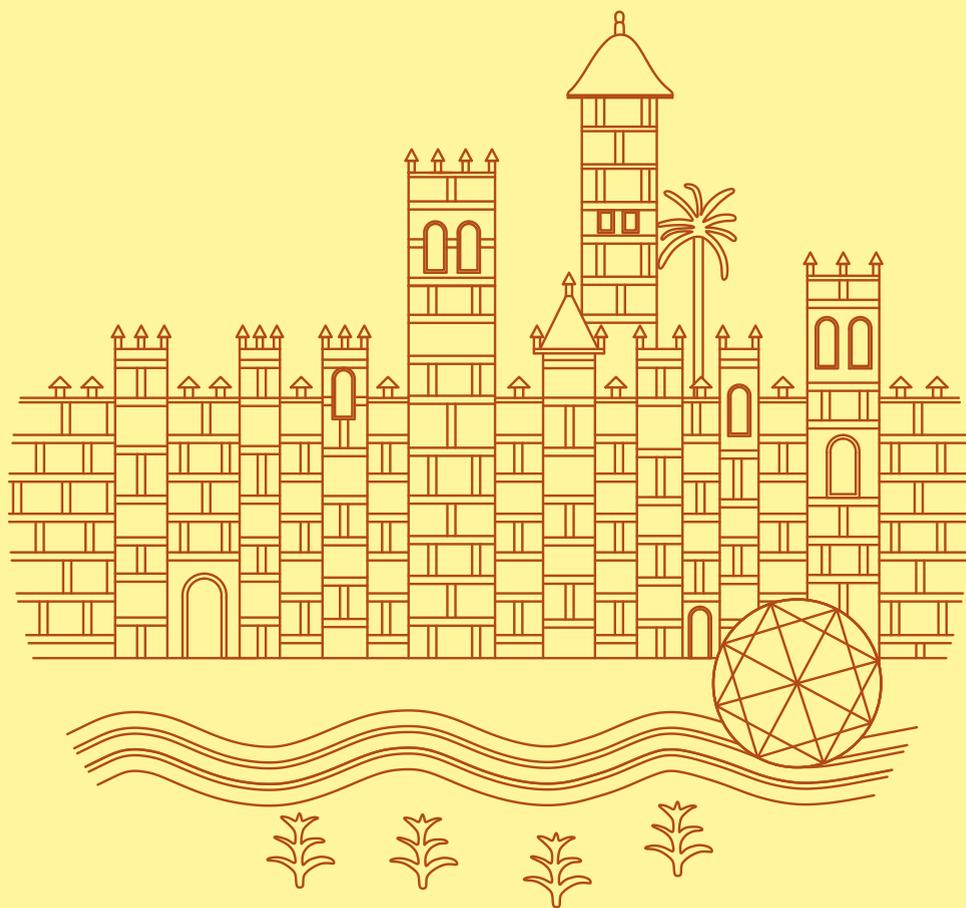


ARS MECHANICAE

INGENIERÍA MEDIEVAL EN ESPAÑA

27 septiembre 2013 / 2 marzo 2014
MUSEO DE LA CIENCIA Y EL AGUA

Guía didáctica



El Museo de la Ciencia y el Agua es escenario de la exposición itinerante titulada **"Ars Mechanicae. Ingeniería medieval en España"** organizada por el Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU).

Nos encontramos ante una muestra que cuenta con paneles, audiovisuales, reproducciones y maquetas a gran escala, entre otros recursos museográficos y divulgativos, que permiten a los visitantes acercarse de forma amena y didáctica a las formas de vida de las sociedades históricas que vivieron en el territorio peninsular durante la Edad Media, todo ello a partir de algunos testimonios representativos de nuestra ingeniería, ideados y construidos en ese período.

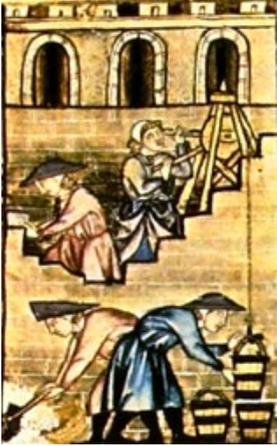
Durante mucho tiempo los historiadores proyectaron una imagen distorsionada de la Edad Media, entendiéndola como una etapa sombría caracterizada por una regresión cultural, frente a la magnitud de las manifestaciones culturales del mundo clásico anterior y del Renacimiento europeo posterior. Lejos de esa visión negativa, que ha calado en el imaginario popular, los últimos enfoques historiográficos vienen insistiendo en la necesidad de reivindicar el papel fundamental de este período como transmisor de conocimientos científicos en unos casos y generador de nuevas experiencias técnicas en otros, fenómenos que sentaron las bases de nuestra sociedad moderna.



Las obras de ingeniería desarrolladas en el Medievo, tanto en los territorios bajo dominio cristiano como en los que permanecieron bajo gobierno musulmán, son innumerables, basta recorrer las poblaciones dotadas de fortificaciones o castillos (arquitectura militar), y/o iglesias o monasterios (arquitectura religiosa). Las obras públicas (caminos, puentes, presas, acueductos...) en muchos casos no han perdurado en su estado original, pero los ejemplos que han llegado hasta nosotros nos siguen sorprendiendo. Esta exposición proporciona una visión amplia de las técnicas empleadas en los reinos peninsulares, con especial atención a las aplicadas en las obras públicas: caminos y puentes, regadíos y abastecimiento de ciudades, puertos y faros, castillos y fortalezas...

En un ámbito introductorio titulado **"La herencia romana. El mundo visigodo"**, se hace hincapié en la ingeniería medieval como heredera de la civilización romana. Sus obras de ingeniería eran expresiones simbólicas de su poder y todavía nos abruma. En los acueductos y puentes romanos se ensayan avances técnicos que servirían de referencia a los arquitectos medievales.

En el primer ámbito se aborda la temática de **"El agua. Abastecimientos y regadíos"**. En el entorno de las ciudades se construyeron importantes obras de ingeniería civil, los puentes y los molinos hidráulicos formaban parte del paisaje en la entrada de unas ciudades fortificadas con imponentes recintos defensivos.



Grandes norias posibilitaron el abastecimiento de las poblaciones en ciudades como Murcia, Toledo o Córdoba.

En el medio rural, los **regadíos** serían ampliados mediante norias y aceñas, generándose las extensas huertas levantinas, pero también pequeñas huertas en el entorno de asentamientos rurales donde las comunidades campesinas aprovechaban hasta la última gota de agua en un medio hostil y semiárido como es la cuenca mediterránea.

La expansión agrícola y la creación de nuevos espacios de regadío, no habría sido posible sin la difusión del **molino hidráulico** en todo el territorio peninsular y europeo. En las afueras de los núcleos de población, sobre los cursos fluviales, se construyen molinos que molturaban el cereal cultivado y recolectado en las huertas. Sus ruedas motrices podían ser verticales u horizontales, siendo éstas últimas más habituales en el sur peninsular, ya que preci-

san de menor caudal para accionar los mecanismos. El **molino de viento** también se fue abriendo camino en aquellos lugares donde era posible aprovechar lo que hoy llamamos energía eólica.

En el segundo ámbito, dedicado a **"La industria"**, se contemplan algunos oficios artesanos propios de este periodo, como el tratamiento del hierro en ferrerías, la elaboración del pergamino, la fabricación del vidrio, el tratamiento de los tejidos de lana y seda o del cuero, la acuñación de moneda, etc. En los "obradores" o talleres de esos artesanos, maestros especializados idearon y construyeron complejos ingenios y máquinas accionadas con energía hidráulica en su mayor parte: batanes con mazos que preparan los paños de lana, martinets aplicados a la forja del hierro o los primeros molinos de mareas.

En el siguiente ámbito se abordan los avances técnicos acontecidos en **"La construcción"**. Uno de los más evidentes fue la generalización (a medida que avanza el Medievo y el proceso de conquista de Al-Andalus) del arco apuntado u ojival y su aplicación en cubiertas abovedadas de iglesias y catedrales. Las bóvedas de crucería triunfan para cubrir unos edificios de muros cada vez más esbeltos y con un inteligente sistema de equilibrio de esfuerzos mediante arbotantes y contrafuertes en el exterior.

El último ámbito, **"Los caminos terrestres y marítimos"**, pone énfasis en las infraestructuras que mejoraron las vías de comunicación como generadoras de riqueza, favoreciendo el trasiego de ideas y mercancías. Las vías pecuarias de la Mesta o el auge de las rutas de peregrinación, entre otros, fueron fundamentales en ese proceso de intercambio de conocimientos.



También se reserva un espacio para abordar algunas manifestaciones de la **ingeniería en el territorio murciano**. La relevancia de la ciudad y del Reino de Murcia durante la Edad Media hace que se conserven testimonios referentes a todos los ámbitos de la ingeniería. Respecto a la expansión de los regadíos, las huertas de Murcia y Lorca (esta última con claro origen preislámico) se configuran como espacios densamente poblados donde se desarrolla una agricultura intensiva.

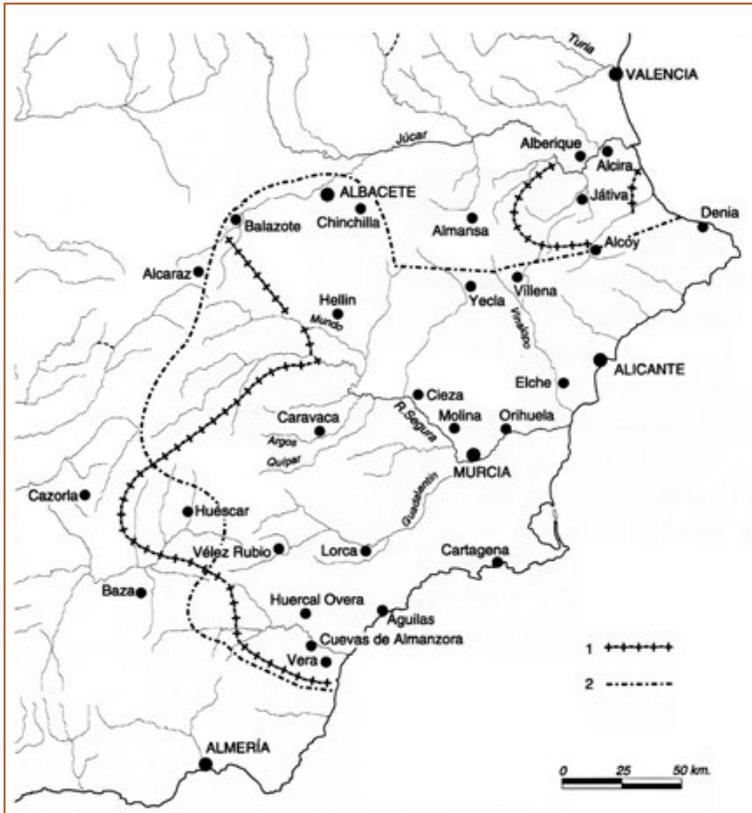
Respecto a la **industria**, las fuentes documentales mencionan productos manufacturados en nuestro territorio que se exportaban a lo largo y ancho del Mediterráneo. Uno de los más conocidos en el papel de Xátiva (perteneciente a Tudmír entonces), pero también se mencionan producciones de seda, de cerámica, objetos de metal y vidrio. Murcia dispuso tam-

bién de una ceca, siendo muy abundantes las acuñaciones de moneda durante los siglos XII y XIII, que coinciden con su mayor influencia política en el contexto peninsular.

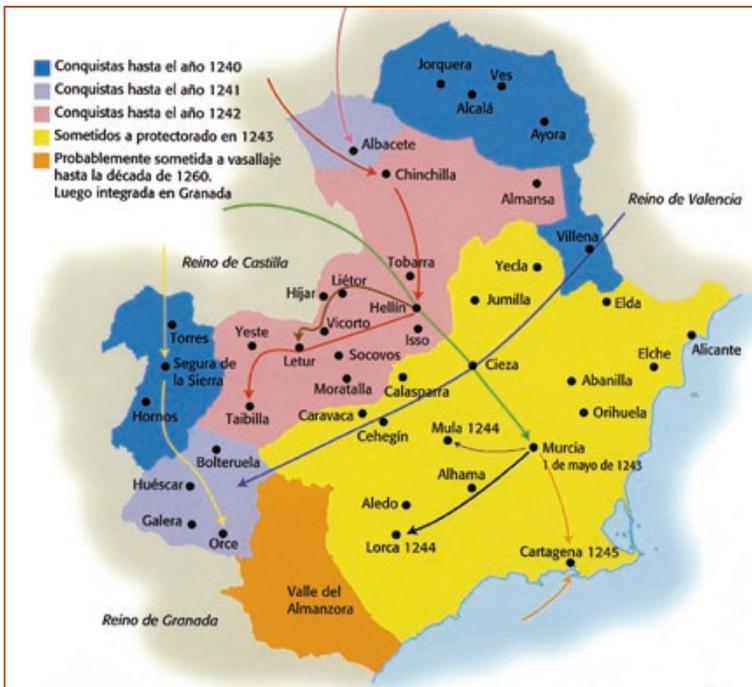
En lo relativo a la **construcción** se conservan restos de **arquitectura militar** representada en los castillos de la región y recintos amurallados, así como de **arquitectura religiosa** entre las que cabe destacar la Catedral de Murcia con su claustro gótico recientemente recuperado.

Las **vías de comunicación** fueron fundamentales también, sobre todo tras la conquista cristiana, pues el Reino de Murcia se convirtió durante mucho tiempo en tierra de frontera, en el lugar de tránsito entre el reino nazarí y los reinos de Aragón y Castilla. Su puerto, Cartagena, también cobra especial relevancia, pues constituye la salida al Mediterráneo del reino de Castilla.





Límites de la Cora de Tudmîr, precedente del Reino de Murcia.



Expansión territorial de los reinos cristianos sobre el territorio de Tudmîr (Atlas histórico ilustrado de la Región de Murcia y su antiguo reino) Fundación Séneca- Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia).

ARS MECHANICAE

INGENIERÍA MEDIEVAL EN ESPAÑA

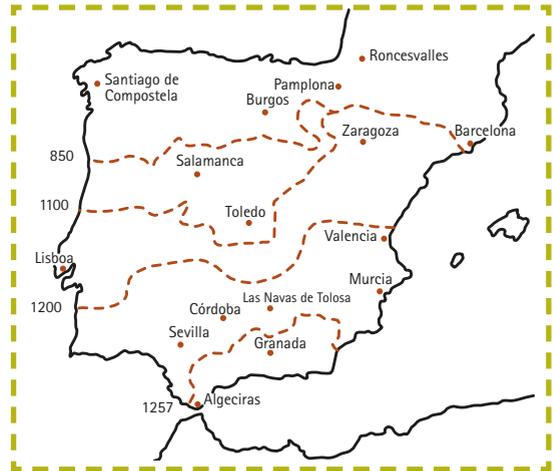


Actividades para
Educación Primaria

ACTIVIDADES PREVIAS

Cuando pensamos en la Edad Media se nos vienen a la mente imágenes de guerras y castillos. Aunque fue una época difícil, también hubo muchos avances científicos y aplicaciones técnicas en la vida real. En el territorio que hoy es España, hubo dos culturas, al norte permanecían los reinos cristianos y al sur la España musulmana.

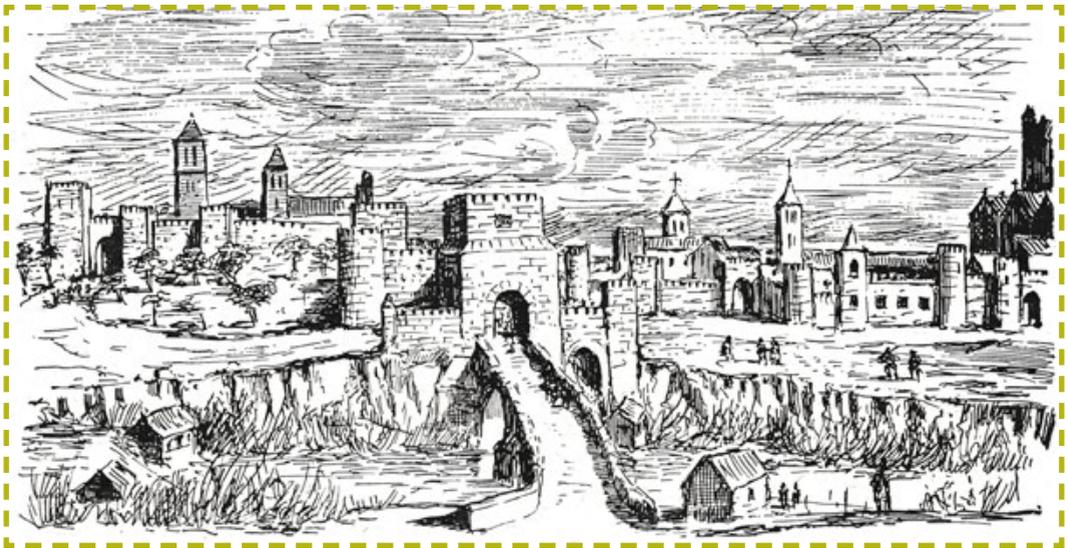
- Observa el mapa y colorea de distinto color las diferentes fronteras entre los reinos cristianos y los musulmanes a medida que avanzaron hacia el sur.
- Intenta localizar y diferenciar el territorio de Murcia.



◆ Una imagen de la Murcia medieval

El dibujo es una imagen ideal de la ciudad de Murcia. Se basa en un boceto realizado en el siglo XV. Lógicamente la ciudad medieval se transformó con el tiempo, perdiendo sus murallas, las torres y puertas de acceso. En la parte inferior, el río Segura era un obstáculo natural, salvado mediante un puente, y aparecen cuatro molinos de agua para moler el cereal.

- Colorea y diferencia las murallas y puertas, las iglesias, el río, el puente y los molinos.



- Fíjate bien en el dibujo y contesta el cuestionario:

- ¿Cuántos **puentes** existían entonces sobre el río Segura? 1 2 3 4
- ¿Cuántas **puertas** para acceder a la ciudad aparecen en la muralla? 1 3 5 8
- ¿Cuántas **iglesias** se observan dentro de la ciudad? 1 3 5 8

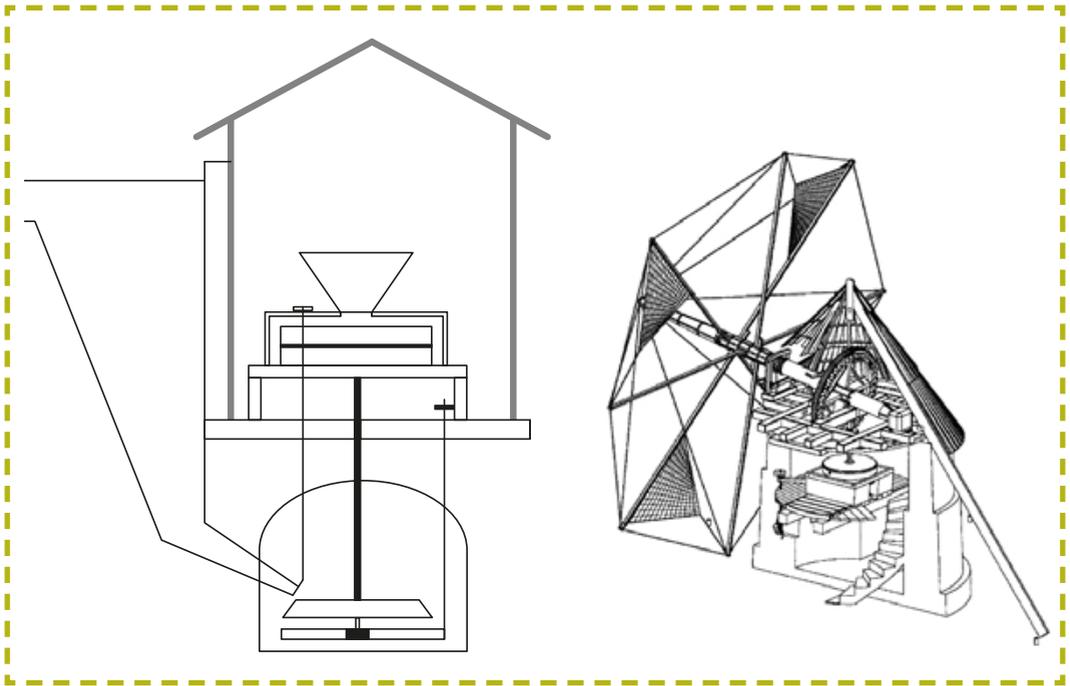
ACTIVIDADES

◆ El agua. Abastecimientos y regadíos

En la Edad Media se extiende el uso de molinos de agua y de viento. En aquellos lugares donde existía un río o una acequia con caudal de agua suficiente para producir energía se construye un molino con una rueda motriz; donde existen vientos constantes (por ejemplo en el Campo de Cartagena) se levantan molinos de viento. En la actualidad se están recuperando esas energías limpias y renovables para obtener electricidad.

- Colorea el mecanismo de los molinos e intenta colocar algunos de los nombres de las principales piezas:

TOLVA, EJE, MUELAS, RUEDA MOTRIZ / VELAS, ROLDE, CHAPITEL, PALO GUÍA



- ◆ Contesta el cuestionario:

- ¿Cómo llamamos ahora a las energías que movían los mecanismos de esos molinos?
Eternas Renovables Tradicionales Naturales
- ¿Qué crees que se molía principalmente en estos molinos cuyos vestigios todavía encontramos?
Vegetales Arroz Maíz Trigo
- ¿En qué comarca de la región existen todavía numerosos molinos de viento, algunos de ellos restaurados y otros en ruinas?
Caravaca Jumilla Cartagena Lorca
- ¿Cómo se llama la energía procedente del viento utilizada actualmente en los aerogeneradores?
Eólica Ventosa De sangre Hidráulica

◆ **La industria**

- En esta sopa de letras encontrarás 6 palabras relacionadas con la industria en tiempos de la Edad Media. Lee sus definiciones y localízalas.

S	M	E	C	E	C	A	I	U	M
A	O	F	A	T	A	C	L	A	B
O	R	E	R	Z	V	M	K	E	A
L	C	R	I	C	I	S	E	S	T
L	G	R	A	F	D	X	C	C	A
I	E	E	R	L	R	S	C	U	N
C	E	R	A	M	I	C	A	D	I
C	R	I	I	N	O	A	R	O	C
U	L	A	O	L	G	A	Z	U	A
C	P	E	R	G	A	M	I	N	O

Batán: molino de agua dotado de mazos, donde se abatanan o preparan los tejidos de lana.

Ceca: lugar donde se fabrican o acuñan las monedas de un reino.

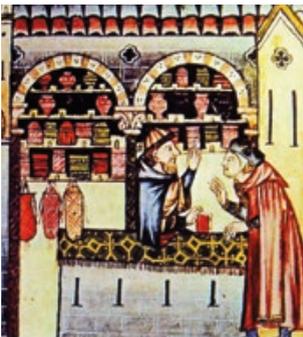
Ferrería: taller dotado de mecanismos complejos, martillo y yunque donde se prepara el hierro.

Cerámica: piezas de arcilla elaboradas en molde o en un torno y cocidas en un horno.

Vidrio: material inorgánico obtenido al fusionar caliza, arena silícea y carbonato de sodio y moldear la mezcla a altas temperaturas.

Pergamino: es un tipo de papel en el que se realizaban los documentos escritos.

- La economía de la Edad Media se basaba en la agricultura, pero también se desarrollaron artesanos especializados y comerciantes. Observa las imágenes e identifica los tres oficios: campesino, artesano y comerciante. Explica qué están haciendo _____



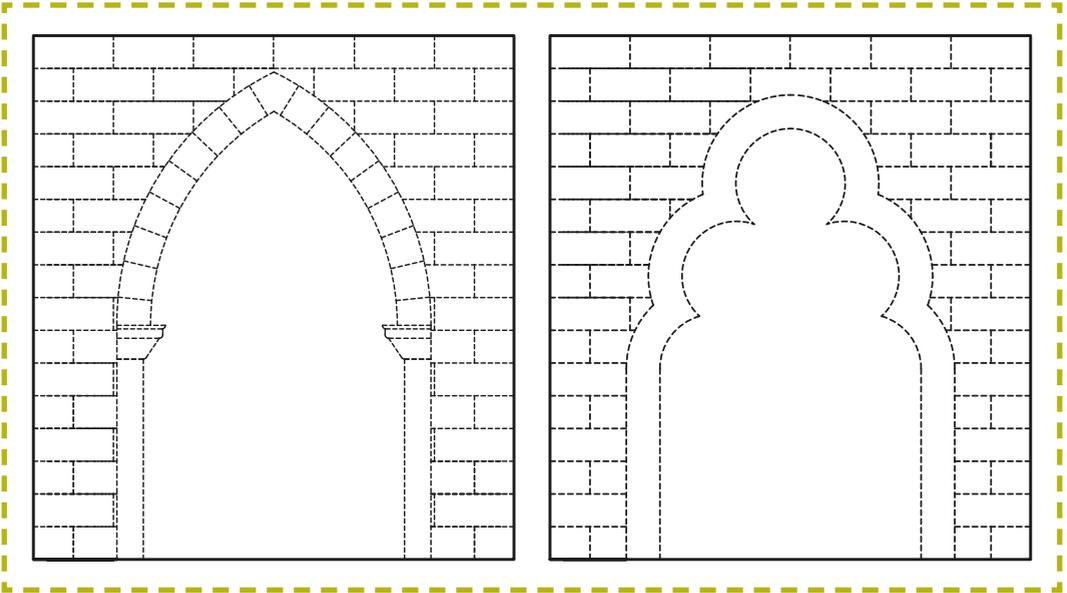




◆ La construcción

Durante la Edad Media se usaron varios tipos de arcos en los edificios. En los reinos cristianos fue muy frecuente el arco apuntado, que encontramos por ejemplo en la Catedral de Murcia. En los reinos musulmanes uno de los arcos más utilizados fue el lobulado, que en Murcia se conserva en el Museo de Santa Clara.

- Une los puntos y completa los dos tipos de arco. Colorea el dibujo y diferencia muros, dovelas, columnas y capiteles.



- El rey Alfonso X, conocido con el sobrenombre de "El Sabio", fue muy importante en la historia de Murcia durante la Edad Media. La reina, su esposa, se llamaba Doña Violante. Fíjate en estas escenas cortesanas representadas en estas viñetas y escribe el nombre de los arcos debajo: **APUNTADO** y **POLILOBULADO**.





- Para construir un edificio, primero se tenían que transportar los materiales desde la cantera. A pie de obra, los canteros tallaban las piedras (sillares), otros obreros preparaban la masa para unir los bloques de piedra. Finalmente se encajaban formando paredes y arcos. Sabiendo esto, ordena las viñetas del 1 al 4.

The puzzle consists of four medieval illustrations and four empty boxes. The illustrations are:

- Top-left: A mason in a red tunic is working on a stone arch, placing a block.
- Top-right: A mason in a red tunic is using a chisel to shape a stone block.
- Bottom-left: A mason in a blue tunic is using a mortar bucket to apply mortar to a stone.
- Bottom-right: A cart pulled by two oxen is carrying several large stone blocks.

 There are four empty rectangular boxes arranged in a 2x2 grid in the center, intended for the student to place the illustrations in the correct order (1 to 4) based on the construction process described in the text.

◆ **Los caminos terrestres y marítimos**

El comercio y la circulación de gentes y ganados fueron posibles gracias a la mejora de las comunicaciones mediante algunas obras públicas como puentes, faros, etc. Observa con atención este carretero de las Cantigas alfonsíes y encuentra las siete diferencias.

Two identical medieval illustrations of a cart pulled by two oxen, carrying several large stone blocks. The cart is being pulled by a person wearing a hooded cloak. The background shows a landscape with trees and hills. This image is used for a visual discrimination task where the student is asked to find seven differences between two versions of the same image.

ARS MECHANICAE

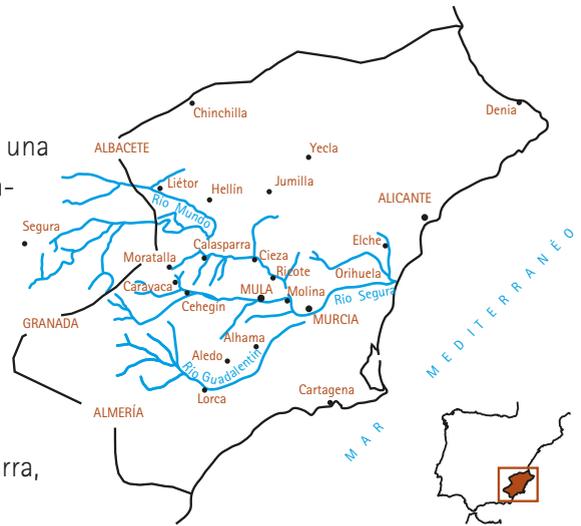
INGENIERÍA MEDIEVAL EN ESPAÑA



Actividades para
Educación Secundaria

ACTIVIDADES PREVIAS

La Edad Media ha sido considerada como una época oscura, con numerosas guerras de conquista entre reinos y caracterizada por el enfrentamiento entre culturas. Sin embargo fue un periodo con importantes avances científicos y aplicaciones técnicas en la vida real. El territorio peninsular, estuvo ocupado por dos culturas, al norte permanecían los reinos cristianos de Castilla y León, Navarra, Aragón y al sur la España musulmana.

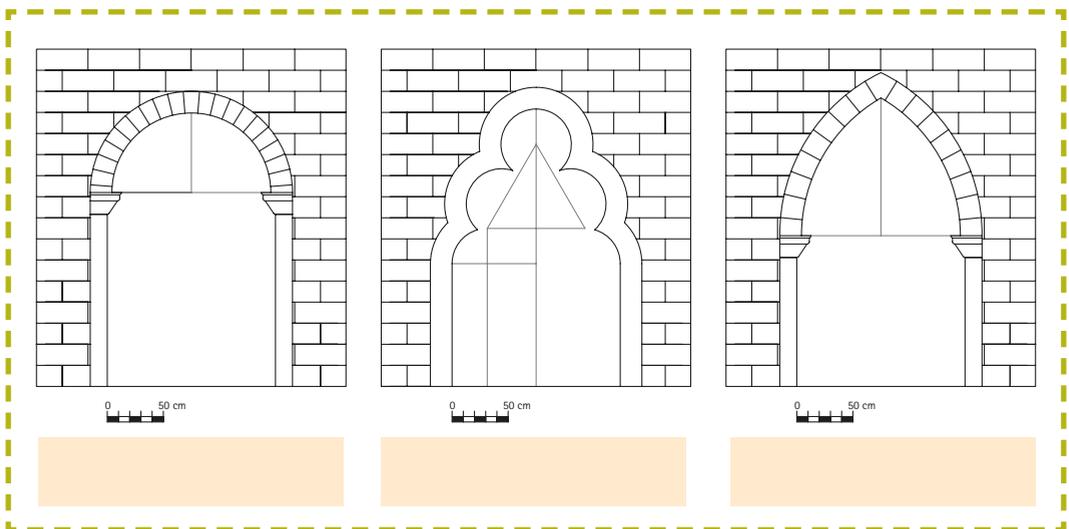


- Observa el mapa de Tudmír (Reino musulmán de Murcia) y contesta las preguntas.
 - Las fronteras no se parecen a las de la actual Comunidad Autónoma de Murcia ¿de qué otras provincias constaban? _____
 - Las poblaciones se concentran en el valle de dos ríos, el Guadalentín y el Segura, ¿a qué crees que se debe esa concentración? _____

◆ La construcción

Durante la Edad Media se utilizaron varios tipos de arcos en los edificios. Se siguió utilizando el arco de medio punto de tradición romana. En los reinos cristianos fue muy frecuente el uso del arco apuntado, que encontramos por ejemplo en la Catedral de Murcia. En los reinos musulmanes uno de los arcos más empleados fue el lobulado.

- Observa los arcos y señala de qué tipo son (medio punto, apuntado y lobulado) y cuántos centros tienen.

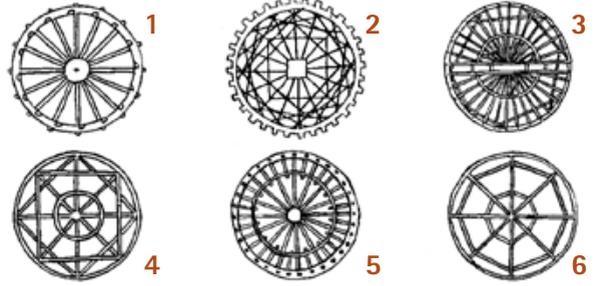


- Elige uno de ellos, prolonga la escala métrica en un papel e intenta hallar la luz (el hueco) y la altura: _____

ACTIVIDADES

◆ El agua. Abastecimientos y regadíos

Observa con detenimiento la primera imagen de la ciudad de Murcia en la Edad Media. Se trata de la fachada principal, la que daba a la actual Glorieta de España, en la parte inferior el río Segura con una noria que existió realmente (fue conocida como noria del alcázar).



- Dibuja la noria en el espacio disponible al lado de la imagen e intenta identificarla entre los diferentes tipos de norias representados en el cuadro de arriba.



- ¿Para qué crees que serviría la noria que aparece en la parte inferior derecha? _____
- ¿Cuántas torres aparecen representadas en la muralla? _____
- ¿Cuántas puertas hay?, ¿por qué crees que había tan pocas puertas para entrar y salir de la ciudad? _____
- Observa la torre más alta que no forma parte de la muralla, a la izquierda de la palmera ¿a qué edificio crees que podría pertenecer? _____
- ¿Por qué crees que no se representa ningún puente para salvar el río Segura y entrar en la ciudad? _____

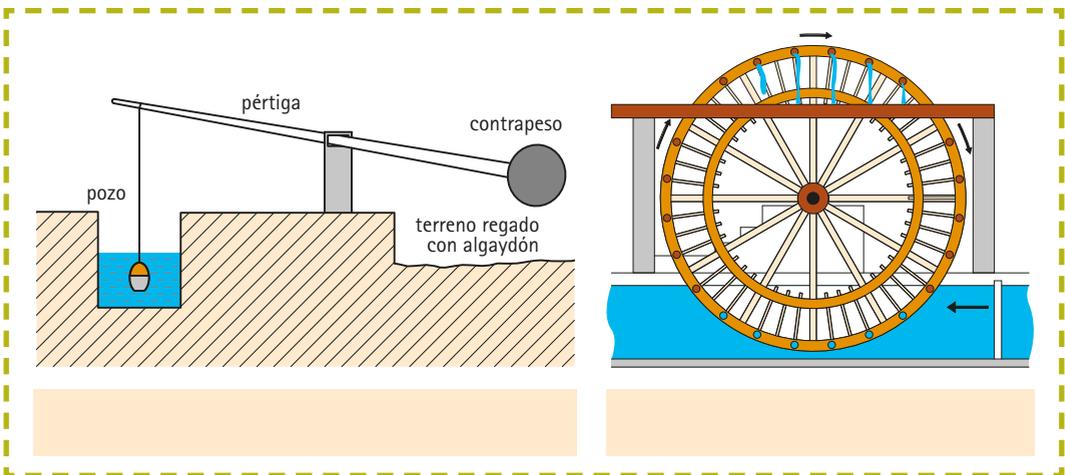
◆ El agua. Abastecimientos y regadíos

Durante la Edad Media surgen numerosas ciudades y poblaciones muy cerca de ríos o fuentes naturales. El agua de esos ríos además de satisfacer las necesidades de personas y animales era utilizada para regar nuevas tierras. Esas tierras eran conocidas como huertas y se regaban mediante un ingenioso sistema de presas, acequias y norias.

- Relaciona las construcciones que forman un sistema de regadío con su función.

Presas o azud <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Elevar y distribuir
Acequia o canal <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Represar, embolsar, retener
Noria o rueda elevadora <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Distribuir, derivar, canalizar
Azarbe <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Recoger caudal sobrante

- Tanto para el abastecimiento urbano como para el regadío en el medio rural fueron esenciales los aparatos elevadores de agua. Identifica los aparatos representados.

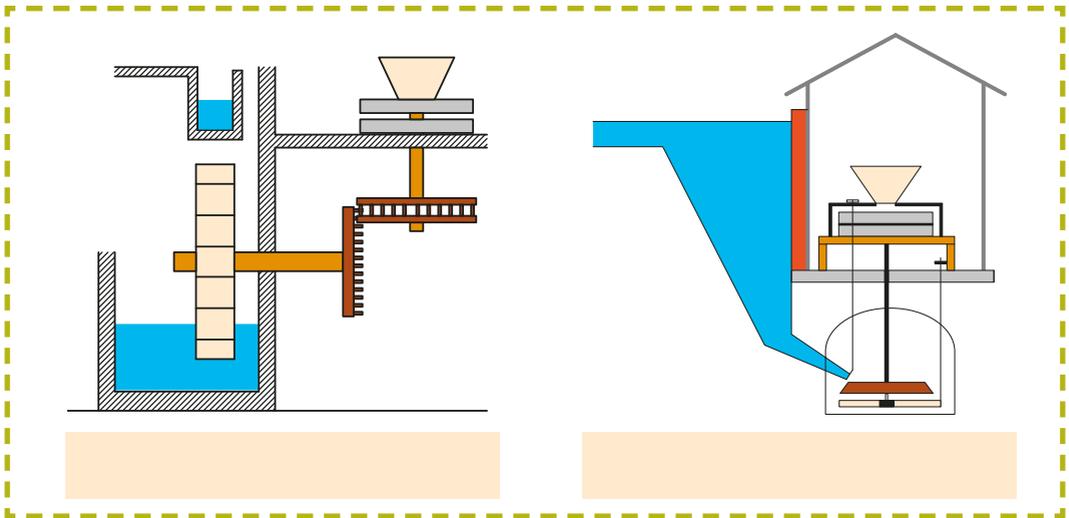


- ¿Qué ingenio hidráulico es más sencillo desde el punto de vista técnico, el algaidón o la noria?
- ¿Qué mecanismo crees que tendría mejor rendimiento (obtendría más agua en menos tiempo y con un menor esfuerzo)? Razona la respuesta _____

- ¿Es verdad o es mentira?

- El algaidón es un aparato elevador dotado de una pértiga y un contrapeso que debía accionar un ser humano V F
- La aceña es accionada por la fuerza de un animal y podía extraer agua de acequias o subterráneas V F
- Las norias sólo pueden situarse en los ríos muy caudalosos y apenas necesitan mantenimiento, se conservan intactas desde época medieval V F

- Los **molinos hidráulicos** fueron los mecanismos industriales más representativos en las poblaciones de la Edad Media. Los molinos de rueda vertical reciben el nombre de aceñas y los de rueda horizontal son de rodete. Identifícalos en los dibujos.



- ¿Cuál de ellos es más complejo técnicamente (es decir, necesita más engranajes y ruedas)?

- ¿Qué molino es más común en zonas áridas, por ejemplo en la cuenca mediterránea, y en concreto, en la región de Murcia?

◆ La industria

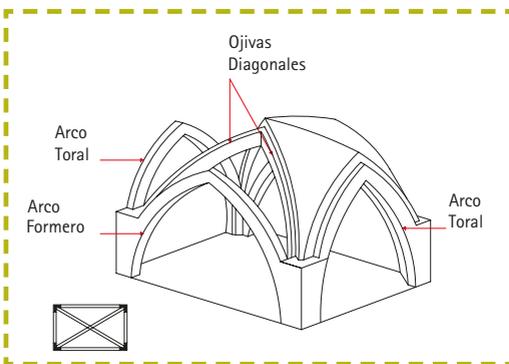
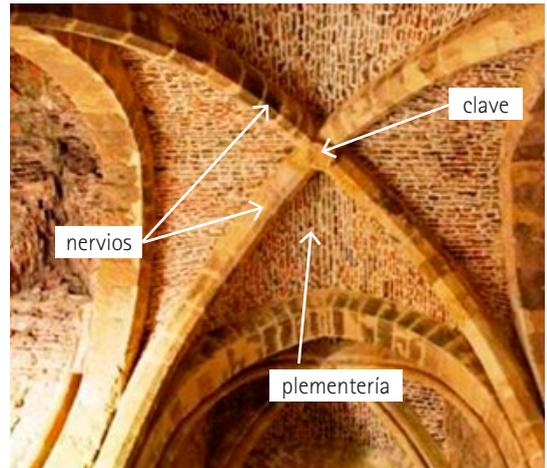
A pesar de las frecuentes guerras, epidemias y hambrunas que caracterizan la Edad Media, en ese periodo las ciudades se desarrollaron y surgen en ellas una importante cantidad de artesanos en cuyos talleres se fabricaban una gran variedad de productos.

- Observa las imágenes e identifica los objetos y el oficio de los artesanos que los elaboraron.

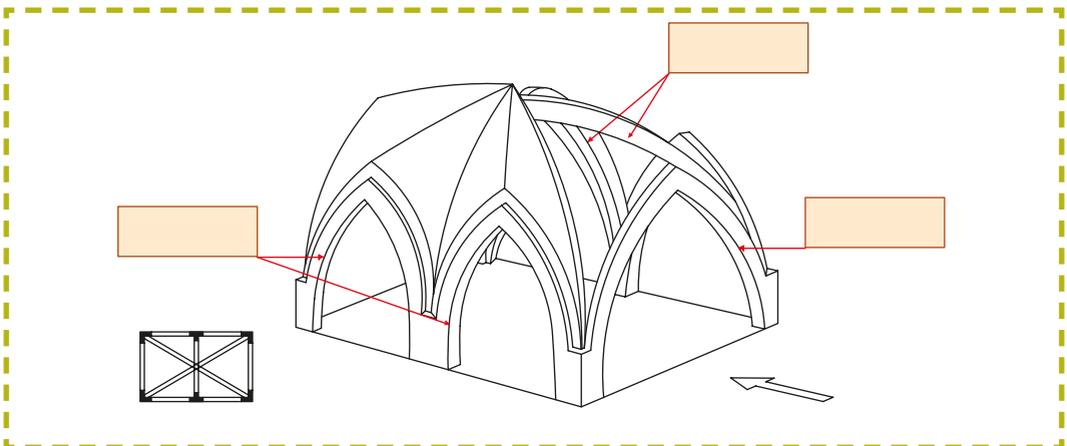


◆ La construcción

El estilo gótico se caracteriza por un tipo de bóveda por arista, en ojiva. Quedaba sostenida por arcos torales y diagonales que se apoyan unos contra otros, y sus empujes se equilibran con arbotantes o contrafuertes en el exterior. Este tipo de bóveda recibe el nombre de **bóveda de crucería**, está formada por arcos ojivales y su elemento característico son los nervios o arcos de refuerzo que se cruzan en el centro (clave) y a los que se pueden añadir otros nervios suplementarios. Sirve para cubrir espacios poligonales, no necesariamente cuadrados.

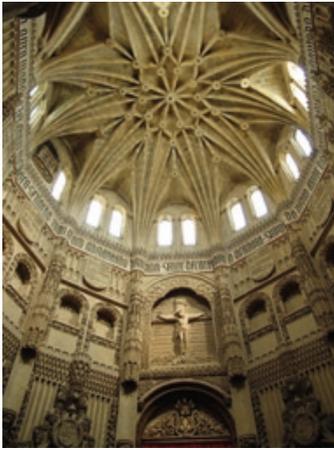


- Teniendo en cuenta la orientación de la nave (indicada por la flecha inferior), señala cuáles son los **arcos formeros** (los paralelos al eje longitudinal del edificio) y cuales los **torales** (los perpendiculares).
- Señala en el dibujo la pieza en la que convergen todos los nervios ¿recuerdas su nombre?



- Fíjate en la planta de la bóveda, dibujada en la parte inferior, ¿cuántos vanos (huecos) se generan en una bóveda de crucería sexpartita? _____
- Compara la bóveda de crucería simple (arriba) y la sexpartita, ¿qué les diferencia? _____

- Observa las fotografías de algunos monumentos medievales de la región e identifica la función para la que fueron construidos: **MILITAR, RELIGIOSA, FUNERARIA, CIVIL.**



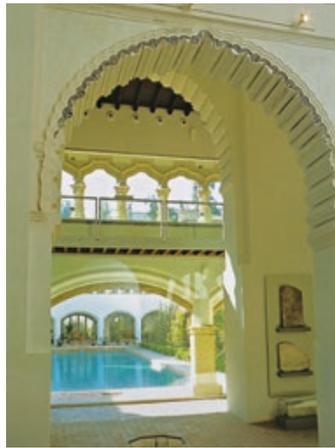
1



2



3



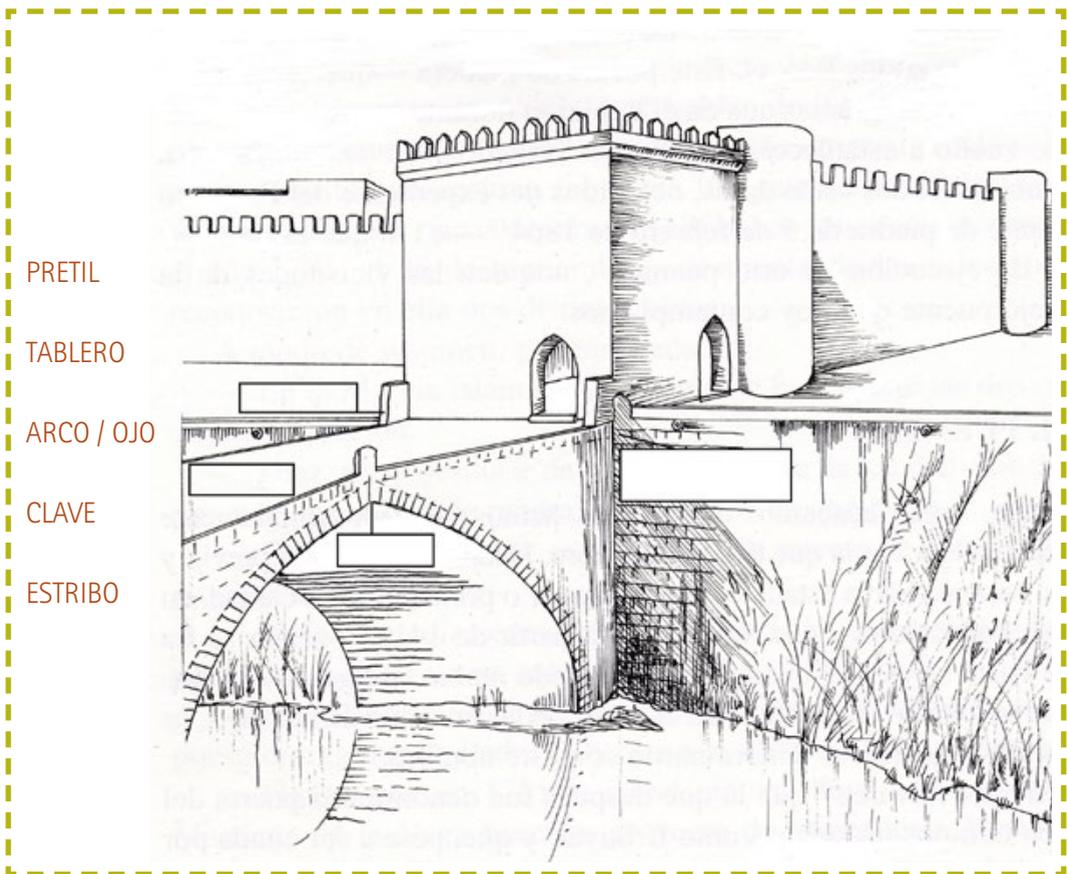
4

- Teniendo en cuenta el tipo de arquitectura que se observa, intenta identificar los monumentos y señala si es una construcción hecha por cristianos o por musulmanes:
 - Torre alfonsina (Castillo de Lorca) _____
 - Puerta de los Apóstoles (Catedral de Murcia) _____
 - Alcázar menor de Murcia (mediados del siglo XIII) _____
 - Capilla tardogótica de los Vélez (Catedral de Murcia) _____

◆ Los caminos terrestres y marítimos

Desde el siglo XI el desarrollo de las ciudades, la expansión de las rutas comerciales y de las peregrinaciones, generaron la necesidad de mejorar las vías de comunicación. Los ríos tenían que ser salvados mediante la construcción de puentes de piedra donde se utilizan los mismos recursos técnicos y geometría de las catedrales góticas. El modelo de arco empleado fue el ojival.

- Observa el dibujo que recrea el puente gótico anterior al puente viejo de Murcia y coloréalo.
- Señala en el dibujo algunos de los principales elementos:

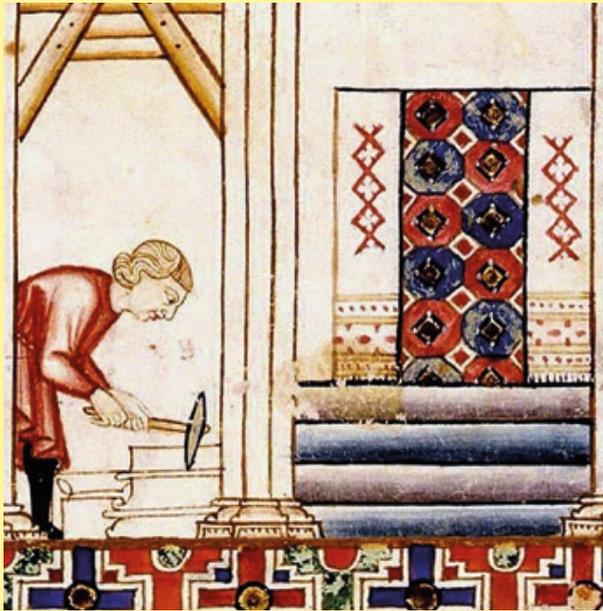


- ¿Verdadero o falso?

- Los puentes medievales suelen presentar una plataforma con pendientes en «lomo de asno» que los hace más esbeltos frente a la robustez de los puentes romanos V F
- En la construcción de los arcos de los puentes medievales se utilizan **cimbras de madera** que no se retiran hasta la colocación del sillar que constituye la clave V F
- En los puentes medievales el **carril de circulación (tablero)** y por consiguiente el intradós, del arco suele ser muy ancho V F

ARS MECHANICAE

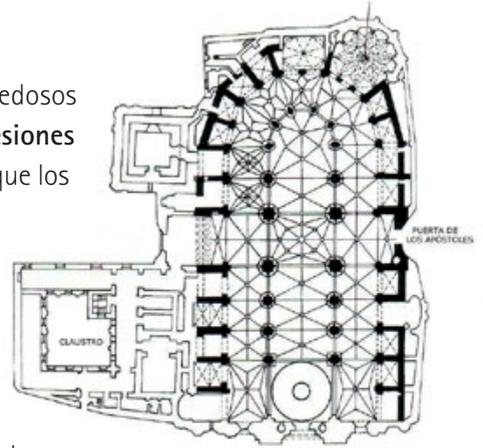
INGENIERÍA MEDIEVAL EN ESPAÑA



Actividades para
Bachillerato

ACTIVIDADES PREVIAS

La **arquitectura gótica** parte de planteamientos novedosos basados en una **nueva forma de contrarrestar las presiones** (bóvedas de crucería, contrafuertes y arbotantes) con lo que los muros se adelgazan y se hacen más esbeltos y ligeros. En los interiores predomina la planta de cruz latina (ahora con mayor número de naves) con girola. A los pilares se adosan columnitas o baquetones que se prolongan en los nervios de la bóveda. La difusión de esta estética en la Península Ibérica se vincula con el auge de los reinos cristianos y la decadencia del Al-Andalus. En el contexto de la Reconquista, la construcción de catedrales en muchas ciudades es simbólica y adquiere carácter de *arte cristianizador*.

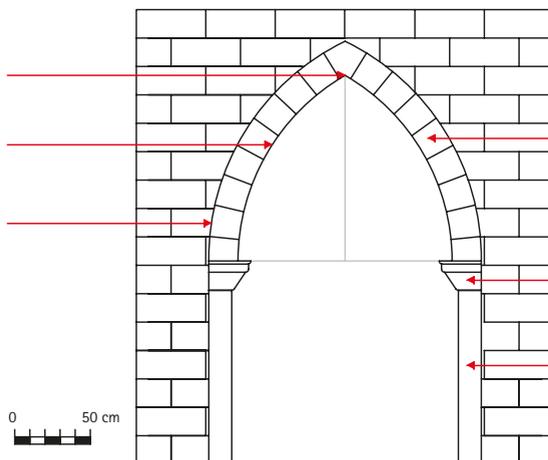


- Señala en el dibujo de la catedral de Murcia los principales elementos de este tipo de construcciones: coro, altar mayor; girola, capillas... ¿Qué forma adopta su planta? _____
- ¿Puedes ubicar la capilla tardogótica más conocida de la catedral de Murcia? ¿Recuerdas cómo se llama? _____

◆ La construcción

Una de las grandes aportaciones a la arquitectura en tiempos del Medievo fue el uso del arco apuntado u ojival que consta de dos arcos simétricos correspondientes a circunferencias de igual radio y distintos centros, que dan lugar a un vértice en la intersección. Una ventaja constructiva es que permite trazar huecos de igual altura para distintas luz de base, aproximando los centros de los arcos de circunferencia, sin modificar el radio.

- Escribe los elementos que conozcas en este arco gótico:



- 1.- Imposta
- 2.- Salmer
- 3.- Dovela
- 4.- Contraclave
- 5.- Clave
- 6.- Intradós
- 7.- Extradós (trasdós)
- 8.- Rosca
- 9.- Luz
- 10.- Flecha
- 11.- Riñón
- 12.- Jamba.

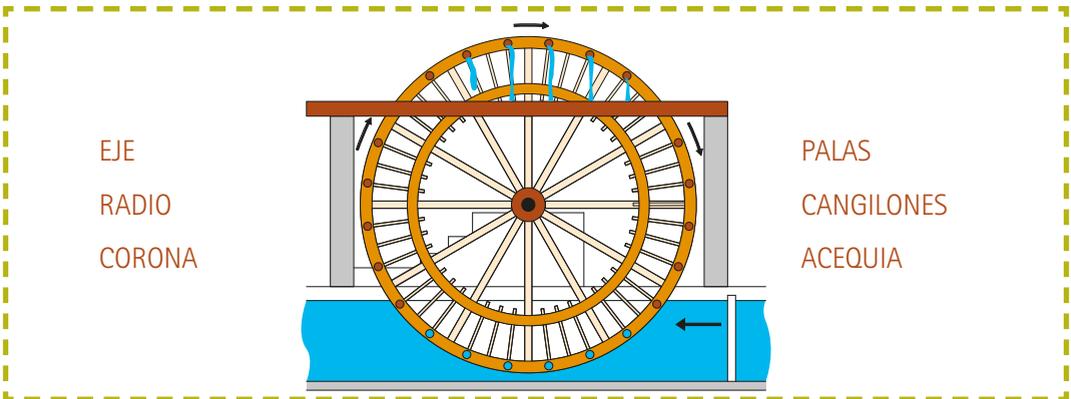
- Construye una escala de papel y halla la luz y altura del arco _____
- Traza las dos circunferencias con un compás.

ACTIVIDADES

◆ El agua. Abastecimientos y regadíos

El abastecimiento de agua de las grandes ciudades se realizaba mediante acueductos o con norias fluviales de gran diámetro. La función fundamental de estas últimas era la elevación del agua para transportarla a lugares más elevados. Su uso en las huertas permitió poner en explotación más terrenos de regadío.

- Observa el dibujo e identifica y escribe los elementos fundamentales de este artefacto.



- En las norias modernas los cangilones son cajones incorporados a la corona donde se recoge el agua, ¿de qué material estaban hechos los cangilones de las norias medievales? _____
- Nombra alguna noria que conozcas de la región _____

◆ La industria

Las mejoras técnicas tanto a nivel de mecanismos y engranajes, cubiertas de edificios y construcción de barcos de guerra y comerciales en las atarazanas fueron fundamentales para el desarrollo económico. Los maestros carpinteros tuvieron un papel fundamental.

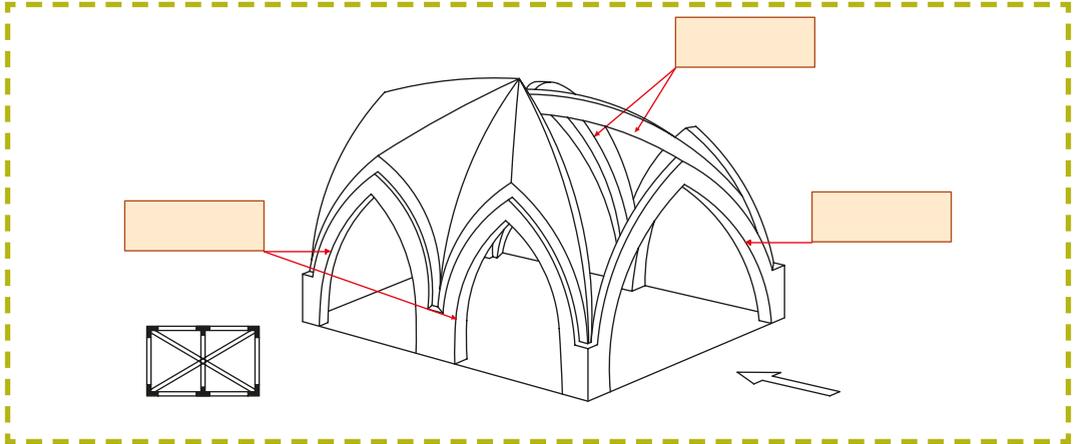
- Identifica en las imágenes de las Cantigas alfonsíes (s. XIII) los mecanismos y artefactos representados y el contexto en el que aparecen.



◆ La construcción

Una de las grandes aportaciones a la arquitectura en el Medioevo fue el uso del arco apuntado y la bóveda de crucería o de ojivas, ésta última era sostenida por nervios apuntados que confluyen en la clave. Cuando se añaden otros nervios diagonales surge la bóveda de crucería.

- Observa el dibujo y en función de la orientación de la bóveda señala cuáles son los arcos torales, los arcos formeros y las ojivas diagonales.



- ¿Dónde convergen todos los arcos? _____
- ¿Cuántos vanos se generan con esta bóveda? _____
- ¿Qué ventajas constructivas tiene el uso de los arcos ojivales? _____

◆ Los caminos terrestres y marítimos

Cuando observamos el mapa de Tudmir o del **Reino de Murcia** es fácil comprobar que su extensión era mayor que la de la actual comunidad autónoma.

- Busca y subraya los nombres de otras provincias que formaban parte de Murcia.
- Si observas con atención te darás cuenta de que la mayoría de las poblaciones se sitúan a lo largo de los valles fluviales del Guadalentín y Segura, que nos comunican con Castilla, Andalucía y el Levante. Escribe algunas de esas poblaciones.
 - Segura: _____
 - Guadalentín: _____
- Nombra y ubica en el mapa puertos desde donde se comerciaba con el resto del Mediterráneo _____



GLOSARIO

Aceña: noria con cangilones que, movida por la fuerza de la corriente, eleva el agua para regar. Molino de rueda motriz vertical.

Aljibe: depósito situado en las fortificaciones y cubierto por bóveda de cañón, destinado a guardar agua potable procedente de la lluvia. Los mejor conservados en Murcia son los de los castillos de Lorca y Caravaca de la Cruz.

Arco: es la forma curva de cerrar un vano y está formado por dovelas. Las dovelas tienen una forma trapezoidal con mayor anchura en la parte exterior que en la interior, mientras que pueden ser planas en su parte frontal y trasera.

Atarazanas: lugar en el que se construían y reparaban las embarcaciones.

Azud: término procedente del árabe *sud*, presa o barrera construida en el cauce de un río para derivar el caudal mediante acequias o canales de riego.

Batán: molino dotado de mazos de movimiento alternativo donde se enfurtían o abatanaban los tejidos de lana.

Bóveda: cubierta curva de un espacio o edificio.

Cantería: arte de labrar la piedra para ser empleada en construcciones. Los diferentes artesanos que participan en el proceso se denominan cabuqueros, entalladores, canteros y tallistas o labrantes.

Ceca: lugar donde se fabrica o emite moneda. También se conoce como Casa de Moneda o Casa de la Moneda.

Ferrería: antigua instalación siderúrgica en la que se transformaba el mineral de hierro en metal.

Medievo: período histórico de la civilización occidental comprendido entre el siglo V y el XV. Su comienzo se sitúa convencionalmente en el año 475 (fin del Imperio romano de Occidente) y su fin en 1492, con el descubrimiento de América.

Molino: artefacto o máquina que sirve para moler el cereal, utilizando como energía cinética la fuerza del viento o del agua.

Noria: artefacto formado por una rueda vertical que desde época medieval se ha empleado en la huerta para la elevación del agua desde cursos fluviales o desde alguna acequia con el fin de ampliar los terrenos irrigados. El agua se recoge por medio de unos cangilones o vasos cerámicos y es elevada hasta que cae por gravedad en un canal más alto desde donde es distribuido.

Ojiva: figura formada por dos arcos de círculo iguales que cortándose en un extremo presentan concavidad enfrentada

Peregrino: viajero que, por devoción o por voto, visita un santuario o algún lugar sagrado.

Puente: estructura arquitectónica dotada de pilas, arcos, estribos y tablero con pretil, construida para salvar un curso de agua.

BIBLIOGRAFÍA

AA. VV. (2008): *Ars Mechanicae. Ingeniería Medieval en España*. Coord. Pedro Navascués Palacio. CEDEX. Ministerio de Fomento. CEHOPU.

AYUNTAMIENTO DE MURCIA

Alcalde-Presidente
Miguel Ángel Cámara Botía

Concejal de Cultura
Rafael Gómez Carrasco

**Jefe de Servicio de Museos y
Actividades Culturales**
Manuel Fernández-Delgado Cerdá

GUÍA DIDÁCTICA

Contenidos
Maribel Parra Lledó
Alfonso Robles Fernández

Diseño
Alfonso Robles / Pablo Portillo

Dibujos
Elvira Navarro Santa-Cruz

Impresión
Pictografía, S. L.

Guía didáctica publicada con motivo de la exposición "Ars Mechanicae. Ingeniería medieval en España", producida por



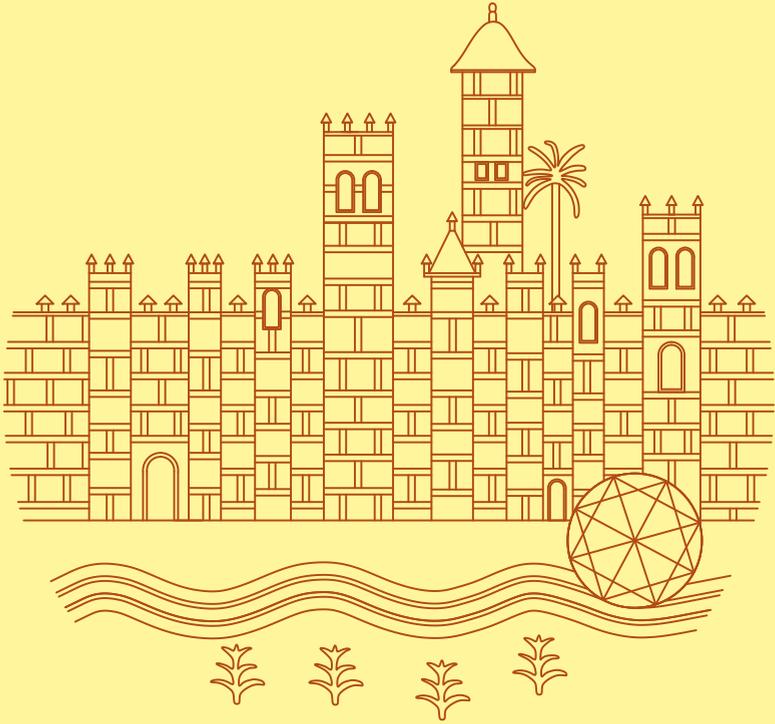
EDITA

Ayuntamiento de Murcia
Concejalía de Cultura
Museo de la Ciencia y el Agua

Dirección técnica
Servicio de Comunicación

D. L.: MU 849-2013





Museo de la Ciencia y el Agua
AYUNTAMIENTO DE MURCIA

