las condiciones laborales de nuestros profesionales. Sin embargo, hay que seguir insistiendo, una y otra vez, en fomentar los valores, los recursos y la formación en la seguridad en el trabajo.

El ser humano se enfrenta, quizás, al mayor reto de todos los tiempos. Progresar de forma equilibrada y sostenible. En este sentido la construcción es una de las actividades humanas de mayor impacto sobre nuestro planeta. Esto supone una gran responsabilidad. Por ello, nuestros trabajadores del sector de la construcción están asumiendo que unas buenas prácticas ambientales son imprescindibles.

Resolver todos estos retos requiere una gran concienciación y un importante esfuerzo formativo y de acción.

Lo seres humanos lograremos un crecimiento sostenible si, conscientes del valor de la vida humana y de la fragilidad de nuestro planeta, actuamos en consecuencia aprovechando hábilmente el continuo desarrollo tecnológico.

Nuestros profesionales del sector de la construcción constituyen uno de los mejores medios para conseguirlo.

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Age Fotostock

pág. 8

1 - Pirámide inacabada

pág. 29

3 - Fresco etrusco

4 - Altamira

pág. 37 - La caza del león

pág. 51

1 - Estandarte de Ur

Digivision

pág. 10

3 - Pirámide de Keops

pág. 13

1 - Ejecución de adobe

2 - Zigurat genérico

3 - Zigurat de Ur

pág. 14

1 - Puerta de Ishtar

pág. 16 - Cantero

pág. 17 - Albañil

pág. 19

1 - Maestro presentando

2 - Maestro con sus instrumentos

pág. 20

1 - Logia

2 - Maestros de obra

pág. 21

1 - Aprendiz y maestro

2 - Maestro dirigiendo

pág. 22

2 - Dios Arquitecto del Universo

3 - Decreto Luján

pág. 23 - Jefe de obra

pág. 25

5 - Técnica del tapial

pág. 26

3 - Hormigón romano

pág. 27

1, 2, 3, 4, 5 - Encofrados

6 - Sistema anticaídas

7 - Encofrado vertical

pág. 32

1 - Triclinium

pág. 33 - Pintor, estucador

pág. 39 - Solador, alicatador

pág. 41

1 - Ruta de la Seda

2 - Vía Appia

pág. 42

4 - Principales calzadas romanas

5 - Redes viarias Carlos III

6 - Ordenanza

pág. 43 - Operario COEX

pág. 45

1 - Procedimiento de Eratóstenes

2 - Mapa de Estrabón

3 - Tratado de Ptolomeo

4 - Escuadra, compás, plomada

pág. 46

1 - Groma

2 - Dioptra

3 - Corobate

4 - Plinto

6 - Báculo de Jacob

7 - Esfera armilar

pág. 47 - Topógrafo

pág. 50

1 - Inventos de Arquímedes

3 - Ley de la palanca

pág. 51

2 - Cabrias con polipastos

3 - Polea

4 - Torno

pág. 52

1 - Plano inclinado

2 - Cuña

pág. 53 - Maquinista

pág. 55

4 - Muro de sillería griego

pág. 59 - Metalista, ferrallista

pág. 61

3 - Impluvium

4 - Cisterna

pág. 62

1, 2 - Cloaca máxima

6 - Hipocausto

pág. 63 - Instalador

Eon images

pág. 50

1 - Arquímedes

Fotosearch

pág. 49

1 - Máquinas simples

2 - Máquinas complejas

pág. 52

3 - Aplicación de máquinas simples

pág. 58

5 - Restaurante L'Oceanogràfic

Phovoir-images

pág. 25

1 - Arg-é Bam

Science & Society Picture Library

pág. 26

1 - Observatorio Monte Wilson

2 - Obra de ingeniería

pág. 56

3 - Crystal Palace

pág. 57

3 - Trabajando en rascacielos

pág. 61

2 - Cañería de plomo

Shutterstock

pág. 7 - Pirámide escalonada

pág. 8

2 - Pirámide truncada

3 - Pirámide roja

pág. 9

1 - Necrópolis de Giza

2 - Gran Pirámide

pág. 11

1 - Partenón

2 - Teatro de Epidauro

3 - Anfiteatro Flavio

4 - Acueducto de Segovia

5 - Templo maya de Kukulcán

6 - Castillo fortificado de Loarre

7 - Catedral de Reims

pág. 14

2, 3 - Animales sagrados

4, 5 - Ladrillos romanos

pág. 15

1, 2 - Mausoleo de los Samanés

3 - Iglesia de Santiago del Arrabal

4 - Mezquita de Kalyán

pág. 22

1 - Símbolo de la masonería

pág. 25

1 - Alcazaba de Almería

2 - Kasbah de Marruecos

3 - Rascacielos de Shibam

4 - Ciudadela de Arg-é Bam

pág. 26

1, 2 - Gran muralla china

pág. 27

8 - Encofrado horizontal

pág. 29

1, 2 - Palacio de Knosos

5 - Pompeya

pág. 30

1, 2 - Fresco bizantino

3 - Basílica de San Miniato al Monte

4 - Fresco románico

pág. 31

1 - Capilla Sixtina

2 - La creación de Adán de M.A.

3, 4 - Palacio de Versalles

pág. 32

2 - Palacio de Cascales

3, 4 - La Alhambra de Granada

pág. 35

1 - Templo de Philae

2 - Calle de Pompeya

3 - Panteón de Roma

4 - Ladrillos de canto

5 - Villa Adriana

pág. 36

1 - Dionisos y las estaciones

2 - Alejandro

3, 4 - Teselas de piedra

pág. 38

2 - Basílica de Sta. Sofía

3, 4 - Mosaico de azulejo

5 - Cerámica mural de azulejos

pág. 41

3 - Vía Appia

pág. 42

3 - Miliario

pág. 46

5 - Astrolabio

pág. 55

1 - Hierro forjado

2 - Instrumentos militares

pág. 56

1 - Basílica de Sta Sofía

2 - Puente de Coalbrookdale

5 - Cúpula de San Pedro

6 - Cúpula de San Pablo

pág. 57

1 - Torre Eiffel

2 - Vertido de hormigón

pág. 58

1 - Goetheanum

2 - Capilla de Ronchamp

3 - Museo Guggenheim

6 - Puente de Brooklyn

pág. 62

3 - Letrinas romanas

4 - Termas romanas

5 - Hipocausto

pág. 64 - Fotograma

Steve Bartrick Antique Prints & Maps

pág. 56

4 - Crystal Palace de J. Paxton

IMÁGENES ADICIONALES

Isaac Moreno

pág. 42

1 - Calzada de los Peregrinos

2 - Sección estructural de vía romana

pág. 61

1 - Acueducto

J. M. de Prada Poole

pág. 9

3 - Planta Necrópolis de Giza

pág. 10

4 - Gran Galería

pág. 58

4 - Parróquia Ntra Sra de Guadalupe

Iván Díez

pág. 55

3 - Grapa metálica doble T

Javier A. Schapira

pág. 10

2 - Acceso Gran Pirámide

Susana Villanueva

pág. 10

1 - Templo de Luxor