



**UNIVERSIDAD DE SONORA
DPTO. GEOLOGIA**

MATERIA: CARTOGRAFIA

MAESTRO: MC JOSÉ ALFREDO OCHOA G.

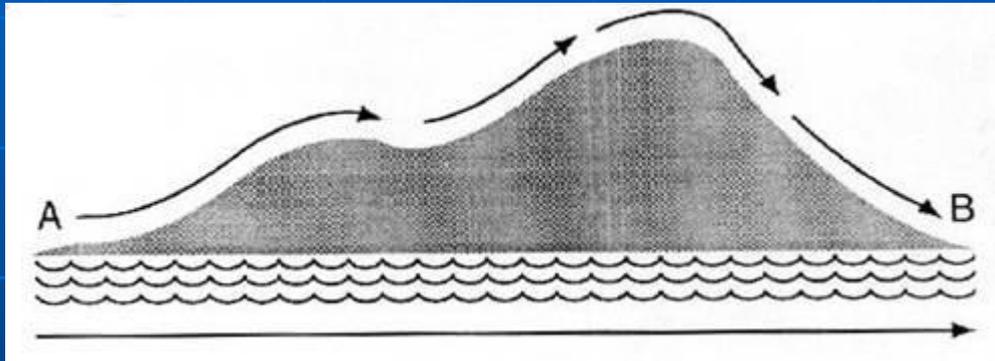
**TEMA: CONCEPTOS GENERALES DE GEORREFERENCIACIÓN Y
CARTOGRAFÍA**



CONCEPTOS GENERALES DE GEORREFERENCIACION Y CARTOGRAFIA

GEODESIA: La Geodesia es aquel campo de estudio que está vinculado con la medición del **tamaño**, la **forma** de la tierra y las **posiciones** sobre ésta.

Trabajar con una superficie irregular genera dificultades matemáticas para poder ubicar las posiciones en la tierra sobre un mapa



EL **GEOIDE:** es una forma ideal y teórica que tiene la tierra. Corresponde a una superficie de gravedad equipotencial (igual valor de la **fuerza de gravedad** en cada punto, superficie de nivel que coincide con la superficie del agua en reposo de los océanos idealmente extendida).

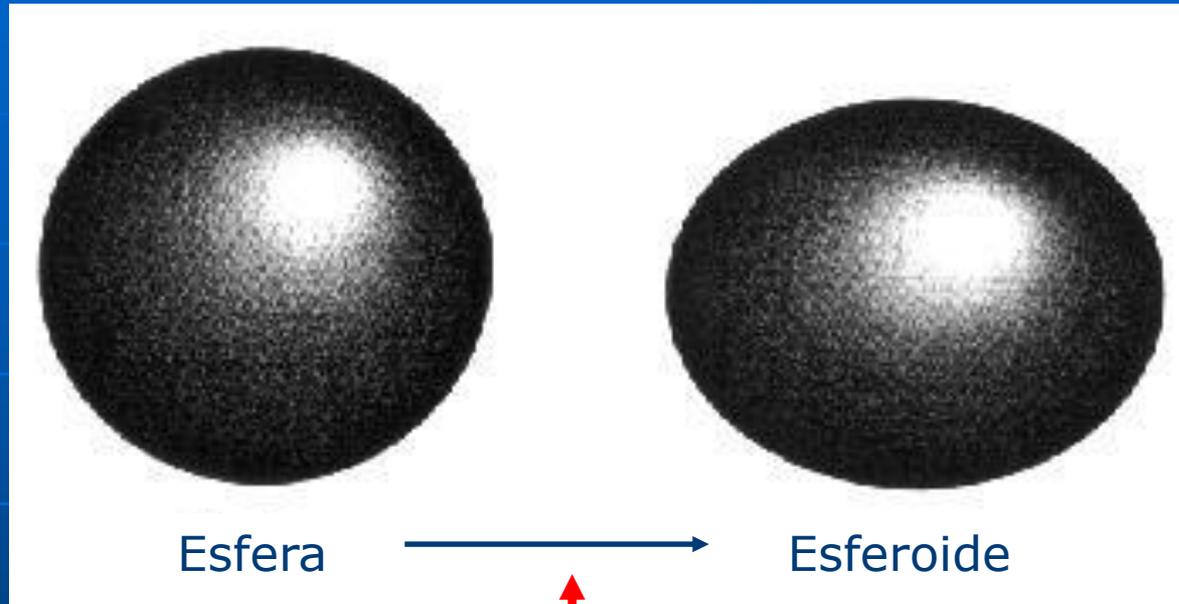
DESVENTAJA DEL GEOIDE: sigue siendo una superficie irregular

GEORREFERENCIACION

- SE REFIERE A LA MANERA EN LA CUAL LAS POSICIONES EN UN MAPA SE RELACIONAN CON LAS POSICIONES EN LA SUPERFICIE TERRESTRE.



Se busca trabajar con un cuerpo geométrico que se parezca a la Tierra pero que sea regular



ROTACION
DE LA
TIERRA

Se requiere una **superficie de referencia más simple** que el Geoide



El elipsoide se define de dos maneras:

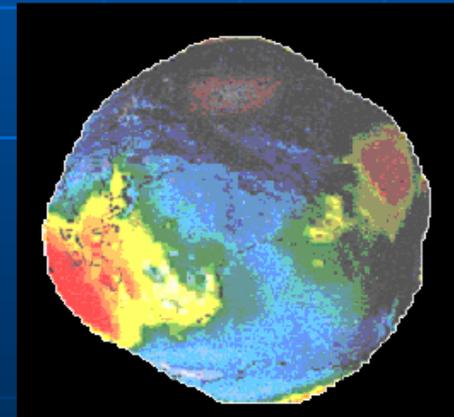
- Por la longitud de los radios mayor (ecuatorial) y menor (polar)
- Por la longitud del radio mayor y el nivel de achatamiento (relación entre el radio ecuatorial y radio polar).

a = semieje o radio mayor

b = semieje o radio menor

APLASTAMIENTO

$$f = (a-b)/a$$



Fuente Fig. Arq. Mercedes Frassia

Fuente Fig. Arq. Mercedes Frassia

Los países han adoptado diferentes **ELIPSOIDES DE REFERENCIA** que se ajustan a las características de cada lugar

COSTA RICA y EUA

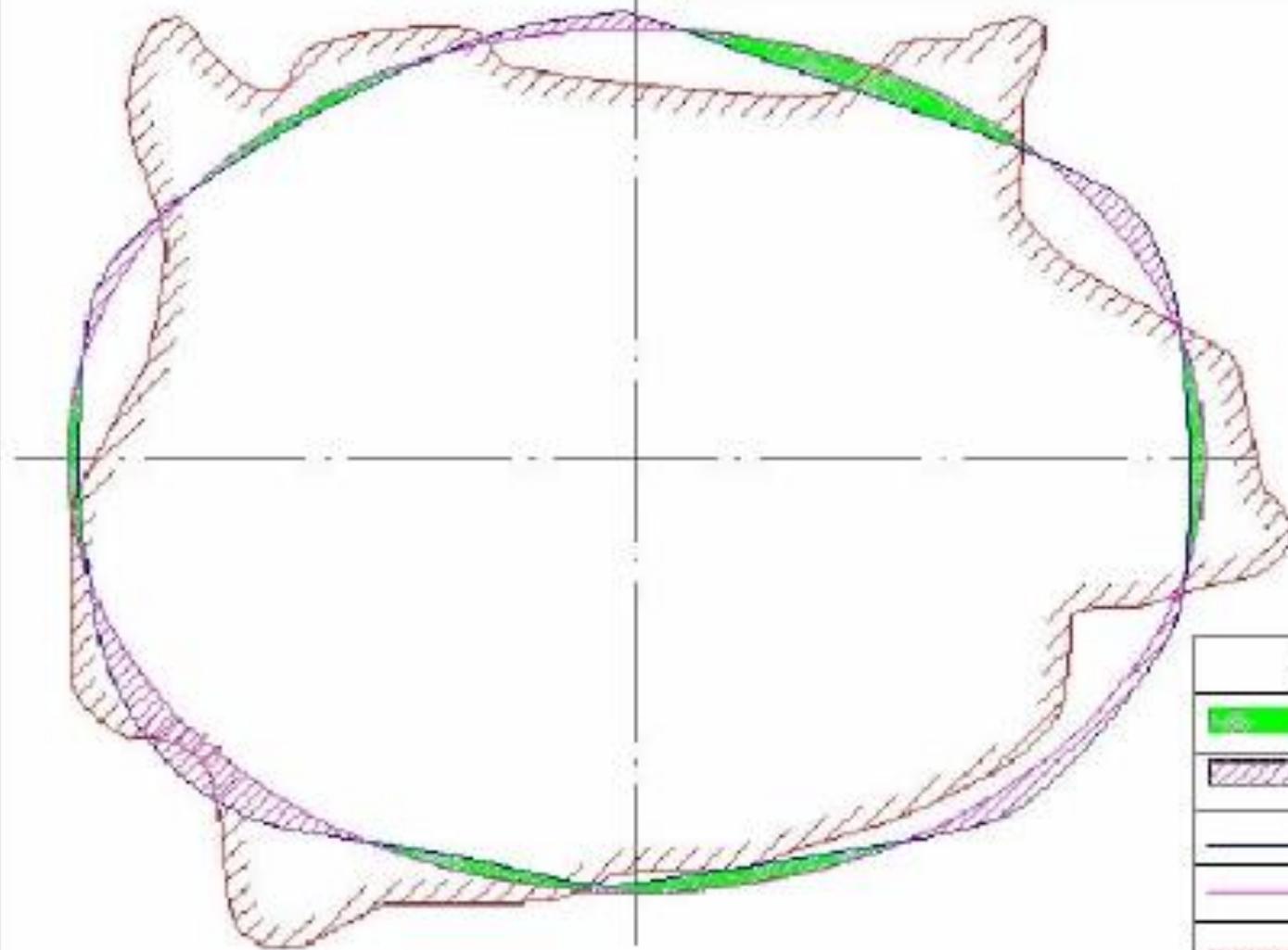


ARGENTINA utilizó el elipsoide: **INTERNACIONAL 1909** o **1924** hasta el desarrollo del sistema **POSGAR 94**. A partir del desarrollo de este sistema, utiliza el **WGS 84**. Sin embargo la cartografía del IGM aún vigente, toma como elipsoide de referencia el **INTERNACIONAL 1909**.



Name	Date	Semi-major Axis (a)	Semi-minor Axis (b)	Use
Airy	1830	6377563.396	6356256.91	Great Britain
Australian National		6378160	6356774.719	
Bessel	1841	6377397.155	6356078.96284	Most parts of Central Europe, Chile and Indonesia
Clarke	1866	6378206.4	6356583.8	North American Continent and Philippines
Clarke	1880	6378249.145	6356514.86955	France, and most of Africa
Everest	1830	6377276.3452	6356075.4133	India, Burma, Ceylon, Malaysia (part)
Fischer	1960	6378166	6356784.28	
Fischer	1968	6378150	6356768.33	
GRS80	1960	6378137	6356752.31414	North America
Helmert	1907	6378200	6356818.17	Egypt
Hough		6378270	6356794.343476	
International	1909	6378388	6356911.94613	
Krasovsky	1940	6378245	6356863.0188	USSR and some East European countries
Modified Airy		6377341.89	6356036.143	
Modified Everest		6377304.063	6356103.039	
Modified Fischer	1960	6378155	6356773.32	
Modified Mercury	1968	6378150	6356768.337303	
Mercury	1960	6378166	6356784.283666	
New International	1967	6378157.5	6356772.2	
South American	1969	6378160	6356774.72	
Southeast Asia		6378155	6356773.3205	
Sphere		6370997	6370997	
Walbeck		6376896	6355834.8467	
WGS66		6378145	6356759.769356	
WGS72		6378135	6356750.519915	World wide
WGS84	1984	6378137	6356752.31	World wide

Areas Segun su Posicion



Leyenda

	Area sobre el Geoide
	Area sobre el Elipsoide
	Geoide
	Elipsoide
	Superficie Terrestre

CONCEPTO DE DATUM

- Cada país trata de que la superficie de su **elipsoide** coincida con el **geoide**
- El ajuste se hace determinando el llamado **punto fundamental** donde se hace coincidir el geoide con el elipsoide elegido llamado **elipsoide de referencia**.
- Al conjunto de parámetros que definen ese punto fundamental se lo llama **Datum**

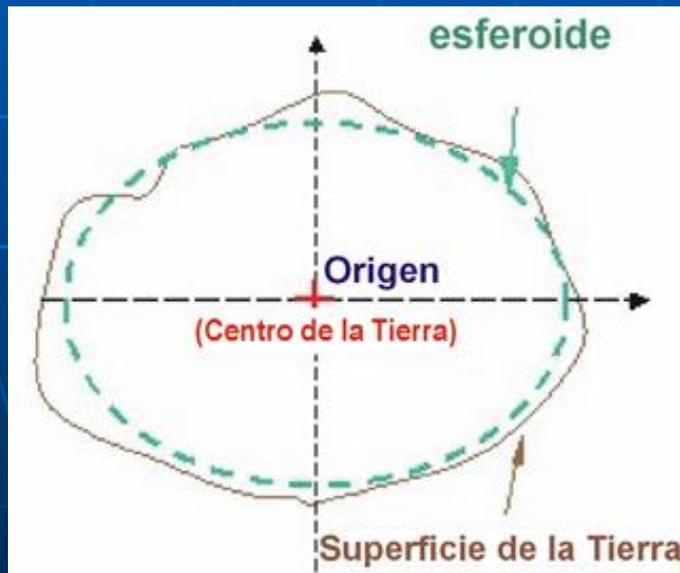
CONCEPTO DE DATUM (cont.)

- Un **Datum** define entre otras cosas, la posición de origen y la orientación de las líneas de latitud y longitud del sistema de coordenadas.
- Todos los **Datum** están basados sobre un elipsoide, los cuales se aproximan a la forma de la tierra.

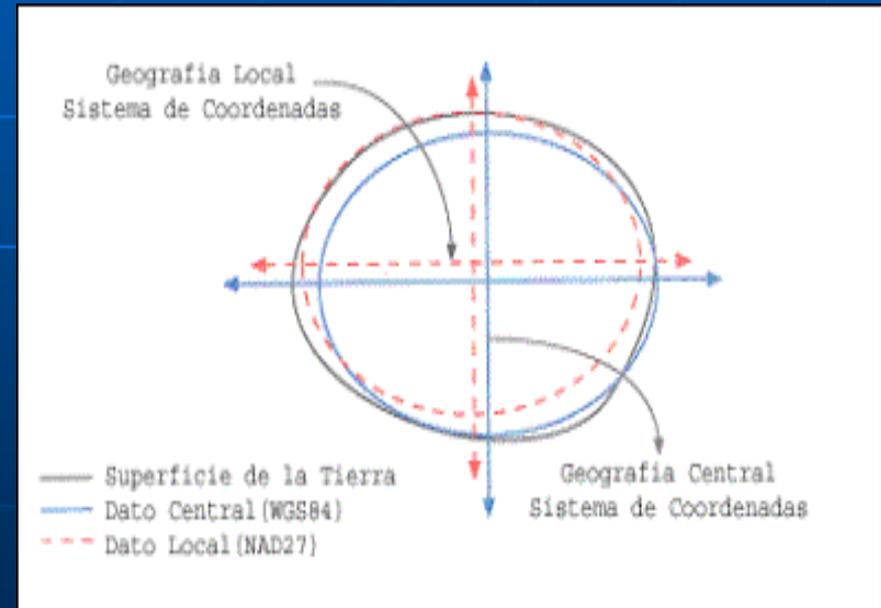
TIPOS DE DATUM:

GEOCENTRICO: USA EL CENTRO DE MASA DE LA TIERRA COMO ORIGEN (**WGS 84, NAD83**).

LOCALES: ALINEA SU ELIPSOIDE LO MAS PROXIMO A LA SUPERFICIE DE LA TIERRA Y EN UN AREA EN PARTICULAR (**CAMPO INCHAUSPE, NAD27**)



DATUM GEOCENTRICO



DATUM LOCAL

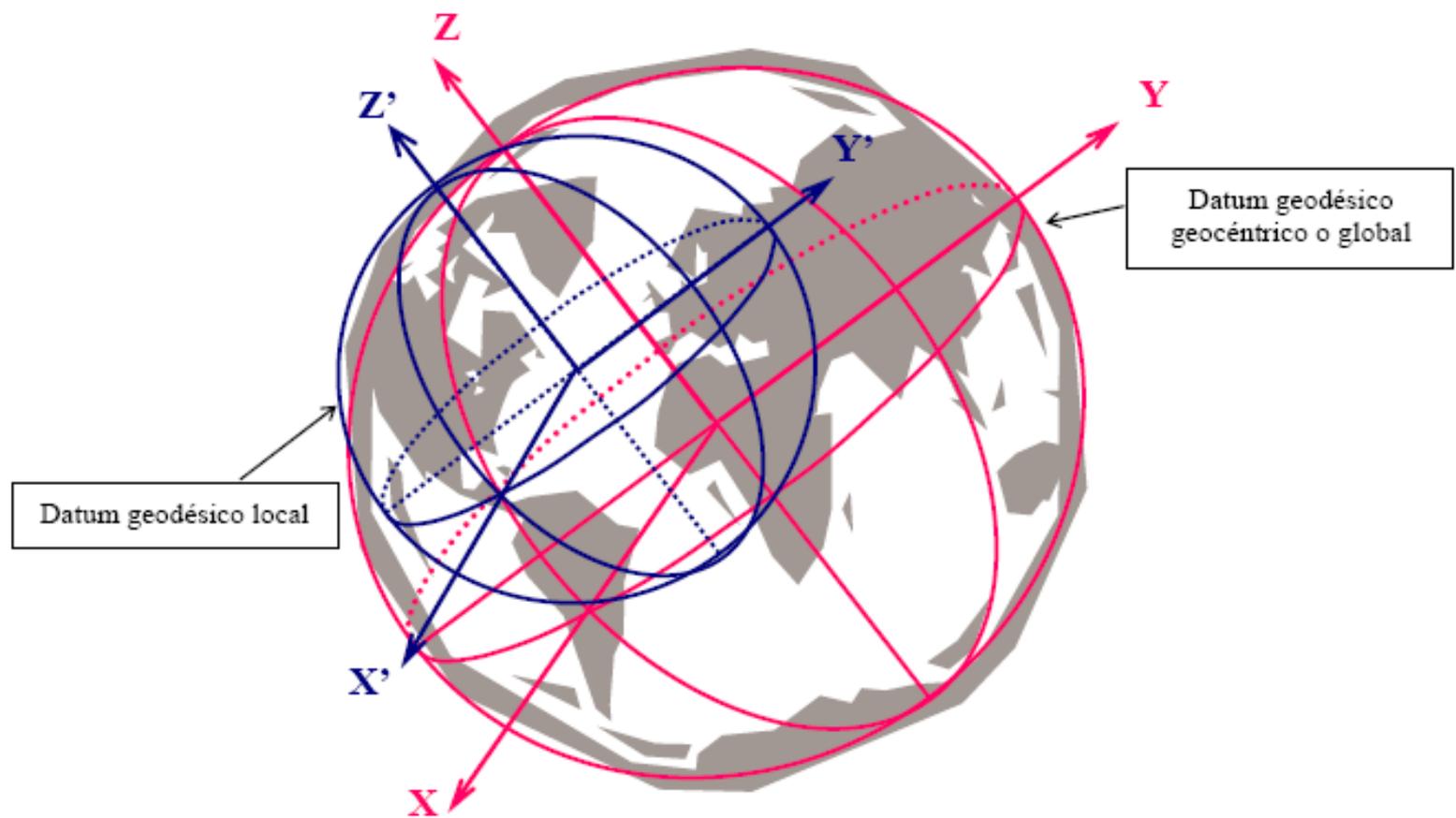


Figura 4. Datum geodésicos

DATUM HORIZONTAL:

- Superficie elipsoidal usada como base para referenciar coordenadas de localización X, Y. Determina localidades cerca de la superficie terrestre.
- Los datos se ajustan matemáticamente para encontrar el mejor elipsoide local, además de otros parámetros.

DATUM VERTICAL:

- Esta en desuso, con una excepción, el Nivel Medio del Mar (n.m.m.).
- Superficie usada como base para referenciar localizaciones de coordenadas Z (actualmente se utiliza el geoide o la superficie del agua en reposo de los océanos idealmente extendida).

RESUMEN

- Un **elipsoide de referencia** y
- un **punto** llamado "**fundamental**" en el que el elipsoide y la tierra son tangentes.
- Al conjunto de parámetros que definen ese **punto fundamental** se lo llama **Datum**.

SISTEMAS DE REFERENCIA MÁS USADOS

WGS84 es un sistema global geocéntrico, definido por los parámetros:
Origen: Centro de masa de la Tierra.

Sistemas de ejes coordenados:

Eje Z: dirección del polo de referencia del IERS _ The International Earth Rotation Service.

Eje X: intersección del meridiano origen definido en 1984 por el BIH y el plano del Ecuador (incertidumbre de 0.005").

Eje Y: eje perpendicular a los dos anteriores y coincidentes en el origen.

Elipsoide WGS84 elipsoide de revolución definido por los parámetros:

Semieje mayor (a) = 6 378 137 m.

Semieje menor (b) = 6 356 752 m.

Constante de Gravitación Terrestre:

$GM = (3986004.418 \pm 0.008) \times 10^8 \text{ m}^3 / \text{s}^2$.

Velocidad angular: $W = 7292115 \cdot 10^{-11} \text{ rad/s}$.

Coficiente de forma dinámica: $J_2 = -484,166 \ 85 \times 10^{-6}$.

ETRS-89 European Terrestrial Reference System

Sistema de referencia geodésico europeo. Fue propuesto por la IAG Subcommission for the European Reference Frame (EUREF). El elipsoide es el mismo que para el datum WGS84. El marco de referencia es el llamado ETRF (European Terrestrial Reference Frame).

En España, el proyecto que construye esta red se denomina REGENTE (Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales) y se finalizó en el año 2001 con la asignación de coordenadas a unos 1200 vértices de la red ED50. REGENTE tuvo como finalidad cubrir todo el territorio español con una red geodésica tridimensional de alta precisión.

La observación, iniciada en 1994 en la zona peninsular y en las Islas Canarias, se efectuó con 9 receptores GPS (doble frecuencia, 6^o observable) en dos estacionamientos de tres horas cada uno por estación y registros cada 15 segundos.

El cálculo se lleva a cabo apoyado en la red IBERIA95, asegurando de esta forma la homogeneidad de REGENTE con ETRF89.

CAMBIO DE SISTEMA DE REFERENCIA

$$\begin{bmatrix} X_c \\ y_c \\ Z_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_o \\ Y_o \\ Z_o \end{bmatrix} + K \cdot R(\theta \quad \varphi \quad \omega) \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

traslación: $(\Delta X, \Delta Y, \Delta Z)$

parámetros de rotación: $(\theta, \varphi, \omega)$

y un factor de escala: K

<http://www.cnig.es/>

SISTEMAS DE COORDENADAS

■ Sistemas Angulares:

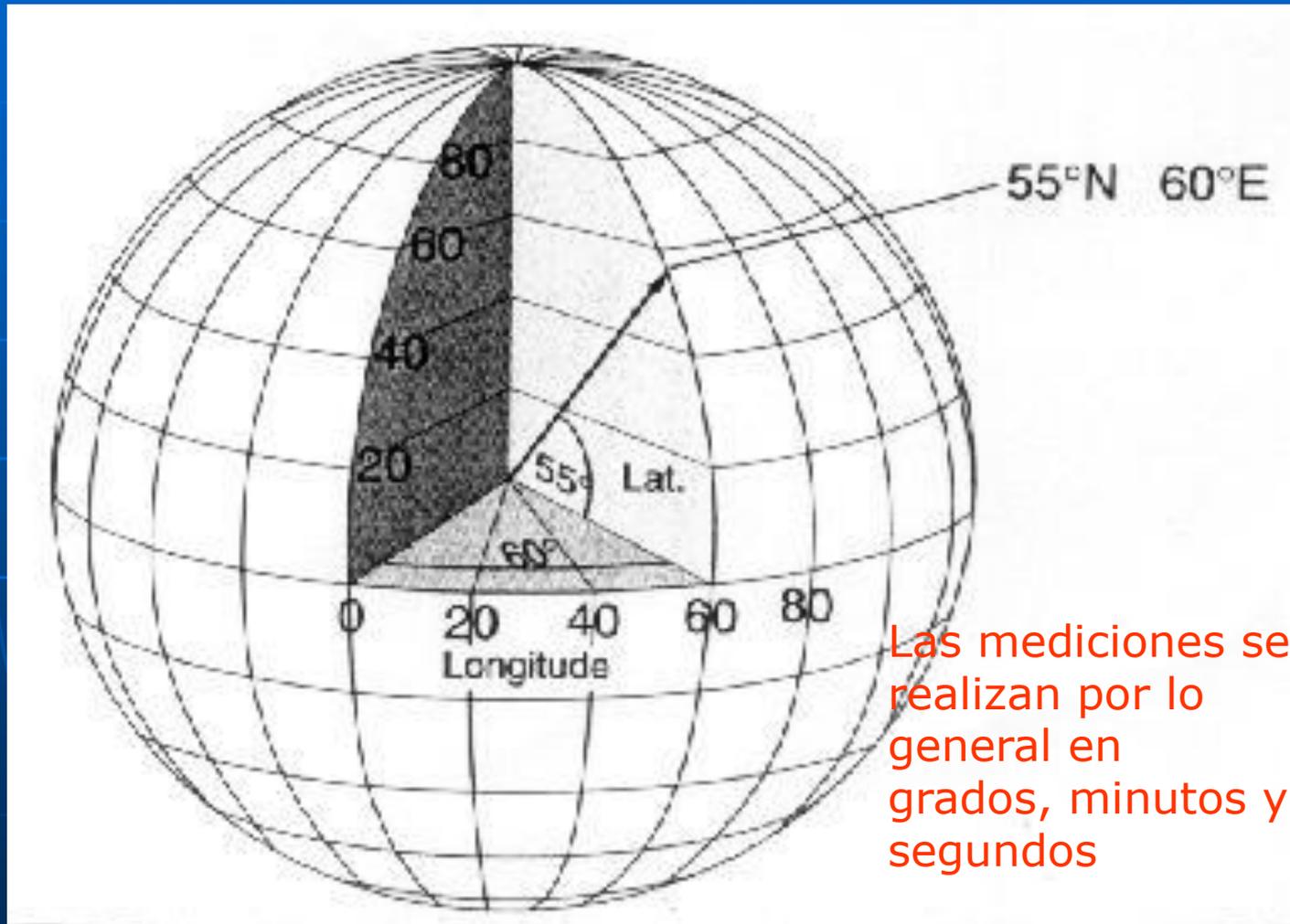
- Diseñados para un objeto **tri**-dimensional
 - Como una esfera que representa la superficie de la tierra. Ej.: **Latitud y Longitud**

■ Sistemas Rectangulares o Planos

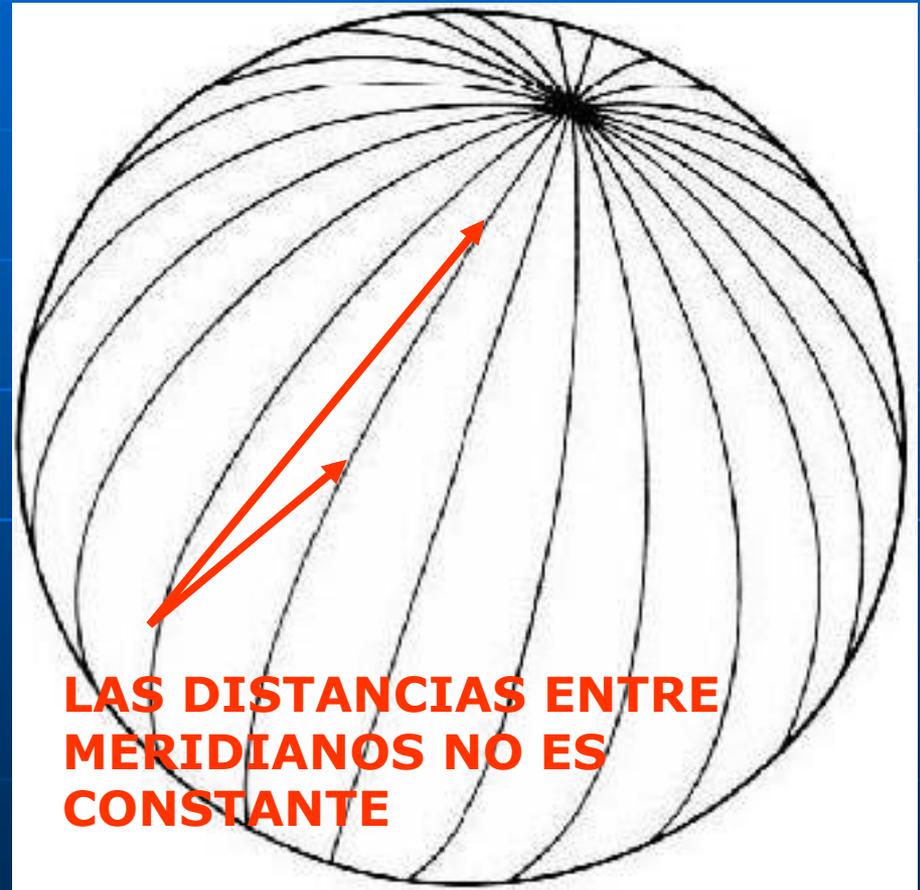
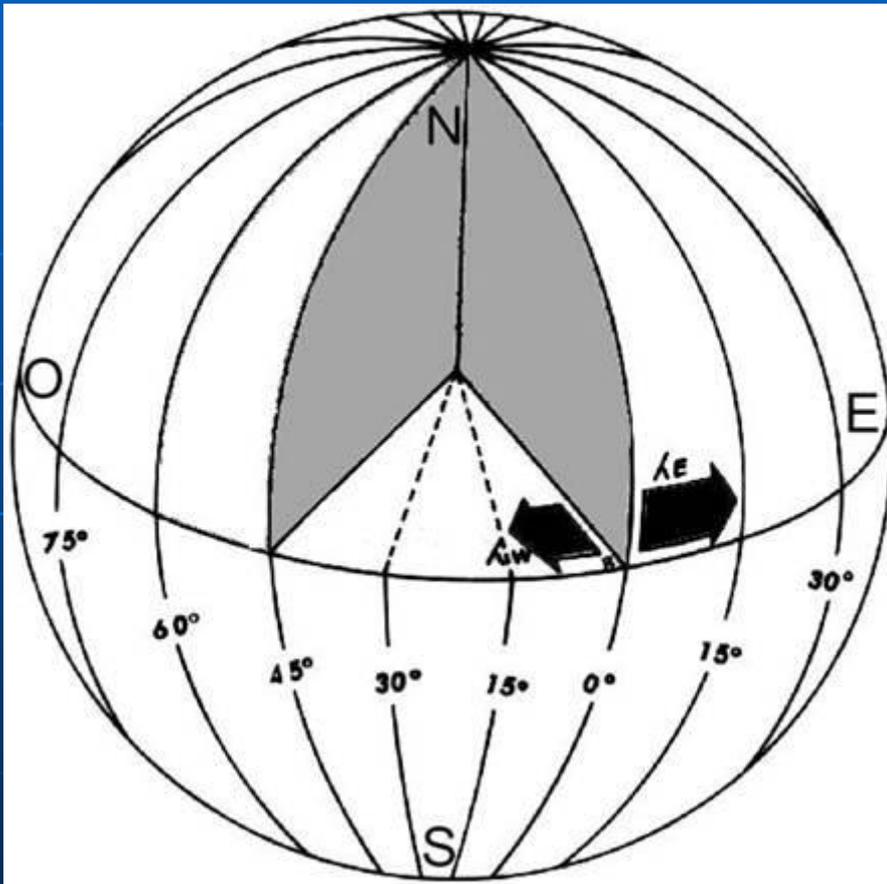
- Diseñados para un objeto **bi**-dimensional
 - Como una hoja plana de un mapa. Ej.: **UTM - GK**

**AMBOS PROPORCIONAN GUIAS
HORIZONTALES Y VERTICALES PARA
UBICAR POSICIONES EN UN MAPA**

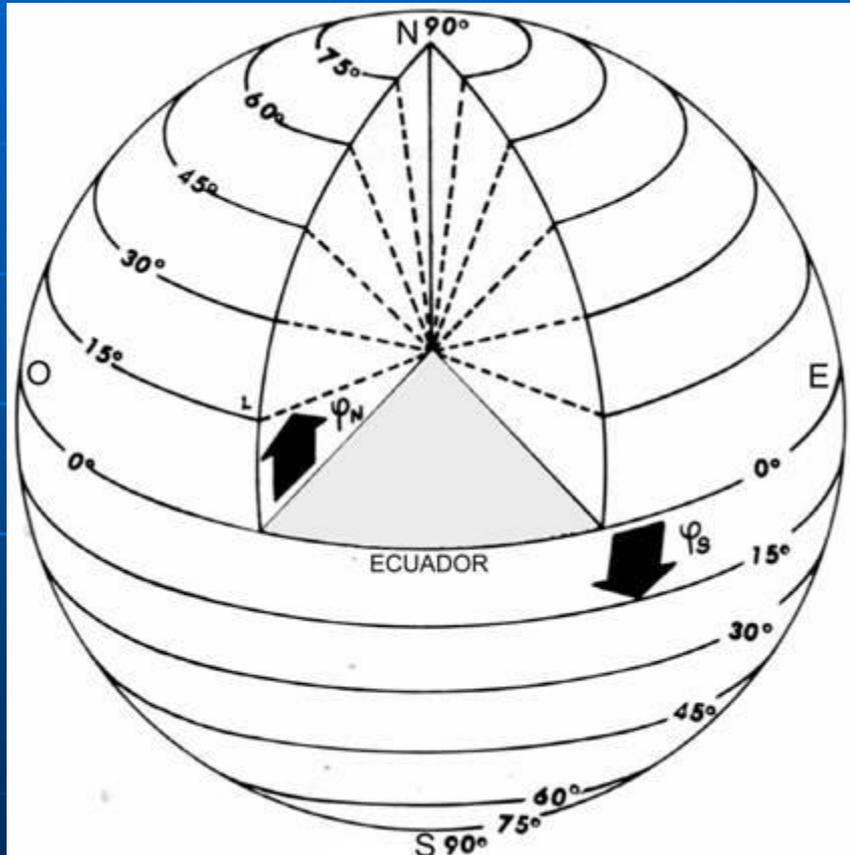
SISTEMAS ANGULARES GEODETICO LATITUD Y LONGITUD



LOS MERIDIANOS: definen las longitudes al Este y al Oeste de Greenwich



LOS PARALELOS: definen las latitudes al Norte y al Sur del Ecuador



Sistemas de Coordenadas Rectangulares o Planas

- Surgen como respuesta a los sistemas angulares por la dificultad que éstos tienen de medir distancias constantes.
 - Ej 1° de longitud en el Ecuador aprox. = 111 km
 - A los 45° mide aprox. = 78.8 Km.

Los Sistemas de Coordenadas Rectangulares o Planas (cont.)

CARTOGRAFIA:

ES UNA RAMA DE LAS CIENCIAS GEOGRÁFICAS DESTINADA A EXPRESAR GRÁFICAMENTE EL CONOCIMIENTO QUE SE TIENE DE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA EN SUS MÁS DIVERSOS ASPECTOS.

UN **SISTEMA DE PROYECCION CARTOGRAFICA**, ES UN PROCEDIMIENTO MATEMÁTICO QUE ESTABLECE UNA CORRESPONDENCIA ESTRICTA ENTRE LOS PUNTOS DE LA SUPERFICIE TERRESTRE A REPRESENTAR Y EL PLANO.

PROYECCION: ES TRANSFORMAR UN ESPACIO TRIDIMENSIONAL EN UNO BIDIMENSIONAL

SIEMPRE HAY UNA DISTORCION

TIPOS DE DISTORSIONES

- FORMA



- AREA



- DISTANCIA



- DIRECCION



TIPOS DE PROYECCIONES QUE MINIMIZAN LA DISTORSION

- CONFORMES

- EQUIVALENTES

- EQUIDISTANTES

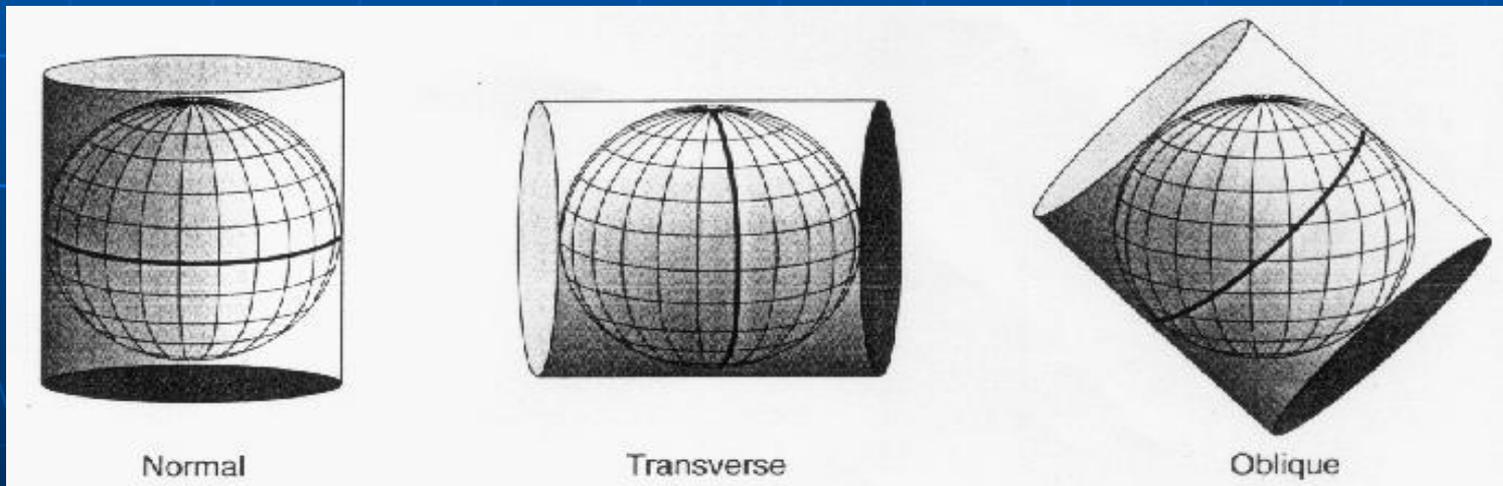
- DIRECCIONES VERDADERAS

Tipos de Proyecciones Cartográficas

- Las proyecciones llamadas **conformes** conservan todos los ángulos en cada punto, mantienen la forma. Para lograr esto los meridianos y paralelos deben cortarse en forma perpendicular. Ninguna mapa logra preservar las formas de las grandes regiones aunque sí de las pequeñas superficies.
- Las proyecciones **equivalentes** o de **igual área**, se respetan la equivalencia de las superficies. Es decir mantienen la proporción respecto a las áreas verdaderas. Se pueden distorsionar las formas, los ángulos, las escalas o sus combinaciones. En tales proyecciones los meridianos y paralelos **no** se cortan en ángulos rectos.
- Las proyecciones **equidistantes**, preservan las distancias entre ciertos puntos o mantienen la escala a lo largo de una o más líneas.
- Las proyecciones de **direcciones verdaderas** mantienen cierta precisión en las direcciones.

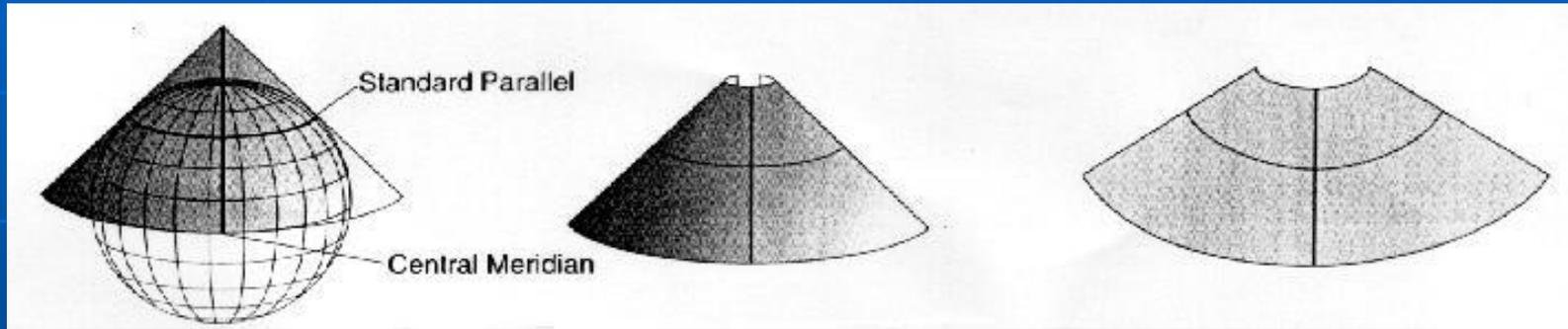
Para pasar de la esfera al plano se adoptan diferentes **SUPERFICIES DE PROYECCION**

PROYECCIONES CILINDRICAS

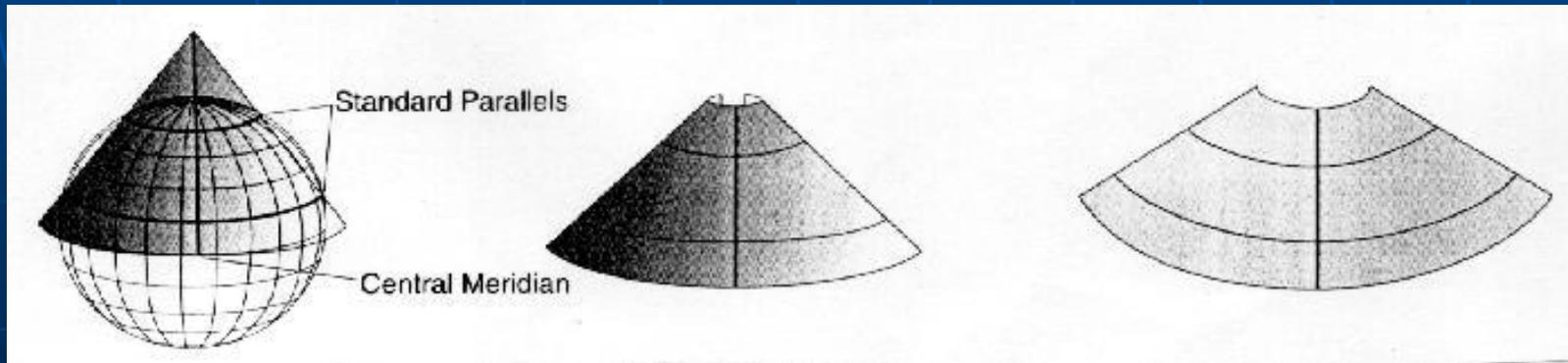


PROYECCIONES CONICAS

TANGENTES



SECANTES



Ejemplos de Proyecciones:

- MERCATOR
- TRANSVERSA MERCATOR
 - Sistema Gauss Krüger
 - UTM
- LAMBERT

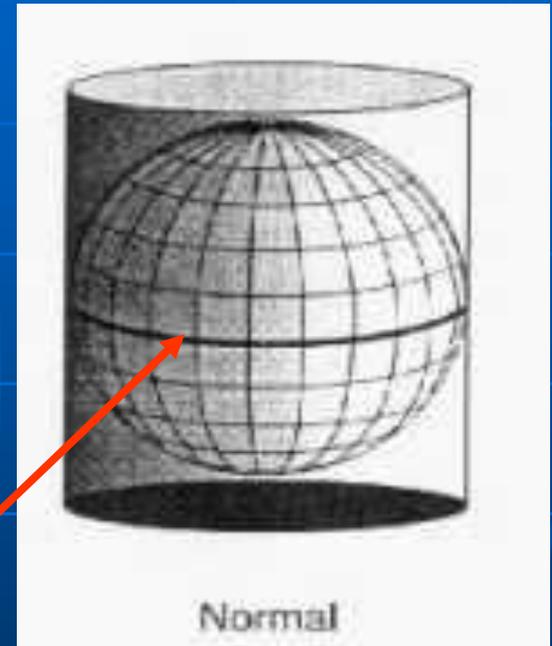
PROYECCION MERCATOR

- **METODO DE PROYECCION**

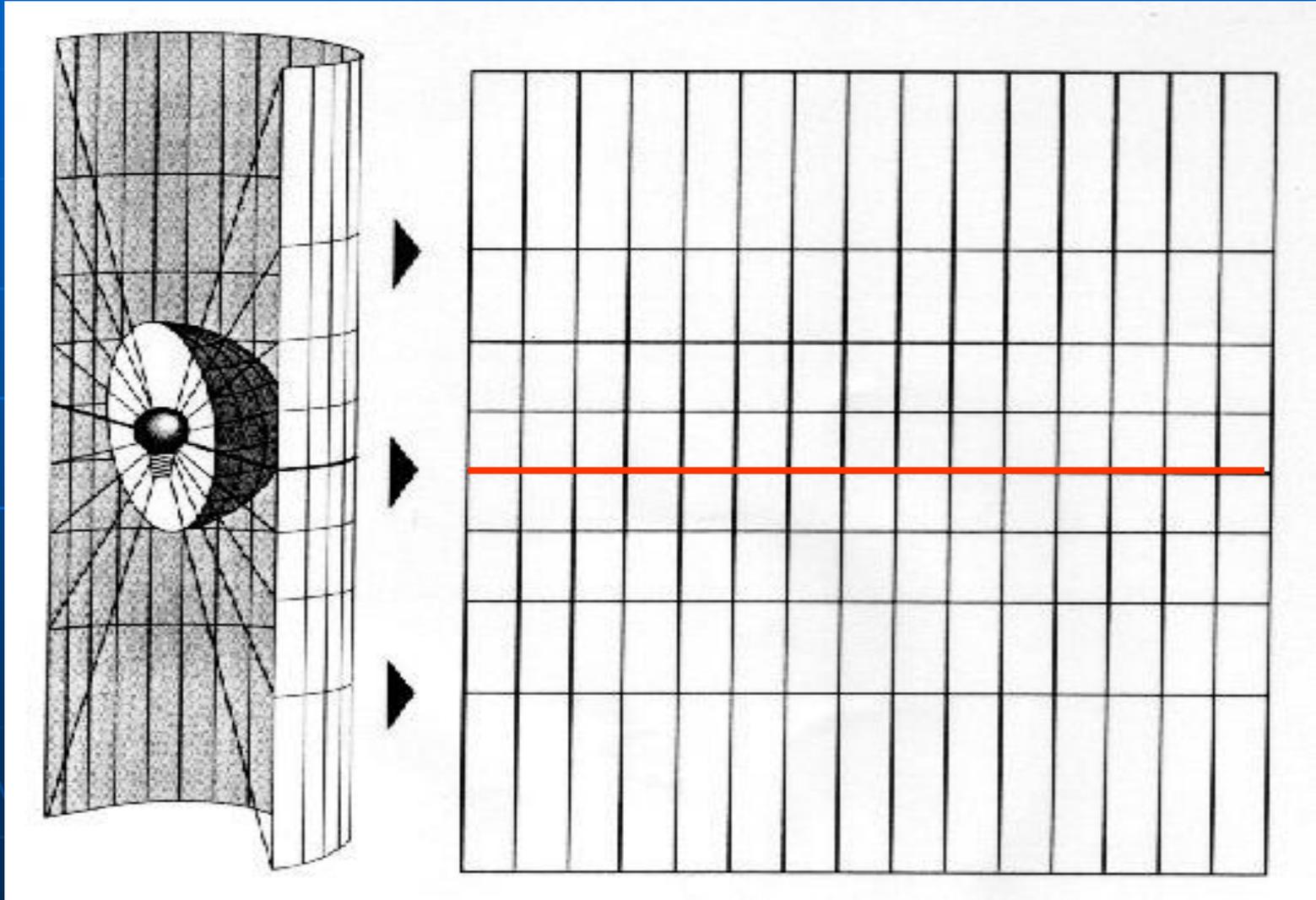
Es una proyección **cilíndrica**. Los meridianos son paralelos uno con otro y están igualmente espaciados. Las líneas de latitud también son paralelas pero se van apartando hacia los polos. Los polos no pueden ser mostrados

- **LINEAS DE CONTACTO**

El Ecuador.



PROYECCION MERCATOR



PROYECCION MERCATOR (cont.)

PROPIEDADES

- **Forma:**

Conforme. Las formas pequeñas están bien representadas porque esta proyección mantiene las relaciones angulares locales.

- **Área:**

Se distorsionan hacia las regiones polares. Por ejemplo, en la proyección Mercator del mundo, Groenlandia parece ser más grande que Sud América, cuando en realidad es $1/8$ de su tamaño.

PROYECCION MERCATOR (cont.)

LIMITACIONES

- Los polos **no** pueden ser representados en la proyección Mercator. Todos los meridianos pueden ser proyectados pero los límites superiores e inferiores de la latitud están en aproximadamente los **80° al N y al S.**

PROYECCION MERCATOR (cont.)

USOS Y APLICACIONES

- Cartas estándar para la navegación marina (dirección)
- Navegación aérea.
- Dirección del viento
- Corrientes marinas
- El mejor uso de las propiedades conformes de esta proyección se aplica a las regiones próximas al Ecuador

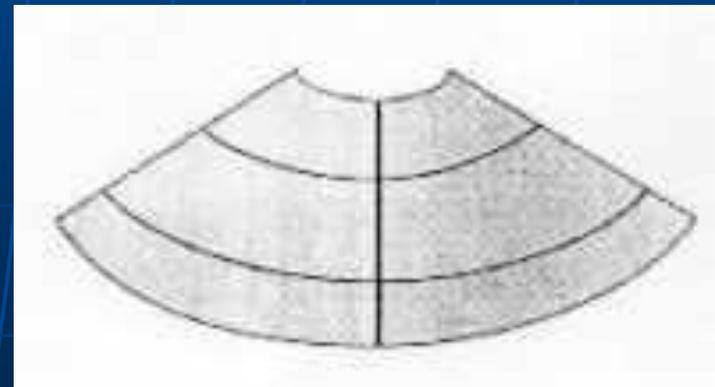
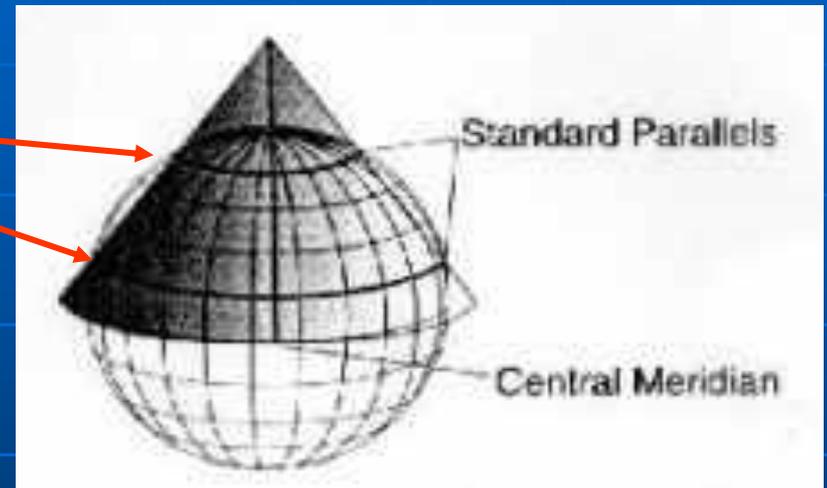
PROYECCION DE LAMBERT

■ METODO DE PROYECCION

Es una proyección **CÓNICA** basada normalmente en **dos paralelos estándar**. (secante).

El espaciamiento entre las líneas de latitud se incrementa más allá de los paralelos estándar.

Representa a los polos como un punto



PROYECCION DE LAMBERT (cont.)

■ LIMITACIONES:

- Las mejores resultados están para las regiones que tienen una extensión en el sentido **Este-Oeste** y que estén localizadas en las **latitudes medias N y S.**
- El rango total entre las latitudes no debe exceder los 35° .

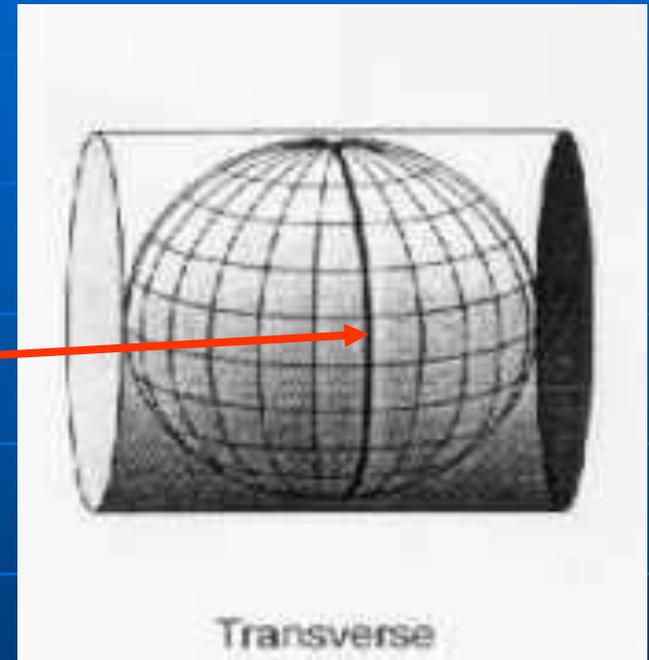
PROYECCION DE LAMBERT (cont.)

■ **USOS:**

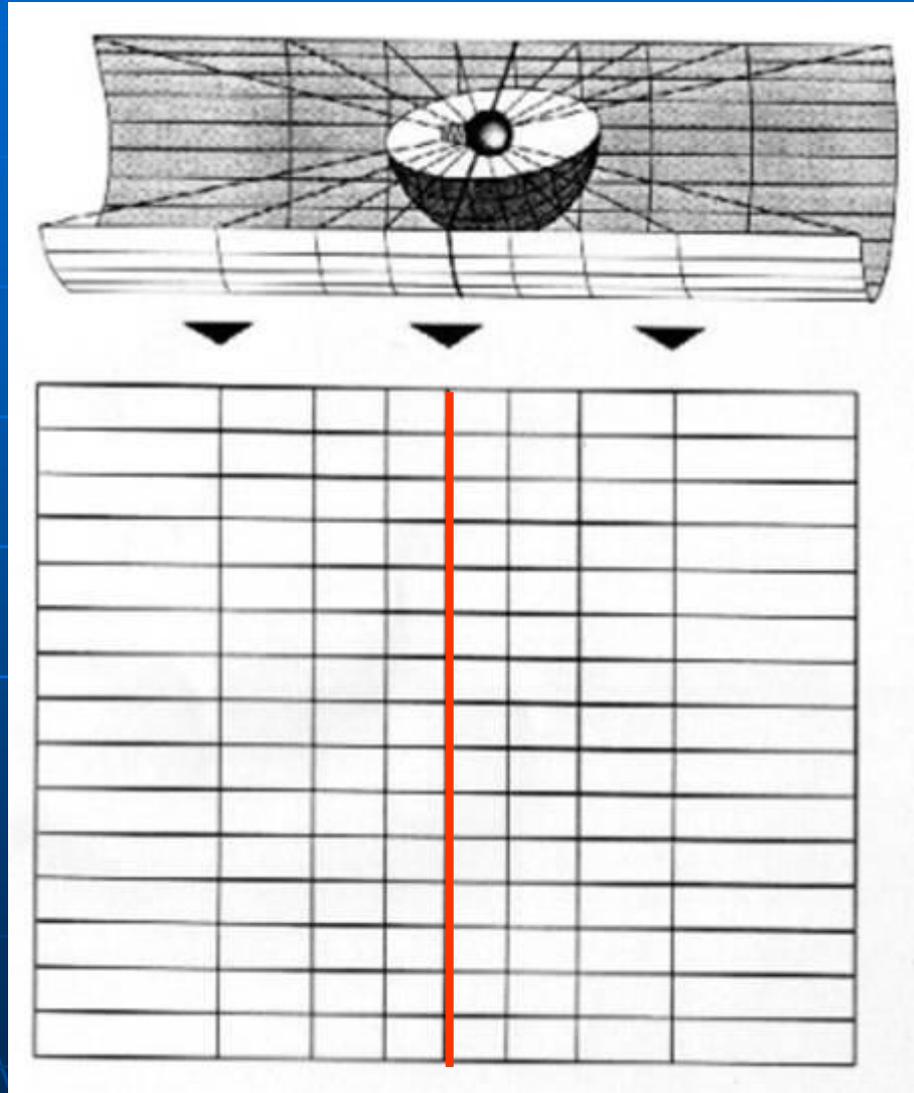
- Sistema de Coordenadas Planas Estatal de (EUA).
- Hojas QUAD USGS 7 ½ minutos
- EUA Continental entre los 33° y 45° N
- EUA Total entre los 37° y 65° n
- COSTA RICA (zona Norte y Sur)

PROYECCION TRANSVERSA MERCATOR

- Es similar a la MERCATOR excepto en que los laterales del cilindro son **paralelos** al Ecuador.
- El resultado es una proyección **conforme**.
- El **meridiano central** minimiza la distorsión de todas las propiedades de esta región.
- Dado que los meridianos corren de norte al sur, esta proyección es la más apropiada para masa terrestres que también se extienden de **norte al sur** (ej. Argentina).



PROYECCION TRANSVERSA MERCATOR



El sistema Gauss Krüger y el UTM

PROYECCION TRANSVERSA MERCATOR (cont.)

LIMITACIONES:

- Su uso debe estar limitado a los 15 a 20 grados a ambos lados del meridiano central.

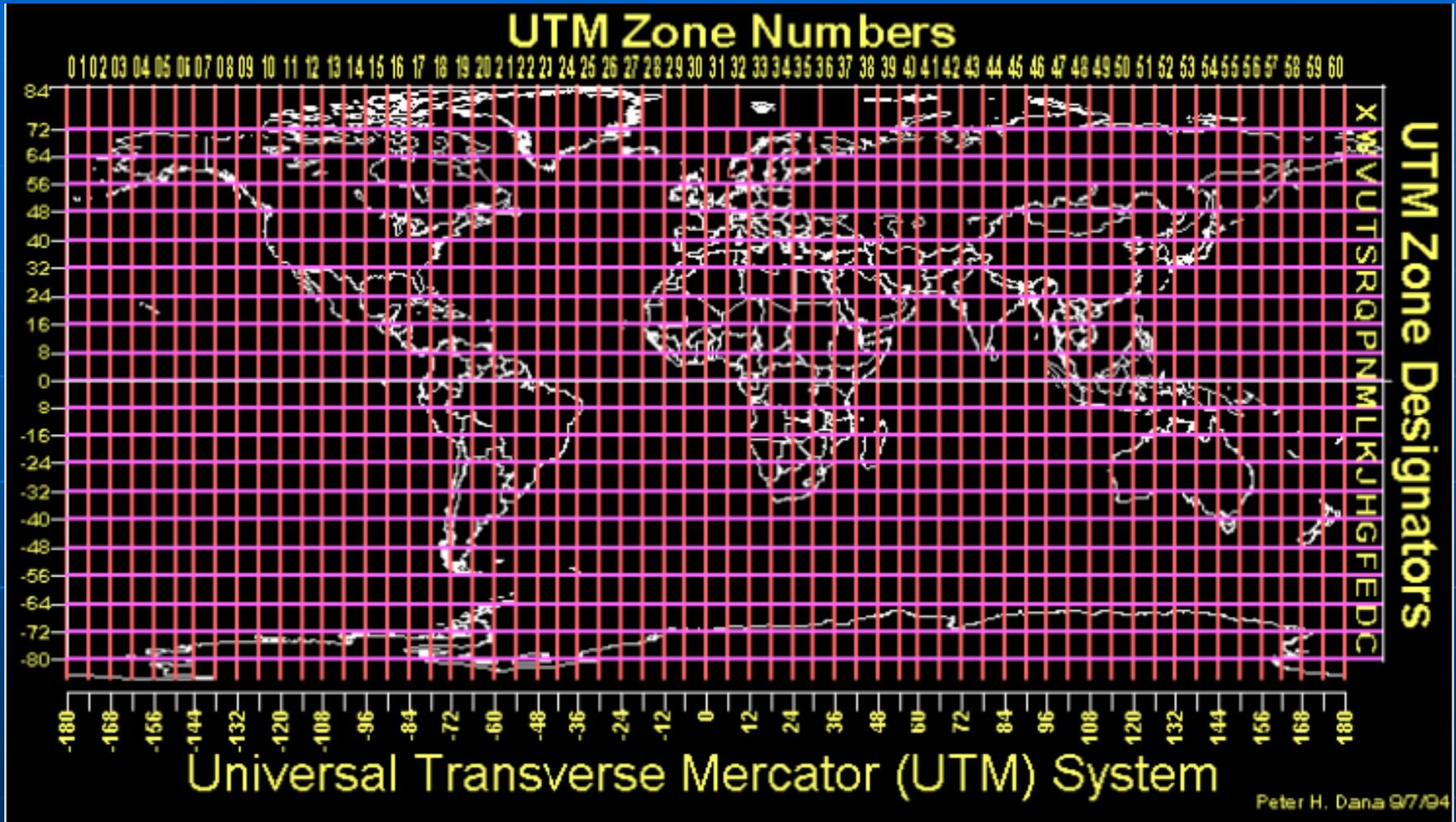
USOS Y APLICACIONES:

- Sistema de Coordenadas plano del Estado – USA
- Servicio Geológico Nacional de USA
- Argentina (sistema Gauss Krüger)

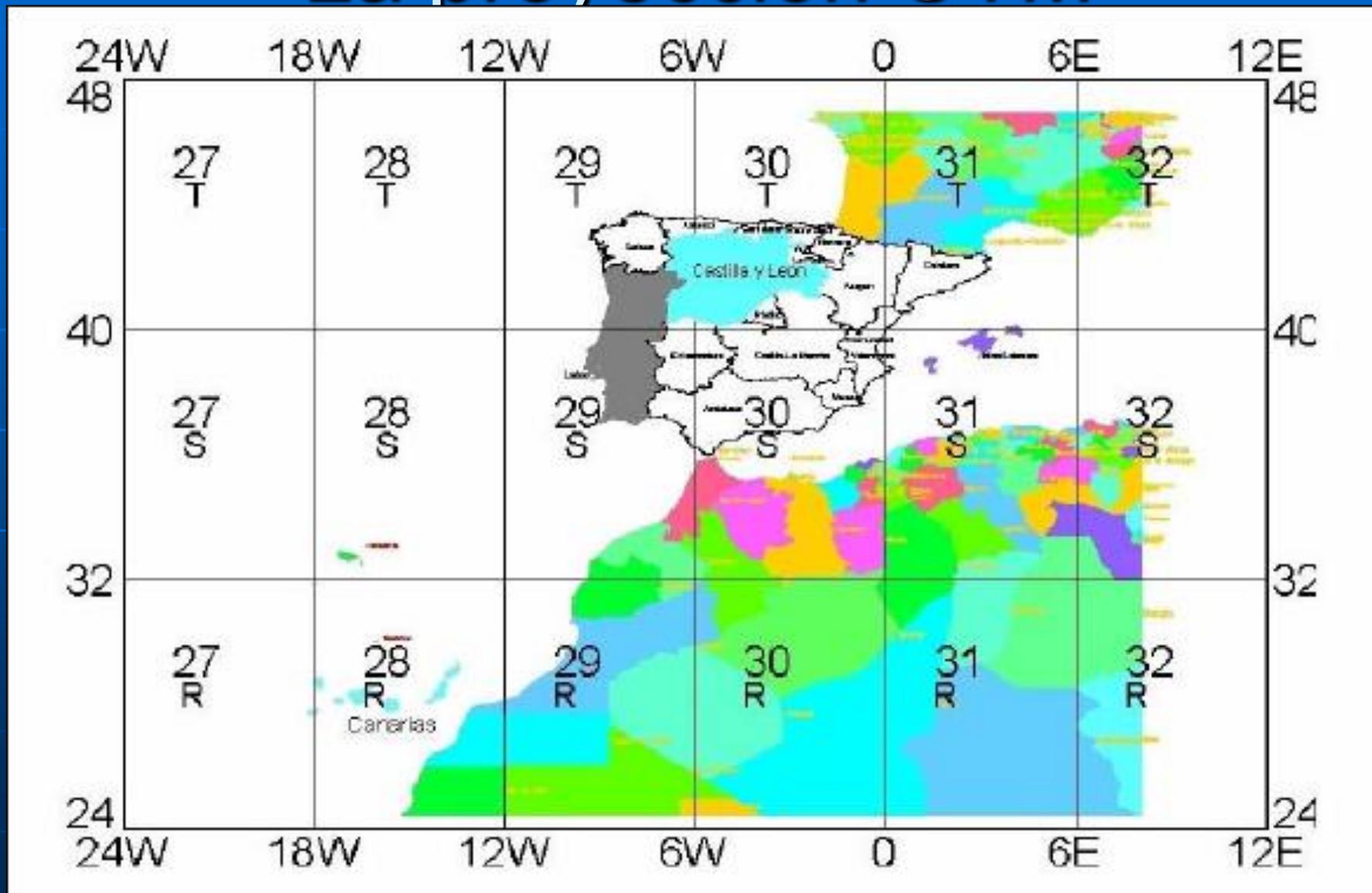
PROYECCION UTM (Universal Transverse Mercator)

- Es una versión especializada de la Transversa Mercator.
- El globo está dividido en 60 fajas al Norte y al Sur de 6° de longitud cada una.
- Cada faja tiene su propio meridiano central
- Los límites de cada zona son 84° al N y 80° al S, ocurriendo la división entre N y S en el ecuador.
- El origen de cada zona es el meridiano central y el ecuador.

La proyección UTM



La proyección UTM



PROYECCION UTM (Universal Transverse Mercator) (cont.)

- **Método de Proyección:** cilindro transverso
- **Líneas Estándar:** dos líneas paralelas y a aproximadamente 180 km a ambos lados del meridiano central de la zona UTM.

La proyección UTM

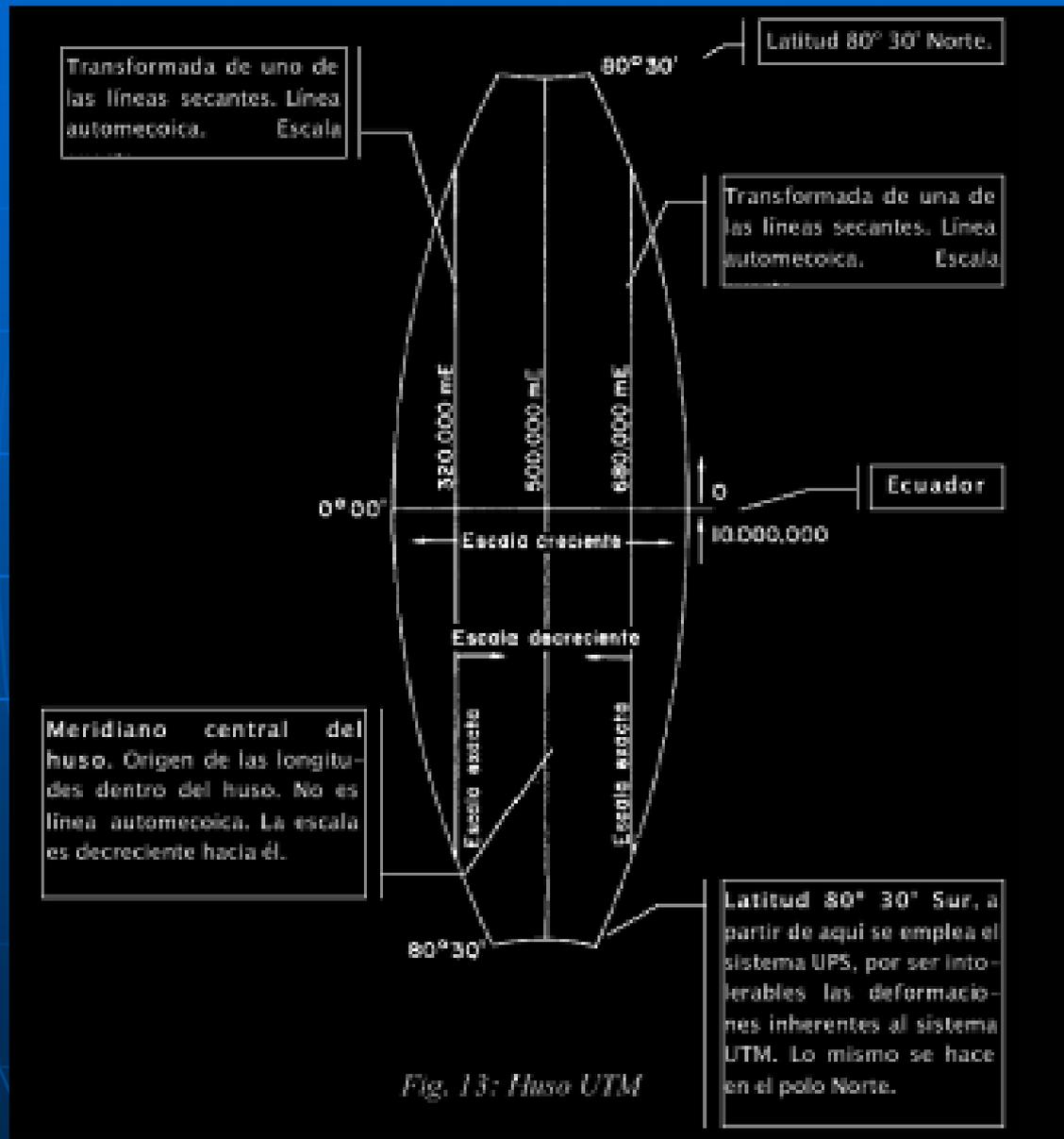


Fig. 13: Huso UTM

PROYECCION UTM (Universal Transverse Mercator) (cont.)

■ LIMITACIONES:

- Diseñada para que el error de escala no exceda el 0,1 % dentro de cada zona.
- El error y la distorsión se incrementa para la región que atraviesa más de una zona.

ESCALA:

para mostrar una porción de la superficie terrestre en un mapa, el área debe reducirse. La escala de un mapa o el grado de reducción, es expresada como un cociente.

El **número de la izquierda**

indica la **distancia en el mapa,**

mientras que el **número de la derecha**

indica la **distancia en el terreno.**

Ej.: 1:100.000 significa que 1 cm es igual a 100.000 centímetros.

Escala Grande son las publicadas a 1:25.000 o 1:50.000

Escala Media son las publicadas a 1:100.000 ó 1:250.000

Escala Chica son las publicadas a 1:500.000 ó menores.

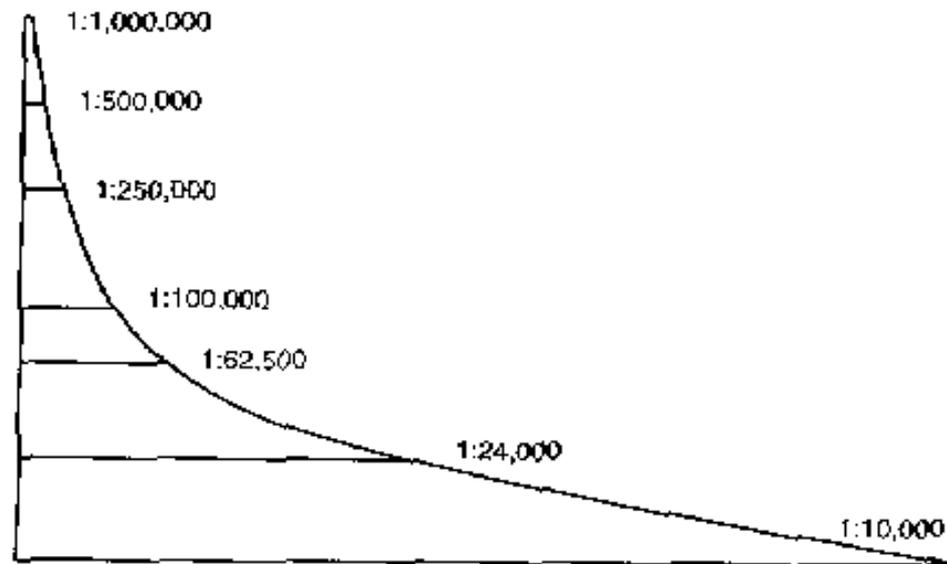
ESCALA GRANDE = GRANDES DETALLES

(ABARCA POCA SUPERFICIE)

ESCALA PEQUEÑA = POCOS DETALLES

(ABARCA MUCHA SUPERFICIE)

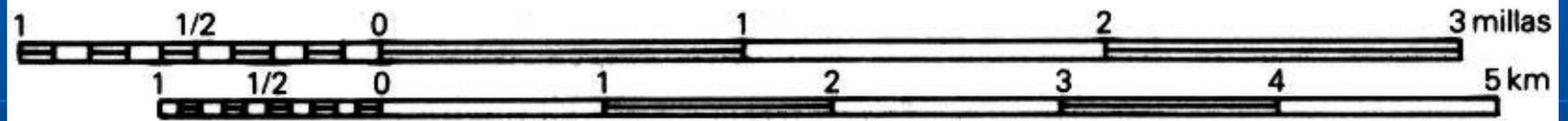
Escalas Pequeñas



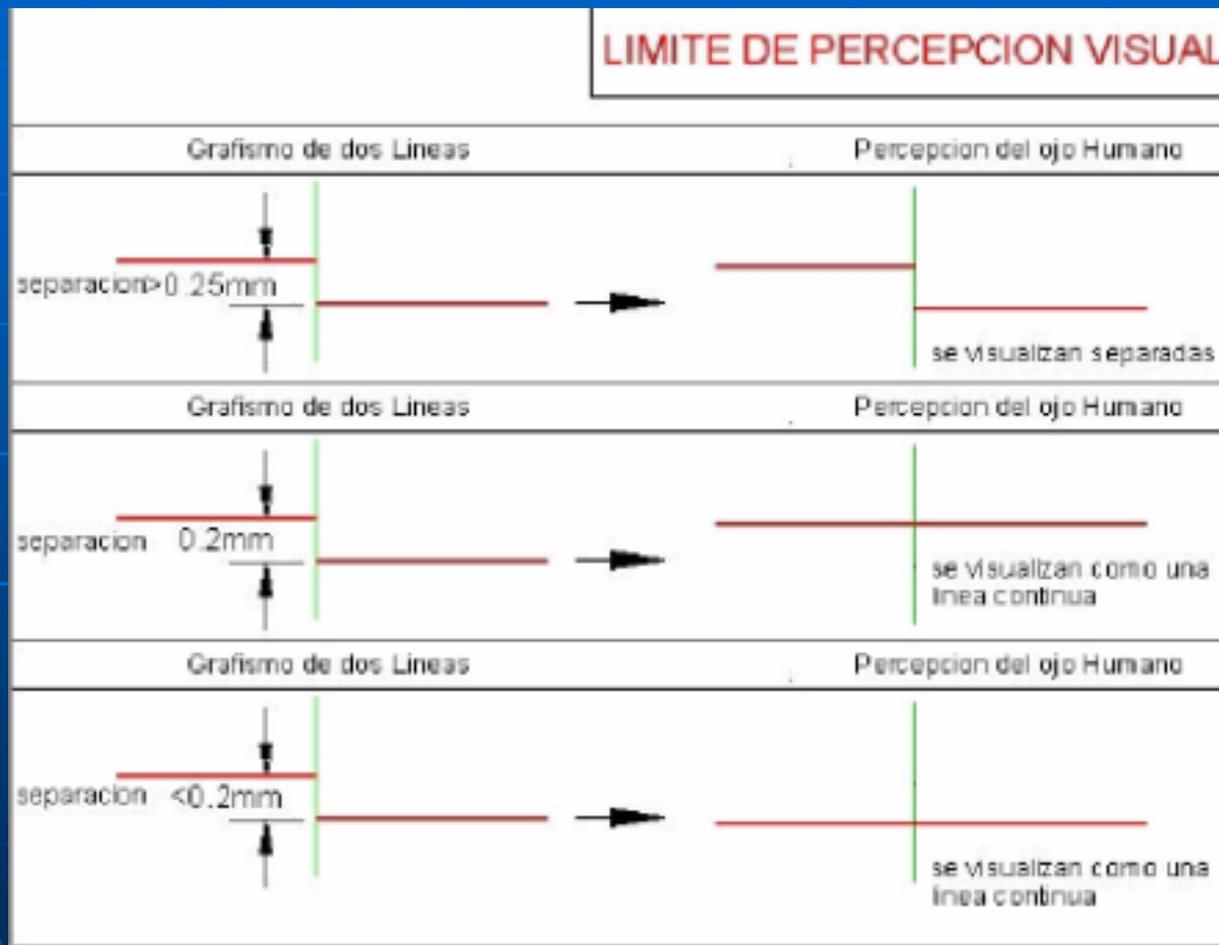
Escalas Grandes

Each line represents one kilometer at its respective scale.

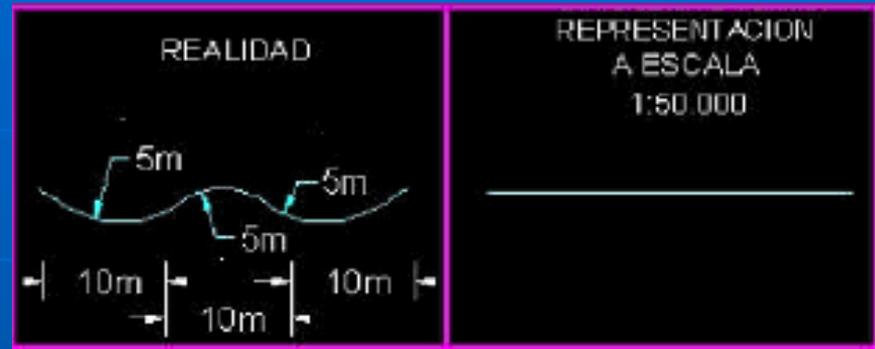
Escalas Gráficas



Límite de la percepción visual

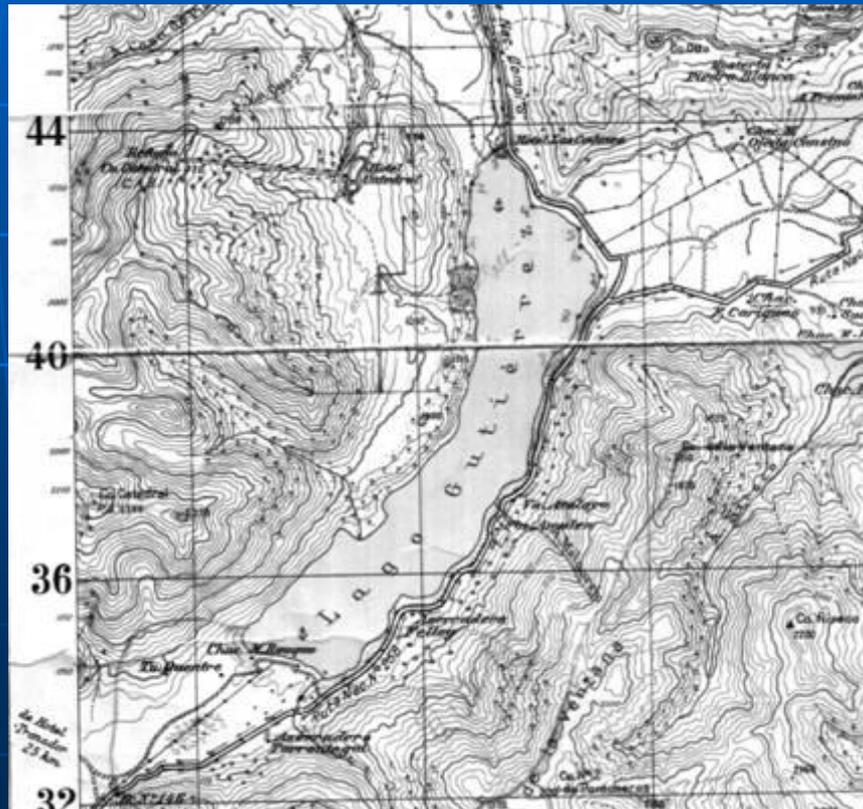


Límite de percepción visual



CURVAS DE NIVEL:

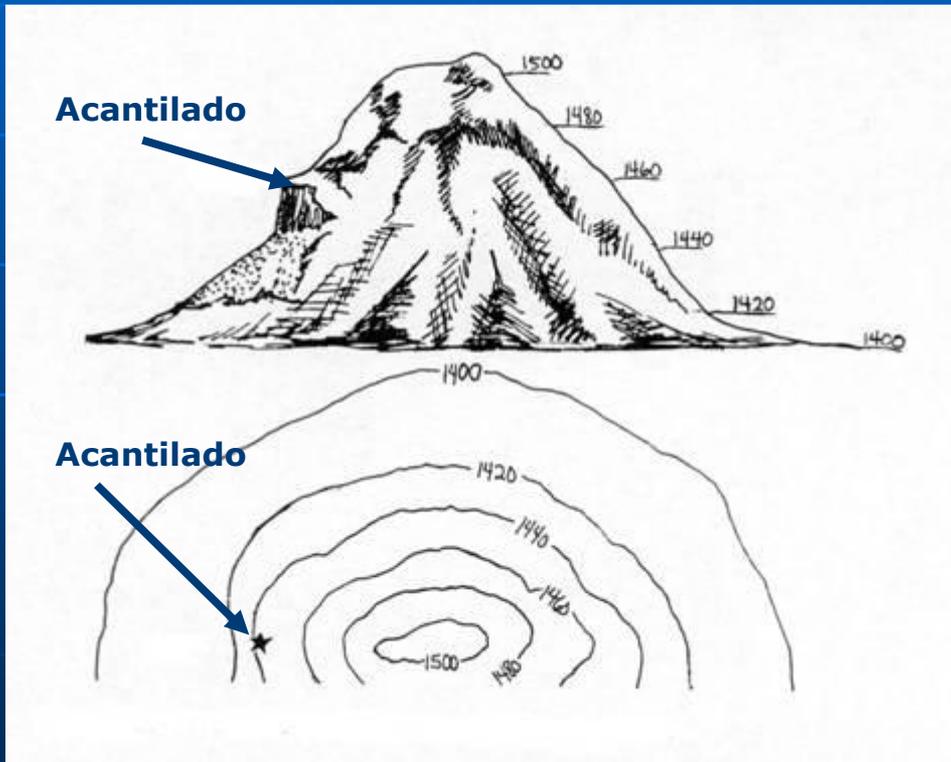
Una curva de nivel en un mapa topográfico, **traza un recorrido de elevación o altura constante.**



CURVAS DE NIVEL: (cont.)

Hay CUATRO tipos de información contenidas en las curvas de nivel:

- la elevación
- La pendiente
- La forma del terreno
- La orientación



La distancia entre curvas de nivel se denomina **EQUIDISTANCIA**

CURVAS DE NIVEL: (cont.)

- La **elevación** representada por una curva de nivel, es la **distancia vertical** por encima del nivel medio del mar. Es simplemente el valor numérico y es el mismo en toda la curva de nivel
- La **pendiente** es el declive o inclinación de un terreno.
- La **forma del terreno** está dada por la **disposición y espaciamiento de las curvas de nivel.**
- La **orientación** está referida a su ubicación o **exposición con respecto a los puntos cardinales.**