

## Objetivos

En esta quincena aprenderás a:

- Distinguir las clases de cuerpos geométricos.
- Construirlos a partir de su desarrollo plano.
- Determinar sus planos de simetría.
- Calcular sus áreas y volúmenes.
- Localizar un punto sobre la Tierra.
- Calcular la hora en cada país.
- Cómo se hacen los distintos tipos de mapas y las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos.

Antes de empezar

1. Poliedros regulares .....	pág. 4
Definiciones	
Desarrollos	
Planos de simetría	
Poliedros duales	
2. Otros poliedros .....	pág. 7
Prismas	
Pirámides	
Planos de simetría	
Poliedros semirregulares	
3. Cuerpos de revolución .....	pág. 14
Cilindros	
Conos	
Esferas	
Planos de simetría	
4. La esfera terrestre .....	pág. 17
Coordenadas geográficas	
Husos horarios	
5. Mapas .....	pág. 20
Proyecciones	

Ejercicios para practicar

Para saber más

Resumen

Autoevaluación

Actividades para enviar al tutor



## Antes de empezar



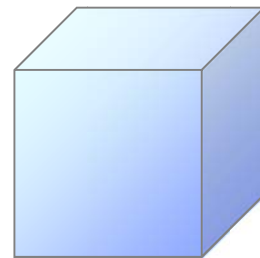
### Recuerda

Un **poliedro** es un cuerpo cerrado limitado por polígonos.

Cada uno de ellos recibe el nombre de **cara**. Los lados de las caras son las **aristas** del poliedro y los extremos de las aristas son los **vértices** del poliedro.

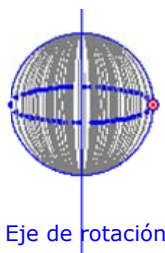
En todo poliedro simple (sin huecos) se cumple la **relación de Euler**:

*El número de caras de un poliedro (C) es igual al número de aristas (A) menos el de vértices (V) más 2.*



$$C=6 \quad V=8 \quad A=12$$
$$A-V+2=12-8+2=6=C$$


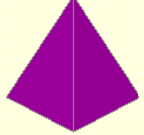
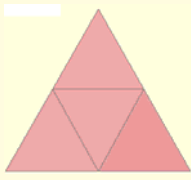

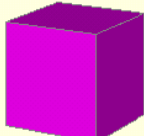
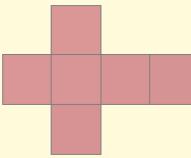

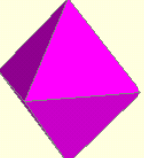
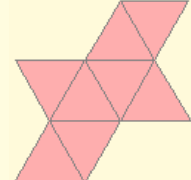



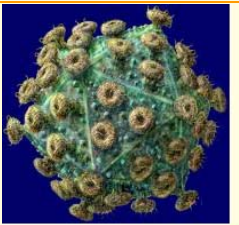

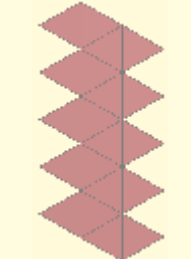
$$C = A - V + 2$$



Un **cuerpo de revolución** es cualquier figura geométrica construida al hacer girar una figura plana alrededor de un eje contenido en el mismo plano.

# Cuerpos geométricos

## 1. Poliedros regulares

Característica...s	Desarrollo
 <p>Empaquetamiento de bolas en forma de tetraedro.</p> <p>Tetraedro</p>  <p>Caras: 4 triángulos equiláteros Aristas: 6 Vértices: 4</p>	
 <p>Cristales cúbicos de pirita (Sulfuro de hierro <math>\text{FeS}_2</math>)</p> <p>Hexaedro o Cubo</p>  <p>Caras: 6 cuadrados Aristas: 12 Vértices: 8</p>	
 <p>Cristales octaédricos de fluorita (Fluoruro de Calcio <math>\text{CaF}_2</math>)</p> <p>Octaedro</p>  <p>Caras: 8 triángulos equiláteros Aristas: 12 Vértices: 6</p>	
 <p>Instituto de la Construcción Eduardo Torroja (Madrid)</p> <p>Dodecaedro</p>  <p>Caras: 12 pentágonos regulares Aristas: 30 Vértices: 20</p>	
 <p>Estructura icosaédrica de un virus</p> <p>Icosaedro</p>  <p>Caras: 20 triángulos equiláteros Aristas: 30 Vértices: 12</p>	

### Definiciones

Diremos que un **poliedro** es **regular** cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- Sus caras son polígonos regulares iguales.
- En cada vértice concurren el mismo número de caras.

Sólo hay cinco poliedros regulares (llamados también **Sólidos Platónicos**):

- Tetraedro:** 4 caras (triángulos equiláteros)
- Hexaedro o cubo:** 6 caras (cuadrados)
- Octaedro:** 8 caras (triángulos equiláteros)
- Dodecaedro:** 12 caras (pentágonos regulares)
- Icosaedro:** 20 caras (triángulos equiláteros)

### Desarrollos

Se dice que un cuerpo geométrico es **desarrollable** cuando puede ser construido a partir de una figura plana formada por todas las caras del cuerpo.

Todos los poliedros regulares son desarrollables y en este apartado te mostramos las figuras que permiten su construcción.



## Planos de simetría

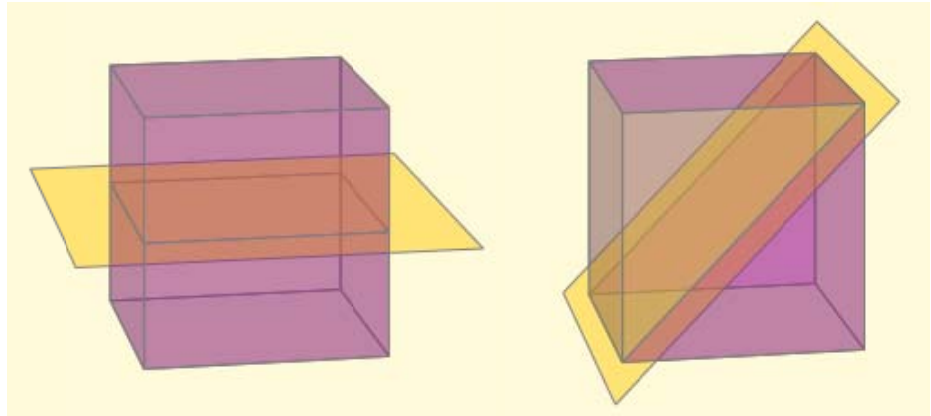
Un plano de simetría es aquel que divide un cuerpo en dos partes iguales que se corresponden de manera exacta.

Los poliedros regulares tienen los siguientes planos de simetría:

Tetraedro	6
Cubo	9
Octaedro	9
Dodecaedro	15
Icosaedro	15

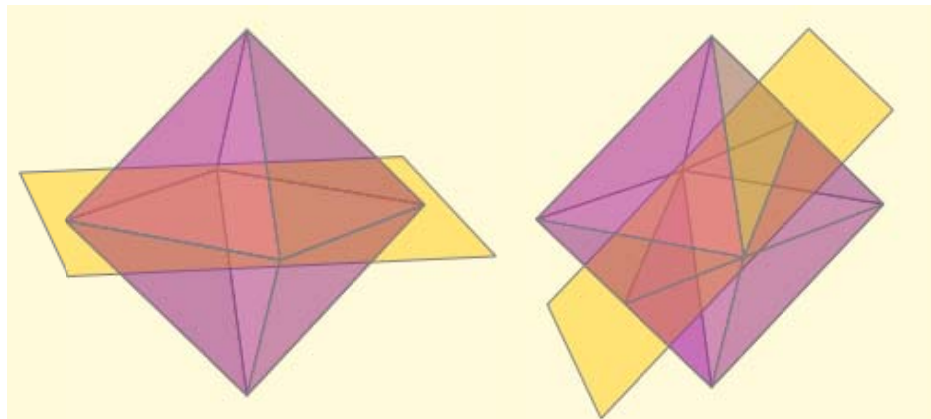
### Hexaedro o cubo

- 3 planos paralelos a dos caras opuestas.
- 6 planos que pasan por dos aristas opuestas.



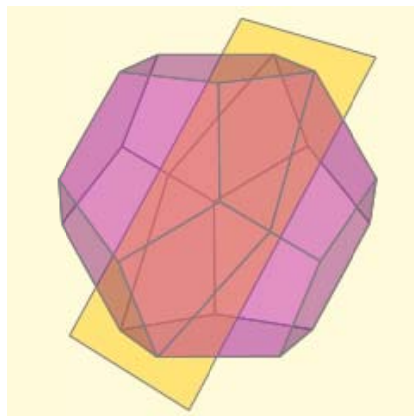
### Octaedro

- 3 planos que pasan por cuatro vértices.
- 6 planos que son perpendiculares a pares de aristas paralelas.



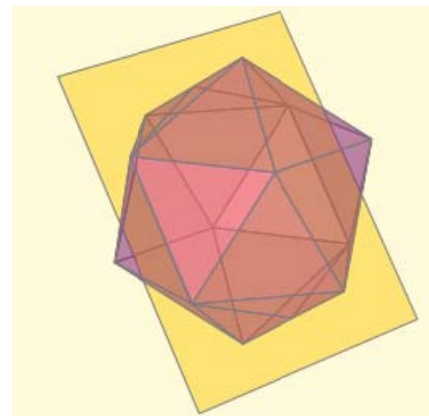
### Dodecaedro

- 15 planos que pasan por dos aristas paralelas.



### Icosaedro

- 15 planos que pasan por dos aristas paralelas.



## Poliedros duales

Se dice que dos poliedros son **duales** si el número de vértices del primero coincide con el número de caras del segundo y viceversa. Además ambos deben tener el mismo número de aristas.

Si dos poliedros son duales puede construirse uno a partir del otro uniendo con segmentos los centros de cada dos caras contiguas del primero.

En las imágenes se muestra que el cubo y el octaedro son duales, el dodecaedro y el icosaedro también y que el tetraedro es dual consigo mismo.

**Tetraedro:** nº de vértices = 4 = nº de caras.

**Nº de caras del cubo = 6 = nº de vértices del octaedro**

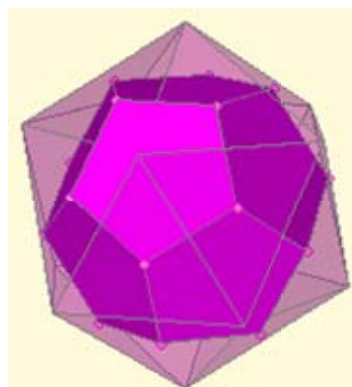
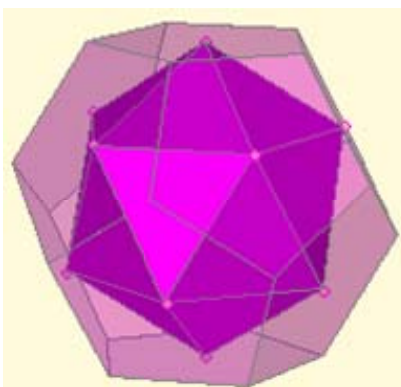
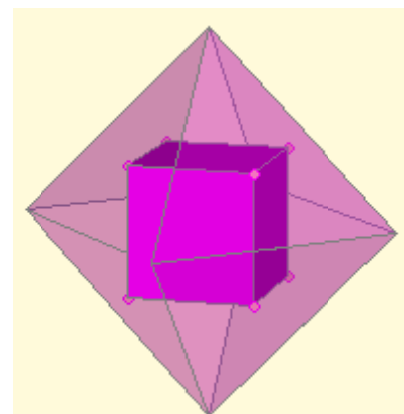
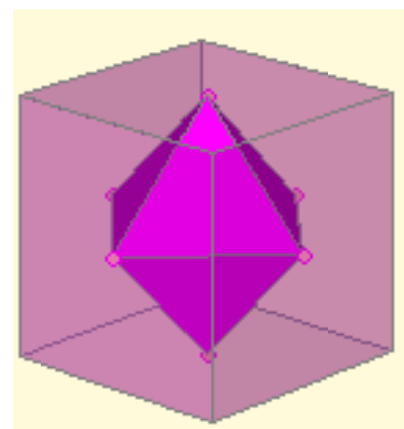
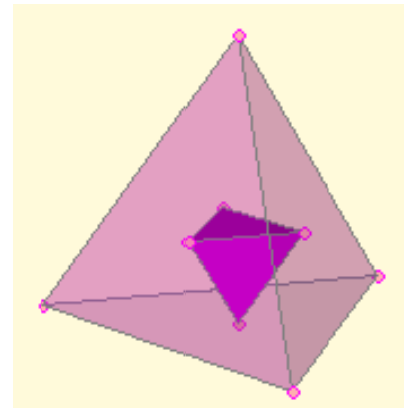
**Nº de caras del octaedro = 8 = nº de vértices del cubo**

**Nº de aristas del cubo = 12 = nº de aristas del octaedro.**

**Nº de caras del dodecaedro = 12 = nº de vértices del icosaedro**

**Nº de caras del icosaedro = 20 = nº de vértices del dodecaedro**

**Nº de aristas del dodecaedro = 30 = nº de aristas del icosaedro.**



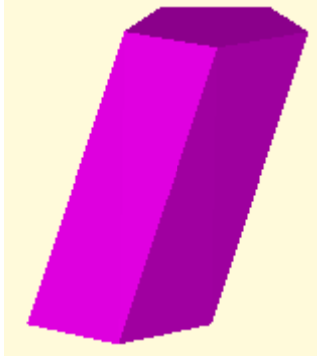


## 2. Otros poliedros

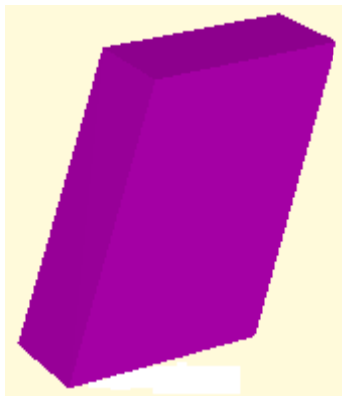
### Prismas

Un **prisma** es un poliedro con dos caras paralelas formadas por polígonos iguales cuyos lados se unen mediante paralelogramos. Las caras paralelas son las **bases** y los paralelogramos son los **lados**.

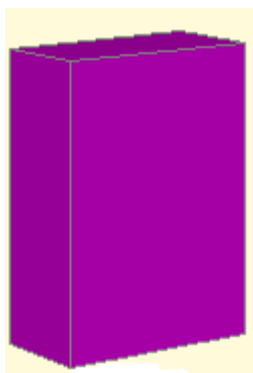
- Si los lados son rectángulos es un **prisma recto**, en caso contrario es un **prisma oblicuo**.
- Si las bases son paralelogramos es un **paralelepípedo** y si las bases y los lados son rectángulos es un **ortopedro**.
- Si las bases de un prisma recto son polígonos regulares decimos que es un **prisma regular**.



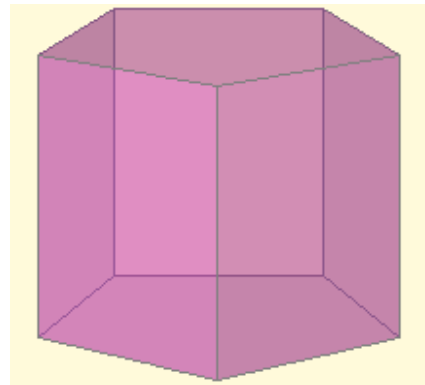
Prisma oblicuo



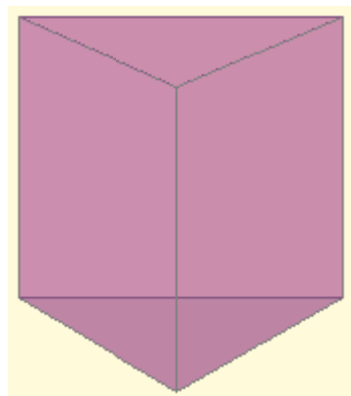
Prisma oblicuo  
Paralelepípedo



Prisma recto  
Ortoedro



Prisma regular pentagonal



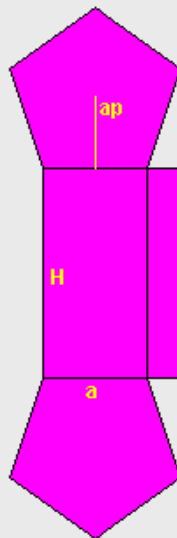
Prisma regular triangular

## Desarrollos, áreas y volúmenes de prismas regulares

Los prismas son cuerpos desarrollables. En particular, los prismas regulares tienen un desarrollo muy sencillo, formado por tantos rectángulos iguales como lados tenga y dos polígonos regulares que forman las bases. Esto facilita el cálculo de sus áreas y volúmenes.

1. Desarrollo y área de un prisma regular pentagonal:

### PRISMA PENTAGONAL



$ap$  = apotema del pentágono       $p$  = perímetro =  $5 \cdot a$

$$\text{Área de la base} = AB = \frac{p \cdot ap}{2} = \frac{5 \cdot a \cdot ap}{2}$$

Área de un lado =  $a \cdot H$

Área lateral =  $AL = 5 \cdot a \cdot H$

$$\text{Área total} = 2 \cdot AB + AL = 5 \cdot a \cdot ap + 5 \cdot a \cdot H = 5 \cdot a \cdot (ap + H)$$

$a$  = arista de las bases = base de los rectángulos laterales  
 $H$  = altura del prisma = altura de los rectángulos laterales

2. Volumen de un prisma pentagonal regular:



Observa el prisma de la izquierda.

Podemos considerar que está formado por una serie apilada de prismas del mismo tipo cuya altura es la unidad.

El volumen de cada uno de estos pequeños prismas es igual al área de la base,  $A$ , luego el volumen del prisma grande será:

$$V = A \cdot H$$

siendo  $H$  la altura del prisma.

### PRISMA PENTAGONAL

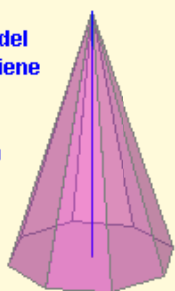
$$V = \frac{p \cdot ap}{2} \cdot H = \frac{5 \cdot a \cdot ap}{2} \cdot H$$



## Pirámides

La altura es la distancia del vértice al plano que contiene a la base.

Si la pirámide es recta la altura une el vértice con el centro de la base.



Pirámide octogonal recta

Una **pirámide** es un poliedro con una cara formada por un polígono cualquiera sobre cuyos lados se levantan triángulos que se unen en un punto común. El polígono es la **base** de la pirámide, los triángulos son los **lados** y el punto común es el **vértice**.

Si el vértice se proyecta verticalmente sobre el centro de la base es una **pirámide recta**, en caso contrario es una **pirámide oblicua**.

Si la base de una pirámide recta es un polígono regular decimos que es una **pirámide regular**. En ese caso los lados son triángulos isósceles y todos iguales. *El tetraedro es un caso particular de pirámide.*

La altura es la distancia del vértice al plano que contiene a la base.

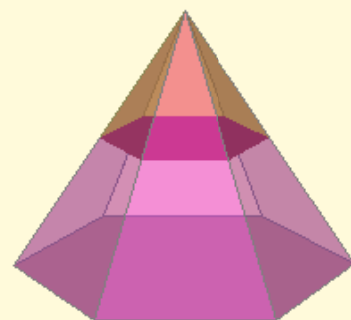


Pirámide pentagonal oblicua

Una **pirámide truncada**, o **tronco de pirámide**, se obtiene cortando su vértice con un plano paralelo a la base.

El poliedro resultante tiene dos bases semejantes y paralelas, pero de distinto tamaño.

La altura del tronco de pirámide es la diferencia entre la altura de la pirámide inicial y la de la pirámide que hemos quitado.



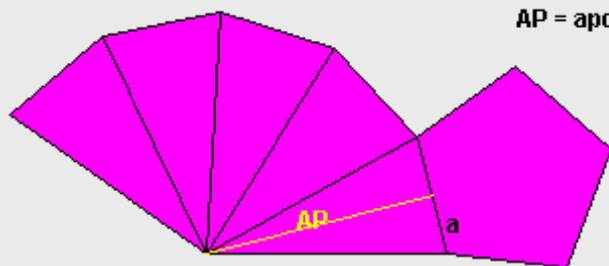
## Desarrollos, áreas y volúmenes de pirámides regulares

Las pirámides son cuerpos desarrollables. En particular, las pirámides regulares tienen un desarrollo muy sencillo, formado por tantos triángulos isósceles iguales como lados tenga y un polígono regular que forma la base. Al igual que en los prismas esto facilita el cálculo de sus áreas y volúmenes.

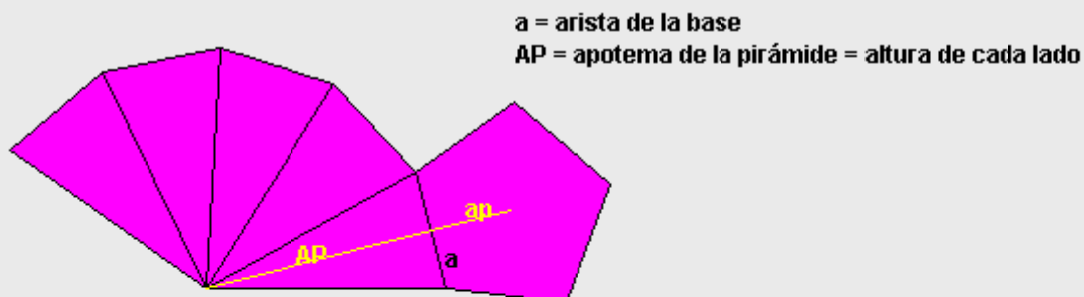
### 3. Desarrollo de una pirámide regular pentagonal:

$a$  = arista de la base

$AP$  = apotema de la pirámide = altura de cada lado



## 4. Área de una pirámide regular pentagonal:



$$\text{Área de la base} = AB = \frac{p \cdot ap}{2} = \frac{5 \cdot a \cdot ap}{2}$$

$$\text{Área de un lado} = \frac{a \cdot AP}{2} \quad \text{ÁREA TOTAL} = AB + AL = \frac{5 \cdot a \cdot ap}{2} + 5 \cdot \frac{a \cdot AP}{2} = \frac{5 \cdot a}{2} \cdot (ap + AP)$$

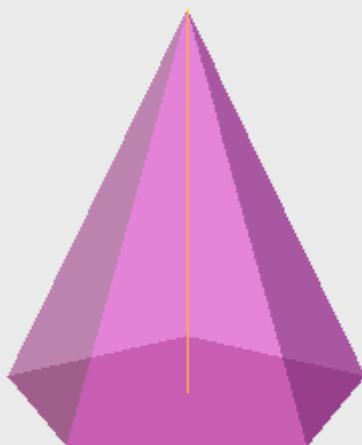
$$\text{Área lateral} = AL = 5 \cdot \frac{a \cdot AP}{2}$$

## 5. Volumen de una pirámide regular pentagonal:

El volumen de cualquier pirámide es siempre igual a la tercera parte del volumen de un prisma que tenga la misma base y la misma altura, es decir,

$$V = \frac{1}{3} AB \cdot H$$

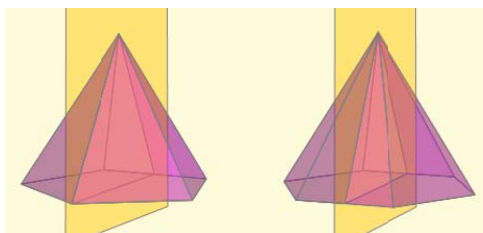
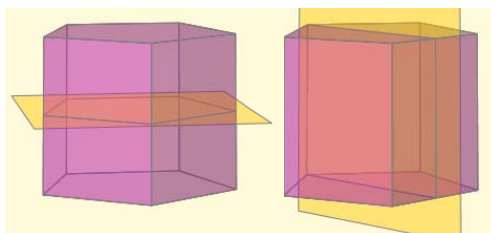
siendo, AB el área de la base y H la altura de la pirámide



### PIRÁMIDE PENTAGONAL

$$\text{Área de la base} = \frac{p \cdot ap}{2} = \frac{5 \cdot a \cdot ap}{2}$$

$$\text{Volumen} = \frac{1}{3} \cdot \frac{5 \cdot a \cdot ap}{2} \cdot H = \frac{5 \cdot a \cdot ap}{6} \cdot H$$



## Planos de simetría en prismas y pirámides regulares

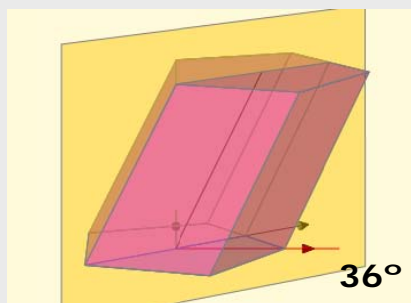
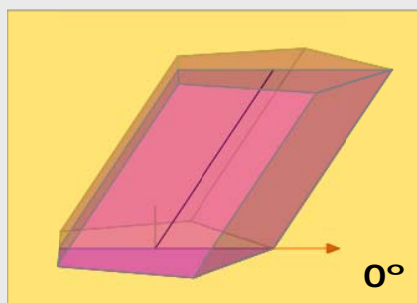
Si  $N$  es el número de lados de las bases de un prisma regular o de la base de una pirámide regular:

- El **prisma** tiene  $N+1$  planos de simetría. Uno es el plano paralelo a las bases que pasa por el punto medio de la altura y los  $N$  restantes son aquellos que contienen a los ejes de simetría de las bases.
- La **pirámide** tiene  $N$  planos de simetría, los cuales son aquellos que contienen a los ejes de simetría de la base y al vértice de dicha pirámide.

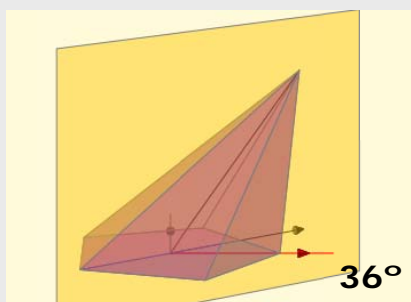
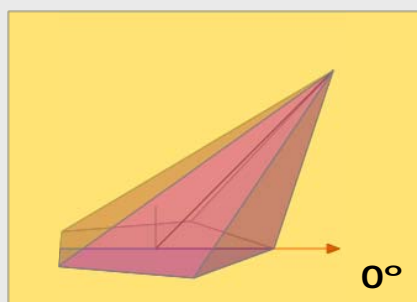
## Planos de simetría en prismas y pirámides inclinados de base regular

La mayoría de los **prismas inclinados de base regular** no tienen ningún plano de simetría. Solamente, tendrán uno, aquellos en los que su dirección de inclinación coincida con la de un eje de simetría de sus bases. Este plano pasa por ese eje y es perpendicular a las bases.

Por ejemplo en el prisma pentagonal podemos distinguir sólo dos direcciones diferenciadas en las que estos prismas tienen un plano de simetría (el resto se obtienen de las anteriores mediante giros de amplitud  $72^\circ = 360^\circ/n^\circ$  vértices)



Análogamente acontece en las **pirámides inclinadas de base regular**.



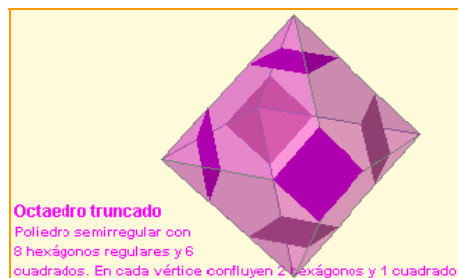
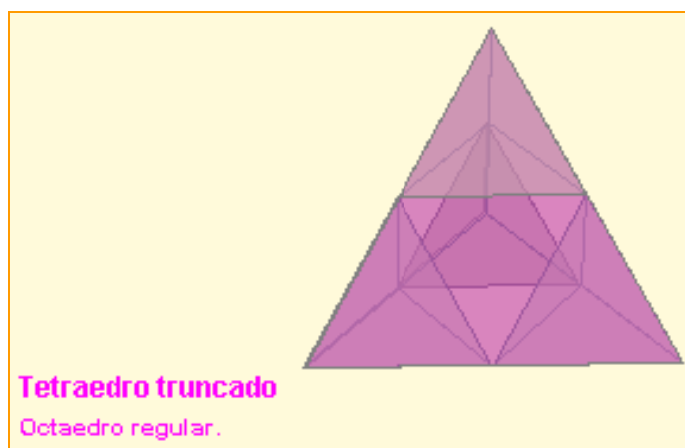
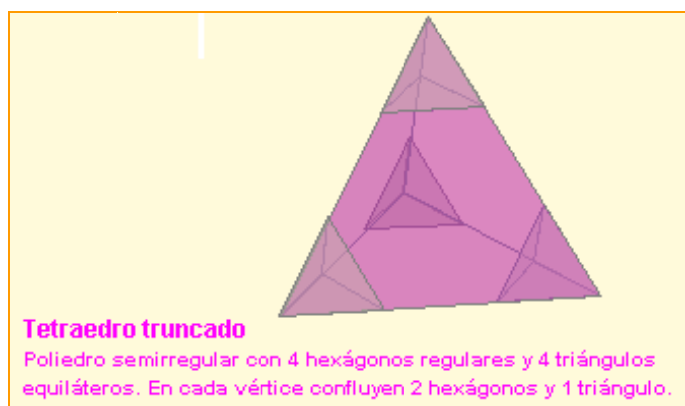
# Cuerpos geométricos

## Poliedros semirregulares

Un **poliedro semirregular** es un poliedro cuyas caras son polígonos regulares de dos o más tipos, de forma que en cada vértice concurren los mismos polígonos (en número y en tipo).

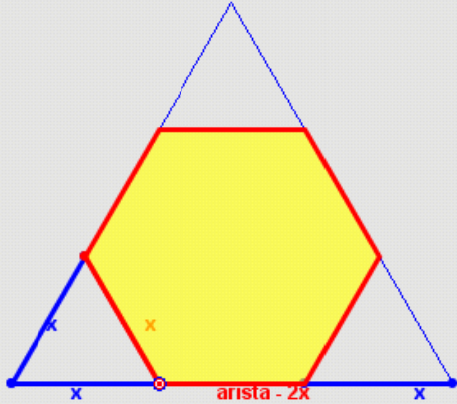
Se pueden obtener con cierta facilidad poliedros semirregulares a partir de los poliedros regulares mediante la técnica del truncamiento.

**Truncar** un poliedro consiste en suprimir uno de sus vértices mediante la aplicación de un corte plano.



## EJERCICIOS resueltos

6. Determinar la longitud de la arista de un tetraedro, de un octaedro o de un icosaedro que hay que truncar a partir de un vértice para obtener un poliedro semirregular.



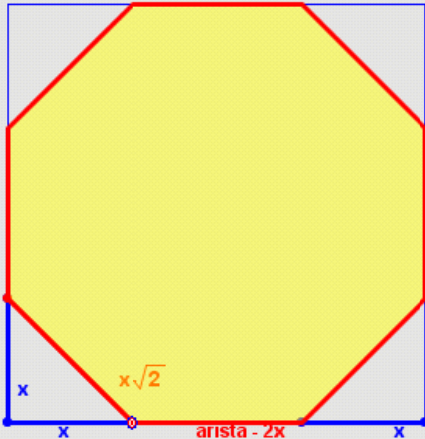
El triángulo adjunto representa una cara de un tetraedro, octaedro o icosaedro regular. Moviendo el punto rojo se simula el truncamiento de los vértices.

La figura resultante es un hexágono, que debe ser regular para que el poliedro que buscamos sea semirregular.

Esto se consigue cuando  
 $x = \text{arista} - 2x$   
 o sea, cuando  
 $\text{arista} = 3x$

Luego el corte debe producirse a una distancia del vértice de un tercio del total de la arista.

7. Determinar la longitud de la arista de un cubo que hay que truncar a partir de un vértice para obtener un poliedro semirregular.



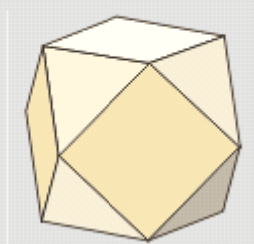
El cuadrado adjunto representa una cara de un cubo. Moviendo el punto rojo se simula el truncamiento de los vértices.

Al truncar observamos que la figura resultante es un octógono, que debe ser regular para que el poliedro que buscamos sea semirregular.

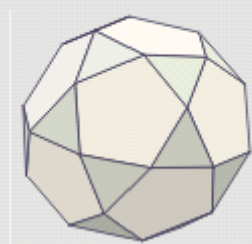
Esto se consigue cuando  
 $x\sqrt{2} = \text{arista} - 2x$   
 o sea, cuando  
 $x = \frac{\text{arista}}{2 + \sqrt{2}}$

8. Analiza la dualidad de poliedros regulares cuando se truncan por la mitad de la arista.

**El cubo y el octaedro son duales.**  
 En ambos casos se obtiene un **CUBOCTAEDRO**



**El dodecaedro y el icosaedro son duales.**  
 En ambos casos se obtiene un **ICOSIDODECAEDRO**



# Cuerpos geométricos

## 3. Cuerpos de revolución

### Cilindros

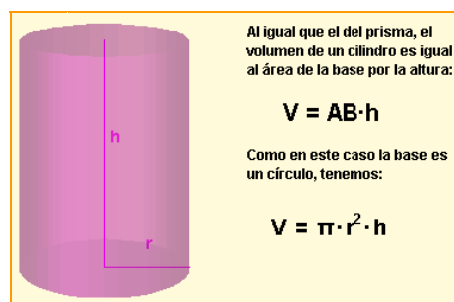
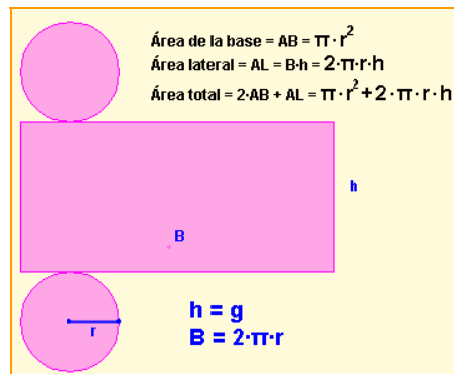
Un **cilindro** es un cuerpo generado por un segmento (**generatriz**) al girar alrededor de una recta paralela al mismo (**eje**). El cilindro es un cuerpo desarrollable.

Un cilindro tiene 3 caras: dos de ellas son círculos paralelos e iguales (**bases**) y la otra es una cara curva (**cara lateral**) que desarrollada se transforma en un rectángulo.



El **radio** del cilindro es el radio de cualquiera de sus bases y la **altura** del cilindro es la longitud de la generatriz.

La cara lateral desarrollada es un rectángulo cuya base es la longitud de la circunferencia que rodea la base y cuya altura es la generatriz.



### Conos

Un **cono** es un cuerpo generado por un segmento (**generatriz**) al girar alrededor de una recta sobre la que se apoya uno de sus extremos (**eje**). El cono es un cuerpo desarrollable.

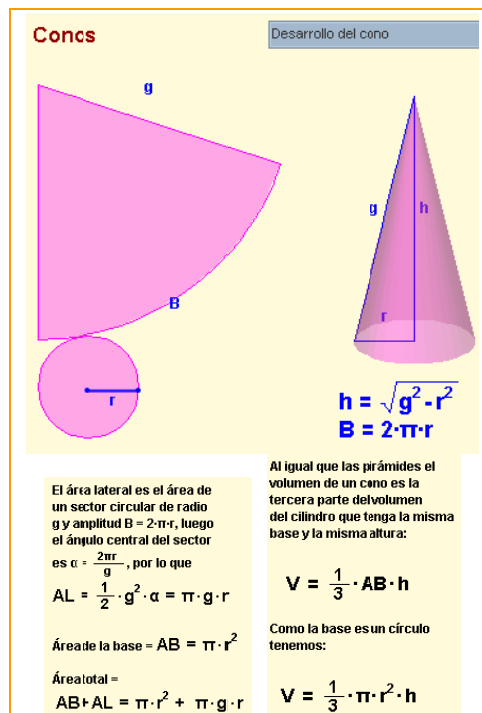


Un cono tiene 2 caras: un círculo (**base**) y una cara curva (**cara lateral**) que desarrollada se transforma en un sector circular.

El punto de apoyo de la generatriz sobre el eje es el **vértice** del cono. El **radio** del cono es el radio de su base y la **altura** del cono es la distancia del

vértice al centro de la base.

La cara lateral desarrollada es un sector circular cuyo radio es la generatriz y cuya amplitud es la longitud de la circunferencia de la base.



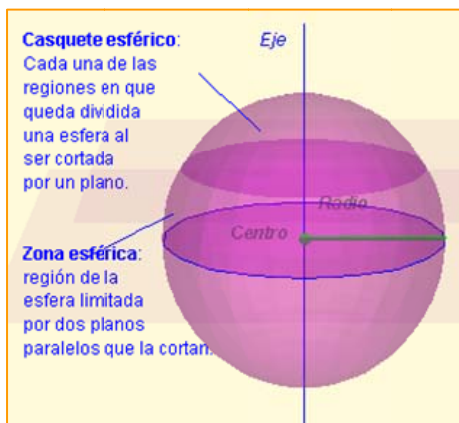
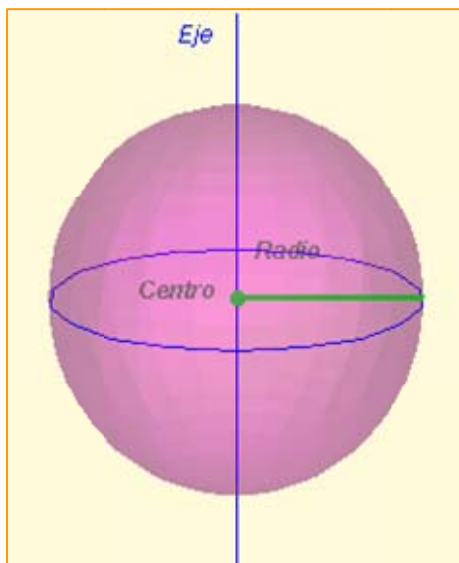


## Esferas

Una **esfera** es un cuerpo generado por un círculo al girar alrededor de cualquiera de sus diámetros.

El **radio** de una esfera es el mismo que el radio del círculo que la engendra y coincide con la distancia del centro de la esfera a cualquiera de los puntos de su superficie. Esta propiedad caracteriza a la esfera: *la esfera es el conjunto de puntos del espacio que equidistan de un punto fijo, llamado centro*.

**Las esferas no son desarrollables.** Por ese motivo la elaboración de mapas es un problema importante. Analizaremos este problema con más detalle en el último capítulo.



### • Área de la esfera

El área de una esfera de radio  $r$  es igual al área lateral del cilindro que la circunscribe.

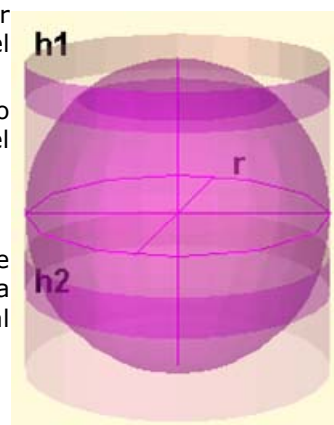
Como el radio de ese cilindro también es  $r$  y su altura  $2r$ , el área de la esfera es:

$$A = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot 2r = 4 \cdot \pi \cdot r^2$$

Además el área de un casquete esférico o de una zona esférica también es igual al área lateral del cilindro que la contiene.

$$\text{Área del casquete} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h_1$$

$$\text{Área de la zona} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h_2$$



### • Volumen de la esfera

$$V_E = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$$

El volumen del cilindro circunscrito es:

$$V_{CI} = \pi \cdot r^2 \cdot 2r = 2 \cdot \pi \cdot r^3$$

Por tanto el volumen de la esfera equivale a los dos tercios del volumen del cilindro circunscrito.

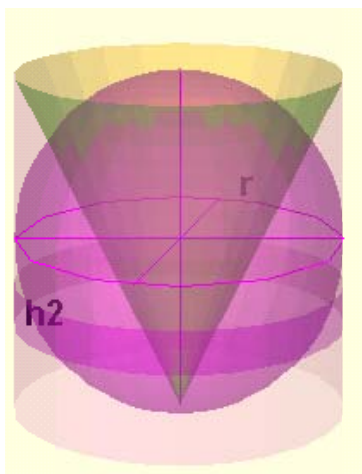
Como el volumen de un cono del mismo radio y altura es la tercera parte del volumen del cilindro:

$$V_E + V_{CO} = V_{CI}$$

La misma relación vale para el volumen de una zona esférica:

El volumen de una zona esférica es igual al volumen del cilindro que la rodea menos el volumen del tronco de cono que queda en su interior.

$$V_{ZE} = \pi \cdot r^2 \cdot h_2 - V_{TCO}$$

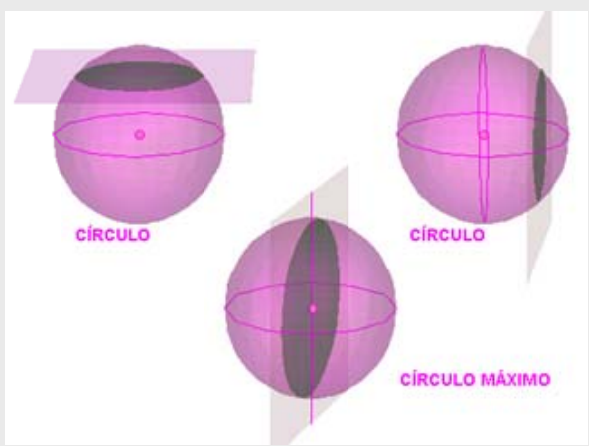




## Círculos en la esfera

Cuando un plano corta a una esfera la intersección de ambas figuras produce siempre un círculo. Si ese círculo contiene al centro de la esfera se dice que es un **CÍRCULO MÁXIMO**.

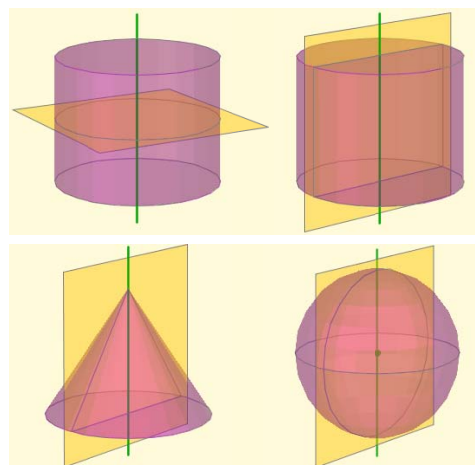
Las circunferencias que limitan a los círculos máximos tienen la propiedad de que son caminos más cortos entre dos puntos cualesquiera de la superficie de la esfera.



## Planos de simetría en cuerpos de revolución

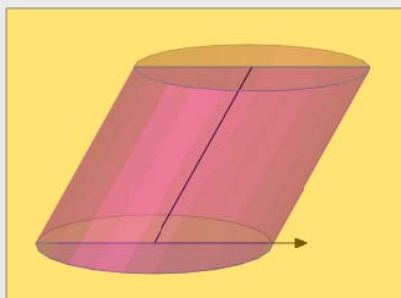
Todos los cuerpos de revolución tienen infinitos planos de simetría. Son todos los planos que contienen al eje de revolución.

- En el **cilindro**, además, hay un plano más que es el plano paralelo a las bases que pasa por el punto medio de la altura.
- En la **esfera**, adicionalmente hay una infinidad de infinitos planos de simetría ya que por su especial forma tiene infinitos ejes de revolución. Todos los planos de simetría pasan por el centro de la esfera



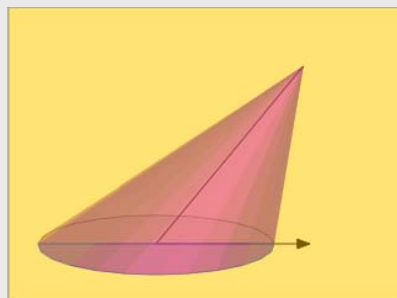
## Planos de simetría en cilindros y conos oblicuos

Un cilindro es recto cuando la recta que une los centros de sus bases es perpendicular a las mismas. En otro caso es inclinado. La dirección de inclinación es la proyección de esa recta sobre una base.



Solo hay un plano de simetría. Es perpendicular a las bases y contiene a la recta que pasa por sus centros.

Un cono es recto cuando la recta que une el centro de la base con el vértice es perpendicular a la base. En otro caso es inclinado. La dirección de inclinación es la proyección de esa recta sobre la base.



Solo hay un plano de simetría. Es perpendicular a la base, pasa por su centro y por el vértice del cono.

## 4. La esfera terrestre

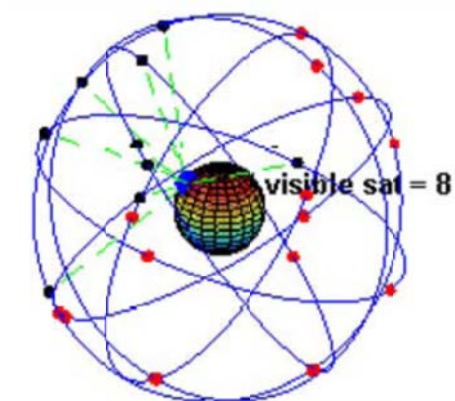
### Coordenadas geográficas

La Tierra tiene una forma casi esférica. Gira sobre una línea llamada **eje**. Los puntos en los que el eje corta a la superficie de la Tierra son los **polos geográficos**.

Los planos que contienen al eje cortan a la Tierra en círculos máximos cuyos bordes son circunferencias llamadas **meridianos**.

El plano perpendicular al eje que pasa por el centro de la Tierra la corta en un círculo máximo cuyo borde es el **Ecuador**. Los planos paralelos al plano del Ecuador cortan a la Tierra en círculos que ya no son máximos. Sus bordes son los **paralelos**.

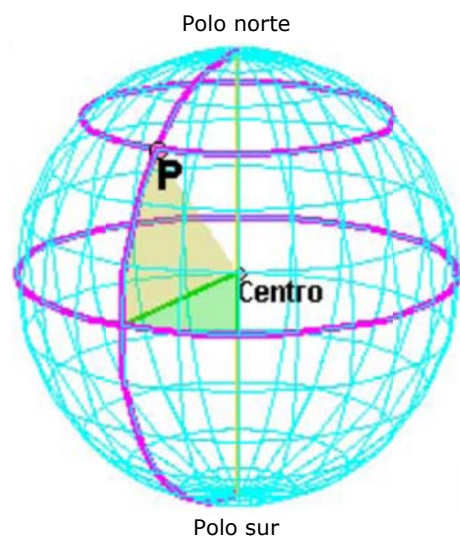
### • Longitud y latitud



En la imagen puedes ver una representación del conjunto de satélites que utiliza el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para localizar con precisión personas, objetos vehículos.

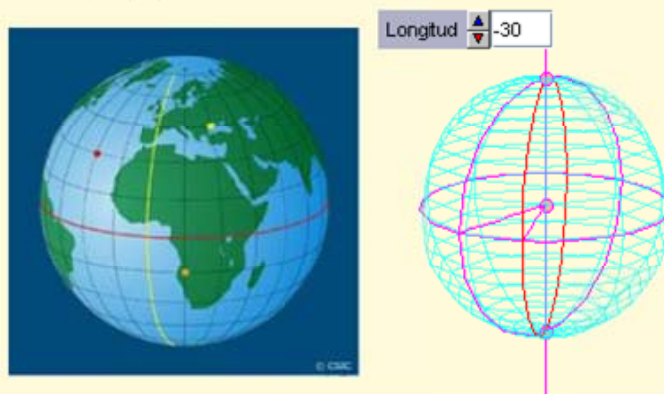
La pareja de números (longitud, latitud) forman lo que se llama coordenadas geográficas de un lugar.

Estas coordenadas determinan de forma precisa la posición sobre la Tierra de un población, un barco, un avión, un coche e incluso un teléfono móvil.

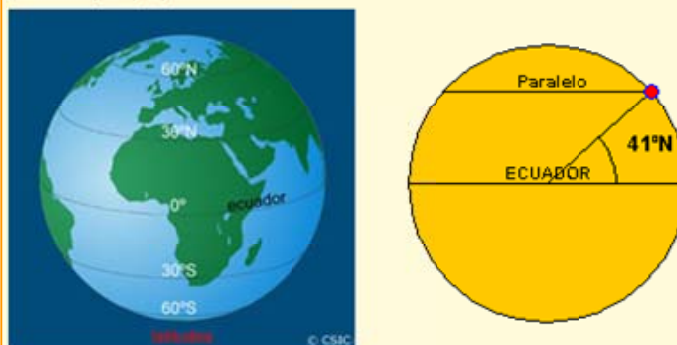


LONGITUD: **30° O**  
LATITUD: **45° N**

Por cada punto de la Tierra pasa un meridiano y sólo uno. Su distancia angular con respecto a un meridiano de referencia (Meridiano 0 o de Greenwich) se denomina **longitud**. Viene medida en grados y hay que indicar si es Este (°E) u Oeste (°O). La longitud varía entre 0° y 180°. Como ejemplo, Valladolid tiene una longitud de 5°O.



Por cada punto de la Tierra pasa un paralelo y sólo uno. Su distancia angular con respecto al Ecuador se denomina **latitud**. Viene medida en grados y hay que indicar si es Norte o Sur. La latitud mínima se alcanza en cualquier punto del Ecuador y es de 0°. La latitud máxima se alcanza en los polos 90°N y 90°S. Como ejemplo, Valladolid tiene una latitud de 41°N.



## EJERCICIOS resueltos

9. Aunque ahora se usa una definición más precisa, el metro es, aproximadamente, la *diezmillonésima parte del cuadrante de un meridiano cualquiera*. Esto significa que todos los círculos máximos sobre la Tierra miden, aproximadamente, 40.000.000 de metros (en particular, todos los meridianos y el Ecuador). A partir de este dato calcula la longitud del radio de la Tierra, su superficie y su volumen.

**SOLUCIÓN:**

40.000.000 m = 40.000 km. Como la longitud de una circunferencia es  $2\pi r$ , tenemos que

$$r = \frac{40000}{2\pi} \approx 6366 \text{ km}$$

El área de su superficie (usando la fórmula del área de una esfera) es:

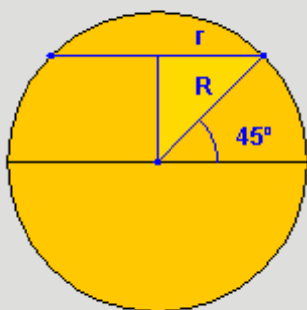
$$A = 4 \cdot \pi \cdot r^2 = 4 \cdot 3,14 \cdot 6366^2 \approx 509.000.000 \text{ km}^2$$

Y su volumen es:

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 6366^3}{3} \approx 1,08 \cdot 10^{12} \text{ km}^3 \approx \text{un billón de km}^3$$

10. Salvo el Ecuador, los paralelos no son círculos máximos y calcular su longitud requiere el uso de unas herramientas que no verás hasta el curso que viene. Sin embargo, en algunos casos concretos y con ayuda de nuestro viejo amigo, el Teorema de Pitágoras, podemos hacerlo. Calcula la longitud del paralelo de  $45^\circ\text{N}$ .

**SOLUCIÓN:**  $R = \text{radio de la Tierra} = 6366 \text{ km}$



La horizontal superior representa el diámetro del paralelo  $45^\circ\text{N}$

El complementario de  $45^\circ$  es  $45^\circ$ , luego el triángulo rectángulo de la figura tiene los dos catetos iguales y uno de ellos es el radio del paralelo  $45^\circ$ :

$$r^2 + r^2 = R^2, \Rightarrow r = \frac{R}{\sqrt{2}} = \frac{6366}{\sqrt{2}} \approx 4501 \text{ km}$$

La longitud del paralelo  $45^\circ$  es pues:

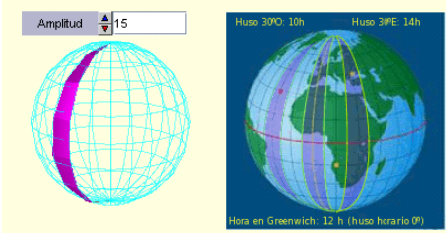
$$\text{long} = 2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot 3,14 \cdot 4501 \approx 28281 \text{ km}$$

Paralelo

## Husos horarios

Un huso esférico es la región de la superficie de la esfera limitada por dos círculos máximos.

En el caso de la Tierra llamamos HUSO HORARIO a un huso esférico limitado por dos meridianos.



Un **día** es el tiempo que tarda la Tierra en girar sobre sí misma. Así, en cualquier punto es **mediodía** cuando el Sol pasa por el meridiano del lugar. Esto hace que incluso localidades cercanas tengan horas distintas.

Para evitar este problema se ha dividido la Tierra en 24 zonas que tienen la misma hora. Esas zonas se establecen así: Centrado en el meridiano 0° se forma un **huso esférico** de 15° ( $360^\circ:24h=15^\circ$ ). En todos los puntos de este huso será mediodía cuando el Sol pase por el meridiano 0°. A partir de él con giros de 15° se forman los otros 23 **husos horarios**. El Sol tarda una hora en cruzar cada huso.

## EJERCICIOS resueltos

11. Tenemos una esfera de 9 cm de radio. Calcula la superficie de un huso esférico sobre esa esfera de 59° de amplitud.

**SOLUCIÓN:**

La superficie de la esfera es  $A = 4 \cdot \pi \cdot r^2 = 4 \cdot 3,14 \cdot 9^2 = 1017,87 \text{ cm}^2$

La superficie de un huso esférico de 1° de amplitud es  $\frac{A}{360}$

Por tanto, la superficie de nuestro huso es de  $\frac{A}{360} \cdot 59 = 166,81 \text{ cm}^2$

12. La ciudad A tiene una longitud de 123°O y la ciudad B de 23°E. Calcula la hora que es en la ciudad B cuando en la ciudad A son las 10 horas.

**SOLUCIÓN:**

Dividimos las longitudes por la amplitud de un huso horario (15°). Si el resto es menor de 7° 30' el cociente es la diferencia de husos horarios de cada ciudad con el meridiano 0°. Si el resto es mayor entonces hay que sumar una unidad al cociente:

$123^\circ = 15^\circ \cdot 8 + 3^\circ$  luego la ciudad A está 8 husos horarios al Oeste del merid. de Greenwich.

$23^\circ = 15^\circ \cdot 1 + 8^\circ$  luego la ciudad B está 2 husos horarios al Este del merid. de Greenwich.

Por tanto, la diferencia horaria entre A y B es de 10 horas,

luego en B son las 20 horas.



## 5. Mapas

### Proyecciones de la esfera sobre un plano

**Un mapa es una representación de la esfera terrestre sobre un plano.**

Como sabemos que la esfera no es una superficie desarrollable llegamos a la conclusión de que los mapas no pueden ser más que representaciones aproximadas de la realidad y nunca exactas.

En este apartado vamos a analizar algunas de las técnicas empleadas para construir mapas. Todas ellas consisten en proyectar los puntos de la esfera sobre un plano y todas ellas tienen ventajas e inconvenientes.

Veremos en cada caso cuáles son estas ventajas e inconvenientes y describiremos su construcción.

En la actualidad se suelen emplear técnicas más complejas para reducir en lo posible los inconvenientes. Estas técnicas suelen mezclar varias de las descritas aquí pero, a pesar de todo, no consiguen suprimir completamente los errores.



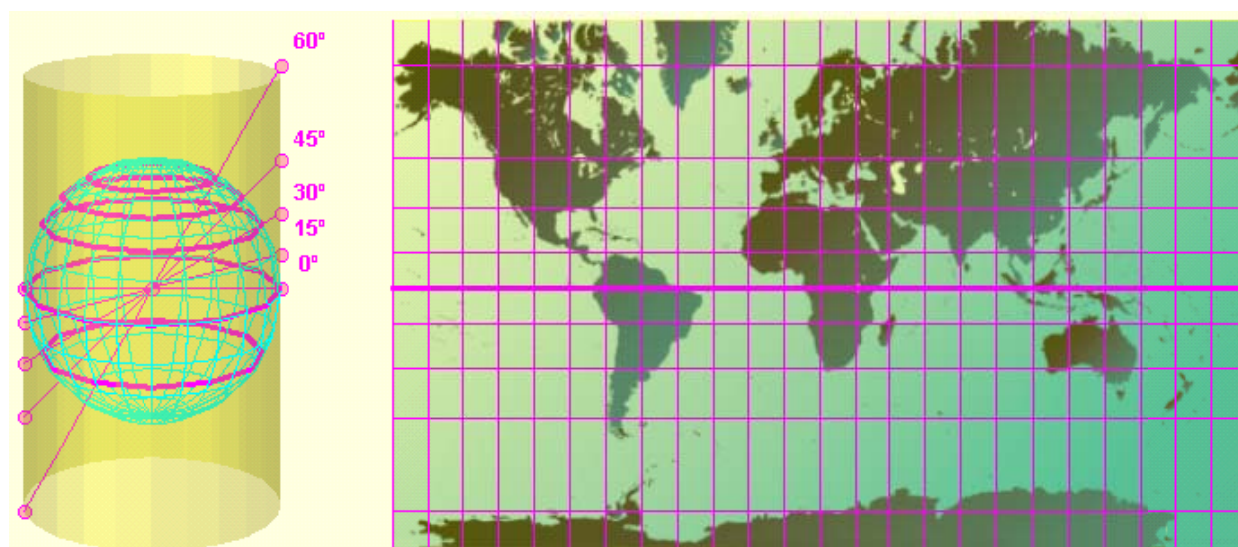
### Proyección de Mercator

Proyección cilíndrica desde el centro de la Tierra, inventada por Gerardus Mercator en 1569.

**Características:** Los meridianos se representan mediante rectas verticales separados por distancias iguales. Los paralelos se representan mediante rectas horizontales más separadas a medida que nos alejamos del Ecuador.

**Ventajas:** Mantiene la forma real de los continentes y facilita el establecimiento de rumbos constantes de navegación.

**Inconvenientes:** Disminuye su precisión a medida que nos alejamos del Ecuador, lo que hace que la superficie de los países de Europa y América del Norte parezca mucho mayor de lo que es en realidad.



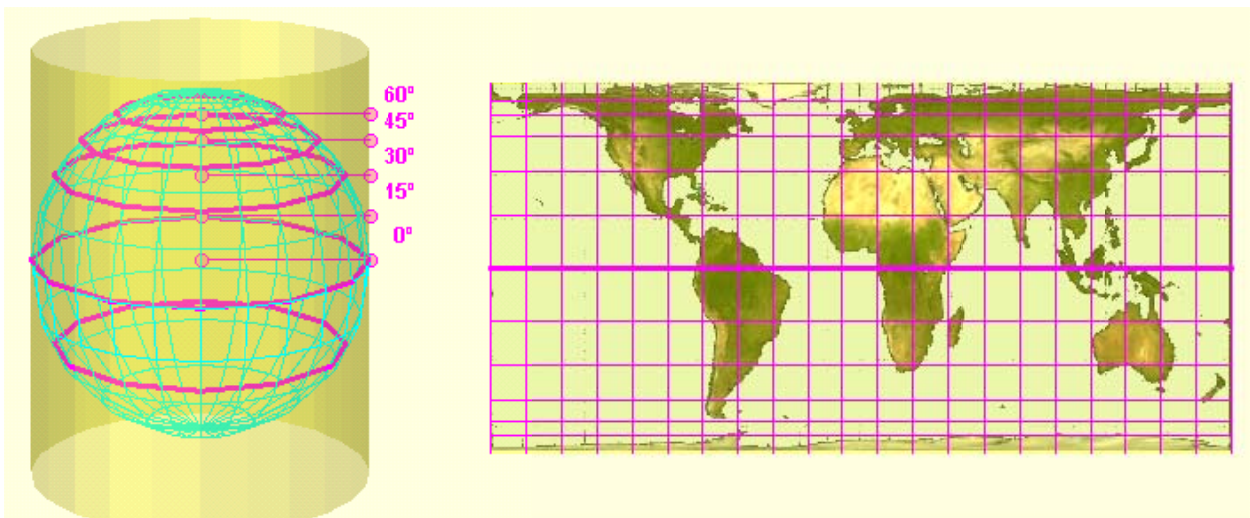
## Proyección de Gall-Peters

Proyección cilíndrica desde el infinito.

**Características:** Los meridianos se representan mediante rectas verticales separados por distancias iguales. Los paralelos se representan mediante rectas horizontales más juntas a medida que nos alejamos del Ecuador.

**Ventajas:** Este tipo de proyección conserva las áreas, es decir, la superficie de los continentes tal como se ve en el mapa es la correcta de acuerdo a la escala del mapa.

**Inconvenientes:** A diferencia de la proyección de Mercator, en este caso no se mantiene la forma correcta de los continentes. Para mantener las áreas, las zonas cercanas al Ecuador se ven más estrechas y largas de lo habitual y las zonas cercanas a los polos se ven más anchas y achatadas.



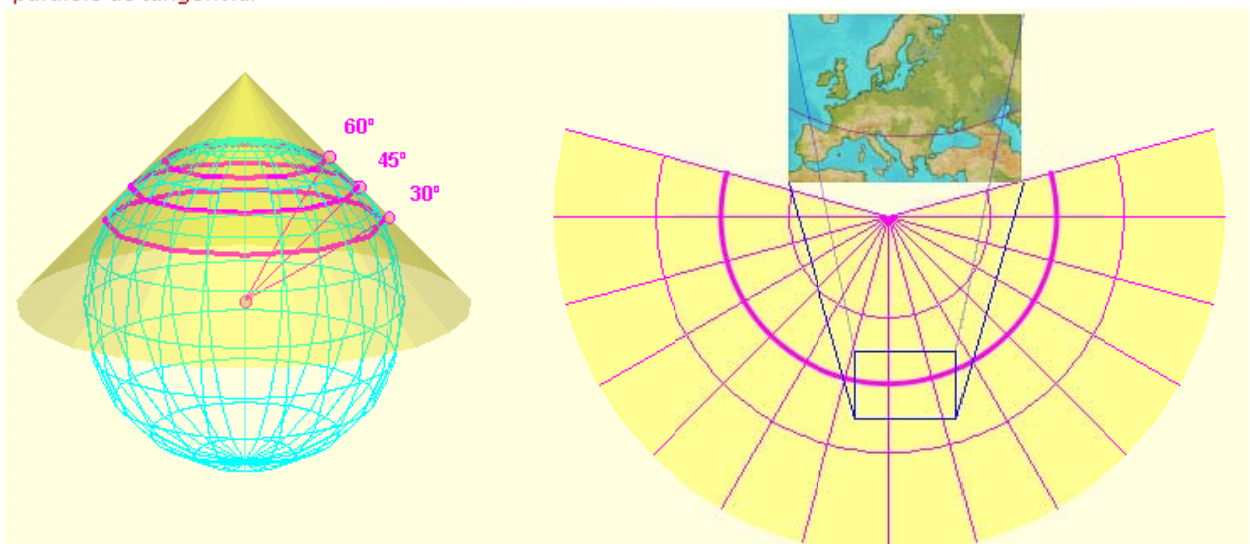
## Proyección Cónica

Proyección sobre un cono tangente a la esfera a lo largo de un paralelo.

**Características:** El mapa aparece en el desarrollo del cono. Los meridianos se representan mediante generatrices del cono separados por distancias angulares iguales. Los paralelos se representan mediante arcos de circunferencia perpendiculares a los meridianos.

**Ventajas:** Es muy adecuado para representar mapas zonales. Es muy preciso cerca del paralelo de tangencia.

**Inconvenientes:** Al igual que en los casos anteriores las distorsiones aumentan al alejarnos del paralelo de tangencia.



# Cuerpos geométricos

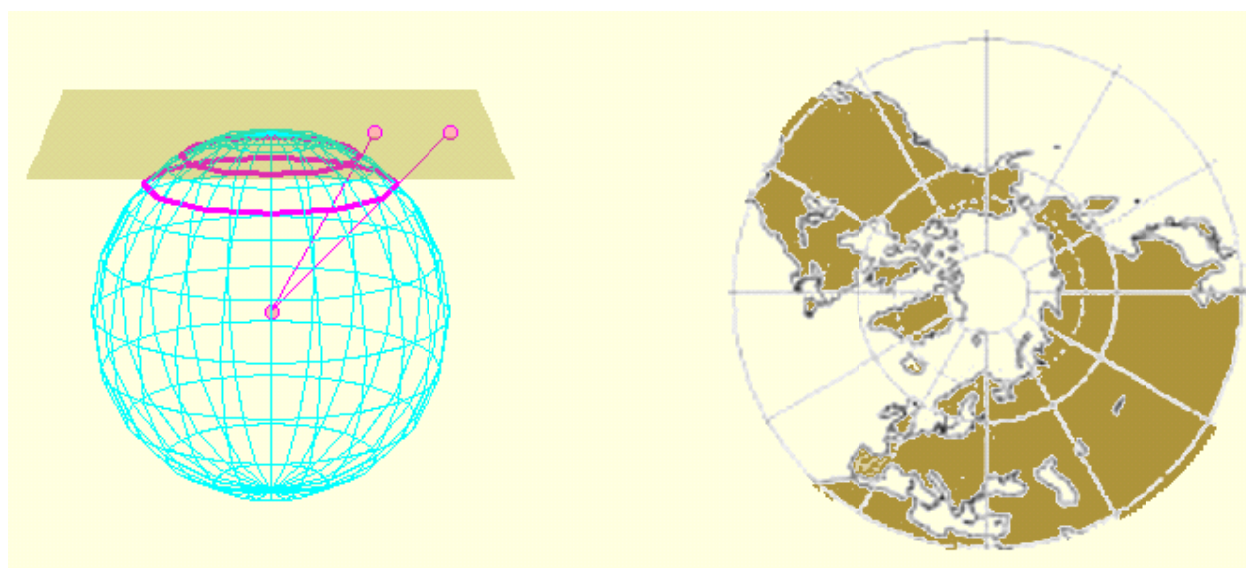
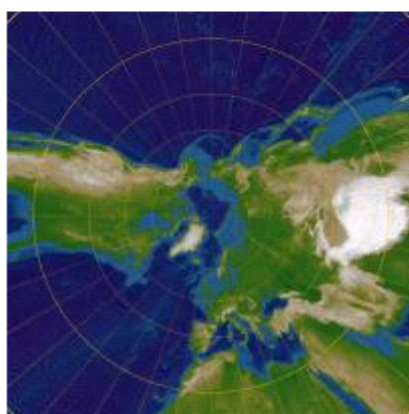
## Proyección Azimutal

Proyección sobre un plano tangente a la esfera en uno de los polos.

**Características:** El mapa es circular. Los meridianos se representan como radios del círculo separados por distancias angulares iguales. Los paralelos son circunferencias concéntricas más separados a medida que nos alejamos del polo.

**Ventajas:** Es muy adecuado para representar mapas polares. Es muy preciso cerca del polo.

**Inconvenientes:** Las distorsiones aumentan al alejarnos del polo.

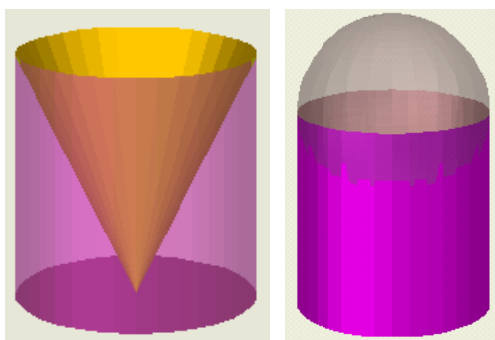




## Para practicar



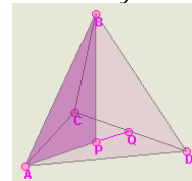
1. Calcula el área total del tetraedro truncado sabiendo que su arista mide 12 cm.
2. Calcula el área total de un prisma recto sabiendo que sus bases son rombos de diagonales  $D=26\text{cm}$  y  $d=14\text{cm}$  y su altura de  $h=26\text{cm}$ .
3. Calcula el área lateral de un tronco de pirámide cuadrangular regular sabiendo que el lado de la base mayor es  $B=26\text{cm}$ . El lado de la base menor es  $b=14\text{cm}$  y la arista lateral es  $a=13\text{cm}$ .
4. Calcula el área total del recipiente de la figura izquierda sabiendo que el radio de la base es  $r=7\text{cm}$  y la altura es  $h=13\text{cm}$ .



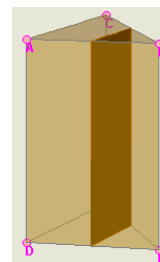
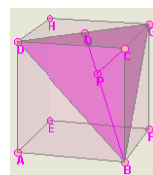
5. ¿Cuántos litros de pintura se necesitan para pintar la pared exterior de un observatorio astronómico (figura arriba derecha) sabiendo que tiene un radio de 5m, que la altura del cilindro es de 9m y que con cada litro se pueden pintar 10 metros cuadrados?
6. Una bola de navidad de 3cm de radio se quiere cubrir parcialmente con pan de oro de forma que la franja cubierta tenga una amplitud de  $60^\circ$  desde el centro de la bola. Calcula la superficie de la bola que se pintará.



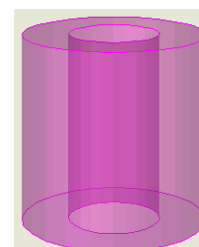
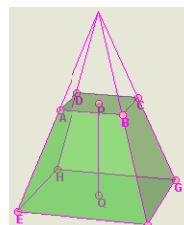
7. Calcula el volumen del tetraedro regular de la figura sabiendo que su arista  $AB=10\text{cm}$ . (El triángulo  $APB$  te ayudará)



8. El cubo de la figura tiene 10 cm de arista. Calcula el volumen del tetraedro de vértices BCDG y comprueba que es la sexta parte del volumen del cubo.



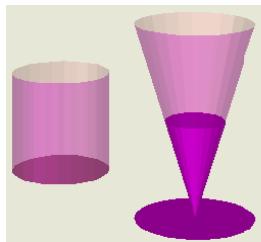
9. Calcula el volumen de los dos prismas en que queda dividido el prisma regular triangular de la figura al ser cortado por un plano perpendicular a las bases que pasa por los puntos medios de las aristas.  $AD=20\text{m}$  y  $AC=15\text{m}$ .
10. Calcula el volumen de un tronco de pirámide cuadrangular sabiendo que la arista de la base mayor es  $EF=20\text{cm}$ , la arista de la base menor es  $AB=8\text{cm}$  y la altura del tronco es  $PQ=15\text{cm}$ .



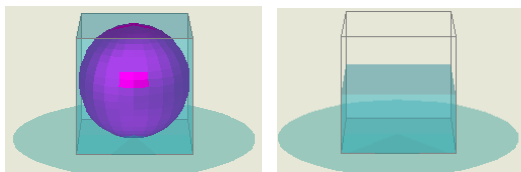
11. Calcula el volumen de la pieza de arriba sabiendo que el diámetro de la circunferencia exterior es de 10cm, el diámetro de la circunferencia interior es de 5 cm y la altura es de 10 cm.

# Cuerpos geométricos

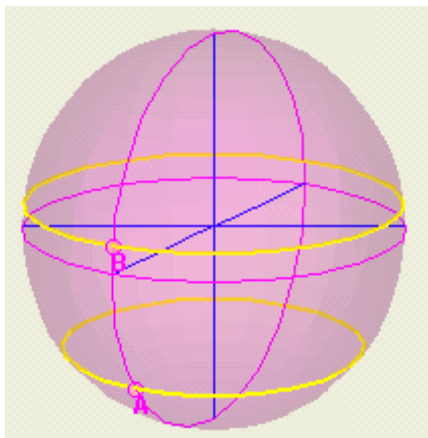
12. Las figuras representan un vaso cilíndrico de 6 cm de diámetro y 8 cm de altura y una copa con forma de tronco de cono con 7 cm de diámetro mayor, 5 cm de diámetro menor y 8 cm de generatriz. ¿Cuál tiene más capacidad?



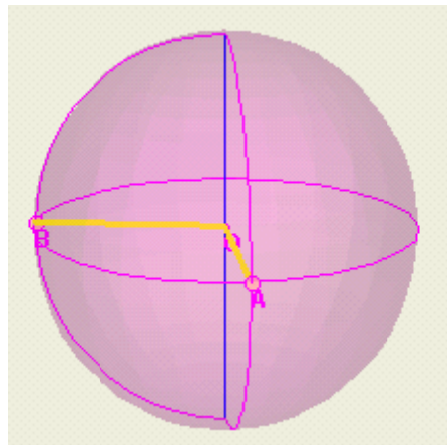
13. Un recipiente cúbico de 10 cm de arista está lleno de agua. Se introduce en él con cuidado una bola de cristal de 5 cm de radio y luego se saca con cuidado. Calcula el volumen del agua que se ha derramado y la altura a la que queda el agua cuando se saca la bola.



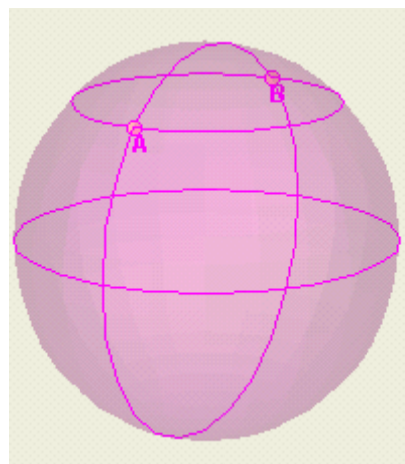
14. Calcula la distancia entre dos puntos de la Tierra, A y B, situados en el mismo meridiano, si la latitud de A es de  $38^{\circ} 5' S$  y la de B es de  $7^{\circ} 28' N$ .



15. El punto A se encuentra en el meridiano  $7^{\circ} E$  y el punto B en el meridiano  $94^{\circ} O$ . Si en A son las 23 horas, ¿qué hora es en B?



16. Los puntos A y B se encuentran sobre el paralelo  $45^{\circ} N$  y sus longitudes se diferencian en  $180^{\circ}$ . Un avión tiene que ir desde A hasta B ¿qué ruta es más corta: siguiendo el paralelo o siguiendo el meridiano por el Polo Norte?

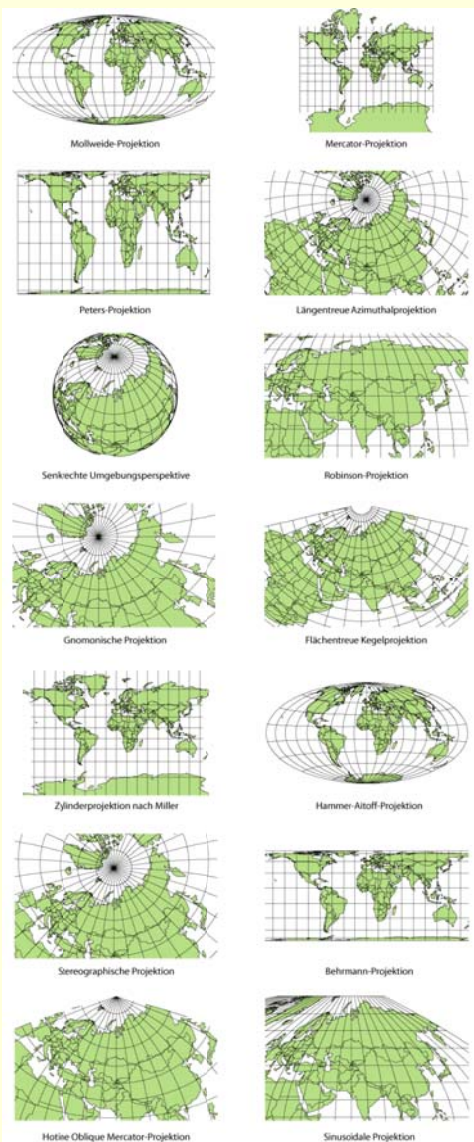


Para saber más



## Otros tipos de mapa

Como hemos visto hay diferentes tipos de mapas basados en proyecciones distintas de la esfera sobre diferentes tipos de superficie. Aquí te mostramos algunos otros tipos:



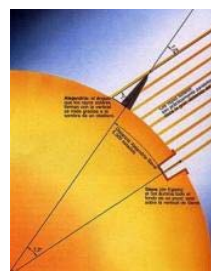
## La medida de la Tierra

El tamaño aproximado de nuestro planeta se conoce desde antiguo.



En el siglo III a C. Eratóstenes calculó el radio de la Tierra con una precisión muy buena.

Sabía que las ciudades egipcias de Siena y Alejandría estaban en el mismo meridiano y que el día del solsticio de verano la luz del Sol llegaba al fondo de un pozo en Siena y, el mismo día, en Alejandría los obeliscos proyectaban sombra con un ángulo de  $7^\circ$ .



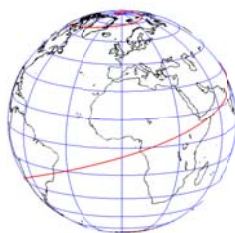
En el dibujo puedes ver que el ángulo de la sombra coincide con la diferencia de latitud entre las dos ciudades.

Eratóstenes contrató a un hombre para que midiera la distancia entre ambas ciudades que resultó ser de unos 800 km.

Si  $7^\circ$  de meridiano tienen una longitud de 800 km, el meridiano entero de  $360^\circ$  medirá  $800/7 \cdot 360 = 41143$  km, de donde el radio de la Tierra sería:

$$R = 41143/(2\pi) = 6548 \text{ km.}$$

¡Una excelente aproximación para la época! El radio medio real es de unos 6400 km.



## Geodésicas y loxodromas.

Una **geodésica** es una línea que une dos puntos de una superficie por el camino más corto. Sobre la Tierra las geodésicas son los círculos máximos. Una **loxodroma** es una trayectoria sobre la Tierra que corta a todos los meridianos con un ángulo constante. Son muy usadas en la navegación aérea y marítima. En la imagen puedes ver una loxodroma de  $72^\circ$ .

# Cuerpos geométricos



**Recuerda  
lo más importante**

## Poliedros

**Regulares:** sus caras son polígonos regulares iguales y en cada vértice concurre el mismo nº de caras.

**Semirregulares:** las caras son polígonos regulares de tipos diferentes y con el mismo nº y tipo de caras en cada vértice.

**Prismas:** las bases son polígonos regulares iguales y los lados son paralelogramos.

**Pirámides:** la base es un polígono regular y los lados son triángulos concurrentes en un vértice común. Todos son desarrollables.

## Cuerpos de revolución

**Cilindro:** generado por un rectángulo al girar sobre uno de sus lados.

**Cono:** generado por un triángulo rectángulo al girar sobre uno de sus catetos.

El cilindro y el cono son desarrollables.

**Esfera:** generada por una circunferencia al girar sobre uno de sus diámetros.

La esfera no es desarrollable.

## Áreas y volúmenes

	A. lat.	A. total	Volumen
Prismas	$p \cdot h$	$B + p \cdot h$	$B \cdot h$
Pirámides	$(p \cdot a)/2$	$B + (p \cdot a)/2$	$(B \cdot h)/3$
Cilindros	$2\pi rh$	$2\pi r^2 + 2\pi rh$	$\pi r^2 h$
Conos	$\pi gr$	$\pi r^2 + \pi gr$	$(\pi r^2 h)/3$
Esferas		$4\pi R^2$	$(4\pi R^3)/3$

$p$  = perímetro de la base,

$B$  = área de la base,

$h$  = altura,  $a$  = apotema (pirámide),

$r$  = radio de la base (conos y cilindros),

$R$  = radio (esfera),  $g$  = generatriz (cono)

## Poliedros:

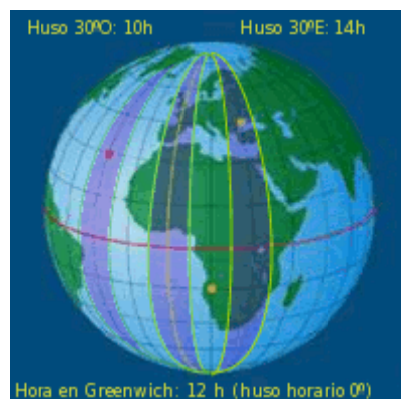
El área de un poliedro es siempre igual a la suma de las áreas de los polígonos que forman sus caras. El volumen se calcula descomponiendo el poliedro en prismas y/o pirámides y sumando sus volúmenes.

## La esfera terrestre

**Meridianos:** círculos máximos que pasan por los polos. Se numeran de  $0^\circ$  a  $180^\circ$  Este y Oeste a partir del **Meridiano de Greenwich**. El meridiano de un lugar es su **longitud**.

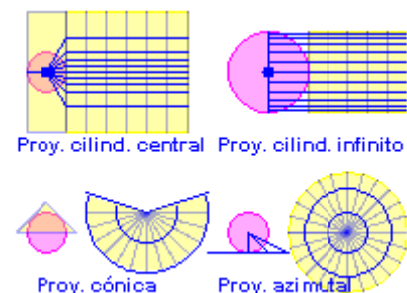
**Paralelos:** círculos perpendiculares al eje de la Tierra. Se numeran de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  Norte y Sur a partir del **Ecuador**. El paralelo de un lugar es su **latitud**.

**Husos horarios:** la Tierra se divide en 24 husos geográficos de  $15^\circ$  de amplitud con una hora de diferencia entre ellos.

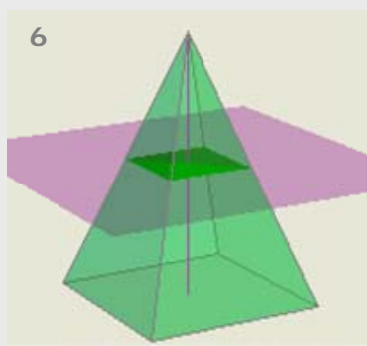
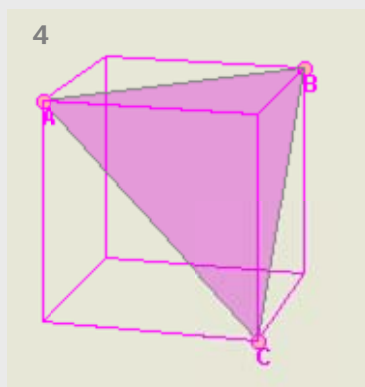
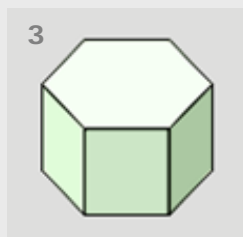


## Mapas

Un mapa es una representación de la esfera terrestre sobre un plano, obtenida mediante alguna forma de proyección. Las más habituales son las siguientes:



## Autoevaluación



- a) Mapa de Mercator  
1) Los paralelos son círculos y los meridianos radios.
- b) Mapa de Gall-Peters  
2) Los meridianos y paralelos son rectas perpendiculares y los paralelos están más separados cuanto más lejos del Ecuador.
- c) Mapa azimutal  
3) Los paralelos son arcos de circunferencia y los meridianos son rectas convergentes.
- d) Mapa cónico  
4) Los meridianos y paralelos son rectas perpendiculares y los paralelos están más juntos cuanto más lejos del Ecuador.

10

- Indica qué poliedro se obtiene al truncar las aristas de un dodecaedro por la mitad e indica el número de caras, aristas y vértices que tiene.
- Los catetos de un triángulo rectángulo miden 12 cm y 16 cm. Averigua qué cono tiene mayor área total: el que se obtiene haciendo girar el triángulo alrededor del primer cateto o el que se obtiene al girar sobre el segundo.
- Calcula el área total del poliedro semirregular de la imagen sabiendo que su arista es  $a$ . (Expresa el resultado en función de  $a$ )
- Calcula el área del triángulo de la figura sabiendo que la arista del cubo es  $a$ . (Expresa el resultado en función de  $a$ )
- La "zona tropical" de la Tierra está situada, aproximadamente, entre los paralelos  $30^\circ$  N y  $30^\circ$  S. ¿Qué porcentaje de la superficie de la Tierra está situada en la zona tropical?
- Una pirámide de base cuadrada se corta con un plano paralelo a la base por la mitad de la altura de la pirámide, obteniendo una pirámide más pequeña y un tronco de pirámide. ¿Cuántas veces es más grande el volumen del tronco con respecto al volumen de la pirámide pequeña?
- Se corta una semiesfera de radio  $R$  con un plano paralelo a la base de la semiesfera, a una altura de  $\frac{2}{3}$  del radio. Halla el volumen de la mayor de las dos zonas en que queda dividida. (Expresa el resultado en función de  $R$ )
- Una milla náutica es la distancia entre dos puntos situados sobre el Ecuador con una diferencia de longitudes de  $1'$ . ¿A cuántos km equivale una milla náutica si el radio de la Tierra es de 6366 km?
- Boston está en el meridiano  $71^\circ$  O y Frankfurt en el meridiano  $9^\circ$  E. Un avión sale de Frankfurt a las 23 horas y tarda 8 horas en llegar a Boston. ¿Qué hora es en Boston cuando llega?
- Asocia los distintos tipos de mapa con sus características.



## Soluciones de los ejercicios para practicar

1.  $1745,9 \text{ cm}^2$
2.  $1899,54 \text{ cm}^2$
3.  $922,6 \text{ cm}^2$
4.  $1050,4 \text{ cm}^2$
5. 43,98 litros
6.  $56,54 \text{ cm}^2$
7.  $117,85 \text{ cm}^3$
8.  $500/3 \text{ cm}^3$
9. El pequeño  $162,37 \text{ m}^3$  y el grande  $487,13 \text{ cm}^3$ .
10.  $3120 \text{ cm}^3$ .
11.  $589,04 \text{ cm}^3$
12. La copa tiene un volumen de  $226,49 \text{ cm}^3$  y el vaso de  $226,19 \text{ cm}^3$ . Tienen prácticamente la misma capacidad.
13. Se han derramado  $523,59 \text{ cm}^3$  de agua. La altura final del agua es de 4,76 cm
14. 5061 km.
15. En B son las 17 horas.
16. Por el meridiano son 10.000 km y por el paralelo son 14.172 km.

## Soluciones AUTOEVALUACIÓN

1. Es un icosidodecaedro con 32 caras, 60 aristas y 30 vértices.
2. El que gira sobre el primero:  $576\pi \text{ cm}^2$  frente a  $384\pi \text{ cm}^2$ .
3.  $6a^2 + 3a^2\sqrt{3}$
4.  $\frac{a^2\sqrt{3}}{2}$
5. 50%
6. El tronco es 7 veces mayor que la pirámide pequeña.
7.  $\frac{46\pi R^3}{81}$
8. 1,85 km
9. Es la 1 de la madrugada del día siguiente.
10. a2, b4, c1, d3