

NAVEGACIÓN AÉREA

UNIDAD DIDÁCTICA 1

DEFINICIÓN

Es una ciencia y un arte: la ciencia que permite determinar en todo instante la posición de una aeronave en cualquier parte de la superficie terrestre y el arte de conducirla de un punto a otro de la misma, con seguridad y exactitud.

CLASES DE NAVEGACIÓN

Existen cuatro clases más comunes de navegación aérea: *Observada, a la Estima, Radioeléctrica y Astronómica*

1 - Navegación Observada:

Es el método de conducir un avión de un lugar a otro, tomando como referencia puntos visibles sobre la superficie de la tierra, tales como ciudades, ríos, vías férreas, carreteras, etc.

Con buena visibilidad y en zonas donde existan referencias tales como las mencionadas, bastará marcar sobre la carta la ruta a seguir y una vez en vuelo dirigir la aeronave guiándose por las mismas.

Por supuesto que no siempre el problema se reducirá a términos tan simples, ya que muchas veces la ruta donde existen buenas referencias puede no ser la más segura o no contar con lugares para reabastecimiento dentro de la distancia a que alcanza el radio de acción del avión, etc.

Asimismo, las condiciones meteorológicas pueden ser las requeridas para el vuelo de contacto (VFR), pero dentro de márgenes muy estrechos lo que entonces limitará la realización del mismo a distancias muy cortas. De allí que nunca deberá confiarse en éste método excepto para vuelos cortos o locales. Sin embargo, debe considerárselo fundamental cuando se lo combina con los demás que comúnmente se emplean.

2 - Navegación a la Estima.

Es el método de determinar una posición por medio del cálculo del rumbo, distancia y velocidad mantenidos desde una posición previamente conocida, llamada punto de partida.

Por medio de este método un piloto puede volar muy próximo a los puntos de referencia terrestres, aún cuando su información no sea exacta. Debido a que él sabe cuándo y dónde buscarlos, le será más fácil ubicarlos cuando otro piloto no los encontraría. Cuando se conoce en forma completa y exacta el rumbo y la velocidad propios, así como el rumbo y la velocidad del viento, se podrá continuar un vuelo con mal tiempo con más seguridad que volando con menos experiencia con tiempo despejado. Si se tiene la precaución de ejecutar previo al vuelo una serie de cálculos sumamente fáciles, dividiendo la ruta en pequeños segmentos y calculando la hora de llegada a cada uno de ellos, una vez en vuelo con sólo mantener el rumbo y controlar el tiempo estimado, será relativamente sencillo situarlos y transformar una distancia en pequeños "saltos" en cada uno de los cuales puede decirse que se termina y reinicia la navegación.

3 - Navegación Radioeléctrica:

Es aquella que se realiza teniendo en cuenta las marcaciones proporcionadas por los equipos receptores de a bordo. Para ello, son necesarios unos equipos o estaciones emisoras en tierra que trabajan enviando ondas eléctricas al espacio. Los receptores de a bordo son capaces de detectarlas y proporcionar información al piloto de la posición del avión, con relación al centro emisor.

Este tipo de navegación es muy seguro, fácil y de gran precisión. El piloto deberá seleccionar únicamente las estaciones emisoras, en el equipo apropiado a bordo, y saber interpretar las indicaciones del instrumento; a continuación volar el avión de acuerdo con estas indicaciones.

Los dos tipos de emisores más frecuentemente utilizados son los NDB (Non Directional Beacon) y VOR (Very High Frequency Omni-Directional Radio Range).

Analizaremos en detalle la navegación realizada con estos emisores y los instrumentos instalados en el avión.

Para este tipo de navegación es imprescindible utilizar una carta para navegación IFR.

El desarrollo de la navegación radioeléctrica:

Como dijimos, está basada en la transmisión de una señal eléctrica desde Tierra y de un receptor a bordo del avión, capaz de detectarla.

Los primeros emisores utilizaban ondas eléctricas de baja frecuencia, muy sensibles a interferencias estáticas, causadas por las tormentas, línea de costa, etc.

Actualmente se usa la banda de MUY ALTAS frecuencias (VHF, very high frequency), o ULTRA ALTAS frecuencias (UHF, ultra high frequency), que son mucho menos sensibles a las interferencias estáticas.

Las estaciones emisoras VOR (VHF, Omni-Range), constituyen el método de navegación aéreo primario. Las emisoras NDB (Non Directional Beacon), forman la red secundaria de navegación. Las emisiones de UHF (Ultra High Frequency) quedan reservadas para usos militares.

4 - Navegación Astronómica o Celeste :

Es aquella que se realiza sin tener la esfera terrestre a la vista este es uno de los métodos mas antiguos para resolver el problema de posición, es el de la observación de los astros (sol, luna, estrellas y planetas) que permite obtener líneas de posición astronómicas, mediante la medición de la altura del astro, usando un instrumento llamado sextante y registrando el instante correspondiente a la observación con un cronometro, que no es mas que un reloj de gran precisión y mucha exactitud.

Con cualquiera de estos tipos de navegación en navegante en cualquier momento debe saber responder a las siguientes preguntas:

1. ¿ Donde me encuentro?
2. ¿ Que rumbo debo llevar para llegar al punto de destino?
3. ¿ Cuando llegare a destino?

UNIDAD DIDÁCTICA 2

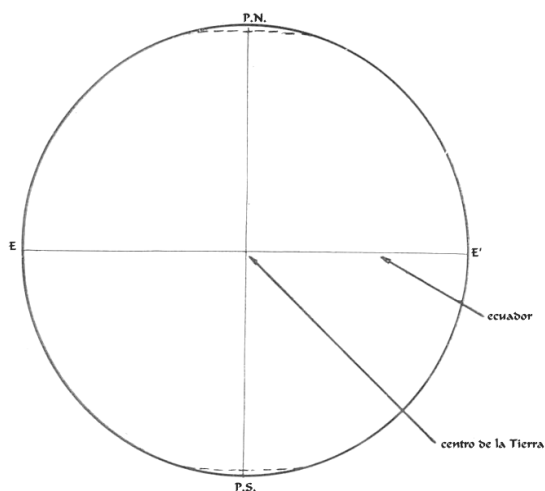
LA FORMA DE LA TIERRA

Dejando de lado la existencia de montañas de más de 8.000 mts. sobre el nivel medio del mar y de las depresiones submarinas, algunas de las cuales llegan a 10.000 mts. debajo de ese nivel, la Tierra aunque es realmente una esfera achatada en sus Polos, se la considera como una verdadera esfera a los fines de la navegación.

Según Laplace la Tierra fue en sus principios una masa ígnea incandescente suspendida en el espacio, dotada de un movimiento de revolución o rotación, alrededor de un eje imaginario P.N. – P.S. Dicho movimiento genera una fuerza hacia fuera de la masa, llamada Fuerza centrífuga, donde su mayor intensidad se manifiesta sobre la línea “ E – E’ ” a la que se la conoce como Ecuador.

Tal fenómeno dio lugar a que dicha masa paulatinamente se vaya solidificando, se ensanchara en el Ecuador y como consecuencia aplanándose en los Polos.

De allí su denominación “GEOIDE” o “ELIPSOIDE DE REVOLUCION”



Partiendo de la base que la tierra es esférica se trato de obtener medidas de longitud cuya base fuera el propio globo terrestre y así tenemos que la distancia que corresponde a la curvatura de un ángulo de 1°, medido sobre la superficie de la tierra es igual a la milla náutica o marina (1852 m).

EJE TERRESTRE:

Se denomina así, a un eje imaginario alrededor del cual gira la tierra y que dicho eje pasa por su centro. El extremo norte se denomina Polo Norte (N) y el opuesto Polo Sur (S).

La circunferencia que pasa por los polos es algo menor a 40.000 Km

ECUADOR

Es un círculo máximo que se obtiene por la intersección de un plano que pasando por el centro de la Tierra es, además perpendicular al eje de los Polos. Divide a la Tierra en dos hemisferios Norte (N) y Sur (S).

Es evidente que el Ecuador es la parte mas ancha de la tierra que tiene unos 40.070 Km; siendo la relación de achatamiento con la circunferencia que pasas por los polos de 1 : 297, es decir que apenas es de 1/300 menos, la distancia al centro desde el polo que , la distancia desde un punto del Ecuador .

Pero como ya hemos dicho a la tierra la consideraremos una esfera equidistante en todos sus puntos

CÍRCULOS MAYORES Y MENORES

La intersección de un plano con una esfera determina sobre su superficie un círculo. A medida que el plano secante se aproxima al centro de la esfera, el círculo será mayor.

Luego, cualquier plano que corte a la esfera terrestre por su centro, determinará un “Círculo Máximo” y los otros serán “Círculos Menores”

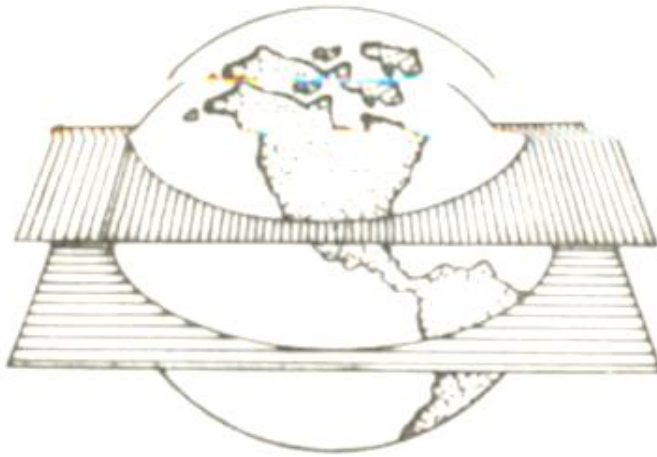
COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Con el objeto esencial de poder determinar la ubicación de cualquier punto sobre la superficie terrestre, se ideó sobre la misma, la existencia de líneas imaginarias o “Coordenadas Geográficas”. Dichas líneas reciben el nombre particular de Paralelos y Meridianos.

PARALELOS

También llamados paralelos de latitud son círculos menores que el Ecuador y se obtienen por la intersección de la esfera terrestre con planos paralelos al del Ecuador. A medida que se alejan de éste y se acercan a los polos, van disminuyendo de radio.

Por cualquier punto de la superficie terrestre pasa siempre un paralelo de latitud. Luego, existen infinitos paralelos pero convencionalmente y por razones de simplicidad y calidad tanto en las cartas como en otros tipos de representaciones, solo se trazan los absolutamente imprescindibles.



MERIDIANOS

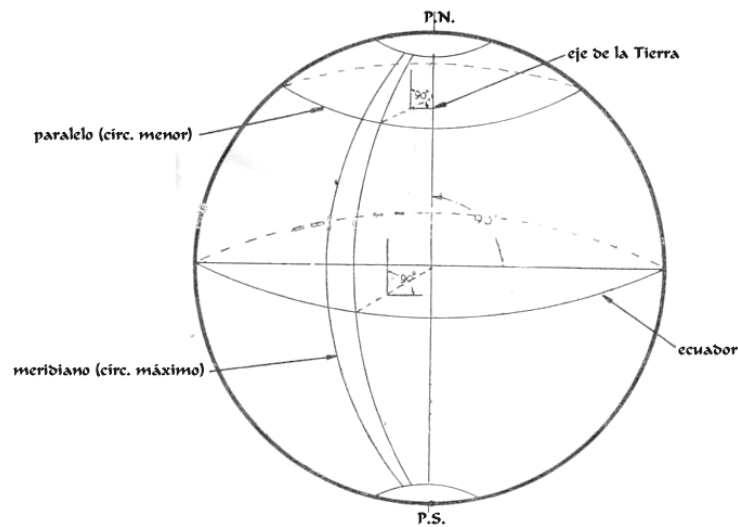
Son también círculos máximos. Se obtienen de la intersección de la superficie terrestre con planos que pasando por el centro de la Tierra contienen además al eje de rotación. Son por lo tanto, planos perpendiculares al Ecuador y a los paralelos y su número es también infinito, pero por la misma razón explicada anteriormente, se trazan solo algunos de ellos.

Así como de los paralelos el más importante es el Ecuador (utilizado como punto de partida u origen para medir la latitud), hay también entre los meridianos uno muy importante que es el Primer Meridiano o Meridiano de Greendwich y que ha sido designado por convención internacional como origen para la medición de la longitud. Es el que pasa por el lugar donde se encontraba primitivamente, el observatorio Real de Greendwich.



Este meridiano divide a la esfera terrestre en dos semiesfera, el hemisferio oriental situado al este de Greeendwich y el occidental situado al oeste, por lo que el Ecuador quedará dividido en dos semicírculos de 180° cada uno.

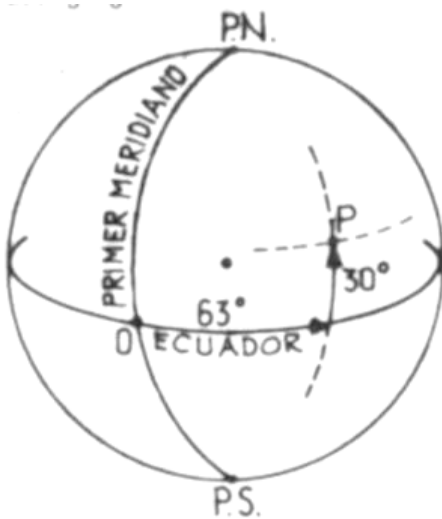
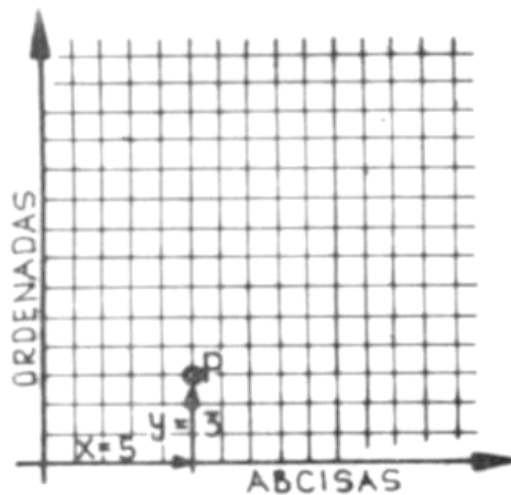
Los meridianos, por pertenecer al plano que contienen al eje terrestre, señalan la dirección Norte o Sur , Verdadero o Geográfico.



LATITUD Y LONGITUD

Para hallar la posición de un punto sobre un plano, es suficiente conocer su distancia más corta respecto de dos ejes perpendiculares entre sí (Coordenadas Cartesianas Ortogonales).

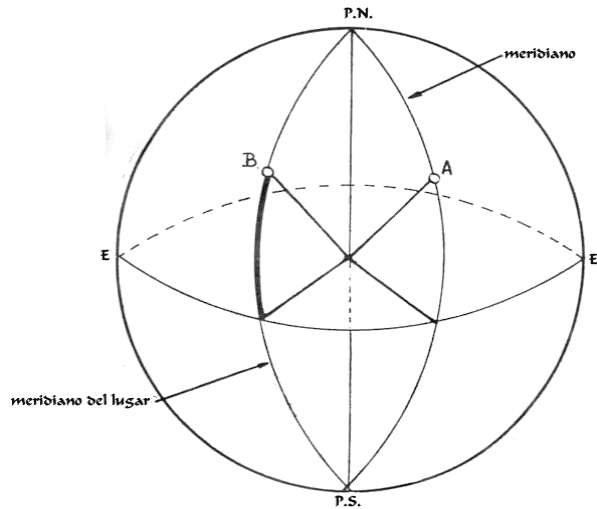
Esa distancia son las coordenadas del punto: $ABSCISA = X$ y $ORDENADAS = Y$.



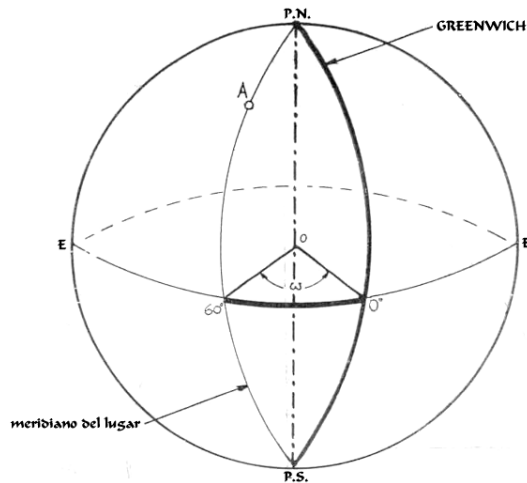
Cuando se trata de situar un punto ubicado sobre una esfera se emplea igual método, pero en este caso, las distancias hasta los dos ejes son distancias angulares.

En el caso particular de la superficie terrestre, la posición de un lugar se da con respecto a dos círculos máximos, normales entre sí, elegidos como orígenes y que ya hemos mencionado: El Ecuador y el Meridiano de Greendwich; las distancias angulares se denominan **LATITUD Y LONGITUD** o también **COORDENADAS GEOGRAFICAS**.

La “Latitud” de cualquier punto de la superficie terrestre es el arco con respecto al Ecuador, ya sea que se encuentre al Norte o al Sur de dicho círculo máximo. Se mide en grados, minutos y segundos, a lo largo del meridiano del lugar desde 0° , en el Ecuador; a 90° en el Polo Norte o 90° en el Polo Sur. Se representa por el símbolo ϕ (fi del alfabeto griego).

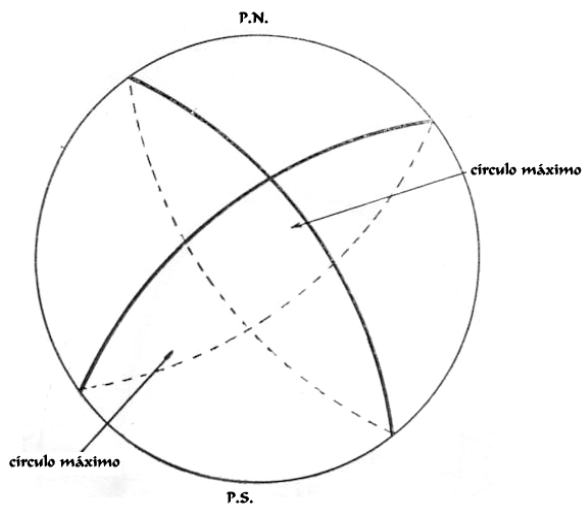


La “Longitud” de un lugar es el arco de Ecuador incluido el primer meridiano y el meridiano del lugar. Se mide en valores angulares expresado en grados, minutos y segundos, desde 0° hasta 180° Oeste, a partir del Primer Meridiano o Meridiano de Greendwich. Se representa por el símbolo ω (omega del alfabeto griego).



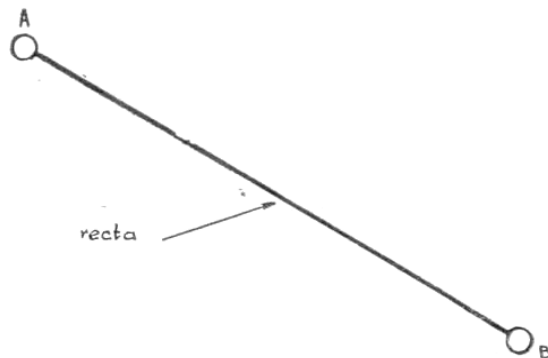
ORTODROMIA Y LOXODROMIA

Como hemos dicho los Meridianos y el Ecuador eran círculos máximos y que existían o bien se podían trazar otros círculos máximos que no fueran ni Meridianos ni el Ecuador. En efecto la figura ilustra claramente dos de esos círculos máximos que tienen el mismo diámetro que los Meridianos y que el Ecuador pero que no son ni una cosa ni otra, puesto que no son Meridianos por no pasar por los Polos y no es el Ecuador por no ser perpendicular al eje terrestre.

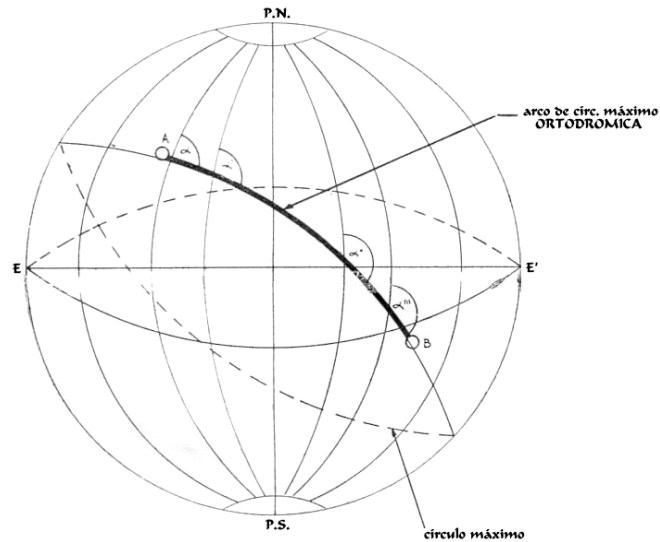


De estos círculos máximos puede trazarse infinito número.

Sabemos que sobre un plano la menor distancia entre dos puntos A y B es una línea recta.



Sobre una esfera la menor distancia que existe entre dos puntos A y B es el arco de círculo máximo que pasa por ellos. A esta línea se le llama ORTODROMICA.



En aviación uno de los objetivos primordiales del que navega tratando de unir dos puntos de la esfera terrestre, es hacerlo por el camino más corto. Esta afirmación hace suponer indiscutiblemente que el piloto debe navegar siguiendo la ortodrómica, pero esto tiene una estimable dificultad.

Según puede verse en la figura anterior, los ángulos formados entre los meridianos y la ortodrómica (α , α' , α'' , α''') no son iguales. Esto obligaría al piloto que desee navegar siguiendo la ortodrómica, a cambiar constantemente de rumbo, cuyo inconveniente es obvio discutir.

En la práctica se navega siguiendo una línea que corte a los meridianos bajo ángulos constantes. A este tipo de línea se le llama LOXODROMICA y posee una doble curvatura.

Para distancias relativamente cortas, 1.000 Km. digamos, la diferencia entre la distancia ortodrómica y la loxodrómica es muy pequeña, de tal manera que la desventaja que ofrece puede considerarse despreciable teniendo en cuenta la ventaja de la loxodrómica en la comodidad que proporciona al navegante con respecto al rumbo de brújula.

ESPACIO

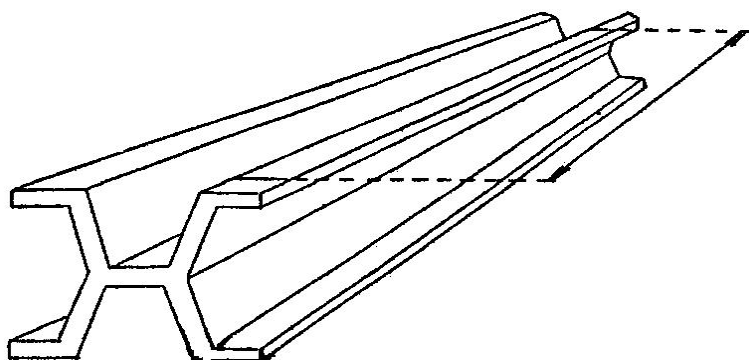
Es lo que separa a dos puntos. Si en lugar de considerar posición, se considera *Tiempo*, es el intervalo transcurrido entre dos instantes dados.

DISTANCIA

Es la medida del espacio entre dos punto. La distancia mas corta entre dos puntos, medida sobre la superficie terrestre, es un arco. Este arco es el trozo mas corto de circulo máximo que pasa por dichos puntos.

Para medir distancia se emplean unidades de longitud. En el sistema métrico decimal, dicha unidad es el metro, que puede definirse diciendo:

El metro legal es igual a la distancia que existe entre dos trozos marcados sobre una barra (es el prototipo internacional que se encuentra depositada en la oficina Internacional de Pesas y Medidas de Francia.



Esta definición dada en base a una medida arbitraria, es debido a que el metro patrón no corresponde exactamente con la medida que debió ser. Se trato de relacionar el metro con una medida natural o invariable. Para ello se penso en medir un circulo máximo (un Meridiano) y luego, dividirlo en 40.000.000 de pares cada una de estas partes seria un metro.

Efectuadas las mediciones y cálculos pertinentes, se fabricó el metro patrón. Sin embargo mediciones posteriores permitieron establecer que la medida del Meridiano había sido ligeramente errónea y por ello, se adopto definitivamente como definición legal del metro, la enunciada anteriormente.

Es por esta circunstancia que solamente aproximadamente, puede definirse el metro como la cuarenta millonésima avá parte, de Meridiano Terrestre, o sea que un meridiano mide aproximadamente 40.000.000 de metros (40.000 Km).

$$1 \text{ metro} = \frac{1}{40.000.000} \text{ de meridiano}$$

Otra unidad de medida utilizada universalmente, es la milla náutica o marina que equivale a 1852 mts.

$$1 \text{ milla náutica} = 1.852 \text{ mts}$$

La milla náutica o marina es también una medida extraída del globo terrestre; corresponde a la longitud de un minuto de círculo máximo, o sea, que un grado de latitud o de longitud en el Ecuador, abarca un arco de 60 millas náuticas. Es por ello, que la vuelta completa de la tierra por un círculo máximo mide:

$$360^\circ \times 60 \text{ Nm} = 21.600 \text{ Nm}$$

Otra unidad de medida es la milla terrestre o estatuto, que equivale a 1.609 mts

CONVERSIÓN DE UNIDADES DE MEDIDAS

Cada vez que se desee conocer el valor de una medida expresada en una cierta unidad, cuando se la conoce expresada en otro sistema de unidades, será necesario apelar a ciertos métodos y valores de conversión.

Las conversiones de medidas pueden realizarse mediante un simple cálculo mental o sobre el papel aplicando factores de conversión o usando ábacos o tablas o incluso, mediante un “ computador ” que en definitiva, es el método práctico más usado en Navegación Aérea.

A continuación se proporcionan algunos valores de conversión, indicando las operaciones a realizar para obtener las equivalencias, así como modelos de ábacos y tablas de uso corriente en manuales operativos, publicaciones de información aeronáutica, etc.

CONVERSIÓN DE MEDIDAS DE LONGITUD

Para convertir :

- a) **MILLAS NAUTICAS A KILOMETRO** : Multiplicar por 1,852

$$1 \text{ Nm} = 1,852 \text{ Km} \longrightarrow \text{Ej: } 120 \text{ Nm} = 222,24 \text{ Km}$$

- b) **MILLAS ESTATUTO A KILOMETRO** : Multiplicar por 1,609

$$1 \text{ NL} = 1,609 \text{ Km} \longrightarrow \text{Ej: } 50 \text{ NL} = 80,45 \text{ Km}$$

- c) **KILOMETRO A MILLAS NAUTICAS** : Multiplicar por 0,5399

$$1 \text{ Km} = 0,5399 \text{ NM} \longrightarrow \text{Ej: } 85 \text{ Nm} = 45,90 \text{ NM}$$

- d) **KILOMETRO A MILLAS TERRESTRE** : Multiplicar por 0,6215

$$1 \text{ Km} = 0,6215 \text{ ML} \longrightarrow \text{Ej: } 100 \text{ NM} = 62,15 \text{ ML}$$

- e) **MILLAS NAUTICAS A MILLAS TERRESTER** : Multiplicar por 1.852

$$1 \text{ NM} = 1.852 \text{ Km} \longrightarrow \text{Ej: } 120 \text{ Nm} = 222,24 \text{ Km}$$

- f) **MILLAS NAUTICAS A MILLAS TERRESTER** : Multiplicar por 0,868

$$1 \text{ ML} = 0,868 \text{ NM} \longrightarrow \text{Ej: } 63 \text{ ML} = 54,68 \text{ NM}$$

- g) **PIES A METROS** : Multiplicar por 0,3048

$$1 \text{ FT} = 0,3048 \text{ mts} \longrightarrow \text{Ej: } 3600 \text{ FT} = 1097,28 \text{ mts}$$

- h) **METROS A PIES**: Multiplicar por 3,2808

$$1 \text{ mts} = 3,2808 \text{ FT} \longrightarrow \text{Ej: } 3000 \text{ mts} = 9842,40 \text{ FT}$$

- i) **YARDAS A METROS** : Multiplicar por 0,9144

$$1 \text{ Yd} = 0,9144 \text{ mts} \longrightarrow \text{Ej: } 230 \text{ Yd} = 210,31 \text{ mts}$$

j) **METROS A YARDAS:** Multiplicar por 1,0936

$$1 \text{ mts} = 1,0936 \text{ Yd} \longrightarrow \text{Ej: } 1500 \text{ mts} = 1640,40 \text{ Yd}$$

k) **PULGADAS A CENTIMETRO:** Multiplicar por 2,54

$$1'' = 2,54 \text{ cm} \longrightarrow \text{Ej: } 75'' = 190,50 \text{ cm}$$

l) **CENTIMETRO A PULGADAS:** Multiplicar por 0,3937

$$1 \text{ cm} = 0,3937 \text{ cm} \longrightarrow \text{Ej: } 150 \text{ cm} = 49''$$

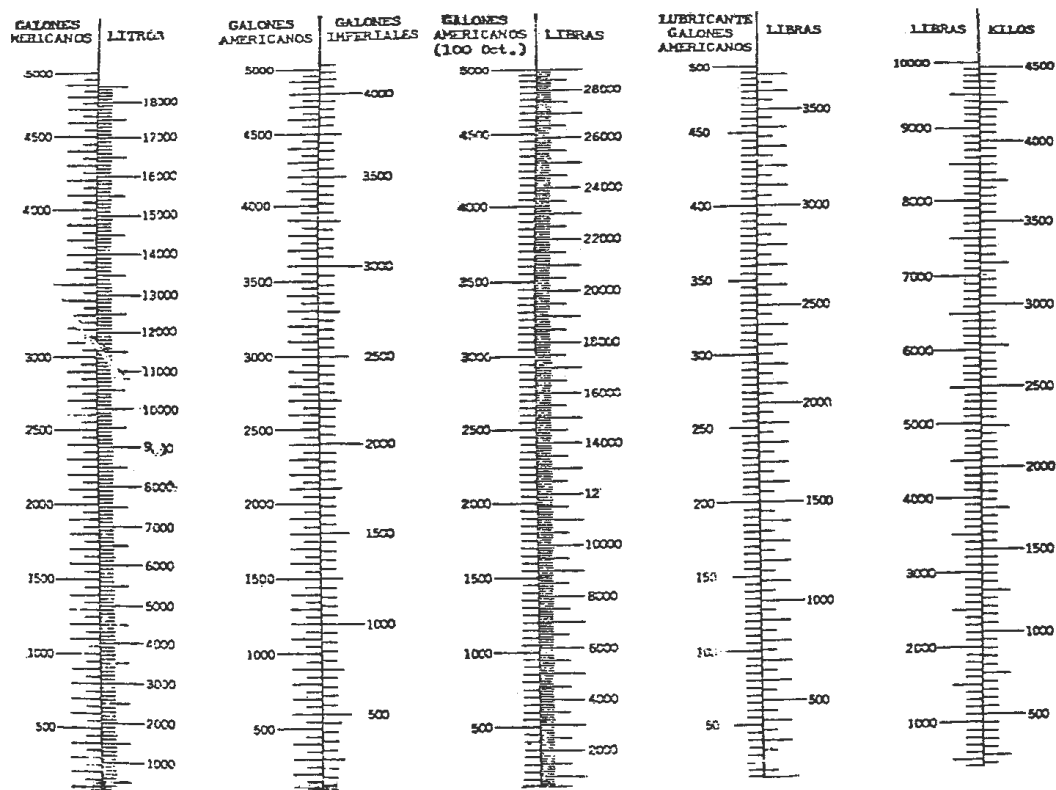
m) **PIES A PULGADAS:** Multiplicar por 12

$$1 \text{ FT} = 12'' \longrightarrow \text{Ej: } 75 \text{ FT} = 900''$$

n) **PULGADAS A PIES:** Multiplicar por 0,0833

$$1'' = 0,0833 \text{ FT} \longrightarrow \text{Ej: } 485'' = 40,40 \text{ FT}$$

MODELO DE ÁBACO



MODELO DE TABLA DE CONVERSIÓN

Galón	"F"	Litros	Galón	"F"	Litros	Galón	"F"	Litros
14,14	100	378	167,60	1000	3785	1089,28	2600	1416
16,14	125	473	194,50	1250	4730	1264,14	3000	1818
18,14	150	568	221,40	1500	5685	1539,06	3500	2160
20,14	175	663	248,30	1750	6635	1813,92	4000	2400
22,14	200	758	275,20	2000	7585	2088,78	4500	2640
24,14	225	853	302,10	2250	8535	2363,64	5000	2880
26,14	250	948	329,00	2500	9485	2638,50	5500	3120
28,14	275	1043	355,90	2750	10435	2913,36	6000	3360
30,14	300	1138	382,80	3000	11385	3188,22	6500	3600
32,14	325	1233	409,70	3250	12335	3463,08	7000	3840
34,14	350	1328	436,60	3500	13285	3737,94	7500	4080
36,14	375	1423	463,50	3750	14235	4012,80	8000	4320
38,14	400	1518	490,40	4000	15185	4287,66	8500	4560
40,14	425	1613	517,30	4250	16135	4562,52	9000	4800
42,14	450	1708	544,20	4500	17085	4837,38	9500	5040
44,14	475	1803	571,10	4750	18035	5112,24	10000	5280
46,14	500	1898	598,00	5000	18985	5387,10		
48,14	525	1993	624,90	5250	19935	5661,96		
50,14	550	2088	651,80	5500	20885	5936,82		
52,14	575	2183	678,70	5750	21835	6211,68		
54,14	600	2278	705,60	6000	22785	6486,54		
56,14	625	2373	732,50	6250	23735	6761,40		
58,14	650	2468	759,40	6500	24685	7036,26		
60,14	675	2563	786,30	6750	25635	7311,12		
62,14	700	2658	813,20	7000	26585	7585,98		
64,14	725	2753	840,10	7250	27535	7860,84		
66,14	750	2848	867,00	7500	28485	8135,70		
68,14	775	2943	893,90	7750	29435	8410,56		
70,14	800	3038	920,80	8000	30385	8685,42		
72,14	825	3133	947,70	8250	31335	8960,28		
74,14	850	3228	974,60	8500	32285	9235,14		
76,14	875	3323	1001,50	8750	33235	9510,00		
78,14	900	3418	1028,40	9000	34185	9784,86		
80,14	925	3513	1055,30	9250	35135	10059,72		
82,14	950	3608	1082,20	9500	36085	10334,58		
84,14	975	3703	1109,10	9750	37035	10609,44		
86,14	1000	3798	1136,00	10000	37985	10884,30		

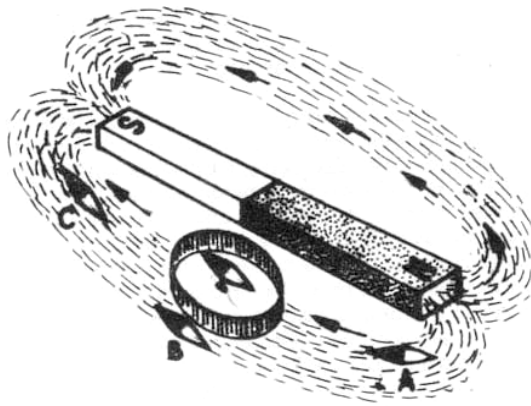
En la columna "F" se lee el valor conocido, bajándose a las escalas el valor correspondiente buscado. Ej: para obtener el equivalente en galones de 10 litros, se busca en la columna "F" el valor conocido y se lee a la derecha la respuesta: 2,642 galones. Para obtener el equivalente en litros de 10 galones, se busca en la columna "X" el valor conocido y se lee a la izquierda de la respuesta 37,85 litros.

Litros	"F"	Galones	Litros	"F"	Galones	Litros	"F"	Galones
1,79	1	0,464	128,3	800	211,34	12492	3320	871,4
1,91	2	0,508	140,9	900	237,76	12570	3400	898,2
2,03	3	0,552	153,5	1000	264,18	12648	3500	925
2,15	4	0,596	166,1	1100	290,60	12726	3600	951
2,27	5	0,640	178,7	1200	317,02	12804	3700	977
2,39	6	0,684	191,3	1300	343,44	12882	3800	1003
2,51	7	0,728	203,9	1400	369,86	12960	3900	1029
2,63	8	0,772	216,5	1500	396,28	13038	4000	1055
2,75	9	0,816	229,1	1600	422,70	13116	4100	1081
2,87	10	0,860	241,7	1700	449,12	13194	4200	1107
2,99	11	0,904	254,3	1800	475,54	13272	4300	1133
3,11	12	0,948	266,9	1900	501,96	13350	4400	1159
3,23	13	0,992	279,5	2000	528,38	13428	4500	1185
3,35	14	1,036	292,1	2100	554,80	13506	4600	1211
3,47	15	1,080	304,7	2200	581,22	13584	4700	1237
3,59	16	1,124	317,3	2300	607,64	13662	4800	1263
3,71	17	1,168	329,9	2400	634,06	13740	4900	1289
3,83	18	1,212	342,5	2500	660,48	13818	5000	1315
3,95	19	1,256	355,1	2600	686,90	13896	5100	1341
4,07	20	1,300	367,7	2700	713,32	13974	5200	1367
4,19	21	1,344	380,3	2800	739,74	14052	5300	1393
4,31	22	1,388	392,9	2900	766,16	14130	5400	1419
4,43	23	1,432	405,5	3000	792,58	14208	5500	1445
4,55	24	1,476	418,1	3100	819,00	14286	5600	1471
4,67	25	1,520	430,7	3200	845,42	14364	5700	1497

MAGNETISMO TERRESTRE. LA TIERRA: UN GRAN IMÁN

Todos los imanes, forman alrededor de sí, lo que se denomina comúnmente: "campo magnético", el cual esta formado por infinitas "líneas de fuerza" que partiendo del polo rojo se dirigen, formando un arco, hasta el polo azul, por donde vuelven a entrar al seno del imán. Ese campo magnético es permanente e invisible.

Como demuestra la figura disponiendo de una pequeña brújula, la colocamos sucesivamente sobre los puntos de una misma línea, tales como los A, B, y C, se observará que invariablemente, la aguja magnética se orientará en la dirección que en cada punto tiene dicha línea.



Por ejemplo si aproximamos ahora dos imanes entre sí, ambos suspendidos por un hilo de su centro de gravedad; se observará que en todos los casos, los extremos del mismo signo (igual color) se rechazan entre sí, atrayéndose en cambio si son de signo contrario. Esta experiencia, ya estudiada en el curso de Física, permiten demostrar que la Tierra se asemeja a un enorme imán, lo que se puede comprobar, si en un lugar cualquiera de ella suspendemos por su centro, una aguja imantada, luego de oscilar brevemente de un lado a otro, se detendrá y observará siempre una posición invariable que es, **aproximadamente**, la dirección geográfica Norte-Sur.

La Tierra, entonces, bajo el punto de vista magnético, se comporta como un enorme imán cuyo polo **azul** se encuentra en las proximidades del polo geográfico norte y su polo rojo, en una posición aproximadamente opuesta. Las líneas de fuerza, al atravesar la corteza terrestre, salen del **Polo magnético SUR** (rojo) y se dirigen al extremo opuesto NORTE (azul), para, luego de atravesar nuevamente la superficie, reintegrarse al núcleo de donde partieron.

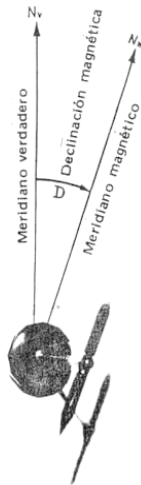
En virtud de que los extremos opuestos se atraen, se pintan de rojo todos los extremos de las agujas que miran hacia el Norte magnético terrestre.

Si fuera posible dibujarlas sobre la esfera terrestre, las líneas de fuerza adoptarían una disposición irregular pero semejante a la de los meridianos geográficos, razón por la cual, se los denomina **meridianos magnéticos**.

Como las agujas magnéticas se colocan en una dirección que es la de la tangente a las líneas de fuerza magnéticas, adoptarán sobre los polos la posición vertical; **rojo hacia abajo en el norte** y azul hacia abajo en el sur, tendiendo a la horizontalidad a medida que se alejen de los mismos. De este modo, existirá una sucesión de puntos aproximadamente equidistante de ambos polos magnéticos, en que los imanes adoptarán una posición completamente horizontal; se dice que todos esos lugares constituyen el **Ecuador magnético terrestre**. En el

hemisferio magnético Norte las agujas imanadas se orientan con su polo rojo hacia abajo, con una inclinación, variable según la zona, pero que irá aumentando a medida que se acerquen al Polo magnético, lo mismo se verificará en el hemisferio magnético sur, pero con una inclinación contraria.

No coincidiendo las posiciones de los polos magnéticos con los geográficos, las direcciones de los meridianos respectivos será también diferente y formando un ángulo entre sí. Dicho ángulo se llama **declinación magnética** (notación: D) y representa un “error” en las indicaciones que provee el compás magnético. Efectivamente, si la aguja o rosa del compás se orienta en la dirección del meridiano magnético, es lógico suponer que si pretende navegar en cierta dirección **geográfica verdadera** habrá que calcular previamente qué dirección magnética deberá señalar la aguja del compás a efectos de anular la diferencia.



Los polos magnéticos, además, no son exactamente opuestos ni permanecen fijos en sus posiciones, sino que van sufriendo muy lentas variaciones razón por la cual, los meridianos modifican también sus direcciones con el transcurrir del tiempo; alterando los valores de la declinación magnética, para los distintos lugares de la Tierra. Estaciones especiales esparcidas por todo el orbe, se encargan de medir los valores de declinación y sus variaciones, datos éstos que son luego volcados en las cartas aeronáuticas como líneas punteadas denominadas líneas “**isogónicas**”, que unen puntos que tienen igual declinación magnética. Las líneas que unen los puntos que no tienen declinación, es decir que la dirección del Norte Magnético coincide con la dirección del Norte geográfico, recibe el nombre especial de línea “**ágona o agónica**”

Aprovechando la propiedad de los imanes de orientarse en la dirección del meridiano magnético, se construyó la **brújula**, que fue el primer dispositivo destinado a resolver el

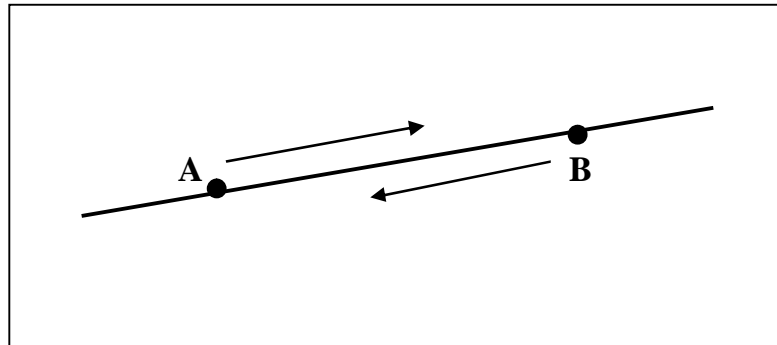
problema de la dirección. Este instrumento consiste en una rosa de los vientos grabada en su cuadrante circular provisto en su centro de un eje o estilo vertical, sobre cuya punta descansa la cavidad que posee practicada en su punto medio, una aguja o planchuela de acero imantada.

Es indudable que esta aguja imantada, después de oscilar a uno y otro lado, terminará por detenerse en la dirección del meridiano magnético del lugar, es decir que su polo rojo señalará el Norte magnético.

RUTA, CURSO Y RUMBOS

Si sobre un plano consideremos dos puntos A y B y los unimos con una recta ; ambos puntos determinan sobre la misma el segmento de la recta AB.

La dirección entre estos puntos está determinada por la recta que pasa por ambos puntos.



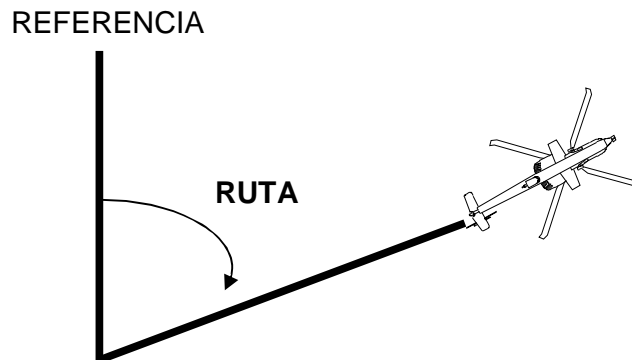
En cuanto al sentido podemos considerar dos posibilidades pues sabemos que es posible desplazarse sobre el segmento AB en dos sentidos. Podemos dirigirnos desde el punto A Hacia el punto B o desde el B hacia el A. Vemos así que es necesario discriminar, además de la dirección dada por la recta A, el sentido de desplazamiento sobre dicha recta para viajar de un punto a otro.

En navegación se representan la dirección y la velocidad con que el móvil se desplaza de un punto a otro por vectores equivalentes a los que se utilizan, o para representar fuerzas en física, es decir, que para indicar el sentido de desplazamiento desde A hacia B, se utiliza una flecha que parte de A y señala hacia B. En aeronavegación, hace falta considerar, además, que los desplazamientos no se producen sobre un plano, sino sobre una superficie aproximadamente esférica como es la de la tierra.

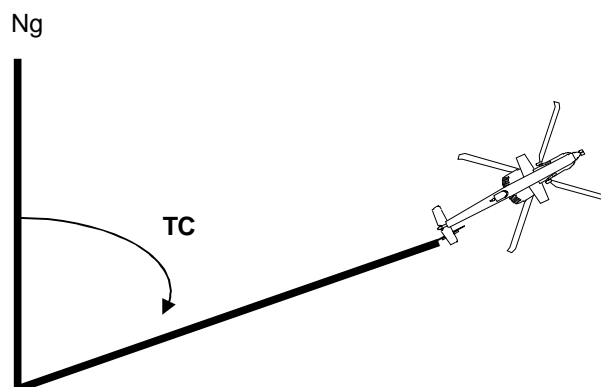
Supongamos en el globo terráqueo otro dos puntos A y B. En este caso, la dirección esta dada por una curva que pase por los dos puntos. Evidentemente nos interesa que dicha curva sea la más corta que una esos dos puntos. En todos los casos esta curva más corta que pasa por A y B, es un trozo del círculo máximo que pasa por dichos puntos. Recordaremos que círculo máximo es todo aquel que pasa por el centro de la tierra y divide a esta en dos partes iguales. El círculo máximo que pasa por los puntos A y B determina una dirección que recibe el nombre de ruta, en este caso, la ruta entre A y B.

Como en el caso del desplazamiento sobre un plano, también es posible viajar sobre esta ruta en dos sentidos, se puede ir de A hacia B, o viceversa. En aeronavegación, el sentido del desplazamiento sobre la ruta, se llama dirección o sea que dirección es el sentido en que se recorre la ruta. Así hay una dirección para ir de A hacia B y otra dirección distinta para ir de B hacia A.

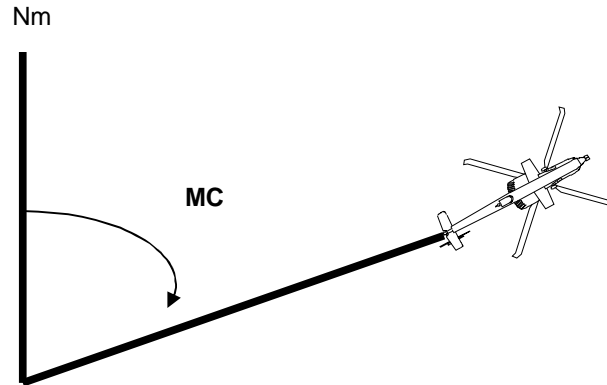
Se denomina “ **Ruta** ” a la proyección sobre la superficie terrestre del movimiento de una aeronave, medido respecto a una referencia.



Si esa referencia es el Norte Geográfico, la ruta se denomina “**Ruta Geográfica o Verdadera**” (TC).



Si esa referencia es el Norte Magnético, la ruta se denomina “**Ruta Magnética**” (MC).



“ **Curso** ” es el ángulo comprendido entre la dirección de la ruta y una referencia determinada

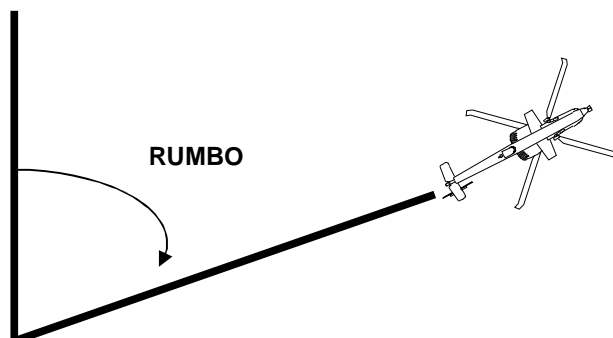
Los cursos se miden a partir de una línea de fé o línea base; en aeronavegación esta representada por la línea Norte – Sur o meridianos que pasan por dichos puntos. El curso se mide en ángulos de 0° a 360° en el sentido que giran las agujas del reloj a partir del meridiano de los puntos terminales de la ruta.

Si esa referencia es el Norte Geográfico, el curso se denomina “**Curso Geográfica o Verdadera**” .

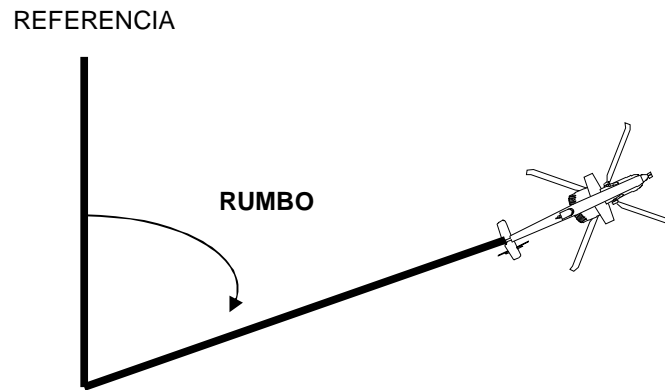
Si esa referencia es el Norte Magnético, el curso se denomina “**Curso Magnética**”.

Llamaremos “ **Rumbo** ” al ángulo formado entre la dirección del eje longitudinal de la aeronave y de una referencia o el meridiano del lugar medidos en grados de 0° a 360° , en el sentido que giran las agujas de reloj.

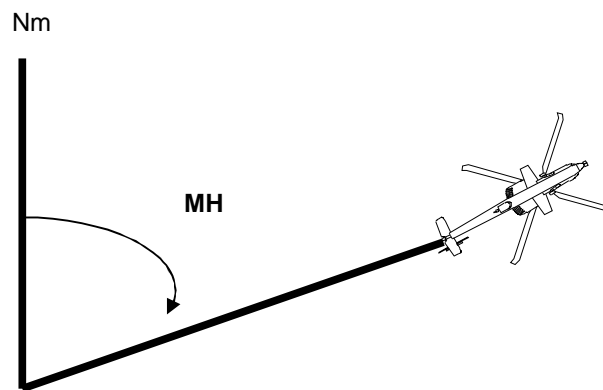
REFERENCIA



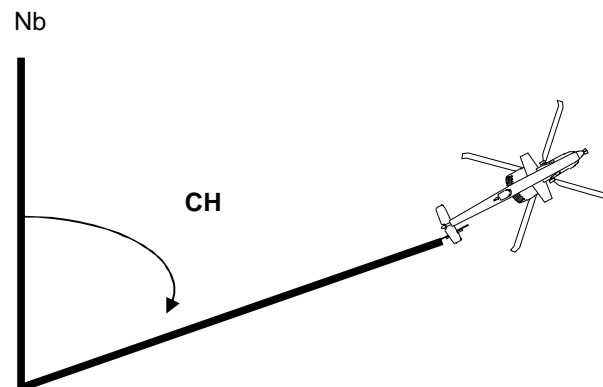
Si esa referencia es el Norte Geográfico, el rumbo se denomina “**Rumbo Geográfica o Verdadera**” (TH)



Si esa referencia es el Norte Magnético, el rumbo se denomina “**Rumbo Magnética**” (MH).



Se denomina “ **Rumbo de la Brújula** ” (CH), a la dirección del eje longitudinal de la aeronave, medido respecto al Norte que marca la brújula.



$$\text{Rumbo geográfico} - \text{Declinación} = \text{Rumbo magnético}$$

Ejemplo:

Se desea mantener un rumbo geográfico de 050°, con 10° de declinación Este. ¿Cuál será el rumbo magnético que debo colocar a mi aeronave?

$$050^{\circ} - (+ 10^{\circ}) = 050^{\circ} - 10^{\circ} = 040^{\circ}$$

Si la declinación hubiera sido Oeste, tendríamos:

$$050^{\circ} - (- 10^{\circ}) = 050^{\circ} + 010^{\circ} = 060^{\circ}$$

DESVIO

Lo dicho anteriormente es valido, siempre y cuando la brújula señalara exactamente al Norte magnético. Desgraciadamente como la brújula se encuentra dentro de la estructura metaliza del avión, en el cual el acero y las aleaciones magnéticas intervienen en gran parte en su construcción lo mismo que existe un gran numero de circuitos electrónicos; la brújula, repetimos, sufre por efecto de esas masas una desviación que es diferente para cada uno de los rumbos que tome el avión.

Esta diferencia angular, entre la dirección norte que marca la aguja y la que marcaría si se hallase alejada de toda masa magnética, recibe el nombre de “*Desvío del Compás*”.

Este desvío depende de varios factores:

- De la brújula en sí
- De su instalación
- Del avión en que es instalada, etc.

Es por ello, que debe ser corregido en periodos no mayores de 6 meses o en cuando se efectúen reparaciones en el avión. Se coloca cerca de la brújula una planilla de desvío,

redactada especialmente para cada brújula, que indica las desviaciones que tiene con respecto al Norte magnético.

Rumbo Magnético	0°	30°	60°	90°	126°	156°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
Desvío	2°W	3°W	2°W	0°	1°E	1°E	2°E	1°E	1°E	0°	2°W	2°W

La desviación se computa también en valores positivos si es hacia el Este y valores negativos si es hacia el Oeste.

Por Ejemplo:

Si un avión apunta al rumbo magnético 030° y su brújula marca 028°, su desvío es -2° pues marca un rumbo 2° menos hacia el Oeste que el rumbo verdadero. Si por el contrario la brújula marcara 033° hay un desvío de +3°, con respecto a la marcación exacta, pues el compás señala 3° demás, hacia el Este.

Por todo lo dicho se define un nuevo rumbo para sobrevolar una misma ruta. Este rumbo llamado “**Rumbo del Compás**”, es el que hay que tomar con la brújula utilizada en ese momento para sobrevolar la ruta de la que ya conocemos de la misma los rumbos magnéticos y geográficos.

También en este caso se efectúa una suma algebraica con los signos del desvío.

$$\text{Rumbo magnético} - \text{Desvío} = \text{Rumbo compás}$$

Ejemplo:

Se desea sobrevolar una ruta cuyo rumbo geográfico sea 080° existiendo una declinación de 10° Oeste y un desvío de 2° Este.

$$080^\circ - (-10^\circ) - (+2^\circ) = 080^\circ + 10^\circ - 2^\circ = 088^\circ$$

Si para el mismo rumbo geográfico hubiese sido de 10° Este y el desvío de 2° Oeste, el rumbo de compás hubiese sido:

$$080^\circ - (+10^\circ) - (-2^\circ) = 080^\circ - 10^\circ + 2^\circ = 072^\circ$$

Resumiendo:

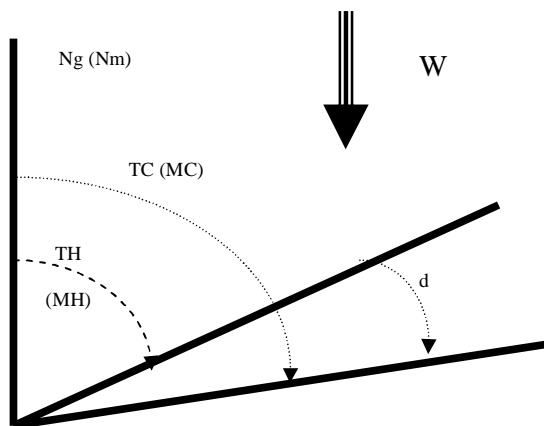
Para todo vuelo existen dos sentidos para recorrer una ruta y para cada sentido tres rumbos, según se los mida a partir del norte geográfico, magnético o compás. Por lo tanto tendremos:

1. Rumbo geográfico en un sentido
2. Rumbo geográfico de vuelta
3. Rumbo magnético en un sentido
4. Rumbo magnético de vuelta
5. Rumbo compás en un sentido
6. Rumbo compás de vuelta

DERIVA

Es la diferencia angular entre el rumbo y la ruta, la cual no coincide por la acción de la del viento. Cuanto mayor sea la intensidad, mayor será la diferencia angular.

Se denomina “ *Angulo de deriva* ” al formado entre el rumbo deseado, el llevado y la ruta llevada, es decir, llevamos un rumbo determinado y por acción del viento, estamos recorriendo una cierta ruta, distinta de la que teníamos programada.



El “ *Angulo de corrección de deriva* ” es la cantidad en que debemos modificar el rumbo de la ruta deseada para corregir el efecto de viento.

Por Ejemplo:

Para volar la ruta de 125° , debemos llevar un rumbo de 125° si no hubiese viento; pero si este existe, habrá que modificar el rumbo para que en combinación con el viento nos dé como resultado la ruta deseada.

$$\text{Deriva} = \text{Ruta geográfica} + \text{Rumbo geográfico}$$

$$\text{Angulo de corrección de deriva} = \text{Rumbo geográfico} + \text{Ruta geográfica}$$

UNIDAD DIDÁCTICA 3

EL TIEMPO

Como anteriormente mencionamos el tiempo es el espacio transcurrido entre dos instantes dados; pero también lo podemos definir como lo que separa dos sucesos que no se produjeron simultáneamente.

MEDIDAS DEL TIEMPO

Para medir el tiempo se emplea una unidad de medida como referencia. Esta unidad puede ser definida de acuerdo con la rama de la ciencia que la utilice, pero es siempre la misma unidad el *segundo*. En física el *segundo* se define como:

El tiempo que un péndulo de 993 mm tarda en efectuar una oscilación completa al nivel del mar y a los 45° de latitud.

Sin embargo para la vida civil y para cálculos comunes y astronómicos, se prefiere definir una unidad mayor: el *día*.

Día es el tiempo que tarda en producirse una rotación completa de la tierra alrededor de su eje. El *segundo* es 86.400 veces mas pequeño. Por lo que el día se divide en 24 partes menores llamadas *hora*, esta a su vez se divide en 60 minutos y el minuto en 60 segundos.

Para medir una vuelta completa de la tierra se necesita, un punto de referencia que se encuentre fuera de ella, según la referencia utilizada, el día toma diferentes nombres

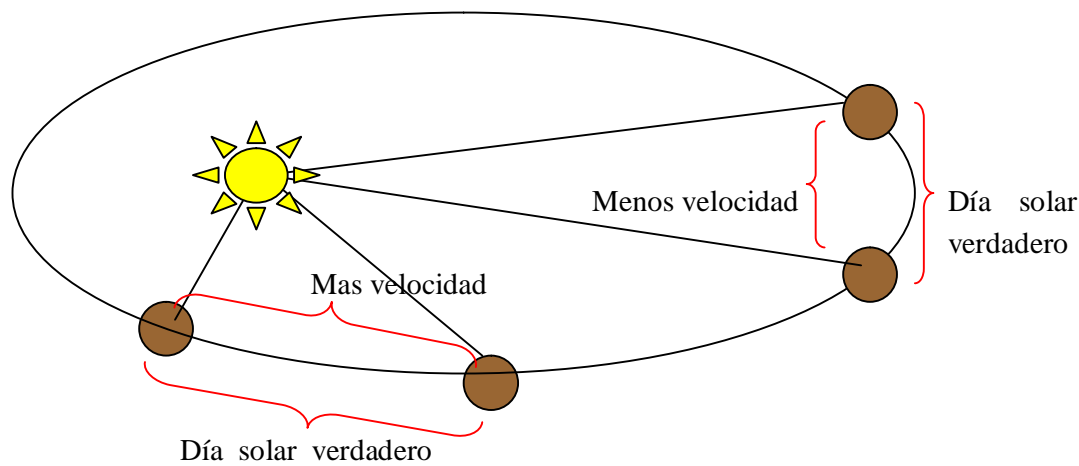
Se llama *día sidéreo* a aquel que se toma como punto de referencia a una estrella referencia

Día sidéreo es el tiempo transcurrido entre dos pasajes sucesivos de un mismo meridiano frente a una estrella. El pasaje del mismo meridiano implica decir que el observador instalado en el, ha dado una vuelta completa hasta enfrentar nuevamente a la estrella.

La estrella utilizada para medir el día sidéreo, es una estrella ficticia conocida como “*Primer Punto de Aries*” o “*Punto Vernal*”; puesto que si se considera cualquier estrella , existe una diferencia insignificante (fracciones de segundo) que hace diferente el llamado día sidéreo con el *Día Estelar*.

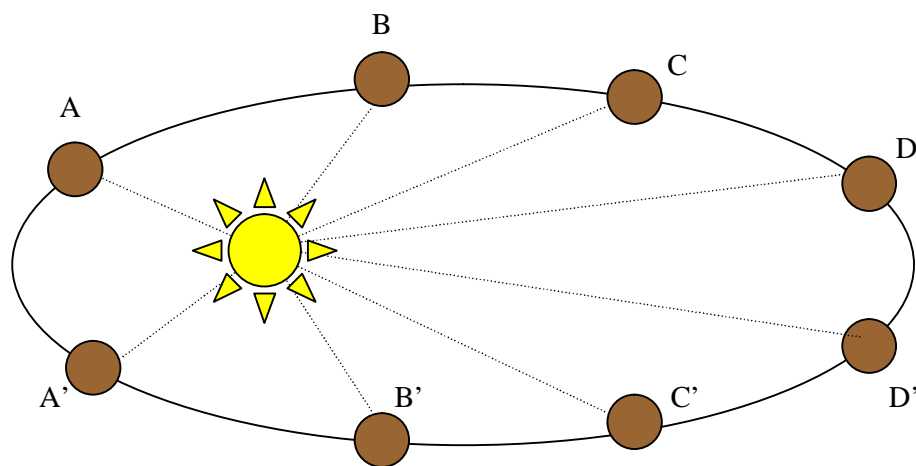
Cuando se utiliza como punto de referencia el sol, el día recibe el nombre de ***Día Solar Verdadero***.

Día Solar verdadero es el tiempo transcurrido entre dos pasajes sucesivos de un mismo meridiano frente al sol. En principio puede parecer el sistema mas exacto y practico, tiene como principal inconveniente que los días solares son casi todos diferentes, esto es porque la tierra en su movimiento alrededor del sol describe una órbita elíptica. Por efecto de la atracción del sol, la tierra aumenta su velocidad un distintos segmentos de su órbita aumentando su fuerza centrífuga lo que origina que para cada día del año, la velocidad de traslación sea diferente. Esta variación en la velocidad de traslación hace que los caminos recorridos en cada día del año sean distintos, siendo mayores cuando mas cerca está de la tierra del sol.



Como la medición del día se efectúa entre dos enfrentamientos de mismo meridiano con el sol; la tierra no da exactamente un vuelta, sino una vuelta y fracción. Esta fracción será mayor cuanto mas cerca este del sol.

La diferencia angular entre dos enfrentamientos sucesivos da como resultado una mayor duración del día. Todos los días del año resultan por ello, distintos, excepto que se repitan las condiciones de distancia al sol. Decimos esto pues en el año al cabo de una vuelta completa de la tierra alrededor del sol existen siempre dos días iguales entre si y que corresponda al pasaje de la tierra por dos puntos de su órbita que se encuentran a igual distancia del sol. (Puntos A y A', B y B', C y C', D y D')



Con el objeto de tener un día cuya duración sea igual en cualquier época del año se utiliza el *Día Solar Medio*, obtenido por calculo y que supone a la tierra girando en círculo y no en una elipse. En este caso como la distancia al sol es siempre la misma, la velocidad de traslación es igual para todas las épocas del año y por lo tanto los días tendrán igual duración.

HUSOS HORARIOS

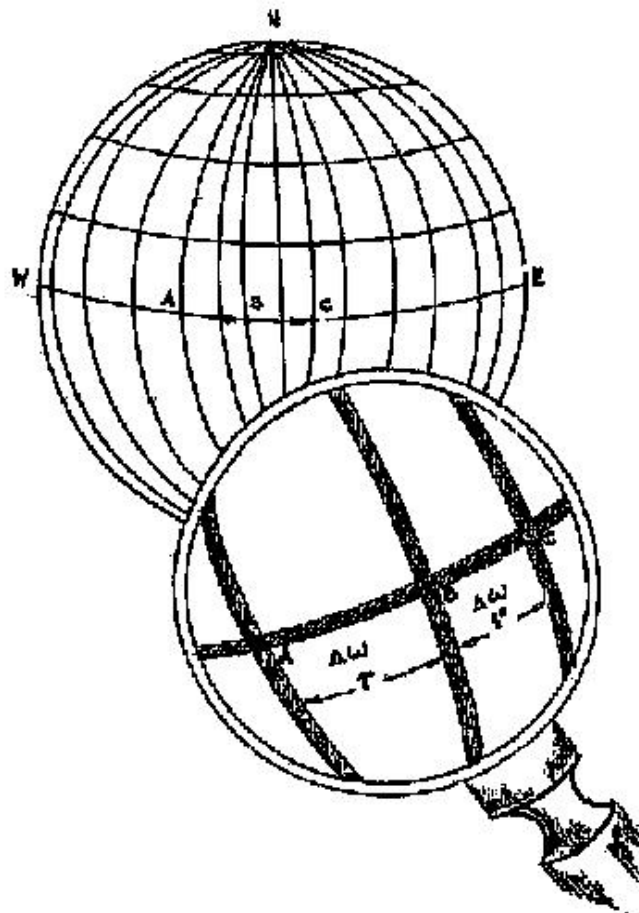
Ya hemos visto algunas unidades de tiempo, el día solar, el día sidéreo y el día solar medio, pero sin embargo no hemos mencionado el concepto de tiempo civil que tiene la misma duración que el día solar medio pero se comienza a contar a partir del meridiano inferior, o sea a partir del momento en que el sol pasa por el anterior meridiano del lugar. El tiempo que comienza a contarse desde el meridiano del lugar, se llama ***Tiempo Astronómico***.

Cada meridiano de la tierra, de distinta longitud, tiene una hora distinta que se denomina “***Hora Local***”.

Ahora supongamos que un viajero que parte de la ciudad que llamaremos A se dirige a la ciudad que llamaremos B, situada en el mismo país a una distancia de 1° grado de longitud, al llegar a ella, si a partido de A al medio día (12:00 hs), se encontrará con que en B también es medio día y que su reloj, tiene una indicación falsa. En efecto, esto podría suceder en las siguientes condiciones:

Supongamos que A y B estén situados sobre un mismo paralelo y que el viajero al salir de A, viaje hacia el Oeste. Como el sol tarda en pasar del meridiano A al meridiano de B separados por 1° grado de longitud, 4 minutos.

$$\frac{24 \text{ Hs}}{360^\circ} = \frac{1440 \text{ minutos}}{360^\circ} = 4 \text{ minutos x grado}$$



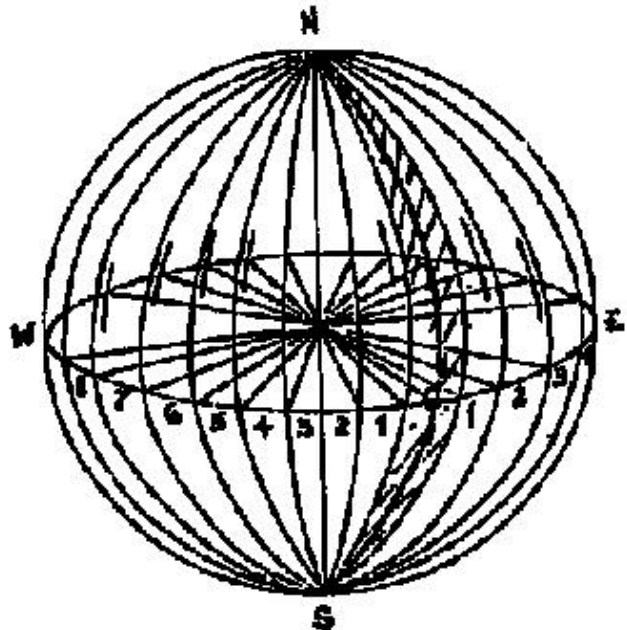
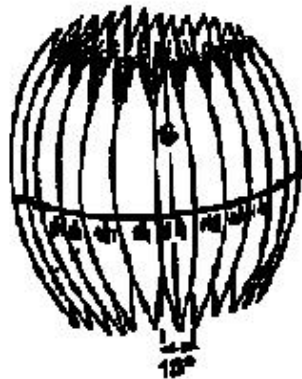
El viajero si viaja a esa misma velocidad se encontrará en B al medio día de este, cuando su reloj marca 12 horas 4 minutos.

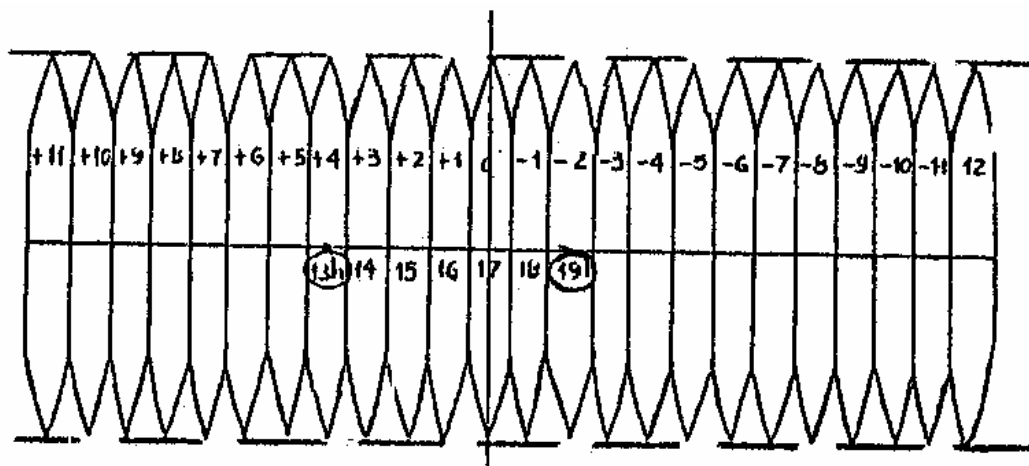
Por la difusión y rapidez de las comunicaciones, estos días llamados locales, motivaron perturbaciones, por cuanto había que cambiar la hora constantemente en los relojes al viajar den un punto a otro, aun dentro del mismo país. Lo mismo Habría ocurrido si en lugar de

viajar de A a B, hubiésemos viajado de A a C; al llegar a dicho lugar los relojes locales marcarían 12 horas y el nuestro regulado con los de A marcará 12 horas 8 minutos. Esto no significa que debemos viajar siempre a una misma velocidad regular para ir de un punto a otro, siempre existiría simultáneamente entre A y B o entre B y C, 4 minutos de diferencia.

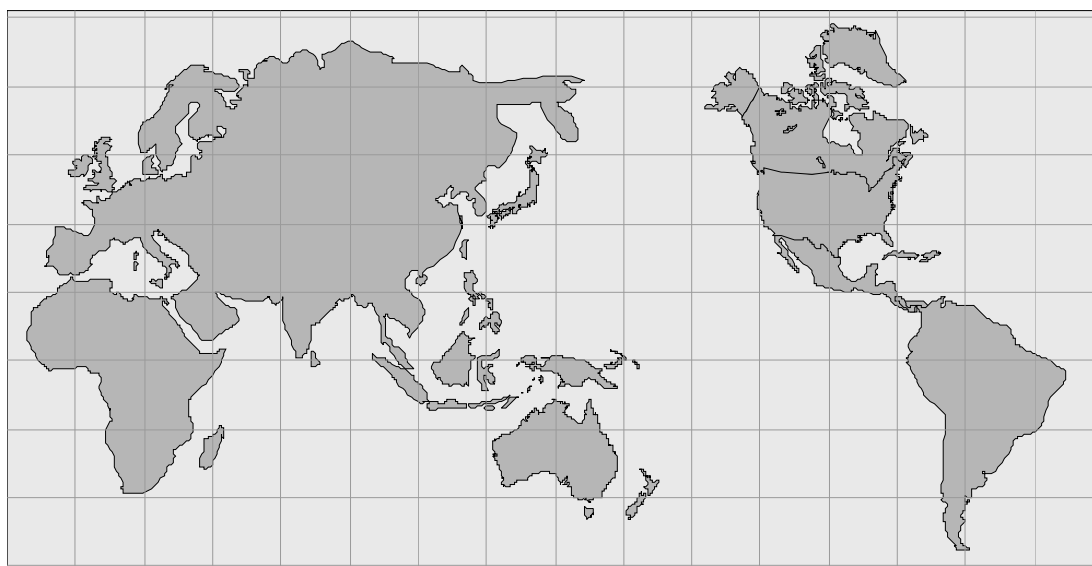
Para obviar en parte estos inconvenientes y para que las horas locales dentro de un mismo país no interfieran la vida en comunidad se ha establecido la hora oficial, dividiendo la tierra en 24 zonas, llamadas husos, cada uno de los cuales tiene 1 Hs de diferencia entre sí, siendo dicho uso bisectado por el meridiano de Greenwich el huso 0 (cero). Así cada 15° que nos alejamos del meridiano citado a uno u otro lado, el tiempo varia de una hora, pues como la tierra tarda 24 horas en pasar los 360° de su circunferencia delante del sol (movimiento de rotación) por cada 15° que gira tardará 1 hora; es decir sí 360° los recorre en 24 horas, en 1 hora recorre 24 veces menos.

$$\frac{360^{\circ}}{24} = 15^{\circ} = 1 \text{ hora}$$





Los husos horarios se enumeran a partir de cero, que corresponde al uso de Greenwich, hasta los números 11 en ambos sentidos, Este y Oeste. El huso 12 que corresponde al meridiano 180°, es el que recibe el nombre de “*huso de cambio de fecha*” por cuanto si se alcanza dicho huso viajando hacia el este, el viajero ha dado una vuelta mas que la tierra, y por lo tanto, su fecha no coincide con la que tenia. En este caso debe agregar un día a la fecha. Si por otro lado, alcanza el huso 12 viajando hacia el Oeste, debe restar un día, para acomodar la fecha del día a la de todo el mundo. La hora de cada huso es la que recibe el nombre de “*Hora Internacional*” y rige para toda la zona de este huso, considerándose mediodía cuando el sol pasa por el meridiano central del huso.



En la figura se observa un planisferio donde esta marcado los husos horarios, observamos que muchas veces los limites entre los distintos husos no son una línea recta sino que aparecen distorsionados, siguiendo sinuosos trazados.

Esto se debe a que muchas veces siguen el trazado de las fronteras de los distintos paises o regiones donde conviene que la hora oficial sea una sola.

Modificaciones posteriores tendientes a lograr una mayor economía en los combustibles ha hecho que la hora oficial pueda cambiarse de huso, generalmente adelantarse como en nuestro país, y en este caso la hora oficial no es la del huso que corresponde a esa zona, sino a la del huso anterior.

En la República Argentina, corresponde el huso número 4 correspondiente al meridiano 60° W, pero por resolución oficial la hora es la del huso 3 o sea la del meridiano 45° W que no pasa por ella.

Considerando a la tierra dividida en 24 husos se llama “*Hora reducida al meridiano de origen*”, a la hora de Greenwich y se la reconoce como hora “*Z*” o “*UTC*”.

A la hora que corresponde a cada huso se la llama hora legal, como si fuera regida por los pasos del sol, frente al meridiano del huso mencionado. Como hora oficial se entiende la establecida por un decreto o reglamento de gobierno diciendo que huso se utiliza para la hora del país. En el caso de países muy extendidos de Este a Oeste, aunque podría usarse, como hora oficial, la del huso que pasa por el centro del país tendríamos como inconveniente que las zonas apartadas del meridiano central, tendrían como hora oficial una hora muy distinta de la real, y el mediodía de un punto situado mas al Este del meridiano central tendría una hora que pertenecería a la tarde del mismo día, por el contrario, los puntos situados mas al Oeste tendrían, en horas de la mañana, la hora oficial, 12 de mediodía.

En estos casos, se utilizan dentro del mismo país, diferentes husos, como en EEUU, Brasil, Canadá, etc. Y las horas se reconocen por la región que afectan.

Sabiendo que a cada hora de tiempo de diferencia entre dos puntos, le corresponden 15° de diferencia en longitud, es posible establecer la posición en un meridiano cualquiera sabiendo la diferencia de horas de ese meridiano con respecto al meridiano de Greenwich.

Aclarando el concepto cuando en Greenwich son las 12 horas del mediodía todos los puntos situados al Oeste se encuentran en horas de la mañana (hora local) y todos los puntos situados al Este de Greenwich se encuentran en horas de la tarde considerando su hora local. La

diferencia entre la hora local y la de Greenwich corresponde exactamente a la diferencia de longitud de acuerdo a la proporción.

Resumiendo:

1 hora = 15° de diferencia de longitud, o sea:

60 minutos..... 15°

4 minutos..... 1°

1 minuto.....15 minutos de arco

Ejemplo n° 1

¿ Que meridiano es el que corresponde a un punto que tiene como hora local 10 horas, cuando en Greenwich son las 12 horas ?

Respuesta :

Es fácil ver que este punto todavía no ha pasado por el mediodía cuando en Greenwich ya lo es, por lo tanto el punto esta mas al Oeste que Greenwich. La diferencia de 2 horas equivale a $2 \times 15^\circ = 30^\circ$ de longitud, por lo tanto el meridiano del lugar es el de 30° de Greenwich.

Ejemplo n° 2

¿ En que longitud se encontrará un barco que cuando toma exactamente su mediodía tiene el reloj con hora de Greenwich 10 Hs ?

Respuesta :

Analizando tenemos que, si para el barco ya es mediodía y en Greenwich todavía no lo es, el barco se encuentra mas al Este de Greenwich y que se encuentra 3 horas adelantado con respecto a este, por lo tanto : $2 \times 15^\circ = 30^\circ$ se encuentra en el meridiano de 30° E.

SALIDA, PUESTA DEL SOL, CREPUSCULO

El fenómeno celeste que tiene incidencia directa en la operación de las aeronaves es fundamental para definir la operación diurna de los vuelos y los aeródromos, es aquel relacionado con la salida, puesta del Sol y duración de los crepúsculos.

Considerando el concepto de “día” no como un período de 24 horas como los hemos hecho hasta ahora, sino exclusivamente el espacio de tiempo que el Sol se encuentra sobre el horizonte, denominaremos salida u orto del Sol, al instante en que el borde superior del astro coincide, en su movimiento ascendente, con el horizonte y definiremos como puesta u ocaso del Sol, cuando el limbo superior del mismo, en su movimiento descendente, coincida con el horizonte.

Pero las disposiciones tanto nacionales como internacionales con el objeto de ampliar las operaciones diurnas, agregan a la duración del “día” el período de luz amortiguada que corresponde al crepúsculo, quedando así determinado ese período (según exista luz solar sobre el horizonte del lugar) al período de tiempo comprendido entre la iniciación del crepúsculo civil matutino, hasta la finalización del crepúsculo civil vespertino.

CREPÚSCULO CIVIL MATUTINO Y VESPERTINO

La atmósfera tiene la propiedad de reflejar la luz del Sol cuando el astro rey está bajo el horizonte, alargando la duración del día y haciendo que el paso de este a la noche o de la noche al día no sea brusco.

Esta claridad que se observa entre el fin o el comienzo del día y el comienzo o fin de la noche, respectivamente, se conoce con el nombre de crepúsculo. El primero se llama también alba o aurora y el segundo, crepúsculo vespertino o anoecer. Como ya hemos dicho el crepúsculo trae como consecuencia la prolongación del día pues su duración se suma, lo que equivale a contar dicho día a partir de un círculo paralelo al horizonte y situado debajo de él.

Se distingue dos clases de crepúsculo:

- 1) Crepúsculo civil: Es el producido por la luz del Sol que se refleja mientras éste recorre el arco de su órbita aparente comprendido entre el horizonte y el círculo paralelo a él situado a 6° debajo del mismo. Prácticamente la terminación del crepúsculo civil coincide con la aparición de las estrellas de primera magnitud en el crepúsculo vespertino y la desaparición de las mismas en el crepúsculo matutino.
- 2) Crepúsculo astronómico: Es el producido por la luz del Sol que se refleja mientras este recorre el arco de su órbita aparente comprendido entre el horizonte y el círculo paralelo a él, situado a 18° debajo del mismo. Prácticamente la terminación del crepúsculo

astronómico coincide con la aparición de las estrellas de sexta magnitud, que son las menores que pueden observarse a simple vista.

La duración del crepúsculo aumenta, cuando aumenta la latitud.

Por ejemplo la duración del crepúsculo en Posadas durante el mes de Marzo, es de 21 minutos mientras que, la duración del crepúsculo en Río Gallegos en ese mismo mes, es de 34 minutos. También existen localidades como Ushuaia que en determinada época del año el crepúsculo de la tarde se une al matutino, es decir, no existe noche cerrada.

Para un mismo aeródromo, la duración del crepúsculo no es pareja durante todo el año. Para los aeródromos ubicados en la República Argentina la duración de los crepúsculos aumenta de la iniciación a la finalización del verano y el invierno. En términos astronómicos se diría que la duración de los crepúsculos aumenta con el aumento de la declinación del Sol.

Por Ejemplo:

En Ushuaia la duración del crepúsculo es de 36 minutos el 21 de Septiembre y 58 minutos el 21 de Diciembre (primavera) y 44 minutos el 21 de Junio y 36 minutos el 21 de Septiembre (invierno).

UNIDAD DIDÁCTICA 4

MAPAS Y CARTAS

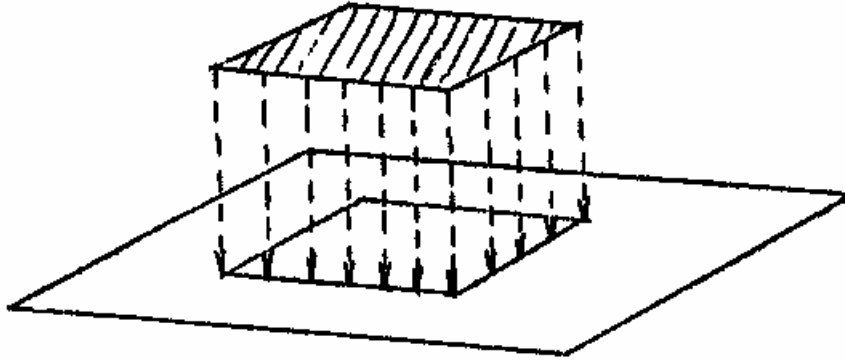
Para facilitar la navegación es necesario tener un relevamiento, una reproducción, de la superficie de la tierra en forma de plano o carta. Los planos son representaciones de superficies considerables de la corteza terrestre y las cartas son reproducciones especializadas de las mismas superficie. Las cartas son a mayor escala, es decir, una reproducción a mayor tamaño y por lo tanto con mayor números de detalles que los planos en sí.

Los planos que pueden construirse de la superficie terrestre son diferentes según las aplicaciones a que se destinan:

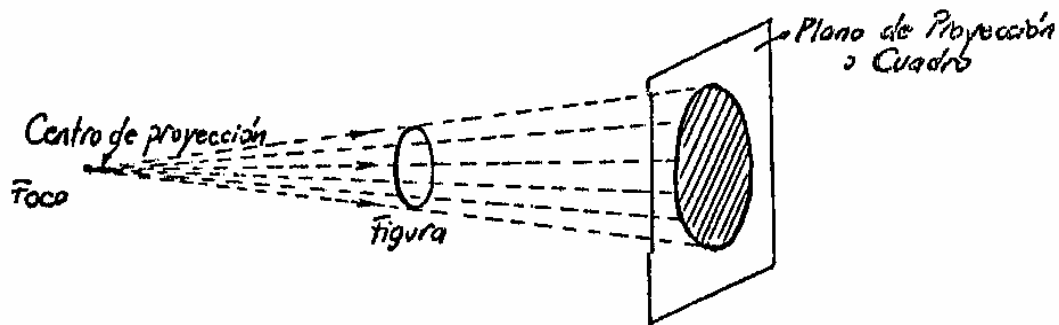
1. Mapas o Planos Políticos en donde se representa la división de los terrenos según las naciones, los países, departamentos, provincias, etc.
2. Mapas o Planos Físicos, donde se anotan los accidentes geográficos del terreno sin importar a que país o nación pertenecen.
3. Cartas Náuticas, donde las anotaciones primordiales se refieren alas corrientes de agua, profundidades, boyas, faros luminosos, etc.
4. Cartas Aeronáuticas, encierran los datos mas importantes para la navegación.

En todos los casos, los que interesa en un plano es la reproducción verídica y lo mas exacta posible del aspecto del terreno. En este caso existe una dificultad y es que en una superficie plana, tal como el papel, no es posible reproducir exactamente por reducción a una escala determinada la superficie terrestre. Como la tierra puede considerarse una esfera para los fines de su representación, nos encontramos con la imposibilidad absoluta de transformar en plano la superficie esférica de la tierra y la esfera es una superficie no desarrollable.

Para solucionar ese inconveniente se emplean diversos artificios consistentes en efectuar una especie de proyección, tal como la cinematografía, de la superficie terrestre sobre una figura que sea desarrollable, tal como un cilindro, un cono, o directamente sobre un plano. Al referirnos a proyecciones debemos aclarar que no se trata de proyección de tipo geométrico que consiste en trazar perpendiculares desde cualquier punto de la figura al plano donde se va a reproducir y obtener una figura similar o parecida a la real por proyección geométrica.

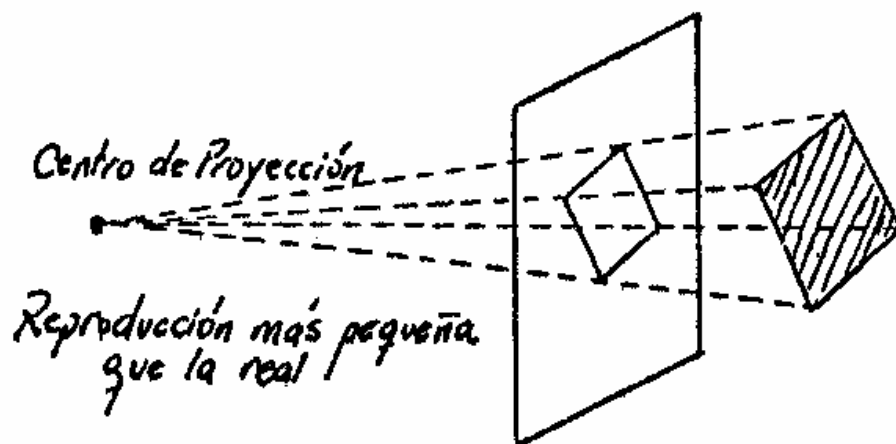
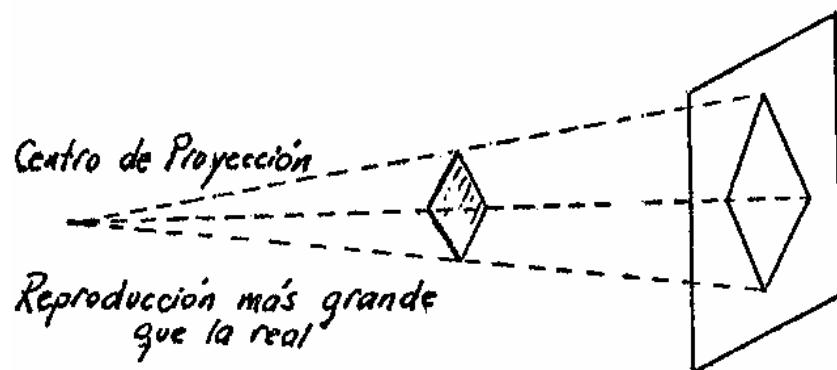


La proyección geográfica por lo contrario se asemeja mas a una proyección cinematográfica y consiste en trazar desde un punto elegido a voluntad, llamado centro de proyección o foco una serie de rectas, que pasando por los extremos de la figura a reproducir, interceptan a la superficie de proyección delimitando la figura.

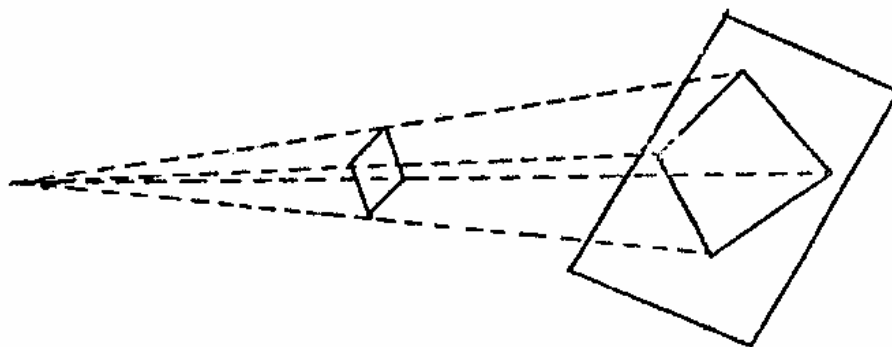


En este tipo de proyección debe observares algunos detalles.

- a. Si la figura esta alejada del plano donde va a ser proyectada sufre un aumento o disminución del tamaño según el plano según se encuentre después de la figura o antes de ella.



- b. Si la figura no es paralela al plano donde se proyecta su forma estará deformada, en este caso, el no paralelismo de la figura determina que la representación de la misma sea alargada o ensanchada, según el sentido de su desviación; por lo tanto, otro requisito imprescindible para que una representación sea perfecta o casi perfecta, es que la figura y el plano sean paralelos. . Estos requisitos no pueden cumplirse en ninguna proyección de la superficie terrestre; la razón es lógica: si la superficie sobre la cual se va a proyectar la tierra es paralela a la superficie de la tierra tiene que ser otra esfera, por lo tanto no puede transformarse en un plano, es decir que todas las proyecciones geográficas siempre tienen alguna deformación que por diversos artificios se trata de reducir al mínimo o por lo menos conocerlos y calcularlos para poder computar los errores.

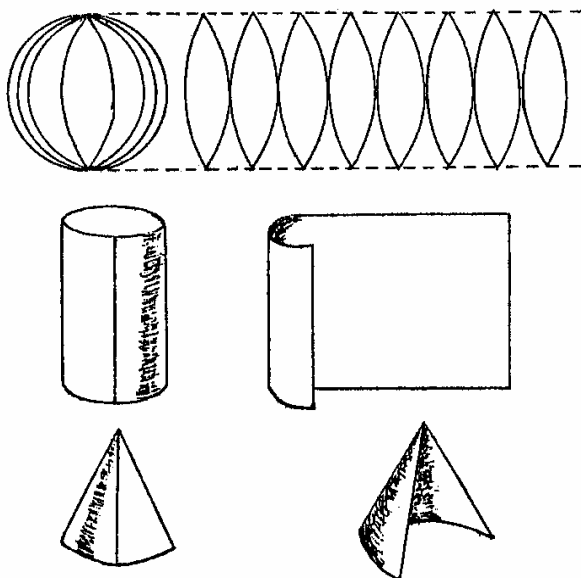


DIFERENTES TIPOS DE PROYECCIONES

Para reproducir una superficie terrestre hay varios sistemas de proyección pero todos pueden reunirse o clasificarse en tres grandes grupos, ellos son:

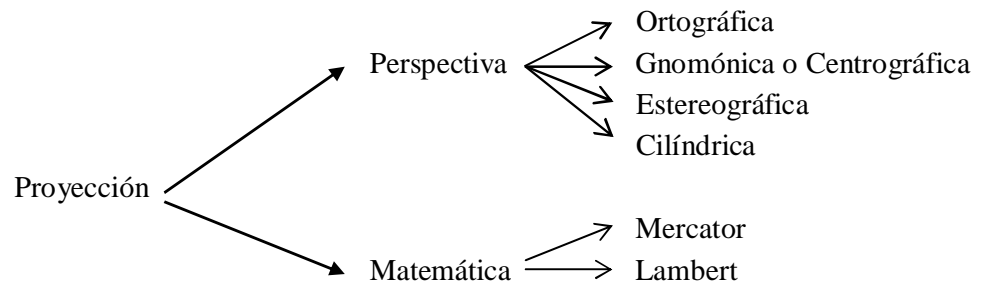
1. Proyecciones sobre Planos
2. Proyecciones sobre Cilindros
3. Proyecciones sobre Conos

Tanto los conos como los cilindros son cuerpos desarrollables y al decir esto se entiende como tal, un cuerpo que, mediante un corte, es posible transformarlo en un plano, en la figura puede observarse que tanto el cono como el cilindro permiten ese trabajo, en cambio la esfera no lo permite.

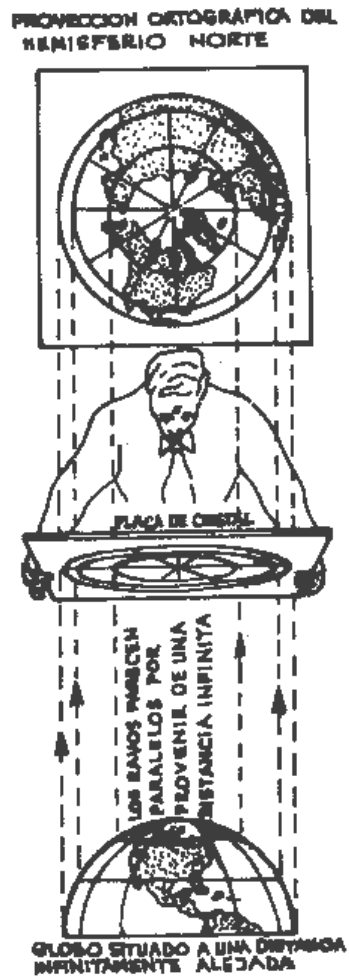


De hecho el plano en si no necesita desarrollarse, desde el momento que ya cumple el requisito indispensable de ser Plano.

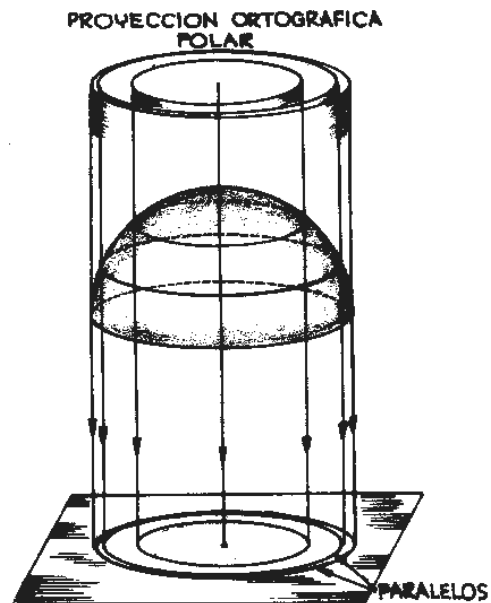
Las proyecciones más usadas en navegación son:



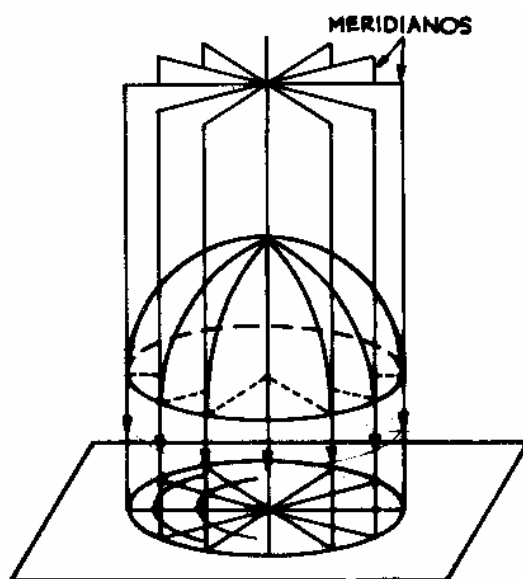
Ortográfica



Es una proyección perspectiva que se obtiene al proyectar un hemisferio de la tierra sobre un plano en un polo, cuando el punto de vista se encuentra fuera de la tierra, por encima del otro polo y a una distancia infinita. En este caso los rayos proyectantes son paralelos entre sí y el plano de proyección, perpendicular a estos:

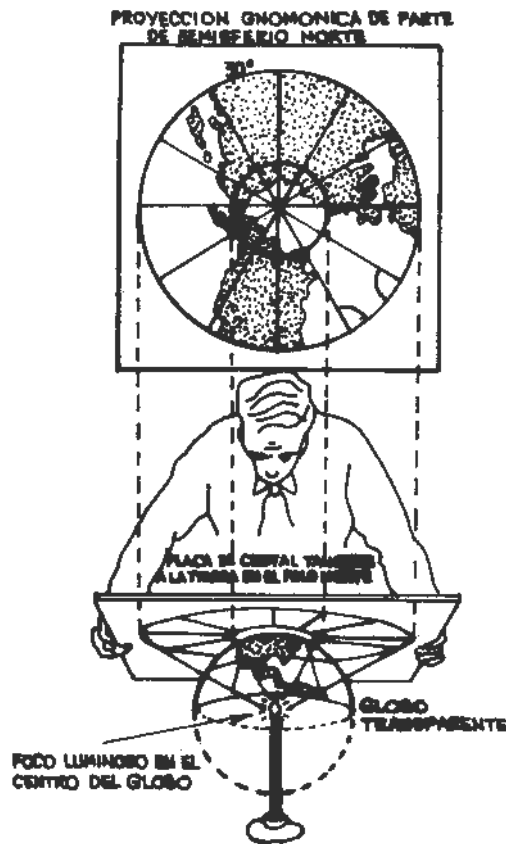


Aquí los meridianos quedan representados también como líneas rectas convergentes en el polo o punto de tangencia

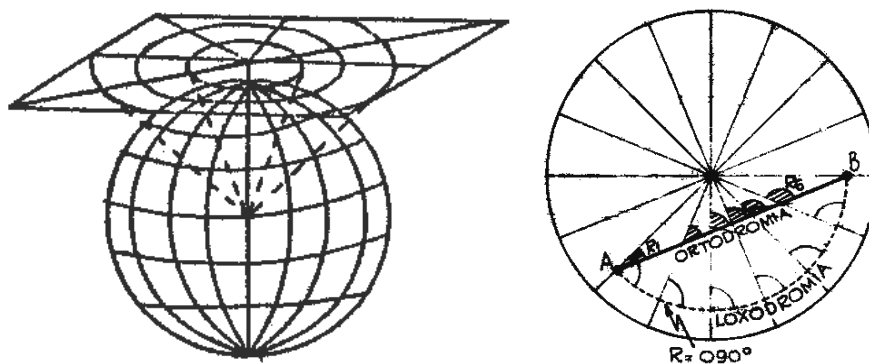


Gnomónica o Centro gráfica

La proyección gnomónica consiste en tomar el centro de la tierra, como centro de proyección, usando un plano que puede ser tangente al Ecuador o a cualquier otro punto de la tierra.

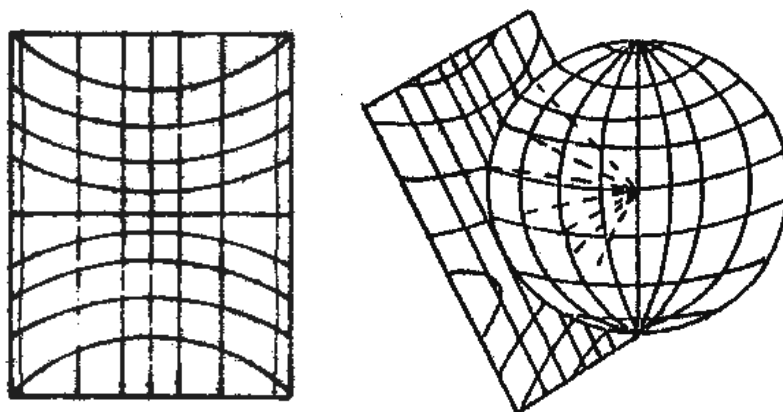


Este tipo de proyección tiene como principal inconveniente la enorme deformación que impone a la figura, tal así, que si el plano no es tangente al polo las figuras de los territorios se hacen irreconocibles y los meridianos aparecen como rectas y los paralelos aparecen como curvas de diferentes ángulos de curvatura.



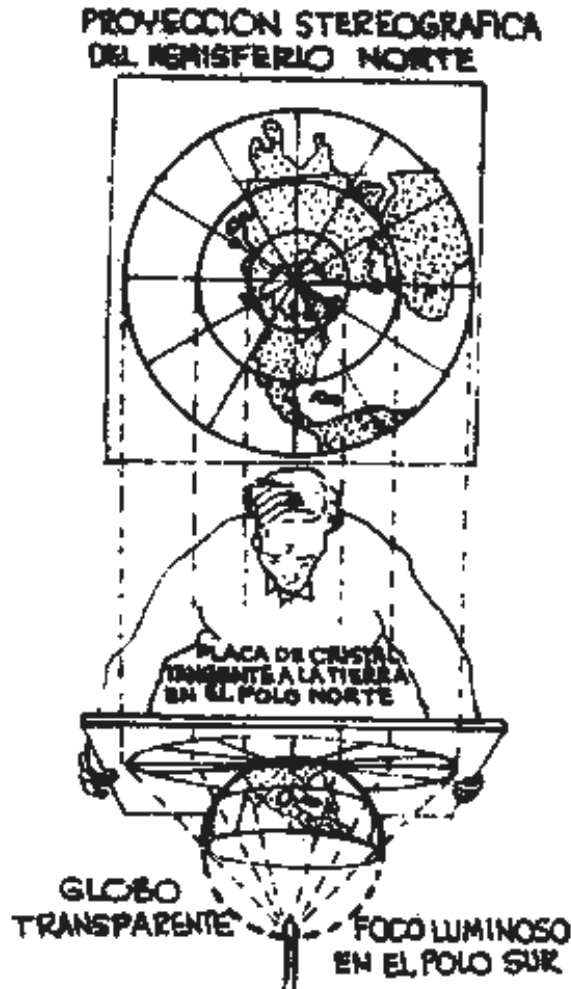
La única utilización dada a esas cartas es para el trazado de las rutas ortodrómicas que aparecen como líneas rectas y para luego trasladar, por puntos conocidos, a cartas donde la verificación y observación sea más sencilla, por ejemplo, la carta Mercator. Por esta razón el uso de estas cartas es muy restringido y solo se las emplea para proyectar vuelos de muy larga distancia donde el factor tiempo, y por lo tanto, el consumo de combustible es tan importante que obliga al vuelo de la ruta más corta.

Si el plano de proyección es tangente a uno de los polos, los paralelos aparecen como círculos concéntricos y los meridianos como rectas convergentes al centro de la carta, en este caso el polo. No es posible reproducir el Ecuador, ni los paralelos de baja latitud



Estereográfica

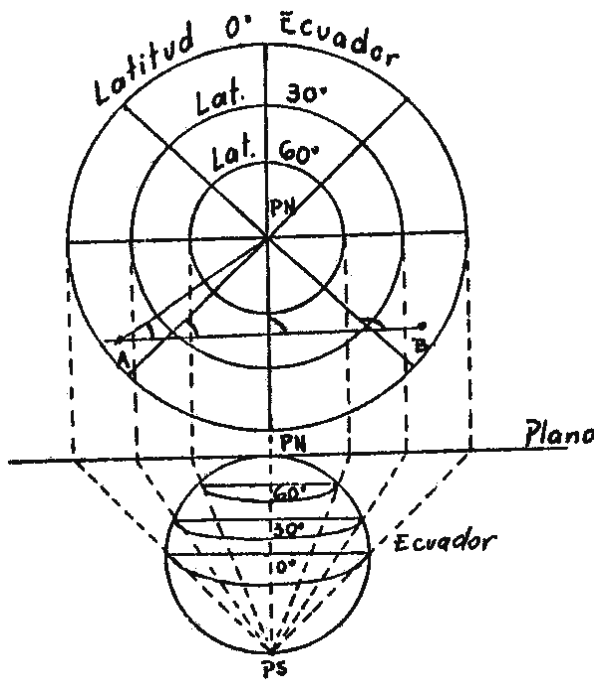
Esta proyección se realiza utilizando como centro de proyección un polo terrestre y como plano de proyección, al plano tangente al otro polo, es decir que, por este sistema es posible reproducir el hemisferio norte en una carta y el hemisferio sur en la otra carta invirtiendo la posición del plano y del centro de proyección.



Como en el caso de la gnomónica aparecen los paralelos como círculos concéntricos y los meridianos como meridianos como rectas convergentes al punto de contacto, en este caso el polo tangente, presenta las mismas características de la gnomónica en el sentido de una gran deformación en cuanto se adapta del punto de contacto y su única ventaja es que no deforma los ángulos.

Una línea recta trazada entre dos puntos cualquiera de la carta es casi la ruta más corta sobre la superficie terrestre es decir, ni ortodrómica ni loxodrómica.

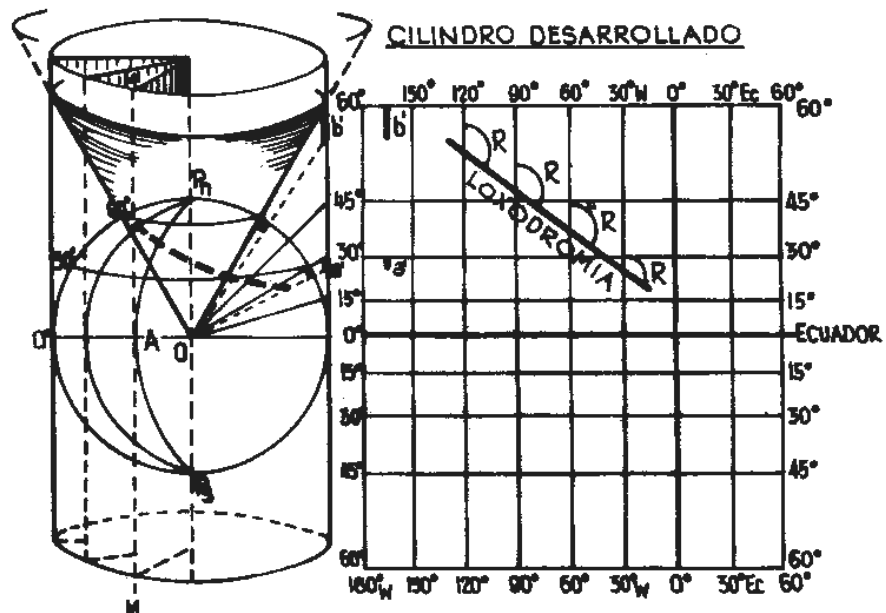
Con este sistema de proyección ya es posible reproducir el Ecuador en cualquiera de los dos hemisferios. Es fácil observar que si nos atenemos a las reglas de la proyección esta carta es solo exacta en los puntos de contacto; en este caso el polo. A medida que nos separamos de el, vemos que las formas se ensanchan y se deforman, tanto por alejamiento de la superficie terrestre del plano de proyección como por no seguir siendo paralelas ambas superficies (esfera y plano); ello indica un aumento del área a medida que se aleja la proyección del punto del contacto y una deformación en los cálculos. También es fácil observar que entre dos puntos cualquiera de la carta, una línea recta cambia continuamente el ángulo de corte con los meridianos. El curso es difícil determinarlo y la escala varia



Cilíndrica

Por ser la más utilizadas con fines aeronáuticos citaremos dos tipos de proyecciones sobre cilindros: “*Proyección Mercator*” y la “*Proyección Gauss*”.

La “*Proyección Mercator*” consiste en proyectar desde el centro de la tierra sobre un cilindro tangente al Ecuador.



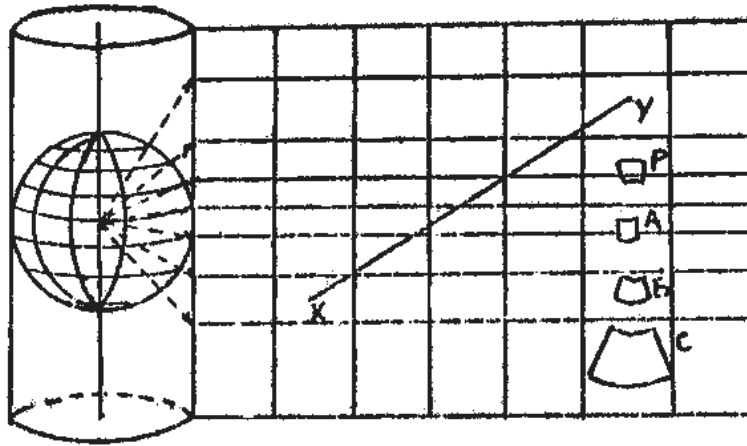
La carta Mercatos que fue inventada por Jorge Kramer en 1562, es muy utilizada en navegación, ya sea marítima o aérea, debido a que presenta una serie de ventajas; las principales son:

Que sus meridianos y paralelos aparecen como líneas rectas perpendiculares entre sí, por lo tanto la ubicación de puntos por latitud y longitud es sencilla. Si se traza una línea recta entre dos puntos cuales quiera de la carta, obtenemos una loxodrómica que corta a los meridianos bajo ángulos iguales, es decir, que mantiene el mismo rumbo. Generalmente es la más empleada en todas las navegaciones, sobre todo cuando los tramos a cubrir no son excesivamente largos; igualmente, presenta como ventaja que es una carta que puede construirse (ya sea geoméricamente o por medio de tablas) en forma rápida y sencilla, permitiendo obtener una carta para una eventualidad, en cualquier momento.

Contra esas ventajas, presenta una serie de inconvenientes que son relativamente fáciles de subsanar. E principal, es la deformación que presenta a medida que aumenta la latitud, a medida que el cilindro se separa del Ecuador. Por las mismas razones que en la gnomónica o estereográfica polar, el único punto exacto de reproducción es el punto de contacto; en este caso, se trata de la línea del Ecuador.

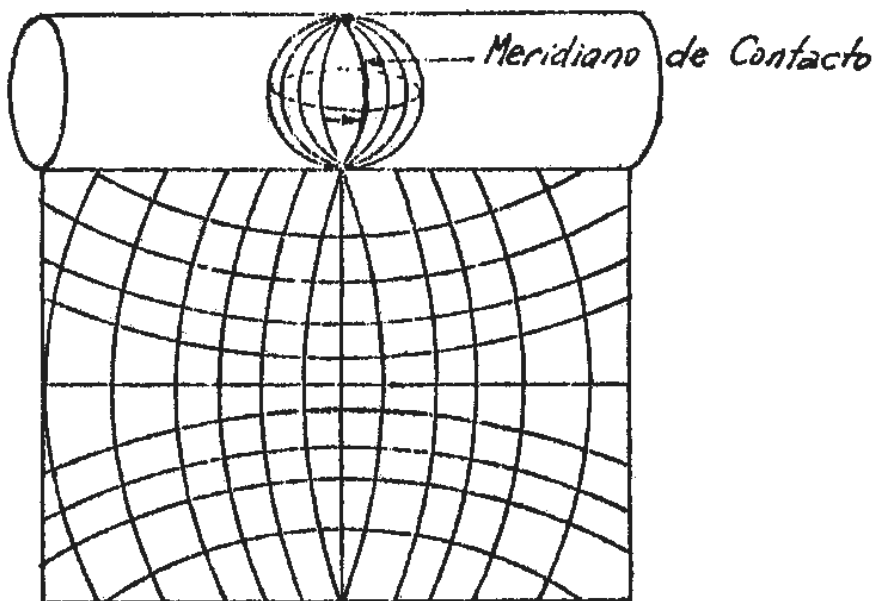
A partir de este, a medida que se acerca a los polos las deformaciones aumentan (la latitud) en forma gradual y el dibujo A por ejemplo, a medida que aumenta la latitud su aspecto es el de B o C en la misma figura. Este inconveniente, conjuntamente con cierta dificultad en las

mediciones de distancia no es suficiente para quitarle su valor practico sobre todo en navegación astronómica.



Gauss

Esta proyección consiste en proyectar la superficie terrestre, sobre un cilindro tangente a un meridiano. En realidad la tierra se desplaza y gira dentro del cilindro de manera tal que todos sus meridianos entran en contacto con el cilindro en el momento de la proyección como demuestra en la figura.



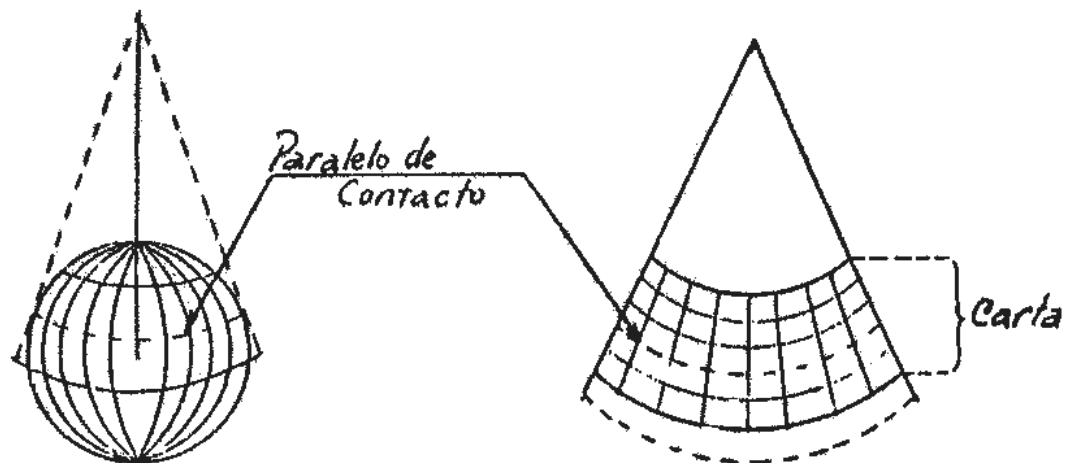
Esta carta permite la reproducción de las zonas cercanas al polo. Una modificación presentada por Kruger a esta carta, la convierte en una serie de franjas pertenecientes a otros tantos cilindros tangentes a meridianos sucesivos de la zona a reproducir. De esta manera, para reproducir una zona que comprenda 3, 4 o 5 meridianos, se proyecta sobre una serie de cilindros tangentes al primer, al segundo, al tercero, al cuarto meridiano, luego recortadas correspondientes, esa zona puede unirse entre sí. Este tipo de carta tiene menor deformación que la Gauss pero es de dificultosa construcción. La carta aeronáutica de la República Argentina está construida en esta proyección. Las proyecciones Gauss/Kruger son de escala constante y la línea recta se aproxima a una ortodrómica.

Sobre Conos

En este tipo de proyecciones tenemos tres clases principales:

- a. La proyección cónica propiamente dicha.
- b. La proyección cónica conforme de Lambert.
- c. La policónica

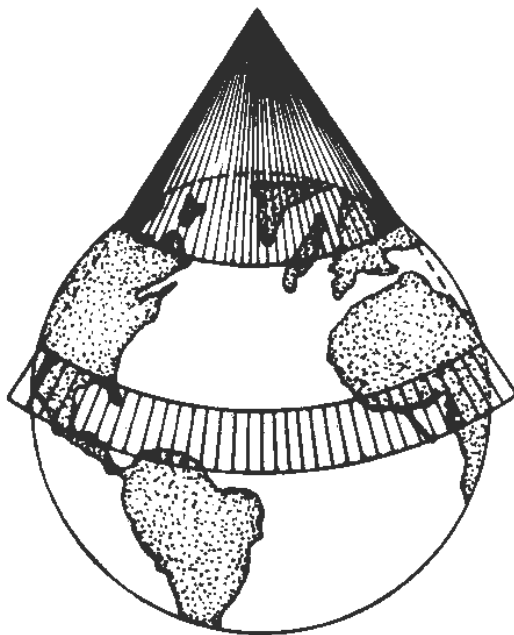
La proyección cónica consiste en proyectar desde el centro de la tierra, sobre un cono tangente a un paralelo medio de la zona a reproducir. Si este cono se corta y se extiende, se tiene una carta de la forma de la figura.



En esta carta los paralelos aparecen como círculos concéntricos cuyo centro se encuentra en el vértice del cono y fuera de la carta. Los meridianos aparecen como rectas convergentes al mismo vértice, también fuera de la carta. Como el único punto en contacto es el paralelo donde hace tangencial el cono es lógico, que en esta carta la deformación aumente a medida que se aleja de él. Si se reproducen zonas relativas estrechas en forma de franjas que se extienden de Este a Oeste esta reproducción favorece la representación de formas y ángulos.

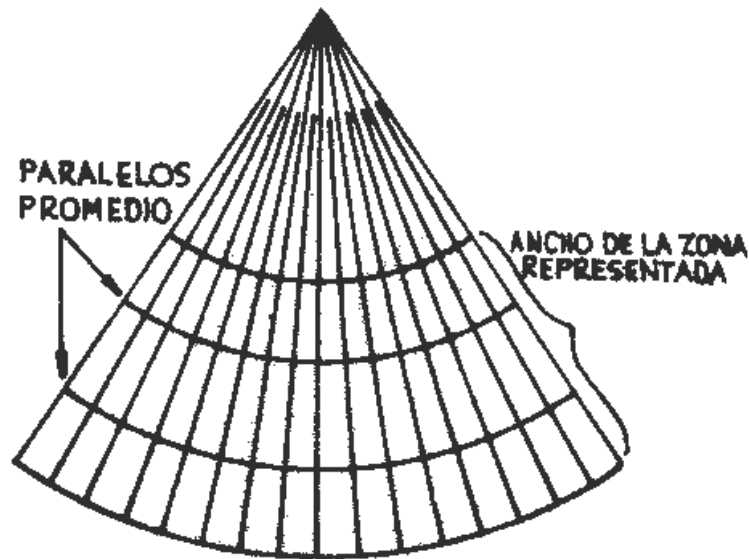
Cónica Conforme de Lambert

Es una variante de la proyección cónica anterior y consiste en proyectar, desde el centro de la tierra, sobre un cono secante, es decir que corta a dos paralelos situados a un tercio de la zona a reproducir.



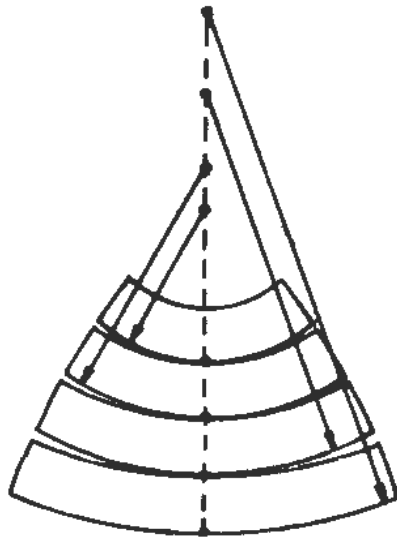
Tanto en este caso, como en la cónica, el vértice del cono se encuentra sobre la prolongación del eje terrestre. Esta proyección en su aspecto es similar a la proyección cónica pero su exactitud es mucho mas elevada, tal es así que no alcanza a un 2 % de error promedio. Los dos tipos de proyección, tanto cónica como conforme de Lambert se utiliza en países muy extendidos de Este a Oeste, V.G. Estados Unidos, no siendo apta para la reproducción de países muy extendidos en latitud, como Chile y la República Argentina.

Esta proyección puede considerarse equidistante. La línea recta no es Loxodrómica ni Ortodrómica pero se aproxima mucho a esta última. Con este tipo de proyección se ha construido la Carta Aérea Mundial que abarca de 0° a 80° N y S. La proyección policónica consiste en proyectar también desde el centro de la tierra sobre una serie de conos tangentes o secantes a franjas de la zona a reproducir. Recortadas estas franjas pueden luego unirse entre sí para formar la carta completa.



Dado que la curvatura de los conos es diferente, existe un solo punto de contacto en el meridiano central de la zona a reproducir y dicho meridiano aparece como una línea recta en cambio los otros meridianos aparecen como poligonales, Como líneas quebradas que tienden a converger hacia el vértice de los conos o sea, hacia el polo del hemisferio de la zona que se reproduce. En consecuencia, es una proyección modificada.

Los paralelos aparecen como líneas curvas de diferente radio de curvatura según la franja a que correspondan y cuyo centro se encuentre cerca o sobre la prolongación del polo del hemisferio que se reproduce. El aspecto de este tipo de proyección es el de la figura donde aparece el único punto de contacto que es el meridiano central, que aparece como una línea recta y luego las diferentes franjas con diferentes curvaturas según al polo al que pertenece y los meridianos aparecen en este caso como línea quebradas cuya curvatura aumenta a medida que se alejan del meridiano central. El error de esta carta es de 7% a 500 NM del meridiano central y se lo emplea comúnmente para reproducir países que se extienden de N a S, es decir con gran extensión de latitud



CLASIFICACIÓN DE LAS CARTAS

Por sus deformaciones

- Conforme, Autogonales, Isógonas u Ortomorfas: Son las que conservan la similitud de figuras infinitamente pequeñas situadas en superficie terrestre, es decir, los ángulos formados por lados suficientemente cortos.

Los meridianos y paralelos se cortan en la proyección perpendicular entre sí, como en la Tierra.

- Equivalentes : Son las que conservan las áreas, la superficie de zonas o husos tienen iguales aéreas en la tierra y en la carta
- Perigonales : Sin dejar de ser equivalente, reduce a un mínimo las deformaciones angulares.
- Perihlicas : Reducen al mínimo las deformaciones superficiales.
- Automecoicas : No existe, en realidad, ninguna que conserve la longitudes en todas las direcciones. No obstante, por extensión, se reserva tal denominación para las líneas en que se conserven las distancias en determinado sentido o dirección.

- Perimecoicas : Reducen al mínimo la inevitable alteración lineal

Por su objeto

- Náuticos
- Comunicaciones
- Etnográficos
- Agronómicos
- Geológicos
- Orográficos
- Hidrográficos
- Físicos
- Políticos
- Militares
- Catastrales, etc.

CARTAS AERONÁUTICAS RECOMENDADAS POR LA O.A.C.I.

A continuación se enuncian aquellas cartas de mayor utilidad en la Aviación Civil, teniendo en cuenta su empleo, detalles, simbología, cuadrículas, etc.

- a. Planos de Obstáculos de Aeródromos (OACI tipos A y B)
- b. Cartas de Posición
- c. Cartas de Radionavegación
- d. Cartas de Área Terminal

- e. Cartas de Aproximación por Instrumentos
- f. Cartas Aeronáutica Mundial 1 : 1.000.000
- g. Cartas Aeronáuticas 1 : 500.000
- h. Cartas de Aproximación Visual
- i. Cartas de Aterrizaje
- j. Plano de aeródromo

SIMBOLOS CARTOGRAFICOS

Una carta aeronáutica es una representación en una pequeña escala, de una porción de la superficie de la tierra con sus accidentes planimétricos y altimétricos, mostrando al ojo bien adiestrado una descripción de la región, quizá, mas perfecta que la que podría obtener con la lectura de un libro. Contienen los accidentes del terreno y toda las informaciones considerada de valor para los pilotos que no están ampliamente familiarizados con la zona. Por tal motivo cualquier tiempo que se dedique a aprender, a leer y a interpretar su detallada información, será bien recompensado.

Para registrar en la carta los detalles del terreno y los medios de ayuda a la navegación, se emplean desde hace muchos años signos cartográficos que OACI ha definido en el anexo 4 y que todas las cartas reproducen en alguna parte de su información.

En las cartas de escalas pequeñas, muchos detalles deben ser omitidos, pero con raras excepciones, aquellos de interés para la navegación aérea, dejan de ser consignados.

Aspectos

Los aspectos mostrados en una carta pueden ser divididos en dos grupos:

1. Aquellos necesarios para una clara y precisa representación topográfica de la región, tales como:
 - a. Superficie de agua, incluyendo arroyos, lagos, canales y pantanos.
 - b. Culturales tales como poblaciones, ciudades, caminos, ferrocarriles y otras obras realizadas por la mano del hombre.

- c. Relieve, incluyendo montañas, montes, valles y otros desniveles.
2. Datos e informaciones aeronáuticas de interés para ser usados principalmente en navegación aérea.

Representación de la superficie acuática

- 1) Las superficies de agua están representadas en las cartas en color azul; los cursos de agua mas pequeños y canales lo están por una simple línea azul; los cursos de agua mas grandes, lo están por azul entre líneas azules oscuras, a lo largo de toda su extensión.
- 2) Los cursos intermitentes o temporarios son indicados por series de guiones largos, separados por grupos de tres puntitos, sugiriendo la idea de corrientes entrecortadas con las corrientes disminuidas estancadas durante los tiempos de sequía.
- 3) Los lagos y lagunas intermitentes son representados con un contorno entrecortado y la superficie así delimitada, cruzada con rayado azul.
- 4) En algunas zonas del país, los lechos de los lagos y lagunas secas, son nítidos accidentes del terreno. Tales accidentes se indican por un contorno azul entrecortado con su superficie interior punteada en marrón.
- 5) Los terrenos cenagosos están representados por líneas azules horizontales con grupos entrecortados de pequeños guiones verticales que sugieren la idea de matas en los pantanos, características de esas regiones.
- 6) Los glaciales están señalados por azul sombreado, representando la forma de las líneas del aérea glacial.

Representación de los aspectos culturales

- 1) Los aspectos culturales se indican generalmente en negro. Las poblaciones con pocos habitantes (pueblos) son indicadas por un circulo convencional negro. Las que tienen poblaciones mayor (sin rellenar) mientras que las ciudades de mucha población están representadas por su forma verdaderas (aproximada) en color amarillo con su contorno de negros.

- 2) Las carreteras importantes se indican por una línea gruesa y las carreteras secundarias por líneas mas claras.









Pocas veces los caminos de escasa importancia son señalados, por que resultan accidentes del terreno en escaso valor y se los señala con líneas entrecortadas, (el símbolo convencional de una huella).

Debe entenderse que los términos “ carretera principal y secundaria ” solo son denominaciones relativas. En algunos distritos ubicados aisladamente, los caminos son tan escasos que prácticamente todos ellos deben mostrarse.

Las carreteras mas importantes puede ser solamente un camino altamente barroso o arenoso, peso a lo cual es tan importante en su zona que debe representares con una línea gruesa. Por otra parte, en las secciones de mucha concentración hay tantos caminos que es imposible incluir todos mejorados. La apreciación de las carreteras, varia entonces según la región que se considera; pero en cada caso se intenta delinear los rasgos distintivos del camino, como se presentaría visto desde el aire.

- 3) Los ferrocarriles están representados por nítidas líneas gruesas cortadas por pequeños guiones verticales.










CULTURA

Carretera de doble carril (Dividida)	
Carretera principal (Rotular 3 ó más carriles)	
Carretera secundaria	
Las Lineas a trazos indican carreteras en construccion	
Ferrocarril via doble o multiple	
Ferrocarril via sencilla	
Linea transmisora de energia	
Torre vigia	

CLASIFICACION DE CIUDADES Y POBLACIONES

Ciudades principales	=	QUITO
Ciudades secundarias	=	IBARRA
Otras poblaciones	=	Guamote

OTROS SIMBOLOS

Castillo		Monumento	
Chimenea		Edificio importante	
Iglesia		Monticulo de escoria	
Fabrica		Torre	
Faro			

- 4) Los ferrocarriles de una sola vía tienen los tramos divididos por guiones simples mientras que para los de dos o mas vías se emplean de a pares.
- 5) Aun cuando una vía férrea se halle abandonada o levantada, el terraplén sigue siendo un importante punto de referencia desde el aire. Cuando esto sucede, se los ubica en la carta por medio de una línea negra entrecortada intercalada por pequeñas cruces.
- 6) Los túneles son señalados, no solo porque sirven como punto de referencia, sino también porque ellos son una fuente de peligro en potencia. Si un piloto esta siguiendo un ferrocarril a través de un territorio que no le es familiar y la vía férrea entra en un túnel se encontrara repentinamente frente a la ladera de una montaña, sin espacio suficiente para volver o sobrepasarla.

Esta dificultad se presenta raramente en el caso de las carreteras; pero de todos modos, cualquier túnel de carretera esta señalado por un símbolo semejante.

- 7) Las pistas de carreras son importantes puntos de referencia y siempre que sea posible, su característica forma oval e indicada en negro. En áreas congestionadas, donde la forma real puede ser indicada, la ubicación se señala a veces con un punto grueso y la palabra “pista de carrera” o las letras “ P.C.” o “HIP” impresas en el espacio abierto mas próximo con una flecha señalando el punto.
- 8) Las estaciones transmisoras de radio importantes, son señaladas por un símbolo representando los postes o torres con alambres intercalados. Estas líneas pueden ser consideradas ya sea como punto de referencia o como obstáculos y por su importancia para el transito aéreo deben ser señaladas en rojo. Normalmente, solo las líneas con torres de acero son señaladas en las cartas aéreas, pero ocasionalmente se señalan también los postes si ellos son particularmente prominentes cuando se los ve desde aire.
- 9) Las estaciones de los guardabosques son señaladas por pequeños símbolos que dan la idea de esas estaciones o sus banderas.
- 10) Una cantera o una mina, es representada, por un símbolo que reproduce el pico y el martillo de los mineros.
- 11) Una estación de guarda costas es indicada por un pequeño bote negro, acompañado por el numero con que ha sido señalado para su identificación desde el aire.

12) Las torres vigías de los bosques nacionales y provinciales están ubicadas en el terreno mas alto de los alrededores y son habitualmente reconocibles.

13) Además de lo que antecede, existen muchas localidades accidentes de terreno visibles, no clasificados que son de gran ayuda para identificar la posición. Estos están usualmente indicados con un punto y una leyenda descriptiva.

Cambios de escala necesarios

Debe comprenderse que en las cartas ciertas figuras deben ser exageradas en su medida. Por ejemplo: si una carretera prominente es medida por una escala de kilómetros en una carta 1 : 1.500.000, la carretera parecerá ser de aproximadamente 200 metros de ancho, pero esta exageración es necesaria en virtud de la calidad; o también: en un estrecho cañadón debe señalarse un arroyo con una vía férrea a un lado y una carretera en el otro. Sobre el terreno estos tres elementos pueden ocupar un espacio no mayor de 25 metros, pero en la carta, aun mostrando los tres símbolos tan apiñados como sea posible, aparecerán ocupando un espacio de alrededor de 600 metros. O en el caso de superficies de agua: un lago de 100 metros de ancho y 600 de largo pueden ser un saliente accidente del terreno; conservando la misma escala de la carta, 100 metros quedaría reducidos a una simple línea delgada; debe por lo tanto exagerarse en lo ancho lo suficiente como para mostrar una pequeña superficie azul entre dos costas limitándola en azul oscuro y en una proporción suficiente como para preservar en términos generales al menos, la forma de hallarlo. Mientras sea posible, los símbolos son centrados en su ubicación verdaderas y exagerados solamente lo esencial como para aclarar la representación.

Relieve

El relieve se muestra generalmente por curvas de nivel o tintas hipsométricas de tinte graduales que llegan desde el verde del nivel del mar hasta el marrón oscuro encima de los 6.000 metros.

Algunos picos prominentes o peñascos empinados también se acentúan por sombreados, como las elevaciones en números negros.

Muchas otras elevaciones críticas, pasos de montaña o puntos altos, aparecen en la carta con un punto que designa su ubicación.

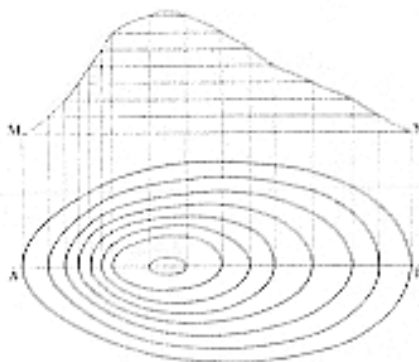
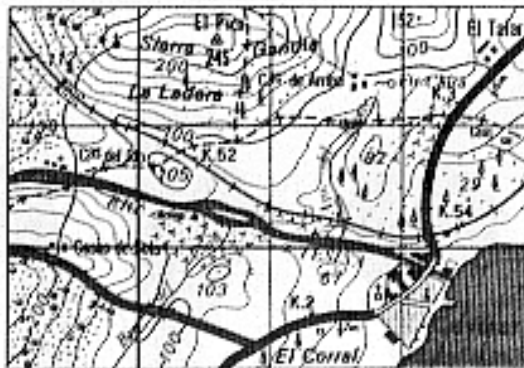
Curvas de nivel

Una curva de nivel representa una línea imaginaria sobre el suelo, cada uno de cuyos puntos esta a la misma altura sobre el nivel del mar.

Las diferentes curvas de nivel muestran las cumbres, valles, cañones, rugosidades y otros detalles. Con algo de practica uno puede obtener por la lectura de las curvas de nivel no solo las elevaciones sino las formas del terreno, tan fácilmente como si fuese un relevamiento fotográfico, y con mucha mayor precisión.

Cualquier curva de nivel es la intersección de un plano horizontal imaginario con la superficie del terreno.

Como ilustra la figura representa un montículo de arena desde el lado mas próximo a aquel en que la arena se ha desplazado formando un valle. La cima del montículo esta a 5 metros del suelo y un plano imaginario atraviesa el montículo a una altura de 2 metros. En la parte mas baja de la figura aparece el contorno que describe el punto de intersección de la arena con el plano. El trazo del borde mas bajo del montículo contra el suelo puede ser considerado como la línea de altura cero.



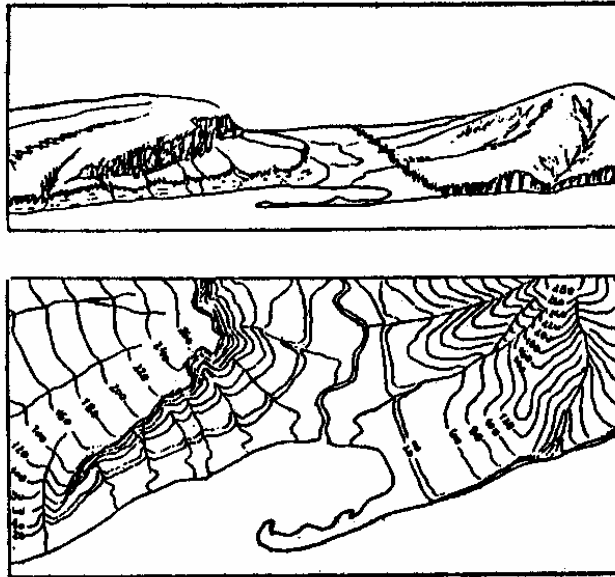
Si hubiera llovido, el agua correría valle abajo en la dirección indicada por dos flechas, la cual puede ser considerada como una corriente. Entonces vemos que cuando las curvas de nivel cruzan una corriente, se doblan hacia la fuente de ella la cual esta, por supuesto, en la parte mas alta; recíprocamente, cuando cruzan un lomo las curvas de nivel se doblan, alejándose de la parte mas alta.

Un medio de visualizar mas rápidamente el significado de las curvas de nivel, es pensar que son sucesivas líneas de costa en que el mar sube a los distintos niveles indicados por las respectivas curvas. La línea misma de la costa es una curva, cada uno de cuyos puntos tiene la misma altura (0) con respecto a la altura media del agua. Los valles que descienden hacia las línea de la costa son representados por una curva hacia la tierra . Los montículos originan una curva hacia fuera. Ahora si el car pudiera subir 1.000 metros se convertiría en una costa; los valles estarían siempre por una curva hacia el terreno mas alto (el cual podría llamarse tierra dentro) y los montículos estarían indicados por una curva hacia el terreno mas bajo (mar adentro).

Si un acantilado se elevara sobre la línea de la costa hasta 1000 metros, la curva de los 1.000 metros aparecería en la carta muy próxima a la costa. Cuando el terreno tiene una suave ondulación de la altura desde la costa, el contorno, de los 1.000 metros esta a una distancia tierra adentro. Así las curvas de nivel están muy separadas en la carta e indican un declive suave, mientras que las líneas que se hallan muy próximas entre si, indican un declive pronunciado. Las curvas de nivel que se juntan indican un acantilado.

La manera en la cual la curva de nivel expresa la altura, forma un grado de declive, esta indicado mas adelante con un dibujo. El bosquejo de la parte superior de esta figura representa un valle que descansa entre dos colinas. El primer plano se halla en el mar con una bahía parcialmente encerrada por un brazo de arena encorvado. En cada lado de valle hay una planicie en la cual las corrientes de agua han cavado estrechos canales. La colina de la derecha tiene la cima redondeada y lomos suavemente inclinados separados por hondonadas. Los lomos son cortados pronunciadamente en su extremo inferior o por el acantilado.

La colina de la izquierda termina en forma abrupta en el valle, en una empinada y casi vertical barranca, desde donde desciende gradualmente tierra adentro y forma una planicie inclinada atravesada por unas pocas hondonadas suaves. En la parte mas baja de la figura cada uno de estos puntos de referencia esta representado directamente abajo de su posición en el bosquejo por la curva de nivel.



Todos los elementos antedicho son combinados por el cartógrafo de manera que reproduzcan los detalles característicos de la región con precisión y sin confusiones. Entonces se agrega a esta representación topográfica básica, aquellos aspectos de interés especial para la navegación aérea.

Información aeronáutica

La información aeronáutica y demás aspecto de interés especial, para su uso en navegación aérea, tales como aeropuertos, balizas luminosas, radiofaros y señales de radio identificación, se imprime habitualmente en rojo.

Los datos están sujetos a cambios constantes y es bueno recordar que las carta son seguras en la medida en que sus datos estén actualizados. La eliminación de ciertos aeropuertos, como los cambios en los faros luminosos o ayudas radioeléctricas para la navegación, hacen que el uso de una carta caduca sea tan peligroso en el aire como en el mar. Por esta razón se imprimirán frecuentemente nuevas ediciones, mostrando las mas recientes informaciones aprovechables, con la flecha de la edición impresa en rojo en algún lugar visible de cada carta.

Cuando una carta es reimpressa, si solo se han producido cambio menores, la fecha de la edición (en tipo grande no se cambia, sino que se agrega una segunda fecha de impresión y así

sucesivamente). La información aeronáutica puede ser considerada, por lo tanto, actualizadas con los informes recibidos hasta la última fecha de impresión indicada. Cada vez que se hace una extensa revisión, todos los datos previos son cambiados y se edita una nueva edición con una nueva fecha de esta y una nueva fecha de impresión. El propio interés de los pilotos y la seguridad del público hacen imperioso que las cartas caducas sean reemplazadas por nuevas ediciones a medida que aparezcan.

Los aeropuertos están clasificados de acuerdo con sus operaciones, ya sea comercial, militar, etc. Y son representados de acuerdo con su símbolo apropiado. Es importante considerar la clasificación de los cambios antes del aprendizaje con el objeto de conocer que abastecimientos o servicios pueden ser obtenidos en él.

Con el crecimiento del tráfico aéreo internacional, la información referente a aeropuertos aduaneros, esta llegando a ser marcadamente importante.






Las letras "F. L." Adyacentes a un símbolo de aeródromo significa que este tiene "facilidades luminosas" para aterrizajes nocturnos. Algunas veces estas facilidades solo son provistas a ciertas horas o a pedido.

También puede suceder lo mismo con otras balizas luminosas o ayudas, y para obtener una información completa de estas los pilotos deberán recurrir al Sector Seguridad de Vuelo correspondiente a su FIR / VIR.




INFORMACIÓN AERONÁUTICA

Nombre del aeródromo **GALBARRO**
 Elevación de la pista **357 LH 30.48**
 Iluminación mínima **357 LH 30.48**
 Pista pavimentada **357 LH 30.48**
 Nota. - Se insertará un guión (-) cuando no haya L o H.
 Longitud de la pista más larga expresada en centenares de metros
 EJEMPLO: 30.48 equivale a 3.048 metros

AERÓDROMOS

Principales Civil/Mixto  **SAN LUIS**
400 LH 100
 Militar  **EL TORO**
120 LH 110
 Otros Civil/Mixto  **SAN ANTONIO**
220 LH 65
 Militar  **FRANCOIS**
95 LH 45
 Secundario  **FUENTES**
115 LH 68






OBSTRUCCIONES VERTICALES

Sencilla  **1476**  **1476**
 (86) (86)
 La obstrucción vertical más alta entre líneas graduadas  **1476**
 de latitud y longitud (86)



1476 -- Elevación de la cima sobre el nivel medio del mar
 (86) -- Elevación de la cima sobre el nivel del terreno

Solamente se indican las obstrucciones de 61 metros o más. En áreas congestionadas únicamente se indica la obstrucción de mayor altura.

INSTALACIONES DE RADIO Y NAVEGACIÓN

-  VHF OMNIDIRECCIONAL (VOR)
-  VORTAC
-  TACAN
-  VOR/DME
-  Otras Instalaciones

AYUDAS VISUALES

Luz marina  **BUEN TIEMPO**
 Luz aeronáutica 

Balizas

Una baliza o faro giratorio esta representado por una estrella con un circulo abierto en el centro.

Flechas en conjunto con el símbolo de la baliza indican que esta equipada con haces de luz y muestran el rumbo en que los mismos están apuntados. Adyacentes al símbolo figuran los números de la baliza y la señal correspondiente en Morse, la cual es detallada por los haces de luminosos para su identificación nocturna. Cuando hay una casilla para planta de potencia próxima a la baliza, el numero de referencia también esta pintado sobre el techo de la misma, para su identificación diurna.

En algunos sitios el faro giratorio se suplementa por uno auxiliar, el cual destella en Morse una señal de identificación. En este caso son agregados rayos al símbolo del faro giratorio en la carta, y la señal destellada en Morse por el faro auxiliar se ubica al lado.

Un faro o baliza destellador o cualquier otro no giratorio son representado por una estrella sólida mas pequeña que el símbolo del faro giratorio; para un faro destellador se agregan rayos alrededor de la estrella.

Si un aeródromo esta equipado con un faro luminoso, el símbolo correspondiente es colocado en el centro del símbolo del aeródromo.


































Una luz para navegación marítima es representada por un punto grande. Debe hacerse notar que una luz poderosa de esta naturaleza frecuentemente pasa inadvertida desde el aire, porque su luz es dirigida a la superficie del agua en beneficio de la navegación marítima.

Un faro baliza controlado por interés privado o por un establecimiento comercial con fines de publicidad, como así también para beneficios de los aviadores, es representado por el símbolo propio del faro giratorio o destellador que se ha descripto más arriba.

Los faros balizas comerciales o privados por regla general no están ubicados ni en una ruta aérea establecida, ni en un aeródromo, pero sirven para identificar un punto desde el cual el piloto puede continuar su camino.

Un faro giratorio de este tipo usualmente rota a 2 revoluciones por minuto, de modo de ser distinguido de un faro de ruta aérea, el cual hace 6 revoluciones por minuto. Una flecha en conjunción con este símbolo indica que el faro esta equipado con un haz fijo; en la carta, la

flecha es ubicada de modo que este dirigida hacia el aeródromo al cual el haz de luz fijo esta dirigido.

DATOS DE RUTA / ESPACIOS AEREOS	PUNTOS DE NOTIFICACION
 Designador de ruta ATS de doble sentido.	 Punto de notificación obligatorio
 Designador de ruta ATS de un solo sentido.	 Punto de notificación a requerimiento
 Ruta de navegación de Area.	 M ATS / MET obligatorio
 Aerovia	 M ATS obligatorio - MET a requerimiento
 Ruta de navegación de Area coincidente con aerovia.	 M ATS a requerimiento - MET obligatorio
 Ruta no controlada.	 M ATS / MET a requerimiento
 Corredor para vuelos VFR.	3512.0S 7030.0W Coordenadas geográficas de punto de notificación
 Espacio aéreo no controlado.	LIMITES
 Radial VOR para intersecciones radioeléctricas.	 Límite de región de información de vuelo
 Valor de distancias en NM entre puntos de notificación obligatorios	 Zona prohibida, restringida o peligrosa
 Valor de distancias en NM entre puntos de notificación a requerimiento u obligatorio y a requerimiento.	 Límite común a dos zonas
 Radial VOR o Rumbo Magnético según corresponda.	 Límite CTR
A-B-C-D-E Clasificación del espacio aéreo.	 Límite TMA
FL 50 Nivel de vuelo.	 Límite CTA
FL 140 Nivel de vuelo máximo.	 Límite sector actividad paracaidismo
FL 50 Nivel de vuelo mínimo.	 Límite sector actividad de planeadores
 Circuito de Espera.	 Límite de sector de control y comunicaciones
 Punto de Cambio (COP) y distancia desde VOR asociado.	 Límites verticales TMA cuando su base es escalonada
	OTROS
	 Ciudad
	 Pueblo
	 Declinación magnética

Áreas reservadas

Los espacios aéreos reservados y zonas peligrosas son indicados por marcas prominentes y leyendas apropiadas.

Las primeras son designadas por orden de la Autoridad Aeronáutica y no deben ser voladas y no deben ser voladas a ninguna altura (maquinas civiles), áreas peligrosas son

representadas a pedido del Ejército y la Armada y no deben ser sobrevoladas a menos de la altitud indicada.

Áreas donde haya polvorines, depósitos donde haya inflamables, explosivos en general, no deben ser voladas excepto a tales alturas que permitan planear hasta fuera de sus límites en caso de una falla completa de motor.

Obstáculos aislados aparecen con un número indicando la altura de la obstrucción sobre el suelo en metros.

Radiofaros

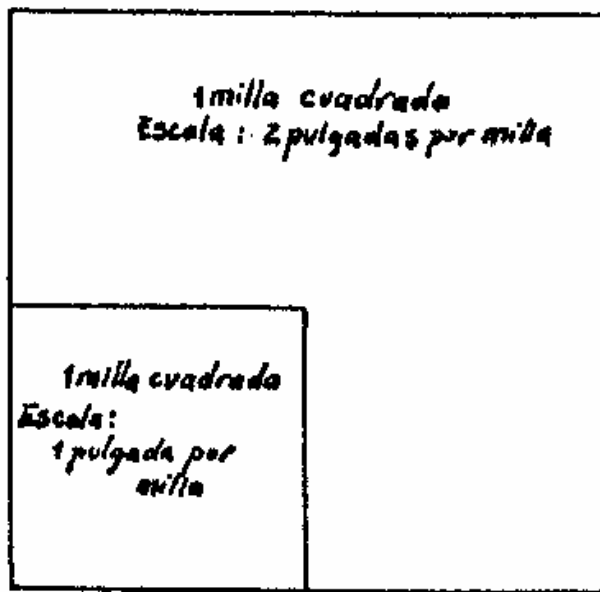
Una estación de radiofaros está indicada por un punto dentro de un pequeño círculo rodeado por otro mayor sombreado en gris.

Líneas isogónicas

Los puntos cuya declinación magnética es la misma en dirección y magnitud, están unidos en la carta por líneas cortadas conocidas como la línea de “igual declinación magnética” o “Línea isogónica”. La cantidad y dirección de la declinación también están indicados.

Escala de una carta

La relación entre una distancia medida sobre el mapa o carta y la misma distancia medida sobre el terreno, constituye la escala del mapa y limita el detalle con que este puede reproducir los pormenores de la región representada, es decir, la cantidad de datos que es posible consignar. Por ejemplo, si se duplica la escala del mapa, el área de superficie terrestre representada en un determinado tamaño de la hoja de papel se reduce a la cuarta parte, lo cual significa que, sin perjuicio de la claridad, es posible multiplicar proporcionalmente los pormenores y detalles de la carta.



La figura muestra que un mapa dibujado a la escala de dos pulgadas por milla puede contener cuádruple número de detalles que a la escala de una pulgada por milla. La escala puede indicarse o expresarse de tres modos:

1. Por su definición literal en palabras. Así, al decir “escala de una pulgada por milla”, o de “centímetro por kilómetro”, se expresa que una pulgada en la carta representa una distancia de una milla en el terreno, o que un centímetro representa un kilómetro.

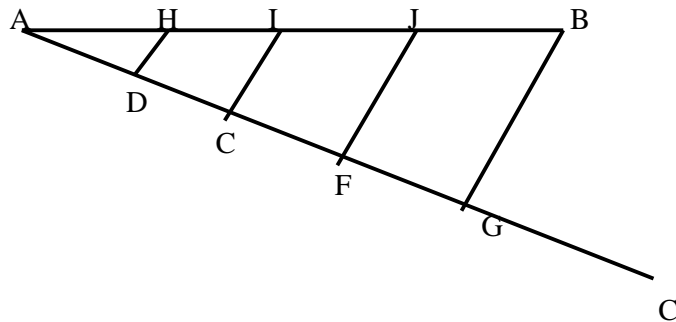
Escala de una pulgada por una milla estatuto



2. Por una escala grafica. Esta consiste en una recta dibujada en el borde del mapa, subdividida de modo que puedan tomarse en ella directamente las distancia. En estas escalas graficas, las unidades itinerarias principales pueden subdividirse todas en los submúltiplos correspondientes; pero otras veces esta subdivisión la lleva solo una de las unidades, que entonces se coloca a la izquierda del cero. Así en la figura anterior

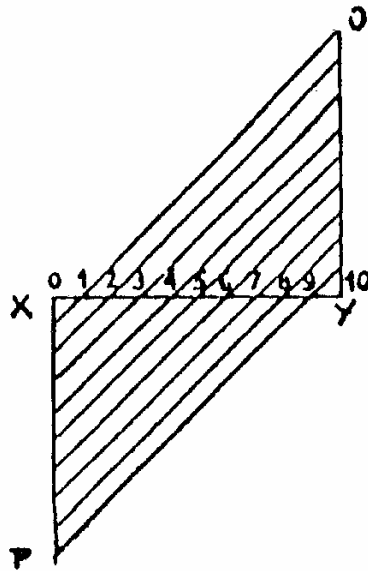
las unidades principales representan millas estatuto, y la primera a la izquierda se ha dividido en sus ocho furlongs o estadios. En una escala grafica dada en kilómetros, el kilómetro a la izquierda del cero estará dividido, por ejemplo, en 10 hectómetros

Para construir una escala grafica suele ser necesario dividir una recta en un número dado de partes iguales. Por ejemplo la figura, para dividir AB en cuatro partes iguales, se trazará AC formando con AB un ángulo de 20° aproximadamente; se tomaran (a partir de A) cuatro divisiones iguales: $AD = DE = EF = FG$, se unirá el punto G con el B, y por los puntos de división D, E, F, se trazarán otras tantas paralelas a GB. Los puntos H, I, J dividirán la recta AB en cuatro partes iguales.



División de una recta en partes iguales

Si la línea que ha de dividirse es corta, resultará mas exacto proceder como indica la figura. Por ejemplo para dividir XY en diez partes, levántense las perpendiculares XP o YO. Tome sobre ellas nueve partes iguales, y únanse los correspondientes puntos de división.



3. La escala puede expresarse también por una fracción numérica. Es decir, por un quebrado cuyo numerador sea la unidad de longitud (1 pulgada, 1 centímetro, 1 milímetro) del mapa, cuyo denominador represente el numero de pulgadas, de centímetros, etc., a que dicha unidad equivale sobre el terreno, por ejemplo: 1 / 63.360 por milla, pues efectivamente, 1 pulgada del mapa equivale a las 63.360 pulgadas que tiene la milla estatuto inglesa (de 5.280 pies).

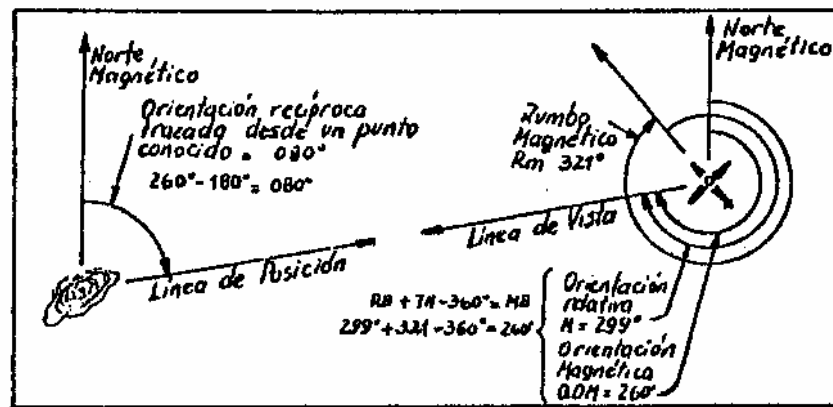
La ventaja de expresar la escala por una fracción numérica estriba en que tal sistema es independiente de las unidades de longitud adoptadas en la construcción de la carta. Así un mapa ruso, que no tenga indicación de su escala numérica tendrá poca utilidad para quien desconozca las unidades de medidas rusas. En cambio, conociendo aquellas fracciones, podrá siempre determinarse cuantas unidades de longitud del terreno equivale a cada unidad de longitud del mapa.

LÍNEAS DE POSICIÓN

Una línea de posición (LOP) es una línea que conecta todas las líneas de posiciones geográficas posible de un avión en un instante dado. Estas líneas pueden ser rectas o curvas, dependiendo del origen de la información: Una orientación geográfica desde un pico montañoso sería una línea de posición recta; la distancia desde un objeto sería un círculo cuyo

radio sería igual a la distancia; las líneas de posición determinadas por medio de Loran, son hiperbólicas.

Las “LOPS” determinadas por orientación, como en la lectura de mapas o por radio, no pueden trazarse directamente, sino en forma recíproca, es decir partiendo del punto conocido, hacia el avión. La orientación recíproca se encuentra sumando o resultando 180° de la orientación magnética.



LOS FIJOS

Los fijos (fixes -▲) consiste en una posición geográfica de un avión, que se ha establecido en un instante dado. Es un punto y no una línea. A veces se puede establecer un fijo directamente, como cuando se reconoce un lugar. Sin embargo, es mas frecuente la determinación del fijo por medio de dos o mas líneas de posición, las cuales se han encontrado independientemente.

Si solo pueden determinarse dos líneas de posición para determinar un fijo, se obtendrá mejores resultados si estas se cruzan en algún recto o casi recto. Siempre se prefiere que haya una tercera línea de posición, la cual verifique con mas precisión la intersección de las dos primeras, formando un triángulo.

Como raramente puede determinarse dos líneas de posición en el mismo instantes, es necesario verificar la diferencia de tiempo por el proceso llamado “línea de posición corrida”, que consiste en correr la primera lineal de posición encontrada reduciendo a la escala del mapa la mejor trayectoria conocida, a la mejor velocidad terrestre conocida:

COMPUTADORES DE VUELO

Conceptos básicos

Antes de entrar en el estudio del computador , vamos a repasar unos conceptos básicos relativos a la atmósfera, temperatura, velocidad, presión y altura.

Atmósfera

Los valores de los distintos parámetros para la atmósfera tipo o ISA(Atmósfera Estándar Internacional) son los siguientes:

Temperatura al nivel del mar	15° C
Gradiente de temperatura	- 2° C / 1.000 ft - 6,5° C / 1.000 m
Densidad relativa en el ámbito medio del mar (ρ)	1
Gradiente de presión	-1" / 1.000 ft -1mb / 30 ft -1mb / 9 m
TAT (ISA) =	$\left(15^{\circ} - 2 \frac{\text{PA (en ft)}}{1.000\text{ft} / ^{\circ}\text{C}} \right)$
Factor de densidad de la atmósfera	$(f) = \frac{1}{\sqrt{\rho}}$
Presión a nivel del mar	1.013,2 mb 29,92 "

Temperatura

TAT (TRUE AIR TEMPERATURE). Temperatura real o verdadera. Es la que tiene el aire al nivel que volamos.

IAT (INDICATED AIR TEMPERAURE). Temperatura indicada. Es la que marca el termómetro de aire exterior.

Siempre $IAT \geq TAT$

E_t = Error termométrico = Diferencia entre IAT y TAT

$$E_t = IAT - TAT \Rightarrow TAT = IAT - E_t$$

Velocidad y error de anemómetro

IAS = (INDICATED AIR SPEED). Velocidad indicada
Lectura del anemómetro sin correcciones.

Ei = Error de instrumento

BAS = (BASIC AIR SPEED). Velocidad básica

$$BAS = IAS - E_i$$

E_p = Error de posición

CAS = (CALIBRATED AIR SPEED). Velocidad calibrada

$$CAS = BAS - E_p$$

$$E_i + E_p = E_i / p$$

$$CAS = IAS - E_i / p$$

E_c = Error de compresibilidad

$$\text{Presión dinámica} > \text{Presión real} \Rightarrow E_c \geq 0$$

EAS = (EQUIVALENT AIR SPEED). Velocidad equivalente

$$EAS = CAS - E_c$$

E_d = Error de densidad

TAS = (TRUE AIR SPEED) . Velocidad verdadera

$$TAS = EAS - E_d$$

$$TAS = EAS \cdot f$$

DAS = (DENSITY AIR SPEED). Velocidad de densidad

$$DAS = CAS \cdot f$$

Cs = velocidad del sonido

MN = (MACH NUMBER). Número de Mach

$$MN = \frac{TAS}{Cs}$$

Ejemplo

El anemómetro de nuestro avión indica 285 Kts.

Por tabla sabemos que $E_i / p = -7$ Kt

Para el nivel que volamos y temperatura exterior tenemos:

DAS = 365 Kts

TAS = 346 Kts

Hallar:

Error de compresibilidad (E_c)

Error de densidad (E_d)

Factor de densidad de la atmósfera (f)

Velocidad calibrada (CAS)

Velocidad equivalente (EAS)

Solución:

$$CAS = IAS - E_i / p = 285 - (-7) = 285 + 7 = 292 \text{ Kts}$$

$$CAS = 292 \text{ Kts}$$

$$DAS = CAS \cdot f \Rightarrow f = \frac{DAS}{CAS} = \frac{365 \text{ Kts}}{292 \text{ Kts}} = 1,25$$

$$f = 1,25$$

$$TAS = EAS \cdot f \Rightarrow EAS = \frac{TAS}{f} = \frac{346Kts}{1,25} = 277 Kts$$

$$EAS = 277 Kts$$

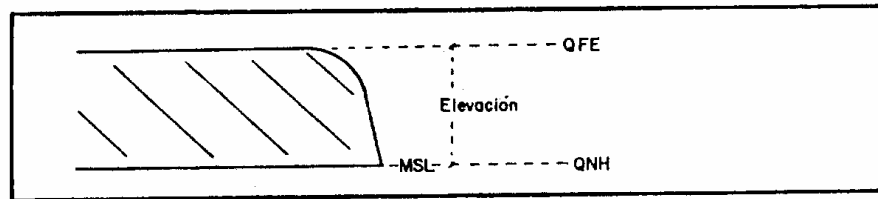
$$EAS = CAS - E_c \Rightarrow E_c = CAS - EAS = 292 - 277 = 15 Kts$$

$$E_c = 15 Kts$$

$$TAS = EAS - E_d \Rightarrow E_d = EAS - TAS = 277 - 346 = - 69 Kts$$

$$E_d = - 69 Kts$$

Presiones



QFE = Presión atmosférica medida en un punto de la superficie terrestre.

= Reglaje de altímetro para que marque 0 al aterrizar

QNH = Presión atmosférica que hay al nivel medio del mar, deducida del QFE, suponiendo que la atmósfera que existe entre la superficie terrestre y el mar es atmósfera estándar.

= Reglaje de altímetro para que al aterrizar marque la elevación.

$$QNH (") = QFE (") + \frac{\text{Elevación (ft)}}{1.000ft / "}$$

$$QNH (mb) = QFE (mb) + \frac{\text{Elevación (ft)}}{30 ft / mb}$$

$$QNH \text{ (mb)} = QFE \text{ (mb)} + \frac{\text{Elevación (m)}}{9 \text{ m / mb}}$$

Ejemplo:

Al pedir datos nos dicen $QNH = 29,10''$. ¿Que tendremos que poner en la ventanilla del altímetro (si este no tiene error) para que nos marque 0 pies? Elevación del campo = 1.650 ft.

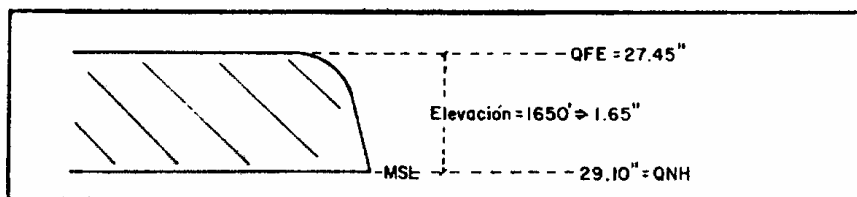
1) Por formula

$$QNH (") = QFE (") + \frac{\text{Elevación (ft)}}{1.000 \text{ ft / "}}$$

$$QFE = QNH - \frac{\text{Elevación}}{1.0} = 29,10'' - \frac{1.650}{1.000}$$

$$QFE = 29,10'' - 1,65'' = 27,45''$$

2) Por razonamiento



Queremos averiguar el QFE del campo, o presión que existe en él.

Al ser la elevación positiva, habrá una disminución de presión, es decir, $QNH > QFE$.

La disminución de presión correspondiente a la elevación del campo, considerando esta elevación como atmósfera estándar es :

$$\frac{1.650 \text{ ft}}{1.000 \text{ ft / "}} = 1,65''$$

Luego $QFE = 29,10'' - 1,65'' = 27,45''$

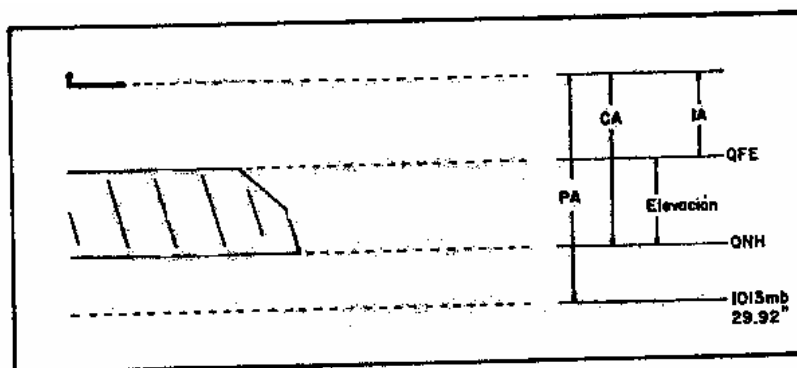
Altitudes

Definimos ALTITUD como la distancia vertical entre un nivel, punto u objeto considerado como punto no unido a la superficie de la Tierra y el nivel medio del mar.

Definimos ELEVACIÓN como la distancia vertical entre un punto o nivel de la superficie de la Tierra y el nivel medio del mar.

Lo que nos mide el altímetro son diferencias de presiones considerando atmósfera estándar, dándonos unas altitudes que por lo general no coinciden con la realidad.

Diferencia de presiones



IA (INDICATED ALTITUDE). Altitud indicada. Altitud que marca el altímetro, independiente de lo que tengamos en la ventanilla.

CA (CALIBRATED ALTITUDE). Altitud Calibrada. Es la IA corregida por el error de instalación / posición (Ei / p), cuando tenemos puesto el QNH en la ventanilla.

PA (PRESURE ALTITUDE). Altitud de presión. Es la IA corregida por el error de instalación / posición (Ei / p), cuando tenemos puesto 1.013.2 mb o 29,92''

Entonces si al aterrizar tenemos en la ventanilla:

$$QNH \rightarrow CA = \text{Elevación}$$

$$QFE \rightarrow IA = 0$$

Se considera $E_i / p = 0$ a no ser que se nos diga algo en contra, pues el error lo corregimos en tierra con los datos.

Se denomina NIVEL DE VUELO (FL) a $PA / 100$:

Si $PA = 13.000 \text{ ft} \Rightarrow FL = 13.000 / 100 = 130$ (uno - tres - cero)

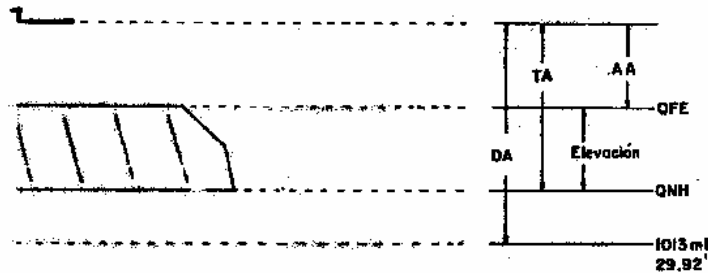
$FL \times 100 = PA$; si $FL = 250 \Rightarrow PA = 25.000 \text{ ft}$

$PA (\text{ft}) = CA (\text{ft}) + (29,92'' - QNH'') \times 1000$

$PA (\text{ft}) = CA (\text{ft}) + (1.013,2 \text{ mb} - QNH (\text{mb})) \times 30$

$PA (\text{m}) = CA (\text{m}) + (1.013,2 \text{ mb} - QNH (\text{mb})) \times 9$

Alturas y altitudes verdaderas



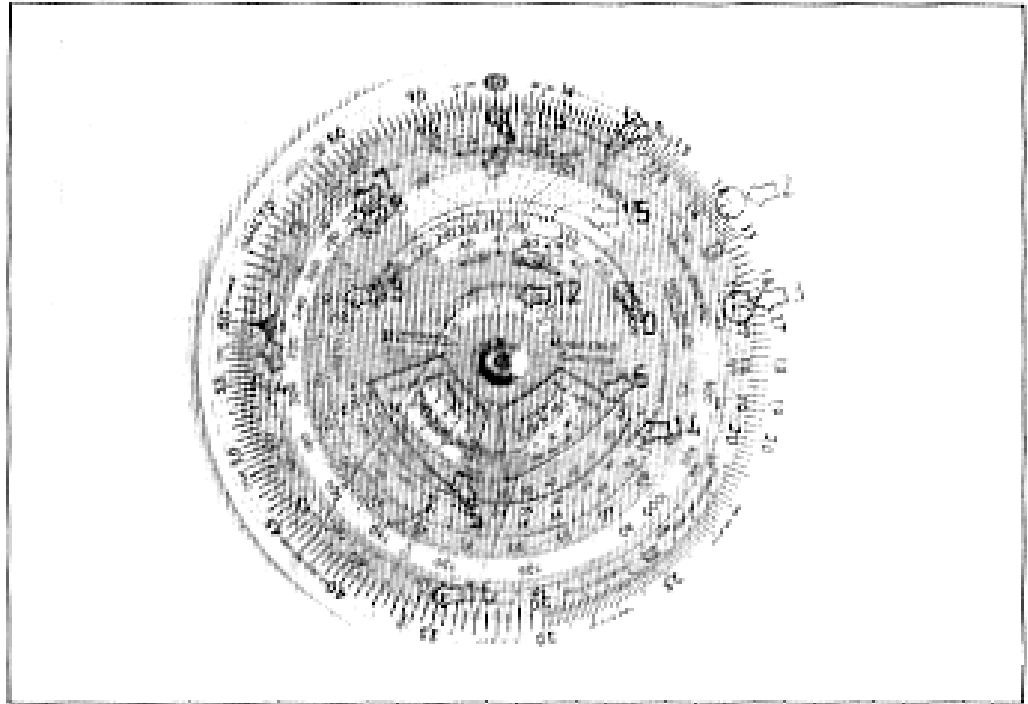
TA (TRUE ALTITUDE). Altitud real. Es la CA corregida por altitud (PA) y temperatura (TAT) y nos da la distancia real entre la isobara del avión y el nivel medio del mar.

DA (DENSITY ALTITUDE). Altitud de densidad. Es la PA corregida por temperatura (TAT) y nos da la distancia real entre la isobara del avión y la de 29,92'' (1.013,2 mb)

AA (ABSOLUTE ALTITUDE). Altitud absoluta. Es la distancia real entre el avión y el terreno. Es la que marca el radio altímetro.

Parte anterior del computador Jeppesen

Podemos distinguir sobre esta cara distintas partes, a continuación analizaremos cada una de ellas:



- 1) Dos escalas logarítmicas, una exterior llamada “escala de distancia” y una interior llamada “escala de tiempo”.

Ambas escalas están graduadas de 10 a 99, representando cada uno de los números y valores de la escalas, a el mismo y sus múltiplos y submúltiplos. Así, el número 13 (trece) representa:

0,0013 0,013 0,13 1,3 13 130 1.300 13.000 130.000

Las dos escalas que conjuntamente, forman una importante regla de calculo, cuyo uso veremos más adelante.

- 2) Existen una serie de marcas impresas en las escalas logarítmicas (2) y (3), con las que haremos conversiones de unidades de medida, como veremos en este mismo capítulo.
- 3) Hay un índice horario en la escala de los tiempos (4) que utilizaremos para cálculos de Velocidad – Distancia – Tiempo y Gasto de Combustible.
- 4) Ventanillas TRUE AIR SPEED (5), con las que se hacen correcciones por densidad. Con estas ventanillas hallaremos la TAS a partir de la EAS, así como el factor de densidad de la atmósfera y la densidad relativa del aire.

La ventanilla inferior contiene un índice MACH INDEX con el que calcularemos la velocidad del sonido dependiendo de la temperatura, así como la TAS a partir del número de Mach.

- 5) Ventanilla TRUE ALTITUDE (6), en la que corregiremos diferencia de presiones, medidas por el altímetro barométrico, por presión y temperatura para hallar altitudes verdaderas.
- 6) El método más lógico para calcular la TAS (10) es utilizando los parámetros que encontramos en los instrumentos de nuestro avión, como CAS (7), PA (8) e IAT (9) para, con ayuda del cursor obtener (13) tanto la TAS, MN (11) y Et (12).
- 7) Por último, tenemos una escala de conversión fija (14) para transformar Grados Centígrados en Fahrenheit y viceversa.

Los datos e incógnitas que veremos en las figuras siguientes son intercambiables, es decir, en una misma figura, para un ejemplo determinado, puede haber dos datos A y B y dos incógnitas C y D, y para otro ejemplo distinto, pueden ser A y B las incógnitas y C y D los datos. Lo interesante es siempre fijar los dos discos del computador para obtener todos los datos. Así, veremos en el punto Índice de Mach:

Si conocemos TAT, la colocamos enfrentada con el índice MACH INDEX y ya se nos quedan fijados los dos discos dándonos en la escala de distancias el valor de la velocidad del sonido (Cs) en frente del 10 de la escala de tiempos, así como un valor de la TAS para cualquier valor de MN o viceversa.

Pero si conocemos TAS y MN y los enfrentamos, también se nos quedan fijados los dos discos, por lo que podremos hallar el valor de la velocidad del sonido (Cs) en frente del 10 de la escala de tiempos, así como el valor de la TAT enfrente del índice MACH INDEX.

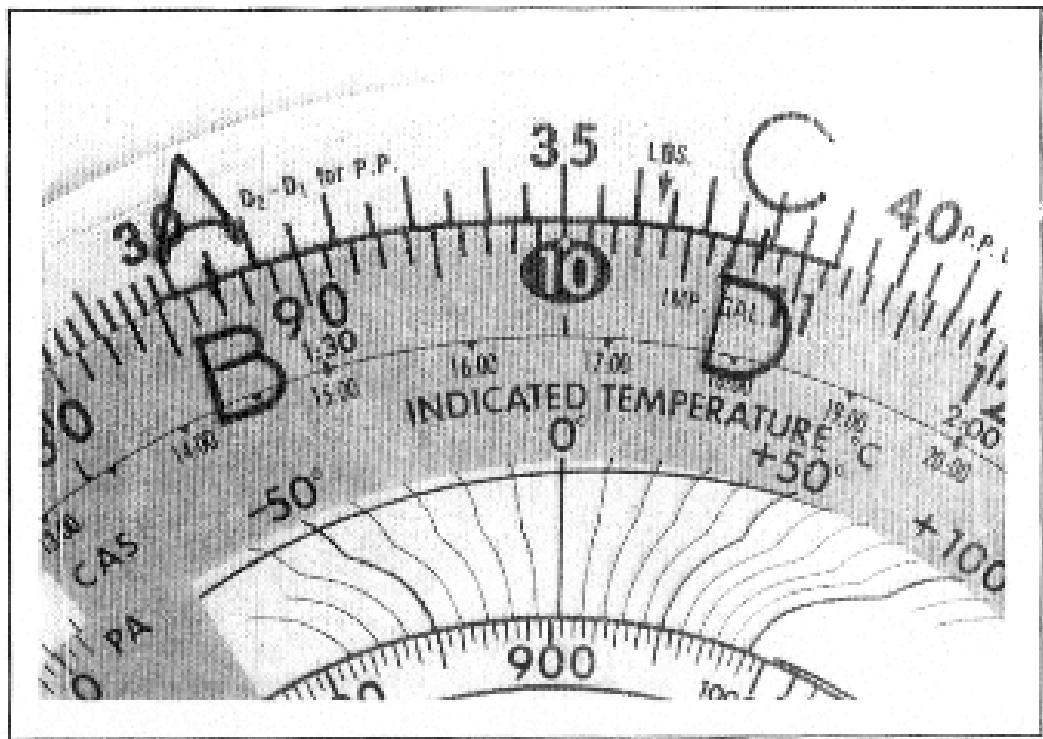
Y si conociésemos el valor de la velocidad del sonido (Cs) y lo buscásemos en la escala de distancia y lo enfrentásemos con el 10 de la escala de tiempos, ya tendríamos también fijado los dos discos, por lo que sabríamos el valor de TAT que estará enfrentado con el índice MACH INDEX y para cada valor de TAS obtendríamos el correspondiente MN y viceversa.

Regla de cálculo

Para cuatro valores del computador A, B, C y D se cumple:

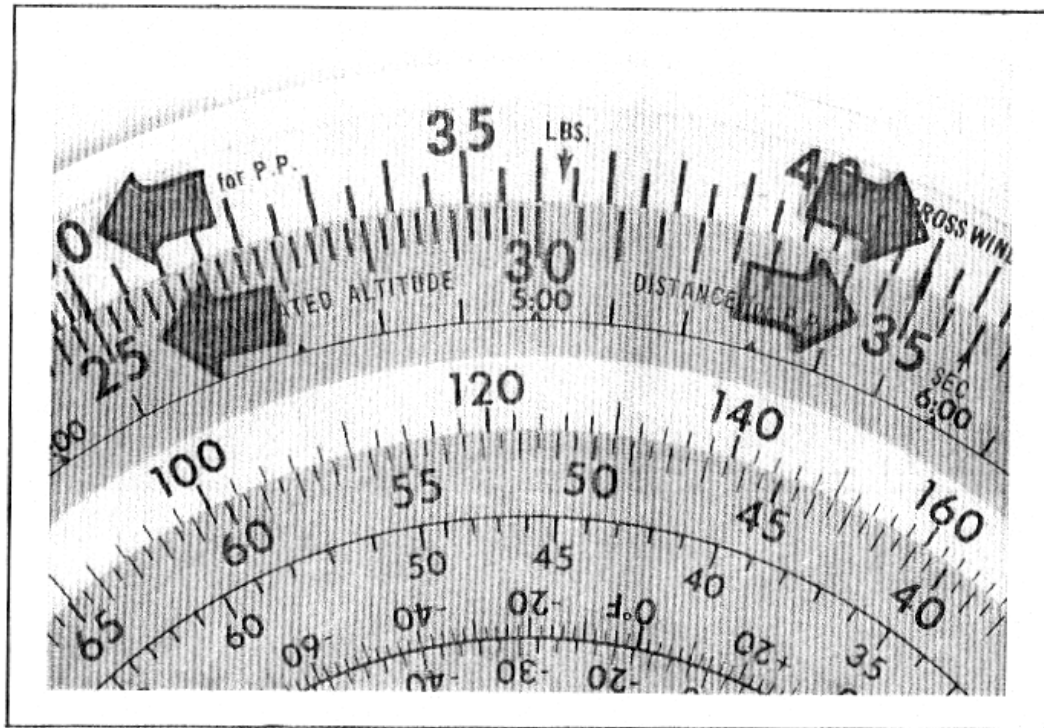
$$\frac{A}{B} = \frac{C}{D}, \text{ si en el computador están colocado según la figura siendo A y C de la}$$

escala de distancia y B y D de la escala de tiempo.



$$\text{Así, } \frac{30}{25} = \frac{42}{x}$$

Resultando $x = 35$



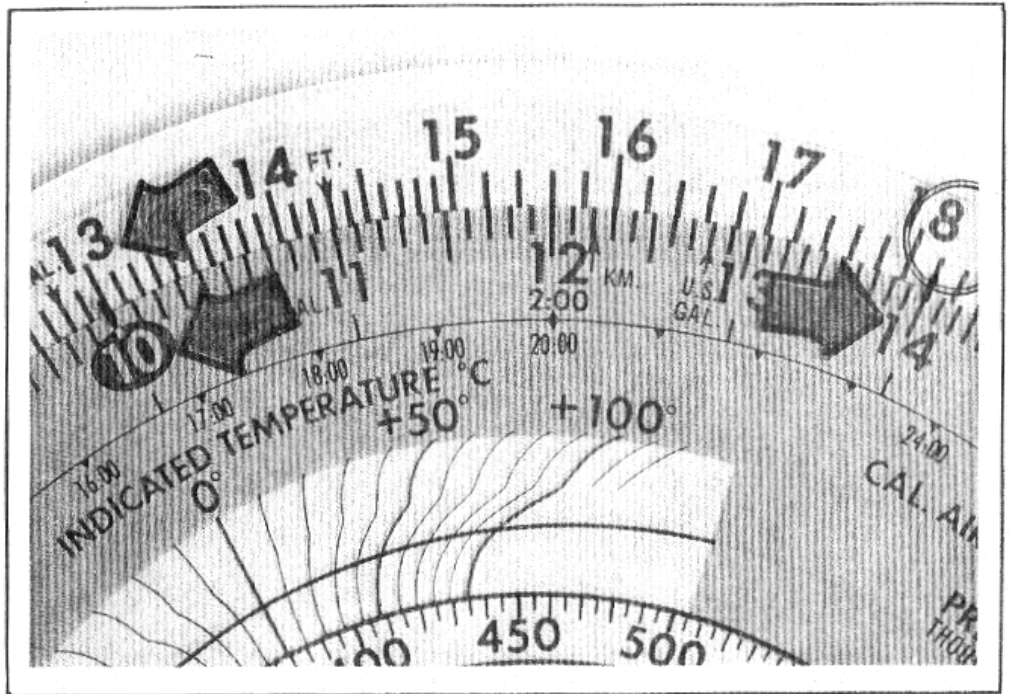
Multiplicación

$$A \times D = C \Rightarrow \frac{A}{I} = \frac{C}{D}$$

Ejemplo: Vease la figura

$$13 \times 1,4 = x$$

Resultando: $x = 18,2$



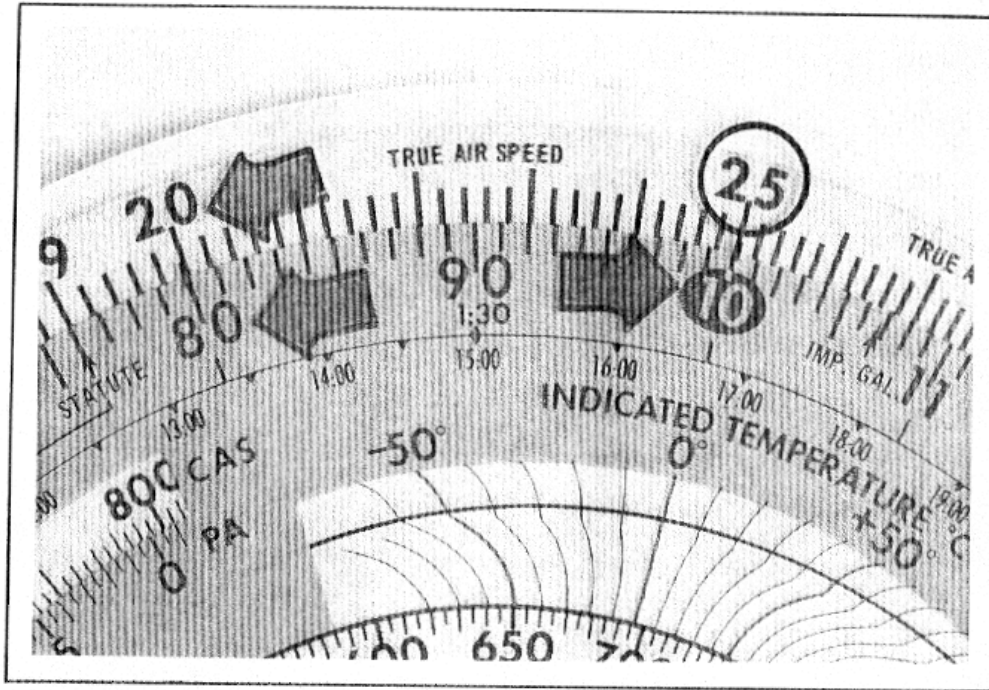
División

$$\frac{A}{B} = C \Rightarrow \frac{A}{B} = \frac{C}{1}$$

Ejemplo: Vease la figura

$$20 : 8 = x$$

Resultando: $x = 2,5$



Conversiones

Unidades

Las conversiones de unidades se pueden hacer mediante las marcas impresas o mediante fracciones.

Las marcas impresas en ambas escalas son:

- Millas náuticas (NAUTICAL)
- Millas terrestre (STATUTE)
- Kilómetros (KM)
- Galones imperiales (GAL. IMP.)
- Galones U.S. (GAL US)
- Litros (LITERS)

Las marcas impresas solo en escala exterior (escala de distancia)