

PÁGINA DE DIVULGACIÓN

# EL FUNDAMENTO DEL ALTÍMETRO

Por el Meteorólogo JOSÉ M.<sup>a</sup> JANSÁ GUARDIOLA, Comandante asimilado.

En realidad, el piloto no necesita saber otra cosa sino que el altímetro es un aparato cuya aguja le señala su altura de vuelo. Sin embargo, siempre es bueno conocer algo de lo que se maneja, y con este objeto hemos escrito la presente nota, en la cual se trata de poner el fundamento del altímetro al alcance de todos, sin presuponer en el lector ningún conocimiento especial.

El problema que se plantea es el siguiente: Conociendo la diferencia de presiones entre dos puntos situados sobre una misma vertical, hallar la diferencia de niveles correspondiente, supuesto también conocida la distribución de temperaturas y demás condiciones reinantes. La solución rigurosa puede lograrse, bien por cálculo o bien por medio de tablas, tomando por base los datos del sondeo aerológico. Para la solución aproximada, pero rápida, se ha construido el altímetro. El altímetro no es más que un barómetro aneroide, que en vez de estar graduado en unidades de presión, lo está en alturas. Para comprenderlo, consideremos la ley de variación vertical de la presión y pongamos al lado de la escala de alturas la de presiones correspondientes (figura 1.<sup>a</sup>). En la primera las divisiones son, naturalmente, equidistantes, mientras que en la segunda van creciendo de amplitud de abajo hacia arriba. Si ahora queremos que la escala de presiones sea de divisiones equidistantes, ya no podrá serlo la de alturas; hagamos la transformación y veremos que en ésta las divisiones se van apretando hacia la parte superior (fig. 2.<sup>a</sup>). Pues bien: precisamente en el barómetro la escala de presiones es de divisiones equidistantes, y por consiguiente no lo será la que represente alturas. El altímetro es, como decimos, un barómetro aneroide que lleva junto a la escala ordinaria, graduada en unidades de presión, otra escala graduada en al-

turas. La única diferencia es que las escalas, en lugar de ser rectilíneas, son curvilineas; pero esto no hace cambiar en nada la teoría. El aparato lleva un limbo fijo y otro móvil. Ordinariamente, al emprender el vuelo el piloto, hace girar el limbo móvil hasta que el 0 de la escala de alturas coincide con la aguja indicadora, o sea con el punto de la otra escala que corresponde a la presión atmosférica actual; entonces la aguja, durante el vuelo, señalará directamente la altura a que se encuentra el aparato en cualquier momento sobre el punto de partida. Sin embargo, esto no acaba de ser rigurosamente cierto. Se cometen tres errores, que vamos a examinar: primero, error por variación de la temperatura, que tiene poca importancia y no suele tomarse en cuenta; segundo, error producido por el desplazamiento de la escala móvil, debido a la falta de equidistancia de una de las escalas, y tercero, error debido a variaciones de la presión inicial por causas meteorológicas. El altímetro ha sido construido suponiendo una cierta ley de distribución de la presión con la altura, que se llama atmósfera tipo, y ha sido fijado por la Comisión Internacional de Navegación Aérea; corresponde a las condiciones medias, y puede admitirse que las desviaciones reales de importancia con relación a tales condiciones son muy poco frecuentes.

Si en un momento dado la distribución real de presiones en altura fuese la de

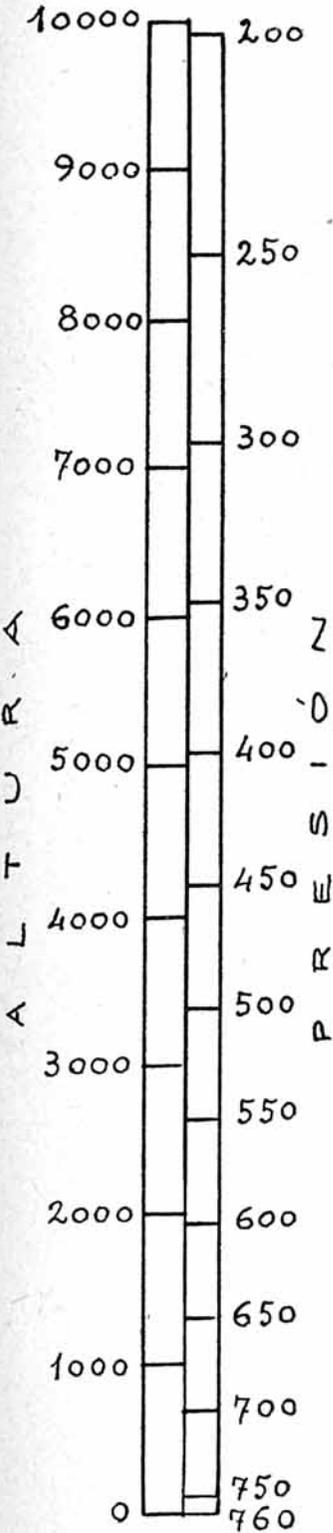


Fig. 1.

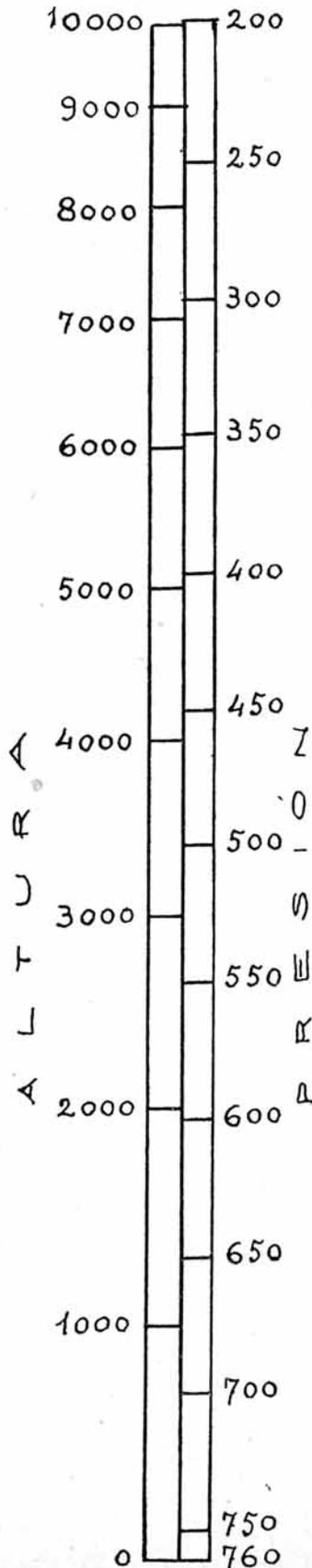


Fig. 2.

la atmósfera tipo y partiésemos del nivel del mar, las indicaciones del aparato serían siempre exactas. Si ahora cambiasen las condiciones de temperatura, la distribución de presiones ya no sería exactamente la típica, y la escala del altímetro tendría que corregirse desigualmente en sus distintos puntos; no es posible obtener en forma sencilla el valor de tal corrección para cada punto de la escala, pues depende de las variadísimas posibilidades de distribución de la temperatura; pero como, afortunadamente, suele ser siempre pequeño, ya hemos dicho que en la práctica se desprecia. Supongámonos ahora que siendo la distribución de presiones la típica, el punto de partida no sea el nivel del mar, sino un punto de altitud un kilómetro, con lo cual la presión indicada será de 674,1 mm. de mercurio. Nosotros hacemos deslizar la escala móvil del altímetro hasta que el 0 de la escala de alturas quede enfrente de la aguja, o sea del punto de la otra escala marcado 674,1, en la posición que señala la figura 3.<sup>a</sup>. Si las divisiones de ambas escalas fuesen equidistantes, este desplazamiento no falsearía las lecturas; pero siendo desiguales las de una de ellas, basta echar una mirada a la figura para comprender que las alturas señaladas ahora por el aparato no pueden ser correctas. Supongámonos que hemos subido a un punto en el cual el altímetro señala tres kilómetros (no olvidemos que el punto de partida se encuentra ya a una altura de un kilómetro sobre el nivel del mar), es decir, un punto en el cual la presión es 440 mm.; esta altura de tres kilómetros señalada por el aparato es falsa, pues si hubiésemos partido del nivel del mar y tuviésemos, por tanto, las escalas en la posición indicada en la figura 2.<sup>a</sup>, en cuya posición sabemos que funciona correctamente, nos marcaría una altura de 4.340 metros sobre el nivel del mar, y por tanto, de 3.340 sobre nuestro efectivo punto de partida; resulta, por tanto, que el altímetro arreglado para un punto inicial elevado sobre el nivel del mar, marca alturas demasiado pequeñas. Mientras las diferencias de nivel no sean muy grandes, el error cometido es tolerable; en el caso contrario hay que corregirlo. Supongámonos ahora que partimos del nivel del mar, pero que la presión efectiva en el punto de partida, en vez de ser la normal de 760 mm., sea otra, por ejemplo, más baja. Entonces puede admitirse con suficiente aproximación que todo ocurre como si el punto de partida, en lugar de estar al nivel del mar, estuviese a mayor altura, y podemos aplicar lo dicho anteriormente: si, por ejemplo, la presión a la salida es 751 milímetros, el efecto es el mismo que si el punto de partida, en lugar de hallarse al nivel del mar, estuviese a 100 metros de altura; al deslizar nosotros la escala móvil hasta que la aguja coincida con la presión 751, tendremos que aplicar a las lecturas la corrección correspondiente por falta de equidistancia entre las divisiones a este corrimiento de la escala, igual que antes. Ahora bien: en general, ni el punto inicial se encontrará al nivel del mar, ni la presión efectiva en el mismo será la que correspondería en la atmósfera tipo a dicho punto; pero, según lo dicho, en la práctica no hace falta distinguir la parte que corresponde a cada una de estas dos causas; de hecho, la altura real del punto de partida no tiene importancia, y bastará asignarle como altura ficticia la que con arreglo a la atmósfera tipo corresponda a la presión observada. Si tenemos, por ejemplo, un punto situado a 100 metros sobre el nivel del mar y en un momento dado la presión observada en él es 742,1 mm., esto quiere decir que la distribución de presiones no es la típica, pero que las diferencias de nivel son sensiblemente las mismas que si la distribución fuese la típica y el punto inicial estuviese a 200 metros sobre

el nivel del mar; como se ve, la altura real 100 metros no interviene para nada y puede ser desconocida sin ningún inconveniente. Se comprende que este procedimiento exige a veces introducir alturas negativas (siempre que la presión sea superior a la normal al nivel del mar, o sea 760 milímetros), es decir, como si el punto estuviese por debajo del nivel del mar; pero ello no es ningún inconveniente, tanto más cuanto no debe olvidarse que estas alturas son puramente ficticias; además, el uso práctico del altímetro no exige siquiera conocer tal altura ficticia, pues todo consiste siempre en llevar el 0 de una escala a coincidir con la aguja barométrica.

Por otra parte, debemos recordar que siendo el altímetro un barómetro aneroide, tendrá su error instrumental; este error es una diferencia constante entre la presión verdadera y la señalada, y tampoco hace falta tenerla en cuenta, pues puede considerarse también equivalente a un nuevo desplazamiento ficticio en sentido vertical del punto de partida, y su efecto queda anulado por la operación de colocar el 0 en coincidencia con la aguja. En resumen: un buen altímetro puede ser un mal barómetro; su error absoluto puede ser grande con tal de que sea constante, y para su uso no precisa el conocimiento ni de la altura real del punto de partida del nivel del mar, ni de la presión efectiva en dicho punto, ni del valor de la corrección del instrumento. Al poner el 0 de la escala de alturas debajo de la aguja, dicho 0 quedará desplazado con relación a la presión normal de 760 mm. La medida de este desplazamiento en divisiones de la escala de alturas indica una altura, en general ficticia, del punto inicial sobre el nivel del mar, que es la suma algebraica de su altura real, más una altura equivalente a la diferencia entre el estado barométrico del día y su estado normal en la atmósfera tipo, más otra altura equivalente al error instrumental absoluto. Cuando no se necesita una precisión extraordinaria, pueden tomarse como alturas reales sobre el punto de partida las lecturas directas del altímetro.

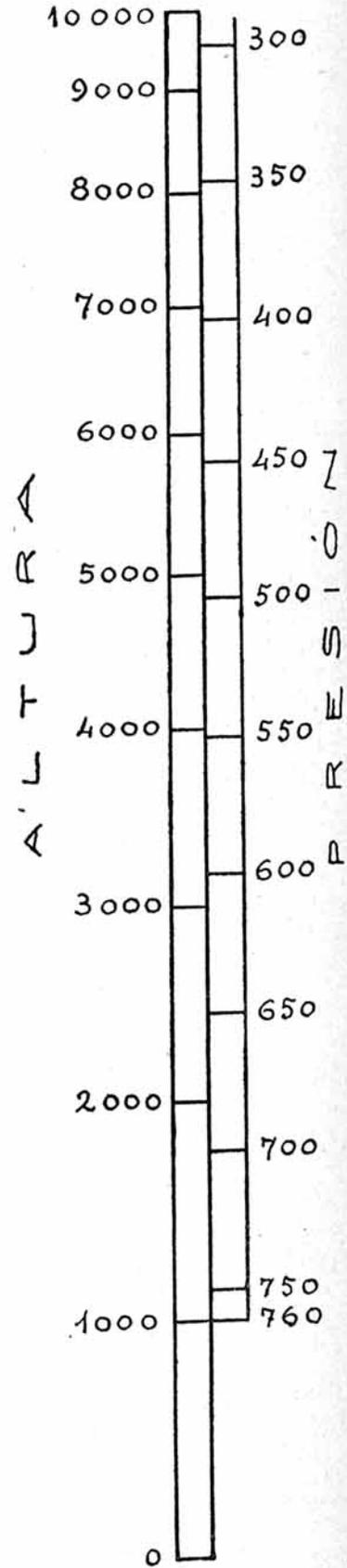


Fig. 3.

# APROVISIONAMIENTO POR VÍA AÉREA



II



I

I. - Preparación de las bombas de abastecimiento.

II. - Transporte al interior del avión.

III. - Volando hacia el objetivo.

IV. - Bombas de abastecimiento cayendo en el objetivo.

V. - Recogida de los suministros.

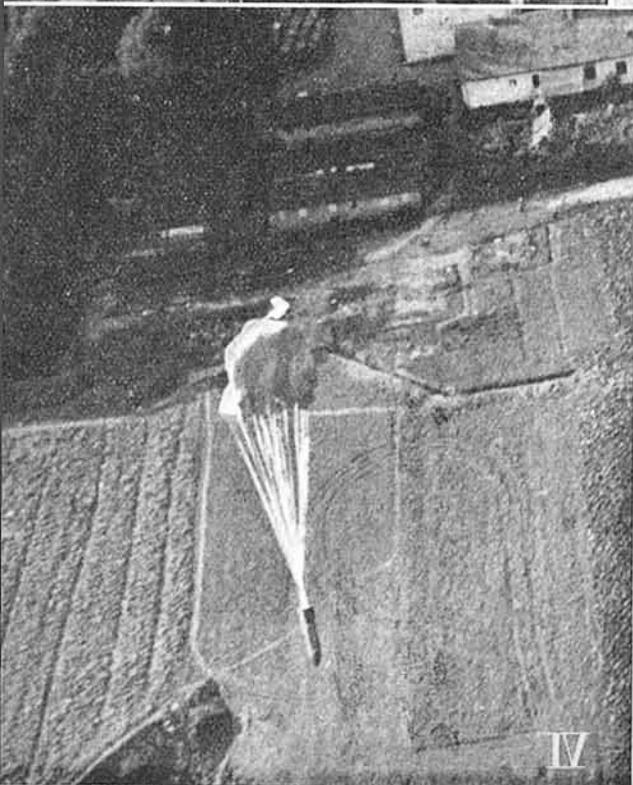
VI. - He aquí el pan "llovido del cielo"; a pesar de su desmenuzamiento, será "muy agradecido".



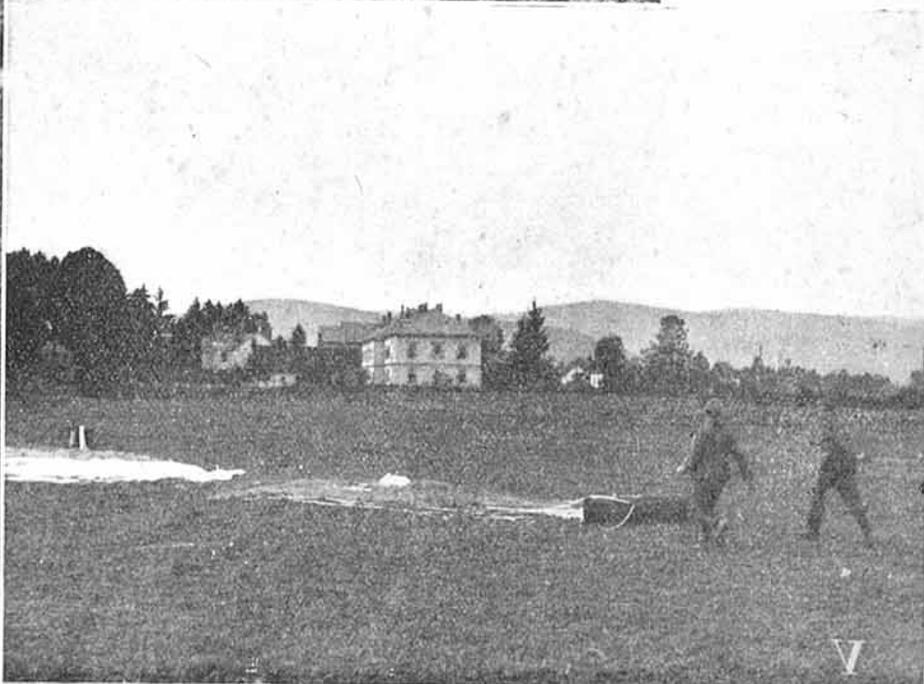
III



VI



IV



V