OTRAS TECNOLOGÍAS Y CIENCIAS APLICADAS

CARTOGRAFÍA EN LAS CIENCIAS AMBIENTALES

PROBLEMAS RESUELTOS

| Jesús L. Martí Gavilá | Javier Estornell Cremades

UPV punto de partida

EDITORIAL
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Cartografía en las ciencias ambientales

Problemas resueltos

Jesús Martí Gavilá
Javier Estornell Cremades

2017

EDITORIAL
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Colección Punto de Partida

Para referenciar esta publicación utilice la siguiente cita: MARTÍ GAVILÁ, J., ESTORNELL CREMADES, J., (2017). *Cartografía en las ciencias ambientales. Problemas resueltos.* Valencia: Universitat Politècnica de València

Los contenidos de esta publicación han sido revisados por el Departamento de Ingeniería Cartográfica Geodesia y Fotogrametría de la Universitat Politécnica de València

distribución: Telf.: 963 877 012 / www.lalibreria.upv.es / Ref.: 0578_04_01_03

Imprime: Byprint Percom, sl

ISBN: 978-84-9048-587-3
Impreso bajo demanda

Impreso en España

Prólogo

El objetivo de este libro es acercar al lector al mundo de la cartografía en el ámbito de las ciencias ambientales de una manera práctica a través de 157 problemas y del desarrollo de su marco teórico. Esta publicación, estructurada en seis capítulos, recoge en forma de teoría y fundamentalmente a través de ejercicios, la experiencia docente de más de 15 años en asignaturas relacionadas con la cartografía en el ámbito de ciencias ambientales en el Campus de Gandía de la Universitat Politècnica de València. En el primer capítulo se estudiarán las diferentes magnitudes utilizadas en cartografía y sus conversiones. El siguiente capítulo recogerá una serie de problemas relacionados con las escalas numéricas y gráficas. En el capítulo tres se proponen una serie de problemas cuya resolución se basa en teoremas y relaciones trigonométricas. Uno de los aspectos relevantes de la cartografía es el relieve. En el capítulo cuatro se proponen un conjunto de problemas relacionados con el cálculo de pendientes y alturas, así como la interpretación de mapas con curvas de nivel. Finalmente, los dos últimos capítulos recogen una colección de problemas relacionados con las coordenadas cartesianas, UTM y geográficas.

Índice

Capítulo 1
Conversión de magnitudes

1.1. Magnitudes angulares

En topografía y cartografía los sistemas más frecuentes para expresar las medidas angulares son: sexagesimal, centesimal y radianes.

En el sistema sexagesimal los ángulos se expresan en grados (°), minutos (') y segundos (") sexagesimales. Un grado sexagesimal corresponde al ángulo formado por las dos rectas con origen el centro de la circunferencia y final, los extremos del arco cuya longitud es 1/360 de la longitud de la circunferencia; 1 grado sexagesimal tiene 60 minutos sexagesimales y 1 minuto sexagesimal tiene 60 segundos sexagesimales. Este sistema angular es muy utilizado en cartografía: coordenadas geográficas latitud y longitud, pendientes, convergencia de meridianos, declinación magnética, etc.

En el sistema centesimal los ángulos se expresan en grados (g), minutos (c) y segundos (cc) centesimales. Si en la definición de grado sexagesimal en vez de dividir la longitud de la circunferencia en 360 partes se divide en 400 partes se obtiene 1 grado centesimal; 1 grado centesimal tiene 100 minutos centesimales y 1 minuto centesimal 100 segundos centesimales. Este sistema de medición angular es muy utilizado en topografía. Los instrumentos topográficos utilizan este sistema de medida angular para definir los ángulos horizontales ($0^{g} – 400^{g}$) y verticales ($0^{g} – 200^{g}$).

Un radián (rad) es la unidad de ángulo plano utilizado en el sistema internacional de unidades y se define como el ángulo central en una circunferencia cuyo arco tiene la misma longitud del radio. En la Tabla 1.1 se puede observar algunas equivalencias entre los diferentes sistemas de medición de ángulos.

Tabla 1.1 Equivalencia sistema de medición de ángulos

Grados sexagesimales (°)	*Grados centesimales (g)*	*Radianes (r)*
90	100	$\pi/2$
180	200	π
270	300	$3\pi/2$
360	400	2π

Problemas

1. Transformar a notación decimal: $2^0\ 35'\ 50''$

Resolución

$\alpha = 2^0\ 35'\ 50''$

Transformar los minutos y segundos a grados.

Un grado sexagesimal equivale a 3600" y un minuto a 60", así pues:

$$35'50'' = 35 \cdot 60 + 50 = 2150''\ ;\ \text{por lo tanto}\ \frac{2150}{3600} = 0{,}5972^{o}$$

$$\alpha = 2{,}5972^0$$

Decimal = $2{,}5972^0$

2. Transformar a grados, minutos y segundos sexagesimales el ángulo $46{,}3250^0$

Resolución

$\alpha = 46{,}3250^0$

El primer paso es transformar la parte decimal a minutos y segundos sexagesimales:

Minutos: $0{,}3250 \cdot 60' = 19{,}5'$ obteniendo 19' y un resto de 0,5'

Segundos: $0{,}5 \cdot 60'' = 30''$

Por lo tanto se obtiene un ángulo de $46^{o}\ 19'\ 30''$

Sexagesimal = $46^0\ 19'\ 30''$

3. Transformar a graduación centesimal el ángulo $1^0\ 32'\ 25''$

Resolución

$\alpha = 1^0\ 32'\ 25''$

En primer lugar, se transforma el ángulo sexagesimal a formato decimal.

<u>Decimal</u>

Un grado sexagesimal equivale a 3600" y un minuto a 60", así pues:

$$32'25'' = 32 \cdot 60 + 25 = 1945'' \text{ ; por lo tanto } \frac{1945}{3600} = 0{,}5403^o$$

$$\alpha = 1{,}5403^0$$

<u>Centesimal</u>

$$\frac{360}{1{,}5403} = \frac{400}{x} \quad ; \quad x = \frac{400 \cdot 1{,}5403}{360} = 1{,}7114^g = 1^g\ 71^c\ 14^{cc}$$

Centesimal = $1^g\ 71^c\ 14^{cc}$

4. Transformar a grados, minutos y segundos sexagesimales el ángulo $112{,}9835^g$

Resolución

$\alpha = 112{,}9835^g$

En primer lugar, se transforma el ángulo centesimal a formato decimal.

<u>Decimal</u>

$$\frac{360}{x} = \frac{400}{112{,}9835} \ ; \ x = \frac{360 \cdot 112{,}9835}{400} = 101{,}6852^o$$

<u>Sexagesimal</u>

A continuación, se transforma la parte decimal a minutos y segundos sexagesimales:

Minutos: $0{,}6852 \cdot 60' = 41{,}112'$ obteniendo 41' y un resto de 0,112'

Segundos: $0{,}112 \cdot 60'' = 6{,}72''$

Por lo tanto se obtiene un ángulo de $101^o\ 41'\ 6{,}72''$

Sexagesimal = $101^0\ 41'\ 6{,}72''$

5. Resolver las siguientes cuestiones:

    a. Transformar a sexagesimal el ángulo $382{,}7325^{g}$

    b. Transformar a centesimal el ángulo $245^{0}\ 25'\ 32''$

Resolución

a) $\alpha = 382{,}7325$ g transformar a sexagesimal

En primer lugar, se transforma el ángulo centesimal a formato decimal.

Decimal

$$\frac{360}{x} = \frac{400}{382{,}7325} \ ; \ x = \frac{360 \cdot 382{,}7325}{400} = 344{,}4593^{o}$$

Sexagesimal

A continuación, se transforma la parte decimal a minutos y segundos sexagesimales:

$$\text{Minutos:} \quad 0{,}4593 \cdot 60' = 27{,}558'$$

$$\text{Segundos:} \quad 0{,}558 \cdot 60'' = 33{,}5''$$

Por lo tanto se obtiene un ángulo de $344^{o}\ 27'\ 33{,}5''$

b) $\alpha = 245^{0}\ 25'\ 32''$ transformar a centesimal

En primer lugar, se transforma el ángulo sexagesimal a formato decimal.

Decimal

Un grado sexagesimal equivale a 3600” y un minuto a 60”, así pues:

$$25'32'' = 25 \cdot 60 + 32 = 1532'' \ ; \ \text{por lo tanto } \frac{1532}{3600} = 0{,}4256^{o}$$

$$\alpha = 245{,}4256^{0}$$

Centesimal

$$\frac{360}{245{,}4256} = \frac{400}{x} \quad ; \quad x = \frac{400 \cdot 245{,}4256}{360} = 272{,}6951^{g} = 272^{g}\ 69^{c}\ 51^{cc}$$

Centesimal = $272^{g}\ 69^{c}\ 51^{cc}$ Sexagesimal = $344^{0}\ 27'\ 33{,}5''$

6. Transformar a graduación centesimal y a radianes el ángulo $27^0\ 15'\ 30''$

Resolución

$\alpha = 27^0\ 15'\ 30''$

En primer lugar, se expresa el ángulo sexagesimal en formato decimal.

<u>Decimal</u>

Un grado sexagesimal equivale a 3600" y un minuto a 60", así pues:

$$15'30'' = 15 \cdot 60 + 30 = 930'' \ ; \ \text{por lo tanto } \frac{930}{3600} = 0{,}2583^o$$

$$\alpha = 27{,}2583^0$$

<u>Centesimal</u>

$$\frac{360}{27{,}2583} = \frac{400}{x} \quad ; \quad x = \frac{400 \cdot 27{,}2583}{360} = 30{,}2870^g = 30^g\ 28^c\ 70^{cc}$$

<u>Radianes</u>

$$\frac{360}{27{,}2583} = \frac{2\pi}{x} \quad ; \quad x = \frac{2\pi \cdot 27{,}2583}{360} = 0{,}4757^r$$

Centesimal = $30^g\ 28^c\ 70^{cc}$	**Radianes = $0{,}4757^r$**

7. Transformar a graduación centesimal y a radianes el ángulo $75^0\ 25'\ 33''$

Resolución

$\alpha = 75^0\ 25'\ 33''$

En primer lugar, se expresa el ángulo sexagesimal en formato decimal.

<u>Decimal</u>

Un grado sexagesimal equivale a 3600" y un minuto a 60", así pues:

$$25'33'' = 25 \cdot 60 + 33 = 1533'' \quad ; \quad \text{por lo tanto } \frac{1533}{3600} = 0{,}4285^o$$

$$\alpha = 75{,}42853^0$$

<u>Centesimal</u>

$$\frac{360}{75{,}4285} = \frac{400}{x} \quad ; \quad x = \frac{400 \cdot 75{,}4285}{360} = 83{,}8094^g = 83^g\ 80^c\ 94^{cc}$$

Radianes

$$\frac{360}{75{,}4285} = \frac{2\pi}{x} \quad ; \quad x = \frac{2\pi \cdot 75{,}4285}{360} = 1{,}3165^{r}$$

Centesimal = 83 ^{g} 80 ^{c} 94 ^{cc}	**Radianes = 1,3165 ^{r}**

8. Transformar a graduación sexagesimal y radianes el ángulo 379 ^{g} 73 ^{c} 53 ^{cc}

Resolución

$\alpha = 379^{g}\ 73^{c}\ 53^{cc}$

En primer lugar, se transforma el ángulo centesimal a formato decimal.

Decimal

$$\frac{360}{x} = \frac{400}{379{,}7353} \quad ; \quad x = \frac{360 \cdot 379{,}7353}{400} = 341{,}7618^{o}$$

Sexagesimal

Se transforma la parte decimal a minutos y segundos sexagesimales:

Minutos: $0{,}7618 \cdot 60' = 45{,}708'$

Segundos: $0{,}708 \cdot 60'' = 42{,}48''$

Por lo tanto se obtiene un ángulo de $341^{o}\ 45'\ 42{,}48''$

Radianes

$$\frac{400}{379{,}7353} = \frac{2\pi}{x} \quad ; \quad x = \frac{2\pi \cdot 379{,}7353}{400} = 5{,}96487^{r}$$

Radianes = 5,96487 ^{r}	**Sexagesimal = 341^{0} 45’ 42,48”**

9. Transformar a graduación sexagesimal y centesimal el ángulo 3,28 radianes

Resolución

$\alpha = 3{,}28$ radianes

En primer lugar, se transforma el ángulo en radianes a formato decimal.

Decimal

$$\frac{360}{x} = \frac{2\pi}{3{,}28} \quad ; \quad x = \frac{360 \cdot 3{,}28}{2\pi} = 187{,}9301^{o}$$

Sexagesimal

Se transforma la parte decimal a minutos y segundos sexagesimales:

Minutos: $0{,}9301 \cdot 60' = 55{,}806'$

Segundos: $0{,}806 \cdot 60'' = 48{,}36''$

Por lo tanto se obtiene un ángulo de $187^{o}\ 55^{'}\ 48{,}36''$

Centesimal

$$\frac{400}{x} = \frac{2\pi}{3{,}28} \quad ; \quad x = \frac{400 \cdot 3{,}28}{2\pi} = 208{,}8113^{g} = 208^{g}\ 81^{c}\ 13^{cc}$$

Centesimal = $208^{g}\ 81^{c}\ 13^{cc}$ Sexagesimal = $187^{0}\ 55'\ 48{,}36''$

1.2. Magnitudes lineales

El metro (m) es la unidad principal de longitud del Sistema Internacional de Unidades que se define como la distancia que recorre la luz en el vacío en un periodo de tiempo de 1/299 792 458 de segundo. En la Tabla 1.2 se pueden observar algunas equivalencias entre el sistema métrico decimal y el sistema anglosajón de medidas no métricas.

Tabla 1.2 Equivalencias entre sistema anglosajón y métrico decimal

Sistema anglosajón	*Sistema métrico decimal*
Pulgada *(Inch)*	0,02540 m
Pie (Foot)	0,30479 m
Yarda *(Yard)*	0,91438 m
Milla Terrestre *(Mile)*	1.609,31 m

La relación existente entre ellas es:

1 Yarda equivale a 3 pies o a 36 pulgadas

Es importante también conocer las unidades de medida náuticas, Tabla 1.3

Tabla 1.3 Equivalencias entre unidades náuticas y sistema métrico decimal

Unidades Náuticas	*Sistema métrico decimal*
Legua náutica *(nl)*	5.555,5 m
Milla Marina *(nmi)*	1.852,50 m
Cable (*cbl*)	185,2 m
Braza *(ftm)*	1,829 m

La relación existente entre ellas es:

1 legua náutica equivale a 3 millas náuticas o a 30 cables

Problemas

10. Transformar a pulgadas, pies y yardas la distancia de 325 metros

Resolución

D = 325 m

$$\text{Pulgadas} = \frac{325}{0{,}0254} = 12.795{,}3 \text{ in}$$

$$\text{Pies} = \frac{325}{0{,}30479} = 1.066{,}31 \text{ ft}$$

$$\text{Yardas} = \frac{325}{0{,}91438} = 355{,}43 \text{ yd}$$

12.795,3 in	**1.066,31 ft**	**355,43 yd**

11. Transformar a millas terrestres y marinas la distancia de 4.750 m

Resolución

D = 4.750 m

$$\text{Millas terrestres} = \frac{4750}{1610} = 2{,}95 \text{ mi}$$

$$\text{Millas marinas} = \frac{4750}{1850} = 2{,}567 \text{ nmi}$$

2,95 mi   **2,567 nmi**

12. Transformar en anotación de yardas, pies y pulgadas las siguientes mediciones lineales: 225,35 m; 15,24 dm; 81,5 cm y 59 mm

Resolución

D = 225,35 m

D = 15,24 dm = 1,524 m

D = 81,5 cm = 0,815 m

D = 59 mm = 0,059 m

Teniendo en cuenta que 1 yarda = 3 pies = 36 pulgadas

<u>225,35 m</u>

$$\text{Yardas} = \frac{225{,}35}{0{,}91438} = 246{,}451 \text{ yd} = 246 \text{ yd y un resto de } 0{,}451$$

$$\text{Pies} = 0{,}451 \cdot 3 = 1{,}353 \text{ ft} = 1 \text{ ft y un resto de } 0{,}353$$

$$\text{Pulgadas} = 0{,}353 \cdot 12 = 4{,}24 \text{ in}$$

246 yd 1 ft 4,24 in

<u>1,524 m</u>

$$\text{Yardas} = \frac{1{,}524}{0{,}91438} = 1{,}667 \text{ yd} = 1 \text{ yd y un resto de } 0{,}667$$

$$\text{Pies} = 0{,}667 \cdot 3 = 2 \text{ ft}$$

1 yd 2 ft

<u>0,815 m</u>

$$\text{Pies} = \frac{0{,}815}{0{,}30479} = 2{,}674 \text{ ft} = 2 \text{ ft y un resto de } 0{,}674$$

$$\text{Pulgadas} = 0{,}674 \cdot 12 = 8{,}1 \text{ in}$$

2 ft 8,1 in

<u>0,059 m</u>

$$\text{Pulgadas} = \frac{0{,}059}{0{,}0254} = 2{,}3 \text{ in}$$

2,3 in

13. Expresar en metros las siguientes medidas: 62 yd 1 ft; 25 yd 2 ft; 5 ft 9 in; 62 in

Resolución

<u>62 yd 1 ft</u>

$$D = (62 \cdot 0{,}9144) + (1 \cdot 0{,}3048) = 56{,}998 \text{ m}$$

<u>25 yd 2 ft</u>

$$D = (25 \cdot 0{,}9144) + (2 \cdot 0{,}3048) = 23{,}467 \text{ m}$$

<u>5 ft 9 in</u>

$$D = (5 \cdot 0{,}3048) + (9 \cdot 0{,}0254) = 1{,}7526 \text{ m}$$

<u>62 in</u>

$$D = 62 \cdot 0{,}0254 = 1{,}575 \text{ m}$$

56,998 m	**23,467 m**	**1,7526 m**	**1,575 m**

14. Cuánto tardará una embarcación, a una velocidad media de 15 nudos, en realizar el trayecto Gandía - Palma de Mallorca si la distancia entre las ciudades es de 254 km y sabiendo que un nudo equivale a 1 nmi/h

Resolución

D = 254 km   Velocidad = 15 nudos = 15 nmi/h

$$D = \frac{254}{1{,}85} = 137{,}29 \text{ nmi}$$

$$\text{Tiempo} = \frac{137{,}29}{15} = 9{,}15 \text{ h} = 9^h\ 9'$$

Tiempo = 9^h 9'

Para seguir leyendo haga click aquí