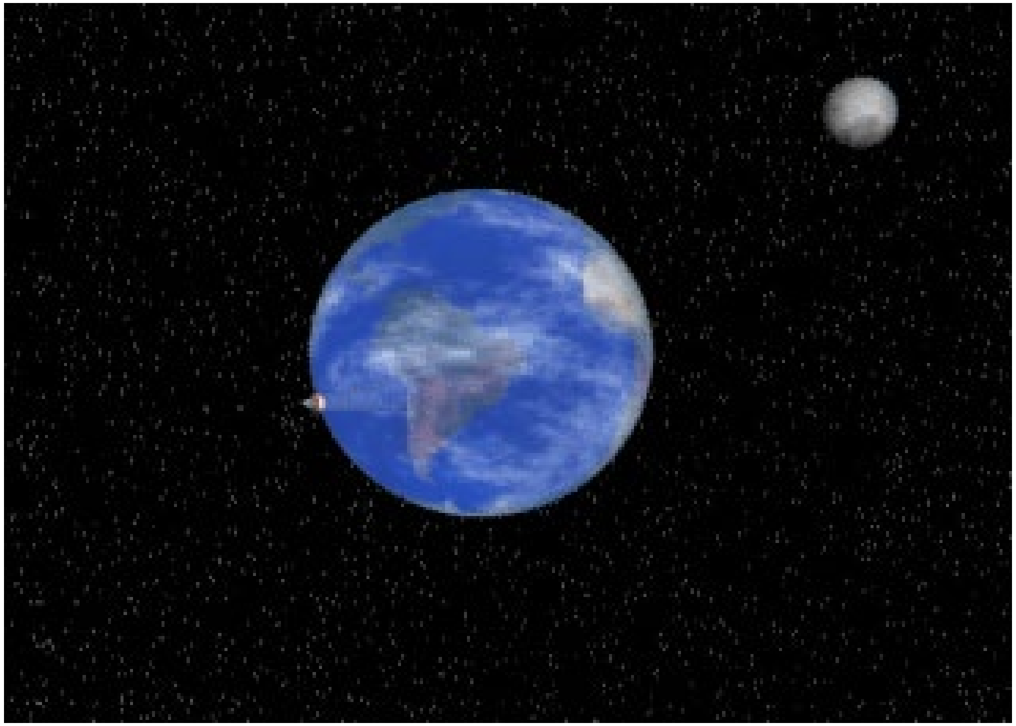
CARTOGRAFIA

INTRODUCCION

HISTORIA

DIMENSIONES DE LA TIERRA



CARTOGRAFIA

- ES LA CIENCIA QUE ESTUDIA LOS DISTINTOS SISTEMAS O METODOS PARA REPRESENTAR SOBRE UN PLANO UNA PARTE O LA TOTALIDAD DE LA SUPERFICIE TERRESTRE, DE FORMA QUE LAS DEFORMACIONES QUE SE PRODUCEN SEAN CONOCIDAS Y SE MANTENGAN DENTRO DE CIERTOS LIMITES O CONDICIONES

- LOS METODOS PARA REPRESENTAR GRAFICAMENTE LA TIERRA SOBRE UN PLANO O MAPA NECESITAN DE OTRAS CIENCIAS, COMO LA **TOPOGRAFIA Y LA GEODESIA.**

SI LA SUPERFICIE A REPRESENTAR ES DE PEQUEÑA DIMENSION, PUEDE CONSIDERARSE COMO UN PLANO HORIZONTAL O TANGENTE AL ELIPSOIDE EN UN PUNTO CENTRAL, SOBRE EL CUAL SE PROYECTAN LOS PUNTOS DETERMINADOS MEDIANTE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

SI LA SUPERFICIE ES DE MAYORES DIMENSIONES, YA NO PUEDE CONSIDERARSE COMO UN PLANO, SINO COMO UNA SUPERFICIE ESFERICA O ELIPSOIDAL, A LA CUAL DEBEN REFERIRSE LAS COORDENADAS OBTENIDAS DE LOS LEVANTAMIENTOS GEODESICOS REALIZADOS.

SE UTILIZA COMO SUPERFICIE DE REFERENCIA PARA EL CALCULO DE LAS COORDENADAS GEODESICAS UN ELIPSOIDE DE REVOLUCION, CUYO EJE DE GIRO COINCIDE CON EL EJE DE ROTACION TERRESTRE.

LOS PUNTOS MEDIDOS EN TERRENO Y CALCULADA SUS COORDENDAS HORIZONTALES SE REFIEREN A UN SISTEMA DE COORDENADAS ELIPSOIDALES O GEODESICAS, DENOMINADAS **COORDENADAS GEOGRAFICAS:**

LATITUD Y LONGITUD.

AQUÍ COMIENZA EN EL PROCESO DE REPRESENTACION DE LA TIERRA, EL PAPEL DE LA CARTOGRAFIA O LOS SISTEMAS DE REPRESENTACION CARTOGRAFICA, TRANSFORMANDO LAS COORDENADAS GEOGRAFICAS (LATITUD Y LONGITUD) EN COORDENADAS PLANAS, RECTANGULARES.

ESTA TRANSFORMACION SE PREOCUPA UNICAMENTE DE LA OBTENCION DE COORDENADAS PLANIMETRICAS. LA ALTITUD SE REPRESENTA MEDIANTE UN SISTEMA ACOTADO, QUE EMPLEA COTAS Y CURVAS DE NIVEL, QUE NOS PERMITEN VISUALIZAR MEJOR EL RELIEVE.

- EL OBJETO GENERICO DE LA **CARTOGRAFIA** CONSISTE EN REUNIR Y ANALIZAR DATOS Y MEDIDAS DE LAS DIVERSAS REGIONES DE LA TIERRA Y REPRESENTARLAS GRAFICAMENTE A UNA ESCALA REDUCIDA, DE FORMA QUE LOS DETALLES Y ELEMENTOS PRINCIPALES SEAN CLARAMENTE VISIBLES.

MAPAS

- ES UNA REPRESENTACION CONVENCIONAL DE LA SUPERFICIE TERRESTRE, VISTA DESDE ARRIBA, A LA QUE SE AÑADEN ROTULOS PARA LA IDENTIFICACION DE LOS DETALLES MAS IMPORTANTES.

- HAY MAPAS DONDE SE REPRESENTA UN DETERMINADO ASPECTO O ELEMENTO, COMO POR EJEMPLO: MAPAS PLUVIOMETRICOS, GEOLOGICOS, DEMOGRAFICOS, DE VEGETACION, POBLACION, CULTIVOS, ETC. SON LOS DENOMINADOS **MAPAS TEMATICOS.**

PARTES DE UN MAPA

- EN EL ESTUDIO Y CONFECCION DE UN MAPA SE PUEDEN CONSIDERAR LAS SIGUIENTES PARTES:
- LA ESCALA.
- SISTEMA GEODESICO
- SISTEMA DE PROYECCION CARTOGRAFICO
- ELEMENTOS A REPRESENTAR MEDIANTE SIMBOLOS
- LA ROTULACION
- EL TITULO
- EL RECUADRO
- DETALLES COMPLEMENTARIOS

TIPOS DE MAPAS

- **MAPAS TOPOGRAFICOS** A ESCALA GRANDE, CON INFORMACION EN DETALLE DE LA ZONA LEVANTADA.
- **MAPAS CARTOGRAFICOS** A UNA ESCALA MAS PEQUEÑA QUE EL TOPOGRAFICO Y REPRESENTA UNA GRAN EXTENSION DE TERRENO, CON INFORMACION GENERAL.
- **MAPAS CARTOGRAFICOS** A ESCALA PEQUEÑA QUE TIENEN LA FINALIDAD DE PRESENTAR GRANDES EXTENSIONES DEL TERRITORIO SIN MAYORES DETALLES DE SU TOPOGRAFIA.

MAPAS TEMATICOS

- TIENEN COMO FINALIDAD REPRESENTAR UNA CARACTERISTICA SINGULAR DEL TERRITORIO. ENTRE LOS CUALES SE PUEDEN MENCIONAR:
- POLITICOS
- URBANOS
- COMUNICACIONES
- ESTADISTICOS
- ARTISTICOS
- TURISTICOS
- POBLACIONALES
- AGRICOLAS
- FORESTALES.
- ETC.

ANTECEDENTES HISTORICOS

- **DICEARCO** (347 – 285 a J.C.) ;

  ENSAYA POR PRIMERA VEZ LOCALIZAR CON PRECISION UNA SERIE DE PUNTOS CONOCIDOS EN BASE A DOS LINEAS DE REFERENCIA, UNA EN EL SENTIDO **ESTE-OESTE** QUE PASABA POR LAS LOCALIDADES DE CADIZ, SICILIA Y RODAS DENOMINADA EL " DIAFRAGMA" Y OTRA EN SENTIDO **NORTE-SUR** QUE COTABA EL DIAFRAGMA DE RODAS.

- **ERATOSTENES** (284 –192 a J.C.);

  TRAZA LINEAS PARALELAS A LOS EJES FUNDAMENTALES DE DICEARCO, FORMANDO UNA MALLA RECTANGULAR QUE PERMITIA LOCALIZAR LOS PRINCIPALES LUGARES CONOCIDOS EN LA EPOCA.

- **HIPARCO** (190 – 125 a J.C.);

ES EL PRIMERO EN INTRODUCIR UNA RELACION MATEMATICA ENTRE UN PUNTO DEL GLOBO TERRESTRE Y SU LOCALIZACION SOBRE EL MAPA. AL MISMO TIEMPO LANZO LA IDEA DE UNA RED IMAGINARIA DE MERIDIANOS Y PARALELOS, AL DIVIDIR LA CIRCUNFERENCIA TERRESTRE EN 360º. ESTO NO PODIA SER APLICADO DEBIDO A LA FALTA DE UNA RED DE OBSERVACIONES ASTRONOMICAS.

SE LE ATRIBUYE EL HABER SIDO EL PRIMERO EN APLICAR LAS PROYECCIONES EN LA CONSTRUCCION DE MAPAS

- **CLAUDIO TOLOMEO** (90 – 168 d. J.C.);

LOS TRABAJOS DE HIPARCO IMPERAN POR LARGO TIEMPO HASTA QUE EL SABIO DE ALEJANDRIA TOLOMEO CONTINUA CON ESTOS ESTUDIOS.

TOLOMEO ESTABLECIO LA LATITUD Y LONGITUD DE 8.000 PUNTOS, TRABAJO QUE FUE LA BASE DE LOS TRABAJOS DE LOS MUSULMANES DESDE EL SIGLO IX Y DE LOS EUROPEOS A PARTIR DEL SIGLO XV.

REALIZA IMPORTANTES ESTUDIOS GEOGRAFICOS Y CARTOGRAFICOS QUE TRASCIENDEN SU EPOCA.

- LAS REPRESENTACIONES CARTOGRAFICAS DEL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE FINALES DE LA ANTIGÜEDAD Y LA ALTA EDAD MEDIA, SE CARACTERIZAN POR FUNDARSE EN ESPECULACIONES TEOLOGICAS MAS QUE EN CONOCIMIENTOS CIENTIFICOS.

  A PARTIR DE MEDIADOS DEL SIGLO XVI APARECEN CARTAS MAS PRECISAS FUNDADAS EN SISTEMAS DE PROYECCCION, SUSTENTADAS EN PRINCIPIOS MATEMATICOS, ASTRONOMICOS Y EN ESPECIAL TOPOGRAFICOS. MATERIAS QUE TIENEN UN DESARROLLO MAYOR DURANTE LOS SIGLOS XV Y XVI, INFLUYENDO EN LA FIDELIDAD DE LOS MAPAS.

- **GERHARD KREMER (1512 – 1594);**

  CONOCIDO COMO MERCATOR LLEGO A SER EL GEOGRAFO MAS DESTACADO DE SU EPOCA, ESPECIALMENTE POR SUS CONOCIMIENTOS COSMOGRAFICOS Y TOPOGRAFICOS, LO QUE LO LLEVO A RESOLVER EL PROBLEMA MAS IMPORTANTE DEL NAVEGANTE COMO ERA EL DISPONER DE UNA CARTA DE RUMBOS CONSTANTES (LOXODROMICA) BAJO LA FORMA DE LINEAS RECTAS.

  PARA QUE UNA LINEA CONSERVE UN RUMBO CONSTANTE SOBRE LA ESFERA TERRESTRE, ELLA DEBE INTERCEPTAR EN UN MISMO ANGULO TODOS LOS MERIDIANOS.

- MERCATOR IDEO UNA PROYECCION EN LA QUE LOS PARALELOS AUMENTAN SU DISTANCIAMIENTO EN FORMA PROPORCIONAL DESDE EL ECUADOR HASTA LOS POLOS, Y LOS MERIDIANOS DISPUESTOS COMO LINEAS RECTAS PARALELAS ENTRE SI, A OBJETO DE MANTENER LAS RELACIONES CORRECTAS DE LOS ANGULOS QUE SE DAN EN LA ESFERA.

- A PARTE DE RESOLVER EL PROBLEMA DE TRAZAR UNA LINEA SOBRE UN PLANO Y REPRESENTAR ASI LA DIRECCION CORRECTA, LA PROYECCION TIENE OTRA PROPIEDAD QUE ES CONSERVAR LA FORMA CORRECTA DE LAS SUPERFICIES PEQUEÑAS.

ETAPAS DE LA CARTOGRAFIA

- LA CARTOGRAFIA TIENE, SEGÚN ALGUNOS AUTORES, DOS ETAPAS IMPORTANTES EN SU DESARROLLO, QUE SON:

- ENTRE 1620 Y 1750 CUANDO SE DOTA A LA CARTOGRAFIA DE UNA PRECISION Y DE UN CARÁCTER CIENTIFICO QUE ANTES NO TENIA.

- DESPUES DE 1920, CORRESPONDE A LA SEGUNDA ETAPA, LA CUAL SE AJUSTA A UNA NUEVA DIMENSION; EN LA CUAL LA CARTOGRAFIA SE APOYA EN EL DOMINIO DEL AIRE Y LAS NUEVAS TECNICAS DE REPRODUCCION O DE LA AUTOMATIZACION.

  EL DESARROLLO DE LA FOTOGRAMETRIA, DE LAS IMÁGENES SATELITALES, Y EL USO DE AVANZADOS SISTEMAS COMPUTACIONALES, HAN REVOLUCIONADO LA LABOR DE LA CONFECCION DE CARTAS Y MAPAS EN LA ACTUALIDAD.

FORMAS Y DIMENSIONES DE LA TIERRA

- FIGURA DE LA TIERRA
- ESFERA
- ELIPSOIDE DE REVOLUCION
- GEOIDE

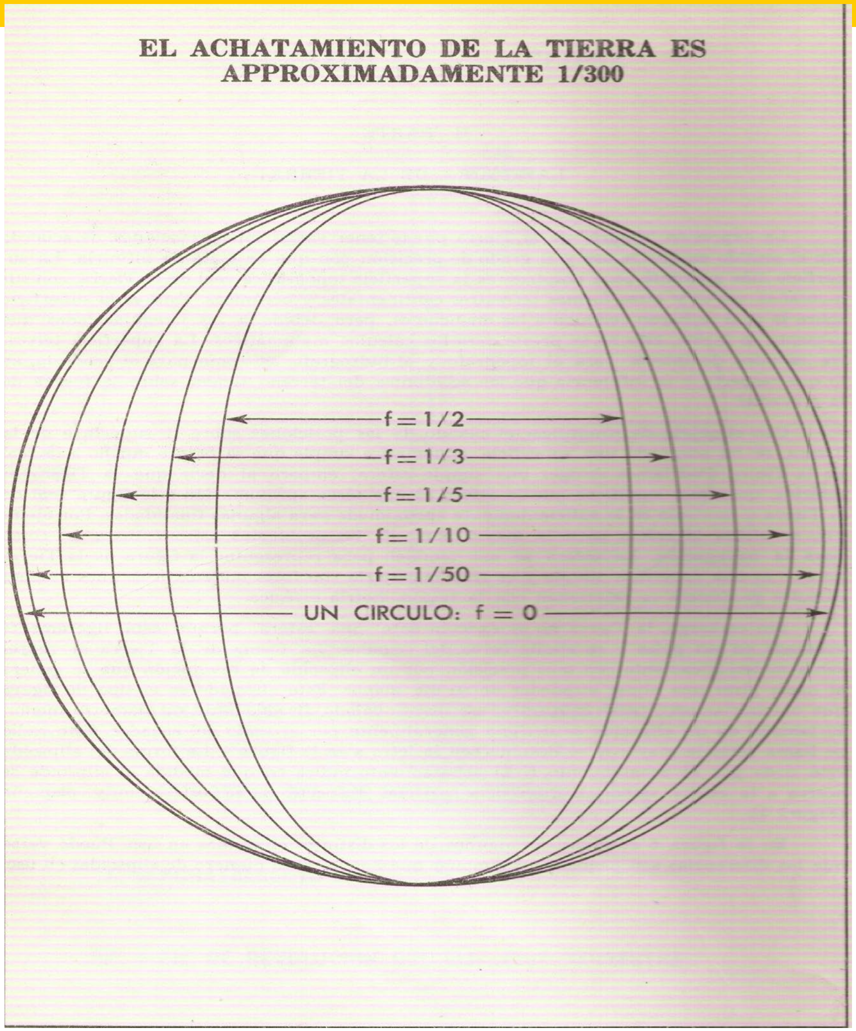
ACHATAMIENTO DE LA TIERRA

- ALGUNOS ELIPSOIDES

- **INTERNACIONAL**
  RADIO ECUATORIAL (a)=6378388
  ACHATAMIENTO (f) = 1/ 297

- **SUDAMERICANO 1969**
  RADIO ECUATORIAL (a)=6378160
  ACHATAMIENTO (f) = 1 / 298.25

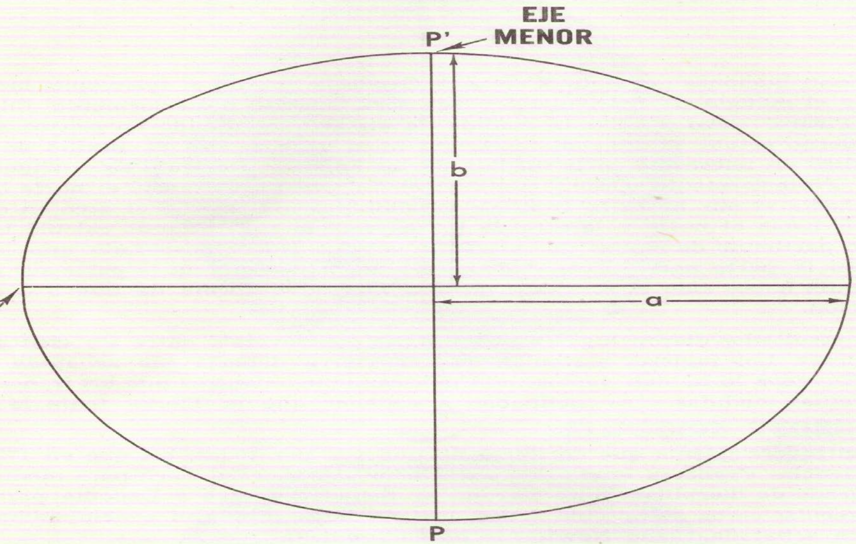
- **WGS – 84**
  RADIO ECUATORIAL (a) = 6378137
  ACHATAMIENTO (f) = 1/298.2572



ELEMENTOS DE UNA ELIPSE

- **a** = RADIO ECUATORIAL
- **b** = RADIO POLAR

- **PP'** = EJE DE ROTACION DE LA ELIPSE COINCIDENTE CON EL EJE DE ROTACION DE LA TIERRA


ELEMENTOS DE UNA ELIPSE

a = UNA MITAD DEL EJE MAYOR = SEMIEJE MAYOR

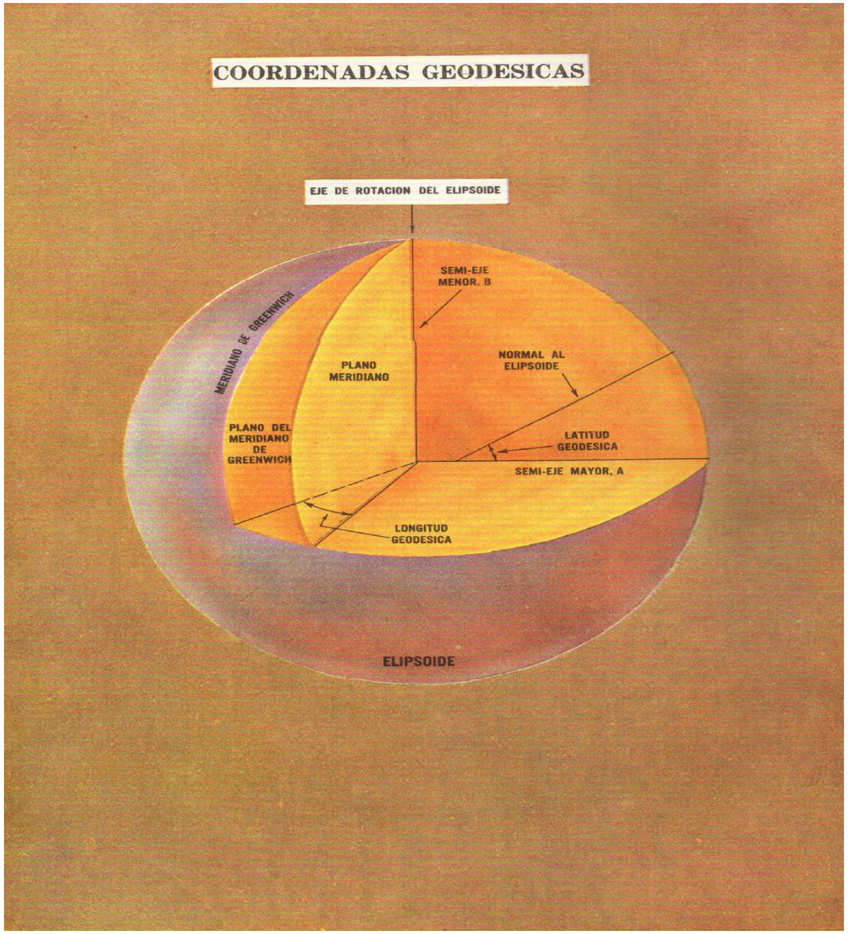
b = UNA MITAD DEL EJE MENOR = SEMIEJE MENOR

f = ACHATAMIENTO = $\frac{a - b}{a}$

PP' = EJE DE REVOLUCION DEL ELIPSOIDE TERRESTRE

ELIPSOIDE

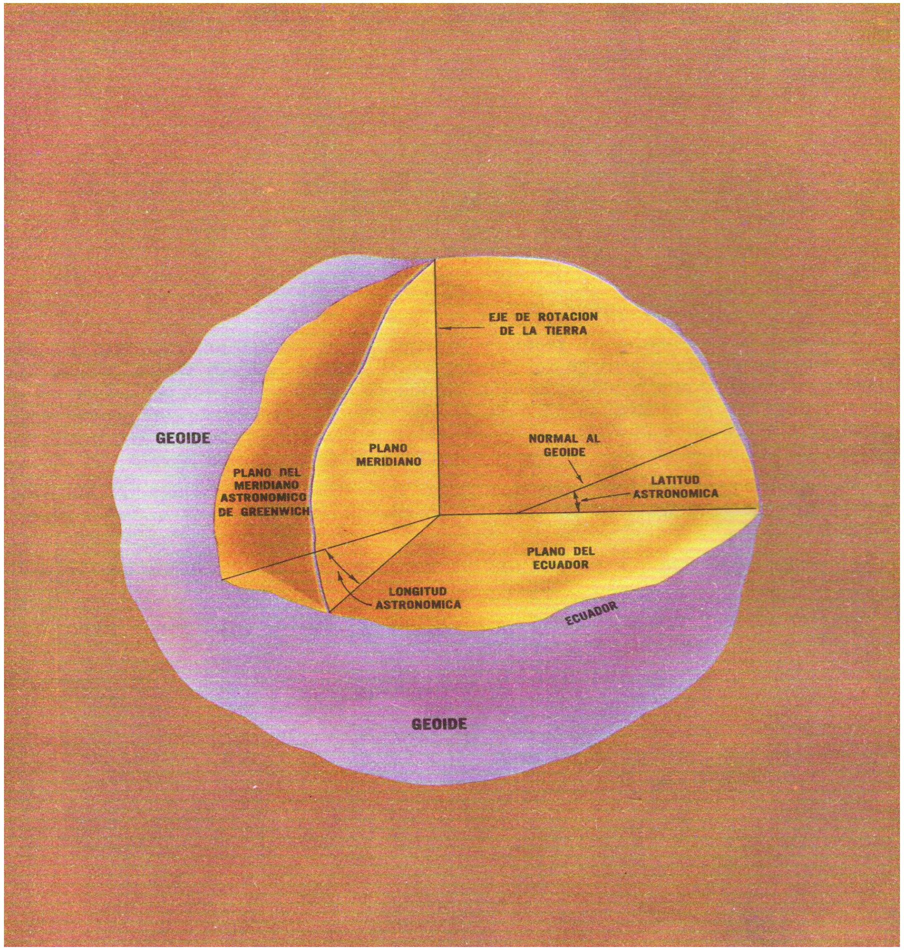
- ADEMAS DE ELEGIR LAS DIMENSIONES PARA EL TAMAÑO Y FORMA DEL ELIPSOIDE , LA ORIENTACION APROPIADA DE ESTE REQUIERE DE ALGUNOS REQUISITOS:
- EL EJE DE ROTACION SE DEFINE SIEMPRE COMO PARALELO AL DE LA TIERRA
- IDEALMENTE EL CENTRO DEL ELIPSOIDE DEBERIA COINCIDIR CON EL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA TIERRA.



GEOIDE

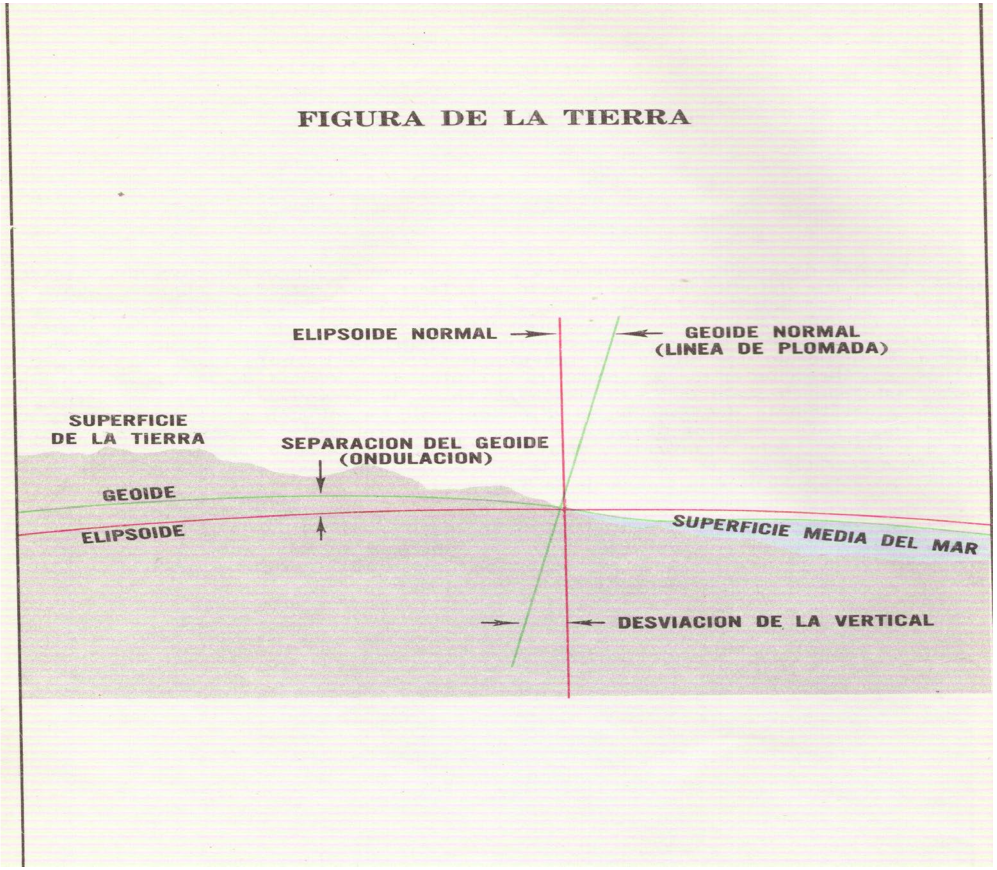
- EL GEOIDE ES UN CUERPO IRREGULAR, DE SUPERFICIE ONDULADA, YA QUE EN SU DETERMINACION ESTA CONSIDERADA LA FUERZA DE GRAVEDAD TERRESTRE, LA CUAL VARIA DE UN PUNTO A OTRO POR LA DESIGUAL REPARTICION DE MASAS EN LA CORTEZA DE LA TIERRA.

- TODOS LOS PUNTOS DE LA SUPERFICIE DEL GEOIDE TIENEN IGUAL INTENSIDAD DE FUERZA DE GRAVEDAD Y LA VERTICAL DEL LUGAR DETERMINADA POR LA PLOMADA ES SIEMPRE PERPENDICULAR A SU SUPERFICIE.



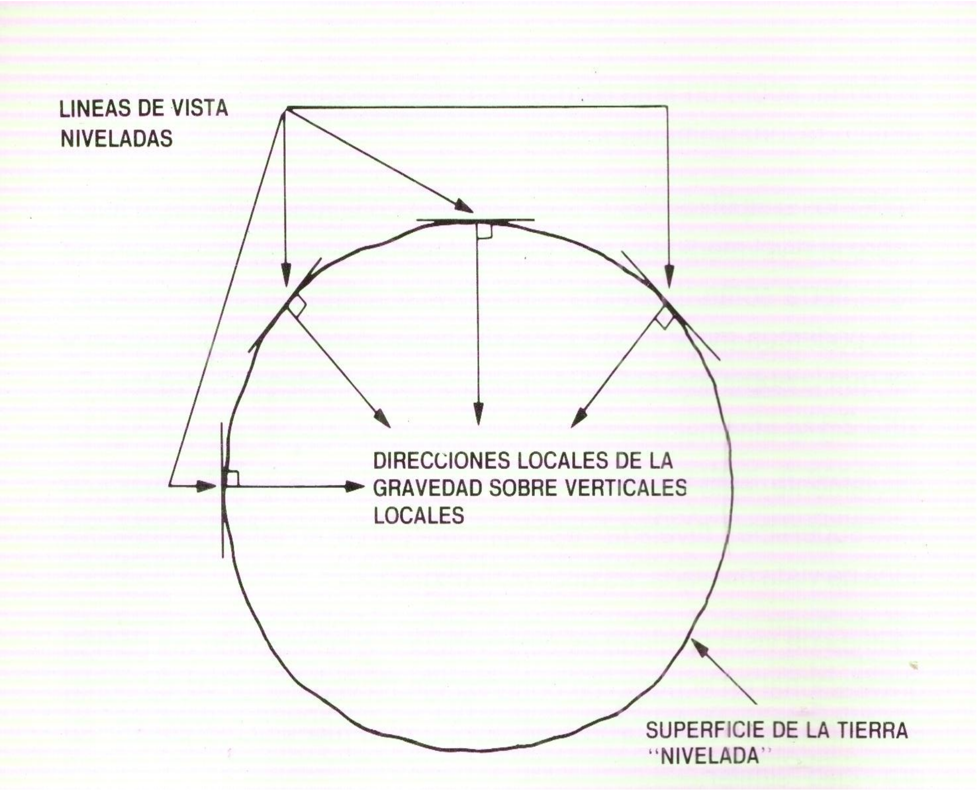
SUPERFICIES DE REFERENCIA

- COMO EL ELIPSOIDE ES UNA SUPERFICIE REGULAR Y EL GEOIDE UNA SUPERFICIE IRREGULAR, ES CLARO QUE LAS DOS SUPERFICIES NO COINCIDEN, LAS DOS FIGURAS PUEDEN INTERSECTARSE, EN CUYO CASO SE FORMARA UN ANGULO ENTRE LAS DOS SUPERFICIES. EL ANGULO ENTRE LAS DOS SUPERFICIES ES TAMBIEN EL ANGULO FORMADO ENTRE LAS PERPENDICULARES AL ELIPSOIDE Y AL GEOIDE. ESTE ANGULO SE LLAMA **DESVIACION DE LA VERTICAL**



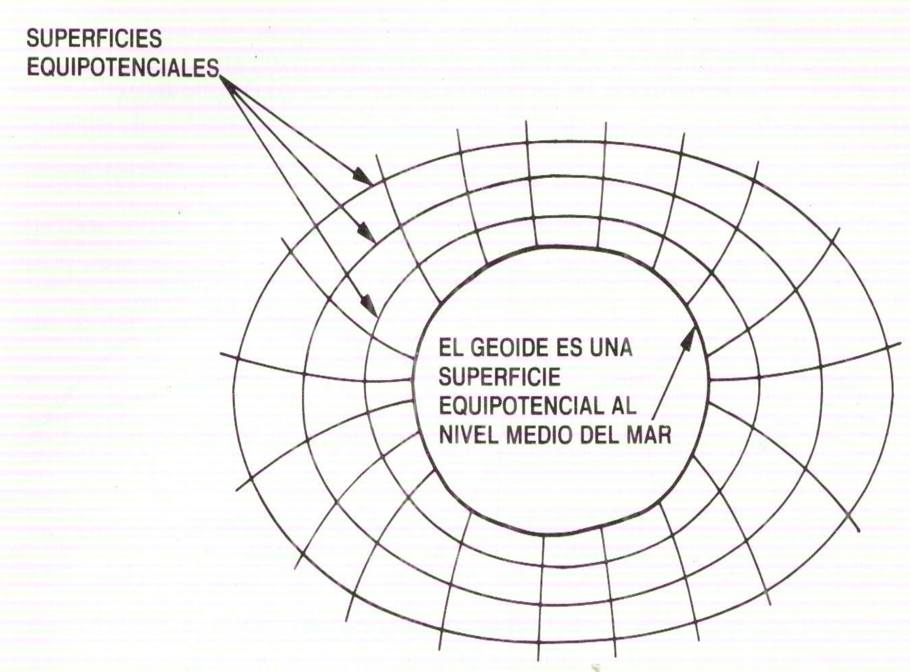
DIRECCION DE LA VERTICAL

- LA TIERRA ES UNA SUPERFICIE CERRADA.
- SI SE HACEN OBSERVACIONES EN UN NUMERO INFINITOS DE PUNTOS SOBRE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA, ENTONCES LOS PLANOS DE NIVELACION QUE SE OBTIENEN AL ROTAR LAS LINEAS DE NIVEL ALREDEDOR DE LAS VERTICALES LOCALES FORMARAN UNA **SUPERFICIE NIVELADA** Y CONTINUA. ESTA SUPERFICIE SE LLAMA **GEOIDE**



SUPERFICIES EQUIPOTENCIALES

- EL GEOIDE ES UNA DE LAS INFINITAS SUPERFICIES EQUIPOTENCIALES POSIBLES, CADA UNA A UN POTENCIAL GRAVITACIONAL DIFERENTE



EL GEOIDE Y DOS ELIPSOIDES
LAS TRES SUPERFICIES DE NIVEL

- LA PRIMERA FIGURA REPRESENTA AL GEOIDE Y DOS ELIPSOIDE Y SU CALCE DE ACUERDO A LA ZONA A REPRESENTAR

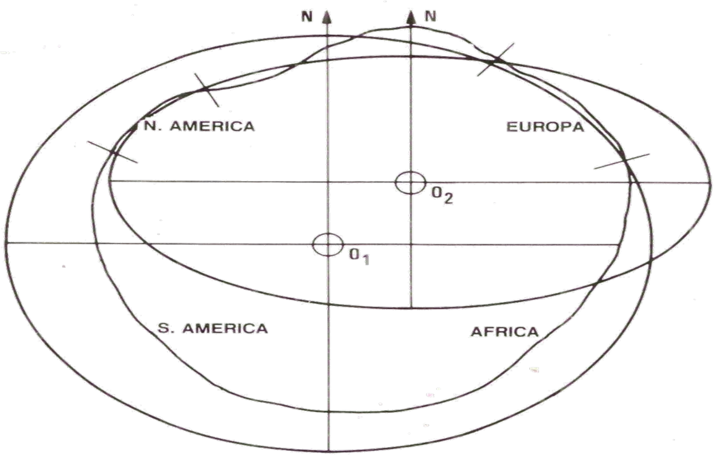
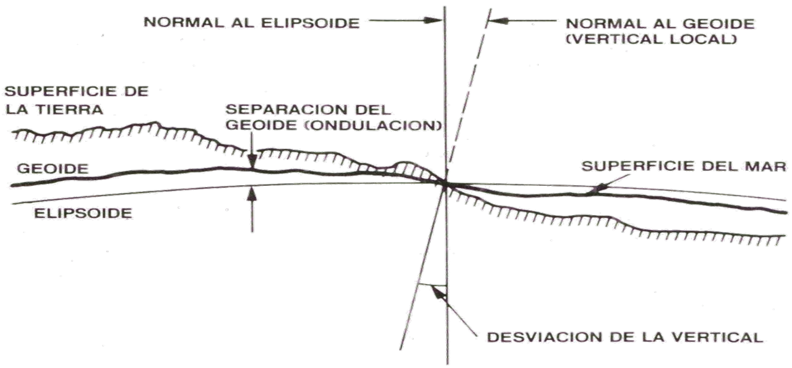


Figura 2-8. El Geoide y Dos Elipsoides

- LA SEGUNDA FIGURA REPRESENTA LAS TRES SUPERFICIES DE REFERENCIA:
  - LA TOPOGRAFIA
  - EL GEOIDE
  - EL ELIPSOIDE



SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRAFICOS

- LA ELIPSE MERIDIANA

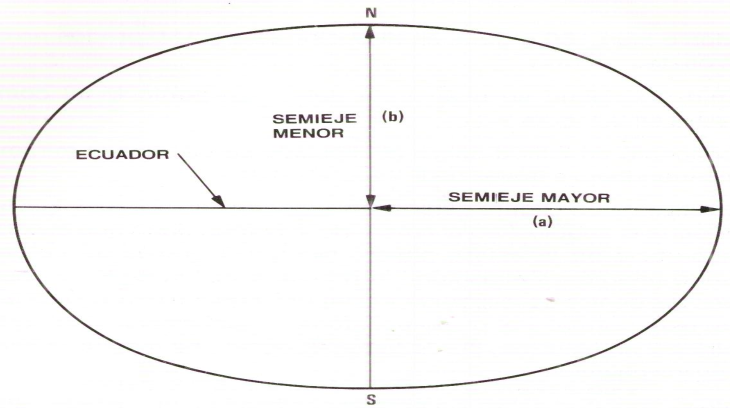
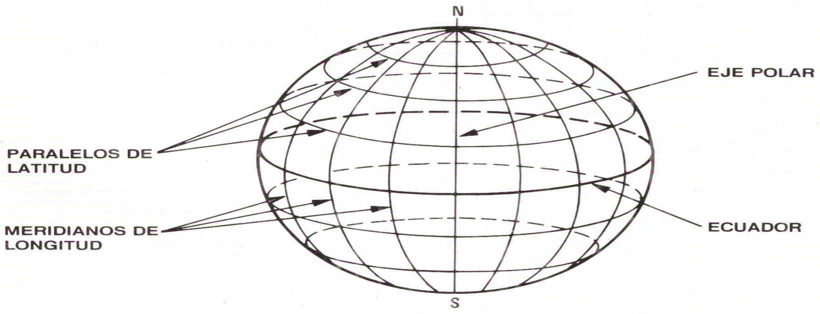
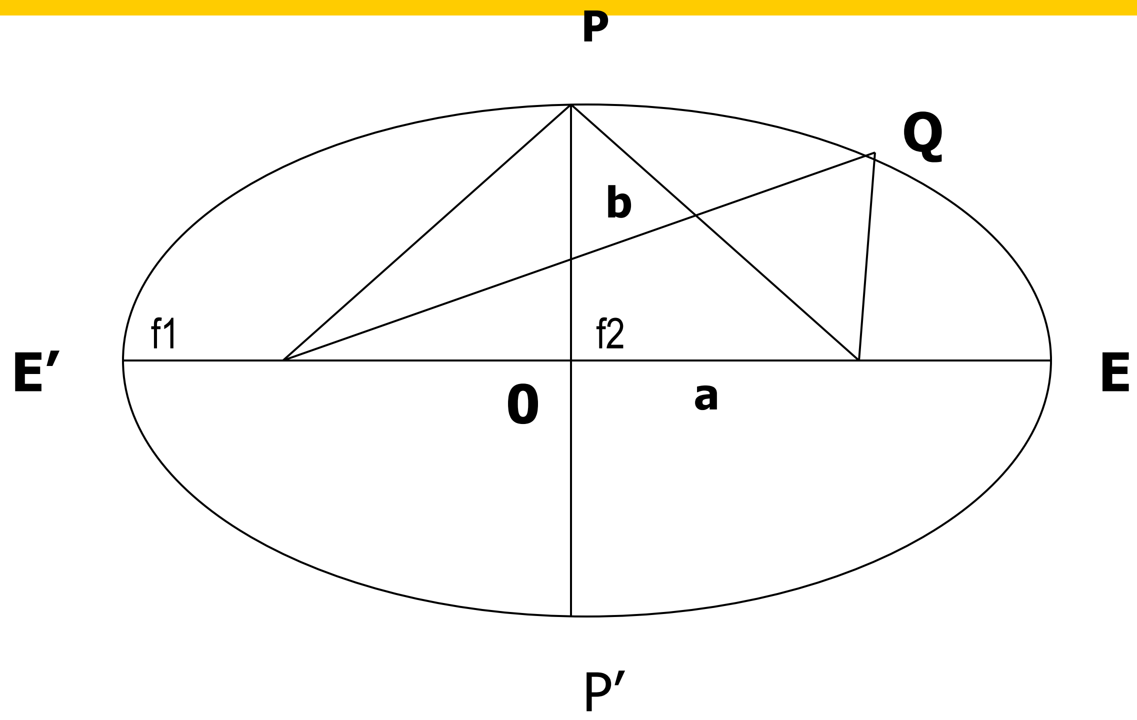


Figura 2-10. La Elipse Meridiana

- SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRAFICAS



PARAMETROS DE LA ELIPSE



0 E = radio ecuatorial = a

0 P = radio polar = b

$$f1P + Pf2 = 2a$$

$$f1Q + Qf2 = 2a$$

$$f1E + Ef2 = 2a$$

PARAMETROS DE LA ELIPSE

- NOMENCLATURA:

e^2 = Primera excentricidad de la elipse

e'^2 = Segunda excentricidad de la elipse

a = Radio ecuatorial de la elipse

b = Radio Polar de la Elipse

f = Achatamiento Polar

f1, f2 = Focos de la Elipse

0 = Centro de la elipse

P = Polo de la Elipse

E,E' = Línea del ecuador de la elipse

P,P' = Eje polar de rotación de la elipse

PARAMETROS DE LA ELIPSE

$$f = \frac{a-b}{a} \quad \therefore \mathrm{f} = 1 - \frac{\mathrm{b}}{\mathrm{a}} \Rightarrow 1 - \mathrm{f} = \frac{\mathrm{b}}{\mathrm{a}}$$

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \therefore e^2 = 1 - \frac{b^2}{a^2} \Rightarrow 1 - \mathrm{e}^2 = \frac{\mathrm{b}^2}{a^2}$$

$$\mathrm{a}^2 * (1 - e^2) = b^2 :$$

$$\mathrm{e}'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$$

PARAMETROS DEL ELIPSOIDE

$$1 - f = \frac{b}{a} \quad : \quad \mathbf{1 - e^2} = \frac{b^2}{a^2}$$

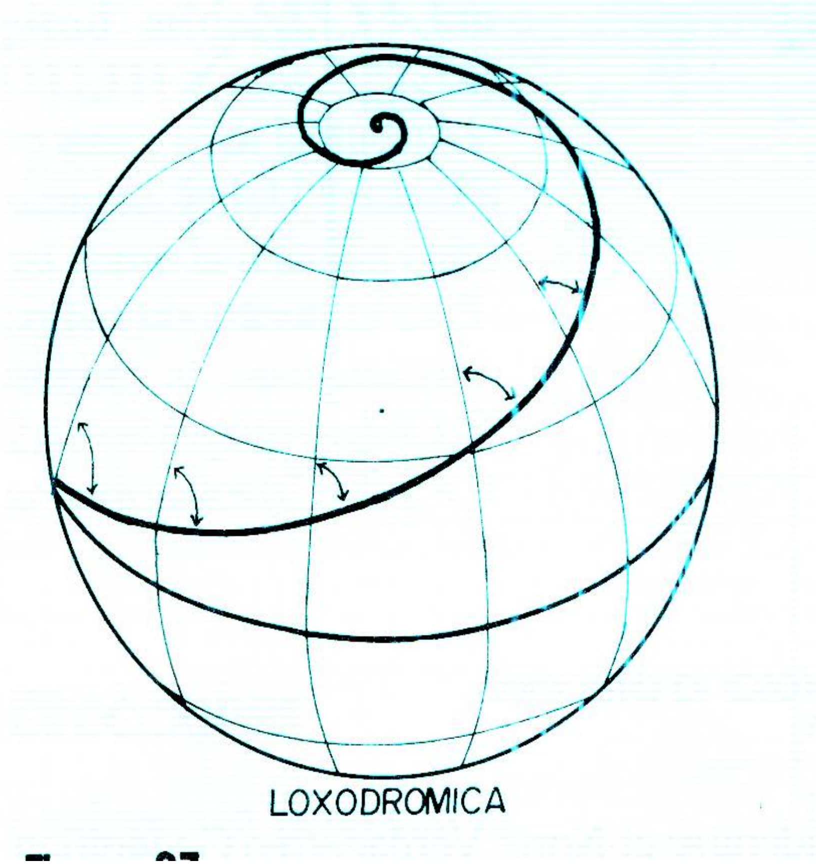
$$(1 - f)^2 = \frac{b^2}{a^2} \quad : \quad \mathbf{1 - e^2} = \frac{b^2}{a^2} \quad \therefore \quad \mathbf{(1 - f)^2} = 1 - e^2$$

$$1 - 2f + f^2 = 1 - e^2 \quad \therefore \quad \mathbf{e^2} = 2f - f^2$$

LINEAS SOBRE LA ESFERA LOXODROMICA

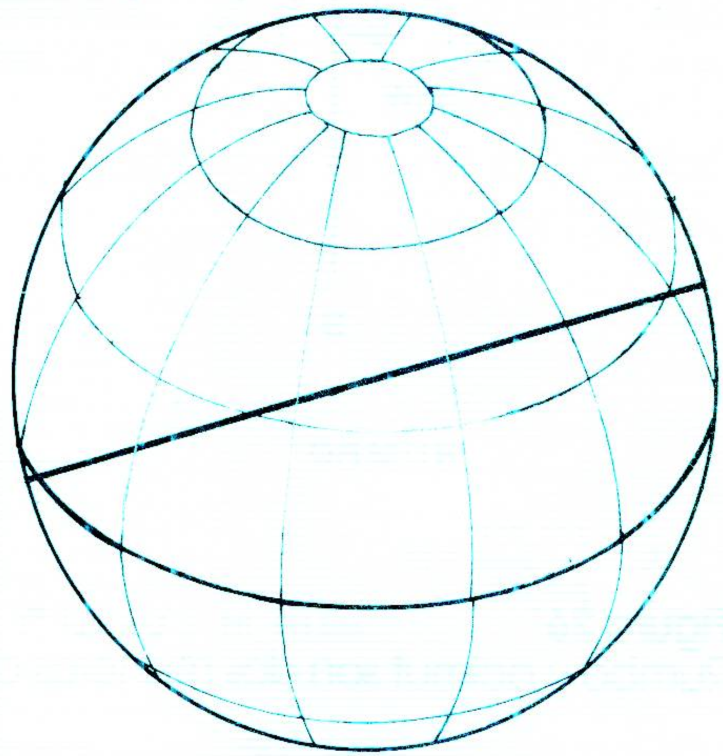
- Si la dirección de un recorrido sobre la esfera debiera seguir un rumbo determinado, el móvil deberá interceptar a los meridianos con un mismo ángulo, en la figura se aprecia el recorrido de un móvil con una dirección noreste, con un ángulo de 45º. En la figura se puede apreciar que el recorrido corresponderá a una espiral que se acerca al polo.

- Esta recta que mantiene constante los ángulos de intersección se denomina **LOXODROMICA**



LINEAS SOBRE LA ESFERA ORTODROMICA

- La línea que describe la distancia menor corresponde es la que corresponde al recorrido de un **circulo máximo**
- **El círculo máximo**, no mantiene constante los ángulos de intersección con los meridianos.
- La línea que describe la menor distancia entre dos puntos es denominada la **ORTODROMICA.**



ORTODROMICA

LA ESCALA

CLASIFICACION DE LAS PROYECCIONES

LA ESCALA

- La representación cartográfica lleva implícita la reducción de la realidad.
- Para el uso de la cartografía es necesario conocer la relación exacta que existe entre la representación y el terreno, ed decir entre el modelo y la realidad

- La relación matemática entre el modelo y la realidad se conoce como la **ESCALA.**

- Definir una escala cartográfica puede hacerse mediante la utilización del concepto de relación matemática que existe entre la dimensión del terreno en la realidad y su representación en el papel.

  Puede también considerarse el concepto de considerar el número de veces que la realidad ha sido reducida

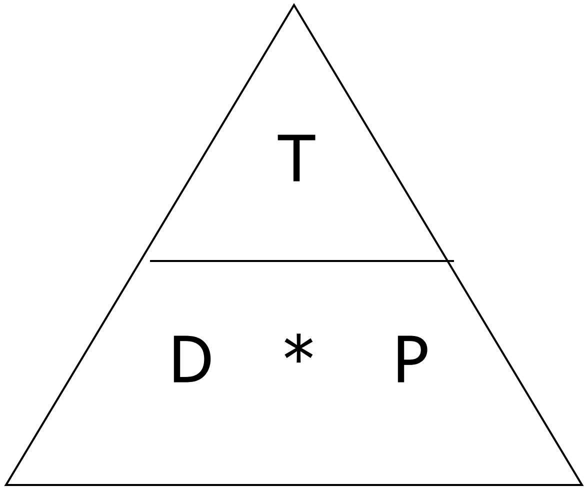
RELACIONES DE PROPORCION

- Se puede considerar que existe una relación lineal entre una distancia en el terreno y su representación en una carta o plano.
- Las relaciones básicas que se pueden considerar son:

$$\frac{1}{D} = \frac{P}{T}$$

ESCALA

- D = Denominador de la Escala
- P = Dimensión en el Papel o Carta
- T = Dimensión en el Terreno



ESCALA

- De acuerdo a su grado de reducción las escalas puede considerarse el siguiente nivel de reducción:
- Criterio IPGH (Instituto Panamericano de Historia y Geografía)
  - Escalas Grandes : 1/ ... A 1/ 25.000
  - Escalas Medianas: 1/ 25.000 a 1/ 250.000
  - Escalas Pequeñas :1/250.000 y mayores

A mayor reducción la cifra del denominador es más alta :

Una escala 1:5.000 es mayor que una escala 1:50.000.

En el caso de la escala 1/5.000, la realidad ha sido reducida 5.000 veces

TIPOS DE ESCALA

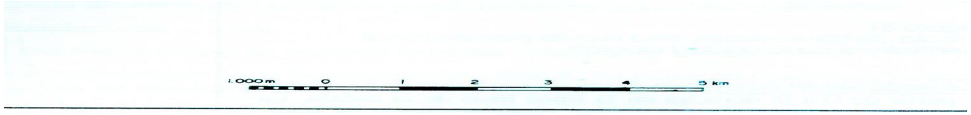
- LA ESCALA NUMERICA:

Se expresa en forma de razón matemática. Expresa una relación de magnitudes, mediante la fórmula siguiente:

$$\frac{1}{D} = \frac{P}{T}$$

- LA ESCALA GRAFICA SIMPLE:

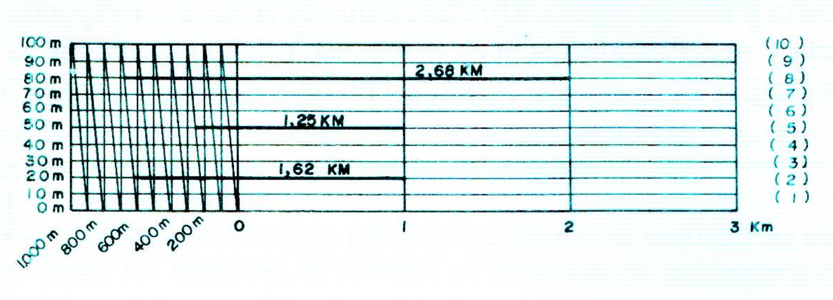
Se expresa en forma de una barra graduada. Cada tramo de la barra corresponde a la dimensión en la carta y su correspondiente en la realidad, expresada por la unidad seleccionada:



TIPOS DE ESCALA

- ESCALA GRAFICA DE TRANSVERSALES

  Está basada en el mismo sistema que la escala gráfica simple, pero se agrega una escala transversal que permite una mayor precisión en las mediciones:



- ESCALA AREAL:

  Si bien las escalas se aplican a las relaciones de dimensiones lineales, en algunos casos se aplican a la medida de superficies.

  Una forma práctica de expresar una escala areal es por unidades de centímetros por kilómetros.

EJERCICIOS DE ESCALA

- 1. ¿ A qué distancia (en línea recta) se encuentran las ciudades de Rancagua y San Fernando, si en una carta 1/1.500.000 están representadas a 3,5 centímetros:

R.- Usamos la relación de proporcionalidad de escala 1/D = P/T

P = 3,5 cm. D =1. 500.000 T = ?.

El Triangulo de relación nos indica que T = P * D, luego tendremos:

T = 3,5 * 1.500.000 => T = 52,5 kilómetros

- 2. ¿ Qué ancho tiene una calle, que una carta 1/ 4.000, está representada por una línea de 2 mm. De grosor?

R.- D = 4000 P = 2 mm. T = P * D => T = 2 * 4.000

T = 8.000 mm. => T = 8 metros

EJERCICIOS DE ESCALA

- 3. ¿ A Cuántos centímetros. Quedan representadas en una carta 1/250.000 las ciudades de Calama y Chuquicamata, si ellas distan 15 Km. en la realidad?

R.- P= ? D = 250.000 T = 15 km. = 15.000 metros= 15.000.000 mm

T = P* D => P = T/D

P = 15.000.000/250.000 => P = 1.500/25 **P=60 mm. = 6 cm.**

∴

- 4. Cerca de la latitud de la ciudad de Antofagasta, Chile 360 km. de ancho. ¿ A cuántos cm. Equivale esta medida si el país se representa en una escala 1/ 500.000?

R.- T = 360 km.= 360.000m. = 36.000.000 cm. D=500.000 P = ?

P=T/D => P= 36.000.000 cm./500.000, luego se tendrá que:

P = 360 /5 => **P = 7, 2 cm.**

EJERCICIOS DE ESCALA

- 5.- ¿ Qué escala tiene una carta si los 4.900 km. que existen entre Santiago y Caracas (en línea recta) están representados por 28 cm.

R.- P = 28 cm. T = 4.000 km. D= ?

T=P * D => D = T/P => D = 400.000.000 cm./28 cm.

Escala = 1/ 17.500.000

- **6.-** La línea del ecuador terrestre mide 40.000 km.; si en un planisferio está representada en 80 cm. ¿qué escala tiene la carta?

T = 40.000. Km = 40.000.000 m. = 4.000.000.000 cm P= 80 cm.

D= 4.000.000.000 cm/80 cm **Escala = 1/ 50.000.000**

EJERCICIOS DE ESCALA

- 7.- En una escala gráfica, 1 cm. Representa 2 km. Exprese la escala en forma numérica.

R.- P=1 cm. T = 2km. =2.000 m. = 200.000 cm

T=P*D => D=200.000 cm./1 cm. , **la Escala = 1/200.000**

- **8.-** Exprese en forma gráfica la escala 1/25.000.000
  - **Una posible solución:**

R.- a) El cuerpo de la escala dividida en centímetros:

cada centímetro tiene un valor de 250 Km.,

b) La cola se divide en 10 partes:

cada parte (1 milímetro) tiene un valor de 25 Km.

EJERCICIOS DE ESCALA

- 9.- Si una carta 1/50.000 se reduce a su quinta parte, ¿Cuál es su escala resultante?.

R.- reducción =1/5 D =50.000

$$E = \frac{1}{D} \therefore \frac{\mathrm{E}}{5} = \frac{1}{\mathrm{D}*5} \therefore \text{, la escala resultante sera :}$$

$$\mathrm{E} = \frac{1}{50.000*5} \therefore E = \frac{1}{250.000}$$

- 10.- Si una carta 1/3.000.000 se amplia al doble. ¿cuál es la escala resultante?

R.-

$$\mathrm{E} = \frac{1}{\mathrm{D}} \text{ si } \mathrm{E}*2 = \frac{1}{\mathrm{D}}*2 \therefore$$

$$E = \frac{2*1}{D} \Longrightarrow E = \frac{2*1}{3.000.000}$$

$$E = \frac{1}{1.500.000}$$

EJERCICIOS DE ESCALA

- 11.- ¿ Cuánto mide en la realidad un rectángulo de 6 cm. Por 8 cm. De lado, representado en una carta 1/ 50.000 ?

R.- a) P =6 cm. D = 50.000 T=P*D => T=6*50.000 =300.000 cm.

T = 3.000 metros

b) P= 8 cm. D=50.000 T=P*D => T= 8*50.000 =400.000 cm.

T= 4.000 metros

- **12.-** En una carta 1/ 2.000.000, la Región Metropolitana de Santiago está representada en 39,5 cm^2 . ¿ Cuál es su superficie en la realidad?

R.- 1 cm. = 2.000.000 cm = 20.000 m. = 20 km.

1 cm^2 = 400 km^2

39,5 cm^2 * 400 km^2 = 15.800 km^2

EJERCICIOS DE ESCALA

- 13.- ¿ En cuántos cm^2 queda representada la Isla de Pascua en una carta 1/ 50.000, si su superficie es de 165 $Km.^2$?

R.- 1 cm = 50.000 cm = 500 metros = 0,5 km

$1\ cm^2 = 0{,}25\ km^2$

$165 / 0{,}25 = 660\ cm^2$

- 14.- ¿ Qué escala tiene una carta, si Uruguay, cuya superficie es de 178.000 km^2 , está representado en 111,25 cm^2?

R.-

$$\sqrt{111{,}25} = 10{,}55cm$$

$$\sqrt{178000} = 421{,}9005\ \text{km.}$$

EJERCICIOS DE ESCALA

- 10,55 cm. = 421,9005 km.

T =P*D

P= 10,55 cm   T= 421,9005 km   D = T/P

D = 42.190.050 cm/10,55 cm

D = 3.999056,872

E = 1/ 4.000.000

EJERCICIOS DE ESCALA

- 15.- La hoja de una carta 1/ 50.000 mide 80 cm. De largo por 60 cm de ancho (4.800 cm^2). Si la carta se transforma a escala 1/250.000, ¿De qué tamaño queda la hoja?.

R.- a) P_L= 80 cm. D= 50.000 T= 80*50.000 = 4.000.000 cm.

P_A= 60 cm. D= 50.000 T= 60*50.000 = 3.000.000 cm.

T_L= 40 km. T_A = 30 km.

b) T_L = 40 km. D = 250.000 P = 40/250.000 = 0,00016 km.

P_L = 0,16 m = 16 cm.

T_A = 30 km. D = 250.000 P = 30/250.000 = 0,00012 km.

P_A = 0,12 m. = 12 cm.

Superficie = 12 cm * 16 cm = 192 cm^2

PROYECCIONES CARTOGRAFICAS

- La Proyección Cartográfica es la representación de paralelos y meridianos en un plano

- Las dimensiones de las coordenadas, las distancias, los ángulos entre paralelos y meridianos, las áreas que estas encierran y las direcciones son posibles de traspasar al plano, pero nunca en una misma proyección.

- La limitación de las proyecciones respecto a representar conjuntamente todas las cualidades de la realidad, es proporcional al área representada.

CLASIFICACION DE LAS PROYECCIONES

- La clasificación de las proyecciones se puede realizar de acuerdo al siguiente criterio:
- CUALIDAD
- SUPERFICIE AUXILIAR DE PROYECCION
- TANGENCIA DE LA SUPERFICIE DE PROYECCION
- PUNTO DE VISTA DE LA PROYECCION
- CONSTRUCCION GEOMETRICA O MODIFICACION

1. CUALIDAD

- Las cualidades de la red de coordenadas del globo que pueden reproducirse en las proyecciones son cuatro :

- LAS FORMAS O ANGULOS
- LAS AREAS
- LAS DISTANCIAS
- EL AZIMUT

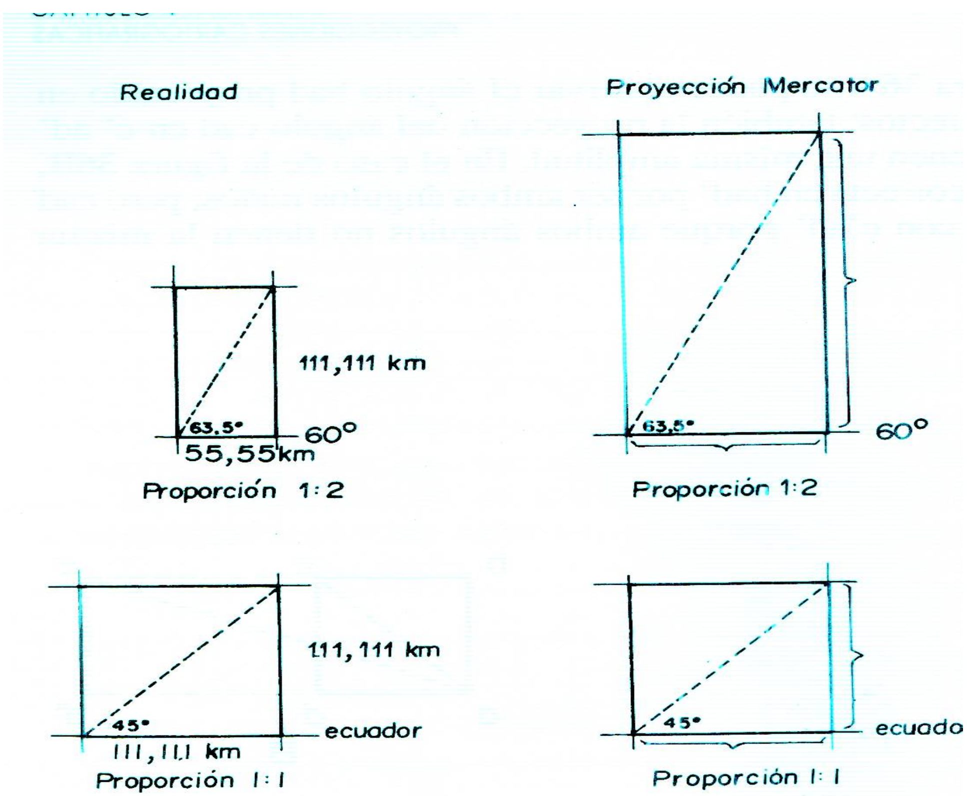
Las proyecciones de acuerdo a la CUALIDAD representada, se clasifican en:

- CONFORMES
- EQUIVALENTES
- EQUIDISTANTES

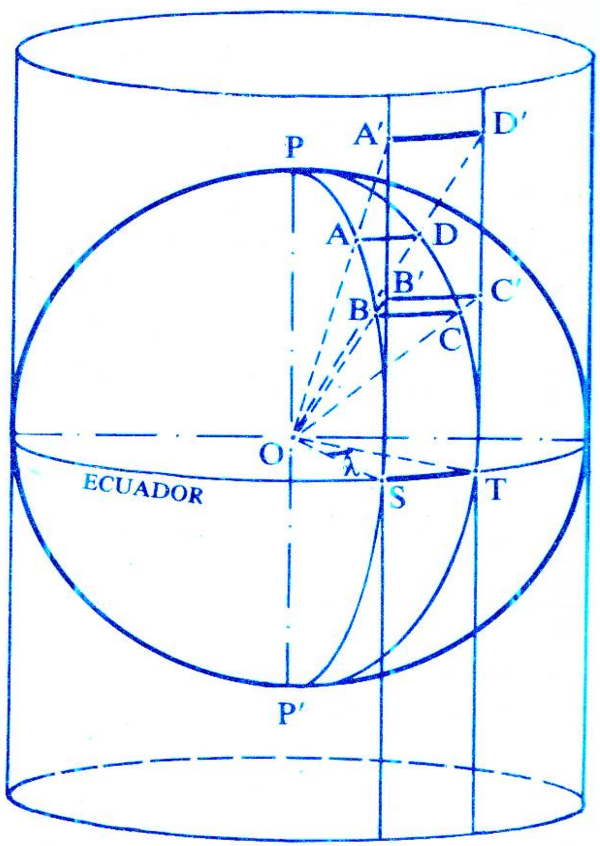
1.1.-PROYECCIONES CONFORMES

- Representan correctamente la forma manteniendo los correspondientes ángulos entre las coordenadas.
- A pesar que una superficie curva nunca podrá representarse de manera perfecta en un plano, estas proyecciones guardan ciertas relaciones matemáticas que pueden considerarse casi precisas en este aspecto.
- Para que una proyección sea conforme deberá conservar la correcta relación de todos los ángulos generados por los meridianos y paralelos
- La proyección MERCATOR es un buen ejemplo de proyección conforme, la cual representa a los meridianos y paralelos como líneas rectas, paralelas entre si. Para mantener los ángulos correctos y por tanto la forma, la proyección mantiene los meridianos equidistantes y varía la distancia de los paralelos, con el fin de conservar correctamente la relación entre los meridianos y cada uno de los paralelos.

En la proyección MERCATOR, los meridianos mantienen entre ellos una distancia constante, de tal modo que los paralelos deben separarse progresivamente, a fin de mantener correctamente la relación de una magnitud entre las coordenadas como también los ángulos generados por ellas



En todos los desarrollos cilíndricos, en éste los meridianos y paralelos vienen representados por rectas paralelas entre sí, pero aquí con la condición de ser conforme la representación

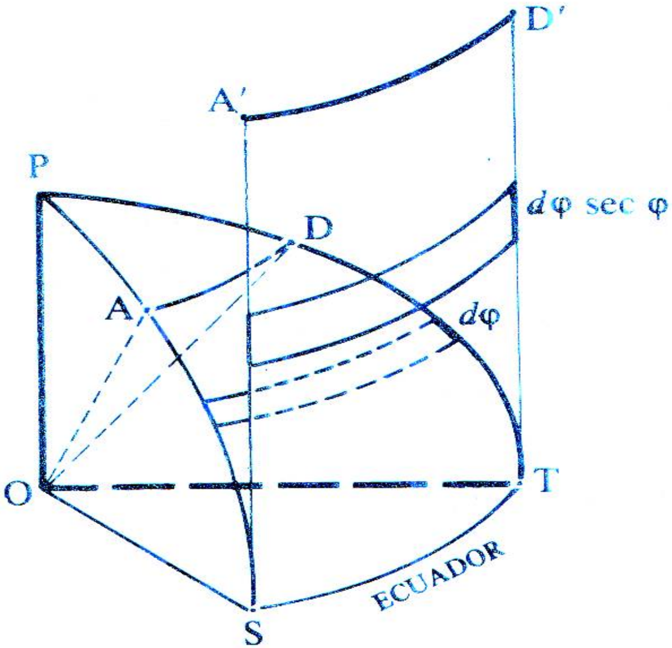


$AD = N \cdot \cos \varphi \cdot \Delta\lambda$

$A'D' = AD \cdot SEC\ \varphi$

$A'B' = d\varphi \cdot \sec \varphi$

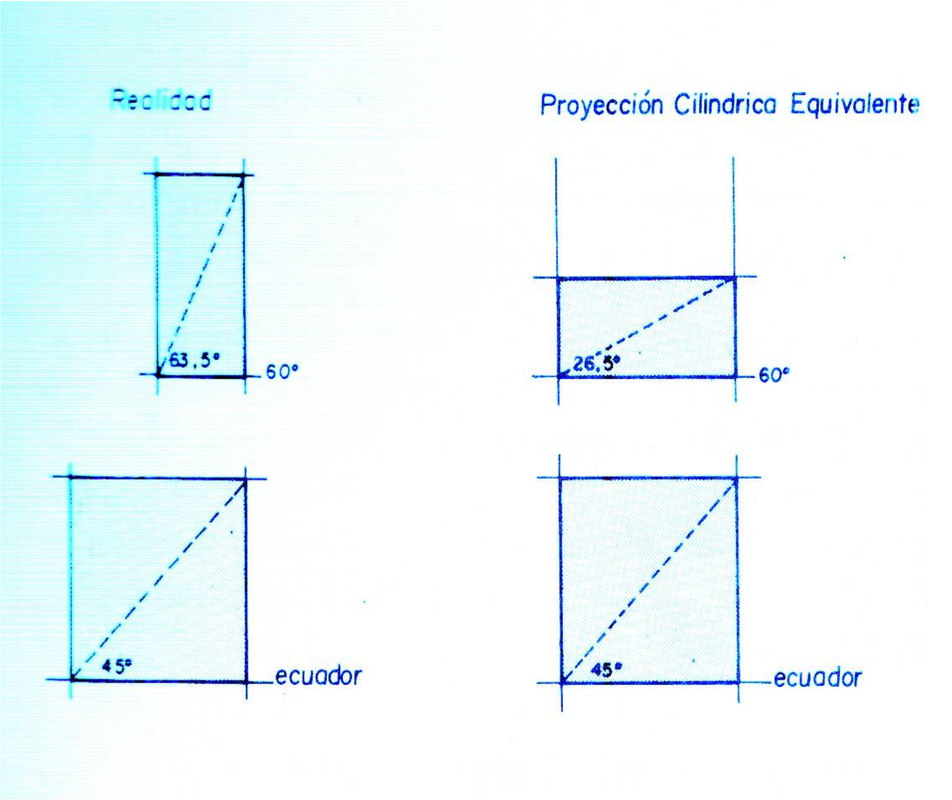
$AB = \int M \cdot d\varphi$


D′
A′
P
$d\varphi$ sec φ
D
A
$d\varphi$
O
T
ECUADOR
S

1.2.-PROYECCIONES EQUIVALENTES O EQUIAREAS

- Estas proyecciones conservan correctamente las áreas o superficies. A la inversa de lo que ocurre con las proyecciones conformes, éstas logran reproducir con exactitud las áreas
- No conservan los ángulos distorsionando las formas
- En este tipo de proyección, un área puede ser, por ejemplo un cuadrado, aparecerá en la proyección como un rectángulo u otra figura geométrica. Para la proyección es lo mismo un cuadrado de 4*4 que un rectángulo de 2*8, en ambos casos la superficie es 16.
- Un ejemplo de este tipo de proyección es la CILINDRICA EQUIVALENTE, la cual mantiene meridianos y paralelos como líneas rectas y paralelas entre sí. Para conservar correctamente las áreas, los paralelos deben acercarse entre sí a fin de reproducir la disminución que se produce en las áreas a medida que se alejan del ecuador.
- En geografía son útiles dado su capacidad de mostrar la correcta proporción de las superficies del globo.

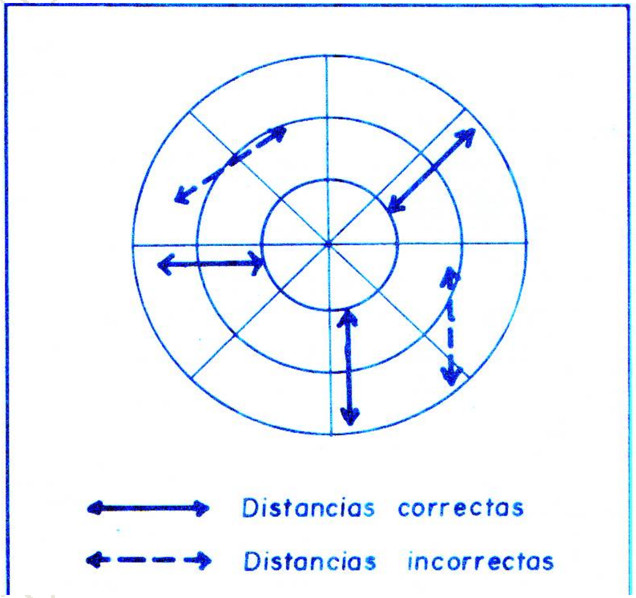
En la realidad los meridianos se van acercando entre si, en la medida que se alejan del ecuador, en tanto los paralelos son siempre equidistantes. De este modo las áreas disminuyen. La proyección mantiene las áreas variando la distancia entre los paralelos. Se puede apreciar que las áreas guardan una directa relación entre la realidad y la proyeción; sin embargo, los ángulos se distorsionan.

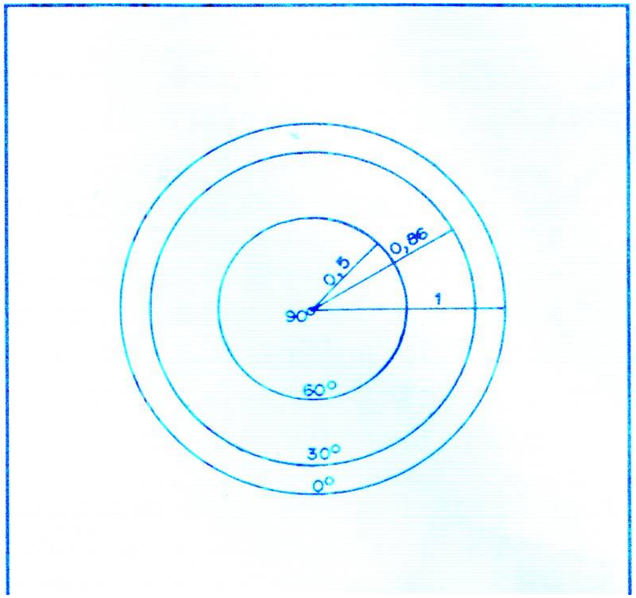


1.3.-PROYECCIONES EQUIDISTANTES

- Son las proyecciones que muestran las distancias correctas. Es imposible lograr que una proyección mantenga en toda su extensión las distancias correctas, lo que implicaría que su escala fuera constante en todas direcciones
- En la proyección esta cualidad sólo se logra parcialmente, es decir, se podrá representar correctamente las distancias en una determinada dirección.
- Estas proyecciones normalmente permiten la medición correcta de distancias a partir de su centro, radialmente hacia el exterior.
- El centro de la proyección será el punto de interés del mapa, a partir del cual se miden las distancias.
- Un ejemplo de este tipo de proyección es la POLAR EQUIDISTANTE, en ella uno de los polos terrestre es el punto central, los paralelos son círculos concéntricos equidistantes y los meridianos son líneas rectas que convergen al polo.

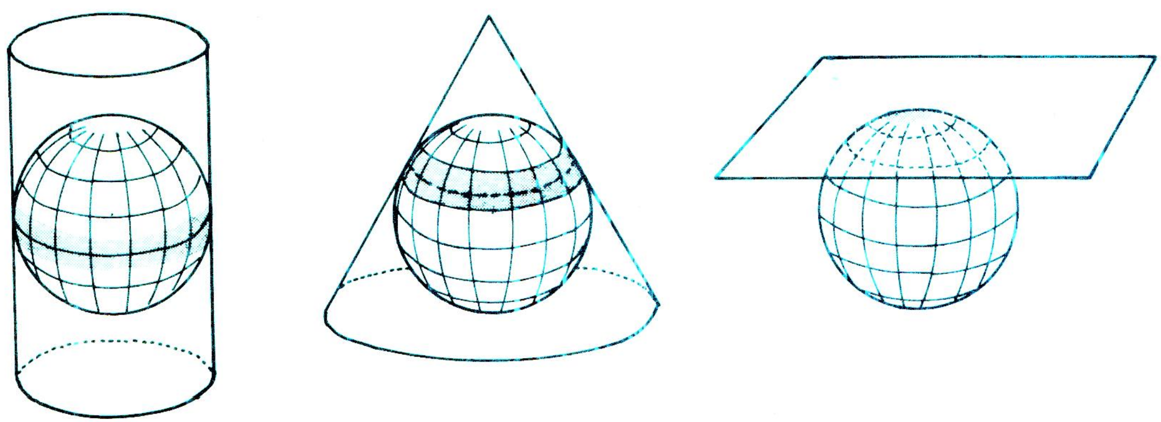
- Si los paralelos se construyen con radios proporcionales a la realidad, en el plano no pueden representarse como circunferencias equidistantes.
- Radio ecuador R=1
- Radio paralelo 30º = 1*cos 30º = 0,86
- Radio paralelo 60º = 1*cos 60º = 0,50





2.- SUPERFICIE AUXILIAR DE PROYECCION

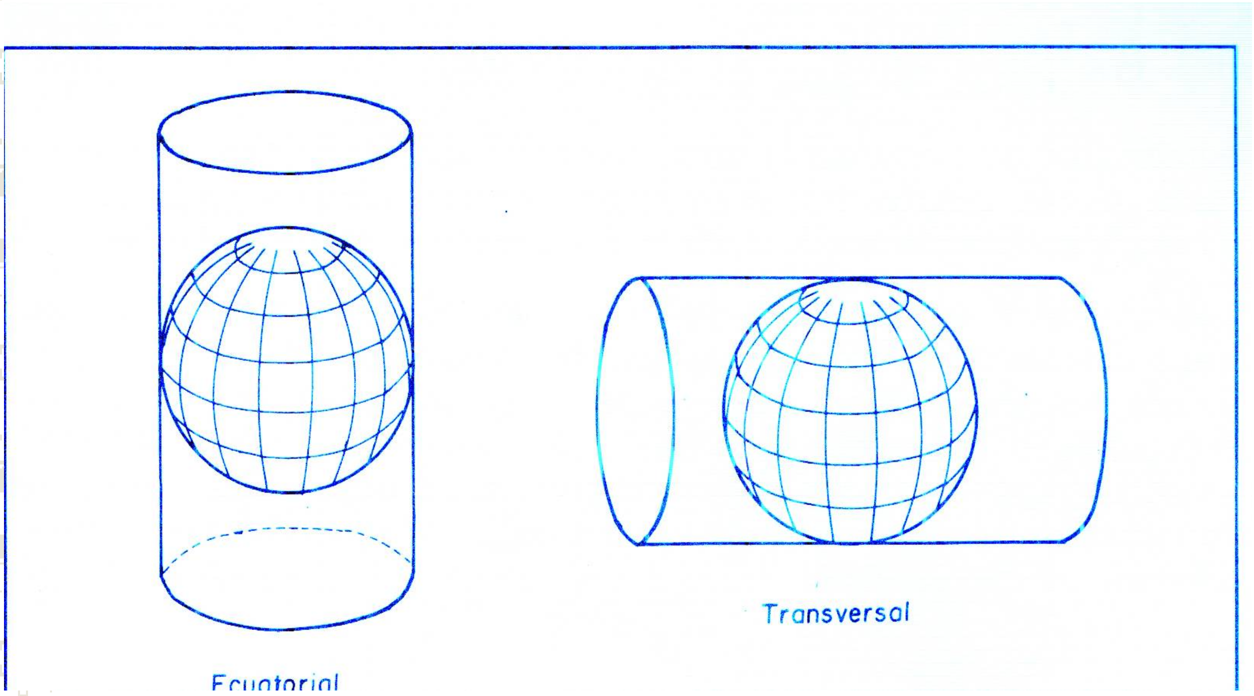
- La necesidad de transformar la red de coordenadas de la superficie esférica a un plano, permite diferentes tipos de construcción según se use un plano directamente o superficies desarrollables en:
- PLANO
- CILINDRO
- CONO



CILINDRICA CONICA PLANA

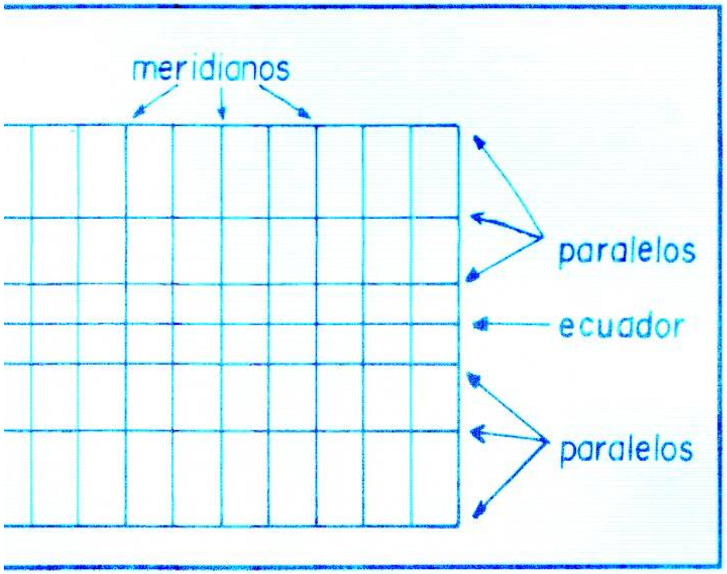
2.1.- PROYECCIONES CILINDRICAS

- Son aquellas proyecciones construidas en base a un cilindro que circunscribe al globo
- Dado por definición que el cilindro es tangente a un círculo máximo, las proyecciones de esta naturaleza pueden ser:
  - ECUATORIALES, cuando el cilindro es tangente a la línea ecuatorial
  - TRANSVERSALES, cuando la superficie auxiliar es tangente a un meridiano



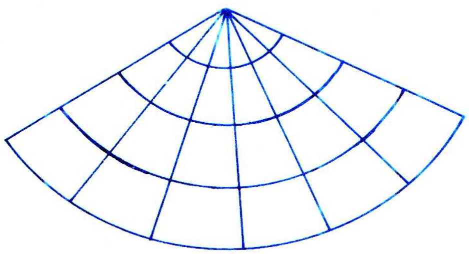
Desarrollo de la proyección cilíndrica. Su característica general es que los paralelos y meridianos son líneas rectas y paralelas entre sí

- En este tipo de proyección, por ser el ecuador la circunferencia tangente a la superficie auxiliar, la línea ecuatorial no tendrá distorsiones, pero éstas aumentarán a partir de ella hacia los polos.

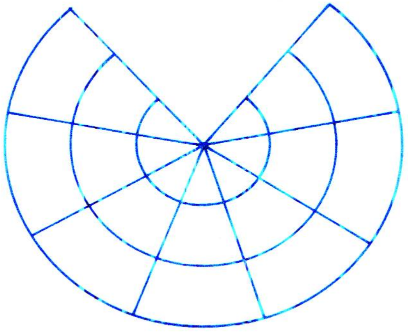


2.2.- PROYECCIONES CONICAS

- Son aquellas proyecciones construidas en un cono que circunscribe al globo y tangente a un paralelo cualquiera.
- Al desarrollar el cono, los meridianos aparecen como rectas convergentes y con iguales ángulos entre sí; los paralelos son arcos de circunferencia concéntricos cuya distancia puede varias según el sistema de construcción.



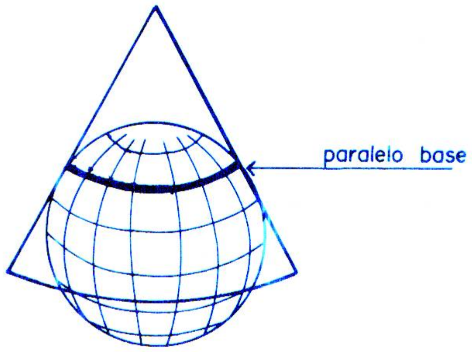
A



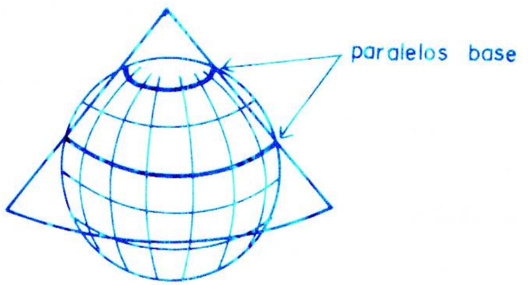
B

El paralelo tangente al cono, denominado paralelo base o estándar queda representado en su longitud real y las distorsiones se producen a partil de él. Algunas proyecciones cónicas usan utilizan dos paralelos base en cuyo caso el cono será secante al globo; tienen la ventaja de disminuir las deformaciones al tener dos paralelos representados con exactitud.

- Estas proyecciones son útiles para representar zonas de latitudes medianas que se extienden en sentido longitudinal



Cónica con un paralelo base

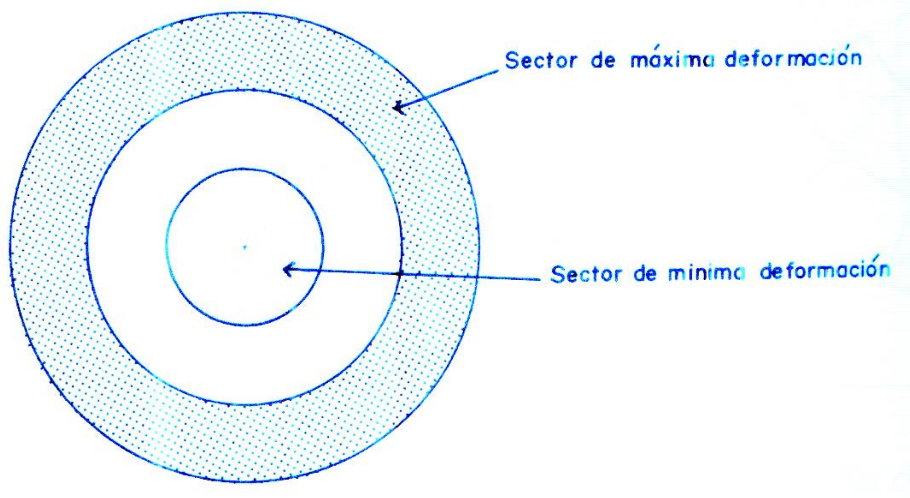


Cónica con dos paralelos base

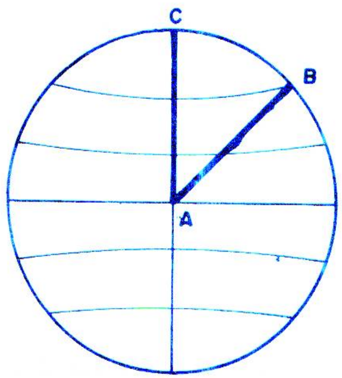
2.3.- PROYECCIONES PLANAS

- Son las proyecciones construidas sobre un plano tangente al globo
- Las proyecciones planas son tangentes sólo a un punto y a partir de este aumentan las deformaciones hacia el exterior de la proyección
- La escala sufre variaciones radialmente desde el centro
- Una característica de este tipo de proyección, en todas las variaciones que ella tiene, es presentar como líneas rectas todos los círculos máximos que pasan por el centro de la proyección
- Otra característica que las hace reconocible es su contorno circular; salvo una excepción, todas presentan una circunferencia como línea exterior.
- Las proyecciones planas se denominan también acimutales por su propiedad de representar correctamente el acimut o ángulo referido a la dirección de un punto en relación a otro.

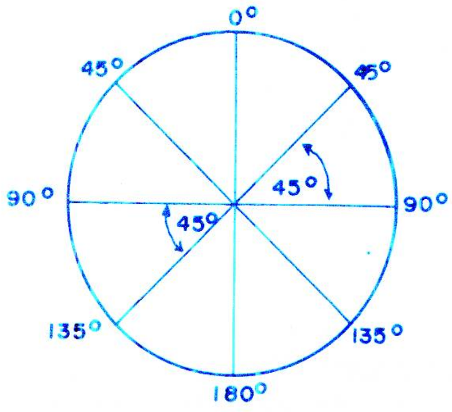
El punto de tangencia determina el sector de mínima distorsión. En las proyecciones planas las deformaciones aumentan radialmente hacia el exterior



En A el ángulo formado por AC (meridiano central) y AB es correcto. En la realidad AC y AB son arcos de círculos máximos. En B; el punto central es el polo y las líneas rectas representan los meridianos. La proyección acimutal muestra correctamente los ángulos entre los meridianos, los cuales son círculos máximos.



A



B

3.- TANGENCIA DE LA SUPERFICIE DE PROYECCION

- El plano sobre el cual se proyecta puede ser tangente a cualquier punto del globo; las proyecciones planas o acimutales ofrecen una gran variedad de posibilidades a este respecto.
- Se clasifican de acuerdo a :
  - POLARES
  - ECUATORIALES
  - OBLICUAS

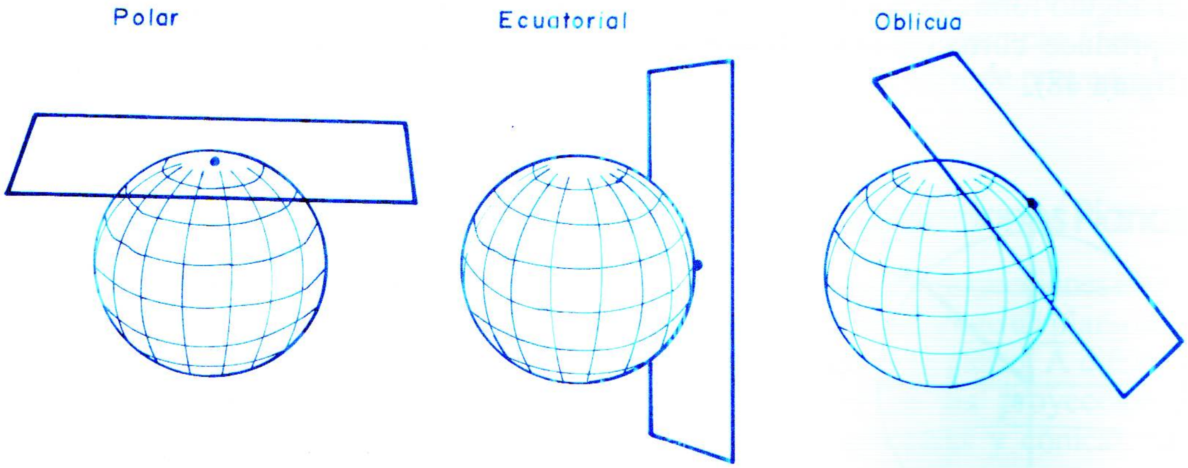
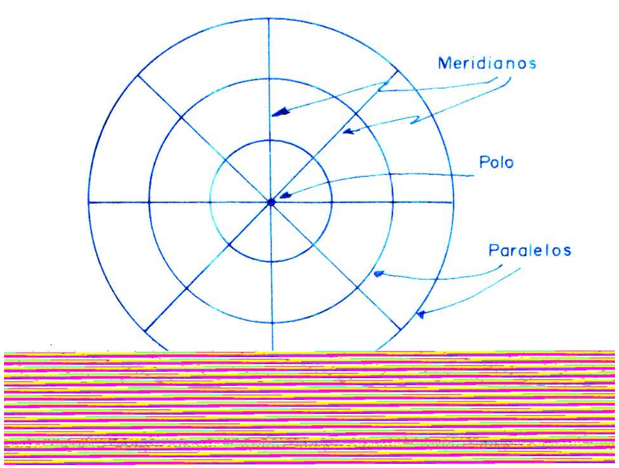


Figura 49

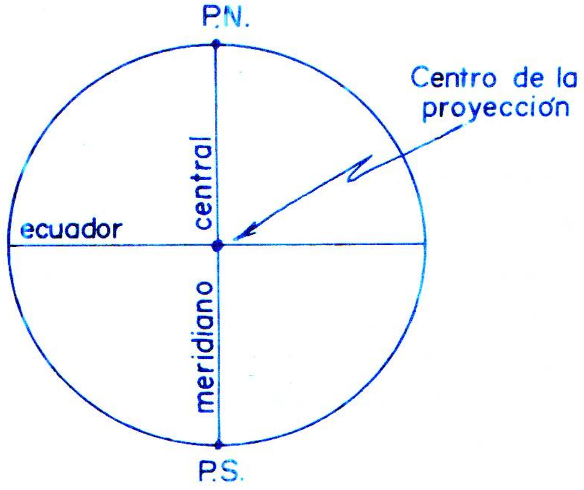
3.1.- POLARES

- Las polares se caracterizan por presentar uno de los polos como centro de la proyección
- Los meridianos son líneas rectas convergentes en el polo y los paralelos con circunferencias concéntricas.
- Estas proyecciones se utilizan para representar las zonas polares, aunque ellas son capaces de abarcar todo el hemisferio correspondiente.



3.2.- ECUATORIALES

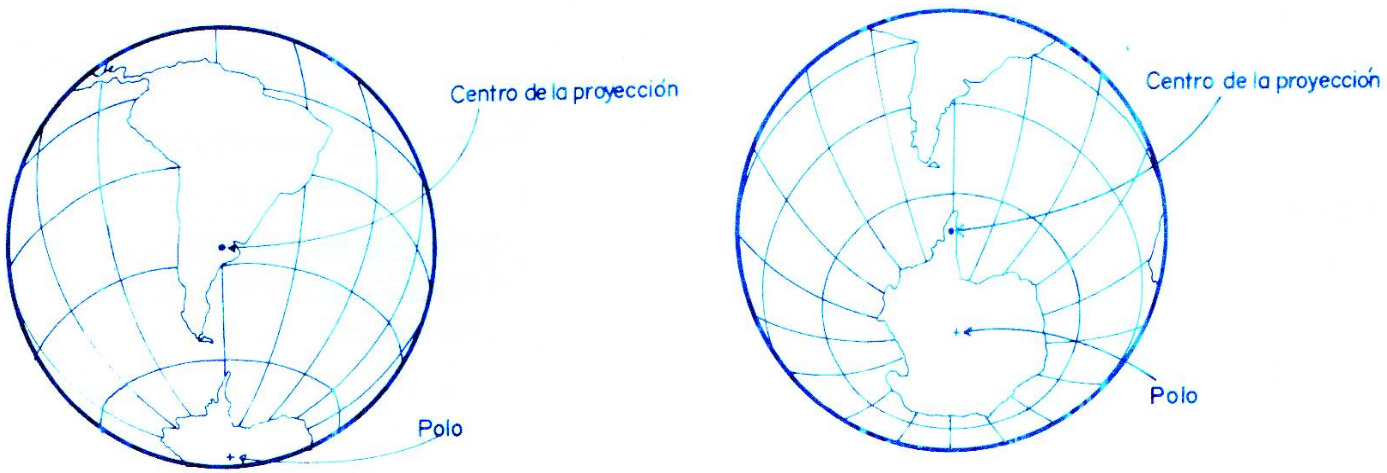
- Las ecuatoriales siempre presentan la línea ecuatorial y el meridiano central como líneas rectas; la intersección de ambos es el centro de la proyección
- Aparecen los dos polos representados en los extremos del meridiano central, los restantes meridianos y los paralelos toman distintas formas según sea el sistema de proyección; pueden ser rectos o curvos:
- Estas proyecciones se utilizan para representar sectores del globo ubicados en zonas de latitudes bajas y medias



3.3.- OBLICUAS

- Estas proyecciones se caracterizan por representar el globo como si estuviera mostrando un dibujo en perspectiva
- El centro de la proyección es un punto cualquiera entre el polo y el ecuador, por lo cual siempre aparecerá un solo polo
- La distancia del polo al centro de la proyección varía de acuerdo a la latitud elegida como punto central
- Sólo el meridiano central es recto; es el único circulo máximo que puede pasar por el centro de esta proyección.Desde el centro de la proyección se pueden medir direcciones
- Puede además ser una proyección oblicua equidistante, lo cual permite medir direcciones y distancias desde su centro.

En las proyecciones planas oblicuas, cualquier punto entre el ecuador y el polo puede ser el centro

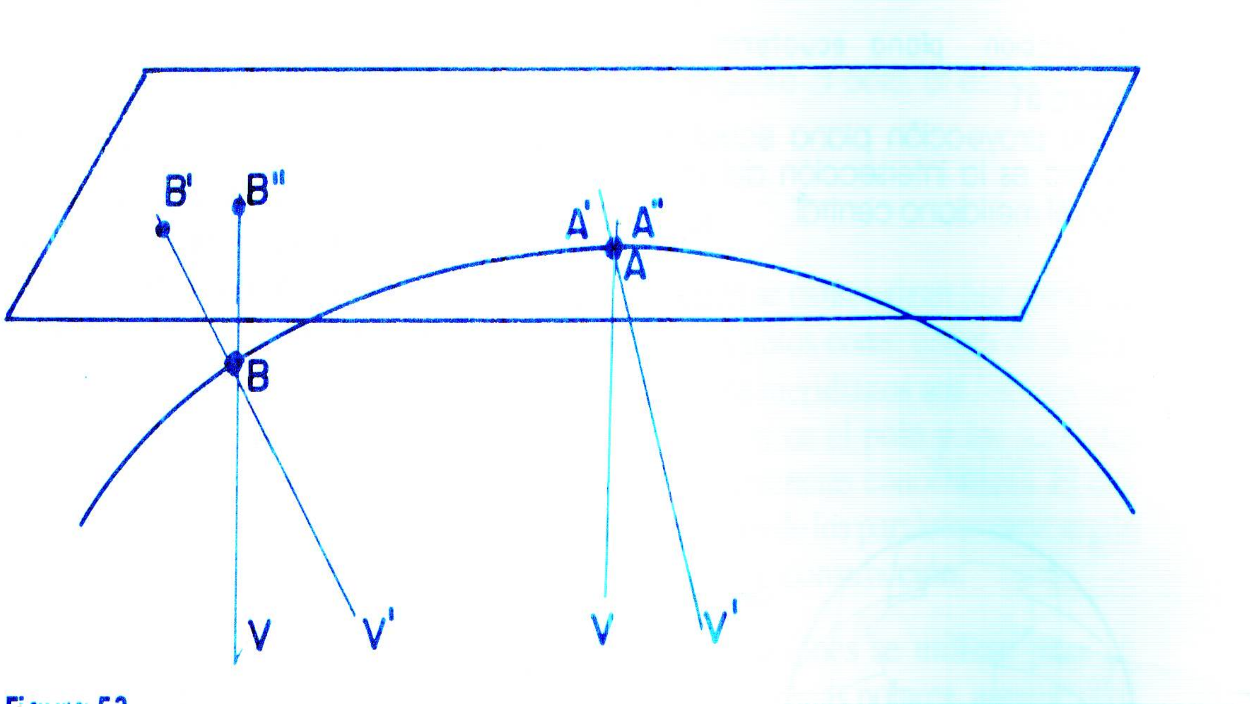


Proyección plana oblicua

4.- PUNTO DE VISTA DE LA PROYECCION

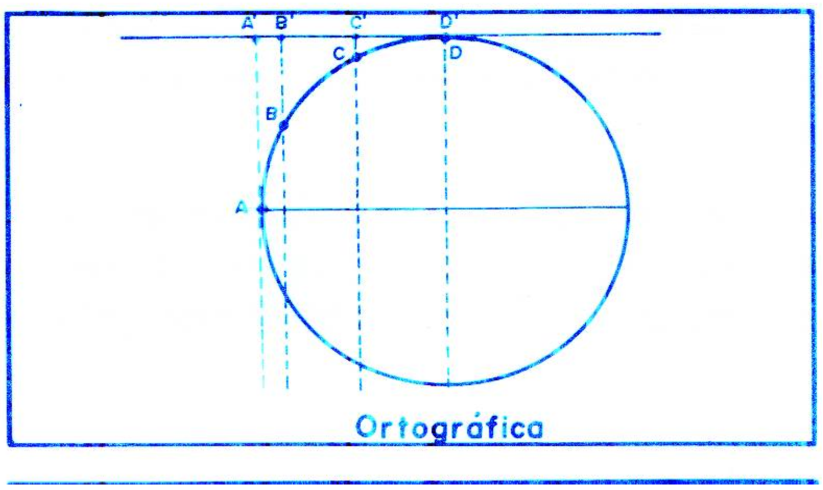
- El término proyectar significa en cartografía el traspaso de un punto del globo a un plano desde una perspectiva determinada
- Los puntos de vista más útiles para proyectar la esfera al plano son tres, los cuales dan origen a distintas proyecciones:
  - ORTOGRAFICA: el punto de vista esta en el infinito
  - ESTEREOGRAFICAS: el punto de vista es antípoda del lugar de tangencia del plano
  - GNOMONICAS: el punto de vista se ubica al centro de la esfera

El punto B quedará representado en el plano B’ o B’’ según sea el punto de vista de proyección V o V’. El punto A proyectado desde cualquier punto de vista, sea V o V’ quedará representado en el mismo lugar del plano, debido a que éste es tangente en A



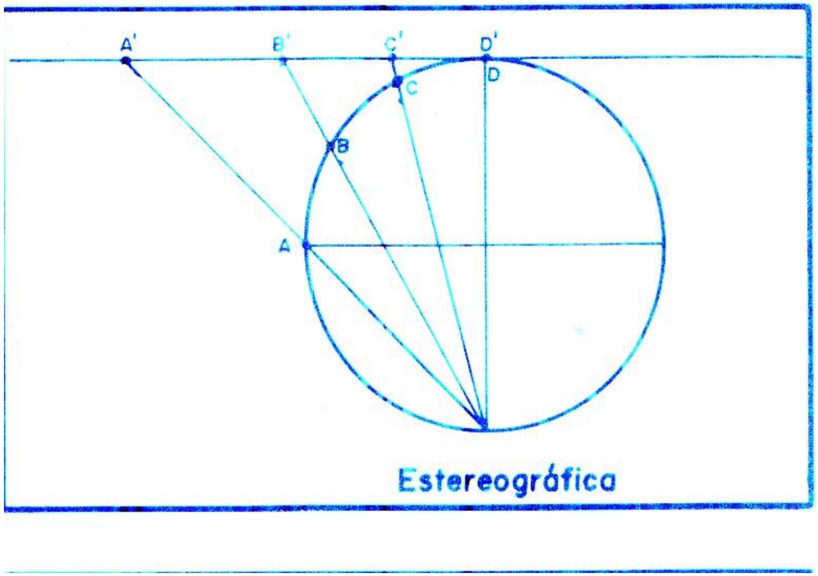
4.1.- ORTOGRAFICAS

- En las ortográficas, por ser proyectadas desde el infinito, todas las visuales son paralelas entre sí.
- Los puntos a proyectar (A,B,C,D) se acercan hacia el exterior al ser proyectados en el plano (A',B',C',D'), característica que las hace distintivas, sean polares, ecuatoriales u oblicuas



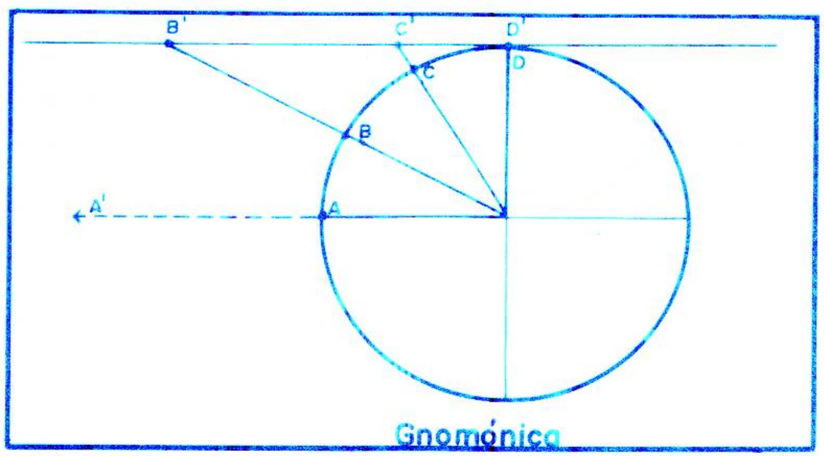
4.2.- ESTEREOGRAFICAS

- En estas proyecciones las visuales parten de un mismo punto, opuesto al lugar de tangencia del plano; los mismos puntos (A,B,C,D) proyectados bajo esta perspectiva, resultan en el plano con un distanciamiento creciente hacia el exterior.



4.3.- GNOMONICAS

- Las proyecciones gnomónicas, cuya perspectiva parte desde el centro de la esfera, también muestran los puntos proyectados con un distanciamiento creciente hacia el exterior
- El punto A no puede ser representado, porque el punto de vista lo lleva la infinito, la visual es paralela al plano de proyección.



PROYECCION UTM

- PROYECCION UTM
- TRANSFORMACION DE COORDENADAS GEOGRAFICAS A PLANAS
- TRANSFORMACION DE COORDENADAS PLANAS U.T.M. A GEOGRAFICAS
- CALCULO DE CONVERGENCIA Y FACTOR DE ESCALA
- CALCULO DEL FACTOR (t- T)
- CALCULO DE UNA POLIGONAL EN COORDENADAS UTM

PROYECCION U. T. M.

- La proyección Universal Transversal de Mercator (U.T.M.) es una proyección cilíndrica conforme, y corresponde a un cilindro que envuelve la tierra con su eje orientado en el plano del ecuador terrestre, este cilindro tiene un radio menor que el de la tierra y la intercepta a lo largo de dos meridianos paralelos al meridiano central. Cuando este cilindro se extiende en un plano, los meridianos y paralelos se interceptan en ángulos rectos.
- El meridiano central del sector comprendido entre los dos meridianos antes señalados es una línea recta y los meridianos cercanos a él son líneas casi rectas, ligeramente cóncavas a este meridiano. Los paralelos son líneas curvas cóncavos en dirección a el polo más cercano.
- El espaciamiento entre meridianos y por tanto la escala aumenta al alejarse del meridiano central. El radio del cilindro se escoge de tal manera que la distorsión de escala dentro de los límites de la superficie del mapa se mantenga en un mínimo.

- En esta proyección se considera la tierra como un elipsoide de revolución tangente interiormente a un cilindro, cuyo eje está situado en el plano del ecuador. Las formulas de conversión y cálculo de coordenadas son válidas en todas partes. Se emplean husos de 6 ° de amplitud, representando la totalidad de la tierra en 60 husos a partir del meridiano de 180° de longitud respecto del de Greenwich.
- La proyección UTM es Conforme, teniendo el meridiano central de cada huso un factor de escala de 0,9996 y se representa este meridiano como una línea recta.
- La utilidad que tiene esta proyección por su conformidad como aplicación a la Geodesia, la hace recomendable para la representación de casi la totalidad de la tierra, excepto para las zonas situadas sobre los 80° de latitud, tanto sur como norte.

- Las características de esta proyección son:

  - El meridiano central tiene un factor de escala de 0,9996
  - La proyección es Conforme
  - EL Ecuador y el Meridiano Central de cada huso se representa por líneas rectas
  - El origen de coordenadas en la proyección será el correspondiente a la intersección del ecuador y el meridiano central
  - Al meridiano central se le asigna en forma arbitraria el valor de 500.000 para evitar tener valores negativos en las coordenadas Este.

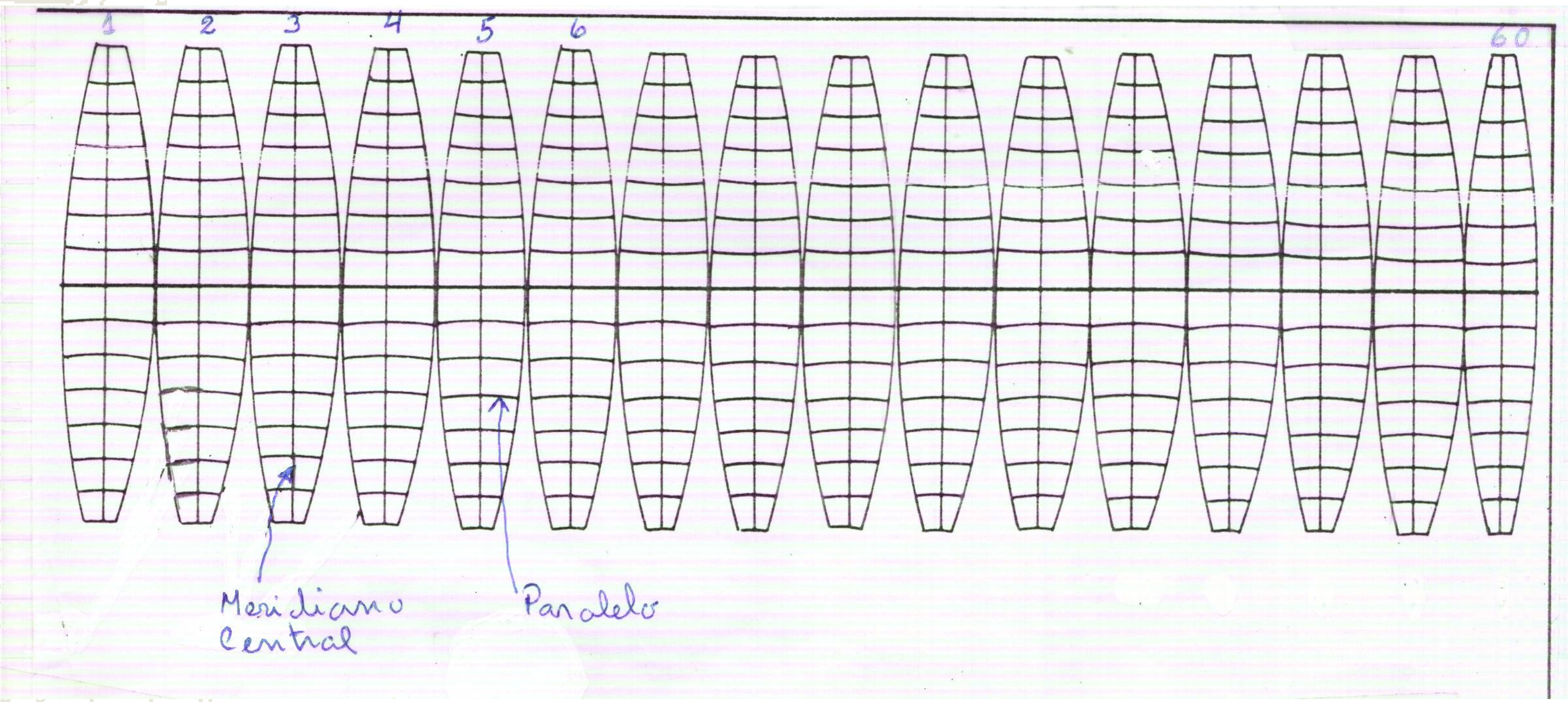
- La construcción de esta proyección se basa en un cilindro transversal secante de manera que tiene dos círculos de tangencia cercanos al Meridiano Central del huso, lográndose de esta manera que las deformaciones sean mínimas en esa área.

- Cada país construye sus cartas eligiendo el huso cuyo meridiano central sea favorable de acuerdo a su ubicación geográfica. En Chile se utilizan dos husos; en la zona sur el de 75° W. (oeste) y en la zona norte el de 69° W. (oeste), correspondiéndoles los números de husos 18 y 19 respectivamente.

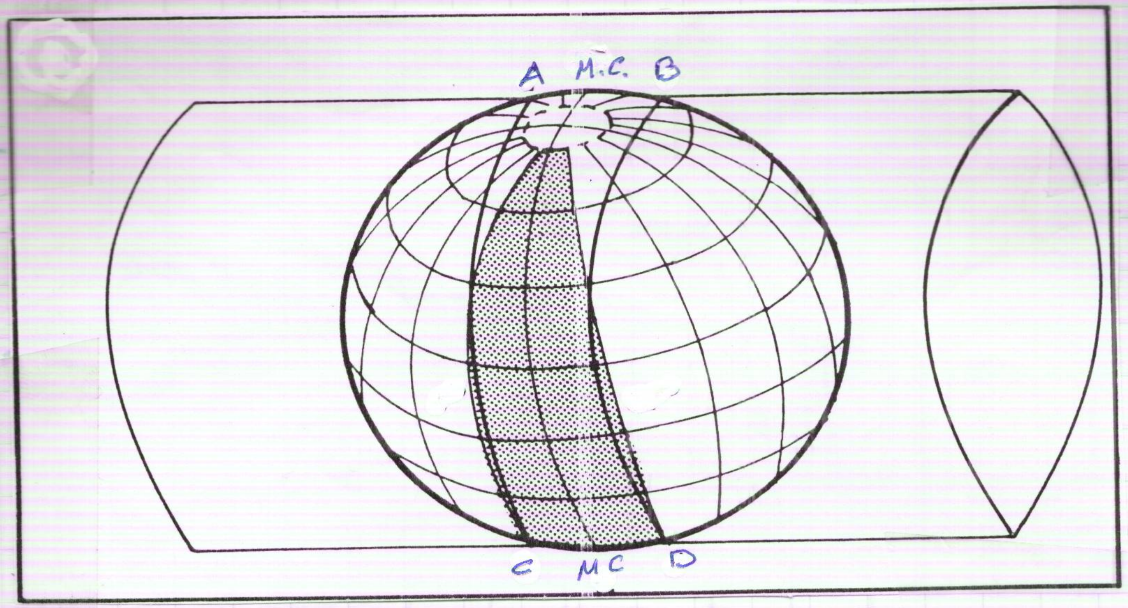
- ***La coordenada Norte*** tiene su origen en el polo sur con el valor de 0 Kilómetro y en el ecuador tiene un valor de 10.000 kilómetros (10.000.000 metros), esto es válido para el hemisferio sur. En el hemisferio norte el ecuador tiene como valor 0 kilómetro y el polo norte el valor de 10.000 kilómetros.

- ***La coordenada Este*** tiene su origen en el meridiano central del huso y se le asigna el valor de 500 kilómetros (500.000 metros), con esto se evita tener coordenadas negativas cuando un punto se encuentra al oeste del meridiano central.

- LA TIERRA SE DIVIDE EN HUSOS DE 6º DE LONGITUD EN LA PROYECCION U.T.M.



CILINDRO SECANTE A LA ESFERA

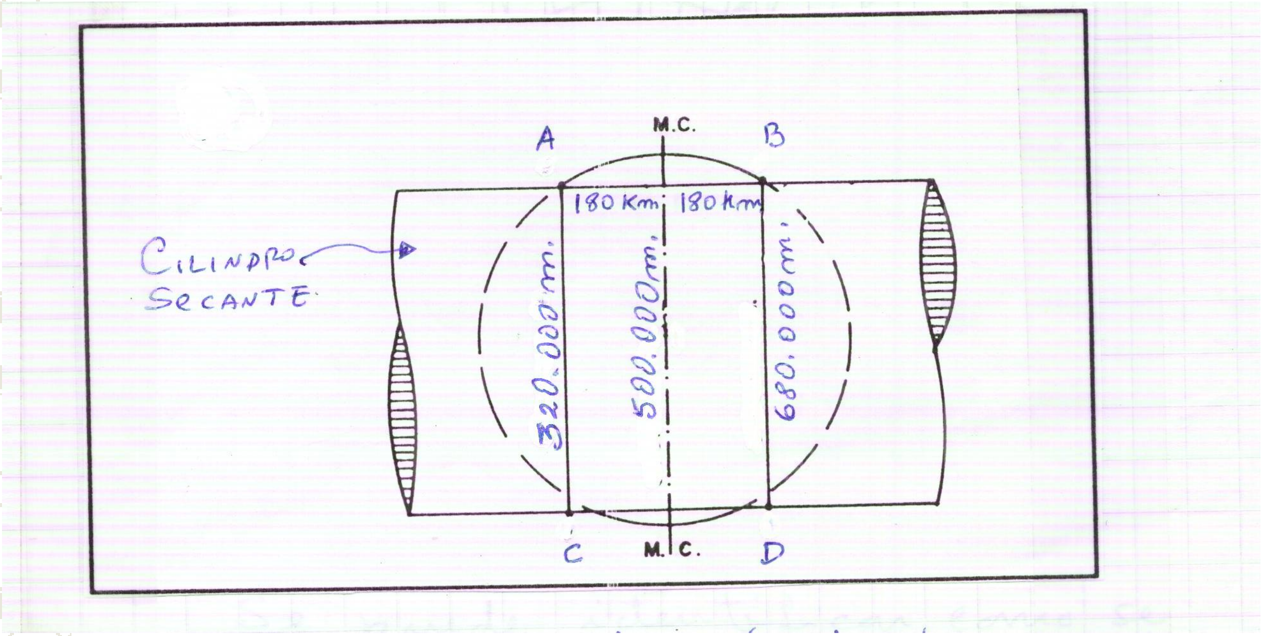


Cilindro Secante.

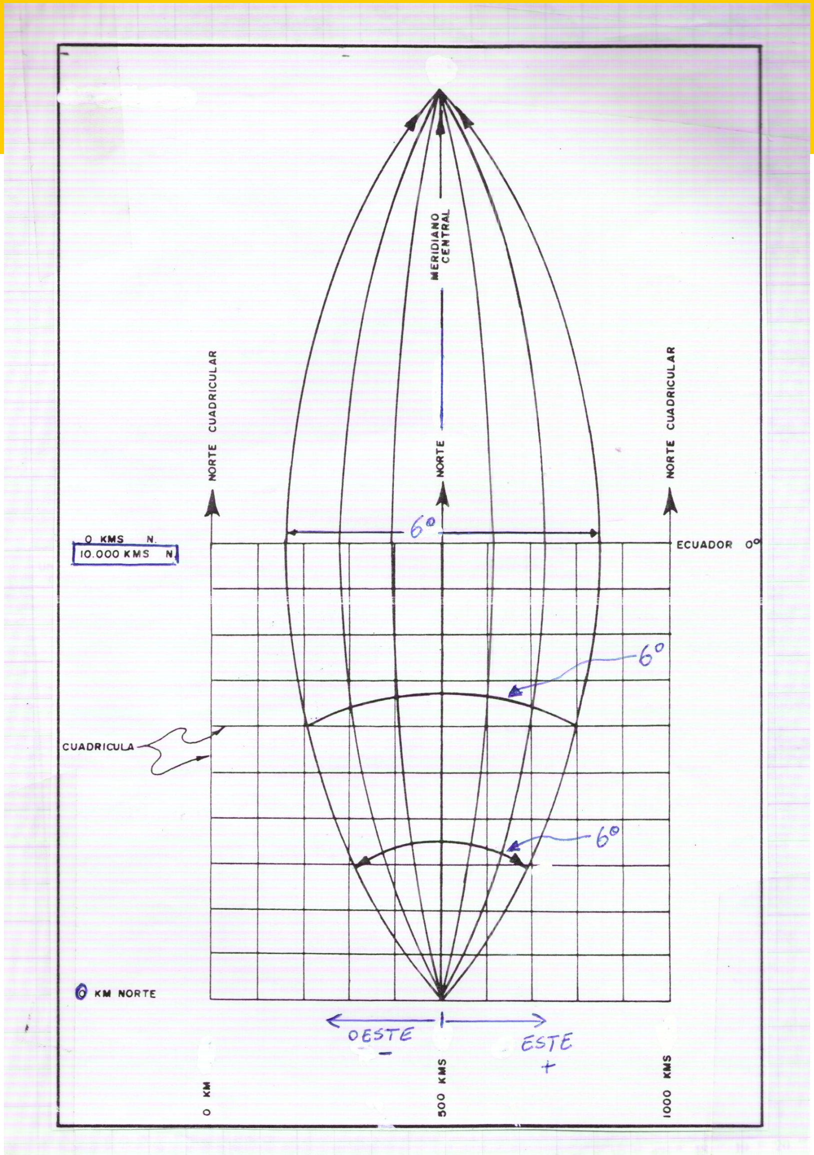
AC y BD : Círculos tangentes

M. C : Meridiano Central.

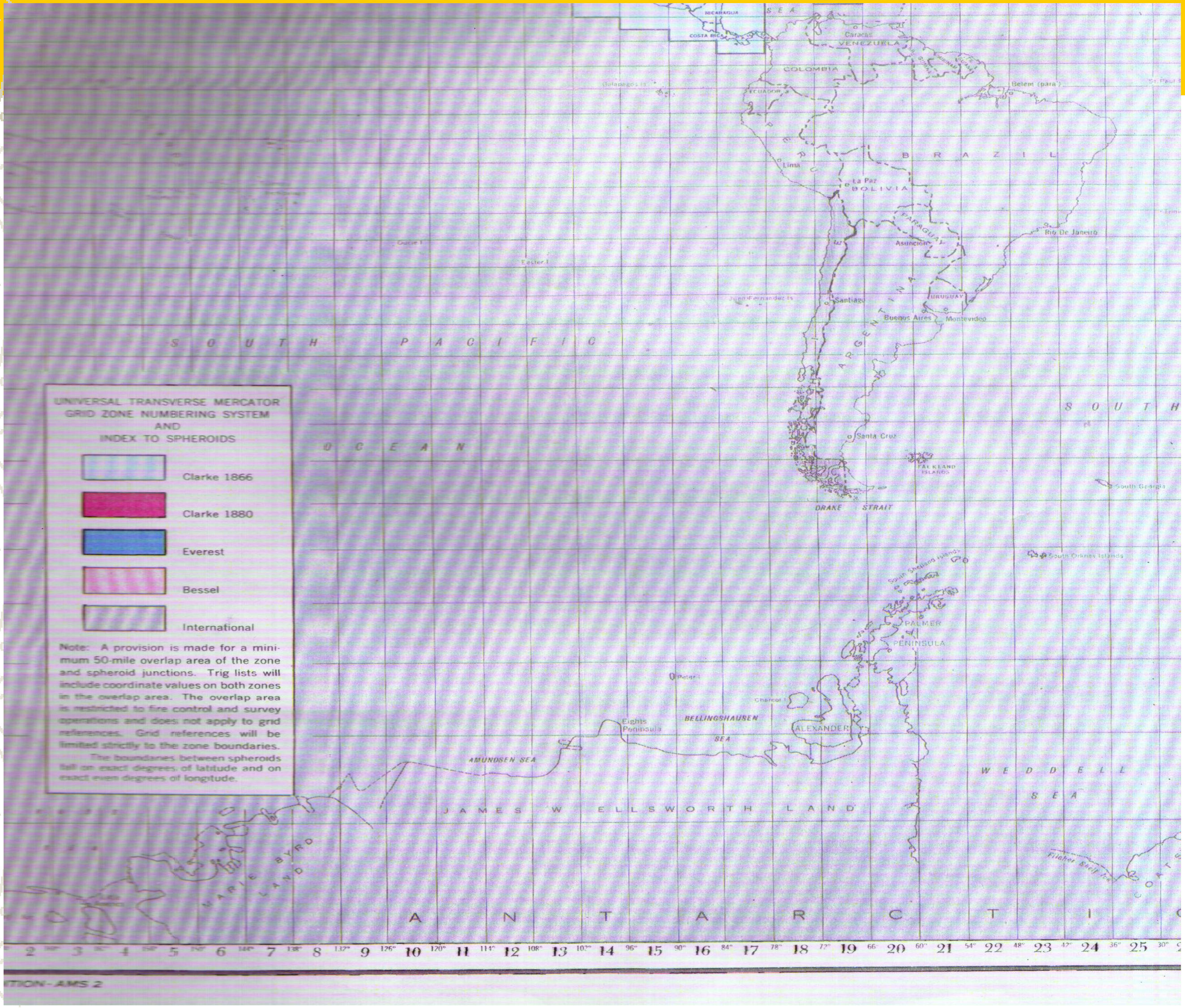
DISTANCIA DE LOS CIRCULOS DE TANGENCIA AL MERIDIANO CENTRAL (M.C.). LOS CIRCULOS DE TANGENCIA ESTAN A UNA DISTANCIA DE 180.000 METROS DEL MERIDIANO CENTRAL



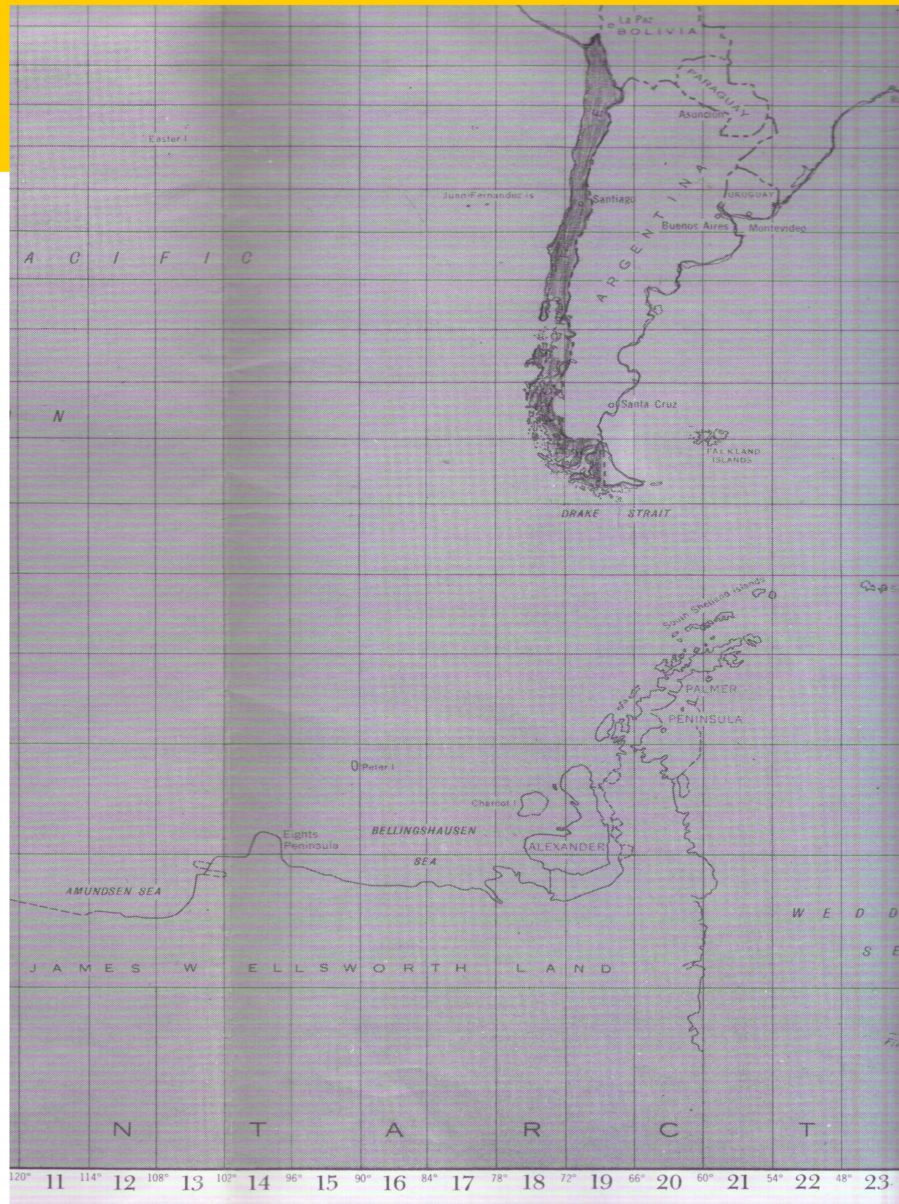
AMPLIACION DE UN HUSO EN LAS COORDENADAS U.T.M. . SE PUEDE IDENTIFICAR COMO SE PROYECTA LA CUADRICULA DE COORDENADAS U.T.M. Y EL ORIGEN DE COORDENADAS



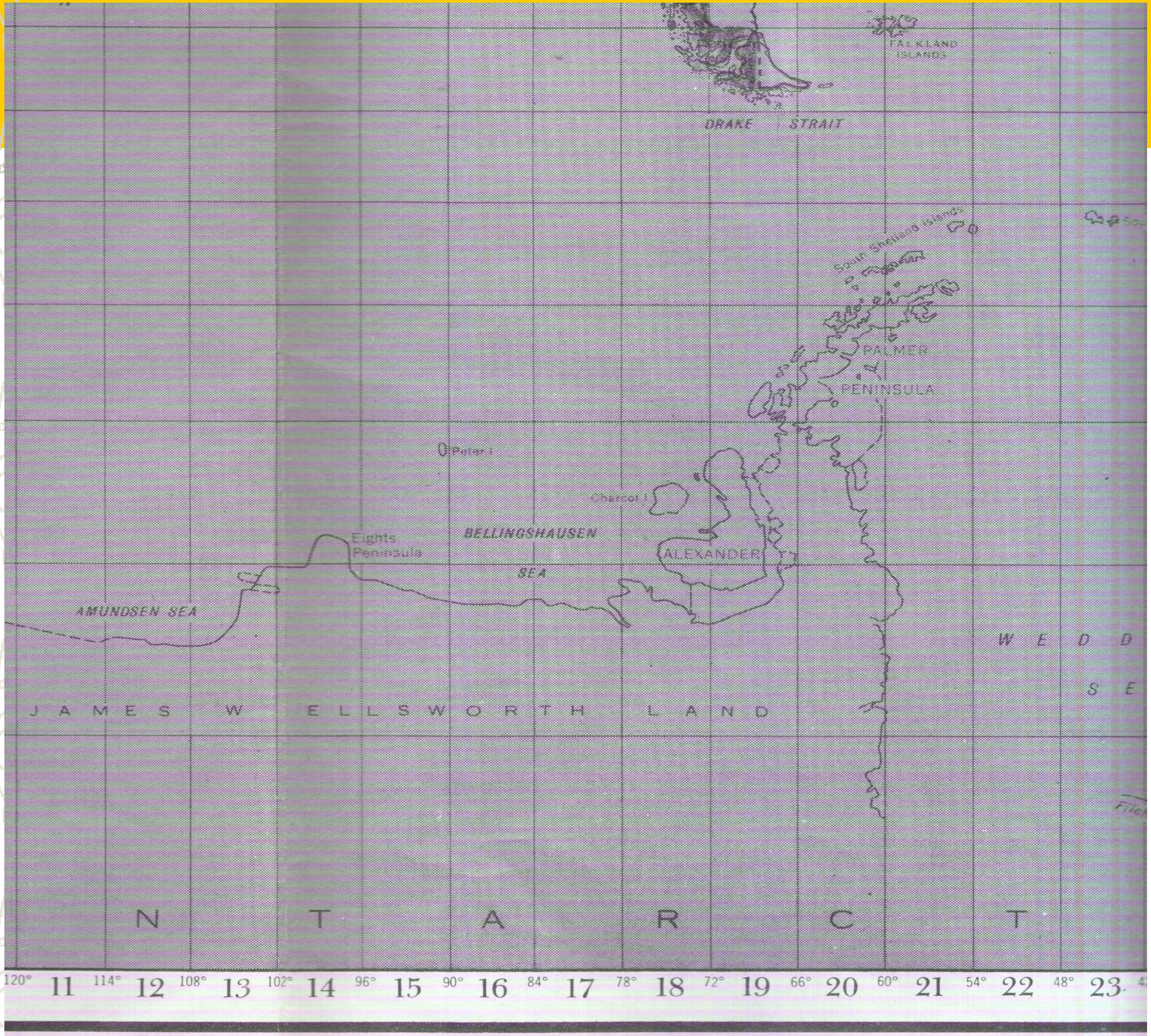
HUSOS U.T.M.



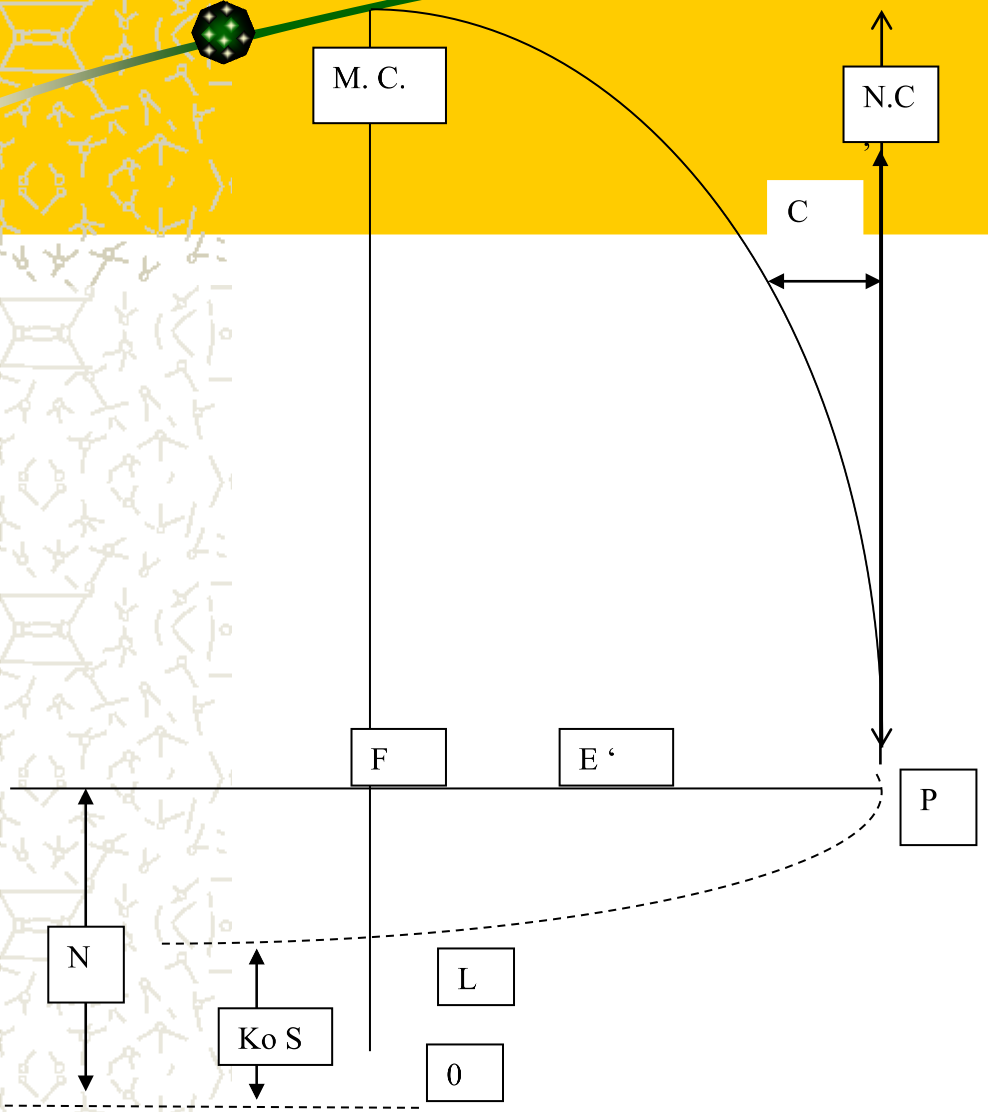
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR
GRID ZONE NUMBERING SYSTEM
AND
INDEX TO SPHEROIDS
Clarke 1866
Clarke 1880
Everest
Bessel
International
Note: A provision is made for a minimum 50-mile overlap area of the zone and spheroid junctions. Trig lists will include coordinate values on both zones in the overlap area. The overlap area is restricted to fire control and survey operations and does not apply to grid references. Grid references will be limited strictly to the zone boundaries.
The boundaries between spheroids fall on exact degrees of latitude and on exact even degrees of longitude.
SOUTH PACIFIC OCEAN
SOUTH
BRAZIL
BOLIVIA
PARAGUAY
ARGENTINA
COLOMBIA
VENEZUELA
URUGUAY
Santiago
Buenos Aires
Montevideo
Rio De Janeiro
Lima
La Paz
Asuncion
Santa Cruz
DRAKE STRAIT
FALKLAND ISLANDS
PALMER PENINSULA
BELLINGSHAUSEN SEA
ALEXANDER
AMUNDSEN SEA
JAMES W. ELLSWORTH LAND
WEDDELL SEA
MARIE BYRD LAND
ANTARCTIC
2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25



La Paz
BOLIVIA
PARAGUAY
Asuncion
Easter I.
Juan Fernandez Is
Santiago
URUGUAY
Buenos Aires
Montevideo
ARGENTINA
A C I F I C
N
Santa Cruz
FALKLAND ISLANDS
DRAKE STRAIT
South Shetland Islands
PALMER PENINSULA
Peter I
Charcot I
Eights Peninsula
BELLINGSHAUSEN SEA
ALEXANDER
AMUNDSEN SEA
W E D D
S E
JAMES W ELLSWORTH LAND
N T A R C T
120° 11 114° 12 108° 13 102° 14 96° 15 90° 16 84° 17 78° 18 72° 19 66° 20 60° 21 54° 22 48° 23



FALKLAND ISLANDS
DRAKE STRAIT
South Shetland Islands
PALMER PENINSULA
Peter I
Charcot I
BELLINGSHAUSEN SEA
Eights Peninsula
ALEXANDER
AMUNDSEN SEA
W E D D
S E
JAMES W ELLSWORTH LAND
N T A R C T
120° 11 114° 12 108° 13 102° 14 96° 15 90° 16 84° 17 78° 18 72° 19 66° 20 60° 21 54° 22 48° 23



Elementos de la proyección UTM

- P = Punto a Transformar
- F = Punto de intersección de la perpendicular desde P al Meridiano Central
- O = Ecuador
- O M C = Meridiano Central
- LP = Paralelo de latitud del punto P
- O L = Ko * S
- L F = Ordenada de curvatura
- O F = N, Norte de cuadrícula
- F P = E’, distancia de cuadrícula desde el meridiano central
- N C = Norte de cuadrícula
- C = Convergencia de el meridiano. En este caso el ángulo comprendido entre el norte verdadero y el norte de cuadrícula

FORMULAS PROYECCION U.T.M.

- $p = 0{,}0001\ \Delta\lambda$
- $q = 0{,}000001 * E'$
- $e^2 = (a^2 - b^2) / a^2$
- $e'^2 = (a^2 - b^2)/b^2$
- $\gamma = N = a / (1 - e^2 \operatorname{sen}^2\varphi)^{1/2}$ (Gran Normal)
- $\rho = a(1 - e^2) / (1 - e^2 \operatorname{sen}^2\varphi)^{3/2}$
- Ko = 0,9996 (Factor de escala del meridiano central)
- K = Factor de escala del punto a calcular
- t = Acimut plano
- T = Acimut geodésico proyectado
- α = Acimut geodésico
- C = Convergencia del meridiano
- E' = Distancia de cuadrícula desde el meridiano central
- S = Distancia del meridiano en el elipsoide desde el ecuador
- φ = Latitud
- λ= Longitud
- φ' = Latitud del punto de intersección de la perpendicular desde el punto a calcular al meridiano
- E = Este de cuadrícula = E' + 500.000

- I = S * Ko
- II = $(\gamma * \text{sen}\ \varphi * \cos\varphi\ \text{sen}^2\ 1'') * Ko * 10^8 / 2$
- III = $(\text{seno}\ 1'')^4 * \gamma * \text{sen}\ \varphi * \cos^2\varphi * [5 - \tan^2\varphi + 9e'^2 \cos^2\varphi + 4 * e'^4 * \cos^4 \varphi] * \mathbf{Ko} * 10^{16} / 24$
- IV = $\gamma * \cos\varphi * \text{sen}\ 1'' * Ko * 10^4$
-
- V = $\text{sen}^3 (1'') * \gamma * \cos^3\varphi * [1 - \tan^2\varphi + e'^2 \cos^2\varphi] * Ko * 10^{12} / 6$
-
- VII = $(\tan\varphi' * [1 + e'^2 \cos^2\varphi] * 10^{12}) / (Ko^2 * 2 * \gamma^2 * \text{sen}\ 1'')$
-
- VIII = $(\tan\varphi' * [5 + 3\tan^2\varphi + 6e'^2 \cos^2\varphi - 6 * e'^2 * \text{sen}^2\varphi - 3e'^4 \cos^4\varphi - 9e'^4 \cos^2\varphi * \text{sen}^2\varphi] * 10^{24}) / (24 * \gamma^4 * \text{sen}\ 1'' * Ko^4)$
-
- IX = $(\sec\varphi' * 10^6) / (\gamma * \text{sen}\ 1'' * Ko)$
-
- X = $(\sec\varphi' * 10^{18} * [1 + 2 * \tan^2\varphi' + e'^2 * \cos^2\varphi']) / (6 * \gamma^3 * \text{sen}\ 1'' * Ko^3)$
-
- XII = $\text{sen}\ \varphi * 10^4$
-
- XIII = $\text{sen}^2\ 1''\ \text{sen}\ \varphi * \cos^2\varphi * [\mathbf{1 + 3} * e'^2 * \cos^2\varphi + 2 * e'^4 * \text{sen}^4\varphi] * 10^{12} / 3$
-

- XV = tan φ ‘ * 10 ^6 / (γ* sen 1” * Ko)
- XVI =tan φ’* [1 + tan ²φ -e’² *cos²φ -2*e’^4* cos ^4 φ] 10 ^18 / (3* γ^3* sen 1”* Ko ³)
- XVIII =(1 + e’² *cos ² φ) * 10 ^12 / (2 *γ ²* Ko ²)
- XIX =(1+ 6* e’ ²* cos²φ + 9* e’ ^ 4 * cos^ 4 φ + 4* e’^ 6 *cos ^ 6φ)*10 ^ 24 /(24* γ^ 4 *Ko ^ 4)
- A6 = p^6 sen ^6 (1”) cos^ 5 φ¨)* [61 – 58 tan² φ + tan^ 4φ +270* e’²* cos²φ - 330 e’²*sen²φ]* Ko*10^ 24 / 720
- B5 = p^5 sen ^5 (1”) *γ* cos^ 5 φ)*[5 – 18* tan² φ + tan^ 4 φ +14* e’²* cos²φ - 58* e’²*sen²φ]* Ko*10^ 20 / 120
- C5= p^5 **sen ^4 (1”)** sen φ* cos^ 4 φ* [2 – tan² φ]*10^ 20 / 15
- D6 = q^6* tan φ* [61 + 90* tan² φ + 45* tan^ 4 φ +107* **e’²*** cos²φ -162* e’²*sen²φ - 45* e’²* tan²φ* sen²φ]*10^ 36 / (720 * γ^6 **sen 1”*** Ko^6)
- E5 = q^5 *sec φ* [5 + 28 tan²φ + 24 tan^ 4φ +6 e’² cos²φ + 8 e’ ² sen² φ]*10^ 30 / (120 γ ^5 sen 1”* Ko^5)
- F5 = q^5 *tanφ* [2 + 5 **tan² φ + 13** tan^ 4φ]*10^ 30 / (15*γ^5* sen 1”* Ko^5)

TRANSFORMACION DE COORDENADAS GEOGRAFICAS A U.T.M.

- En el hemisferio Sur, la transformación de coordenadas geográficas a U.T.M. Requiere: la coordenada Norte (N) obtenida de la fórmula :

$$N' = I + II * p^2 + III * p^4 + A_6$$

$$E' = IV * p + V * p^3 + B_5$$

$$S = Arco\ de\ meridiano \text{ desde el ecuador hasta el punto}$$

- N= 10.000.000-N'   E=500.000 +/- E'
- S= α*φ- β*sen(2*φ) + γ * sen (4* φ) - ξ * sen(6* φ) + ε * sen(8* φ)-π*sen(10* φ)-......
- α= A*a (1-e²)/R_0 β= B* a (1-e²)/ 2 γ= C*a (1-e²)/ 4
- ξ= D* (1-e²)/ 6 ε = E*a (1-e²)/ 8 π = F*a (1-e²)/10
- R_0 = 360/(2* π)= 57º,2957795131

$$A = 1 + \frac{3}{4}e^2 + \frac{45}{64}e^4 + \frac{175}{256}e^6 + \frac{11025}{16384}e^8 + \frac{43659}{65536}e^{10} + ...$$

$$B = \frac{3}{4}e^2 + \frac{15}{16}e^4 + \frac{525}{512}e^6 + \frac{2205}{2048}e^8 + \frac{72765}{65536}e^{10} + ...$$

$$C = \frac{15}{64}e^4 + \frac{105}{256}e^6 + \frac{2205}{4096}e^8 + \frac{10395}{16384}e^{10} + ...$$

$$D = \frac{35}{512}e^6 + \frac{315}{2048}e^8 + \frac{31185}{131072}e^{10} + ...$$

$$E = \frac{315}{16384}e^8 + \frac{3465}{65536}e^{10} + ...$$

$$F = \frac{693}{131072}e^{10} + ...$$

EJERCICIOS

- M.C. = 69º : Hemisferio Sur: Elipsoide de Referencia : Internacional 1924
- Sistema Geodésico: PSAD-56 la Canoa

$a = 6378388$: $f = 1/297$: $e^2 = 0{,}00672267$: $e'^2 = 0{,}006768170$

$\varphi = -17º\ 31'\ 31'',14$ $\lambda = -\ 69º\ 26'\ 30'',52$

$N' = I + II*p^2 + III*p^4 + A_6$: $I = S*K_0 = 1.938.468 * 0{,}9996 = 1.937.693{,}281$

$p = 0{,}0001 * \Delta\lambda'' = 0{,}0001 * 1590'',52 = 0{,}159052$

$\gamma = a/(1-e^2 sen^2\varphi)^{1/2} = 6.380.333{,}007$ m.

$II = [(\gamma * sen\varphi * \cos\varphi * sen^2\ 1'')/2]*k_0 * 10^8 = 2152{,}277359$

$III = ((sen^4\ 1'' * \gamma * sen\ \varphi * \cos^2\varphi)/24) * (5 - \tan^2\varphi + 9 * e'^2 * \cos^2\varphi + 4 * e'^4 * \cos\varphi) * K_0 * 10^{16}$

- III = 1,899766782
- A_6 = 8,323131759 * 10^{-8}
- N' = 1.937.747,73
- N=10.000.000- 1.937.747,73
- **N = 8.062.252,27 m.**

- E' = IV*p + V*p^{3+} B_5
- p = 0,0001 $\Delta\lambda$ =0,159052
- IV = γ * cos φ*sen 1" * K_0 *10^4 = 294.851,547
- V = sen^3 1" * γ *$cos^3\varphi$* [1- $tan^2 \varphi$ + $e'^2 cos^2 \varphi$] * K_0 *10^{12} = 95, 20551783
- B_5 = 3,730866024 * 10^{-6}
- E' = 46897,111
- E = 500.000 - 46897,111
- **E = 453.102,89 m.**

TRANSFORMACION DE COORDENADAS U.T.M. A COORDENADAS GEOGRAFICAS

- $\varphi = \varphi' - VII * q^2 + VIII * q^4 - D_6$
- $\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda$
- $\Delta\lambda = IX * q - X * q^3 + E_5$ (siempre positivo)
- $q = 0{,}000001 * E'$ (q siempre es positivo)
- $E' = E - 500.000$ (diferencia se considera positiva)

φ' debe ser obtenido mediante el argumento de 10.000.000 – N

Cuando E es mayor que 500.000 metros, el punto se encuentra al este del meridiano central, luego $\Delta\lambda$ debe ser sumado a λ_0. Meridiano Central.

- HUSO : 19 - Hemisferio Sur
- ELIPSOIDE DE REFERENCIA : INTERNACIONAL 1924
- N= 8.003.457,44 m.
- E= 502.551,74 m.
- Sistema Geodesico: PSAD-56

- N' = 10.000.000 – 8.003.457,44 = 1.996.542,56 m.

- $(2*\pi* R)/ 360 = (1.996.542,56/ \varphi'_0)$

$\varphi'_0 = (180/ \pi) * (1.996.542,56/ R)$

El radio R se adopta como el radio medio de curvatura entre las latitudes de –17º y –53º

R = 6.371.000

$\varphi'_0 = (180/ \pi) * (1.996.542,56/ 6.371.000)$

$\varphi'_0 = 17º,95533861$

- N'/K_0 = 1.996.542,56/0,9996 = 1.997.341,497 =S

- F = 111136,5367 * φ'-16107,03462*sen (2*φ') + 16,9762 * sen (4*φ') – 0,022265931*sen(6*φ') + 3,167414495*10^{-5} * sen(8*φ') – 4,599533*10^{-8} *sen(10*φ')-(N'/K_0)

- G = 111136,5367-16107,03462*sen (4*φ') +2* 16,9762 * sen (4*φ') +2* sen(8*φ') – 3* 0,022265934* sen(12*φ')

- Si F $\leq$ / 0,001/ $\Rightarrow$ φ' , caso contrario

- φ' = φ' - F/G
- φ' = 18,07298496
- F1= -11278,392 G1= 95.866,91222

- $F2 = 1742{,}96516$ $G2= 95826{,}2171$
- $\varphi' = 18{,}05479615$

- $F3 = - 270{,}22271$ $G3 = 95832{,}44139$
- $\varphi' = 18{,}05761589$

- $F4 = 41{,}87362$ $G4 = 95831{,}47485$
- $\varphi' = 18{,}05717894$

- $F5 = -6{,}48915$ $G5 = 95831{,}60138$
- $\varphi' = 18{,}05724665$

- $F6 = 1{,}00514$ $G6= 95831{,}60138$
- $\varphi' = 18{,}05723616$

- F7 = - 0,15593 G7= 95831,60498
- φ' = 18,05723779

- F8 = 0,02448 G8 = 95831,60442
- φ' = 18,05723753

- F9 = - 0,00429 G9 = 95831,60451
- φ' = 18,05723757

- F10 = 0,00013

- Finalmente se adopta el valor de ***φ' = 18,05723757***, ya que cumple con la condición de hacer que F10 ≤ / 0,001/

Calculo de Latitud

- $\varphi = \varphi' - VII * q^2 + VIII * q^4 – D_6$
- $\varphi' = 18^o,05723757 = 18^o\ 03'\ 26'',06$

- $\gamma = 6.380.448,993$ m.
- $e'^2 = 0,006768170$
- $e^2 = 0,00672267$
- $q = 0,00255174$
- $q^2 = 6,511377028 * 10^{-6}$
- $q^4 = 4,23980308 * 10^{-11}$

- $E' = 502.551, 74 – 500.000 = 2.551,74$
- $VII = 831,6474931$
- $VIII = 9,062174975$
- $D_6 = 2,743695709 * 10^{-17}$
- **$\varphi = - 18^o\ 03'\ 26'',065$**

$VII * q^2 = -0'',00541517$

$VIII * q^4 = 3'',84 * 10^{-6}$

$\varphi = 18^o\ 03'\ 26'',06 – (-0'',005)$

Calculo de Longitud

- $\Delta\lambda = IX * q - X * q^3 + E_5$

- q= 0,000001 * E' = 0,00255174
- q^3 = 0,00000001661534122
- IX = 34015,94419
- X = 169, 8532178
- E_5 = 1, 477241253 * 10^{-13}

- IX * q = 86,79984543 = 1' 26", 799
- X * q^3 = -0,0000028
- E_5 = 1,48 * 10^{-13}

M.C. = 68º 59' 60",000

– 1' 26",799

- --
- **λ = - 68º 58' 33",201**

EJERCICIOS PROPUESTOS

- 1.- TRANSFORME A ***COORDENADAS GEOGRAFICAS*** LAS SIGUIENTES COORDENADAS PLANAS U.T.M
- Elipsoide de Referencia : Internacional 1924

A) N= 8.160.300,42 E = 452.620,16 : HUSO = 19

B) N= 6.531.491,87 E = 332.497,30 : HUSO = 19

- 2.- TRANSFORME A ***COORDENDAS PLANAS U.T.M.*** LAS SIGUIENTES COORDENADAS GEOGRAFICAS
- Elipsoide de Referencia : Internacional 1924
- A) φ = -43º 20’ 18”,27
  λ. = - 73º 06’ 15”,67
- B) φ = - 35º 47’ 32”, 87
  λ. = - 71º 18’ 45”,06

ACIMUT DE CUADRICULA

- La construcción de la cuadrícula UTM es tal que el norte geográfico y el norte de cuadrícula no coinciden en ningún punto, excepto en el meridiano central. Esto sucede porque los meridianos geográficos convergen hacia los polos, mientras que las líneas norte-sur de la cuadrícula son paralelas al meridiano central.

- La diferencia entre el acimut plano UTM y el acimut geográfico se nomina como CONVERGENCIA DE CUADRICULA UTM (C)

- Para trabajos de cierta precisión sobre la cuadrícula plana es necesario aplicar una corrección adicional conocida como " t –T "

- T = acimut geodésico proyectado
- t = acimut plano UTM

TRANSFORMACION DE ACIMUT

- Para transformar un acimut geográfico (α) a un acimut geodésico proyectado (T), se debe aplicar la CONVERGENCIA.
- $T = \alpha +/- C +/- 180$
- $C = XII * p + XIII * p^3 + C_5$
- $p = 0,0001 * \Delta\lambda''$
- La transformación del acimut plano (t) al acimut geodésico proyectado (T) es:
- $T = t - (t - T)$
- $(t-T) = (-\Delta N) * (2*E'1 + E'2) * (XVIII) * 6,8755 * 10^{-8}$
- $\Delta N = N2 - N1$
- $E'1 = E1 - 500000$
- $E'2 = E2 - 500000$
- Los signos de ΔN y $E'1$ y $E'2$; son importantes en la aplicación de la formula del (t – T)

FACTOR DE ESCALA

- Las distancias geodésicas y planas son aproximadamente iguales solamente a lo largo de dos líneas norte-sur en cada zona. Estas líneas son las que se encuentran a 180.000 metros al este y oeste del Meridiano Central. Las distancias planas son más cortas en el área comprendida entre estas líneas, y son más largas fuera de esa ellas que las distancias geodésicas. Es por esta razón es que se hace necesario considerar un factor de escala que relacione las distancias geodésicas y planas UTM.

- $K_0 = 0,9996$; factor de escala en el Meridiano Central (M.C.)

- Factor de escala para un punto : $K = K_0 * (1 + XVIII * q^2 + 0,00003 * q^4)$

- $q = 0,000001 * E'$

- Factor de escala para líneas largas : $q^2 = (q_1^2 + q_1 * q_2 + q_2) / 3$

- Factor de escala para líneas muy largas : $1/K = 1/6 * (1/ K1 + 4/ k3 + 1/ K2)$

- K1 = factor de escala del punto inicial
- K2 = factor de escala del punto final
- K3 = factor de escala del punto medio de la línea

EJERCICIO

- Calcular la distancia geodésica proyectada UTM

- N = 7088073,167 m. E = 555902,264 m.
- φ = - 26º 19’ 32”, 903 λ = - 68º 26’ 23”,590
- S = 18.846,174
- Sistema Geodésico : PSAD-56 La Canoa

- $K = K_0 * (1 + XVIII * q^2 + 0,00003 * q^4)$

- $XVIII = (1 + e'^2 * \cos^2 \varphi)* 10^{12} / (2 * \gamma^2 * K_0^2)$
- γ = 6.382.608,771 m.
- XVIII = 0,01235798398
- E’ = 55902,264 m.
- q= 0,055902264

- K = (1,000038619) * 0,9996

- **K = 0,9996386036**
- D (UTM) = 18.846, 174 * 0,9996386036

- **D (UTM) = 18.839,389**

CALCULO DE ACIMUT PLANO UTM

- Calcular la Convergencia para transformar un acimut geodésico a acimut geodésico plano proyectado UTM

- α = 89º 33' 07", 435 (desde el Sur)
- α = 269 º 33' 07", 435 (desde el norte)
- φ= -26º 19' 32",903 λ = -68º 26' 23",590
- Sistema geodésico: Psad 56- La Canoa

- $T = \alpha$ +/- C +/- 180
- $C = XII^* p + XIII * p^3 + C5$
- XII = 4434",74929
- XIII = 2,836896659
- $\Delta\lambda = \lambda_0 - \lambda$ = 00º 33' 36",41
- C_5 = 0, 000006
- p= 0,0001 * $\Delta\lambda$
- p= 0,201641
-
- C = 14 ' 54", 251
- 269 º 33' 07", 435 + 14' 54",251
- **α plano = 269º 48' 01",686**

EJERCICIOS

1.- El acimut geodésico de la línea AB, transformarlo a acimut geodésico Proyectado (T), si :

Latitud: -33º 45’ 52”,82 Longitud: - 71º 34’ 18”,45

Sistema Geodésico: SAD-69 Chua

Acimut geodésico: 68º 35’ 44”,19 desde el sur

2.- Calcular el facto (t-T) de la línea L-> C y obtener el acimut geodésico proyectado UTM “ T “

Si las estaciones son:

L : N =7.127.392,18 E= 558.108,10 Sistema Geodésico: Psad-56 La Canoa

C : N= 7.122.442,03 E= 576645,522 Huso : 19 Hemisferio: Sur

Tag t = ΔE/ ΔN => tag t = 18537,422/-4950,15 => t = -75º 02’ 55”,89

t= 104º 57’ 04”,11

$$(t\text{-}T) = (-\Delta N) * (2 * E'1 + E'2) * XVIII * 6{,}8755 * 10^{-8}$$

$$XVIII = (1 + e'^{2} \cos^2 \varphi) * 10^{12} / (2 * \gamma^{2} * K_0^{2})$$

$$XVIII = (1 + 0{,}006768170212 * (\cos 25^{o}\ 58'\ 14''54)^2) / (2 * 6382503{,}434^{2} * 0{,}9996^{2})$$

$XVIII = 0{,}0123510712$

$\Delta N = -4950{,}15$

$E'1 = 58108{,}1$

$E'2 = 76645{,}522$

$$(t\text{-}T) = (4950{,}15) * (2 * 58108{,}10 + 76645{,}522) * 0{,}0123510712 * 6{,}8755 * 10^{-8}$$

$(t\text{-}T) = 0'',810$

$T = t - (t\text{-}T)$

$T = 104^{o}\ 57'\ 04'',11 - 0'',810$

$T = 104^{o}\ 57'\ 03'',30$