

**GESTIÓN DE RIESGO  
HIDROMETEOROLÓGICO  
PROVINCIA DE SANTA FE**

**GEOREFERENCIACIÓN  
CARTOGRAFÍA BÁSICA**

**ING. GEOG. HORACIO ESTEBAN ÁVILA**

# GEODESIA

RECORDEMOS

# CARTOGRAFÍA

Estudia la forma y dimensiones de la T y ofrece marco de coordenadas planimétricas y altimétricas precisas

## SIST. Geodés o Datum

Conjunto de elementos geométricos o numéricos que sirven de referencia o base a tras cantidades.

## D Horizontal

Definido x un elipsoide y su punto origen de coordenadas  
Elementos de referencia para las observaciones y cálculos planimétricos

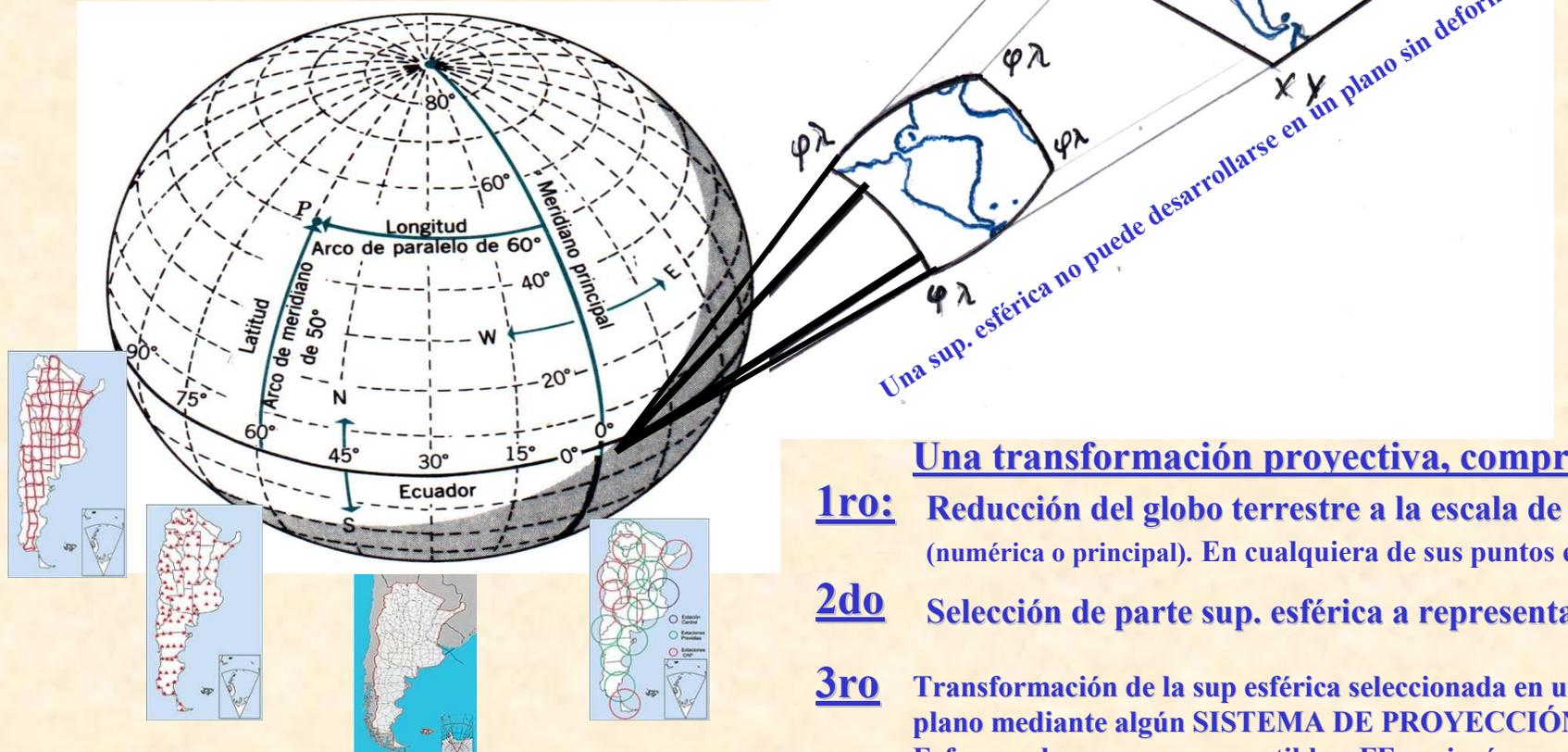
## D Vertical:

Sup c/ respecto a la cual se determinan las elevaciones (NMM) =GEOIDE

Ciencia de la construcción y estudio de las representaciones espaciales

Teoría y método para el registro, análisis y comunicación de la IG

Orígenes: Cartografía China del Siglo III – Ptolomeo



Una transformación proyectiva, comprende:

- 1ro: Reducción del globo terrestre a la escala de interés (numérica o principal). En cualquiera de sus puntos el FE = 1
- 2do Selección de parte sup. esférica a representar.
- 3ro Transformación de la sup esférica seleccionada en un mapa plano mediante algún SISTEMA DE PROYECCIÓN CARTOG. Esfera y plano no son compatibles: FE variará

Marcos de Referencia Nacional

# CARACTERÍSTICAS DEL MUNDO ESFÉRICO Y SUS COORDENADAS

**CIRCULOS MAXIMOS:** Son generados x planos que cortan la sup terrestre y contienen su centro Ej: Ecuador, Meridianos. La distancia más corta e/2 puntos sobre la sup T es el arco formado por la intersección de dicha sup con el plano que contiene ambos puntos y el centro de la T .

Los rumbos determinados para movimiento de barcos y aviones aproximan al círculo máxima entre origen y destino

**El achatamiento en los polos hace que los grados de arco en dirección N-S no tengan exactamente la misma distancia.**

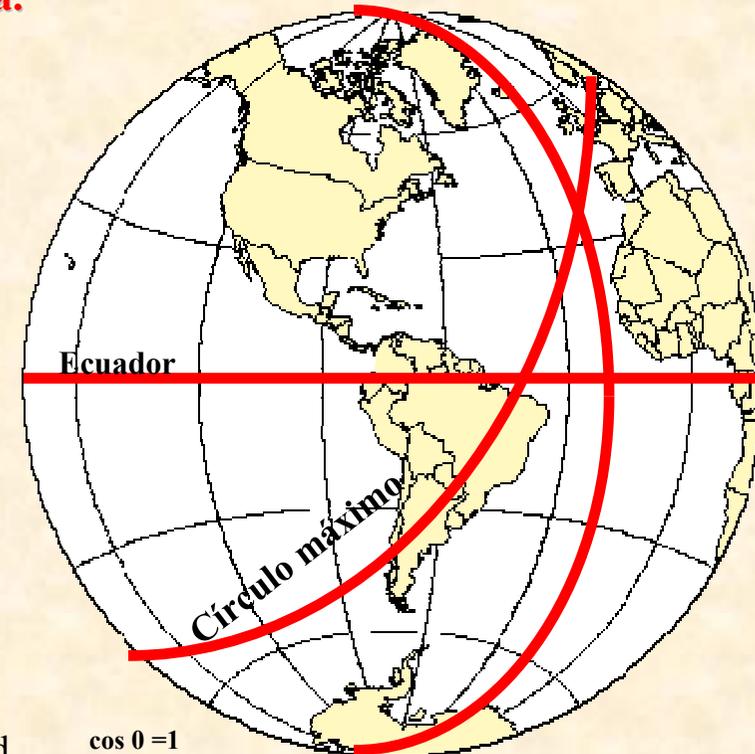
1° de arco equivale a 110,6 Km en el ecuador y 111,7 Km. en los polos (1,1Km en 111Km). Esto solo tiene representación en cartografía de gran escala.

**En forma expeditiva y para latitudes medias se puede considerar que 1° de Lat. equivale a 111 Km; 1' = 1850m y un segundo 30 m.**

**La distancia de 1° de Long se acorta con el aumento de la latitud y se reduce a 0 en los polos.**

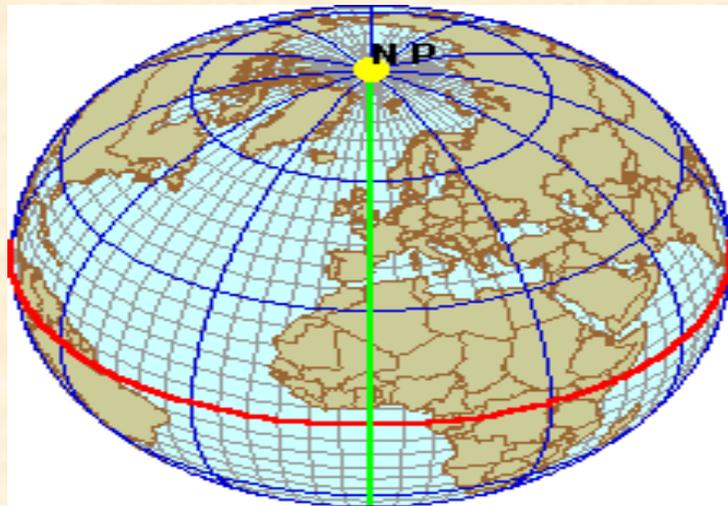
**El arco de un paralelo varía en función de su latitud. La distancia de 1° de Long en el Ecuador x el cos Lat, nos da la distancia de 1° de Long en dicha Lat. Por lo tanto, la distancia de un grado de Long a 60° de Lat N o S, equivale a la mitad de 1° de Long en el Ecuador.**

**Todos los paralelos giran a la misma velocidad angular cualquiera sea su latitud, (360° diarios o 15° x hora). Conociendo con exactitud la hora solar en otro lugar, se puede determinar la diferencia con la hora solar local y convertirla en diferencia de Long con respecto al mismo.**

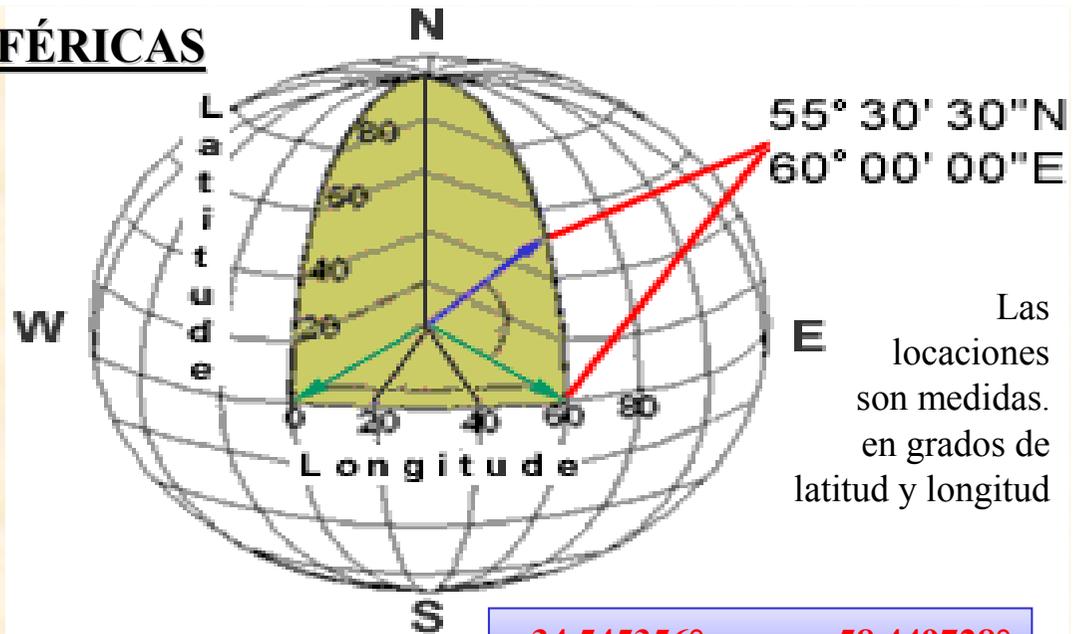


$$\begin{aligned}\cos 0 &= 1 \\ \cos 60^\circ &= 0,5 \\ \cos 90^\circ &= 0\end{aligned}$$

# SISTEMAS DE COORDENADAS ESFÉRICAS



Sistema de coordenadas Geográficas



Las locaciones son medidas en grados de latitud y longitud

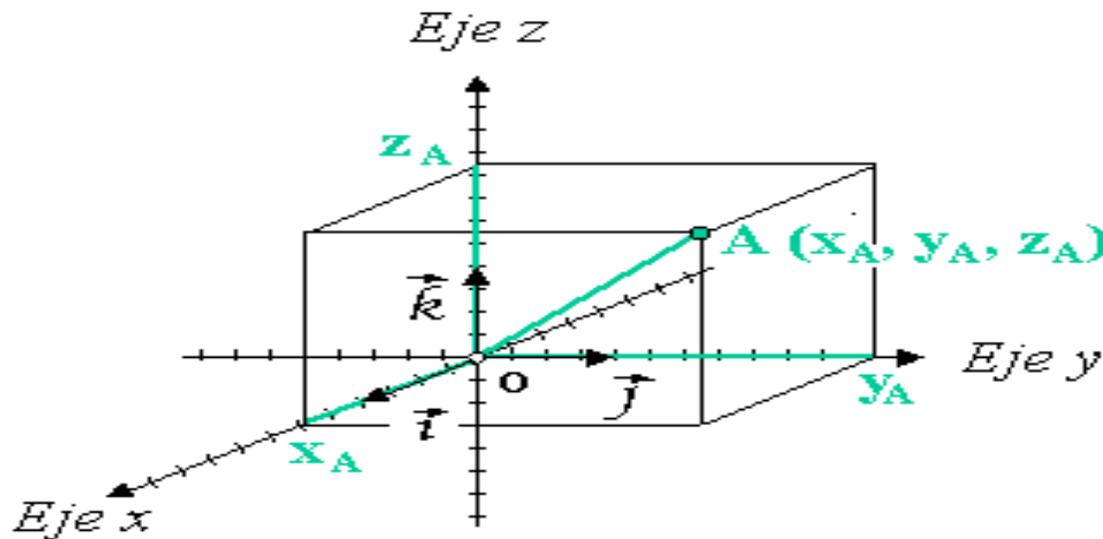
**- 34.545356°      - 58,449728°**

**34° 32.721' S      58° 26.983' O**

**34° 32' 43.71" S      58° 26' 58.83" O**

Sistema de referencia formado por tres rectas perpendiculares entre sí que se cortan en el origen (0, 0, 0).

Cada punto se localiza en el espacio mediante sus coordenadas X, Y, Z, distancias ortogonales a los tres planos principales.



Sistema de Coordenadas Cartesianas Espaciales

# REPRESENTACIÓN PLANA DE UNA SUP ESFÉRICA

Los diferentes TIPOS de PROYECCIONES , creadas desde la antigüedad, permiten realizar esta transformación.

El pasaje de la superficie esférica o elipsóidica al plano para su representación exige la utilización de un sistema proyectivo (proyección cartográfica), especialmente cuando se trata de extensiones considerables de la superficie terrestre.

Como sabemos esta transformación no es posible sin deformación

*Por lo cual, el objetivo de la representación guiará la elección de la proyección más conveniente a emplear*

Los TIPOS de  
PROYECCIONES  
se clasifican según

→ Deformación

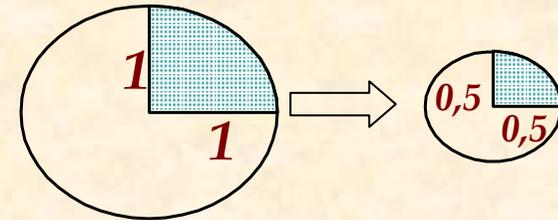
→ Construcción

# CLASIFICACIÓN DE LAS PROYECCIONES SEGÚN SUS DEFORMACIONES

## CONFORME, ISOGÓNICA U ORTOMÓRFICA

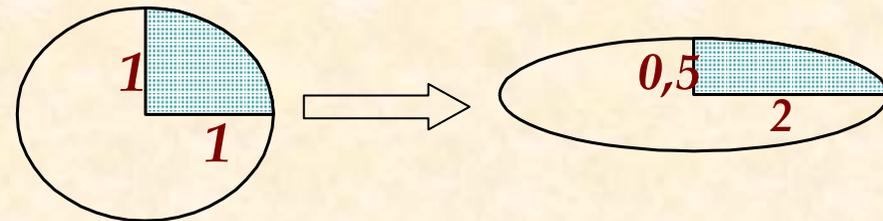
**Conservan las formas, por lo tanto ángulos y direcciones (en zonas no muy extensas). Meridianos y paralelos se cortan en áng. rectos.**

Uso principal: navegación, topográficos en general, meteorología. Proyecciones mas utilizadas: Mercator ; Transversal Mercator; Cónica conforme de Lambert; Estereográfica



## EQUIÁREA, EQUIVALENTE O AUTÁLICA

**La sup. de la zona representada es la misma en la esfera que en el plano (a igual escala), cambia la forma; conservan el área. Paralelos y meridianos no se cortan a 90°. Comparación de sup.**



## AFILÁCTICOS

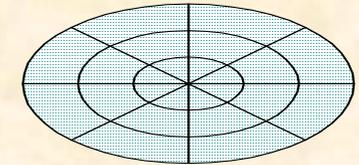
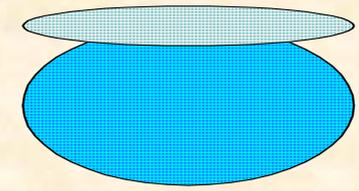
No satisfacen por completo las 2 propiedades anteriores

## EQUIDISTANTES

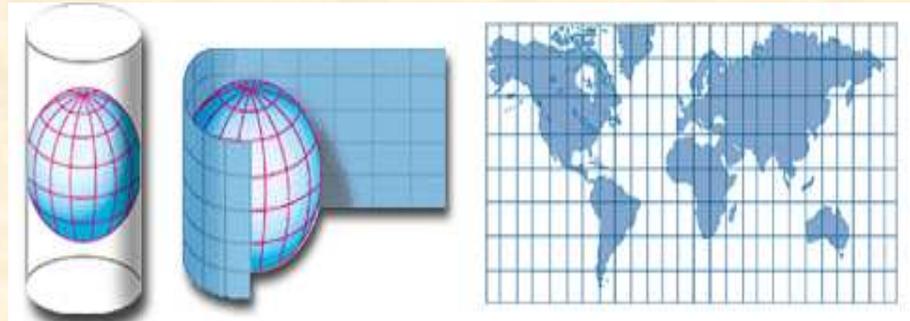
**Mantienen constante la escala sobre determinadas líneas, imposible en toda la proyección. Se busca uniformidad a lo largo de una o + líneas // (líneas estándar, de referencia, de base o automecoicas). O a partir de 1 o 2 puntos y solo ellos.**

# PROYECCIONES SEGÚN SU CONSTRUCCIÓN

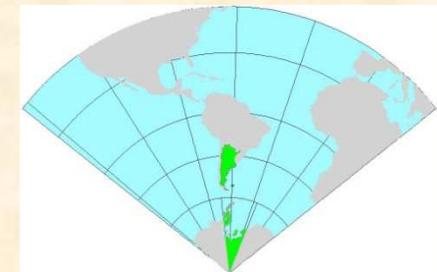
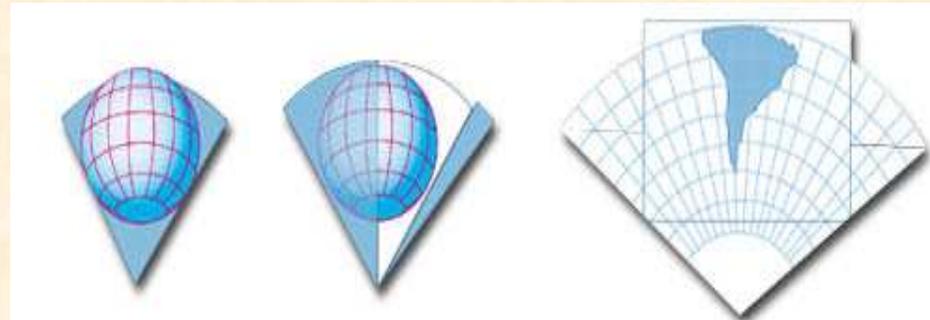
*Acimutales, Cenitales o Perspectivas*



*Cilíndricas*



*Cónicas*



Conforme Cónica de Lambert

*Policónicas*

*La red de meridianos y paralelos, es su principal característica.*

# PROYECCIONES ACIMUTALES CENITALES O PERSPECTIVAS

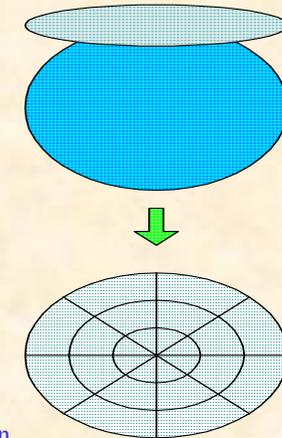
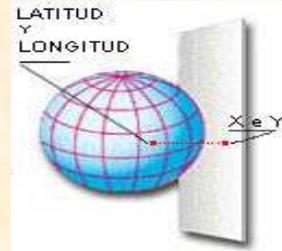
Proyectan la sup. sobre un plano tang o no a la T desde centro de perspectiva o punto de vista

**S/Posición  
del Plano**

**Ecuatorial**

**Oblicua**

**Polar**



Todos los círculos máx representados x líneas rectas. Propiedad de imp p la navegación

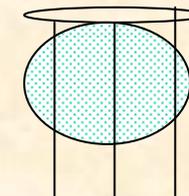
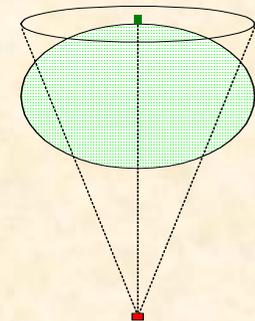
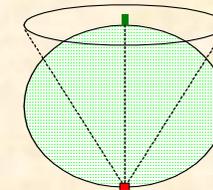
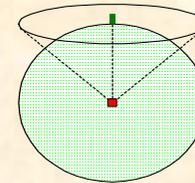
**S/Posición  
Punto vista**

**Gnomónica** (centro esfera)

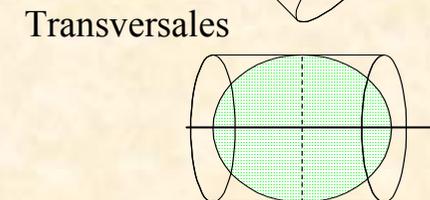
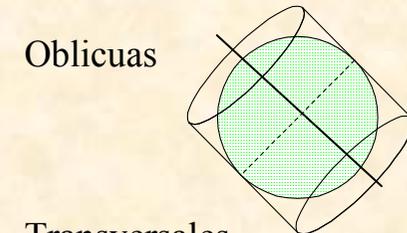
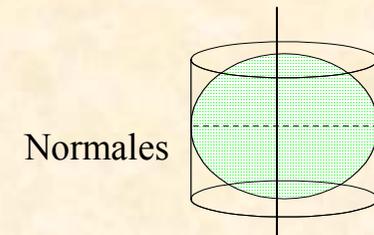
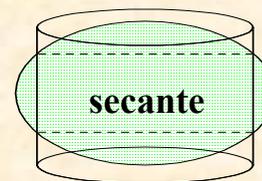
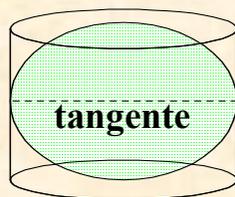
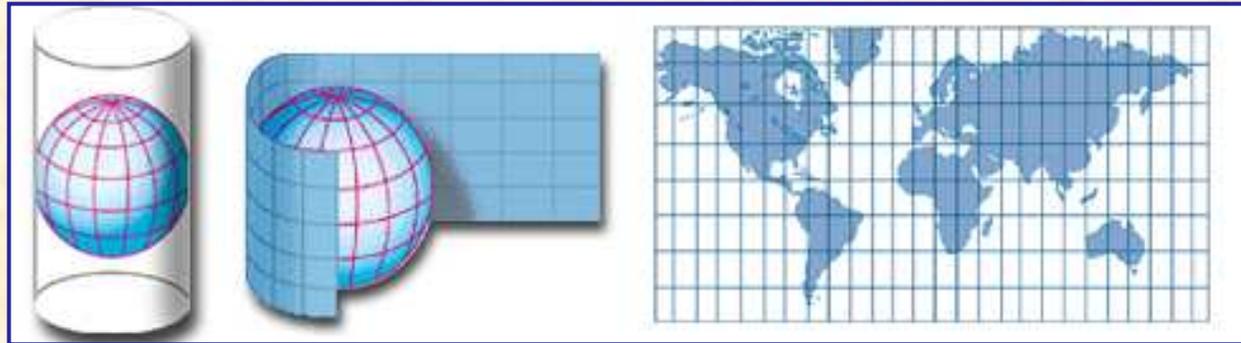
**Estereográfica** (extremo opuesto del plano)

**Escenográfica** (fuera del globo a distancia finita)

**Ortográfica** (en el infinito)



# PROYECCIONES CILÍNDRICAS



En los círculos de tangencia se logra escala verdadera. Por lo que la PC Normal es mas apta para regiones de extensión E-O. La PC Transversa para extensión. N-S

## Mercator Normal

(Conforme)

Resolvió problema de navegación, (1569). Todos los rumbos aparecen como líneas rectas, con gran deformación en latitudes superiores

## Mercator Transvers

a

En zonas limitadas, los ángulos esféricos se conservan en el plano. Las longitudes, se mantienen sobre el merid tang pero sufren variaciones al alejarse. (limita la extensión faja)

### UTM

Cilindro transversal al E y secante. Divide la T en 60 fajas de 6° Long y 164 Lat. Origen intersección Ecuador c/ meridiano central de faja

### Gauss-Krüger

Krüger redujo fajas a 3°(menor deformación E-O) . Cada faja con origen 0 (E) o 0' (Polo S) para evitar signo – en abscisas X. La ordenada Y toma valor arbitrario (x ídem)

# CÓNICAS



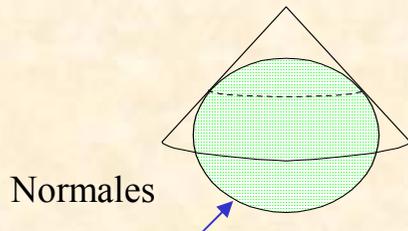
Muy aptas para regiones de latitud media



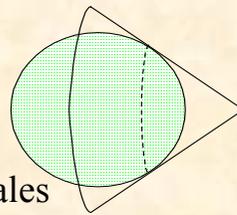
Todas tienen //  
circulares y  
meridianos radiales



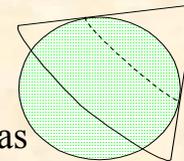
Proy sencilla y de relativa precisión, facilita la división en secciones del mapa. Propiedad ventajosa para atlas x ejem



Normales



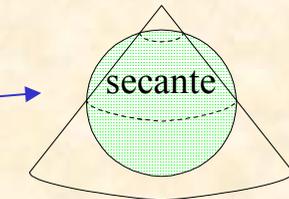
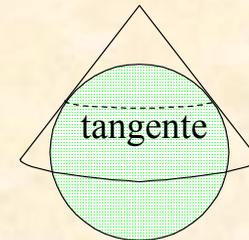
Transversales



Oblicuas

En las Normales se logra escala verdadera sobre los paralelos base y sobre todos los meridianos, los que se cortan en áng. rectos. No es Conforme ni equivalente

Con 2 // base + ajustes, puede lograrse una cónica equivalente o una cónica conforme (Lambert, muy empleada en cartas aeronáuticas)



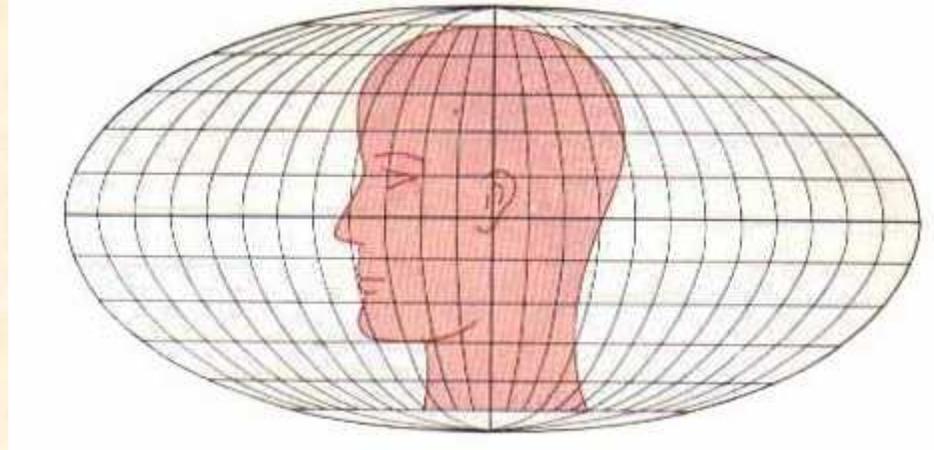
## POLICÓNICAS

Quando sobre distintas zonas de la sup. T se emplean conos tangentes a c/una de ellas Cada zona se proyecta desde el centro de la esfera

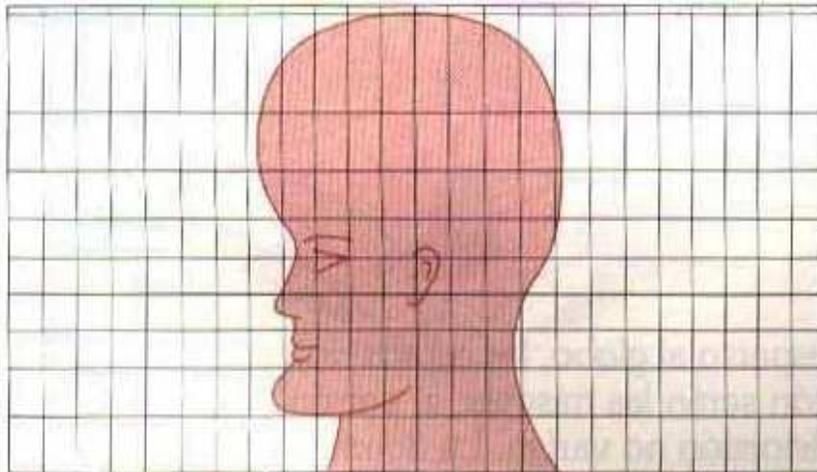
Su meridiano central es una línea recta vertical. Los paralelos (en algunas zonas de verdadera magnitud) no son concéntricos No es una proyección conforme ni equivalente aunque en proximidades del meridiano central posee ambas propiedades

# Distorsión y proyecciones

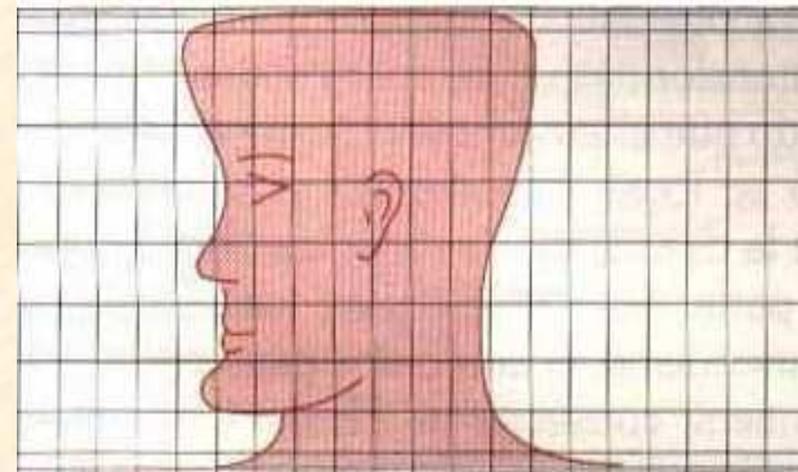
Existen diversas formas (cuantitativas y gráficas) para analizar el grado de deformación y su distribución en las distintas proyecciones. Las gráficas ofrecen una interesante practicidad. Algunos de ellos son:



**Proy Mollweide**  
(Equivalente)



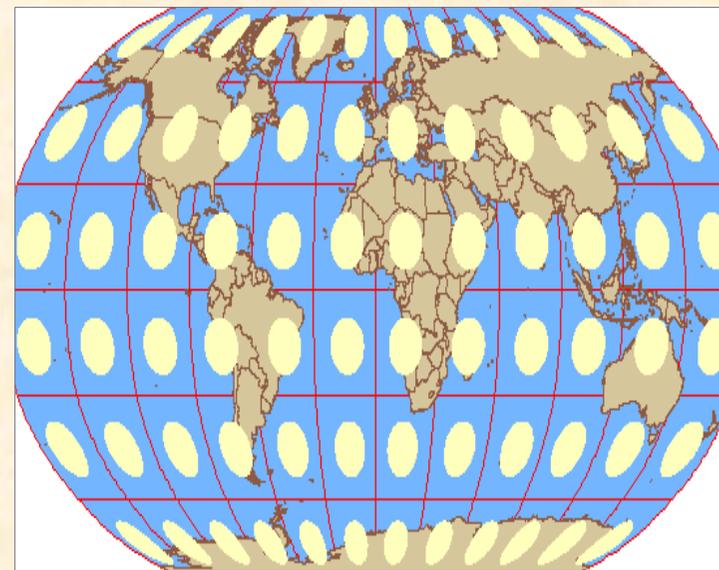
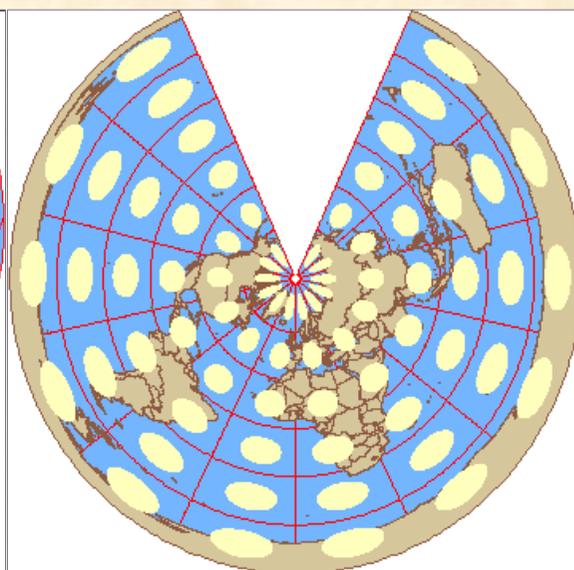
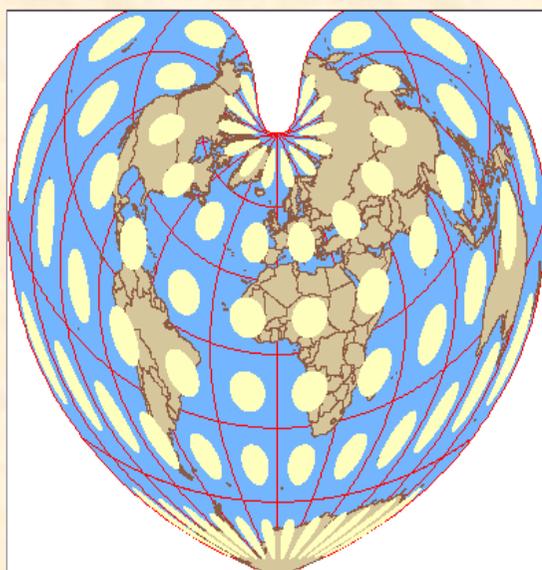
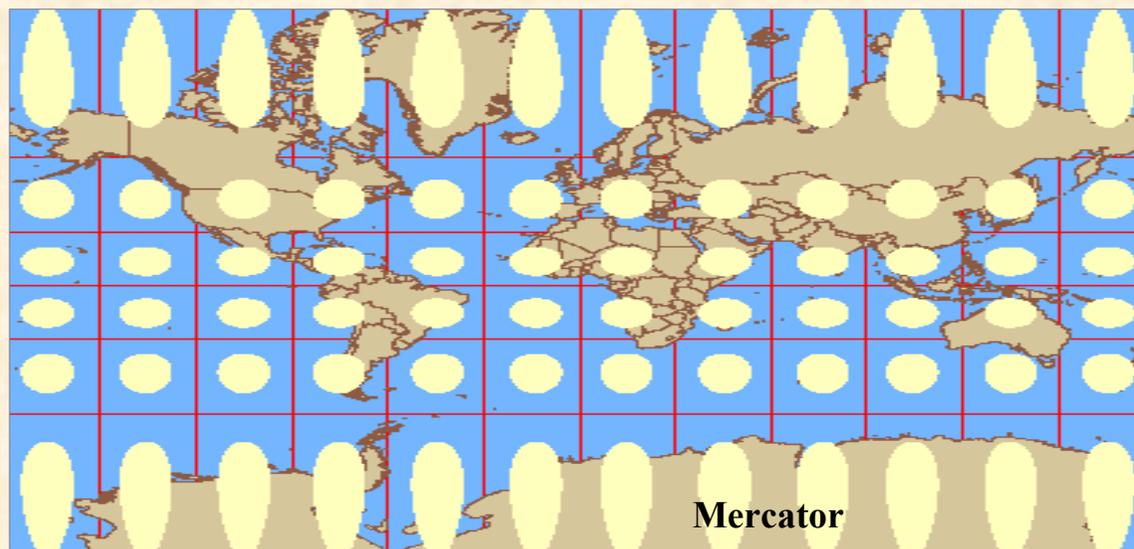
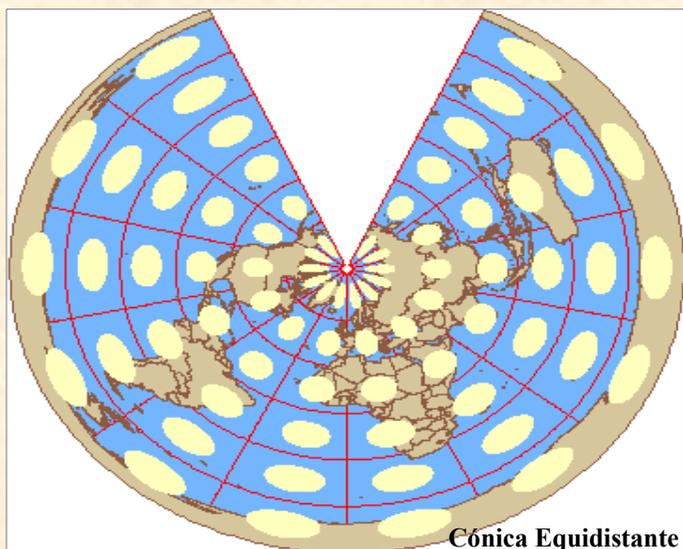
**Mercator** (Cilíndrica conforme)



**Cilíndrica equiárea**

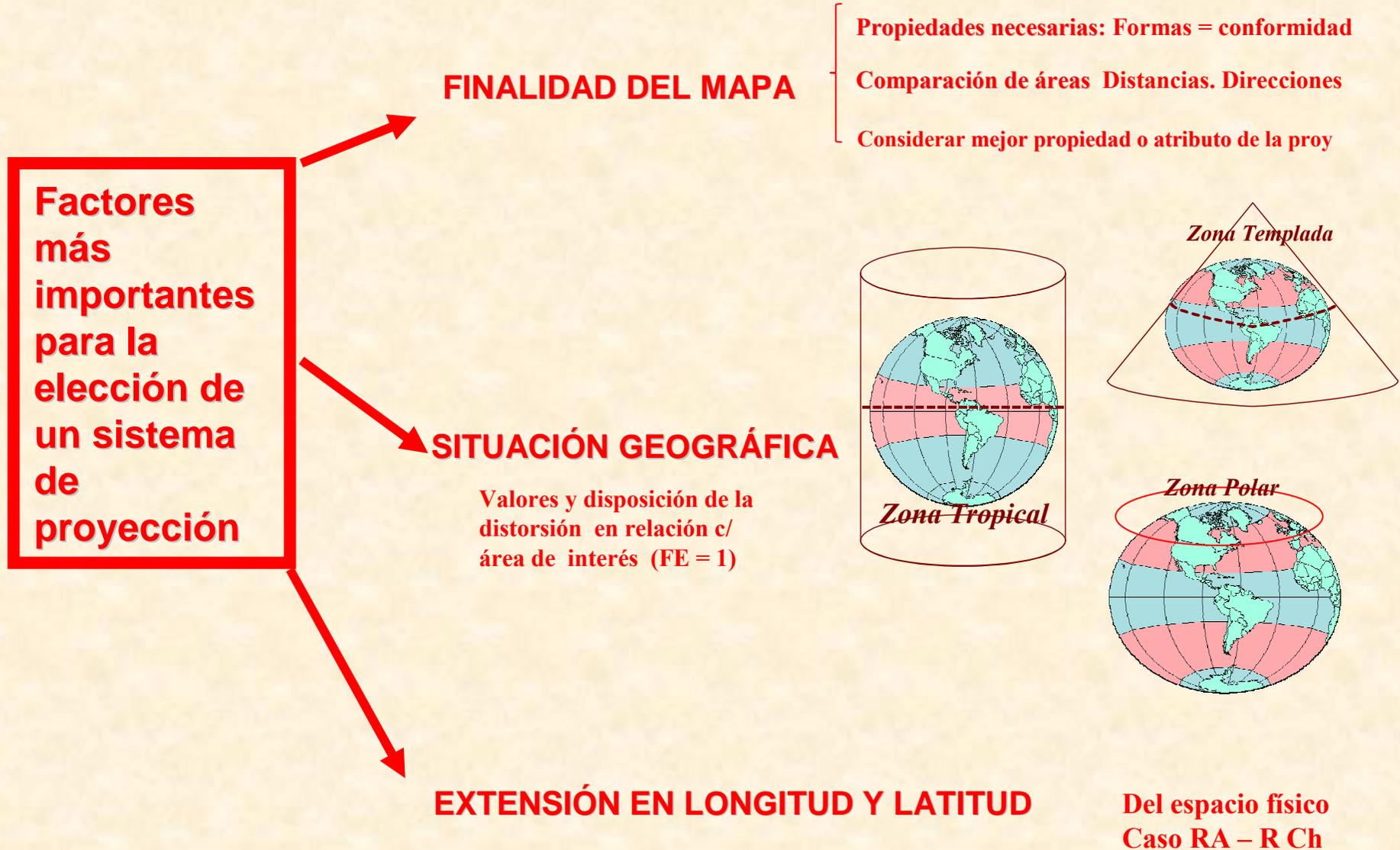
# OTRA FORMA DE VISUALIZAR DEFORMACIONES.

Alteraciones que pueden cuantificarse y visualizarse en magnitud y distribución



# ELECCIÓN DE UN SISTEMA DE PROYECCIÓN

No existen fórmulas específicas. Cada mapa es una mezcla compleja de objetivos y obligaciones;  
Pero existen algunas consideraciones:

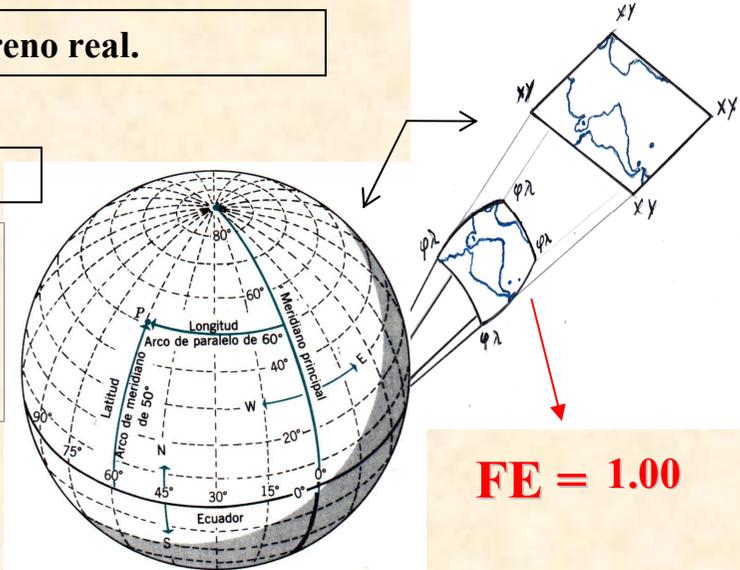


# CONCEPTOS IMPORTANTES DEL ESPACIO PLANO

**Escala** Razón o proporción entre representación espacial y terreno real.

Formas de expresión: Escala Numérica = Fracción o razón representativa

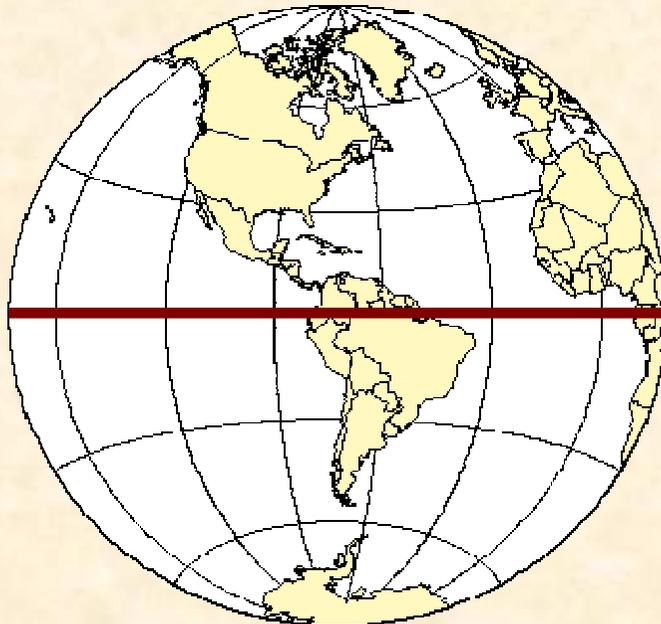
Escala gráfica: Líneas rectas graduadas, subdivididas en unidades de distancia terrestre.



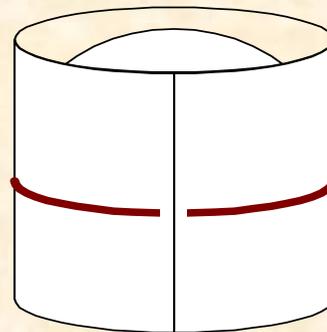
## Factor Escala

$$FE = \frac{\text{Escala Real o Verdadera}}{\text{Escala Nominal}}$$

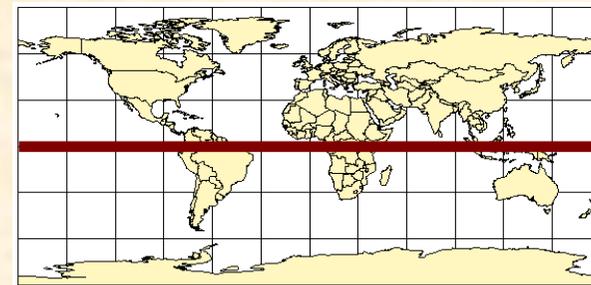
La transformación al plano produce alteraciones x lo que FE = 1 solo en determinados lugares; Y podrá ser > o < que 1 en el resto del mapa, donde la sup esférica se deformará (agrandándose o encogiéndose)



Cilindro envolviendo al globo reducido a la escala nominal



$$FE (\text{Ecuador}) = 1$$

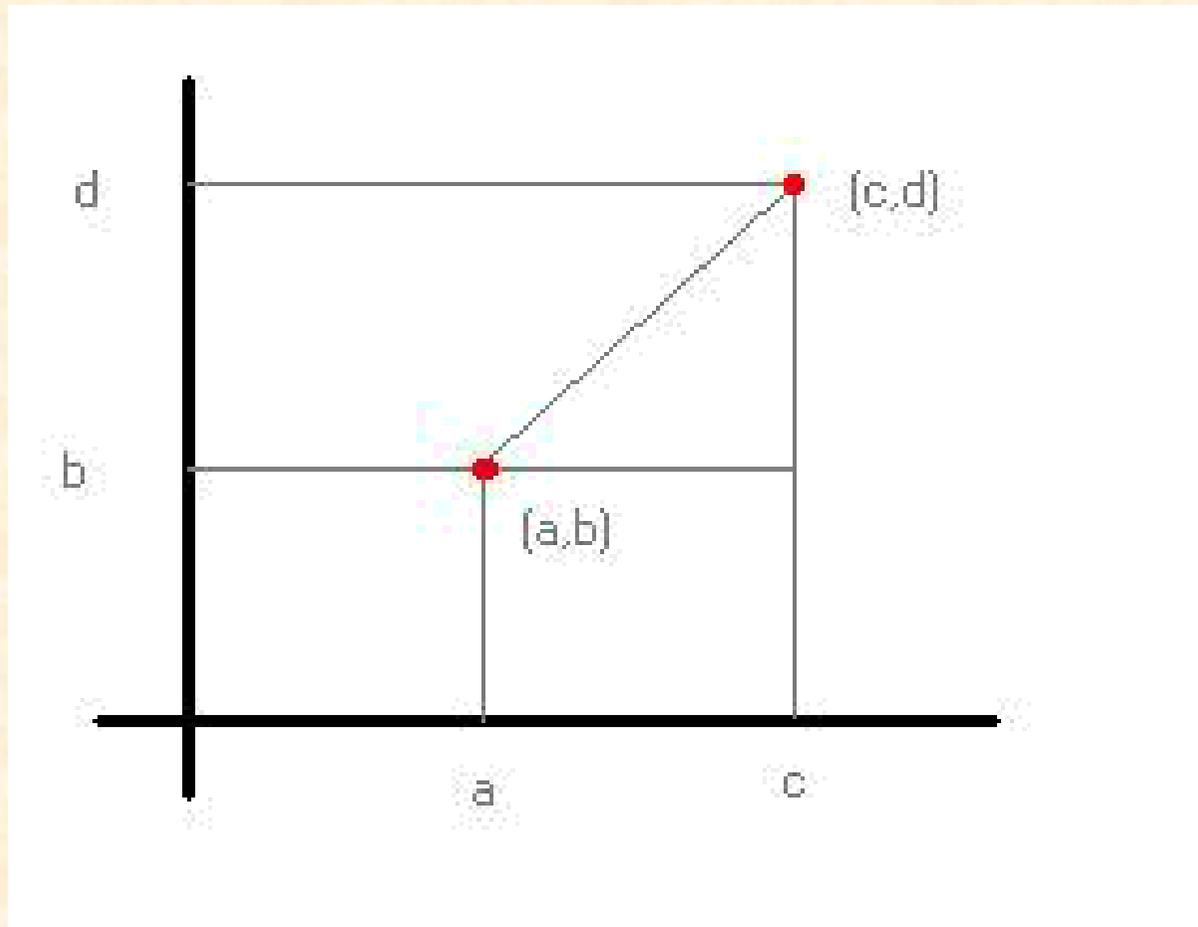


$$FE (\text{Otras partes del mapa}) = 1 ; >1 \text{ o } <1$$

En SUPERFICIES PLANAS, las coordenadas empleadas se denominaron: **coordenadas rectangulares planas o simplemente coordenadas planas** (cartografía China del Siglo III); más tarde también denominadas **cartesianas** en honor a René Descartes (1596-1650), filósofo y matemático francés creador de la geometría analítica.

Para representar la geometría plana, Descartes creó un sistema de referencia conformado por dos rectas perpendiculares que se cortan en el origen de coordenadas.

Cada punto del plano se define mediante dos números:  $(x, y)$ , que son las coordenadas del punto, llamadas *abscisa* y *ordenada*, respectivamente (distancias ortogonales de dicho punto respecto a los ejes cartesianos).

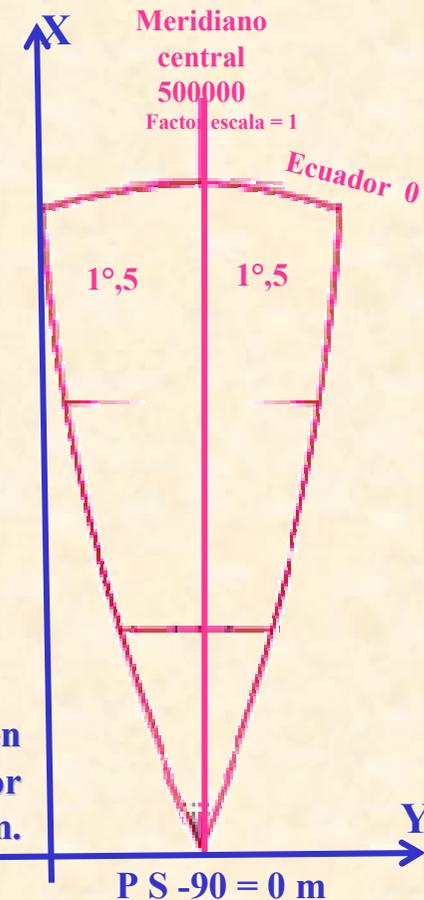
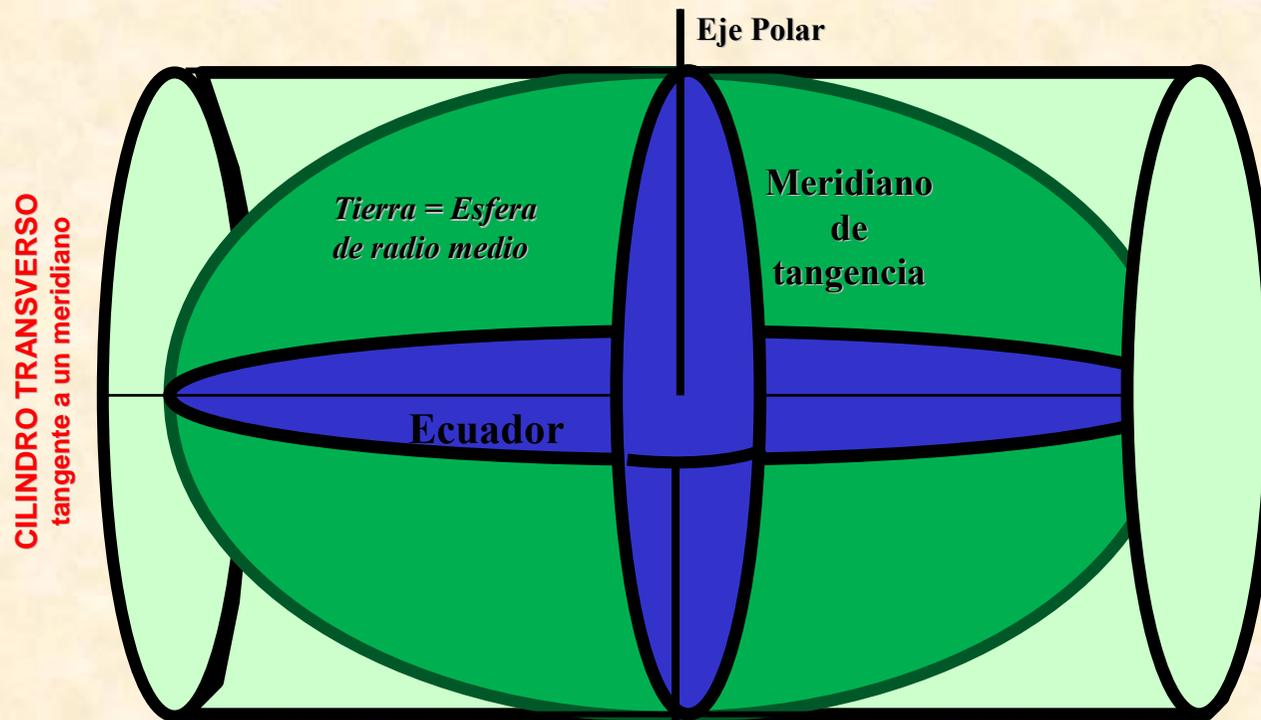


# PROYECCIÓN GAUSS KRÜGER *Mejor se adapta a la configuración espacial RA*

*Todos los puntos próximos a la línea de tangencia ( meridiano central )  
quedarán representados en el plano de forma bastante exacta. (FE = 1)*

*No así a medida que los puntos se alejan del meridiano central*

**Eje X:** Representa el eje vertical x convención. Su origen (cero) se encuentra en el Polo Sur (Latitud 90° Sur). La X indica la cantidad de metros al Polo Sur.



Si decimos que un punto se encuentra en:

$$X = 6.195.000$$

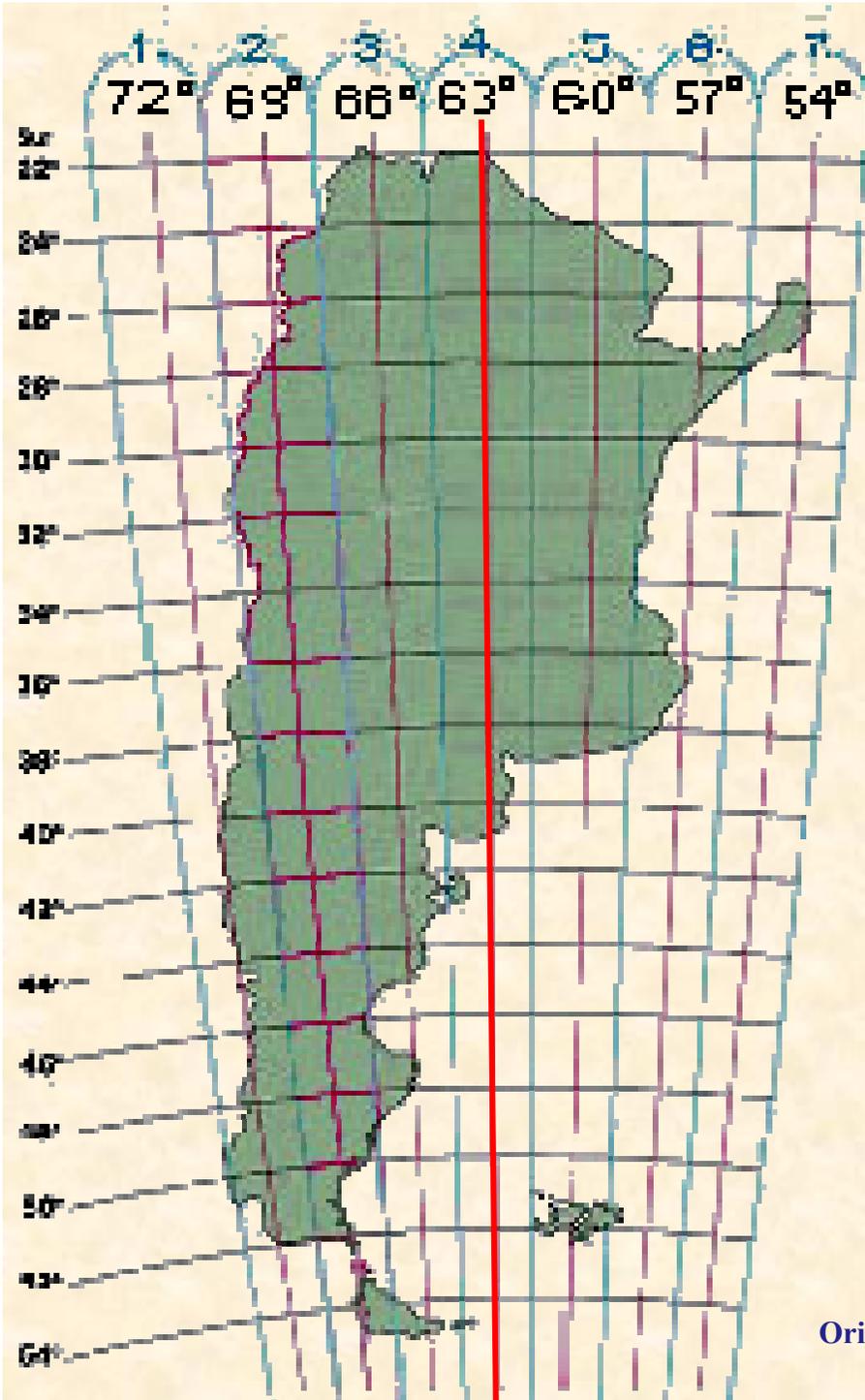
$$Y = 5.599.000$$

**Eje Y:** Eje horizontal , en su origen adopta el valor  $Y = 500.000$  m.

X El punto A se encuentra a 6.195.000 m del Polo Sur

Y El punto A se encuentra en faja 5 a 99.000m al E del MC

# Sis Proy GAUSS - KRÜGER



Para limitar las deformaciones en cada faja se ha dividido el País, en siete fajas meridianas de  $3^\circ$  ( $\lambda$ ) y  $34^\circ$  ( $\phi$ ), numeradas de Este a Oeste, siendo los meridianos centrales:

**$-72^\circ, -69^\circ, -66^\circ, \underline{-63^\circ}, -60^\circ, -57^\circ, -54^\circ$ .**

Para evitar el signo negativo de los valores Y, al O del meridiano central de cada faja, se asigna convencionalmente a cada meridiano central, el valor 500.000 anteponiéndole el número correspondiente a cada faja.

	<u>Meridiano central</u>	<u>Falso este</u>
Faja 1	72°	Y = 1.500.000
Faja 2	69°	Y = 2.500.000
Faja 3	66°	Y = 3.500.000
Faja 4	63°	Y = 4.500.000
Faja 5	60°	Y = 5.500.000
Faja 6	57°	Y = 6.500.000
Faja 7	54°	Y = 7.500.000

Origen Latitud: P Sur (-90 = 0 metros) Origen Long: Merid central faja

# PARÁMETROS QUE INTERVIENEN EN LA CONFIGURACIÓN DE ALGUNOS SW PARA LA DEFINICIÓN DE LA PROYECCION GAUSS-KRUGER

**DATUM => Campo Inchauspe o WGS84**

**PROYECCIÓN => Mercator Transversa**

**ORIGEN DE LATITUD => - 90° 00' 00''**

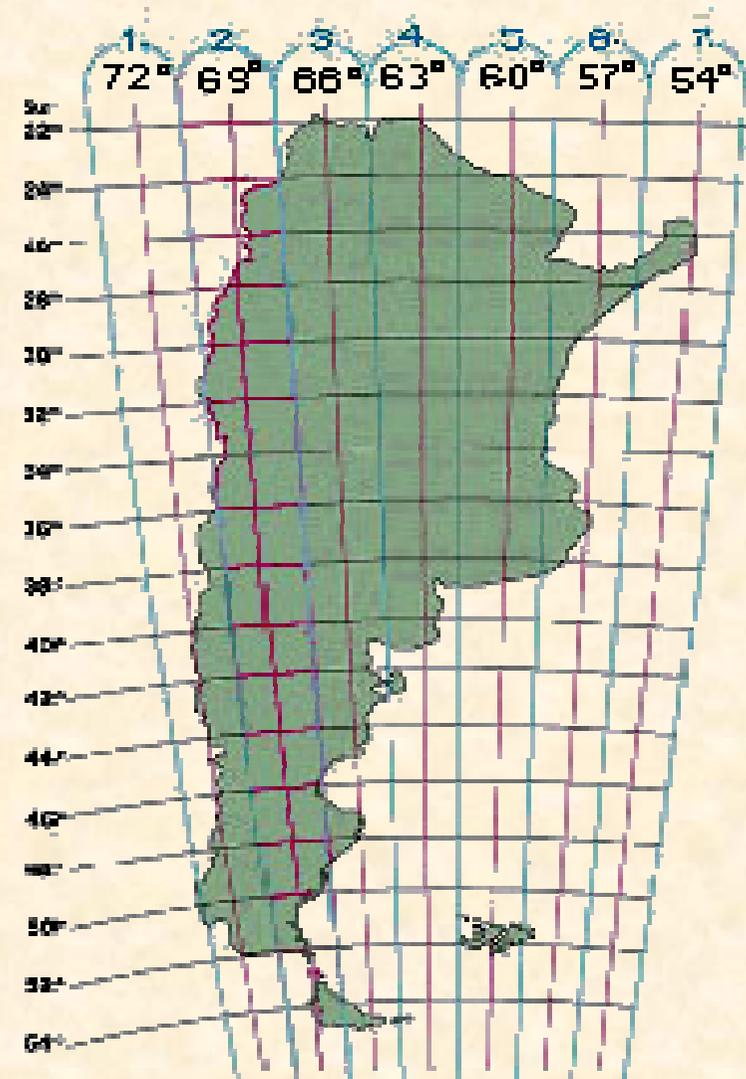
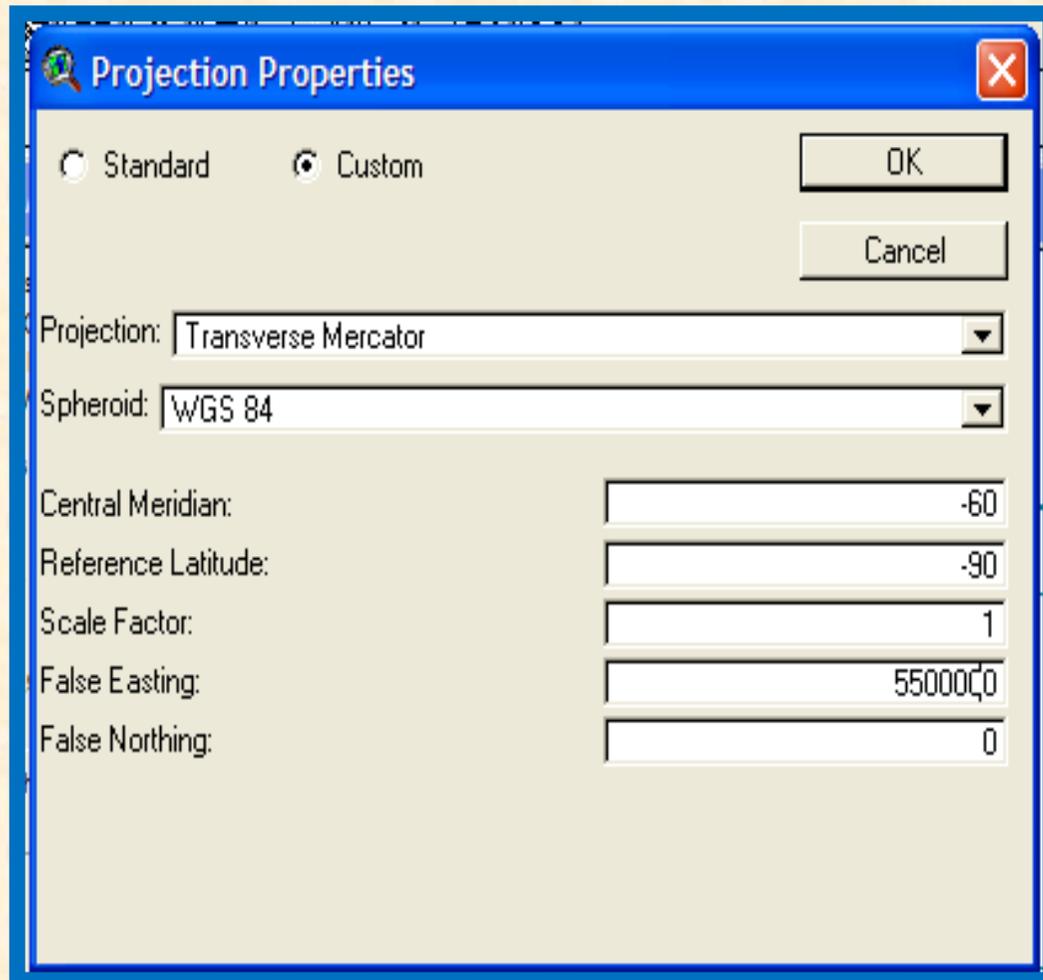
**FALSO NORTE => 0 (cero)**

**FALSO ESTE => N° de faja + 500.000**

**LONGITUD DE ORIGEN => Según faja**

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>72°</b>	<b>69°</b>	<b>66°</b>	<b>63°</b>	<b>60°</b>	<b>57°</b>	<b>54°</b>

# PARÁMETROS DE PROYECCIÓN G K



**Factor de Escala = 1** porque en Gauss Krüger el meridiano central es tangente

# CONCLUSIONES SOBRE GEODESIA BÁSICA, CARTOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

La actual TIG ha instalado este neologismo; en esencia significa la localización de cualquier entidad espacial sobre la superficie terrestre mediante la asignación de coordenadas

La relación entre Georeferenciación y SIG es clave; el sistema se construye a partir de las coordenadas de cada entidad incorporada al SIG (de cualquier tipo, asociadas a un sistema de referencia directo o continuo) todas sus operaciones de gestión y análisis de IG se basan en ellas; y la posibilidad futura de integrar con facilidad, nueva información

## EL USUARIO DE IGD (vector –raster)

La tecnología actual ofrece al usuario de IGD un importante espectro de posibilidades para construir su mapa (personalizado) en función de los objetivos de su trabajo “PARA QUE” y recursos disponibles

Mapa personalizado a partir de cartografía básica digital (en lo posible)

Cartog de líneas => Vector

Cartog de Img satelitarias => Raster (c/buena corrección geométrica)

La estructura de una imagen digital es una matriz bidimensional definida x filas y columnas. Cada elemento se define por su posición en ella y un único valor asociado ND (energía reflejada, altura topográfica, etc.)

Pero tal estructura solo tiene coordenadas imagen; es necesario orientarla y escalarla c/r al terreno real. Es decir establecer una relación e/coordenadas imagen y coordenadas de puntos homólogos (aprox 30, bien distribuidos). Los procedimientos mas comunes utilizan la carta topográfica o posicionamiento satelitario.

# OTROS ASPECTOS A TENER EN CUENTA

En nuestro país, las coordenadas geodésicas o elipsóidicas (latitud y longitud) pueden estar referidas al Datum Campo Inchauspe o al Datum WGS84. Por ello, las coordenadas planas (X Y) Gauss Krüger derivadas podrán ser: GK Cpo Inch o GK WGS84

Para la transformación de coordenadas geodésicas en planas existen programas de fácil empleo en Internet. (IGM u otros)

La mezcla de coordenadas ligadas a distintos sistemas de referencia en nuestros procesos de observación o medición, pueden generar diferencias de cientos de metros.

**Cartografía Regular => Imprecisión de c/punto**

**Planimétrica 0,2 mm x D**

**Altimétrica 1/3 equidistancia**

Coordenadas planas o esféricas, con que conviene trabajar?: Es muy importante considerar en primer lugar que características tiene la información inicial a emplear para evitar las transformaciones correspondientes. Si puedo elegir sin afectar el trabajo, teniendo en cuenta que toda proyección genera deformaciones en algún sentido, es indudable que conviene trabajar la IGD en coordenadas esféricas

# USO DE LA COTA ALTIMÉTRICA DEL GPS

El Sistema de Posicionamiento Global GPS proporciona altitudes elipsóidicas por lo que es necesario conocer la diferencia Geoide-Elipsoide para transformar las anteriores altitudes en altitudes sobre geoide (cotas ortométricas) o altitudes sobre el nivel medio del mar local.

La expresión que las relaciona es:  $H = h - N$

H la altitud sobre el geoide (medida sobre la dirección de la vertical o normal al geoide), h es la altura elipsóidica (normal al elipsoide) y N es la altura del geoide u ondulación del geoide, medida, al igual que h, sobre la normal al elipsoide; conocida N en todo punto, tenemos definido el geoide.

**Modelo de geopotencial EGM96 (*Earth Gravity Model 1996*)**, desarrollado mediante la colaboración de distintos centros de investigación, fundamentalmente al Laboratory for Terrestrial Physics -NASA Goddard Space Flight Center y la National Imagery and Mapping Agency (antes Defense Mapping Agency), aunque también han colaborado la Hughes - STX Corporation, Ohio State University y The University of Texas at Austin.

**Nos permite determinar N para cada punto de la sup terrestre con mucha facilidad** [NGA EGM96 GEOID CALCULATOR \(Internet\)](#)

	Latitude	Longitude
<b>Degrees:</b>	-34	-61
<b>Minutes:</b>	0.	0.
<b>Seconds:</b>	0.0	0.0

**Geoid Height: 17.26 Meters**