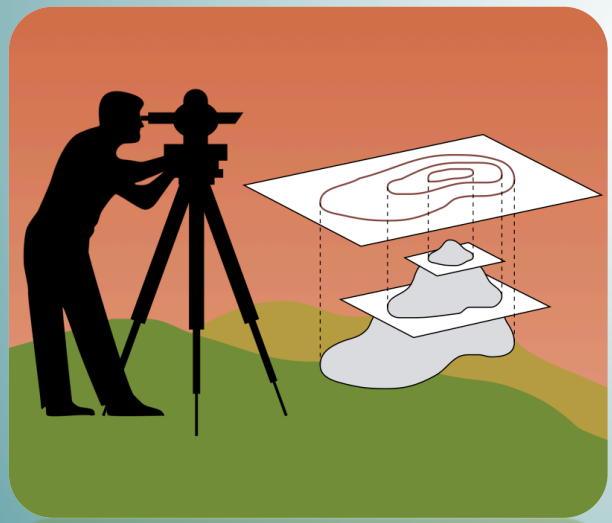
Topografía y Geodesia-G337

Bloque I. Tema 1. Cartografía



Javier Sánchez Espeso

Raúl Pereda García

Dpto. de Ingeniería Geográfica

y Técnicas de Expresión Gráfica

Este tema se publica bajo Licencia:

Creative Commons BY-NC-ND 4.0

Conceptos generales

- Resumen de magnitudes empleadas:
  - Lineales: m
  - Superficiales: m^2, km^2, Ha (10^4 m^2).
  - Angulares:
    - Sexagesimales:
      - Horario: dd^{o}mm'ss''.

        Ejemplo: 45º 30'
      - Seudodecimal, horario en formato "seudodecimal": dd.mmss

        Ejemplo: 45,30º
      - Decimal, expresado como fracción de grados: dd.dddd

        Ejemplo: 45,50º
    - Centesimales: gg.mmss = gg^{g}mm^{c}ss$^{cc.}$.

      Ejemplo: 50,50gr
    - Radianes. 1 rad = 636620^{cc} = 206265''
    - Gonio. 1 mgon = 10^{cc}.

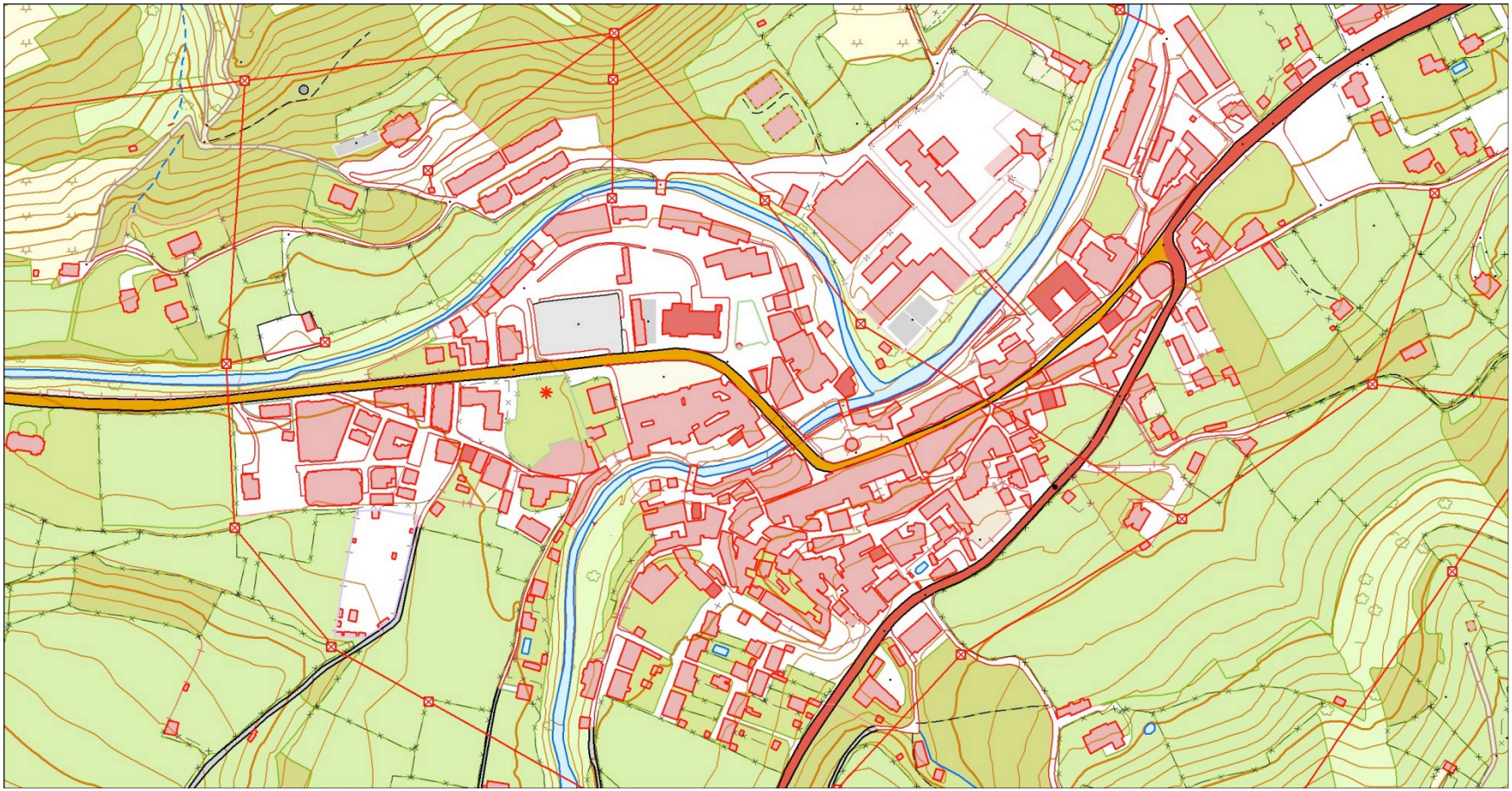
2.1.- Introducción a la cartografía.

- **Cartografía**.
  - Tiene como objeto el diseño, preparación y creación de todo tipo de **mapas**, como representación bidimensional de los fenómenos geográficos existentes en la realidad.
  - ¿Qué es un mapa?
    - Representación convencional de la realidad.
    - Codificada conforme a una serie de normas y modelos cartográficos.
    - Siempre existe un objetivo para su uso.
  - Con rigor, se distingue entre mapa y plano.

2.1.- Introducción a la cartografía.

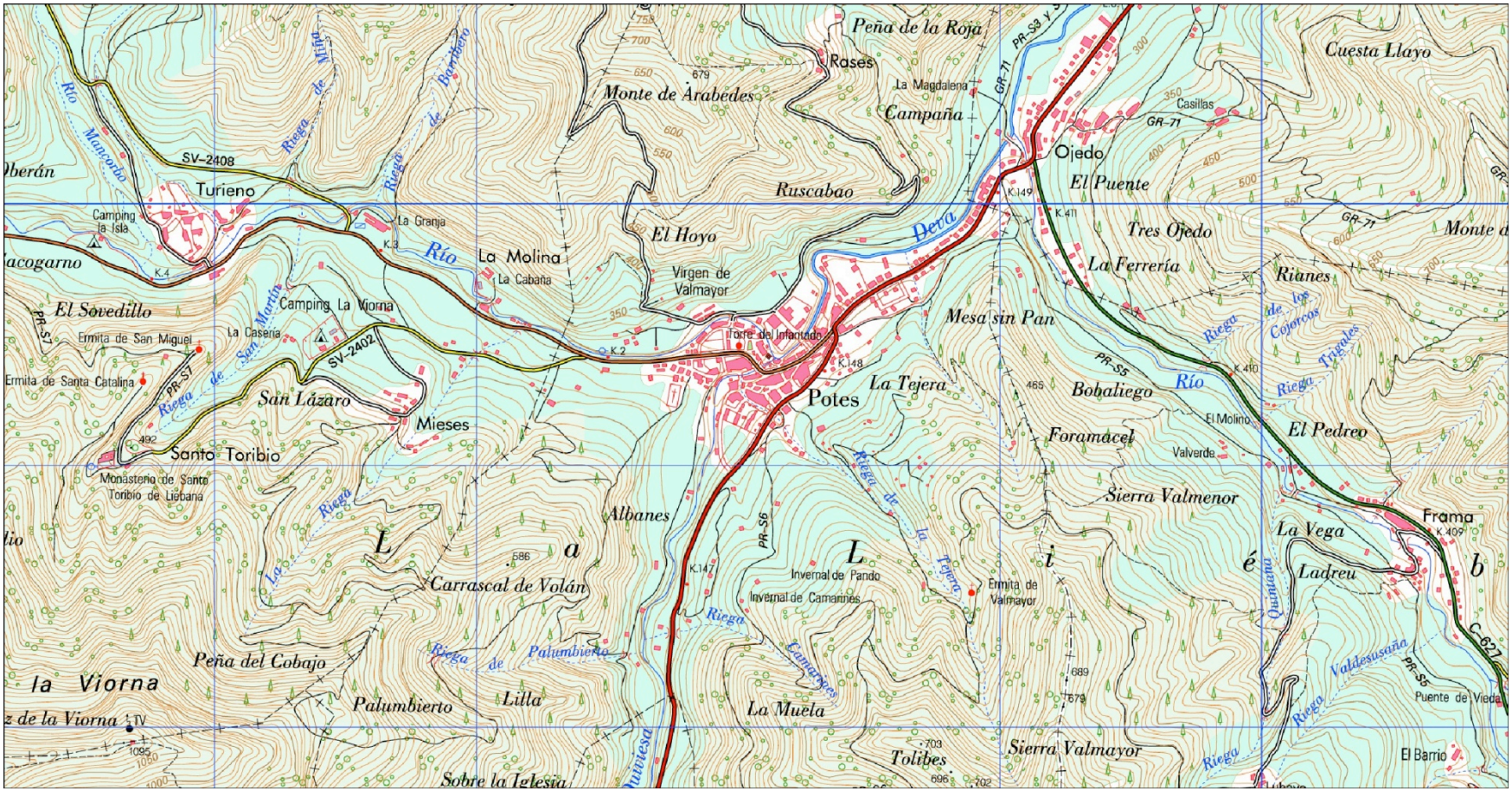
Ortofotografía Término Municipal de Potes, Cantabria. E:1:5.000

2.1.- Introducción a la cartografía.



Base Topográfica Armonizada, T. M. Potes, Cantabria. E:1:5.000

2.1.- Introducción a la cartografía.



Mapa Topográfico Nacional E:1:25.000, hoja 0081-c2

2.1.- Introducción a la cartografía.

- **Tipos de mapas.** Una clasificación de uso habitual en base a dos puntos de vista:
  - **Escala**:
    - Escala grande (denominador pequeño). Ej: 1:5.000
    - Escala pequeña (denominador grande). Ej: 1:100.000
  - **Finalidad**:
    - Mapas Topográficos.
    - Mapas temáticos:
      - Físicos, políticos, suelos, geológicos, catastrales, climáticos, urbanísticos, población, económicos, estadísticos, biológicos, transportes, …
- En Ingeniería Civil: preferencia de uso de mapas Topográficos (reflejan con precisión la posición y la forma planimétrica y altimétrica de objetos fijos e identificables en el terreno) , frente al otro gran grupo de los Mapas temáticos.

2.1.- Introducción a la cartografía.

Etapas en la formación de un mapa:

- **Diseño cartográfico:**
  - Criterios de selección.
  - Generalización
  - Clasificación
  - Priorización
  - Carácter métrico del mapa
  - Tratamiento del relieve
  - Modelo de datos y formato de la información
- **Redacción cartográfica**
  - Uso de variables visuales
  - Incorporación de información adicional.

2.2.1.- Escala cartográfica: detalle y generalización.

- ¿Con qué **detalle se deben capturar** los fenómenos geográficos de la realidad en función del objetivo del mapa?
  - Todo el que admita la representación gráfica del mapa que se está diseñando, y que viene fijado por la escala del mapa (E).
- Criterio cartográfico: **limite percepción visual** (LPV):
  - *Se admite que la vista humana es capaz de diferenciar 2 puntos si están separados más de **0,2 mm***.
- La combinación del LPV (distancia en el mapa en papel) con la Escala (relación entre el papel y la realidad), permite obtener sin ambigüedad el nivel de detalle con el que se capturan los elementos de la realidad en la planimetría.
- **Doble implicación**:
  - Establece el detalle de los elementos que aparecen en el mapa.
  - Elementos menores que deban ser representados: símbolos.

2.2.1.- Escala cartográfica: detalle y generalización.

Escala del mapa	Límite percepción visual (mm, papel en representación)	Nivel de detalle (m, unidades reales)
1:500	0,2	0,1
1:1.000	0,2	0,2
1:2.000	0,2	0,4
1:5.000	0,2	1
1:10.000	0,2	2
1:25.000	0,2	5

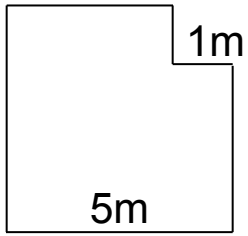
El nivel de detalle que se obtiene permite fijar en la captura de un elemento bien definido:

- **Geometría a emplear**: punto, línea, polígono.
- **Generalización** de la forma.

2.2.1.- Escala cartográfica: detalle y generalización.

Ejemplos

- (E) Edificio singular, una ermita. Tamaño: 5 m.
- (M) Muro, de 1 m. de ancho
- (P) Poste, de un tendido eléctrico, Ø 0.20 m



¿Se deben representar? ¿**Con qué geometría básica**?

- **E: 1:1.000.** Nivel de detalle 0,20 m

  (E) Polígono. Detalle real. (M) Polígono. Detalle real. (P) Símbolo. Tamaño convencional: 2 mm -> Ø 2m

- **E: 1:5.000.** Nivel de detalle 1 m

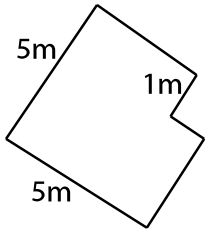
  (E) Polígono. Generalizado. (M) Línea. Eje medio. (P) Símbolo. Tamaño convencional: 2 mm -> Ø 10m

- **E: 1:25.000.** Nivel de detalle 5 m

  (E) Por ser singular, como un símbolo: 2 mm -> 50 m. Si fuese un edificio «normal», no se representaría. (M) No se representa (P) No se representa.

2.2.1.- Escala cartográfica: detalle y generalización.

Generalización en la captura.

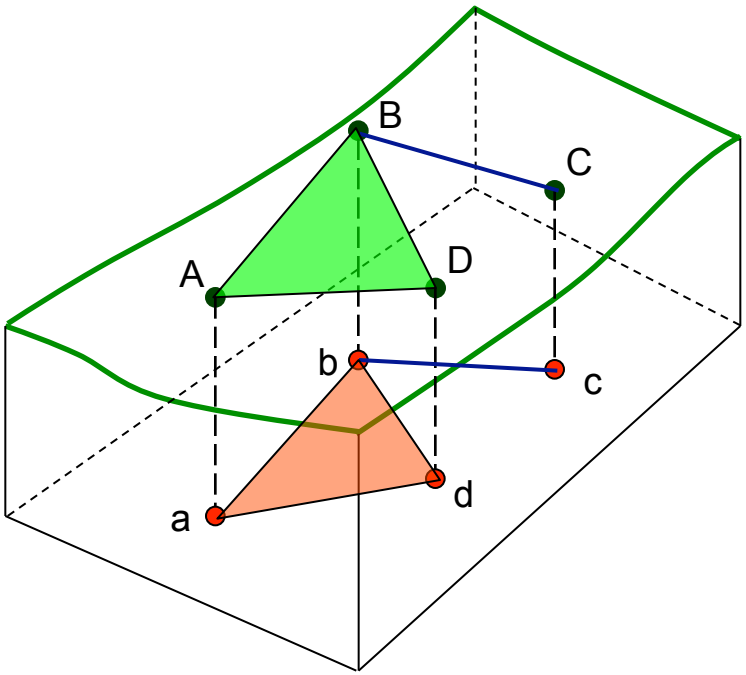
Croquis del edificio real	
Croquis del edificio que se debe capturar a escala 1:1.000	
Croquis del edificio que se debe capturar a escala 1:5.000	
Croquis del edificio que se debe capturar a escala 1:25.000	Nada, o si es singular

2.2.1.- Escala cartográfica: detalle y generalización.

- Denominación de los mapas en función de la escala:
  - Plano técnico (escalas grandes -> denominador pequeño):
    - 1/100, 1/200,1/500, 1/1.000, 1/2.000, 1/5.000, 1/10.000
  - Mapa topográfico
    - 1/25.000, 1/50.000, 1/100.000, 1/200.000
  - Mapa geográfico (pequeñas).
    - 1/400.000, 1/500.000, 1/800.000, 1/1.000.000
  - Mapas generales.
    - 1/1.000.000 y menores.

2.2.2.- Modelización convencional del relieve.

Cartografía (convencional & digital): la modelización más habitual de la superficie topográfica emplea el sistema de planos acotados.



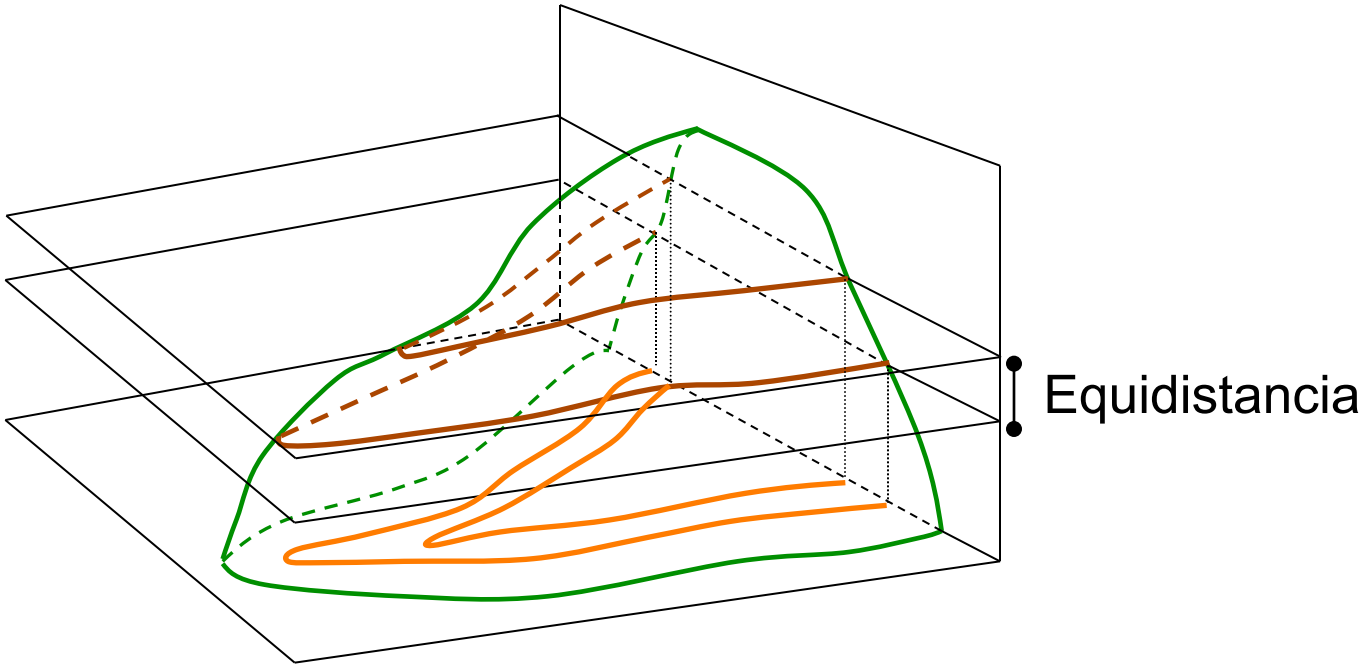
Definiciones:

- Dist. Geométrica -> d
- Dist. Reducida -> D
- Desnivel -> dZ
- Superficie (sup. Reducida, sup. Agraria).
- Superficie geométrica (sup. Real).

1.3.- Modelización convencional del relieve.

Representación convencional del relieve:

- Curva de nivel o isohipsa.
- Diferencia de cotas entre 2 curvas consecutivas: equidistancia
- Existe “cierta” correspondencia entre escala y la equidistancia.
- La equidistancia establece un límite de la precisión altimétrica: mejor de ¼ de la equidistancia.



2.2.- Modelización convencional del relieve.

- Relaciones usuales entre la escala y la equidistancia:

Escala	Equidistancia
1/500	0,5
1/1000	0,5 – 1
1/2000	1 – 2
1/5000	2 - 5

- La precisión altimétrica está directamente relacionada con la equidistancia. Para las escalas y equidistancias más habituales:

Escala	Equidistancia	Precisión altimétrica
1/500	0,5	0,12
1/1000	1	0,25
1/2000	2	0,5
1/5000	5	1,25

2.2.2.- Modelización convencional del relieve.

Condiciones que deben verificar las isohipsas, en tanto la definición de la superficie topográfica a partir de las mismas es, a priori, indeterminada:

- Las cotas de curvas de nivel sucesivas son valores uniformes, crecientes (curva normal) o decrecientes (curva depresión).
- Dos curvas no pueden cortarse ni superponerse.
- Curvas de nivel cerradas tienen mayor cota que las que la rodean.
  Excep: curvas de depresión, al revés.

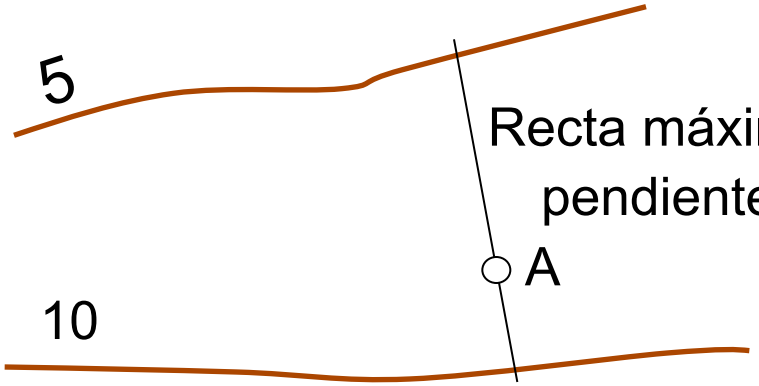
Tipos de curvas de nivel que se consideran:

- Normal, maestra o directora.
- Depresión normal, depresión maestra.
- Intercaladas o intercalares.

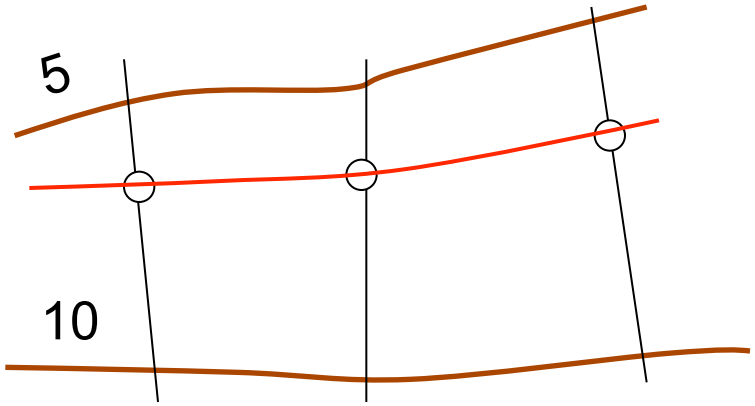
2.2.2.- Modelización convencional del relieve.

Aplicaciones elementales

- Determinación / establecimiento de la cota de un punto interior a 2 curvas de nivel.
  - Concepto de máxima pendiente. Cualquier punto entre 2 curvas de nivel se interpola sobre la misma.



¿Altitud de A?



¿Zona altitud 7?

Recordar: precisión altimetría -> ¼ equidistancia.

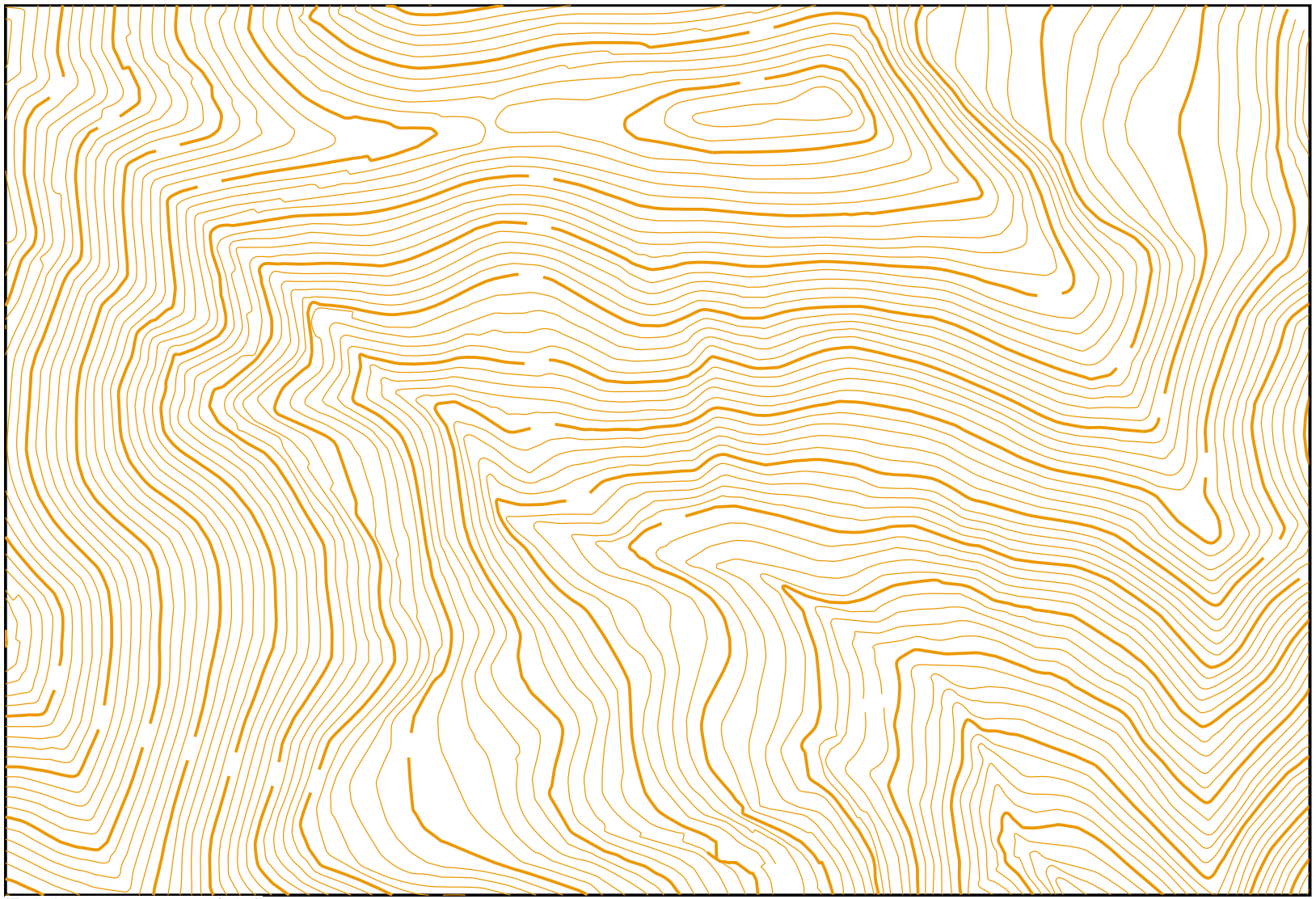
2.2.2.- Modelización convencional del relieve.

Es necesario adquirir el hábito de “visualizar” la morfología de una superficie topográfica, a partir de la observación de la forma de las curvas de nivel en una vista planta. Supone identificar elementos geográficos como:

- Divisorias - vaguadas.
- Collados o puertos.
- Cumbres - simas.
- …

Localiza los términos geográficos anteriores en la cartografía que se entrega como material de trabajo en clase, a escala 1/5000, correspondiente a una zona del término municipal de Potes, en la zona occidental de Cantabria; en la que se presenta exclusivamente las curvas de nivel, “apagando” el resto de niveles de información.

2.2.2.- Modelización convencional del relieve.



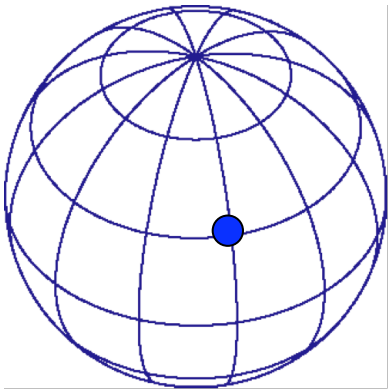
Cartografía numérica TM Potes, 1/5000, población de Rases.

[Exclusivamente para uso académico]

2.2.3.- Proyecciones cartográficas.

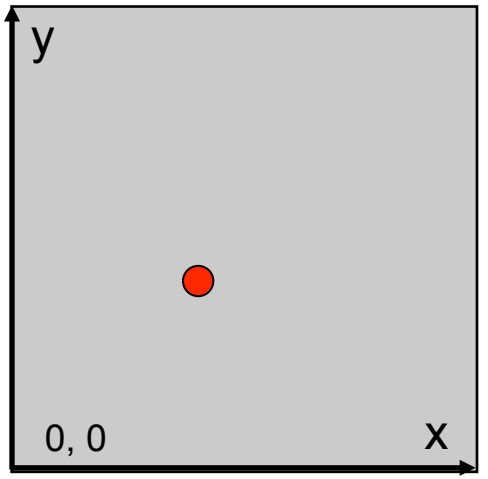
Desarrollos cartográficos: objetivo.

Disponer de expresiones que “traduzcan” coordenadas geográficas Lat(φ),Lon(λ) de posiciones en el elipsoide a coordenadas rectangulares (X,Y) (E,N).



Coordenadas Geográficas (φ, λ)

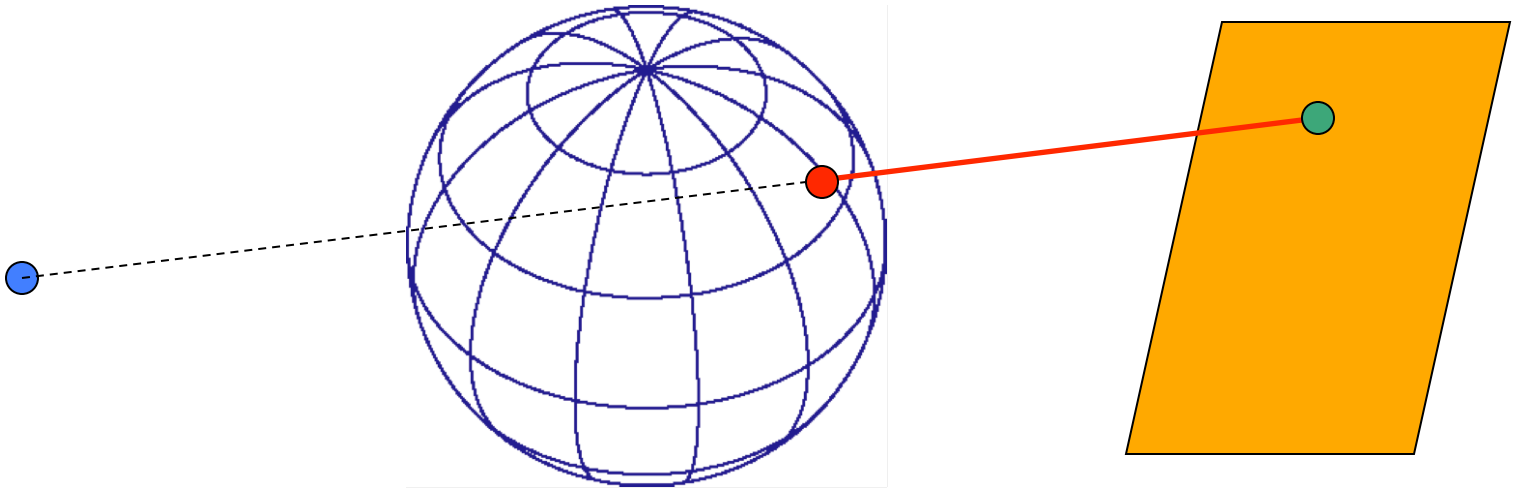
Proyección cartográfica



Coordenadas proyectadas (X,Y)

2.2.3.- Proyecciones cartográficas.

De forma genérica, ¿qué es proyectar?



- Desde un punto de vista, se proyecta cada punto situado en la superficie terreste a un punto en una superficie desarrollable.

• ¿ Qué grados de libertad existen? ¿Qué implicaciones supone el uso una proyección?

2.2.3.- Proyecciones cartográficas.

Caracterizar una proyección precisa concretar:

- Ubicación del punto de proyección.
- Superficie desarrollable sobre la que se proyecta: tipo y posición.

Ambos ajustes definen las características de la proyección cartográfica, en el que siempre existen deformaciones, y se conserva alguna de las magnitudes geométricas básicas (distancias, ángulos, superficies).

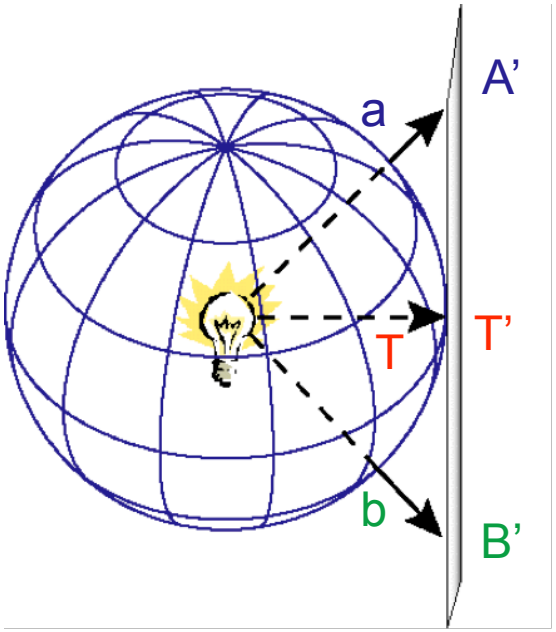
Hay 3 tipologías básicas de proyecciones:

- Conformes: mantiene el ángulo entre 2 direcciones.
- Equivalentes: mantiene áreas de superficies.
- Equidistantes: mantiene la distancia entre 2 puntos.

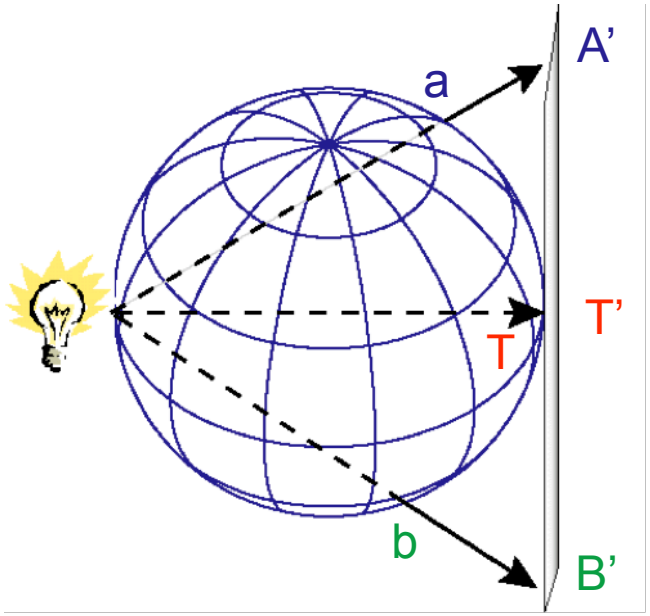
2.2.3.- Proyecciones cartográficas.

Tipos de proyección según la posición del punto de vista: gnomónica, estereográfica, escenográfica y ortográfica.

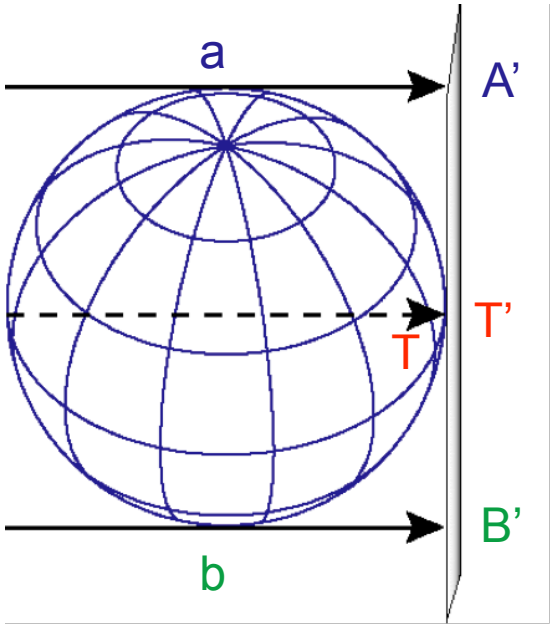
Gnomónica



Estereográfica



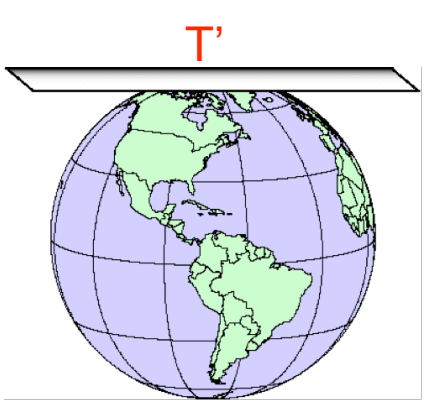
Ortográfica

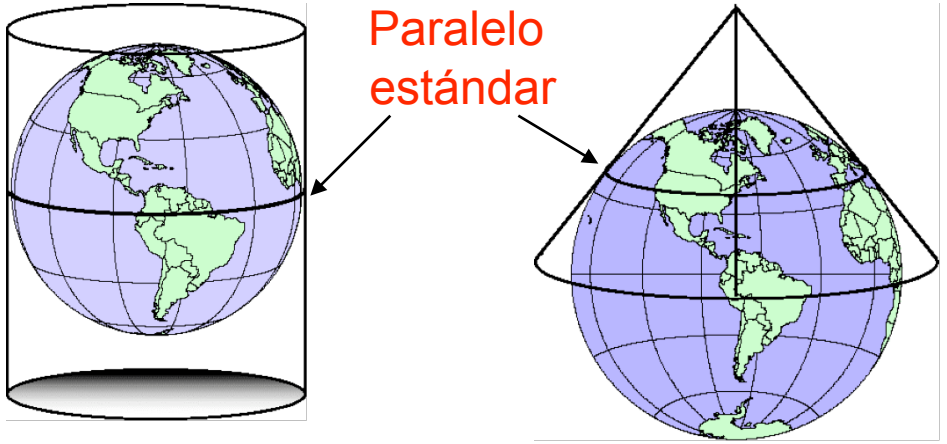


2.2.3.- Proyecciones cartográficas.

Tipos de proyección según la superficie desarrollable empleada.

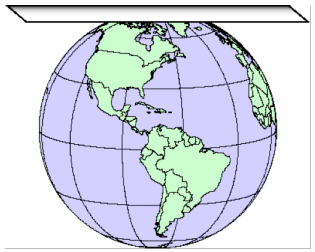
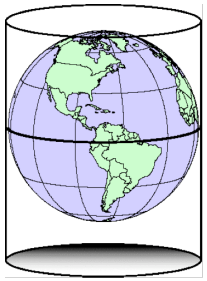
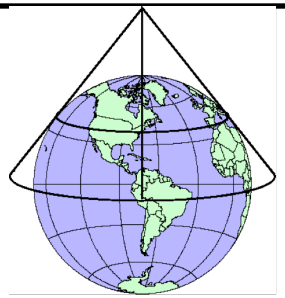
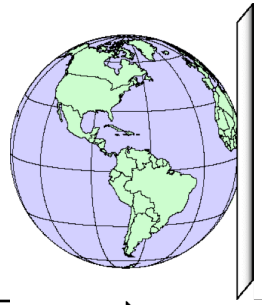
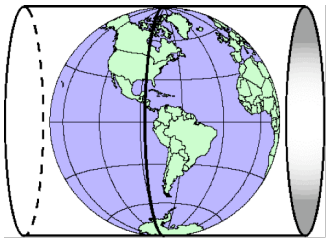
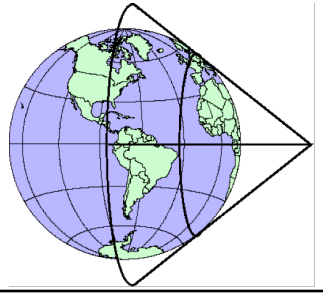
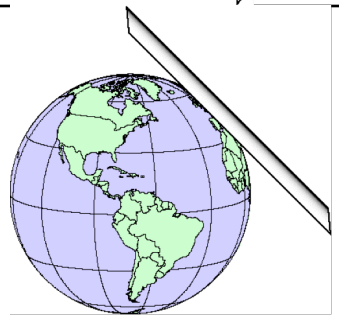
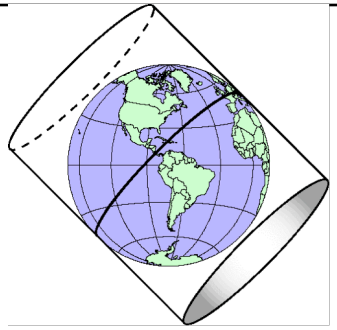
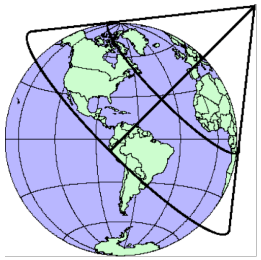
- Plano -> proyección plana
- Cilindro -> proyección cilíndrica.
- Cono -> proyección cónica.





2.2.3.- Proyecciones cartográficas.

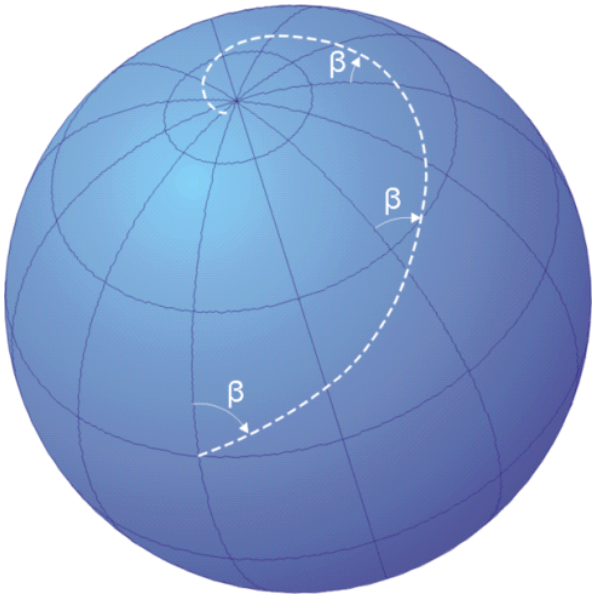
Tipos de proyección según la posición de la superficie desarrollable empleada.

Normal			
Transversa			
Oblicua			

2.2.3.- Proyecciones cartográficas.

Algunas proyecciones a nivel de planisferio.

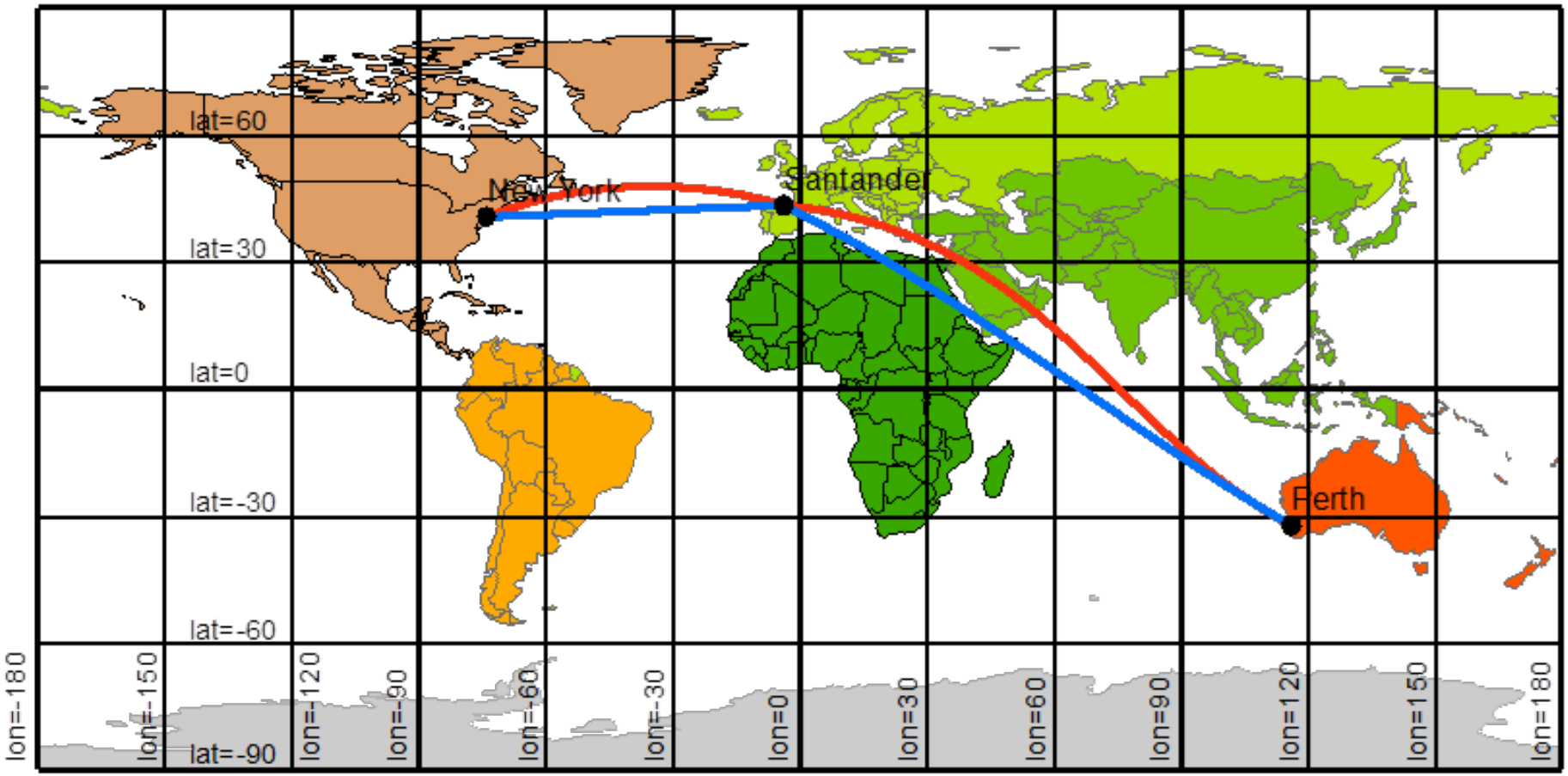
Se representarán 2 líneas características: geodésicas y loxódromas.



Geodésica o ortodroma

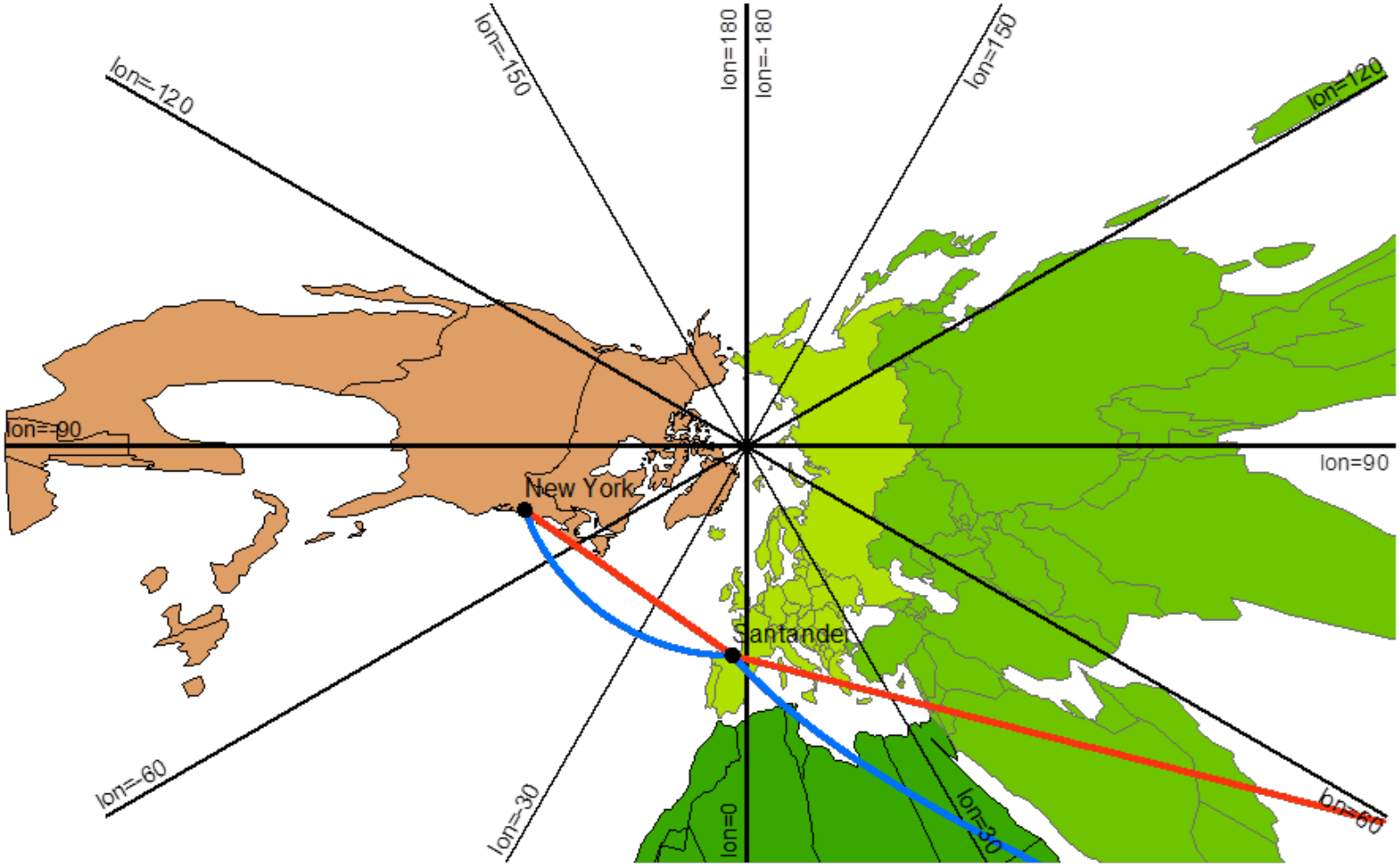
Loxodroma

2.2.3.- Proyecciones cartográficas.



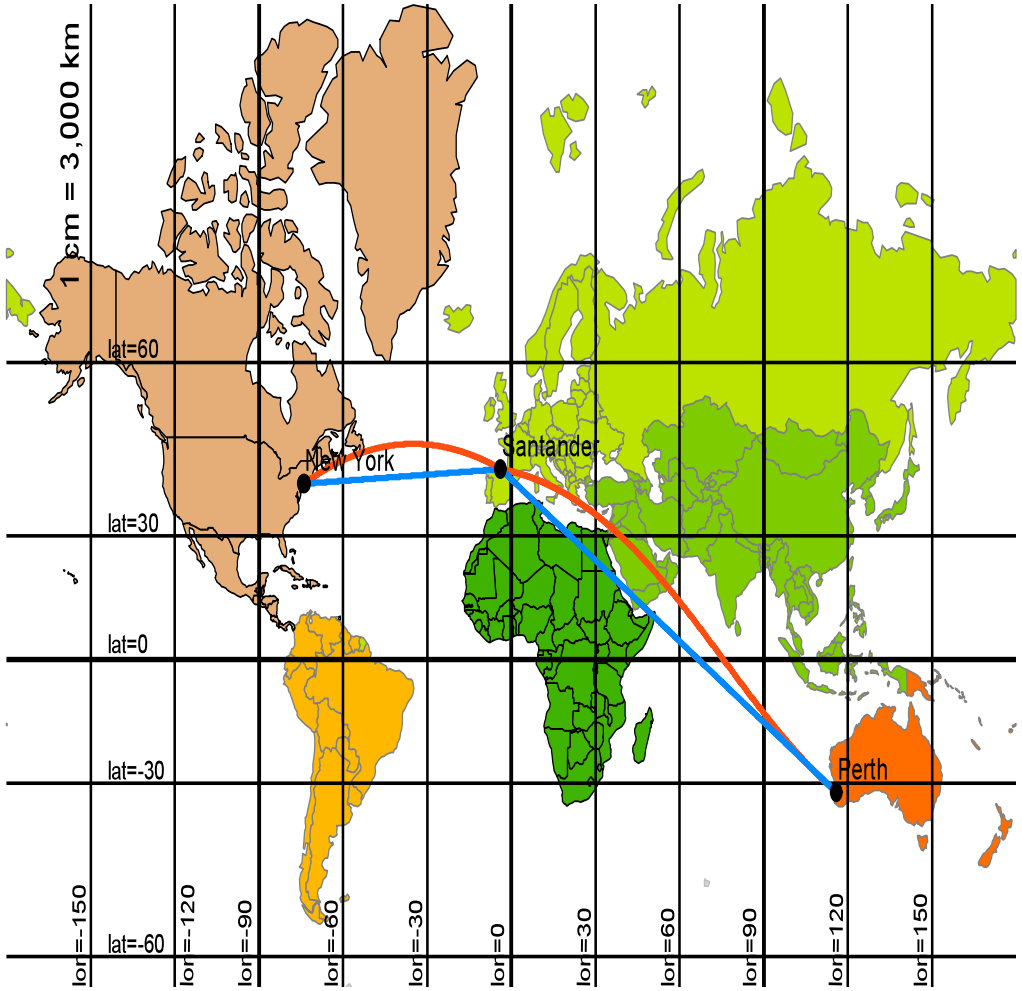
Mapa en coordenadas geográficas. Geodésicas: rojo, loxódromas: azul

2.2.3.- Proyecciones cartográficas.



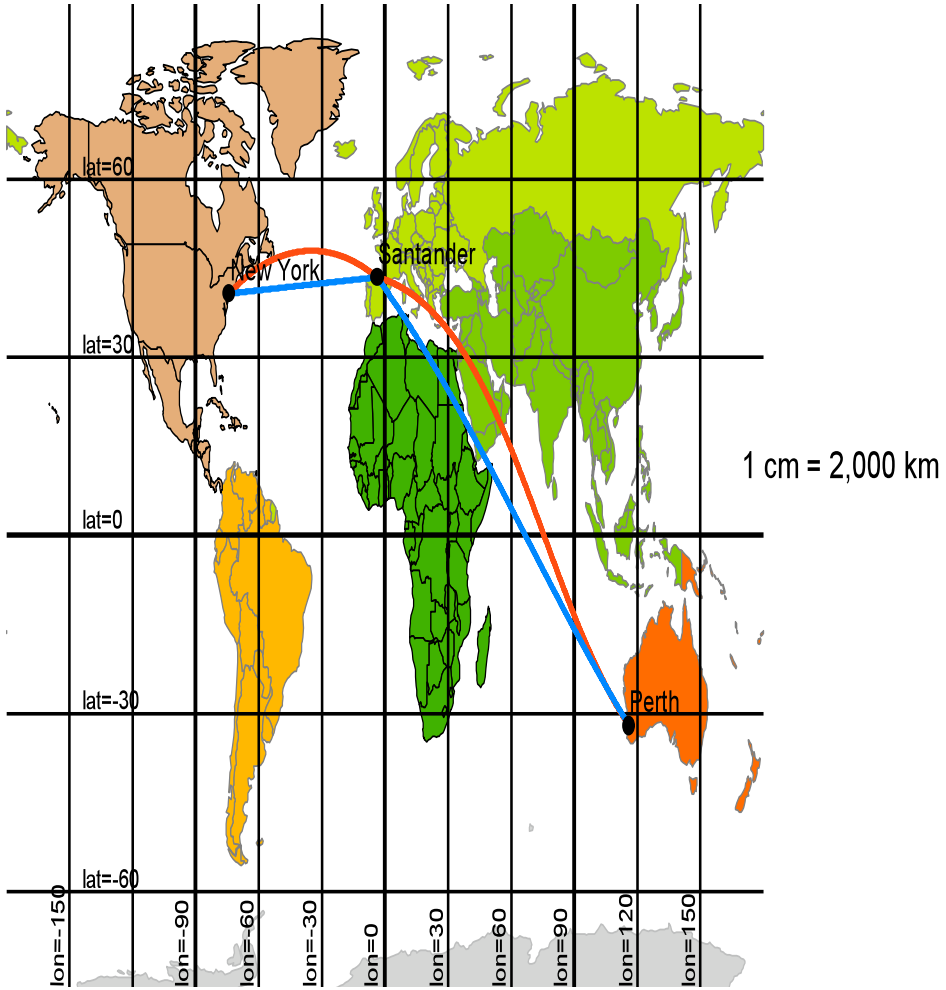
Proyección gnomónica plana normal norte, Azimutal polar Norte

2.2.3.- Proyecciones cartográficas.



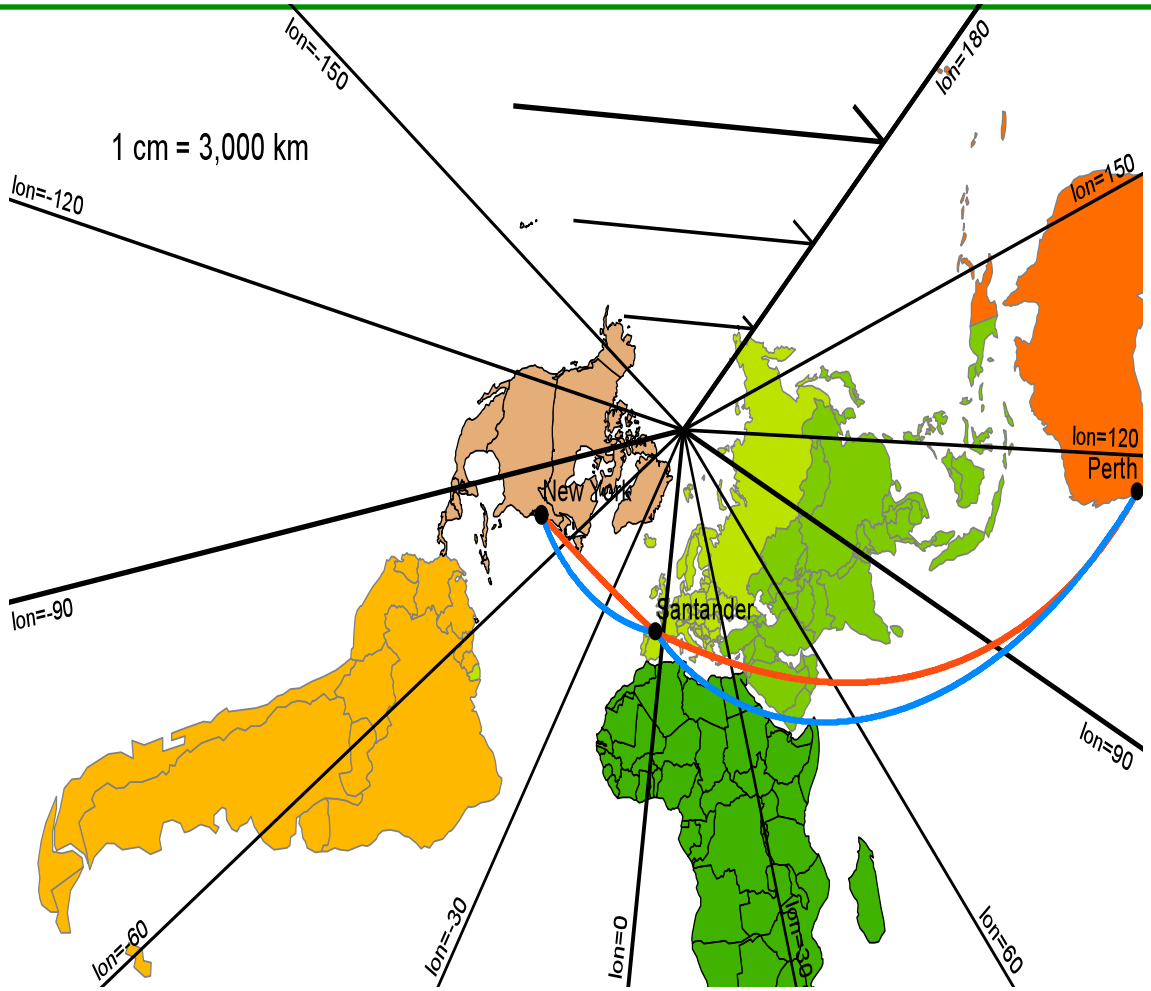
Proyección gnomónica cilíndrica normal, Mercator

2.2.3.- Proyecciones cartográficas.



Proyección gnomónica cilíndrica normal, equidistante

2.2.3.- Proyecciones cartográficas.



Proyección gnomónica cónica normal, Lambert (conforme)
Paralelos estándar: 43º y 62º

2.2.3.- Proyecciones cartográficas.

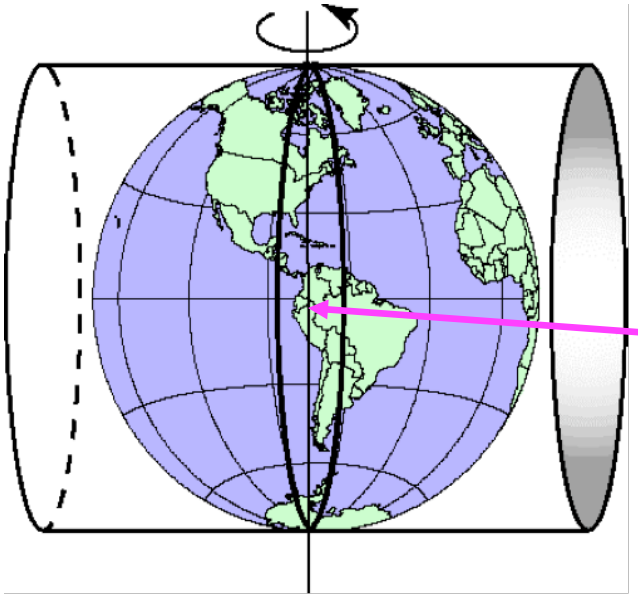
Sistema de representación cartográfico más habitual , la proyección UTM: **U**niversal **T**ransversa **M**ercator.

- **Mercator**: empleo de la proyección mercator, conforme. Usa como superficie de proyección un cilindro.
- **Transversa**: posición del cilindro, transverso.
  - Inicialmente tangente en un meridiano, automecoico.
  - Sin embargo, para reducir deformaciones se hace secante en 2 meridianos, a 1.5º del meridiano central inicial.
- **Universal**: proyección válida para cualquier punto sobre la superficie de la tierra. Para minimizar distorsiones, se limita la validez a un rango de 6º de longitud -> **huso**. Existen 60 husos, el huso 1 comienza en el antimeridiano de Greenwich.

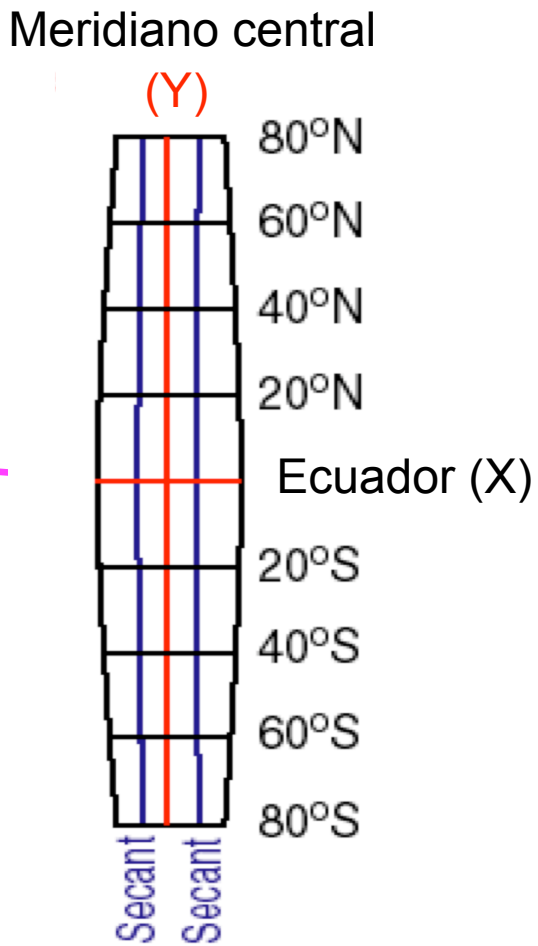
Por tanto, una posición en UTM se debe completar necesariamente con 2 parámetros adicionales: huso y hemisferio.

2.2.3.- Proyecciones cartográficas.

Concepto de huso en la proyección: etiquetados entre huso 1 y huso 60.

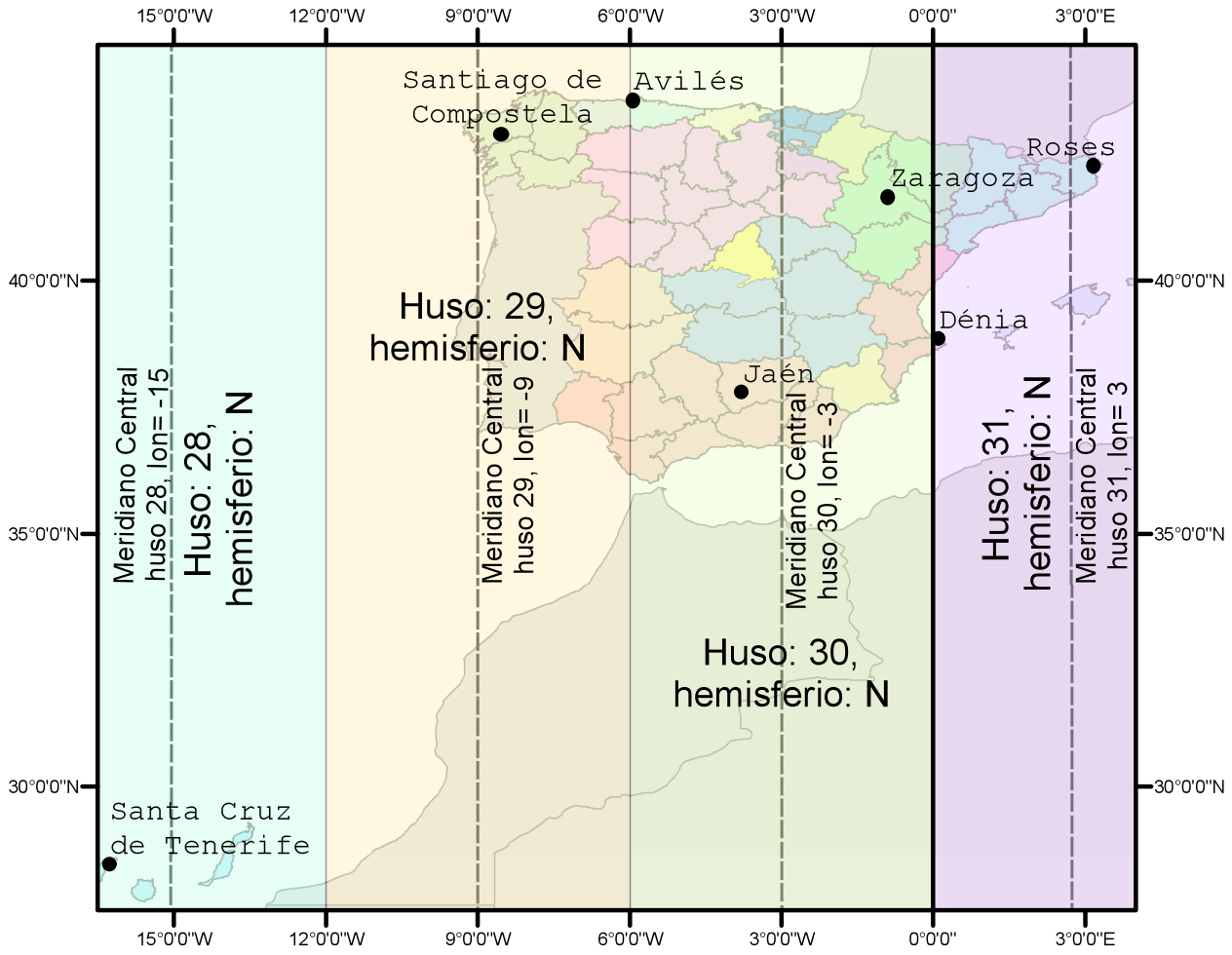


La posición del huso rota cada 6°



2.2.3.- Proyecciones cartográficas.

Situación en la Península: 3 husos -> 29 a 31.

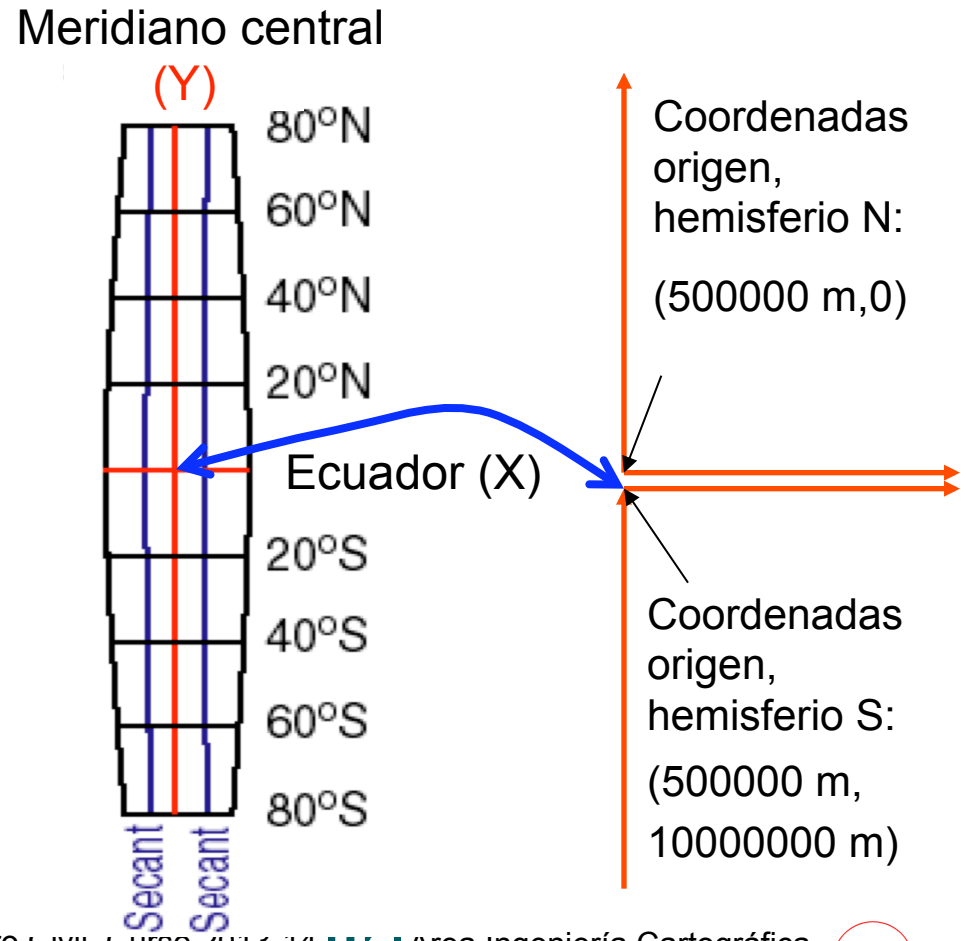


2.2.3.- Proyecciones cartográficas.

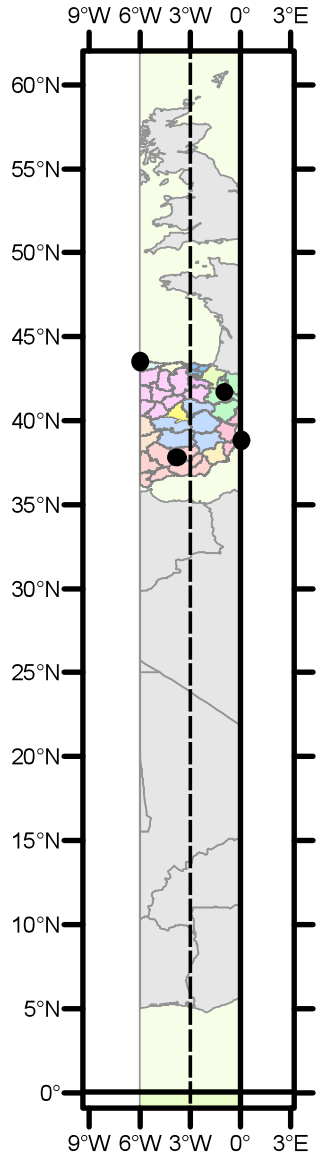
Sistema de coordenadas en cada huso:

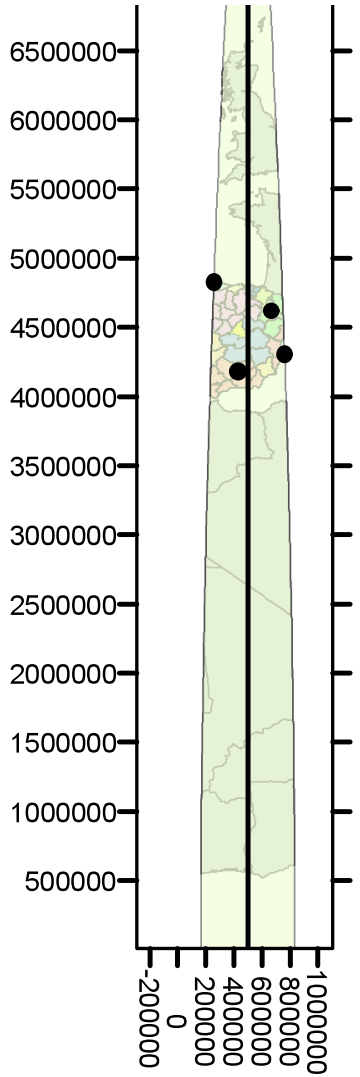
- transformación (φ,λ) a (X,Y)
- Retranqueos: estándar y por hemisferio.

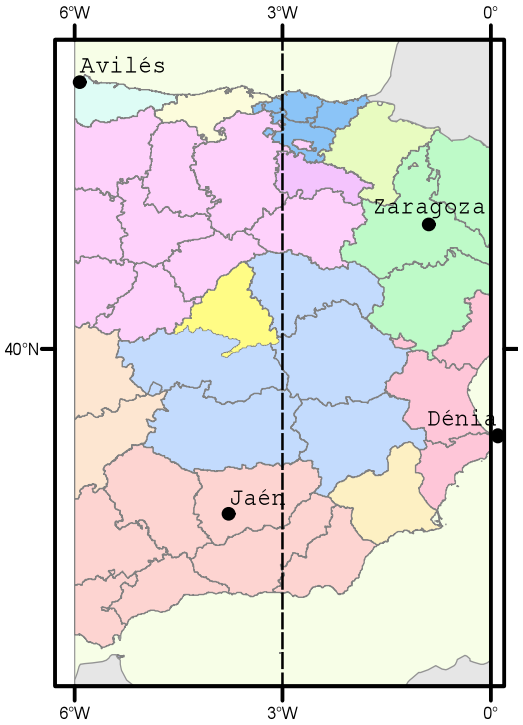
- Coordenadas: origen inicial, en intersección meridiano central con ecuador, en metros.
- Para evitar coordenadas negativas en X, se asigna X=500000 al meridiano central.
- Para evitar coordenadas negativas en Y, en el hemisferio Sur, al ecuador se le asigna Y=10000000 m.

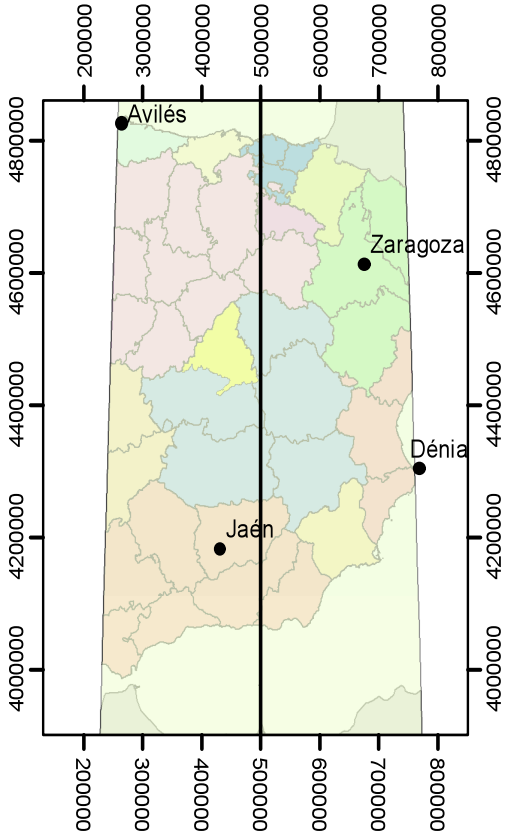


2.2.3.- Proyecciones cartográficas.









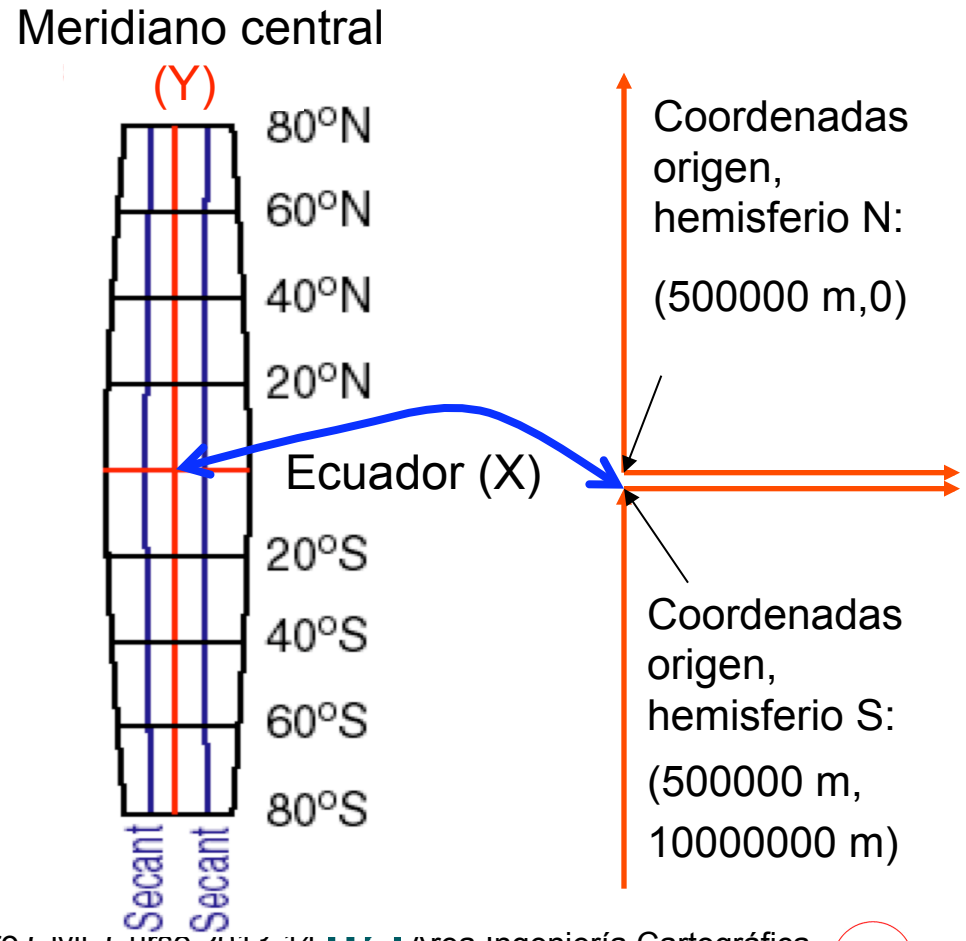
Proyección UTM: General y detalle en huso30N

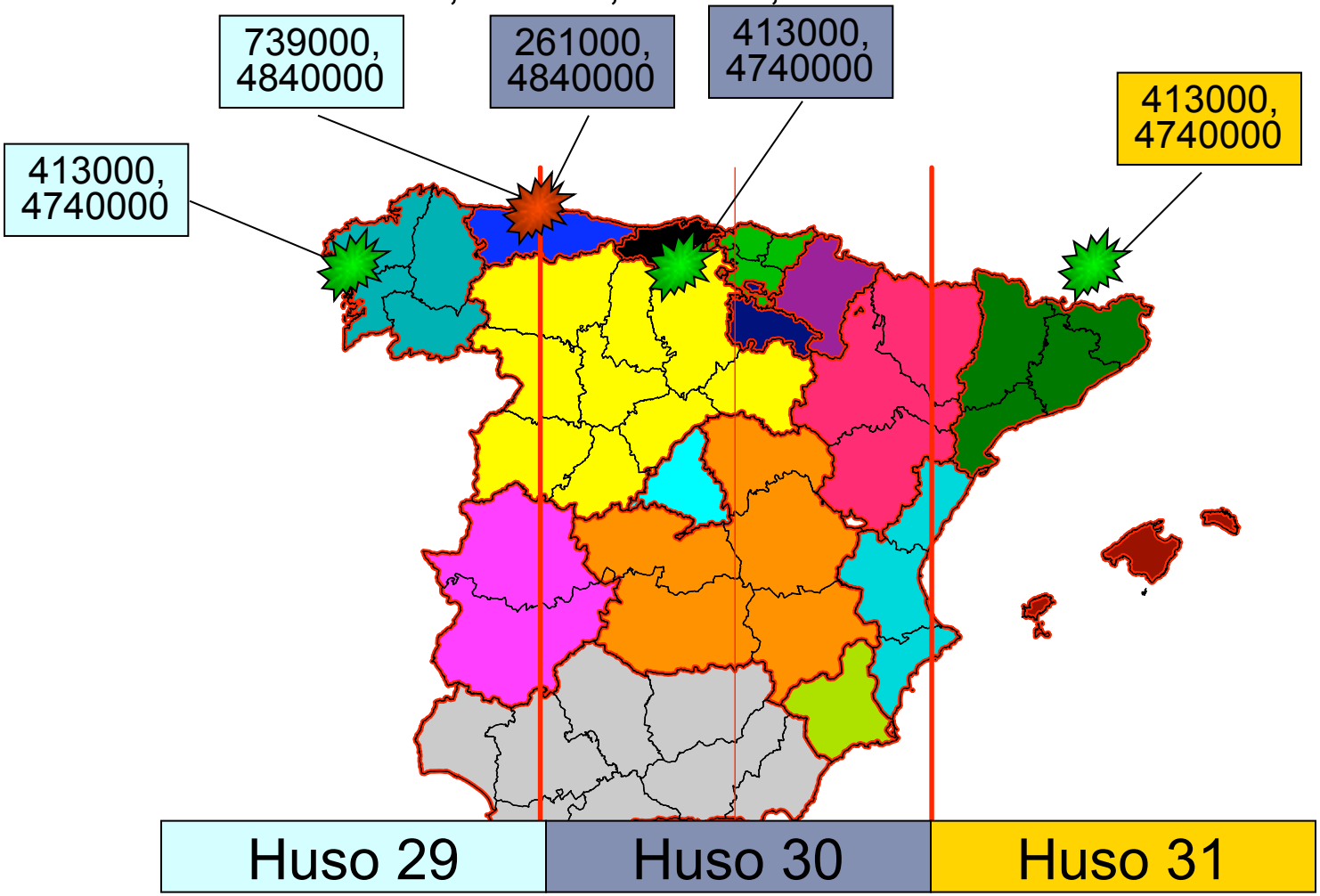
2.2.3.- Proyecciones cartográficas.

Sistema de coordenadas en cada huso:

- transformación (φ,λ) a (X,Y)
- Retranqueos: estándar y por hemisferio.

- Coordenadas: origen inicial, en intersección meridiano central con ecuador, en metros.
- Para evitar coordenadas negativas en X, se asigna X=500000 al meridiano central.
- Para evitar coordenadas negativas en Y, en el hemisferio Sur, al ecuador se le asigna Y=10000000 m.



2.2.3.- Proyecciones cartográficas.

Implicaciones del uso de la proyección: necesidad de etiquetar las coordenadas como UTM, huso #, zona #, hemisferio #