

# ROMA

FICHAS DE TRABAJO. ÍNDICE DE CONTENIDOS		
ACTIVIDAD	BLOQUE	CONTENIDOS
1. Los arqueros matemáticos	-Geometría -Análisis	-Ángulos -Trigonometría -Parábola. Tiro parabólico
2. Los espectáculos	-Geometría	-Identificación de cónicas -Cálculo longitud arco de curva
3. El templo	-Aritmética -Proporcionalidad -Geometría	-Razón de semejanza -Semejanza de triángulos -Razones trigonométricas
4. Embalses y acueductos	-Aritmética -Proporcionalidad	-Volumen -Regla de tres simple
5. Campus espartarius	-Resolución de problemas -Estadística y probabilidad	-Proporciones -Cadenas de Markov
6. Los impuestos del imperio	-Estadística y probabilidad	-Tablas, diagramas y gráficas para representar datos -Tablas de doble entrada -Optimización
7. El faro de Brigantium	-Geometría	-Trigonometría

Bachillerato. Matemáticas, **Roma**



# Bachillerato. Matemáticas, **Roma**



# 1. LOS ARQUEROS MATEMÁTICOS

Cuando las legiones romanas se disponían a atacar a las tropas enemigas en primer lugar actuaban los arqueros. Con ellos pretendían diezmar el ejército contrario antes de pasar al combate cuerpo a cuerpo. Para conseguirlo, los arqueros se situaban a 500 metros de distancia de sus enemigos, tensaban sus arcos y soltaban sus flechas a una velocidad de 75 m/seg., pero no todas las flechas alcanzaban su objetivo.

Para perder el menor número de flechas posibles, uno de los arqueros debía decidir con qué ángulo debían de lanzar para que llegasen hasta los enemigos. Contaba con una tabla donde aparecían todas las fórmulas que describen el movimiento de la flecha:

60 Velocidad inicial en eje X	$V_0 \cdot \cos(\alpha)$
Velocidad inicial en eje Y	$V_0 \cdot \sin(\alpha)$
Tiempo de Vuelo	$\frac{2 \cdot V_0 \cdot \sin(\alpha)}{9,8}$
Altura máxima de la flecha	$\frac{V_0^2 \cdot \sin^2(\alpha)}{2 \cdot 9,8}$
Alcance máximo de la flecha	$\frac{V_0^2 \cdot 2 \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha)}{9,8}$

- 1.1. ¿Podrías decir con qué ángulos es posible que los arqueros alcancen su objetivo?
- 1.2. Dibuja un gráfico que represente el movimiento de la flecha de un arquero que ha lanzado con un ángulo de  $60^\circ$ .
- 1.3. ¿Cuál es la distancia mínima de seguridad para que no te alcance el arquero con una de sus flechas?

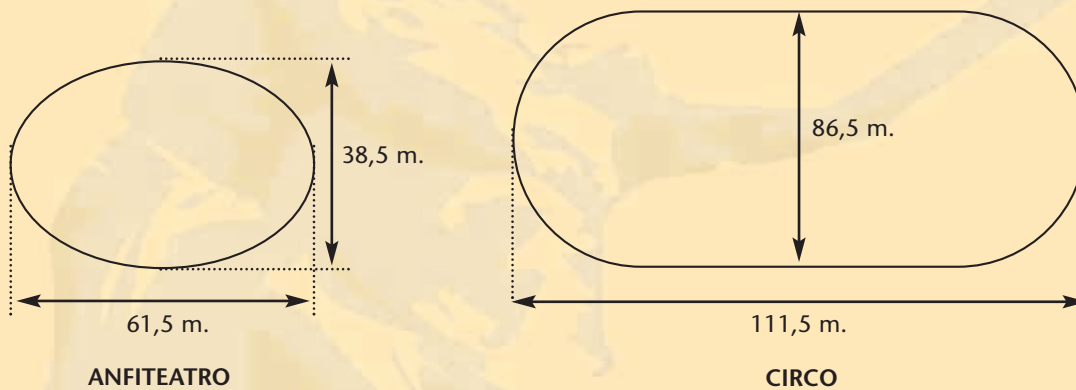
Tras una primera oleada de ataques, los enemigos se repliegan y se colocan tras una colina de 200 metros de altura. Los arqueros avanzan y se colocan de nuevo a 500 metros de distancia, pero tienen justo en medio entre ellos y sus enemigos la colina. El arquero matemático coge de nuevo su tabla, hace nuevos cálculos y dice: "es difícil porque tenemos poco margen de error, pero podemos conseguir salvar la colina y que nuestras flechas lleguen hasta ellos".

- 1.4. ¿Crees que lo conseguirán? ¿Cómo deberían lanzar sus flechas?



## 2. LOS ESPECTÁCULOS

Los romanos eran muy aficionados a los espectáculos públicos. En el anfiteatro realizaban las luchas de gladiadores y en el circo las carreras de cuadrigas. Ambos edificios tenían forma aproximada de elipse. Los dibujos siguientes representan las dimensiones del anfiteatro y el circo de la antigua Tarraco (actual Tarragona).



- 2.1. ¿Cuántas veces es más grande el circo que el anfiteatro? Sin embargo, ¿Cuántos anfiteatros podríamos construir en la parcela que ocupa un circo?
- 2.2. En la arena del circo se realizaban las carreras de cuadrigas (carros tirados por caballos). Para que te hagas una idea de su tamaño, infórmate sobre las dimensiones del terreno de juego de un campo de fútbol. ¿Cuántos campos de fútbol podríamos construir en la arena del circo?
- 2.3. Los espectáculos del anfiteatro de Tarraco podían presenciarlos 14.000 personas. ¿Cuántas personas crees que podrían presenciar las carreras en el circo?
- 2.4. La velocidad máxima que podían alcanzar las cuadrigas de caballos era de 60 km/h. en la recta y de 30 km/h. para dar la vuelta. ¿Cuánto tardaban en dar una vuelta al circo una vez lanzada la carrera?
- 2.5. La puerta por donde accedían las cuadrigas a la arena tenía una anchura de 5 metros. Si cada persona que asistía al circo disponía de 50 centímetros para sentarse, ¿cuántos eran los romanos privilegiados que veían el espectáculo en primera fila?



### 3. EL TEMPLO



Uno de los edificios singulares presentes en la Roma de Terra Mítica es el llamado Itálica. El nombre de Itálica hace referencia a la ciudad que fundó Publio Cornelio Escipión en el año 206 a.C. en las cercanías de la ciudad sevillana de Santiponce, pero en realidad el edificio es un templo, inspirado en el Templo “Maison Carré” de Nimes (Francia). Normalmente, estos edificios públicos se construían en el foro de la ciudad.

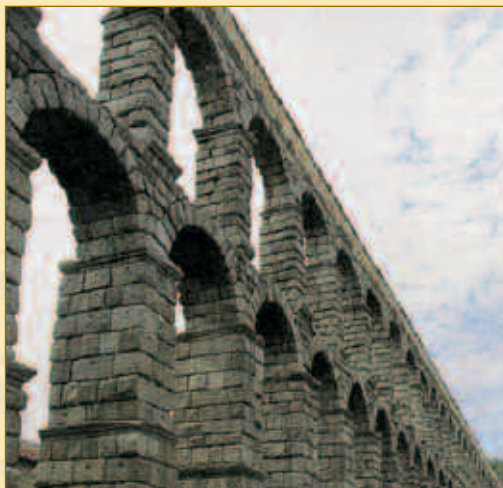
- 3.1. Como puedes observar en la fotografía, una parte del edificio es cerrada y otra una terraza. ¿Cuántas veces es más grande la parte cerrada que la terraza?
- 3.2. La escalera de acceso, formada por seis escalones, salva un desnivel de 1,08 metros. ¿Qué altura tiene cada escalón?
- 3.3. Si hubiéramos construido en lugar de la escalera una rampa de acceso al edificio, ¿Qué longitud tendría la rampa para que la pendiente no superase el 12%?
- 3.4. La rampa que aparece a la izquierda tiene una longitud de 11 metros y salva un desnivel de 0,8 metros ¿Cuál es el desnivel de esta pendiente? ¿Qué ángulo forma la pendiente con respecto al suelo?
- 3.5. Ya en el interior del edificio, queremos construir una escalera para acceder al altillo de madera. Tenemos que subir una altura de 2,70 metros y disponemos en el suelo de un hueco libre de 1x4 metros. ¿Qué dimensiones debemos darle a los escalones para que todos sean iguales?





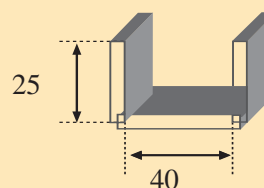
## 4. EMBALSES Y ACUEDUCTOS

Los romanos, para abastecer de agua a sus ciudades, construían grandes embalses para almacenar el agua y acueductos para trasladarla hasta ellas. Uno de los embalses más conocidos de la península ibérica es el de La Alcantarilla, en Toledo, sobre el río Guajaraz y que se ha conservado hasta nuestros días. Su cuenca de 90 Km<sup>2</sup> le permitía embalsar 5 millones de metros cúbicos cada año, de los que aproximadamente dos tercios se dedicaban para la agricultura y la industria.



Acueducto de Segovia. (Foto Juan Manuel Salabert. Cuadernos de arte español, nº 54).

- 4.1. En la actualidad cada persona necesita una media de 30 litros de agua diarios. ¿Cuántos habitantes podrían vivir como máximo en esa ciudad romana?
- 4.2. Si queremos que en la ciudad vivan como mucho 100.000 habitantes. ¿Cuántos Km<sup>2</sup> de cuenca necesitaría nuestro embalse?
- 4.3. La sección del canal de agua que corona el acueducto la tienes en el dibujo, medida en centímetros. Si la velocidad del agua es de 0,5 m/seg., ¿cuál es el caudal de la acequia en litros por segundo?
- 4.4. Las domus romanas (casas) de los personajes importantes solían tener un aljibe, no demasiado grande pues sólo podían almacenar unos 20.000 litros. ¿Cuánto tardarían en llenarlo con el agua del acueducto?



## 5. CAMPUS ESPARTARIUS

Uno de los atractivos que tenía para los romanos el territorio de Hispania era la gran producción de lino y esparto que había en sus tierras. El lino lo utilizaban para fabricar telas y el esparto para casi todo, calzado, capazos para transportar el trigo, esteras, cestos, etc...

Al retirarse de la legión, al soldado Lucio Elio le fue asignada una finca de 50 hectáreas en la recién fundada Emérita Augusta (la actual Mérida). Tras construirse una pequeña villa con jardines, en la que ocupó una parcela de 1 hectárea, se puso a pensar a qué cultivos dedicaría sus tierras. Como necesitaría aceite, vino y trigo para todo el año, lo mejor era plantar 3 hectáreas de cada cosa. El resto de las tierras las dedicaría para comerciar con sus productos. Como el lino se gastaba mucho menos que el esparto, pensó plantar el primer año la cuarta parte de las tierras que le quedaban libres y el resto de esparto.

Como el lino es un cultivo que desgasta mucho la tierra, a partir del segundo año y en cada uno de los siguientes cambiaría los cultivos; la mitad de lo que tenía plantado de lino lo plantaría de esparto y viceversa, la mitad de lo que tenía plantado de esparto lo plantaría de lino.

- 5.1. ¿Cuántas hectáreas tendrá de cada cultivo el segundo año? ¿Y el tercero?
- 5.2. ¿Crees que hace bien Lucio el reparto de cultivos cada año pensando en la distribución a largo plazo? ¿Seguirá produciendo en el futuro más lino que esparto como quería?



## 6. LOS IMPUESTOS DEL IMPERIO

Las colonias romanas a lo largo y ancho del Mediterráneo servían para abastecer a la ciudad de Roma de trigo, vino, aceite, lino y esparto. En la época de mayor esplendor romano la capital, Roma, llegó a tener más de medio millón de habitantes que necesitaban de todos esos productos.

A fin de controlar como contribuían cada una de ellas, uno de los senadores se encargaba de anotar la carga de cada uno de los barcos que llegaban al puerto de Roma. En la tabla siguiente recogió las cantidades que provenían de las principales ciudades de Hispania.

	Trigo (Tm)	Vino (Hl)	Aceite (Hl)	Lino (Tm)	Esparto (Tm)
Cartago Nova	10	80	20	2	10
Gades	15	90	25	4	12
Saguntum	12	100	16	6	8
Tarraco	14	150	18	5	8
Valentia	9	120	14	6	9

- 6.1. Como al emperador no le gustan mucho los números, el senador debe realizar un gráfico que recoja todos los datos. ¿Cómo lo harías tú? Dibuja el tuyo.
- 6.2. En realidad los barcos romanos no eran muy grandes, sólo podían cargar un máximo de 40.000 kg. en cada viaje. Sin embargo, el precio era diferente según las mercancías que llevarsen, si sólo eran sólidos el viaje costaba 1.000 sesteracios; si sólo eran líquidos el viaje costaba 800 sesteracios pero sólo podían cargar como máximo 30.000 litros pues también debían llevar las ánforas que los contenían. Por último podían elegir una modalidad mixta por 900 sesteracios y cargar 25 Tm. de sólidos y 10.000 litros de líquidos. Como Saguntum, Tarraco y Valentia son ciudades cercanas deciden compartir los barcos para intentar ahorrar dinero. ¿Cómo conseguirían ahorrar el mayor número de sesteracios?





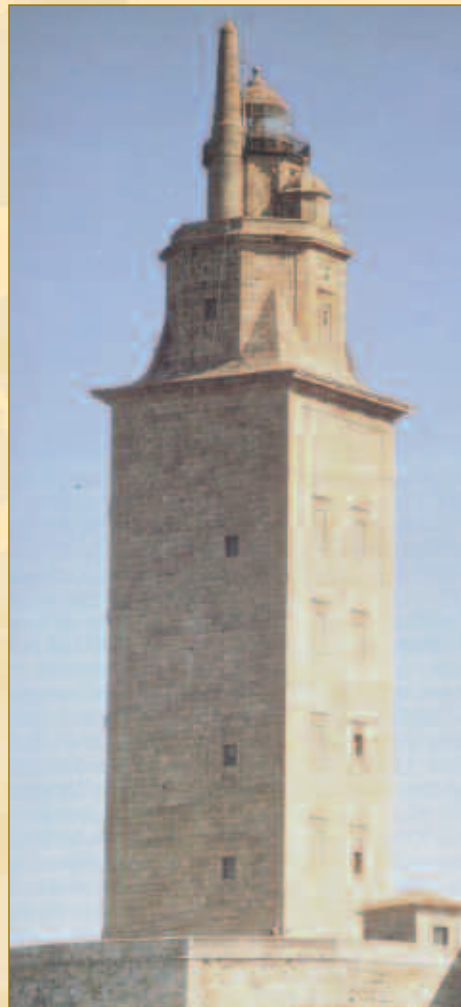
## 7. EL FARO DE BRIGANTIUM

La llamada Torre de Hércules en La Coruña es una construcción del siglo XVIII que recubre el faro romano de Brigantium, que imita en su construcción al faro de Alejandría. Su función estaba relacionada con las instalaciones portuarias y con las rutas atlánticas.

Cuando un barco se aproximaba al puerto debía de pasar por dos puntos de control de maniobra, cuando llegaban al primero desde él podían ver la luz del faro bajo un ángulo de  $4^\circ$ . El segundo punto de control se encontraba 167 m. más cerca del faro y observaban desde allí la luz con un ángulo de  $6^\circ$ .

7.1. ¿Qué altura tenía el faro de Brigantium?

7.2. Para detectar la luz del faro el vigía del barco debía observarlo con un ángulo de medio grado, pues por debajo de este valor el ojo humano no la distinguiría. ¿A qué distancia del faro se encontraban cuando el vigía avistaba el faro por primera vez?



Torre de Hércules en La Coruña. (Foto I.C.R.B.C.)



