

ALTIMETRÍA

INTRODUCCIÓN

El estudio, conocimiento y comprensión de la ALTIMETRÍA son de gran importancia para el Piloto, porque en el desempeño de sus funciones, de por sí tan delicadas, tendrá que resolver problemas con rapidez y acierto, dándole una buena interpretación a todo lo relacionado con esta materia. El buen conocimiento de ella le indicará las soluciones y respuestas apropiadas para hacerle frente a estas inesperadas situaciones con total éxito técnico.

Por lo tanto la finalidad de este fascículo, es la de iniciar y mantener actualizado al Piloto, cualquiera sea su nivel, dentro de la problemática de la ALTIMETRÍA, explicarle su influencia en la Navegación y enseñarle su correcto uso, interpretación y aplicación en las diferentes fases del vuelo y en el control de Tránsito aéreo.

GENERALIDADES.

Así como nuestro cuerpo ejerce una fuerza sobre el piso, cuya existencia y magnitud puede fácilmente comprobarse si nos colocamos en la plataforma de una báscula, la PRESIÓN ATMOSFÉRICA ejerce también una fuerza semejante sobre la superficie de la tierra, y sobre cualquier objeto situado en el seno de la atmósfera.

Esta masa de aire pesa poco más de un kilo por centímetro cuadrado; sobre cada centímetro cuadrado de nuestro cuerpo, el aire presiona de la misma manera.

¡Nuestro cuerpo soporta una presión de unas 15 toneladas!

Si estuviese sobre nuestros hombros, nos aplastaría; pero este enorme peso de aire está distribuido en toda la superficie del cuerpo. Por otra parte la sangre ejerce hacia el exterior una presión que contrarresta la del aire.



UNIDADES DE PRESIÓN ATMOSFÉRICA

PULGADAS DE MERCURIO (Hg)

HECTOPASCALES (hPa)

Para conversiones, utilizaremos las siguientes igualdades:

$$1\text{Hg} = 33.863 \text{ hPa}$$

$$1 \text{ Hpa} = 0.02953$$

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA EN FUNCIÓN DE LA ALTURA

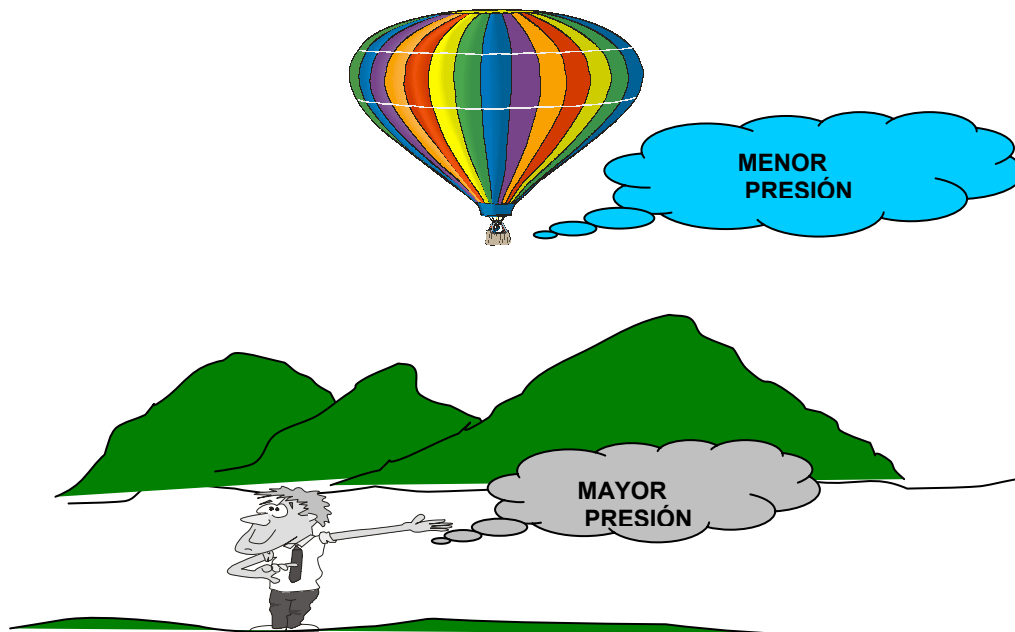
Un principio físico básico y general que utilizaremos a lo largo del estudio de la ALTIMETRÍA será:

“LA PRESIÓN ES INVERSAMENTE PROPORCIONAL A LA ALTURA”

ES DECIR:

A MAYOR ALTURA, MENOR PRESIÓN

A MENOR ALTURA, MAYOR PRESIÓN



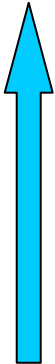
Aunque existe un teórico y constante “gradiente vertical de presión”, que analizaremos más adelante, en realidad cuanto mas ascendemos, más lentamente disminuye la presión.

Por ejemplo: a 16 500 pies (5 500 metros), la presión ha disminuido a la mitad con relación a su valor inicial. Si se dobla esa altura, es decir a 33 000 pies (11 000 metros) aproximadamente, la presión ha disminuido en $\frac{1}{4}$ de su valor original.

Si se suben otros 16 500 pies, es decir a 49 500 pies (16 500 metros), la presión debe ser nuevamente dividirse por dos, convirtiéndose en $\frac{1}{8}$ de su valor inicial.

Esta disminución de la presión en función de la altura, se conoce como exponencial. Teóricamente la presión no se anula hasta una distancia infinitamente grande, ya que habrá que dividir por dos indefinidamente.

Observemos el siguiente gráfico, donde se ilustra la situación explicada.



PRESIÓN	1.86 Hg	66 000 PIES
PRESIÓN	3.72 Hg	49 000 PIES
PRESIÓN	7.45 Hg	33 000 PIES
PRESIÓN	14.90 Hg	16 500 PIES
PRESIÓN	29.80 Hg	0 PIES

Una consecuencia de lo expuesto anteriormente es que la diferencia de distancia que corresponde a una variación de presión de 1 HECTOPASCAL (hPa) o PULGADAS (Hg), aumenta con la altura.

Por ejemplo, y a grandes rasgos:

Al MSL = 8 metros

A 5 500 metros (16 500 pies) = 16 metros

A 11 000 metros (33 000 pies) = 32 metros

A 16 500 metros (49 500 pies) = 64 metros

Es decir, a medida que ascendemos, para encontrar una variación de presión de 1 hPa o Hg, necesitamos recorrer mas distancia.

Para la continua aplicación en el estudio de la ALTIMETRÍA debemos de tener en cuenta algunas de las siguientes definiciones:

ALTIMETRÍA

PARTE DE LA TOPOGRAFÍA QUE ENSEÑA A MEDIR LAS ALTURAS

ATMOSFÉRA

MASA DE AIRE QUE RODEA LA TIERRA

ALTÍMETRO

INSTRUMENTO PARA MEDIR DISTANCIAS VERTICALES

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

LA QUE EL AIRE EJERCE AL NIVEL DEL SUELO

ATMOSFÉRA STANDARD

Para la calibración de los instrumentos y para estudios aerodinámicos la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), creó el 7 de noviembre de 1952 la ATMOSFÉRA TIPO O STANDART, denominada

“ISA” ICAO STANDARD ATMOSPHERE

La atmósfera tipo o Standard, es una atmósfera ficticia en la cual, a cada valor de altitud corresponde uno y solamente un valor de presión, uno y solamente un valor de temperatura y uno y solamente un valor de densidad.

En esta atmósfera tipo, a diferencia de lo que ocurre en la atmósfera real, los valores de presión, temperatura y densidad asociados con cada valor de altitud, permanecen constantes con el tiempo.

La ATMOSFÉRA STANDARD se calcula a partir de valores medios encontrados en la atmósfera a los **40° de latitud Norte** y suponiendo que existe una variación definida en la temperatura y en presión, con la altitud.

Sus características básicas, son las siguientes:

- ➔ Temperatura al Nivel Medio del Mar **15° C (59° F)**
- ➔ Presión al Nivel Medio del Mar **29.92 Hg (1.013.2 hPa)**
- ➔ El Aire se comporta como un gas perfecto y absolutamente seco.

Existen tablas en las que aparecen con exactitud los gradientes de temperatura y presión con la altitud; pero en la práctica y para cálculos rápidos, podemos considerar las siguientes variaciones en la presión y en la temperatura bastante aceptable.

- ➔ La presión disminuye aproximadamente una pulgada por cada 1.000 pies que se asciende.
- ➔ La temperatura disminuye aproximadamente 2° C por cada 1.000 pies que se asciende.

GRADIENTE

TASA DE VARIACIÓN DE UN ELEMENTO METEOROLÓGICO EN FUNCIÓN DE LA DISTANCIA

Para complementar las características generales de la ATMOSFÉRA STANDARD, debemos tener en cuenta los siguientes gradientes.

GRADIENTE VERICAL DE PRESIÓN

Es la razón en la PRESIÓN atmosférica, *aumenta* o *disminuye* con la altura.

Aunque ya se analizó anteriormente la forma más precisa en que la presión disminuye con la altura, en la práctica y para efectuar cálculos rápidos en los que no se requiere de mucha exactitud, puede considerarse el GRADIENTE VERTICAL DE PRESIÓN, de la forma siguiente:

DE 0 a 10 000 PIES, LA PRESIÓN DISMINUYE APROXIMADAMENTE:

1 PULGADA(Hg) POR CADA 1 000 PIES
33 HECTOPASCALES (hPa) POR CADA 1 000 PIES

DE LOS 10 000 PIES A LOS 30 000 PIES DISMINUYE APROXIMADAMENTE:

$\frac{3}{4}$ DE PULGADA (Hg) POR CADA 1 000 PIES
25 HECTOPASCALES (hPa) POR CADA 1 000 PIES

GRADIENTE VERTICAL DE TEMPERATURA

Es la razón en que la TEMPERATURA *aumenta o disminuye* en relación a la altura.
En general, el **GRADIENTE VERTICAL DE TEMPERATURA** es:

LA TEMPERATURA DISMINUYE 2° C POR CADA 1 000 PIES

Sin embargo, una manera más exacta y real, se puede resumir este **GRADIENTE VERTICAL DE TEMPERATURA** así:

DE 0 A 33 000 PIES (aproximadamente) LA TEMPERATURA DISMINUYE 2° C POR CADA 1 000 PIES

ENTRE 33 000 PIES a 53 000 PIES (aproximadamente) LA TEMPERATURA PERMANECE CONSTANTE

POR ENCIMA DE 53 000 PIES, LA TEMPERATURA AUMENTA DE NUEVO PROGRESIVAMENTE

Conociendo el **GRADIENTE VERTICAL DE TEMPERATURA**, partiendo de la premisa que dentro de las condiciones de la atmósfera Standard, *al nivel medio del mar existe una temperatura de + 15°C*, podemos calcular fácilmente, de manera aproximada, la temperatura existente a cualquier altitud.

CÁLCULO DE LA TEMPERATURA

PROBLEMA UNO

Calcular la TEMPERATURA ISA a 8 000 pies.

DESARROLLO

Sabemos que el gradiente de temperatura es de 2°C por cada mil pies; por lo tanto al subir a 8 000 pies, la temperatura habrá disminuido, de manera ponderada, 16°C.

Como partimos de MSL, en donde la temperatura es de 15°C, debemos deducir de ese valor, los 16°C de disminución obtenidos en el paso anterior; por lo tanto:

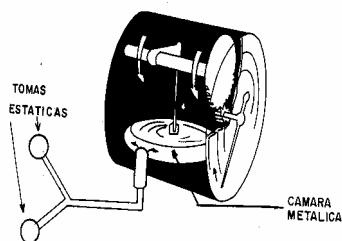
$$+15^{\circ}\text{C} - 16^{\circ}\text{C} = -1^{\circ}\text{C}$$

La temperatura a 8 000 pies, dentro de la atmósfera Standard será de -1°C

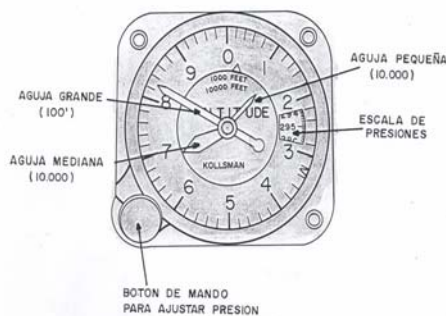
ALTÍMETRO

El altímetro es un instrumento instalado a bordo de la aeronave y que se utiliza para determinar la distancia vertical desde la aeronave, hasta un determinado plano de referencia. Hace parte de los instrumentos denominados PITOT-STÁTICOS.

El Altímetro más comúnmente usado es el de tipo “sensible”, y su operación depende de la medida de cambios en la presión atmosférica con la altitud.



El altímetro es uno de los instrumentos más importantes de una aeronave, ya que conociendo su funcionamiento, sus errores y la forma correcta



de reglarlo e interpretarlo, proporciona al piloto una fehaciente información relacionada con la distancia vertical sobre obstáculos y lo ayuda a mantener una separación reglamentaria con otras aeronaves, en cumplimiento de los rígidos procedimientos de control de tránsito aéreo.

Igualmente este instrumento se encuentra instalado en la torre de control y se utiliza para suministrar al piloto, la lectura del instrumento que ha sido calibrado a la elevación del aeródromo, para determinar la altitud de la aeronave con respecto a la estación para las maniobras de despegue y aterrizaje, ya que durante estas fases del vuelo los pilotos tienen necesidad de conocer la distancia vertical que los separa del terreno.

Los datos que se les comunican a los pilotos son las presiones locales (normalmente QNH ó QFE), las cuales introducirán en la sub-escala de su altímetro, para obtener indicaciones de altitud o altura.

En las autorizaciones de aproximación y entrada en el circuito de tránsito se suministra el reglaje altimétrico QNH. En aquellos países que se utiliza el reglaje QFE éste se identifica claramente con objeto que no sea confundido con otro reglaje.

La utilización de ajuste QNH o QFE, varía de unos países a otros. Inicialmente se utilizó el QFE, observándose luego, que debido a las limitaciones de los altímetros, entonces en su uso, en aeródromos situados en lugares elevados, el ajuste QNH ofrecía indicaciones altimétricas más útiles, tanto para los fines de margen vertical sobre el terreno, como para los de separación vertical. En **Colombia** el ajuste normalmente utilizado, es el QNH.

ISOBARAS

ISOBARA

**LÍNEAS IMAGINARIAS QUE UNEN PUNTOS DE IGUAL PRESIÓN
ATMOSFÉRICA.**

COMPORTAMIENTO DE LAS ISOBARAS

Si las Isobaras se comportasen como ilustra la figura No.1, es decir que conservasen siempre un paralelismo perfecto con respecto al Nivel Medio del Mar (MSL) y además en este Nivel Medio del Mar o cualquier otro nivel, se encontrasen realmente las condiciones de la atmósfera tipo, la ALTIMETRÍA no tendría complicaciones y su aplicación se limitaría a seguir unas reglas uniformes.

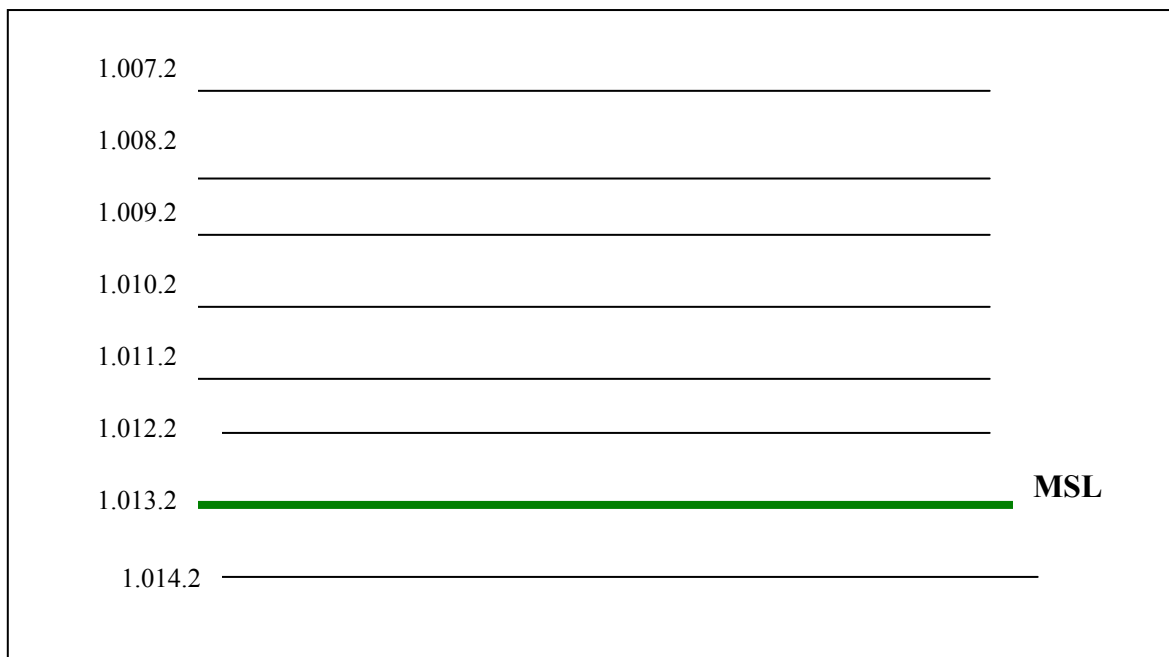


FIGURA No. 1

Pero en la práctica, las ISOBARAS (es decir la atmósfera) están "*cambiando*" continuamente de forma y lugar en el espacio, debido a las condiciones de densidad y temperatura; debido a estos cambios, nunca o casi nunca, se encuentran las condiciones de la atmósfera TIPO en un nivel determinado y, por lo tanto, aquellas reglas uniformes que se podrían aplicar tan fácilmente se complican, y de paso, dificultan el estudio de la ALTIMETRÍA.

En la figura No.2 se observa el comportamiento real (con un poco de exageración) de las mismas Isobaras de la figura No.1, en diferentes casos. Obsérvese su cambio con referencia al Nivel Medio del Mar (MSL).

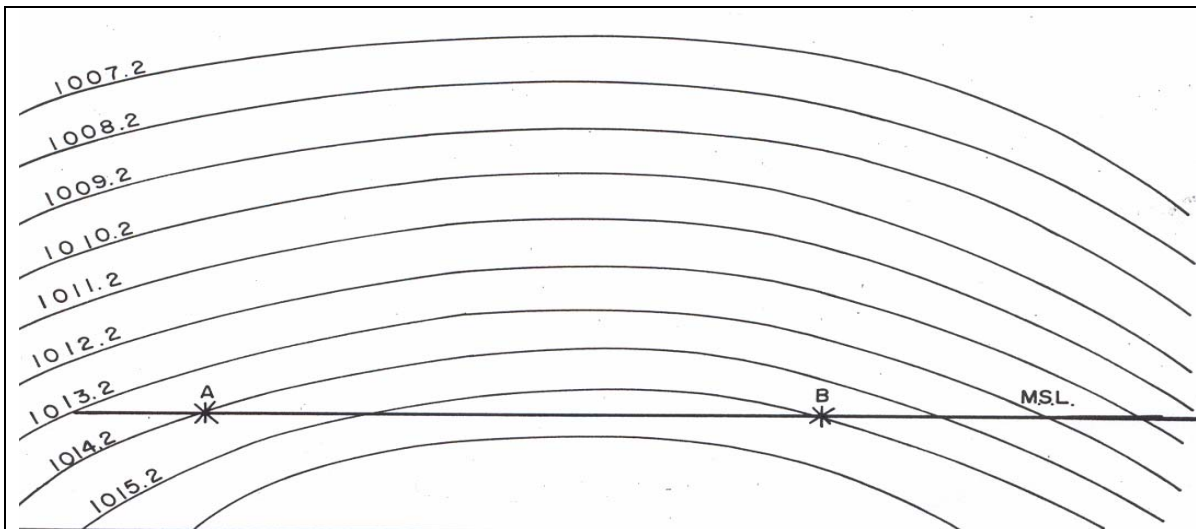


FIGURA N° 2ª

En la figura No.1, en la cual se considera un comportamiento perfecto de las Isobaras de presión, de acuerdo con la atmósfera TIPO, se aprecia que al Nivel Medio del Mar, siempre existe la misma presión (1.013,2 hPa)

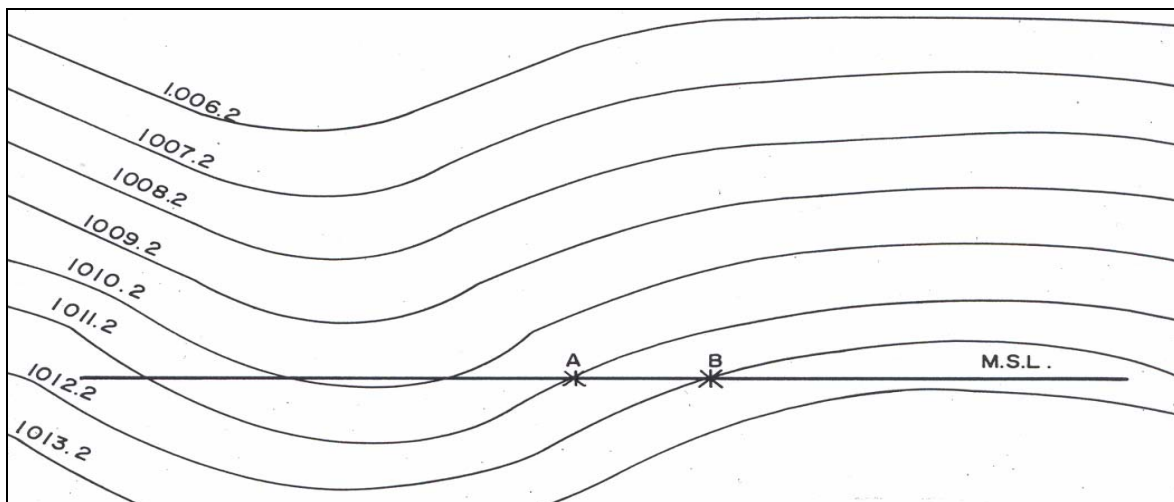


FIGURA 3

Con la misma observación sobre las figuras 2 y 3, que es el comportamiento real de las Isobaras, se encuentra que las presiones al Nivel del Mar son diferentes. En la figura 2 se tienen presiones al Nivel del Mar de 1015,2 hPa y que la Isobara de presión, Standard, está por encima del MSL. En la figura 3, se observan presiones al Nivel Medio del Mar de 1011,2 hPa (A) y 1012,2 hPa (B) y que la Isobara de presión Standard está por debajo del Nivel Medio del Mar. De esto se concluye que al. Nivel Medio del Mar, o de cualquier otro

nivel que se considere, la presión estará cambiando con el transcurso del tiempo y sujeta, lógicamente a otros factores.

Estos cambios, continuos inesperados en algunos momentos, obligaron a la División Técnica de Navegación Aérea de la OACI a reglamentar y especificar el uso de los diferentes reglajes altimétricos y su aplicación en las diferentes etapas de vuelo, para garantizar en todo momento, un distanciamiento y una seguridad total, de acuerdo con las operaciones reglamentarias establecidas.

Para este fin se crearon diferentes reglajes altimétricos y diferentes conceptos teóricos, tales como (QNH, QFE, QNE, Altitud, Altura, Niveles de Vuelo, para que aplicados separada o conjunta mente, cumplan a cabalidad con aquella parte de la Navegación y del CONTROL DE TRÁNSITO AÉREO, que tiene que ver con la separación reglamentaria entre aeronaves y de estas con el terreno.

CLASES DE REGLAJES ALTIMÉTRICOS.

QNH

De lo visto anteriormente, llegamos a la conclusión de que al Nivel Medio del Mar la presión esta cambiando continuamente, produciendo por lo tanto un "movimiento de las Isobaras; este movimiento, se debe a que en cada región hay diferentes temperaturas y humedad, que inciden lógicamente en la densidad del aire, que se manifiesta en diferentes presiones. Es por esto que al reducir la presión de varias estaciones a QNH, se obtienen diferentes valores.

Por lo tanto, para lograr una separación reglamentaria, tanto entre aeronaves como de estas con el terreno, los datos de QNH deben actualizarse continuamente.

Que marcará el Altimetro, al reglarlo a QNH?

Marcará un número "X" de pies que se conocen como altitudes.

Es decir, reglado un altímetro con un valor QNH de 30.24 Hg, por ejemplo, (dato suministrado por una estación meteorológica o de control) si las agujas del altímetro indican 14.000 pies, esto significa que se esta volando a 14.000 pies de ALTITUD, con referencia a la Isobara de presión 30.24 Hg; y como este dato de QNH está actualizado, quiere decir que dicha Isobara esta en el momento en el Nivel Medio del Mar; por lo tanto, nuestra altitud con respecto a este (aunque suene redundante) será de 14.000 pies.

De lo visto, se desprende la importancia de actualizar continuamente los valores QNH, de acuerdo a la región sobrevolada, por que de lo contrario, se estará manteniendo una

ALTITUD, pero con referencia a una superficie de presión, más no con referencia al NIVEL MEDIO DEL MAR, que es la intención del reglaje QNH.

Al estudiar la figura No.1 se observa que la aeronave que actualiza continuamente el QNH, de acuerdo a las informaciones de las estaciones A, B y C, mantendrá siempre una ALTITUD de 8.000 pies con referencia al MSL; o en otras palabras, conserva 8.000 pies de altitud, con relación a la Isobara a la cual tiene reglado su altímetro.

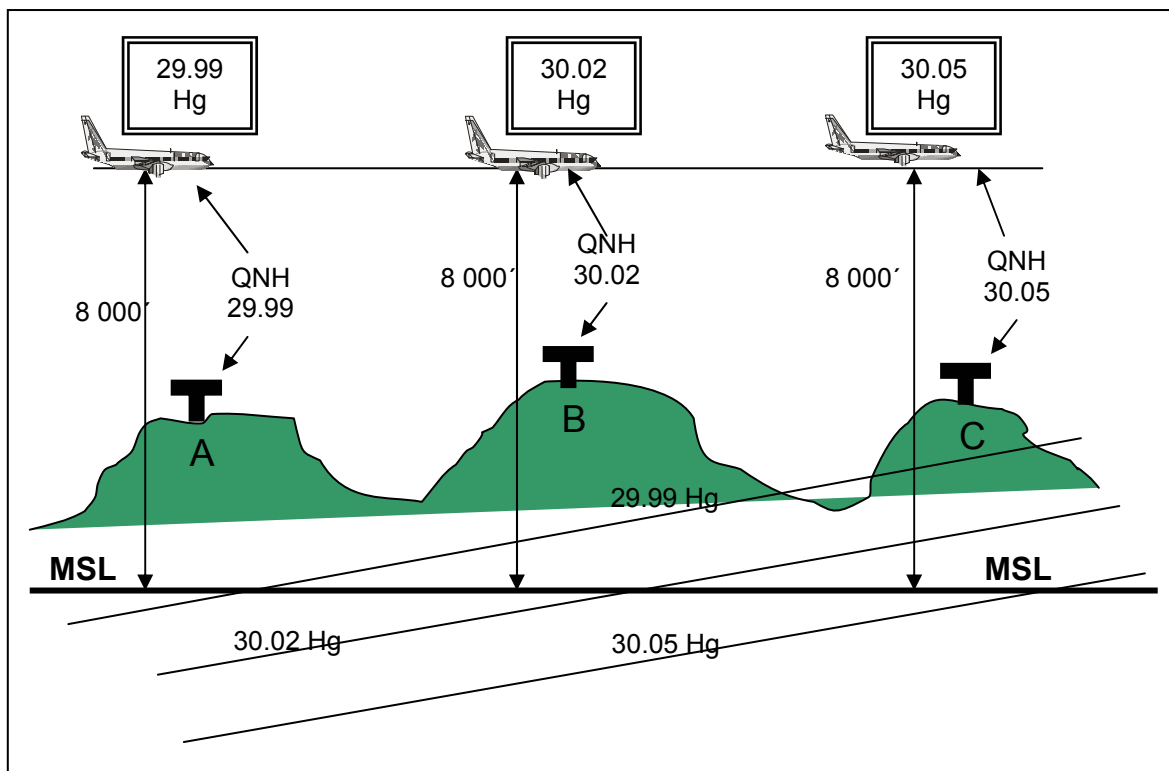


FIGURA N° 1

En la figura No. 2, se aprecia una aeronave que no ha actualizado el QNH por falta de estaciones a lo largo de su ruta; esta aeronave mantendrá 8.000 pies de altitud en toda la ruta, pero ya directamente con referencia a la Isobaras 29.99Hg. Por lo tanto, en las posiciones B y C, en las que el cree tener 8.000 pies de ALTITUD no será cierto, sino porque tendrá una altitud mayor. Es lógico que el ALTÍMETRO este marcando 8.000 pies porque sigue una superficie de presión.

en el área de que se trate, y los métodos recomendados son, en orden de presencia, los siguientes:

- Empleo de informes QNH de actualidad suministrados por una red adecuada de estaciones notificadoras de QNH;
- Empleo de los informes QNH de que se disponga, combinados con más información meteorológica, como, por ejemplo la presión más baja al Nivel Medio del Mar (MSL) pronosticada para la ruta o partes de la misma;
- Cuando no se disponga de información de actualidad, el empleo de valores de la altitudes más bajas de Niveles de Vuelo, derivados de datos climatológicos.

El método brinda suficiente flexibilidad para poder variar los procedimientos detallados que pudieran necesitarse para tener en cuenta condiciones locales, sin apartarse de los procedimientos básicos.

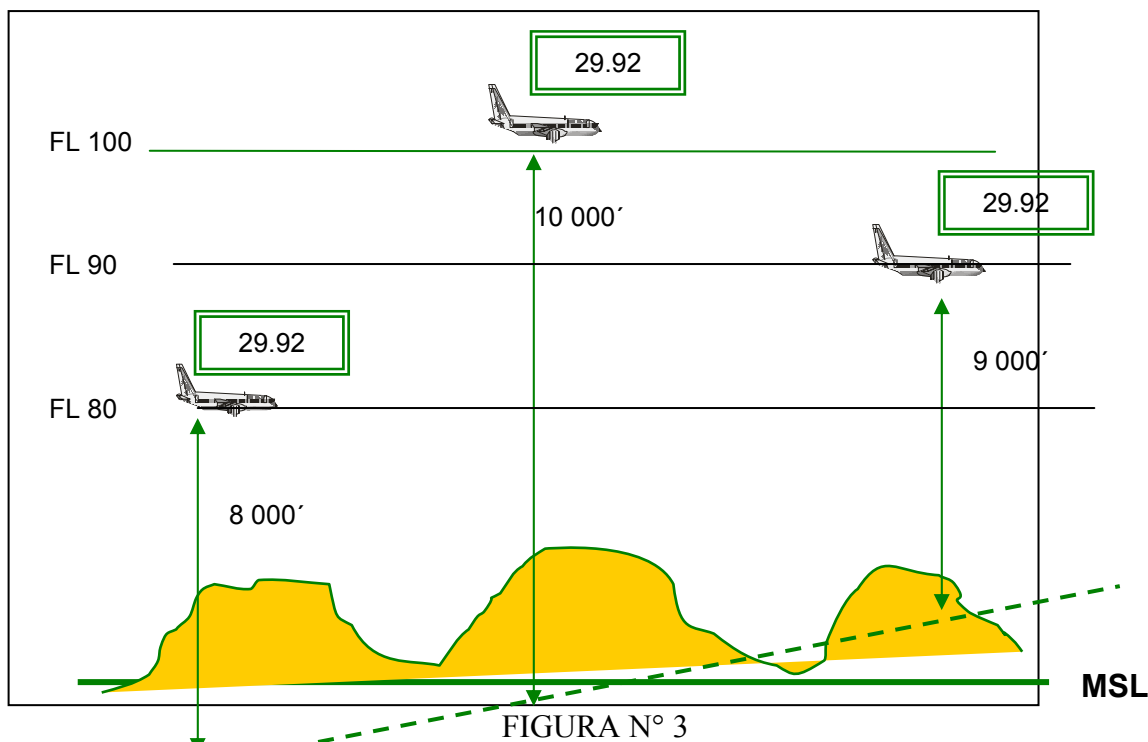
PRESIÓN STANDARD (29.92 Hg)

Si se regla el altímetro a la presión Standard, este marcará un número de pies, desde la aeronave hasta la Isobara de 29.92 Hg. Es lo que se conoce como niveles de Vuelo.

Esta clase de reglaje da origen a la palabra QNE.

¿Qué marcará el altímetro, si se regla a la presión Standard? Hay que dejar en claro que el QNE no es una presión, sino un número de pies indicados por el Altímetro (Niveles de Vuelo).

La ventaja del uso de Niveles de Vuelo, estriba en que si todas las aeronaves están usando el mismo reglaje altimétrico, siguiendo diferentes superficies de presión, estarán siempre reglamentariamente separadas entre si. Es decir, el cambio continuo de presión, no afectara la separación de las aeronaves. Pero en cambio su "altitud" con referencia al Nivel del Mar, estará variando continuamente, por los mismos efectos de los cambios de presión. Por lo tanto, los Niveles mínimos de vuelo, establecidos por un estado deben estar calculados en tal forma, que un cambio en la presión, no vaya a disminuir la separación de la aeronave con referencia al terreno.



En la figura No. 3 se observan tres aeronaves volando por niveles de vuelo (altímetro reglado a 29.92 Hg.); se puede ver que es tan separadas reglamentariamente entre si, aunque su "altitud" varíe de acuerdo con los cambios de presión. Si estos niveles están calculados, para obtener una separación reglamentaria con respecto al terreno, las aeronaves no tendrán que hacer ningún ajuste, mientras dure su vuelo de crucero y en parte de la subida y el descenso.

Veamos algunos párrafos de la parte VI Volumen I del Doc. 8168 OPERACIÓN DE AERONAVES PROCEDIMIENTOS DE REGLAJE de ALTÍMETRO, en lo que se refiere a la Presión Standard, y a los Niveles de Vuelo.

Los procedimientos aquí expuestos describen el método que se debe seguir para obtener una separación vertical adecuada entre aeronaves, y un margen adecuado sobre el terreno, en todas las fases del vuelo. Dicho método se funda en los siguientes principios básicos:

- ➔ Cuando durante el vuelo por encima de la altitud de transición, una aeronave vuela a lo largo de superficies de presión atmosférica constante basada en una determinación altimétrica de 29.92 Hg y en esta fase de vuelo la posición vertical de la aeronave se expresa en niveles de Vuelo. Cuando no se haya establecido la altitud de transición para el área en cuestión, las aeronaves volarán, en la fase de ruta, a un Nivel de Vuelo.
- ➔ Cuando el cambio de la referencia de Altitud a niveles de Vuelo y viceversa, se hace, ascender, a la Altitud de transición y, a descender, al Nivel de transición.

QFE

¿Qué marcará el altímetro, al reglarlo a la presión QFE?. Marcará un número "X" de pies, desde la aeronave hasta la referencia QFE a esto lo denominaremos "alturas". Es decir, si se regla el altímetro a una presión QFE de 24.45 (dato suministrado por una estación meteorológica o de control) y las agujas del altímetro indican 6.500 pies, esto significa que esta a 6.500 pies de la Isobara 24.45; y como esta es la Isobara que esta "cruzando" sobre el Aeródromo, será la altura con referencia a éste.

ALTURA

Su uso es bastante limitado. Servirá, en las últimas fases de aproximación, para indicarle al piloto la "altura" con referencia al terreno y por lo tanto tener una indicación, si se puede más exacta, de los obstáculos alrededor del Aeródromo y a la vez servir de complemento a las indicaciones dadas por el altímetro reglado al QNH

Veamos algunos párrafos de la parte VI Volumen I del Doc. 8168 OPERACIÓN DE AERONAVES PROCEDIMIENTOS DE REGLAJE de ALTÍMETRO, en lo que se refiere al reglaje QFE.

Los procedimientos aquí expuestos describen el método que se debe seguir para obtener una separación vertical adecuada entre aeronaves, y un margen adecuado sobre el terreno, en todas las fases del vuelo. Dicho método se funda en los siguientes principios básicos:

- ➔ Durante la aproximación, puede determinarse el margen sobre el terreno ya sea usando un reglaje QNH de altímetro (que indicará la altitud) o, en determinadas circunstancias un reglaje QFE (que indicará la altura sobre la referencia QFE). En las autorizaciones de aproximación y de aterrizaje, debería facilitarse el reglaje QFE del altímetro, claramente identificando como tal, a solicitud o regularmente de conformidad con arreglos locales.
- ➔ Cuando una aeronave que haya sido autorizada para aterrizar la primera esté concluyendo su aproximación utilizando el QFE, su posición vertical se expresará como altura por encima del nivel de referencia del aeródromo utilizado para fijar el límite de franqueamiento de obstáculos, durante la parte de vuelo en que pueda usarse el QFE.

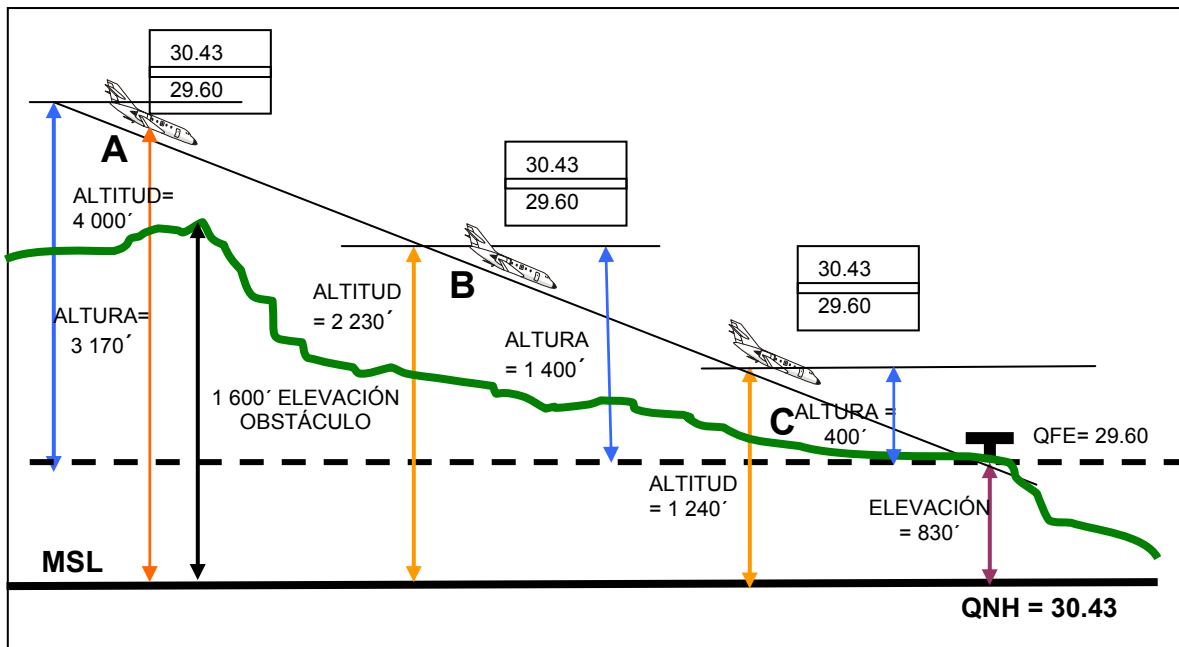


FIGURA N° 4

En la figura No. 4 una aeronave está efectuando una aproximación a un aeródromo, utilizando simultáneamente dos reglajes altimétricos: QNH (altitudes) y QFE (alturas). Se puede observar claramente la diferencia, en la "magnitud", de las indicaciones de los dos altímetros.

En la posición A, la aeronave se encuentra a 4.000 pies de altitud y 3.170 pies de altura. Restando su altitud (4.000 pies) de la elevación del obstáculo más alto (1.600 pies) sabrá a qué "altura" está sobre dicho obstáculo (2.400 pies). El mismo análisis se puede hacer sobre las posiciones B y C.

Teóricamente, sin tener en cuenta los errores inherentes a los altímetros, una aeronave al aterrizar en un aeródromo, con el altímetro reglado a la presión QFE, le dará una marcación de cero.

Como resumen a esta segunda parte, obsérvese la figura No. 5, en que la aeronave utiliza "simultáneamente" las tres clases de reglajes altimétricos. Observe la diferencia en las "magnitudes" de la ALTITUD, ALTURA y NIVEL DE VUELO.

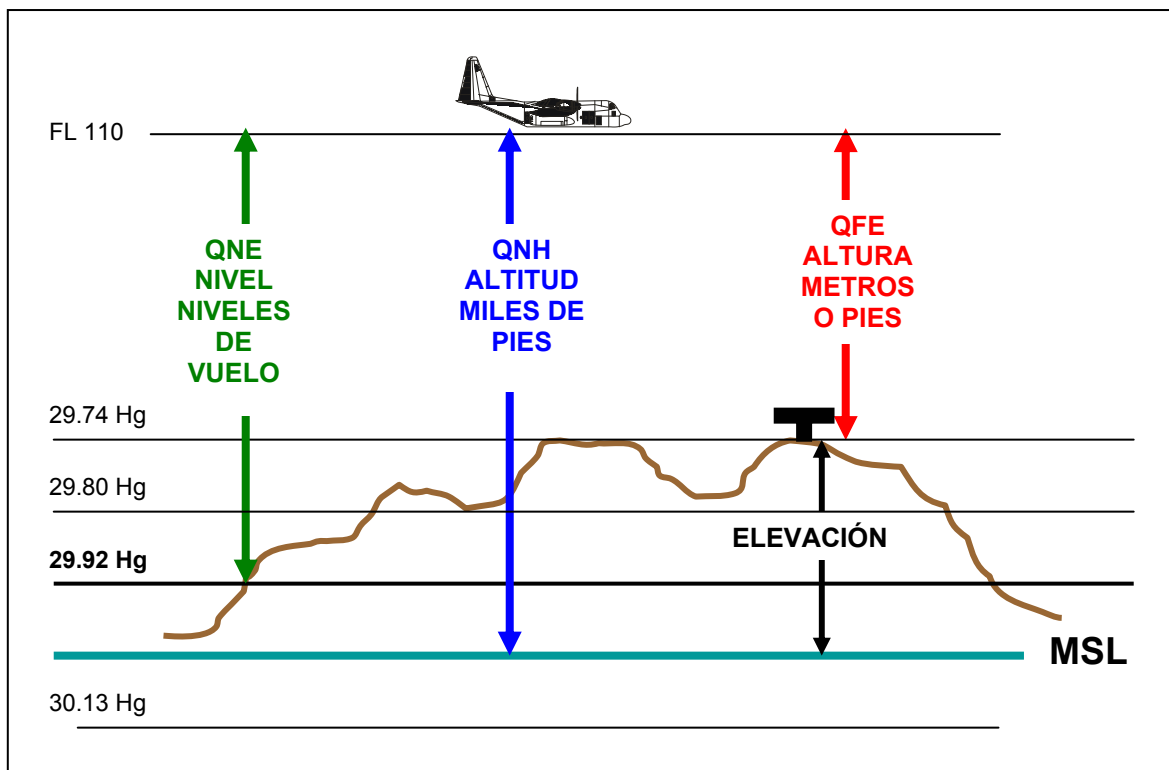


FIGURA N° 5

Teniendo ya el conocimiento general de las clases de reglajes altimétricos, debemos analizar su correcto uso, en las diferentes fases del vuelo. Para lograr esto, tenemos que tener en cuenta otros tres conceptos, **ALTITUD DE TRANSICIÓN**, **CAPA DE TRANSICIÓN** y **NIVEL DE TRANSICIÓN**, que usados en conjunto con lo ya visto, integran un método universal y de fácil aplicación, que garantiza en todo momento una separación reglamentaria, tanto entre aeronaves, como de estas en el terreno.

ALTITUD DE TRANSICIÓN

La altitud de transición es fija, en lo que se refiere a cambio de presión y está especificada normalmente para cada aeródromo por el estado respectivo.

Cuando dos o mas aeródromos que se hallen próximos estén situados de tal forma que requiera procedimientos coordinados, se establecerá una altitud común de transición. Esta altitud común de transición será la más alta de las altitudes de transición correspondientes a los aeródromos en cuestión si se consideran separadamente.

En la medida de lo posible, se debería establecer una latitud común de transición:

- ➔ Para grupos de aeródromos de un Estado o para todos los aeródromos de dicho Estado;
- ➔ Previo acuerdo, para los aeródromos de Estados adyacentes, Estados de la misma región de información de vuelo (FIR), de dos o más regiones de información de vuelo adyacentes o de una región de la OACI; y

- ➔ Para los aeródromos de dos o más regiones de la OACI, cuando pueda conseguirse acuerdo entre esas regiones.

La magnitud de la altitud de transición sobre el aeródromo será la menor posible, pero normalmente no debería ser inferior a 3.000 pies (900 m).

La altura calculada de la altitud de transición se redondeará los 300 m (1.000 pies) completos más próximos.

Podrá establecerse una Altitud de transición para un área especificada, cuando así se determine a base de acuerdos regionales de navegación aérea.

Las altitudes de transición aparecerán en las publicaciones de información aeronáutica (AIP) y en las cartas apropiadas.

EN COLOMBIA LA ALTITUD DE TRANSICIÓN ES 18 000 PIES

CAPA DE TRANSICIÓN.

Los organismos internacionales de aviación, recomiendan que el espesor de la capa de transición no debe ser menor de 1.000 pies ni mayor de 1.500 pies, siempre y cuando se utilicen simultanea mente para esperas o cualquier otro procedimiento, la altitud y el nivel de transición.

En el caso contrario, en que por razones de procedimiento, no se utilice la altitud de transición, y el nivel de transición simultáneamente para hacer esperas, se podrá utilizar una capa de transición menor de 1.000 pies.

NIVEL DE TRANSICIÓN

Cuando dos o más aeródromos que se hallen próximos estén situados de tal forma que requieran procedimientos coordinados y una altitud común de transición, se usará en cualquier momento determinado un nivel común de transición.

El personal apropiado dispondrá en todo momento del número de nivel de vuelo correspondiente al nivel actual de transición para el aeródromo.

El Nivel de Transición se transmite normalmente a las aeronaves en las autorizaciones de aproximación y aterrizaje.

EN COLOMBIA EL NIVEL DE TRANSICIÓN ES FL 190

APLICACIÓN DEL MÉTODO

En general la posición vertical de las aeronaves, cuando se encuentren a la altitud de transición ó por debajo de ella, se expresará en ALTITUD, mientras que dicha posición en el Nivel de Transición o por encima de él, se expresará en Niveles de Vuelo. Mientras pase la Capa de Transición, la posición vertical se expresará en Niveles de Vuelo al ascender y en Altitudes al descender.

DESPEGUE Y ASCENSO

En las autorizaciones de rodaje antes del despegue se facilitará a las aeronaves el reglaje QNH de altímetro.

La posición vertical de las aeronaves durante la subida se expresara en Altitudes hasta alcanzar la Altitud de Transición, pasada la cual la posición vertical se expresara en Niveles de Vuelo.

Por que esta especial situación?

'Ya se sabe que la altitud de transición, establecida por el Estado pertinente, debe estar escogida en tal forma que al volar a la altitud de transición, haya una separación reglamentaria con el terreno. Por lo tanto, después del despegue y cuando el piloto cruce la Altitud de Transición, sabe positivamente que esta separado del terreno y su única preocupación estribara en alcanzar su Nivel de Vuelo programado o de dar su posición a control con referencia a Niveles de Vuelo.

EN RUTA SEPARACIÓN VERTICAL

La separación vertical en las aeronaves durante los vuelos en ruta a la altitud de transición y por debajo de la misma, se calculara a base de la altitud.

La separación vertical entre aeronaves durante los vuelos en ruta por encima de la Altitud de transición, se calculará a base de los Niveles de Vuelo.

En las comunicaciones aeroterrestres, la posición de las aeronaves durante el vuelo se expresará a base de la Altitud, cuando la aeronave se encuentre volando a la Altitud de

Transición o por debajo de la misma, y como Niveles de Vuelo cuando la aeronave vuele por encima de la Altitud de transición.

Al cumplir con las especificaciones del anexo 2, las aeronaves volarán a altitudes o niveles de vuelo, según el caso, correspondientes a las derrotas magnéticas que se muestran en las tablas de Niveles de crucero que figura en el Anexo 2, Apéndice 3.

MARGEN VERTICAL SOBRE EL TERRENO.

Se deberían suministrar informes de reglajes QNH de altímetro desde suficientes lugares, para poder determinar el margen vertical sobre el terreno con un grado aceptable de exactitud.

Para las áreas en que se puedan suministrar informes adecuados de reglaje QNH de altímetro, las autoridades correspondientes proporcionarán, en la forma más utilizable, la información necesaria para determinar el nivel de vuelo más bajo con el que se logre un margen vertical adecuado sobre el terreno.

Los servicios apropiados dispondrán en todo momento, para fines de planeamiento de vuelo y para transmitirla, a petición, a las aeronaves en vuelo, de la información necesaria para determinar el nivel de vuelo más bajo que asegure un margen vertical adecuado sobre el terreno, en las rutas o tramos de estas en que se requiere tal información.

APROXIMACIÓN Y ATERRIZAJE

En las autorizaciones de aproximación y en las autorizaciones para entrar al circuito de tránsito se facilitara a las aeronaves el reglaje QNH de altímetro.

En las autorizaciones de aproximación y aterrizaje, se facilitará, el reglaje QFE del altímetro, claramente identificado como a solicitud o regularmente de conformidad con acuerdos locales.

La posición vertical de las aeronaves durante la aproximación se controlará por referencia a Niveles de Vuelo hasta llegar al Nivel de Transición, por debajo del cual la posición vertical se controlará por referencia a Altitudes, excepto según se prevé en el párrafo siguiente:

Después de que se haya expedido la autorización para la aproximación se haya comenzado el descenso para el aterrizaje, la posición vertical de la aeronave por encima del Nivel de transición podrá indicarse por referencia a Altitudes (QNH) siempre que no se indique ni se haya previsto un nivel de vuelo por encima de la Altitud de Transición.

Esto no impide que el piloto use un reglaje QFE para fines de separación vertical sobre el terreno durante la aproximación final a la pista.

Se trata de que esto se aplique principalmente a las aeronaves con motores de turbina, respecto a las cuales es conveniente el descenso ininterrumpido desde gran altitud y respecto a los Aeródromos equipados para controlar dichas aeronaves por referencia a Altitudes durante el descenso.

APROXIMACIÓN FRUSTRADA

Los reglajes de altímetro usados al completar un procedimiento, de aproximación frustrada dependerán de la posibilidad de que el procedimiento se pueda o no llevar a cabo por debajo de la altitud de transición, y en todo caso, deberían ser compatibles, con los procedimientos enumerados anteriormente.

DEFINICIONES

ALTURA. Distancia vertical entre un nivel, punto u objeto considerado como punto, y una referencia especificada

ALTITUD: Distancia vertical entre un nivel, punto a objeto considerado como punto y el Nivel Medio del Mar (MSL).

ALTITUD DE TRANSICIÓN. Altitud, a la cual o por debajo de la cual, se controla la posición de una aeronave por referencia a altitudes.

CAPA DE TRANSICIÓN. Espacio aéreo comprendido entre la altitud y el nivel del tránsito.

ELEVACIÓN. *Distancia vertical entre un punto o un nivel de la superficie de la tierra o unido a ella y el nivel medio del mar.*

ELEVACIÓN DEL AERÓDROMO. Elevación del punto más alto del área de aterrizaje.

NIVEL. Término genérico que se referente a la posición vertical de una aeronave en vuelo, y que significa indistintamente altura, altitud o nivel de vuelo.

NIVEL DE VUELO: Superficie de presión atmosférica constante relacionadas con determinada referencia de presión, 29.92 Hg separada de otras superficies análogas por determinados intervalos de presión.

NIVEL DE TRANSICIÓN. Nivel de vuelo más bajo utilizable, por encima de la altitud de transición El nivel de transición es variable, de acuerdo a las variación de presión. Los estados proveerán lo necesario para determinar el nivel de vuelo que haya de usarse en cualquier momento en cada uno de sus aeródromos.

QFE es la presión de la estación: Es la Isobara de presión que "cruza" el Aeródromo, y como el QNH, es variable, por efectos de temperatura y humedad (densidad).

QNH. Es la presión de la estación reducida (o corregida, o proyectada) al Nivel Medio del Mar.

BIBLIOGRAFÍA

DOC.8168 VOL 1 OPERACIÓN DE AERONAVES (PROCEDIMIENTOS DE REGLAJE de ALTÍMETRO) OACI

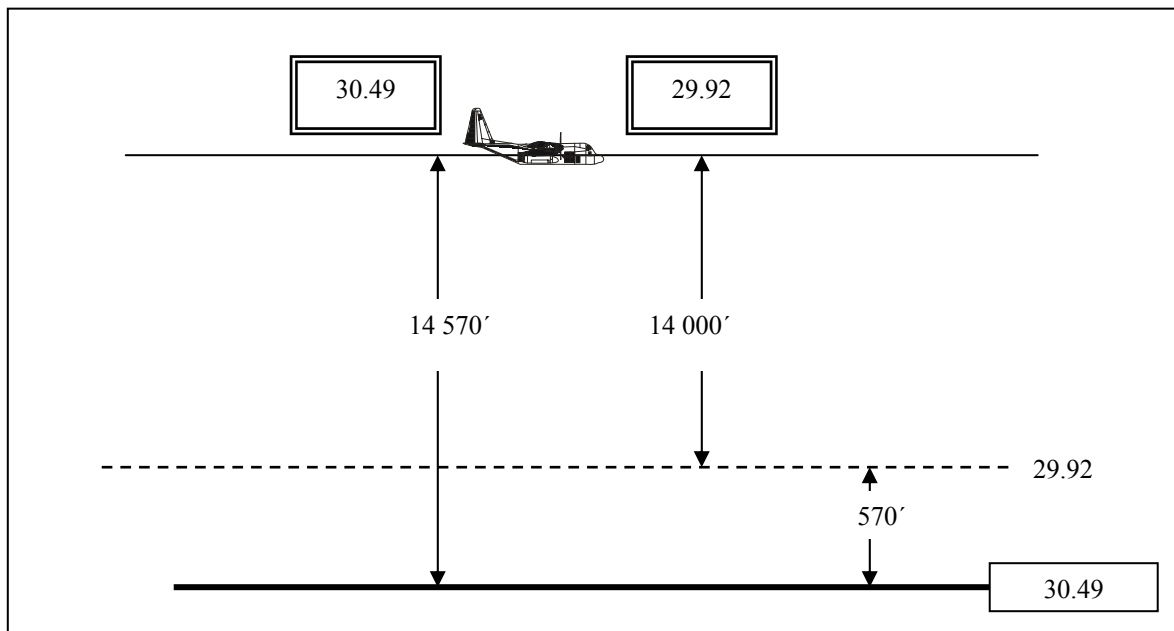
DESARROLLO DE PROBLEMAS PRÁCTICOS

ALTITUD REAL A LA QUE VUELA UNA AERONAVE, CON ALTÍMETRO AJUSTADO A LA PRESIÓN.

Dado un valor QNH, para determinada región y conocido el nivel de vuelo de la aeronave, determinar su ALTITUD real.

Ejemplo N° 1

Una aeronave vuela a Nivel de Vuelo FL140. El QNH de la región sobrevolada es 30.49 Hg. Cuál es su Altitud real?



DESARROLLO

1. El FL140 nos indica que la aeronave está volando a 10 000 pies de la isobara de presión Standard.
2. Al Nivel Medio del mar (MSL), no existe una presión de 30.49 Hg(QNH), mayor que la presión Standard; por lo tanto la isobara de 29.92 Hg está por “encima” del Nivel Medio del Mar (MSL).
3. Por simple deducción la aeronave deberá estar volando más alto, con referencia al Nivel del Mar, de lo que le indica al altímetro reglado a la presión Standard.

4. Cuánto más estará volando la aeronave? Encontraremos la diferencia entre las dos presiones: la Standard y el QNH:

$$30.49 - 29.92 = 0.57 \text{ Hg}$$

Esta diferencia de presión, puede ser expresada en pies, teniendo en cuenta la siguiente relación arbitraria: UNA (1) pulgada = 1 000 pies

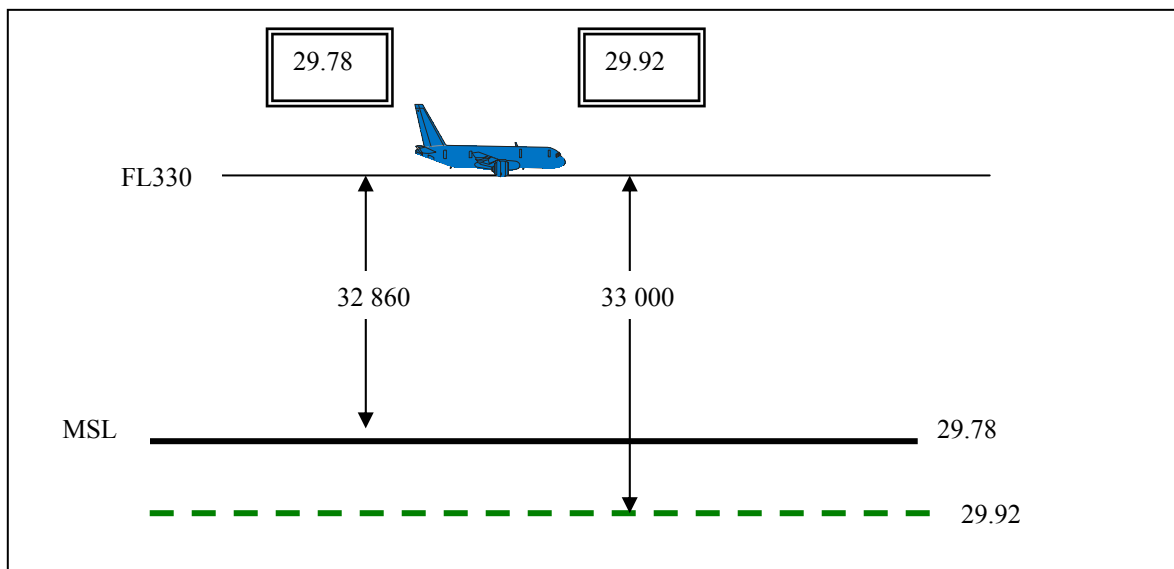
$$\text{Por tanto: } 0.57 \times 1\,000 = 570 \text{ pies}$$

5. El altímetro reglado a 29.92 Hg indicaba FL140 (14 000 pies).

Como la isobara 30.49 Hg está por debajo de la Standard, la altitud real será 570 pies más de la indicación del altímetro, o sea 14 570. Es decir que la aeronave reglará simultáneamente dos altímetros, uno a 29.92 pulgadas (Standard) y otro a 30.42 Hg (QNH), obtendría marcaciones de 14 000 pies y 14 570 pies respectivamente.

EJEMPLO N°. 2

Una aeronave vuela a Nivel de Vuelo FL-330. QNH de la región sobrevolada es 29.78 Hg. Cuál es su altitud real?



DESARROLLO:

- 1 El FL-330 indica que la aeronave está volando a 33.000 pies de la Isobara de presión Standard.
- 2 Al nivel medio del Mar, existe una presión de 29.78 pulgadas, menor que la presión Standard; por lo tanto la Isobara 29.92 está por “debajo” del Nivel del Mar.

- 3 Por simple deducción la aeronave deberá estar volando más baja, con referencia al Nivel del Mar, de lo que indica el altímetro reglado a la presión Standard.
- 4 Cuanto más bajo estará volando la aeronave? .Encontremos la diferencia entre las dos presiones; la Standard y la presión QNH.

$$29.92 - 29.78 = 0.14 \text{ pulgadas.}$$

Esta diferencia de presión, puede expresarse en pies utilizando la siguiente relación arbitraria: una pulgada = 1.000 pies.

Por lo tanto, 0.14 pulgadas serán equivalente a 140 pies (1.000 X 0.14).

- 5 El altímetro reglado a 29.92 Hg indica FL-330 (33.000 pies).

Como la Isobara 29.78 está por encima de la Standard la altitud real será de 140 pies menos, de la indicación del altímetro, o sea 32.860 pies. Es decir, que si la aeronave reglara simultáneamente dos altímetros, uno a 29.92 (Standard) y el otro a 29.78 (QNH, obtendría marcaciones de 33.000 pies y 32.860 pies, respectivamente.

EJEMPLO No. 3

Una aeronave vuela a nivel de vuelo FL-230. El QNH de la región sobrevolada es 29.46 Hg, Cuál es su ALTITUD real?

$$29.92 - 29.46 = 0.46 \text{ Hg}$$

Se utiliza la relación: UNA (1) pulgada = 1 000 pies; por lo tanto:

$$0.46 \times 1\,000 = 460 \text{ pies}$$

Como la Isobara de presión QNH está por encima de la Standard, la aeronave estará volando más bajo, con relación al nivel del mar. En cuánto? en los 468 pies de diferencia encontrados. O sea:

$$23.000 - 460 = 22.520 \text{ pies}$$

Como resumen para esta clase de problemas y aplicables también a los siguientes, podemos utilizar este par de principios.

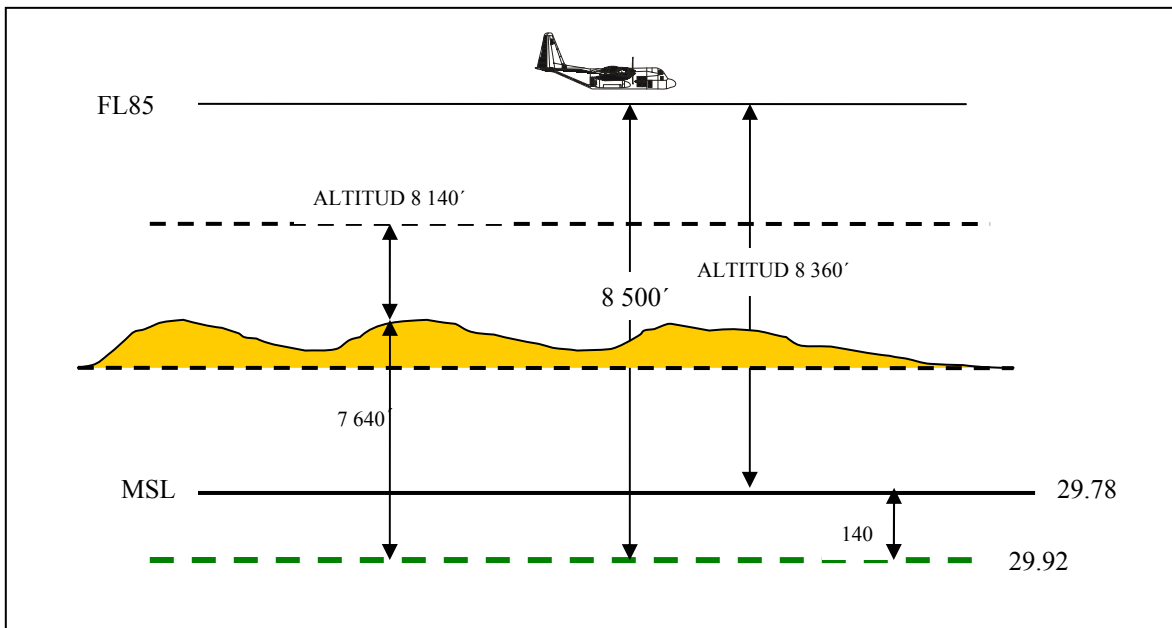
1. Cuando la aeronave este volando en una región donde la presión QNH sea mayor que la Standard, la aeronave estará volando mas alto.
2. Cuando la aeronave este volando en una región donde la presión QNH sea menor que la Standard, la aeronave estará volando mas bajo.

CÁLCULO DE NIVELES EN RUTA

Dado un valor QNH para determinada región, conocida la elevación del obstáculo más alto y la clase de plan de vuelo (IFR-VFR), establecer el respectivo Nivel Mínimo de Ruta.

EJEMPLO No.1

Una aeronave sobrevuela una región, donde se ha obtenido un valor QNH de 29.78 Hg. La elevación del obstáculo es de 7.640 pies.Cuál será el Nivel de Vuelo mínimo de ruta, si la aeronave vuela plan VFR?



DESARROLLO:

Separación mínima sobre el terreno de acuerdo al Anexo 2: 500 pies sobre el obstáculo más alto.

Por tanto:

$$7.640 + 500 = 8.140 \text{ pies}$$

Mientras que la aeronave mantenga Altitud 8.140 pies estará reglamentariamente separada.

1. La Altitud mínima encontrada debe ser “asimilada a un Nivel de Vuelo. Para este problema será FL85, ya que el FL80 es IFR y FL75 estaría hasta lo ahora considerado, por debajo de la altitud precalculada.
2. Consideremos ahora el efecto de la presión QNH sobre el nivel inicialmente calculado (FL85). Como la presión QNH es menor que la Standard, el FL85 tendrá

3. una Altitud menor. Cual será la la altitud del FL85? En otras palabras: Teniendo en cuenta la presión QNH actual, que cantidad de pies habrá, desde el FL85 al Nivel Medio del Mar (MSL)?

Es indiscutible, que desde el FL85 a la isobara de 29,92 (Standard) hay 8500 pies; y la isobara de presión QNH actual está por encima de la Standard, por lo tanto la altitud del fl85, será menor que el QNH (8 500 pies). Cuántos pies menos? La diferencia de presiones, expresada en pies.

Veamos:

$$29.92 - 29.78 = 0.14 \text{ pulgadas}$$

Utilizando el valor, una pulgada = 1 000 pies, tenemos:

$$0.14 \times 1\,000 = 140 \text{ pies}$$

Es decir, la altitud del FL85 será:

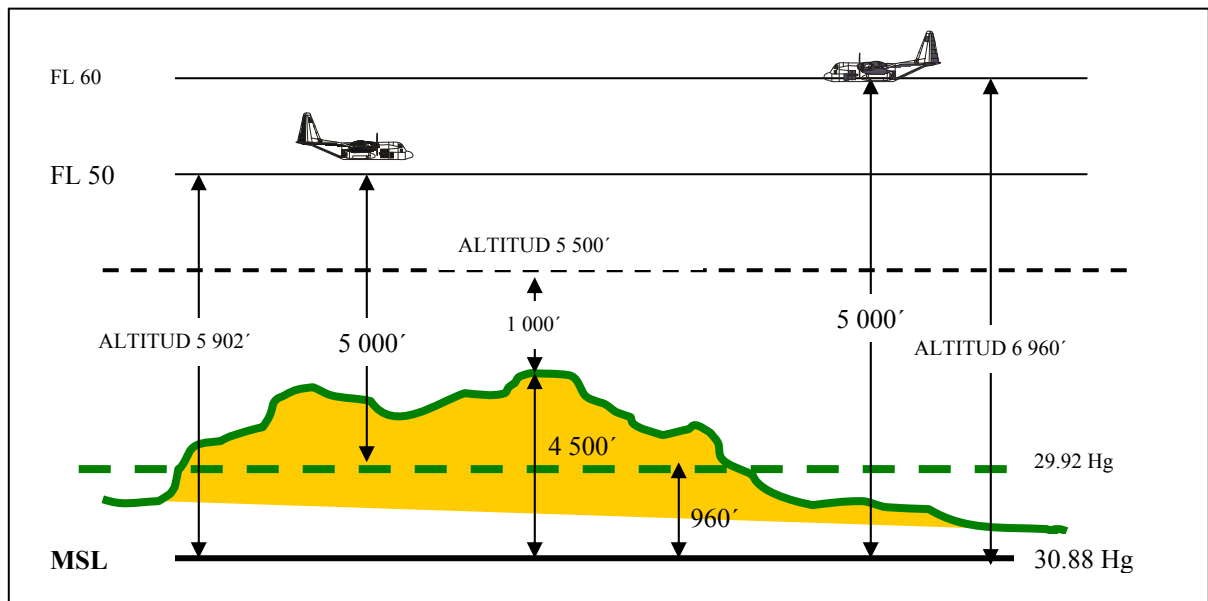
$$8\,500 - 140 = 8\,360 \text{ pies}$$

Veíamos que el obstáculo más alto tenía 7 640 pies y la aeronave necesitaba una Altitud de 8 140 pies para cruzar reglamentariamente separada y en este punto se halla que le FL85 tiene una altitud de 8 360 pies; por lo tanto la aeronave podrá utilizar sin ningún problema el FL85, ya que con las condiciones actuales de presión, estará siempre reglamentariamente separada con el terreno.

En este problema, no se podrá ni “bajar ni subir” el Nivel de Vuelo, porque cualquier otro que se considere (FL75 ó FL95) estará muy por debajo o muy por encima de la altitud real necesitada.

EJEMPLO 2

Una aeronave sobrevuela una región, donde se ha obtenido un valor de 30.88 Hg. La elevación del obstáculo más alto es de 4 500 pies. Cuál será el Nivel de Vuelo Mínimo en Ruta, si la aeronave vuela con plan IFR



DESARROLLO.

1. Interpretando el anexo 2, en el que se reglamentan los mínimos de cruce sobre obstáculos, se determinan inicialmente, que la aeronave necesita un mínimo de 1.000 pies (plan IFR) sobre el obstáculo más alto para cruzar reglamentariamente separada, el tramo de ruta respectivo. O sea que la aeronave deberá cruzar a una ALTITUD de 5.500 pies. Mientras mantenga esta ALTITUD, estará en todo momento reglamentariamente separada. Pero el problema requiere que se obtenga el Nivel Mínimo de Vuelo, o sea, altímetro ajustado a presión Standard 29.92 Hg.
2. Por lo tanto esta Altitud Mínima encontrada (5.500 pies), deberá ser "asimilada" (hasta donde el término lo permite) a un Nivel de Vuelo. Cuál será el Nivel de Vuelo "IFR" que más se "asemeja" a la altitud de 5.500 pies? Indiscutiblemente es el FL 60 (6.000 pies), ya que el FL 50 estaría, hasta lo ahora considerado, por debajo de la altitud precalculada el FL 55, corresponde a un Nivel "VFR".
3. Teniendo este tentativo Nivel de Vuelo, FL-60, se considera el efecto de la presión QNH encontrada en la región. La presión QNH es mayor que la Standard, por lo tanto el FL 60, tendrá una altitud mayor. Cual será la altitud del FL 60? En otras palabras teniendo en cuenta la presión QNH actual, que cantidad de pies habrá, desde FL 60 al Nivel Medio del real? Es indiscutiblemente, que desde el FL 60 a la

Isobara de presión Standard (29.92 pulgadas) hay 6.000 pies. Y si la Isobara de Presión QNH actual (30.88) esta por debajo de la Standard, tendrá que haber mas de 6.000 pies hasta el Nivel Medio del Mar. Cuántos pies más? La diferencia entre la presión Standard y la presión QNH, expresada en pies, veamos:

$$30.88 - 29.92 = 0.96$$

Utilizando el valor, Una pulgada (1) 1 000pies, tenemos

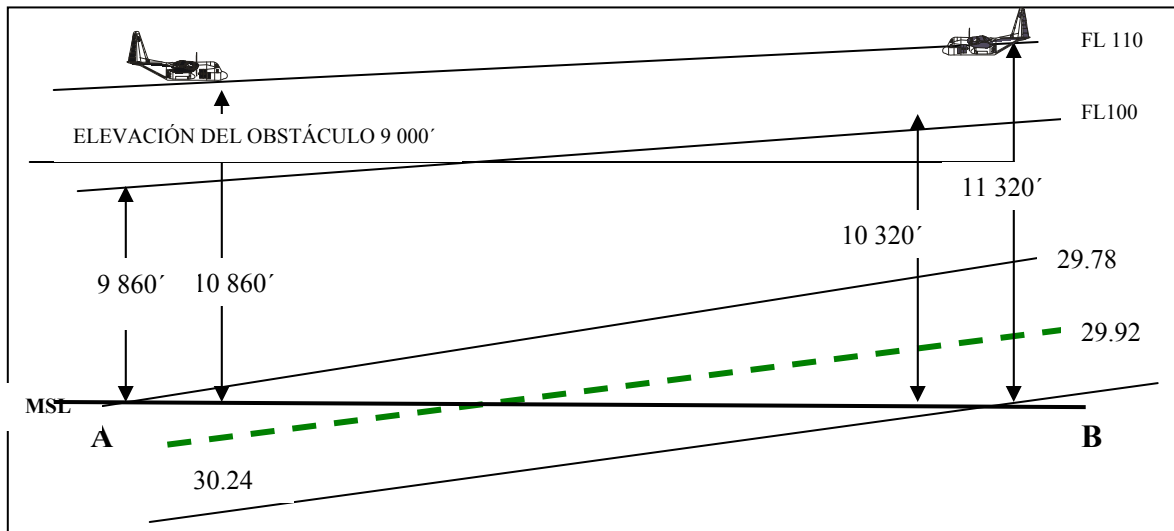
$$0.96 \times 1\,000 = 960 \text{ pies}$$

Es, decir, que la altitud del FL 60 es de 6.960 pies. O sea que una aeronave volando en esta región de presión alta (30.88) con el altímetro reglado a presión Standard, estará cruzando sobre el obstáculo más alto a 2.472 pies, cuando son necesarios, según Anexo 2, solamente 1.000 ,pies. Parece que se está perdiendo espacio aéreo. Podremos bajar este **FL E0**, para utilizar otro, que este reglamentariamente separado y no haga perder tanto espacio aéreo? Al hacer el cálculo para el FL 50 (se descarta el FL 55 por ser VFR), estará a 5.000 pies de la Isobara de presión Standard. La Isobara de presión QNH está por debajo; por lo tanto la altitud del FL 50 será mayor, Cuanto? Calculando el valor en pies de las diferencias de presiones, equivale a 960pies. Por consiguiente la altitud o el FL 50 será de 5.960 pies.

Si se revisa el punto (1), se observa que la aeronave necesitaba una altitud de 5.500 pies para sobrevolar reglamentariamente; y en este punto concluimos que el FL 50 esta a 5.960 pies de altitud. Por tanto, este Nivel bajo estas condiciones de presión, será el "ideal" y el que cumplirá con todos los requisitos.

EJEMPLO N°3

Una aeronave vuela sobre una ruta A - B, donde se ha obtenido los siguientes valores QNH de "A" = 30.34 QNH de "B" = 29.78; si existe un obstáculo en esta ruta cuya elevación es de 9 000 pies, cuál será el Nivel de Vuelo mínimo IFR, para el mismo tramo de Ruta?



DESARROLLO

1. El nivel de vuelo mínimo, debe estar separado por lo menos 1.000 pies de la elevación del obstáculo ubicado en esta ruta. Por lo tanto:

$$9\,000 + 10\,000 = 10\,000 \text{ pies}$$

2. Esta ALTITUD encontrada, debe ser "asimilada" a un Nivel de Vuelo. Para este problema, para lo ahora considerado, es indiscutiblemente que altitud 10.000 pies, equivaldrá a FL 100.
3. Hay que analizar ahora el efecto de la presión; sobre el FL 100. Hay dos datos de presión (30,24 - 29,78), pero solamente la presión baja deberá ser tomada en cuenta. Y si la presión más baja está por debajo de la Standard, esta característica inmediatamente causará problemas de separación, ya que el FL 100 estará más bajo de lo precalculado. Cuanto: más bajo? La diferencia de presión, expresada en pies Veamos:

$$29.92 - 29.78 = 0.14$$

Teniendo en cuenta que una (1) pulgada es igual a 1.000 pies, entonces:

$$0.14 \times 1.000 = 140 \text{ pies}$$

Por lo tanto la altitud del PL es:

$$1.0.000 - 140 = 9.860 \text{ pies}$$

4. Esta Altitud encontrada del FL 100 (9 860), indica que no esta reglamentariamente separado del obstáculo a 9.000 pies. Por que no está reglamentariamente separado ? Porque la Altitud Mínima (altímetro reglado a QNH) para la ruta es 10.000 pies Y una aeronave volando a FL 100 (altímetro reglado a presión Standard) solo estaría separado 860 pies del obstáculo, cuando se sabe que son necesarios 1.000 pies. Por lo tanto, con las actuales características de presión, se utilizará otro Nivel más, alto, que cumpla con las separaciones reglamentarias.

Veamos el siguiente Nivel de Vuelo, FL 110 Cuál será la Altitud de este Nivel? Ya se sabe que la diferencia de presión, expresada en pies es de 140. Por lo tanto la altitud de FL 110 será:

$$11\ 000 - 140 = 10.860 \text{ pies}$$

Y esta altitud del FL 110, si dará una separación reglamentaria de acuerdo a las presiones, por que la aeronave, volando FL 110, estaría separado 1.860 pies del obstáculo ubicado en la ruta.

CÁLCULO DEL NIVEL DE TRANSICIÓN

Dada una altitud de transición y conocido el valor QNH del aeródromo, establecer el respectivo NIVEL DE TRANSICIÓN

EJEMPLO N°1

En un aeródromo, la altitud de transición es de 5.000 pies Si el valor del QNH es de 29.36 Hg . Cuál será el NIVEL De TRANSICIÓN? y el espesor de la CAPA DE TRANSICIÓN?.

DESARROLLO

1. De acuerdo con las recomendaciones de la OACI, el Nivel de Transición debe estar por lo menos 1.000 pies por encima de la altitud de transición. Por lo tanto:

$$5000 + 1.000 = 6.000 \text{ pies}$$

2. Encontrada esta altitud, debe ser asimilada a un Nivel de Vuelo. Para este caso es indiscutible 6.000 pies de altitud, equivale a FL 60.

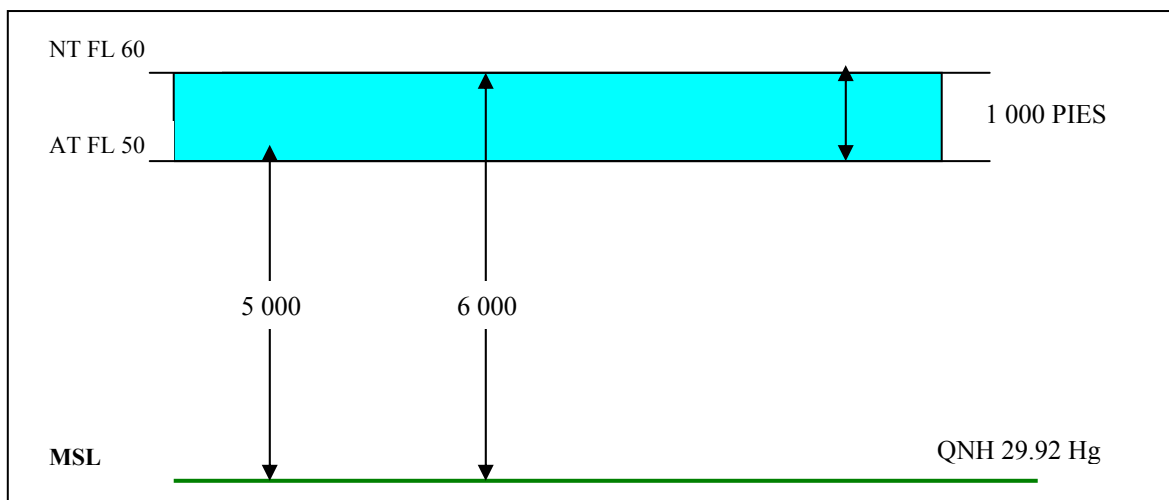


FIGURA 1A

3. Si la presión QNH fuera la Standard (29.92), Figura 1A, el FL 60 sería el ideal, ya que estaría reglamentariamente separado de la altitud de transición. Pero como la presión QNH es 29.36 Hg el FL 60, estará ahora mas bajo con referencia al Nivel del Mar.

Cuanto más bajo? La diferencia de presión expresada en pies.
Veamos:

$$29.92 - 29.36 = 0.56$$

Si una pulgada = 1 000 pies, entonces

$$0.56 \times 1\,000 = 560 \text{ pies}$$

Por lo tanto la “altitud” del FL60 será:

$$6\,000 - 560 = 5\,440 \text{ pies}$$

4. Si la Altitud de Transición es 5 000 pies, con las actuales condiciones de presión, no se tendría sino una separación de 440 pies entre Altitud y Nivel de Transición. Figura 1B

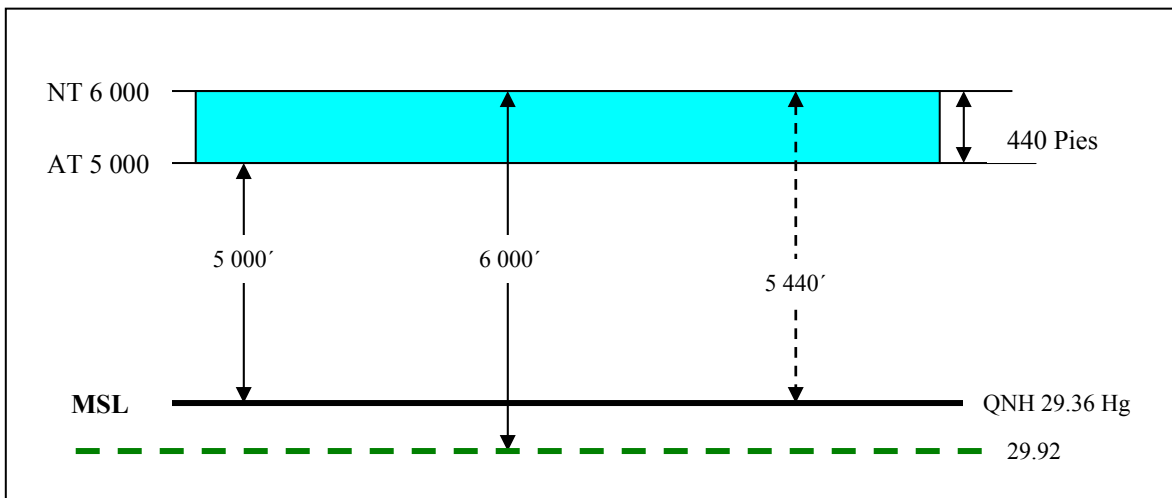


FIGURA 1B

5. Por lo tanto el FL60 no es el indicado; es necesario “subir” el Nivel de Transición. Probemos con FL65; Cuál será la Altitud del FL65? Ya se conoce la diferencia de presión expresada en pies (560). Por lo tanto la Altitud de FL65 será:

$$6\,500 - 560 = 5\,940 \text{ pies}$$

Este Nivel (FL65) continua irreglamentariamente separado de la Altitud de transición, ya que solo existe 940 pies, entre la Altitud y el Nivel de Transición. Figura 1 C

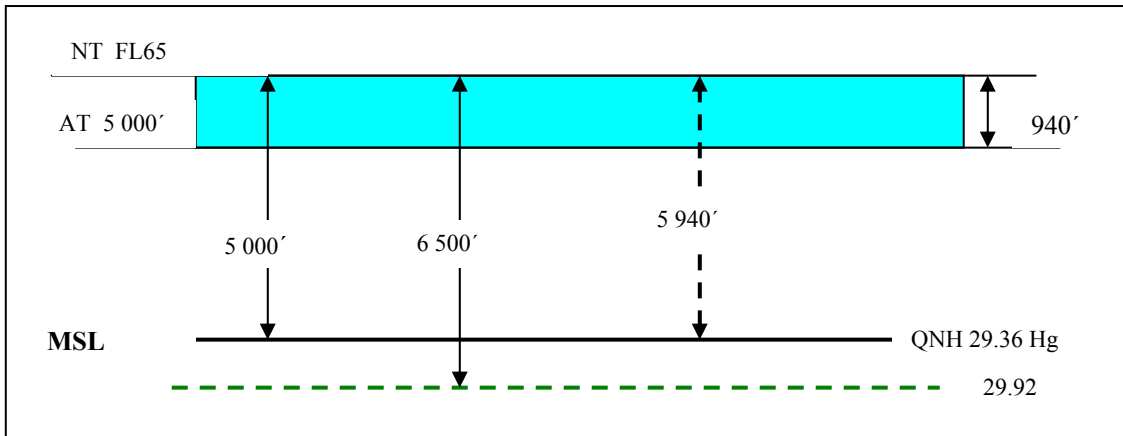


FIGURA 1 C

Tenemos ahora FL70;Cuál será la Altitud del FL70. Será:

$$7000 - 560 = 6440 \text{ pies}$$

Este Nivel se encuentra separado 1 440 pies de la Altitud de Transición. Por lo tanto, bajo las presentes condiciones de presión el FL70 deberá ser utilizado. Figura N°1D

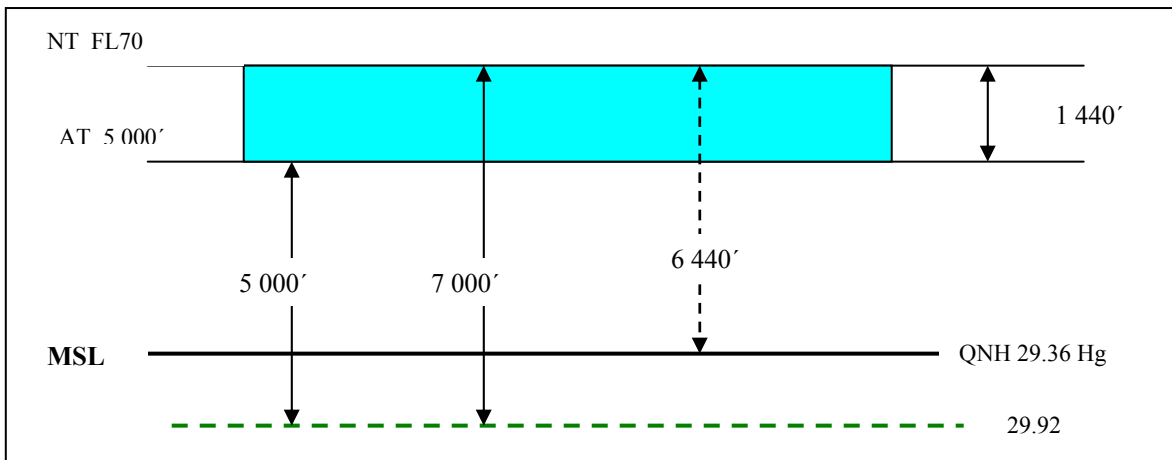


FIGURA 1D

- 6 El espesor de la Capa de Transición, será la diferencia entre la Altitud de Transición y la Altitud de del FL70. Veamos:

$$6430 - 5000 = 1430 \text{ pies}$$

PROBLEMAS GENERALES

En esta parte se enumeran diferentes clases de problemas, que se pueden resolver, de acuerdo a lo hasta ahora conocido y que a pesar de no ser necesaria su resolución en la práctica, tiene como único fin, mecanizar el aprendizaje de la Altimetría y, por ende, conseguir una correcta aplicación de la misma en el campo del control de Tránsito Aéreo.

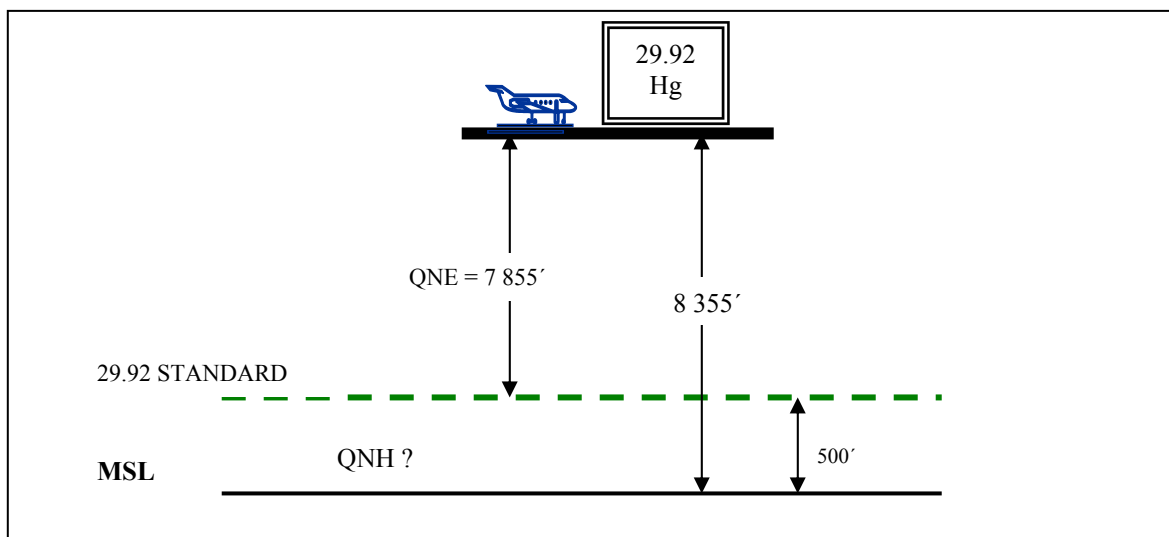
A manera de ejemplo podemos enunciar algunos:

- ➔ Conocido el QNH y el QFE de un aeródromo, hallar el valor de la elevación del mismo.
- ➔ Conocido el QNH de un aeródromo y el valor del QNE de una aeronave que ha aterrizado, hallar la elevación del aeródromo y el QFE
- ➔ Conocido el QNE y la elevación del aeródromo, hallar el valor del QNH.

*NOTA.- Los valores hallados en estos problemas **son aproximados**, ya que no se tiene en cuenta correcciones inherentes a variaciones de temperatura y densidad.*

EJEMPLO N°1

Una aeronave que aterriza en Bogotá (elevación 8 355 pies) con su altímetro reglado en 29.92 pulgadas (Standard), obtiene un QNE de 7 855 pies. Cuál será el valor del QNH del momento?



DESARROLLO

1. El valor QNE obtenido, nos indica que la aeronave está a 7 855 pies de la isobara de presión Standard (29.92 Hg.).

2. Si la elevación del aeródromo es 8 355 pies, la isobara de presión Standard esta por encima del MSL.
3. De acuerdo a lo anterior, el Nivel Medio del Mar, habrá una presión mayor que la Standard, que corresponderá a la presión QNH.
4. Cuánto mayor será esta presión? La diferencia entre el QNE y la elevación del aeródromo, expresada en pulgadas, Veamos:

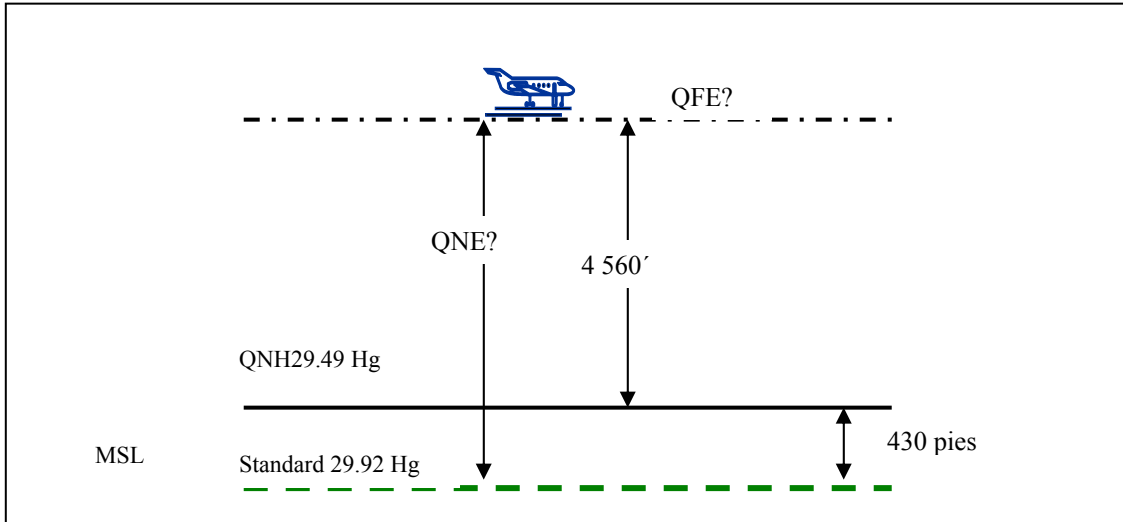
$$8\ 355 - 7\ 855 = 500 \text{ pies}$$

Si una pulgada es igual a 1 000 pies

$$QNH = 29.92 + 0.5 = 30.42$$

EJEMPLO N°2

El QNH de un aeródromo es 29.49 Hg; si la elevación del aeródromo es 4.560 pies. Cual será el valor aproximado del QFE ? y cual será el valor del QNE, para una aeronave que ha aterrizado



DESARROLLO:

1. El valor del QFE que se pregunta, es el de la Isobara al Nivel del. Aeródromo.
2. Conocemos el valor de la Isobara al MSL (QNH) que es 29.49 Hg y la elevación del Aeródromo (4.56 0 pies).
3. La presión al Nivel del Aeródromo, será menor que la presión al MSL. Cuanto menos? la presión producida por los 4.560 pies de elevación.
4. Si una pulgada equivale a 1 000 pies, 4.560 pies de elevación; equivalen a 4.56 pulgadas.
5. Como el valor del QFE será menor que el QNH, entonces:

$$\text{QFE} = 29.49 - 4.56 = 24.93 \text{ Hg}$$

6. Para encontrar el valor del QNE, debemos determinar si la Isobara de presión Standard (29.92 Hg) esta por encima o por debajo del MSL. Si el QNH es 29.49 Hg.
7. la Isobara Standard estará por debajo.
8. Al estar la Isobara de presión Standard por debajo del MSL, el QNE obtenido por un altímetro, será mayor que la elevación del aeródromo. Cuánto mayor?

9. Hallamos la diferencia entre la presión QNH y la Standard.

$$29.92 - 29.49 = 0.43$$

Estos 0.43 pulgadas de diferencia, los expresamos en pies:

$$0.43 \times 1\,000 = 430 \text{ pies.}$$

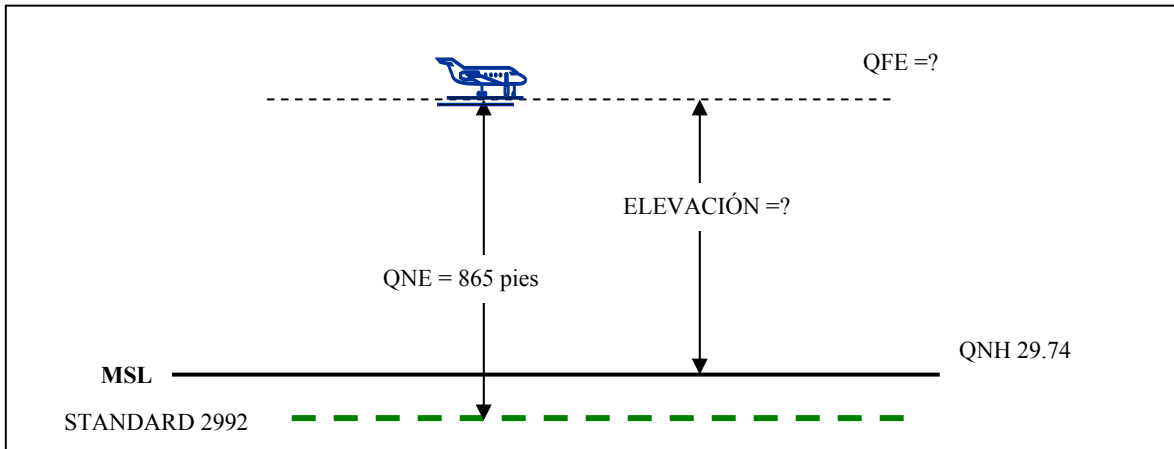
10. Como el QNH será mayor que la elevación del aeródromo, entonces

- 11.

$$QNE = 4.560 + 430 = 4.990 \text{ pies}$$

EJERCICIO N°3

En un Aeródromo el QNH es 29.741 "Hg"; una aeronave en plataforma, regla su altímetro a, la presión standard y obtiene un QNE de 865 pies. Cuál será la elevación aproximada de este Aeropuerto? y el valor del QFE ?



DESARROLLO

1. El valor del QNE nos indica que la aeronave (posada en la pista) está a 865 pies de la Isobara de 29.92 (Standard).
2. Si el QNH es 29.74, la Isobara de presión Standard estará por debajo del MSL, y por lo tanto la elevación del aeródromo, será menor que el QNE.
3. Cuanto menor? tenemos que hallar la diferencia de presión entre el QNH y la presión Standard, y expresarla en pies. Veamos:

$$29.92 - 29.74 = 0.18$$

La diferencia equivale a 180 pies

4. Como la elevación será menor que el valor del QNE, entonces:

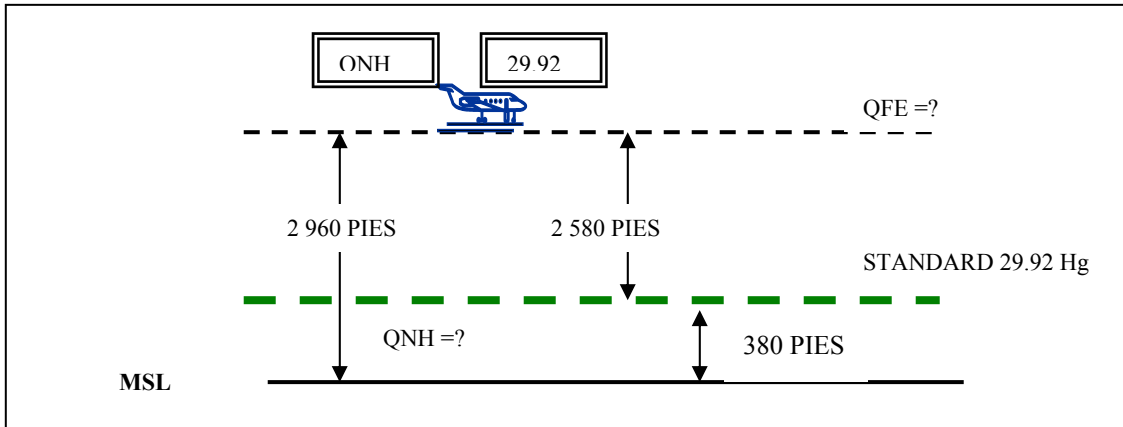
$$\text{Elevación} = 865 - 180 = 685 \text{ pies}$$

5. Para hallar el valor del QFE; procedemos como en el ejemplo No. 2; es decir, averiguamos que presión nos produce los 685 pies de elevación; aplicando la igualdad de que una pulgada = 1.000 pies, sabemos que 685 pies, equivalen a 0.68 Hg.
6. Como el, valor del QFE es menor que el QNH, entonces:

$$29.74 - 0.68 = 29.06 \text{ "Hg"}$$

EJERCICIO N°4

Una aeronave en plataforma, regla su altímetro a la presión standard y obtiene un QNE de 2.580 pies posteriormente regla su altímetro a la presión QNH del lugar y obtiene una indicación de 2.960 pies, Cuál será el valor del QNH y del QFE?:



DESARROLLO

1. El valor 2.580 pies, nos indica que la aeronave es lo a 2.580 pies de la Isobara de presión Standard. El valor 2.960 pies obtenido con reglaje QNH, es equivalente, en este caso a la elevación del aeródromo, por estar la aeronave en plataforma.
2. Si el QNE es menor que la elevación, esto indica que la Isobara de presión Standard esta por encima del MSL y por lo tanto el valor del QNH será mayor que 29.92 Hg
3. Cuanto mayor? Hallamos la diferencia entre el QNE y la elevación y lo expresamos en presión. Veamos:

$$2\,960 - 2\,530 = 380 \text{ pies}$$

La equivalencia de 380 pies en presión, será de 0.38 pulgadas, Si el QNH es mayor, entonces

$$29.92 + 0.38 = 30.30 \text{ Hg.}$$

4. El procedimiento para hallar el QFE, lo conocemos:
Hallamos la presión que producen los 2.960 pies de elevación; equivalen a 98.6 hPa. Como el QFE será menor que el QNH, entonces:

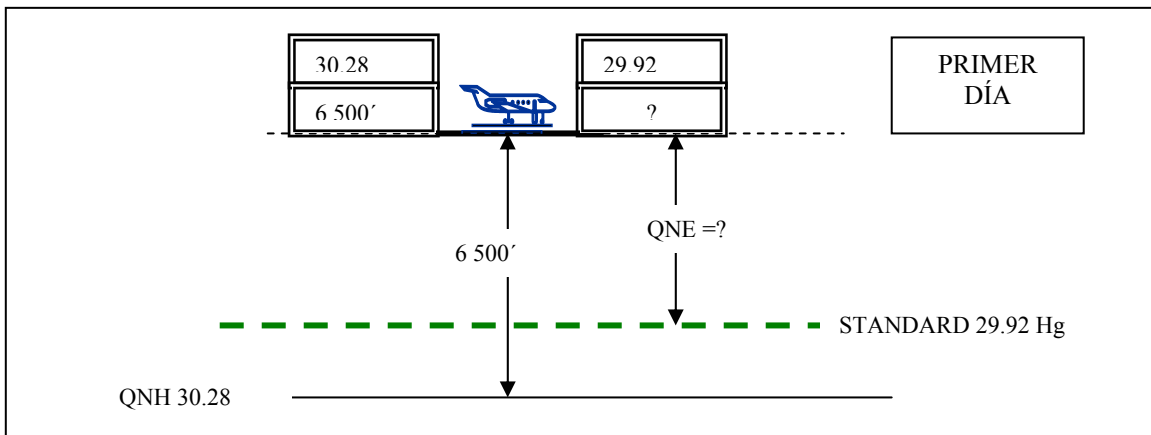
$$30.30 - 2.96 = 27.34 \text{ Hg}$$

EJEMPLO N° 5

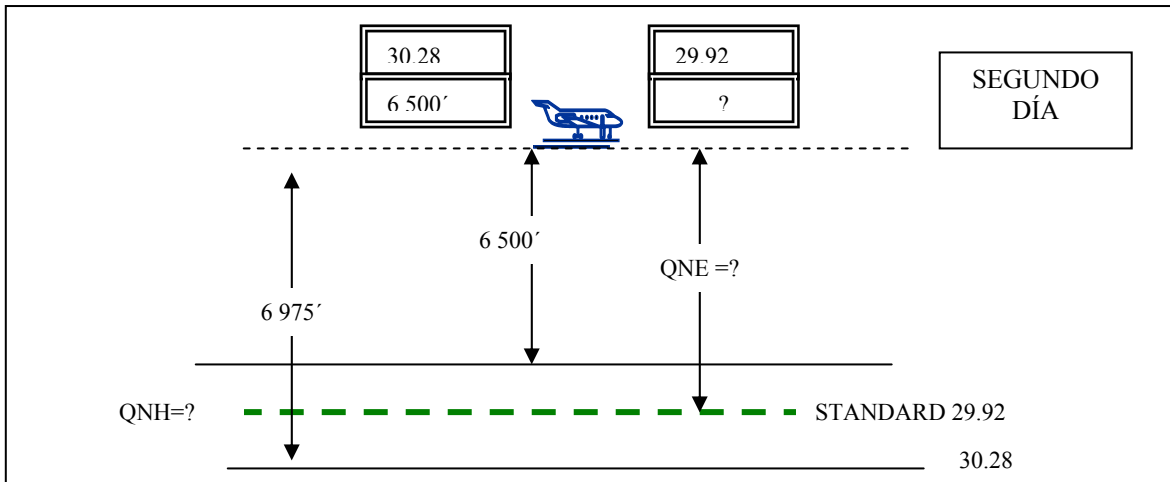
Una aeronave en plataforma, regla su altímetro a la presión QNH que es 30.28 Hg y obtiene una indicación de 6.500 pies. Al otro día, sin cambiar el reglaje altimétrico (30.28 Hg), obtiene una indicación de 6.975 pies. De acuerdo a esto, la presión del segundo día, es mayor o menor que la del primer día? Cual será el valor del QNH del segundo día? Cuáles serán los valores QNE, para los dos días?

DESARROLLO

1. El dato obtenido el primer día con reglaje QNH 30.28 nos indica que la elevación del aeródromo es de 6.500 pies, y por lo tanto la Isobara 30.28 se encontraba en el MSL.
2. El dato obtenido el segundo día (6.975 pies), nos indica que la aeronave esta ahora a 6.975 pies de la Isobara 30.28 Hg es decir, "descendiendo" en comparación al día anterior; por lo tanto, al MSL habrá ahora otra Isobara que será de menor presión: De acuerdo a esto la presión del segundo día es menor.



3. Para averiguar el valor del QNH del segundo día, encontramos la diferencia entre las dos altitudes y la expresamos en datos de presión; Veamos



$$6.975 - 6.500 = 475 \text{ pies}$$

475 pies, expresados en valores de presión equivalen a 0.474 pulgadas = 0.48.

Como el QNH el segundo día es menor, entonces:

$$30.28 - 0.48 = 29.80 \text{ Hg}$$

Para averiguar el QNE del primer día, hallamos la diferencia entre el QNH y la presión Standard:

$$30.28 - 29.92 = 0.36 \text{ pulgadas}$$

0.36 pulgadas, equivalen a 360 pies

Como la Isobara de presión Standard está por "encima" del MSL, el QNH será menor que el valor obtenido con el Altímetro reglado al QNH; Veamos:

$$6.500 - 360 = 6.140 \text{ pies}$$

4. El segundo QNE lo averiguamos de idéntica manera; hallamos la diferencia entre el QNH y la presión Standard.

$$29.92 - 29.80 = 0.12$$

0.12 pulgadas, equivalen a 120 pies.

En este caso la Isobara de presión Standard está por "debajo" del MSL, por lo tanto el QNE será mayor que el valor obtenido al reglar el altímetro a QNH

Veamos : **$6.500 + 120 = 6.620 \text{ pies}$**

EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN

- 1.- Si en un Aeródromo la altitud de transición es de 8.000 pies y el QNH 29.88. Cuál es el valor de la capa de transición utilizado reglamentariamente:
 - a) 460
 - b) 1.100 pies
 - c) 1.460 pies
 - d) 100 pies
- 2.- Altimetro reglado a 29.92 - FL 250 - QNH: 30.22. A qué altitud real está volando la aeronave?
 - a) 24.700.
 - b) 25.900.
 - c) 24.100.
 - d) 25.300.
- 3.- Con los datos del problema anterior, si el QNH es 29.76Hg. ¿A qué altitud real está volando la aeronave ?
 - a) 24.840
 - b) 25.560
 - c) 24.160
 - d) 24.160
- 4.- Una aeronave sobrevuela una región con altitud 22.450 pies. Si al reglar el altímetro a la presión Standard (29.92) obtiene un FL 230. Cuál es el QNH de la región ?
 - a) 30.47.
 - b) 31.72.
 - c) 29.37.
 - d) 30.14.
- 5.- Al aterrizar con el altímetro reglado a 29.92, nos dará:
 - a) Cero
 - b) Elevación del Aeródromo
 - c) Altitud con respecto al Nivel Medio del Mar.
 - d) Distancia en pies hasta la Isobara de 29.92Hg.
- 6.- El QNE y la altitud dada por el altímetro reglado a QNH, serán iguales cuando el QNH sea 29.92Hg:
 - a) Cierto.
 - b) Falso.

- 7.- La definición “es el nivel de vuelo más bajo utilizable por encima de la altitud de transición” corresponde a:
- a) Altitud de Transición
 - b) Nivel de Transición
 - c) Capa de Transición
 - d) Altitud mínima en ruta
- 8.- Altimetro reglado a 29.92Hg. FL 450 - QNH de la región sobrevolada 30.22Hg. ¿Cuál es la altitud real de la aeronave ?
- a) 44.700 pies
 - b) 48.000 pies
 - c) 45.300 pies
 - d) 42.000 pies
- 9.- En la capa de transición se podrá volar tanto a niveles de vuelo como a altitudes:
- a) Cierto
 - b) Falso
- 10.- FL 70 - QNH de la región sobrevolada 30.02Hg. ¿A qué altitud real está volando la aeronave?:
- a) 6.000 pies
 - b) 7.100 pies
 - c) 8.000 pies
 - d) 6.900 pies
- 11.- Una aeronave sobrevuela SKBO por la UA-21, con FL310. Si el QNH en SKBO es 30.18Hg. ¿Cuál será la altitud real de esta aeronave ?
- a) 20.630 pies
 - b) 30.740 pies
 - c) 31.260 pies
 - d) 31.000 pies
- 12.- Para el problema anterior y considerando que el cerro donde está localizado el VOR BOG tiene una elevación de 10.630 pies, cuando cruce sobre el VOR, cuál será la altura con respecto éste ?
- a) 20.630 pies
 - b) 22.970 pies
 - c) 22.970 pies
 - d) 20.110 pies

- 13.- Puede coincidir el QFE con el QNH en un mismo Aeródromo ?
- a) Nunca
 - b) Solo en los días en que la presión esté muy alta
 - c) Cuando la temperatura sea muy alta
 - d) Cuando la elevación del Aeródromo sea cero (0), es decir que esté al Nivel del mar.
- 14.-Cuál será la altitud real de una aeronave que vuela con FL 230, si el QNH de la región es 30.55Hg.
- a) 22.370 pies
 - b) 23.360 pies
 - c) 23.630 pies
 - d) 22.740 pies
- 15.- Al hacer una aproximación de instrumentos al Aeropuerto SKBQ (elevación 94 pies) y al abandonar el Nivel de transición queremos reglar el altímetro a la presión QNH que es 29.88Hg pero el altímetro se estropea y no podemos cambiar la presión (29.92Hg.). ¿Qué nos marcará el altímetro cuando aterricemos?
- a) 134 pies
 - b) 494 pies
 - c) 54 pies
 - d) 94 pies
- 16.- ¿Cuál es el Nivel de Transición en SKEJ, con QNH 29.90Hg. si la altitud de transición es 2.500 pies ?
- a) FL 45
 - b) FL 35
 - c) FL 40
 - d) FL 30
- 7.- Una aeronave sobrevuela GIR VOR por la ruta UA-550 a FL- 330; si el QNH de GIR es 30.08Hg. ¿Cuál será la altitud real de esta aeronave ?
- a) 33.160 pies
 - b) 34.600 pies
 - c) 32.840 pies
 - d) 33.480 pies

18.- Para el problema anterior y considerando que la ciudad de Girardot tiene una elevación de 936 pies aproximadamente, ¿Cuál será la altura de la aeronave, al sobrevolar GIR ?

- a) 32.904 pies
- b) 31.944 pies
- c) 33.664 pies
- d) 32.224 pies

19) Una aeronave sobrevuela SKCG por la W-10; a una altitud de 11.000 pies, si el QNH es 29.74Hg. ¿Cuál será la altitud de esta aeronave ?

- a) 11.180 pies
- b) 10.820 pies
- c) 10.180 pies
- d) 11.800 pies

20.- Una aeronave que lleva su altímetro a 29.92Hg. informará su posición vertical de acuerdo a...:

- a) Altitudes
- b) Altura
- c) Niveles de Vuelo
- d) Niveles

21.- Una aeronave que acaba de aterrizar, obtiene una indicación en su altímetro de cero (0), de esto deducimos que el altímetro está reglado a...:

- a) QNH
- b) 29.92Hg.
- c) QNE
- d) QFE

22.- El espesor de la capa de transición, podrá ser menor de 1.000 pies, cuando no se utilicen simultáneamente el Nivel y la altitud de transición, para esperar o cualquier otro procedimiento de control:

- a) Cierto
- b) Falso

23.- Momentos antes de despegar de SKMD, el altímetro nos marca 5.055 pies, teniendo reglado a 29.92Hg. Si el QNH es 29.81Hg. ¿Cuál es la elevación del campo ?

- a) 5.165 pies
- b) 5.055 pies
- c) 4.945 pies
- d) 4.725 pies

- 24.- Volando con el altímetro reglado a 29.92Hg. queremos aterrizar en un aeródromo, cuya elevación es 100 pies; sin cambiar el reglaje a la presión QNH que es 30.02Hg.. Qué nos marcará el altímetro cuando aterricemos ?
- a) 60 pies
 - b) 100 pies
 - c) 0 pies
 - d) 200 pies
- 25.- Antes de aterrizar en un Aeródromo el piloto regla el altímetro con la presión QNH. Cuando aterriza poco después el altímetro le indica 3.500 pies. ¿Qué nos indica esta lectura:
- a) Que la Isobara de 29.92Hg. está 2.000 pies más de lo normal.
 - b) Que la distancia a la Isobara estándar de 29.92Hg. es de 3.500 pies.
 - c) Que el aeródromo tiene una elevación de 3.500 pies.
 - d) Que el Altímetro está averiado ya que debería marcar cero (0)
- 26.- Si la altitud de transición de la PAZ, ES 15.000 pies, ¿Cuál será el Nivel de transición, si el QNH es 30.54 ?
- a) FL 160
 - b) FL 150
 - c) FL 155
 - d) FL 165
- 27.-Cuál será la altitud verdadera de una aeronave a FL 240, que sobrevuela el VOR MDE por la UA-2, si el QNH de MDE es 29.98Hg. ?
- a) 23.940 pies
 - b) 24.600 pies
 - c) 24.180 pies
 - d) 24.060 pies
- 28.- Una aeronave que efectúa una aproximación a un aeródromo deberá reglar normalmente el altímetro de la presión QNH, cuando....
- a) Abandona el nivel de transición
 - b) Abandona el Nivel de Vuelo
 - c) Abandona la Altitud de transición
 - d) Cuando sea autorizado para aterrizar

29.- Una aeronave sobrevuela SKVV por la ruta UB-8 a FL 310; si el QNH en VVC es 30.02Hg. ¿Cuál es la altitud verdadera ?

- a) 32.000
- b) 30.900
- c) 31.100
- d) 30.000

30.- Si un piloto solicita el reglaje QNH, es que propone reglar su altímetro con la presión.

- a) QNE
- b) De la estación
- c) Standard
- d) De la estación, reducida al Nivel Medio del Mar.

RESPUESTAS A EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN

- 1.- c) 1.460 pies
- 2.- d) 25.300.
- 3.- a) 24.840
- 4.- c) 29.37.
- 5.- d) Distancia en pies hasta la Isobara de 29.92Hg.
- 6.- a) Cierto.
- 7.- b) Nivel de Transición
- 8.- c) 45.300 pies
- 9.- a) Cierto
- 10.- b) 7.100 pies
- 11.- c) 31.260 pies
- 12.- a) 20.630 pies
- 13.- d) Cuando la elevación del Aeródromo sea cero (0), es decir que esté al Nivel del mar.
- 14.- c) 23.630 pies
- 15.- a) 134 pies
- 16.- c) FL 40
- 17a) 33.160 pies
- 18.- d) 32.224 pies
- 19.- b) 10.820 pies
- 20.- c) Niveles de Vuelo
- 21.- d) QFE
- 22.- a) Cierto

- 23.- c) 4.945 pies
- 24.- c) 0 pies
- 25.-c) Que el aeródromo tiene una elevación de 3.500 pies.
- 26.- c) FL 155
- 27.- d) 24.060 pies
- 28.- a) Abandona el nivel de Transición
- 29.- c) 31.100
- 30.- c) De la estación, reducida al Nivel Medio del Mar.