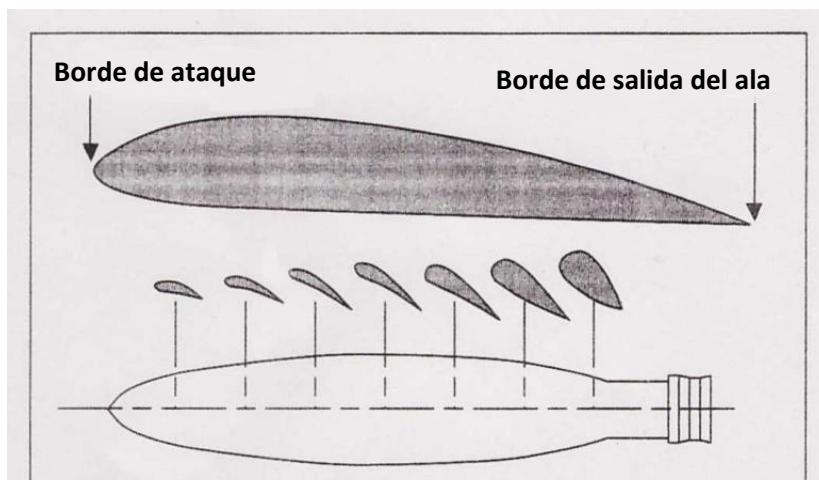


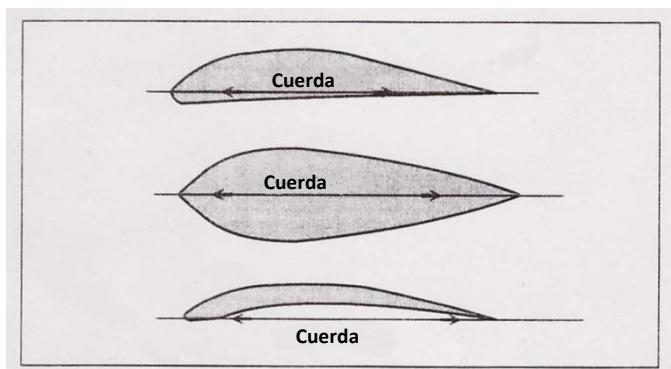
## CAPÍTULO 1: AERODINÁMICA BÁSICA

**1.-** Una superficie aerodinámica es un cuerpo o una estructura diseñada para obtener una reacción deseable del aire a través del cual se mueve. Por esta razón, se puede decir que cualquier parte de un avión que convierte la resistencia del aire en una fuerza útil para el vuelo es una forma aerodinámica. Tal es el caso de las alas, las palas rotoras del helicóptero y la hélice. Ver figura 1-1.



**Figura 1 – 1. Un típico plano aerodinámico transversal.**

La cuerda del ala es la línea recta imaginaria que pasa a través de la sección desde el borde de ataque hasta el borde de fuga (ver figura 1-2). Cambiando la forma del perfil del ala, (bajando el flaps, por ejemplo) se cambia la cuerda del ala (ver figura 1-3).



**Figura 1-2. Cuerda**

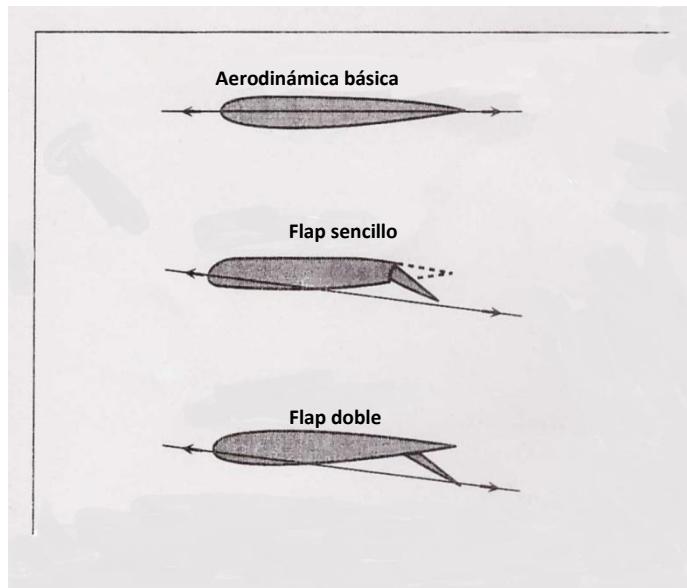
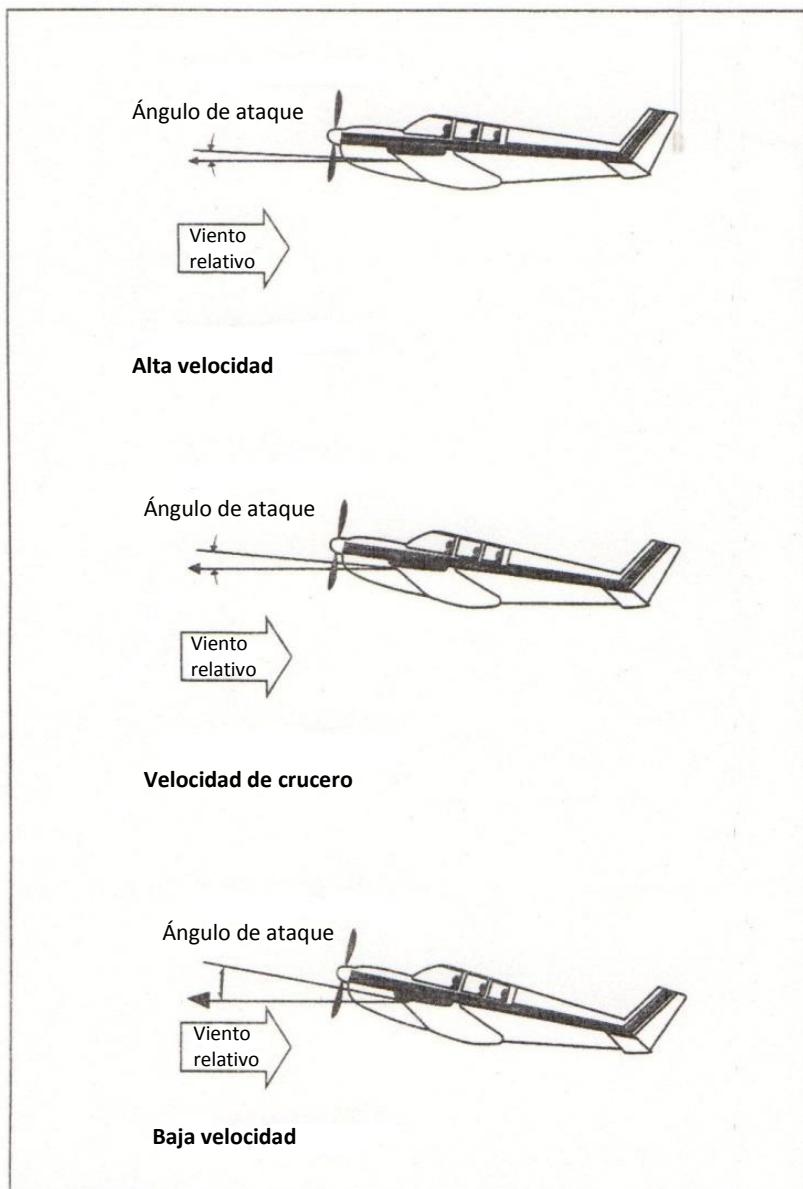


Figura 1-3. El cambio de forma del ala modifica la cuerda.

La línea de la cuerda provee uno de los lados que luego forman el ángulo de ataque. El otro lado del ángulo se forma por una línea que indica la dirección del viento relativo o la corriente de aire. Por esta razón, el ángulo de ataque se define como el ángulo formado por la línea de la cuerda del ala y el viento relativo (ver figuras 1-4 y 1-5).

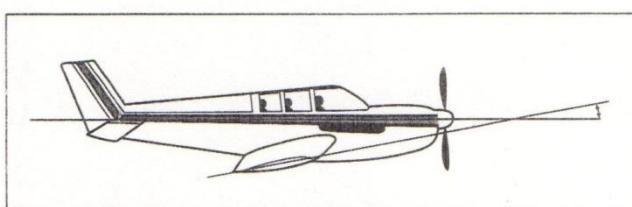


Figura 1-4. Viento relativo



**Figura 1-5. Ángulo de ataque**

El ángulo de incidencia de un ala es el ángulo formado por el eje longitudinal del avión y la cuerda del ala y es un ángulo permanente (ver figura 1-6).



**Figura 1-6. Ángulo de incidencia**

El diedro del ala es el ángulo formado desde la raíz del ala hacia la puntera comparado con el plano horizontal. El efecto del diedro es una contribución poderosa para la estabilidad lateral y además permite rolidos estables.

La respuesta a) es incorrecta porque el ángulo de incidencia es el ángulo formado por el eje longitudinal del avión y la cuerda del ala. La respuesta c) es incorrecta porque el diedro es el ángulo formado por las alas del avión y el horizonte.

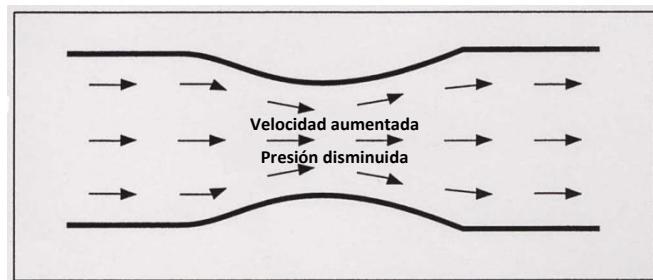
**2.-** La respuesta b) es incorrecta porque no existe un término en aviación para esto. La respuesta c) es incorrecta porque corresponde a la definición del ángulo de incidencia.

**3.-** La respuesta a) es incorrecta porque no existe en aviación el término "ángulo de sustentación". La respuesta c) es incorrecta porque el ángulo de incidencia es el formado entre el eje longitudinal del avión y la cuerda del ala.

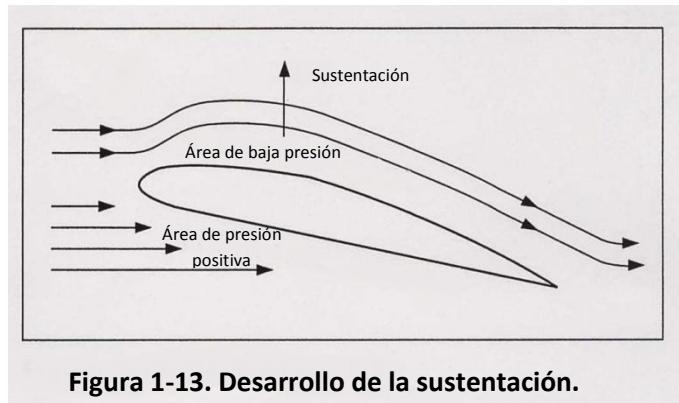
**4.-** El ángulo de ataque es el ángulo formado entre la cuerda del ala y la dirección del viento relativo.

**5.-** El aire es un gas que puede comprimirse o expandirse. Cuando se comprime más cantidad de aire puede ocupar un volumen dado y su densidad se incrementa. Por el contrario, al expandirse, el aire ocupa mayor espacio y su densidad decrece.

El principio de Bernulli establece que la presión de los fluidos (líquidos o gases) decrece en el punto donde la velocidad de los mismos se incrementa. En otras palabras, altas velocidades de fluidos se asocian con una baja de presión y una baja velocidad de fluidos con alta presión. El aire pasando rápidamente sobre la curvatura superior del ala, causa una baja presión en el tope de dicha superficie (ver figuras 1-12 y 1-13).

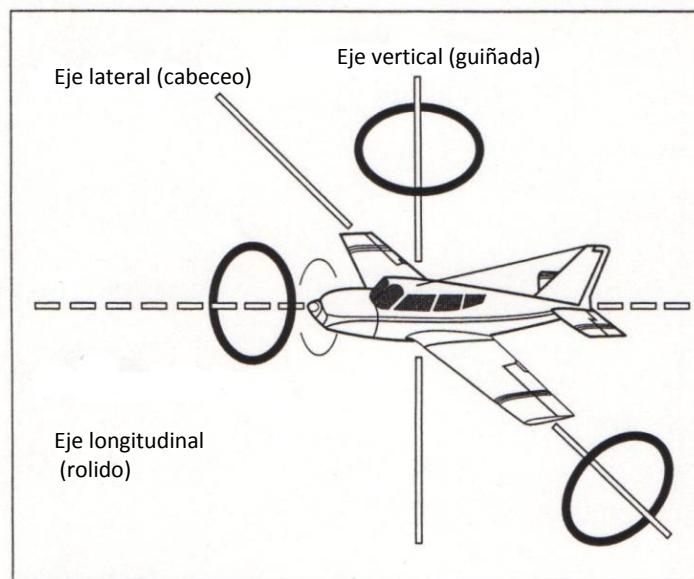


**Figura 1-12. Flujo de aire a través de un estrechamiento.**



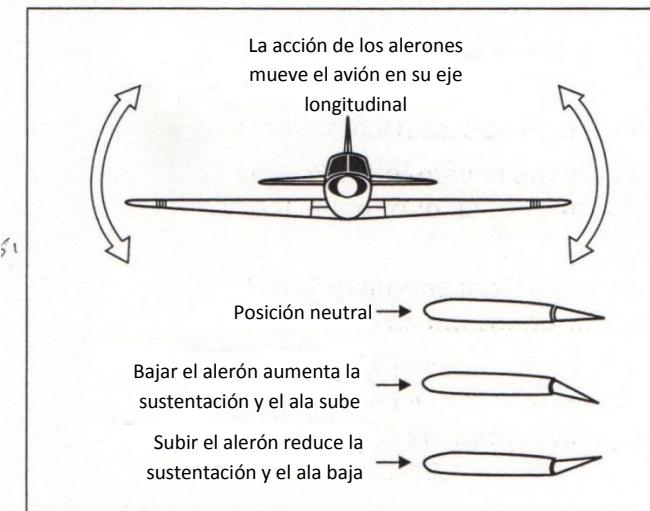
**Figura 1-13. Desarrollo de la sustentación.**

**6.-** El avión tiene tres ejes de rotación. Siempre que el avión cambia de actitud en vuelo (con respecto a la tierra u otro objeto fijo), este rotará alrededor de uno o más de sus tres ejes. Estos ejes se denominan: eje longitudinal, eje lateral y eje vertical. Los tres ejes se interceptan en el centro de gravedad (CG) y cada uno es perpendicular a los otros dos (ver figura 1-7).



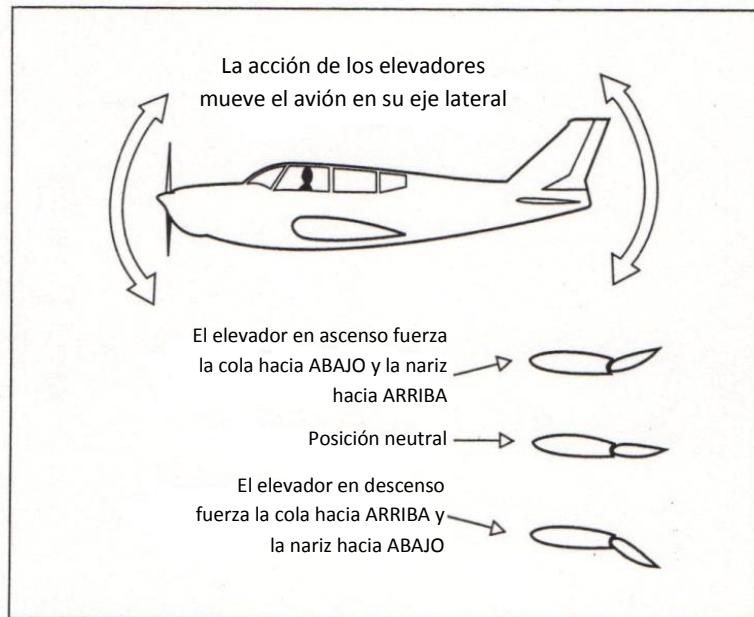
**Figura 1-7. Ejes de rotación.**

**Eje longitudinal:** es una línea imaginaria que se extiende a través del fuselaje, desde la nariz a la cola. El movimiento alrededor del eje longitudinal se llama rolido (roll) y es producido por el movimiento de los alerones en los bordes de fuga de cada extremo del ala (ver figura 1-9).



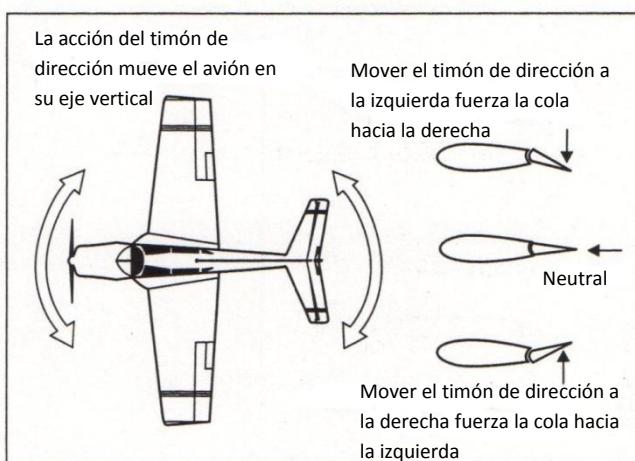
**Figura 1-9. Efecto de alerones.**

Eje lateral: es la línea imaginaria que se extiende en el sentido transversal de punta a punta del ala. El movimiento alrededor del eje lateral se llama cabeceo (pitch) y es producido por el movimiento del elevador en la parte trasera del conjunto horizontal de cola (ver figura 1-8).



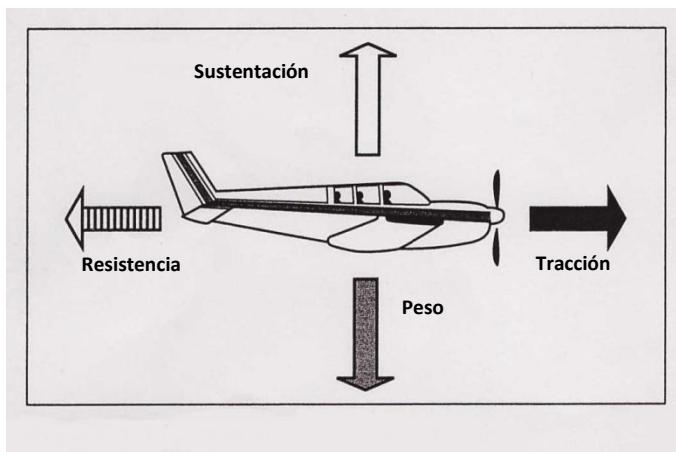
**Figura 1-8. Efecto de los elevadores**

Eje vertical: es la línea imaginaria que pasa verticalmente a través del centro de gravedad. El movimiento alrededor del eje vertical se llama guiñada (yaw) y es producido por el movimiento del timón en la parte trasera del conjunto vertical de cola (ver figura 1-10).



**Figura 1-10. Efecto del timón de dirección (rudder)**

Sustentación, peso, tracción y resistencia son las cuatro fuerzas básicas que actúan sobre una aeronave en vuelo (ver figura 1-11).



**Figura 1-11. Relación de fuerzas en vuelo**

La sustentación es el resultado de la diferencia de presión entre el extradós e intradós (parte superior e inferior del ala). El diseño del ala permite la aceleración del aire sobre la curva superior (extradós) del ala, decreciendo la presión sobre la misma produciendo sustentación (ver figura 1-13). Varios factores están involucrados en la creación de sustentación: ángulo de ataque, área y forma del ala, velocidad del aire y densidad del aire. Todos estos factores tienen efecto sobre la fuerza de sustentación en un momento dado. El piloto tiene control sobre el ángulo de ataque y la velocidad y el incremento de cualquiera de estos resultará en un aumento de la sustentación.

El **peso** (weight) es la fuerza con que la gravedad atrae a los cuerpos verticalmente hacia el centro de la tierra.

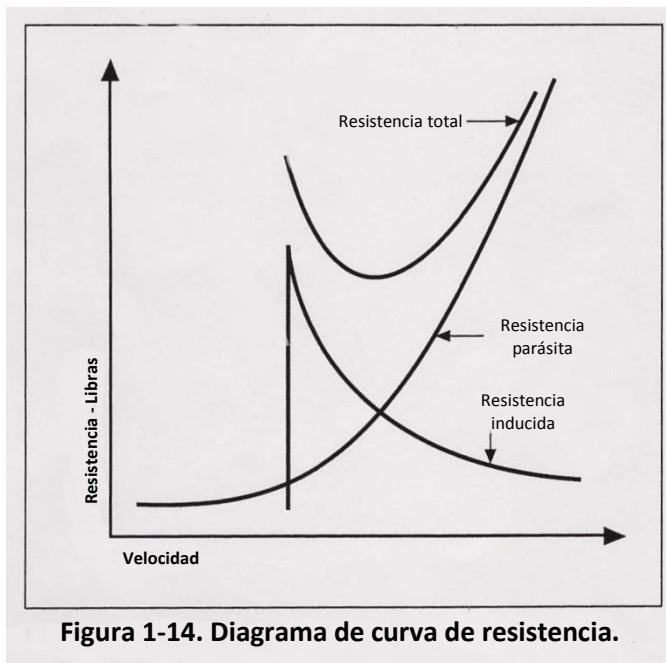
La **tracción** (thrust) es la fuerza hacia adelante, producida por la hélice, actuando como un cuerpo aerodinámico que desplaza una considerable masa de aire hacia atrás.

La **resistencia** (drag) es una fuerza que actúa hacia atrás resistiendo el movimiento hacia delante de la aeronave a través del aire. La resistencia puede ser clasificada en dos tipos: resistencia parásita y resistencia inducida.

La **resistencia parásita** es la producida por aquellas partes de la aeronave que no contribuyen a la sustentación (tren de aterrizaje, antenas, etc.). Esta se incrementa con al aumento de la velocidad.

La **resistencia inducida** es consecuencia de la sustentación. En otras palabras, la generación de sustentación genera a su vez resistencia inducida. La alta presión del aire

debajo del ala (intradós) tratando de fluir alrededor del borde marginal hacia el área de baja presión sobre el ala (extradós) provoca vórtices detrás del borde marginal (wind tip) (ver figuras 1-14 y 1-26).



**7.-** La sustentación y la tracción son consideradas fuerzas positivas mientras que el peso y la resistencia son consideradas fuerzas negativas, siendo la suma de las fuerzas opuestas cero. Esto es: sustentación = peso y tracción = resistencia.

**8.-** En vuelo con velocidad constante, las fuerzas opuestas están en equilibrio.

La respuesta b) es incorrecta porque la tracción debe exceder a la resistencia para poder acelerarse. La respuesta c) es incorrecta porque si la aeronave se encuentra detenida en tierra, la única fuerza aerodinámica actuante es el peso.

**9.-** La fuerza de sustentación actúa hacia arriba, mientras que la resistencia actúa hacia atrás. La suma de estas dos fuerzas se llama resultante. El punto de intersección de la fuerza resultante con la línea de la cuerda se llama centro de presión.

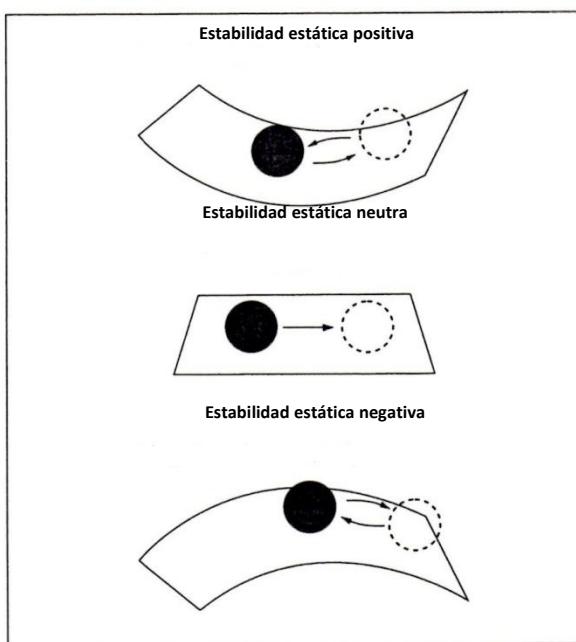
La respuesta b) es incorrecta porque al ángulo formado por el viento relativo y la cuerda alar se denomina ángulo de ataque. La respuesta c) es incorrecta porque al ángulo formado por el eje longitudinal de la aeronave y su cuerda alar se denomina ángulo de incidencia.

**10.-** El propósito del timón de dirección es controlar la guiñada.

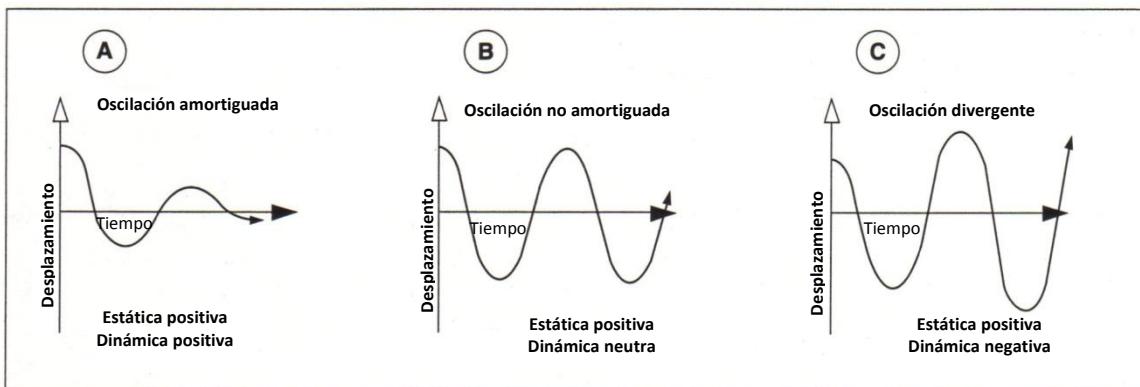
La respuesta b) es incorrecta porque los alerones controlan la sobreinclinación. La respuesta c) es incorrecta porque los alerones controlan el rolido.

**11.-** La estabilidad es la aptitud inherente de una aeronave para retornar o no a su condición original de vuelo después de haber sido perturbada por fuerzas externas, por ejemplo: aire turbulento.

La **estabilidad estática positiva** (Positive static stability) es la tendencia de una aeronave para retornar o no a su posición original (ver figuras 1-15 y 1-16).



**Figura 1-15. Estabilidad estática**



**Figura 1-16. Estabilidad estática positiva relacionada con la estabilidad dinámica**

La **estabilidad dinámica positiva** es la tendencia de la aeronave a oscilar (con estabilidad estática positiva) para retornar a su posición original en un tiempo relativo (ver figura 1-16).

El diseño de una aeronave normalmente asegura que sea estable en cabeceo (pitch). El piloto puede afectar adversamente la estabilidad longitudinal por permitir el desplazamiento del CG hacia adelante o hacia atrás por fuera de los límites de diseño, a través de procedimientos inadecuados de estiba de la carga. Una indeseable característica de vuelo que puede experimentar un piloto en una aeronave cargado con el CG hacia atrás fuera de límite podría ser la dificultad para recobrarse de una condición de pérdida (stall).

La ubicación del CG con respecto al centro de sustentación (CL) determinará la estabilidad longitudinal de la aeronave (ver figura 1-17).

**Efectos de centro de gravedad adelantado**

1. Estabilidad longitudinal aumentada.
2. Velocidad de crucero disminuida. El ala vuela a un ángulo de ataque mayor para crear más sustentación para contrarrestar las fuerzas hacia abajo producidas por la cola, por lo tanto, el ala también produce más resistencia inducida.
3. Mayor velocidad de pérdida. El ala vuela a un ángulo de ataque mayor para crear más sustentación para contrarrestar las fuerzas hacia abajo producidas por la cola, por lo tanto, el ala también produce más resistencia inducida.

**Efectos de centro de gravedad atrasado (aft cg)**

1. Estabilidad longitudinal disminuida.
2. Velocidad de crucero aumentada (simplemente por la razón opuesta mencionada antes).
3. Menor velocidad de pérdida.
4. Recuperación pobre de la pérdida/espirales.

**Figura 1-17. Efecto de centro de gravedad adelantado (forward CG)**

Un avión estable tenderá a retornar a su condición de vuelo original cuando es perturbado por fuerzas, como el aire turbulento.

La respuesta a) es incorrecta porque su estabilidad tiene efecto positivo en la recuperación de la pérdida. La respuesta c) es incorrecta porque un avión inherentemente estable puede entrar en tirabuzón.

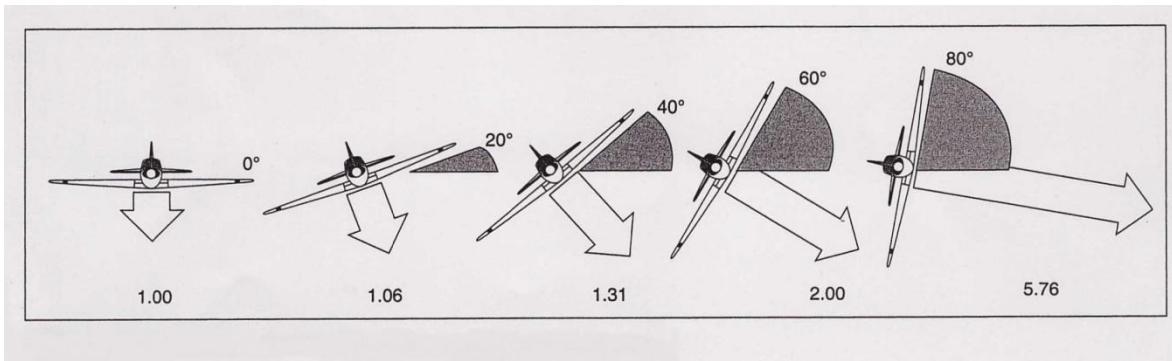


Figura 1-18. Aumento de la carga en las alas a medida que el ángulo de inclinación aumenta.

**12.-** La ubicación del CG con respecto al centro de presión es determinante en la estabilidad longitudinal en un avión. El CG atrasado da como resultado un momento no deseado de nariz arriba. El CG adelantado dará un momento de nariz abajo cuando la potencia es reducida.

La respuesta b) es incorrecta porque el timón de dirección (rudder) y el trim de dirección (trim tab) controlan la guiñada. La respuesta c) es incorrecta porque la relación entre potencia y sustentación versus peso y resistencia afecta la velocidad y la altitud.

**13.-** La ubicación del CG respecto del centro de presión determina en gran medida la estabilidad longitudinal de una aeronave. El CG atrasado genera momentos indeseables de nariz arriba durante el vuelo. El CG adelantado genera momentos de nariz abajo cuando la potencia se reduce.

La respuesta a) es incorrecta porque el CG no se ve afectado por cambios en la potencia o en la resistencia. La respuesta c) es incorrecta porque la tracción y peso tienen poca relación entre sí, excepto en los jet de combate o space shuttles.

**14.-** La condición del avión pesado de cola reduce la maniobrabilidad para recobrarse de una pérdida o tirabuzón. El estar pesado de cola también causa que el comando sea más liviano, posibilitando que inadvertidamente el piloto pueda exceder los esfuerzos sobre el avión (overstress).

Las respuestas b) y c) son incorrectas porque el avión con el CG atrasado es menos estable en todas las velocidades debido a la menor efectividad del elevador.

**15.-** El centro de presión en un perfil alar asimétrico se desplaza hacia adelante a medida que el ángulo de ataque se incrementa y se desplaza hacia atrás a medida que el ángulo de ataque disminuye. Este movimiento hacia adelante y hacia atrás del punto donde actúa la sustentación afecta el balance aerodinámico y la controlabilidad del avión.

La respuesta a) es incorrecta porque la relación sustentación/resistencia se encuentra determinada por el ángulo de ataque. La respuesta b) es incorrecta porque la capacidad de sustentación está dada por el ángulo de ataque y la velocidad.

**16.-** El factor de carga es la relación entre sustentación y el peso total del avión y es medida en unidades “g” o de aceleración de la gravedad. Las alas, produciendo una sustentación igual al peso, generan una fuerza que, aplicada sobre el avión, imprime una aceleración igual a la que ejerce la gravedad. En estas condiciones se dice que el factor de carga es igual 1 Gs.

**17.-** Referenciado a la figura 2 siga los siguientes pasos:

- a. Ingrese al gráfico en 60° de inclinación y suba hasta la curva de referencia. Desde el punto de intersección, muévase hacia la izquierda del gráfico y leerá Factor de carga 2 Gs.
- b. Multiplique el peso de la aeronave por el Factor de carga:  
 $1100 \times 2 = 2200$  kg.

**18.-** Referenciado a la figura 2 siga los siguientes pasos:

- a. Ingrese al gráfico en 30° de inclinación y suba hasta la curva de referencia. Desde el punto de intersección, muévase hacia la izquierda del gráfico y leerá Factor de carga 1.2 aproximadamente.
- b. Multiplique el peso de la aeronave por el Factor de carga:  
 $1540 \times 1.2 = 1848$  kg.

**19.-** Referenciado a la figura 2 siga los siguientes pasos:

- a. Ingrese al gráfico en 45° de inclinación y suba hasta la curva de referencia. Desde el punto de intersección, muévase hacia la izquierda y leerá Factor de carga 1.5 Gs.
- b. Multiplique el peso de la aeronave por el Factor de carga:  
 $2200 \times 1.5 = 3300$  kg.

**20.-** A bajas velocidades, la máxima fuerza de sustentación disponible en un ala es ligeramente superior a la necesaria para soportar el peso de la aeronave. Sin embargo, a alta velocidad, la capacidad del timón de profundidad o una fuerte ráfaga puede incrementar el Factor de carga más allá del límite de seguridad.

La respuesta a) es incorrecta porque la posición del CG afecta la estabilidad de la aeronave, pero no la cantidad total de carga que el ala puede soportar. La respuesta c) es incorrecta porque la aplicación abrupta de fuerza sobre el control de profundidad no limita la carga.

**21.-** Un cambio en la velocidad durante el vuelo recto y nivelado no produce cambios apreciables sobre la carga del ala, pero cuando se inicia un cambio en el vuelo nivelado, con un ascenso o descenso, una carga adicional se produce sobre la estructura de la aeronave. Esto es particularmente cierto si este cambio de dirección es efectuado con altas velocidades y con rápidos movimientos de los controles.

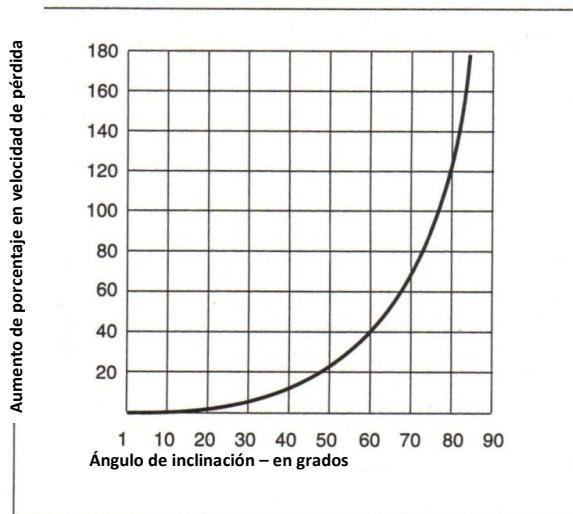
La respuesta a) es incorrecta porque la carga se incrementa momentáneamente cuando cambia el ángulo de ataque. Una vez que la actitud de ascenso ha sido establecida, el ala soporta la carga equivalente al peso del avión. La respuesta c) es incorrecta porque durante la pérdida, el ala no produce sustentación.

**22.-** A medida que el avión es inclinado, la sustentación actúa en forma tanto horizontal como vertical, traccionándolo alrededor del viraje.

La respuesta b) es incorrecta porque el componente vertical de la sustentación no tiene una fuerza horizontal que haga girar al avión. La respuesta c) es incorrecta porque la fuerza centrífuga actúa opuesta al componente horizontal de la sustentación.

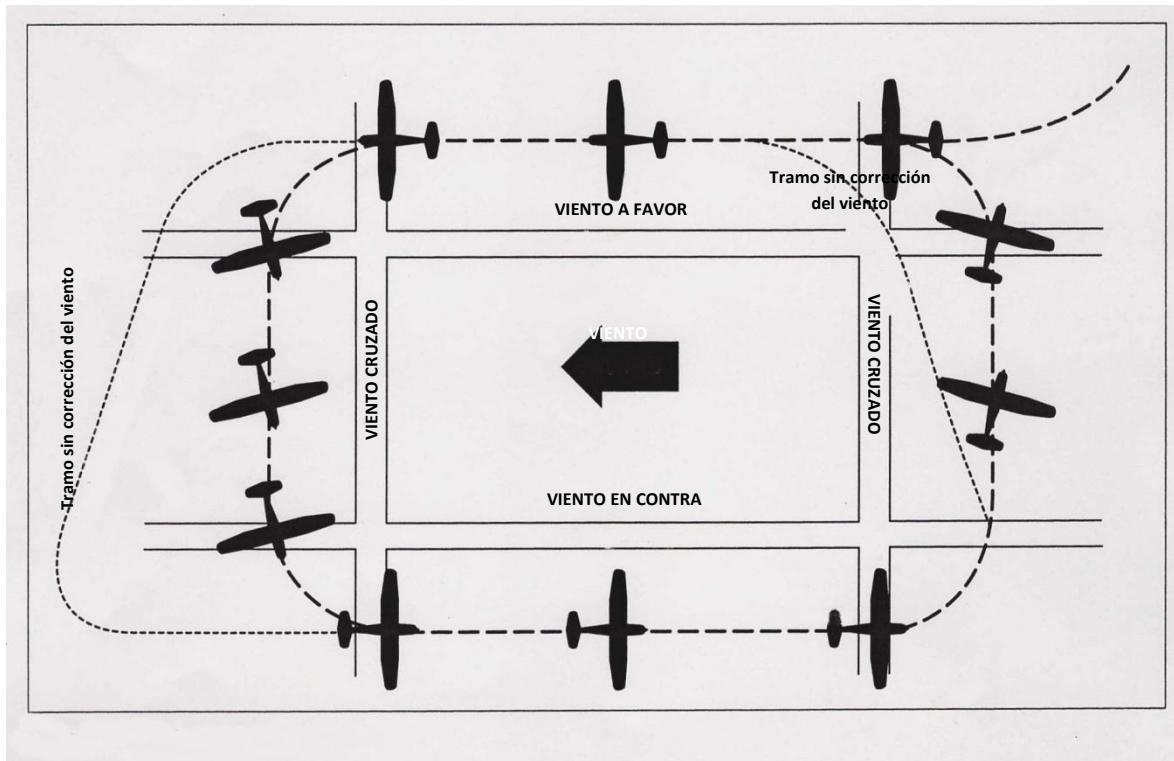
**23.-** La velocidad de pérdida se incrementa en proporción al cuadrado del factor de carga. Así es que, con un factor de carga de 4, por ejemplo, la velocidad de pérdida será el doble de la normal.

La respuesta b) es incorrecta porque la tendencia al tirabuzón de un avión no está relacionada con el incremento del factor de carga. La respuesta c) es incorrecta porque la estabilidad de un avión es lo que determina su controlabilidad.



**Figura 1-19. Efecto del ángulo de inclinación en velocidad de pérdida.**

**24.-** Las cuatro maniobras fundamentales de vuelo en una aeronave son: vuelo recto y nivelado, virajes, ascensos, y descensos.



**Figura 1-20. Rumbo rectangular**

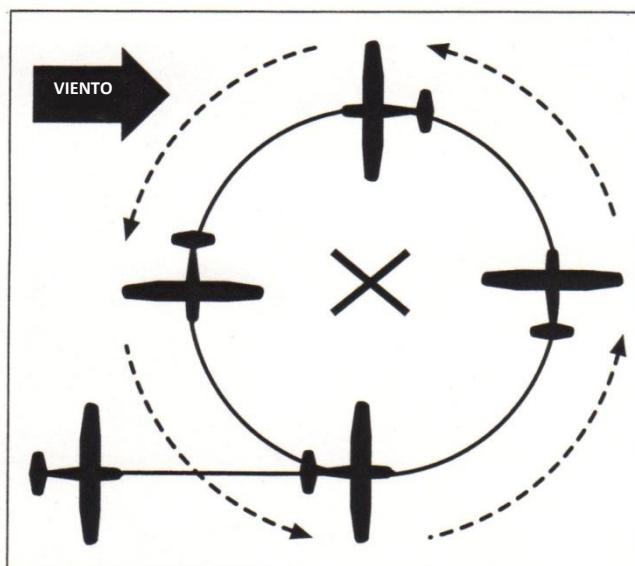


Figura 1-21. Virajes alrededor de un punto.

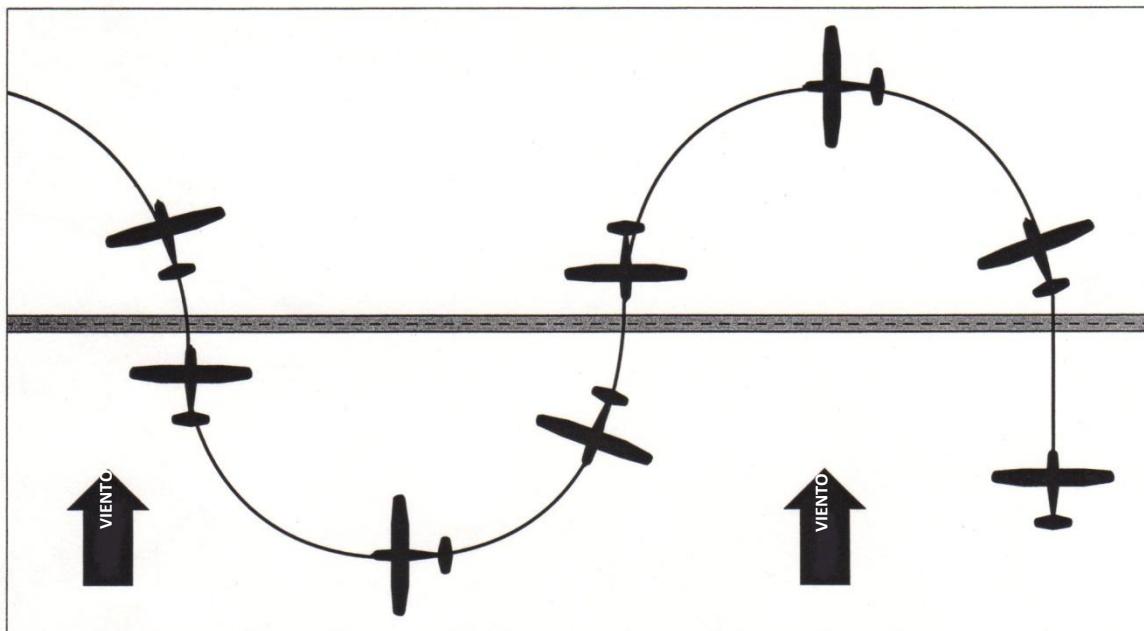


Figura 1-22. Virajes en S (virajes sobre caminos).

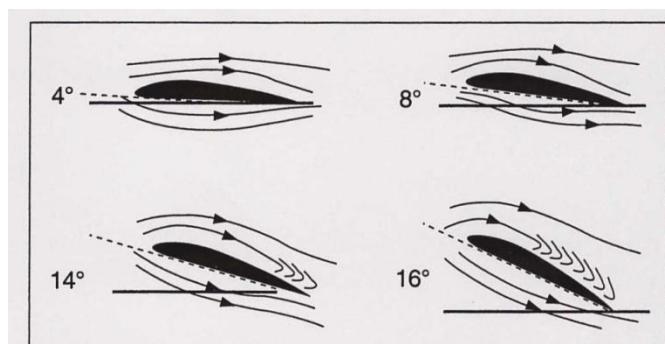


Figura 1-23. Flujo de aire sobre ala en varios ángulos de ataque.

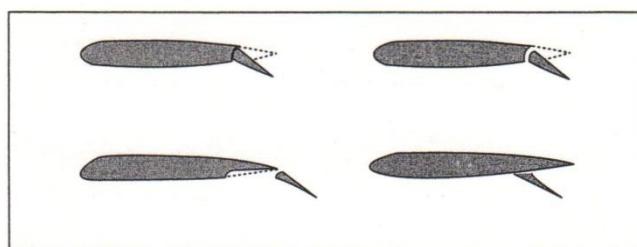


Figura 1-24. La utilización de los flaps aumenta la sustentación y resistencia.

**25.-** Ver figura 63. El avión realizará un viraje menor a 90° en el punto 1 y 4. En el punto 1, el avión girará menos de 90° para que con la corrección de deriva pueda mantener la trayectoria rectangular. En el punto 4, como el avión viene corrigiendo deriva hacia la izquierda, el viraje por realizar será menor a 90°.

**26.-** Ver figura 67. En la mitad de la S marcada en 4-5-6, el viraje se debería iniciar suavemente e ir aumentando la inclinación para poder cruzar la línea en el punto 6 con el viraje completado.

**27.-** Un aterrizaje con viento de cola usa la misma velocidad que al realizarlo con viento de frente, lo cual resultará en una aproximación con mayor velocidad terrestre (ground speed), lo que probablemente hará sobrepasar el punto elegido para el toque. Al momento del toque, la velocidad terrestre será mayor y, como consecuencia, la carrera de aterrizaje será más larga.

La respuesta a) es incorrecta porque la velocidad indicada será la misma, y el control en la ruptura de planeo será menor, debido a la mayor velocidad terrestre. La respuesta c) es incorrecta porque la carrera de aterrizaje será más larga, con la probabilidad además de que el toque se produzca más allá del punto elegido para hacerlo.

**28.-** A medida que el ángulo de ataque aumenta (incrementando la sustentación), el aire que fluye en forma laminar sobre la superficie superior del ala (extradós), comienza a tornarse turbulento cerca del borde de fuga. A mayor ángulo de ataque, este aire turbulento se va expandiendo hacia adelante. Cuando el ángulo de ataque llega a valores aproximadamente de 16° a 18° (en la mayoría de las alas) este aire turbulento provoca una drástica disminución de la sustentación y el ala entra en pérdida. El ángulo en el que se produce la pérdida se denomina ángulo de ataque crítico. Una aeronave puede entrar en pérdida a cualquier velocidad y altura, pero siempre entrará en pérdida al mismo ángulo de ataque crítico.

La velocidad indicada a la cual una determinada aeronave entrará en pérdida con una configuración determinada, sin embargo, se mantendrá igual independientemente de la altitud. Dado que la densidad del aire decrece con el incremento de la altitud, el avión volará más rápido a mayor altura, manteniendo la misma diferencia de presión entre la presión de impacto en el tubo pitot y la presión estática.

Un incremento en la altitud no tiene efecto sobre la velocidad indicada en la cual un avión entra en pérdida, normalmente en las altitudes utilizadas por las aeronaves de aviación general. Esto significa que se deberá mantener la misma velocidad indicada durante la aproximación para aterrizar, independientemente de la elevación o la altitud de densidad del aeropuerto o pista utilizada para aterrizar.

La respuesta a) es incorrecta porque la velocidad verdadera no decrece con el incremento de la altitud y la velocidad indicada a la cual el avión entra en pérdida no cambia. La respuesta b) es incorrecta porque la velocidad indicada de pérdida no decrece con el incremento de altitud.

**29.-** Un tirabuzón se produce cuando una demanda de rollido o una aplicación de timón de dirección es impuesta sobre un avión que está en condición de pérdida de velocidad. Si el ala no está en pérdida, el tirabuzón no se produce.

La respuesta a) es incorrecta porque el avión debe estar en pérdida total para entrar en tirabuzón. La respuesta b) es incorrecta porque el avión no necesariamente entra en tirabuzón durante una espiral escarpada pronunciada.

**30.-** Un ala estará en pérdida menos profunda, pero ambas están en pérdida durante un tirabuzón.

La respuesta b) es incorrecta porque ambas alas deberán estar en pérdida durante el tirabuzón. La respuesta c) es incorrecta porque ambas alas estarán en pérdida, pero el ala derecha estará en pérdida menos profunda que la izquierda.

**31.-** Cuando el ángulo de ataque se incrementa entre  $18^\circ$  y  $20^\circ$  (ángulo de ataque crítico) en la mayoría de los perfiles aerodinámicos, la corriente de aire no puede seguir la curva superior del ala debido al excesivo cambio de dirección. La aeronave entrará en pérdida si se excede el ángulo crítico. La velocidad indicada a la cual la pérdida ocurre estará determinada por el peso y el factor de carga, pero el ángulo de ataque será siempre el mismo.

Las respuestas a) y b) son incorrectas porque la aeronave entrará en pérdida siempre con el mismo ángulo de ataque, independientemente de la posición del CG o el peso total (gross weight).

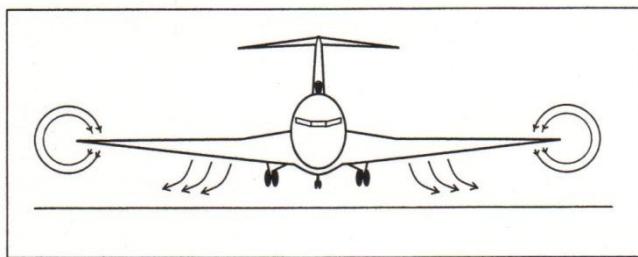
**32.-** La extensión del flaps incrementa la curvatura del ala y el ángulo de ataque de la misma. Esto incrementa la sustentación y también la resistencia inducida. Este incremento de la resistencia permite al piloto efectuar una aproximación para aterrizar, más pronunciada, sin incrementar la velocidad indicada. Para aterrizar, una aproximación visual nocturna se debería realizar de la misma manera que una diurna.

La respuesta a) es incorrecta porque la extensión del flap incrementa la resistencia, lo cual permite al piloto incrementar su ángulo de descenso sin incrementar la velocidad. La respuesta b) es incorrecta porque el flap incrementa la sustentación con menor velocidad, lo que permite tocar la pista a menos velocidad indicada.

**33.-** El flaps incrementa la resistencia, permitiendo al piloto hacer una aproximación más pronunciada sin incremento de la velocidad.

La respuesta b) es incorrecta porque el uso del compensador (trim tabs) ayuda a disminuir la presión sobre los mandos. La respuesta c) es incorrecta porque el área del ala permanece igual, excepto un tipo especial de flaps, los cuales incrementan la superficie del ala.

**34.-** El efecto suelo ocurre volando a una altura equivalente al largo o menor de la envergadura del ala. El patrón de circulación del aire alrededor del ala y de los bordes marginales se modifica por la cercanía con la superficie terrestre, reduciendo así la resistencia inducida. Este cambio puede provocar que el avión salga al aire antes de alcanzar la velocidad recomendada de despegue o aumente la flotación durante la aproximación y el aterrizaje (ver figura 1-25).



**Figura 1-25. Fenómeno de efecto suelo.**

Cuando el ala está a una altura igual a su envergadura, la reducción de la resistencia inducida es sólo del 1.4%. Ahora bien, cuando el ala se encuentra a una altura igual a un cuarto de la envergadura, esta reducción es de un 23,5 % y cuando el ala se encuentra a una altura equivalente a una décima parte de la envergadura, la reducción de la resistencia inducida llega al 47,6%.

Una vez abandonado el efecto suelo después del despegue, el avión requerirá un incremento del ángulo de ataque para mantener el mismo coeficiente de sustentación, lo cual aumentará la resistencia inducida, requiriendo a su vez un incremento de potencia.

Debido a la reducción de la resistencia inducida por el efecto suelo, el avión puede ser capaz de despegar por debajo de la velocidad recomendada de despegue, por lo que es importante no forzar la aeronave a salir a volar con insuficiente velocidad. La velocidad de despegue recomendada es necesaria para tener una adecuada performance de ascenso inicial.

La respuesta a) es incorrecta porque el avión gana sustentación debido a la reducción de la resistencia inducida por el efecto suelo, por lo tanto, esta no es la causa del toque

abrupto del suelo. La respuesta c) es incorrecta porque el efecto suelo ayuda a la aeronave a salir volando antes de tener la suficiente velocidad normal de despegue.

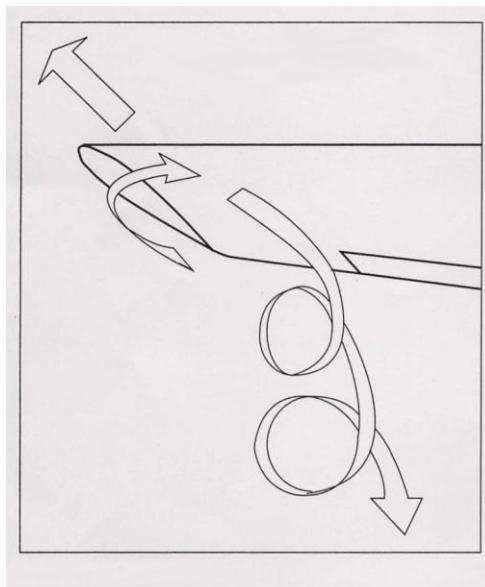
**35.-** El efecto suelo es el resultado de la interferencia de la superficie del suelo sobre el patrón de circulación del aire sobre el avión.

La respuesta b) es incorrecta porque la resistencia inducida disminuye. La respuesta c) es incorrecta porque la interrupción de los vórtices de punta de ala incrementa la sustentación.

**36.-** La respuesta a) es incorrecta porque los vórtices disminuyen. La respuesta c) es incorrecta porque el aterrizaje en pérdida total requerirá mayor deflexión del timón de profundidad debido al incremento de sustentación por el efecto suelo.

**37, 38.-** Todas las aeronaves dejan dos tipos de estelas turbulentas: las producidas por las hélices y/o por el chorro de las turbinas y las producidas por los vórtices de la punta de ala. Las primeras pueden ser peligrosas para las aeronaves pequeñas en tierra, detrás de aeronaves de gran porte, tanto cuando están rodando o cuando arrancan los motores. En el aire, esta estela se disipa rápidamente.

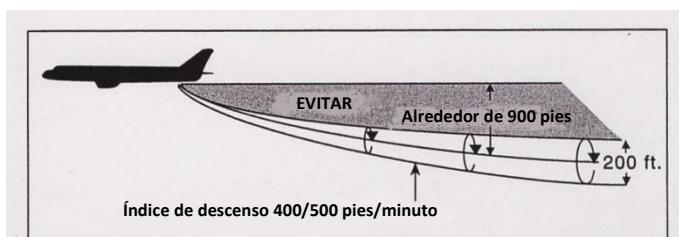
Los vórtices de punta de ala son el producto de la sustentación. Cuando un ala se encuentra con un ángulo de ataque positivo, se crea una presión diferencial entre la parte superior e inferior de la misma, siendo la presión en la parte superior menor que la de la parte inferior. Intentando igualar estas presiones, el aire se mueve hacia afuera y arriba alrededor de la puntera del ala creando un vórtice cuya estela se proyecta detrás de cada ala (ver figura 1-26).



**Figura 1-26. Vórtices de extremo de ala.**

La intensidad de estos vórtices es determinada por el peso, la velocidad y la forma del ala que los está generando. La fuerza máxima de los vórtices ocurre cuando la aeronave que los genera está pesada, limpia y volando lentamente.

Esta estela turbulenta generada por aeronaves de gran porte en vuelo tiende a desplazarse hacia debajo de la trayectoria mantenida por la misma. Pruebas de vuelo muestran que estos vórtices descienden a un promedio de 400 a 500 pies por minuto y tienden a estabilizarse a una distancia de 900 pies por debajo de la trayectoria de la aeronave que los está generando (ver figura 1-27).

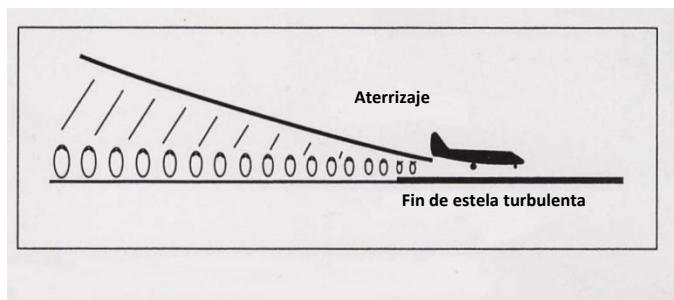


**Figura 1-27. Vórtices en vuelo de crucero**

El piloto que vuela detrás de estas aeronaves se debería mantener por encima de la trayectoria de la misma a fin de evitar dicha estela turbulenta creada en sus punteras de ala.

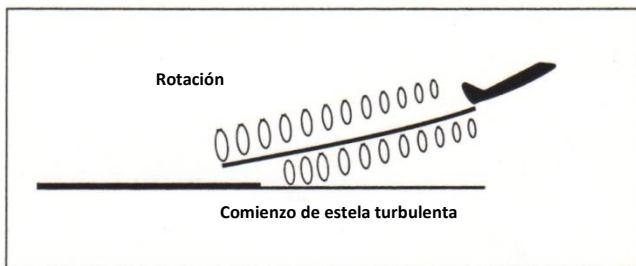
Cerca del suelo, estos vórtices tienden a desplazarse lateralmente. El viento cruzado hará que el vórtice del lado del viento se mantenga sobre la pista, mientras que el viento de cola puede desplazar estos vórtices de la aeronave que nos precede, hacia la zona de toque prevista.

Para evitar la estela turbulenta durante el aterrizaje, el piloto debería observar el punto de toque de la aeronave que precede y tocar la pista por delante del mismo (ver figura 1-28).



**Figura 1-28. Aterrizaje y fin de estela turbulenta**

En el despegue, se debería rotar antes del punto en que lo hace una aeronave de gran porte, manteniendo una trayectoria por encima de la que mantiene la aeronave que precede (ver figura 1-29).



**Figura 1-29. Rotación y comienzo de estela turbulenta**

**39.-** La condición de viento de cola puede desplazar los vórtices de la aeronave precedente hacia adelante, sobre la zona de toque prevista. Un viento suave cruzado de cola requiere máxima precaución por parte del piloto en el aterrizaje.

La respuesta a) es incorrecta porque el viento de frente desplaza los vórtices fuera de la zona de aterrizaje cuando se aterriza más allá del punto de toque de la aeronave precedente. La respuesta c) es incorrecta porque el viento fuerte ayuda a disipar la estela turbulenta de los vórtices.

**40.-** Cuando se despega detrás de una aeronave de gran porte, se debe determinar en qué punto la misma efectúa la rotación y despegar antes de ese punto, manteniendo el ascenso por encima del mismo, se requiere autorización del control para desviar la trayectoria enfrentando el viento.

Bibliografía: FAA-H8983.

## **CAPÍTULO 2: GRUPO MOTOPROPULSOR**

### **Motores alternativos**

La mayoría de los aviones pequeños están potenciados por motores alternativos compuestos por, en parte, cilindros, pistones, bielas y un cigüeñal. Los pistones se mueven hacia adelante y atrás dentro de los cilindros. Las bielas conectan los pistones al cigüeñal, lo cual convierte los movimientos hacia adelante y atrás de los pistones en un movimiento rotatorio. Es este movimiento rotatorio lo que impulsa a la hélice.

Un ciclo del motor consiste en dos revoluciones del cigüeñal. Estas dos revoluciones del cigüeñal requieren cuatro tiempos del pistón; a saber: los tiempos de admisión, compresión, explosión y escape.

El extremo superior del cilindro contiene una válvula de admisión, una válvula de escape y dos bujías de encendido.

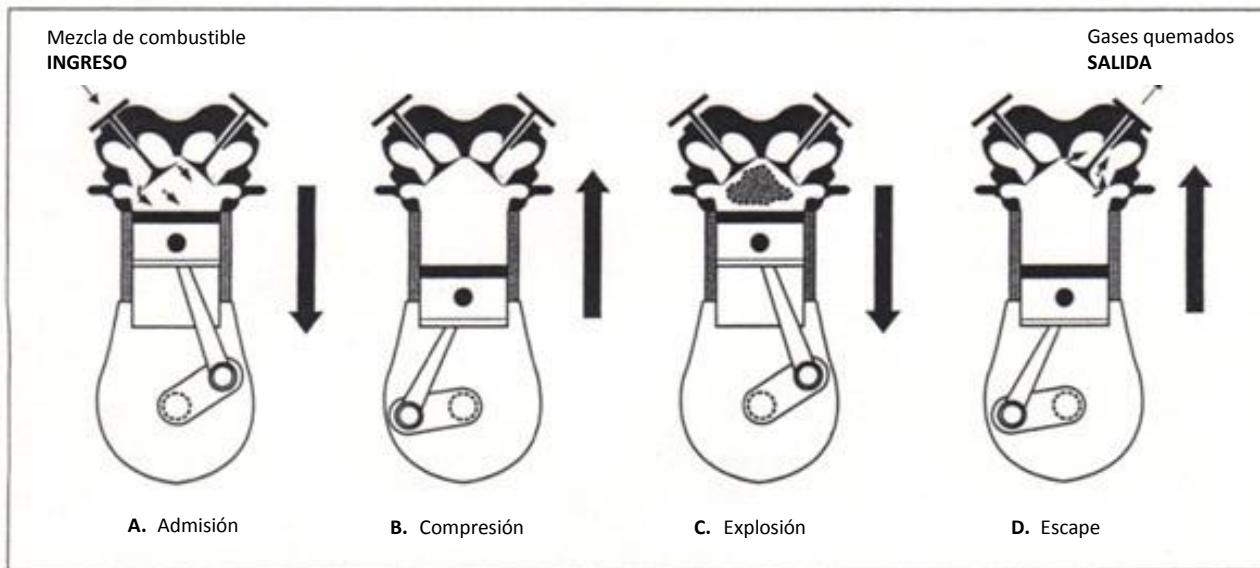
Durante el tiempo de admisión, la válvula de admisión se encuentra abierta y el pistón se aleja del extremo del cilindro y atrae la mezcla de aire/combustible (ver figura 2-1A).

Al completarse el tiempo de admisión, la válvula de admisión se cierra y el pistón regresa al extremo del cilindro y comprime la mezcla de aire/combustible (ver figura 2-1B). Cuando el pistón alcanza un punto preciso cerca del extremo de su tiempo, las bujías de encendido encienden la mezcla comprimida y la expansión rápida de la mezcla quemándose fuerza al pistón hacia abajo (ver figura 2-1C).

A medida que el pistón completa el movimiento hacia abajo del tiempo de explosión, la válvula de escape se abre y el pistón se eleva al extremo del cilindro. Este tiempo de escape fuerza a los gases quemados a salir y completa un ciclo del motor (ver figura 2-1D).

Debido a tantas partes en movimiento de un motor alternativo, apenas se enciende el motor, se deberían ajustar las RPM recomendadas para el calentamiento del motor y se debería verificar que las indicaciones de parámetros de motor sean las recomendadas por el fabricante.

Si fuera necesario encender el motor "a mano", resulta sumamente importante que un piloto competente se encuentre en los controles de la cabina. Además, la persona que gira la hélice debería estar muy familiarizada con el procedimiento.



**Figura 2-1. Cuatro ciclos de un motor de combustión interna.**

**1.-** Debido a los peligros que implican arrancar motores de aviones a mano, resulta sumamente importante que un piloto competente se encuentre en los controles de la cabina y que se acuerden y se practiquen previamente todas las comunicaciones y todos los procedimientos.

La respuesta a) es incorrecta porque no se requiere que la persona que da pala sea un piloto y tampoco se requiere confirmar “en contacto”. La respuesta c) es incorrecta porque el piloto debe estar en control total de la operación, no sólo en la cabina. Además, la persona que da pala colaciona las órdenes.

**2.-** Apenas se enciende el motor, verifique que no haya movimiento involuntario de la aeronave y ajuste las RPM recomendadas de calentamiento. Luego, se debería verificar que la indicación de presión de aceite se encuentre en los valores recomendados por el fabricante para determinar que el sistema funciona correctamente.

La respuesta b) es incorrecta porque esto se suele realizar al final del vuelo. La respuesta c) es incorrecta porque se verifican los frenos cuando se comienza a rodar.

**3.-** La mayoría de las aeronaves de entrenamiento utilizan motores alternativos porque son relativamente económicos y sencillos para operar.

### **Sistemas eléctricos y de encendido**

La mayoría de los motores alternativos que se utilizan en las aeronaves pequeñas incorporan dos sistemas de ignición independientes (magnetos y bujías).

El **magneto** es una fuente autogeneradora de energía eléctrica, es decir que, aún si una aeronave pierde totalmente la potencia eléctrica, el motor continuará funcionando.

Cuando se verifica la operación del magneto antes del vuelo, el motor debería funcionar en forma suave cuando se opera con el selector de magneto puesto en la posición “AMBOS” (“BOTH”) y se debería sentir una leve baja en las RPM cuando funciona sólo con uno de los dos magnetos.

Las ventajas principales de un sistema de encendido dual consisten en una mayor seguridad operacional y mejor rendimiento del motor.

**4.-** El sistema de encendido dual cuenta con dos magnetos para proporcionar corriente eléctrica a dos bujías de encendido en la cámara de combustión. Esto proporciona tanto una redundancia de encendido como un mejoramiento en el rendimiento del motor.

La respuesta b) es incorrecta porque la distribución del calor no se ve afectada por el sistema de encendido. La respuesta c) es incorrecta porque la compresión en la cabeza de cilindro no se ve afectada por el sistema de encendido.

**5.-** Si sufre una falla en el sistema eléctrico durante el vuelo, existe una falla en el equipo de aviónica y no se puede utilizar su bomba eléctrica de combustible.

La respuesta b) es incorrecta porque el sistema de encendido de un motor alternativo de aeronave está alimentado por dos magnetos independientes del sistema eléctrico de la aeronave. La respuesta c) es incorrecta porque las bombas de combustible que funcionan gracias al motor son mecánicas y no dependen del sistema eléctrico.

**6.-** Si el cable a tierra entre el magneto y el interruptor de encendido se desconecta, no se puede dirigir la corriente primaria a la tierra y no se puede detener el motor al colocar el interruptor en la posición APAGADO (OFF).

### **Sistemas de Inducción de Combustible (Carburación)**

La mayoría de los motores de aviones livianos utilizan un carburador o un sistema de inyección de combustible para proporcionar una **mezcla de aire/combustible** a los cilindros.

En un **sistema de inducción al carburador (carburetor induction system)**, el carburador de tipo flotante admite aire que fluye a través de una restricción (venturi), lo que crea un área de baja presión. La diferencia de presión entre el área de baja presión y el aire exterior, fuerza al combustible a la corriente de aire donde se mezcla con el aire que fluye, atraído a través de un múltiple de admisión y enviado a las cámaras de combustión, donde luego es encendido.

Los carburadores se encuentran configurados, normalmente, para proporcionar la mezcla correcta de aire/combustible a nivel del mar. Debido a que la densidad del aire disminuye con la altitud, un control de la mezcla (corrector), permite al piloto disminuir el flujo de combustible a medida que la altitud aumenta y, por lo tanto, mantiene la mezcla correcta. Caso contrario, la mezcla puede convertirse en demasiado “rica” en grandes altitudes.

Durante el descenso, la densidad del aire aumenta. A menos que se aumente el flujo de combustible, la mezcla puede tornarse en excesivamente “pobre”, es decir, la cantidad de combustible es muy poca para la cantidad de aire que llega a los cilindros. Los motores modernos de cuatro tiempos pueden ajustar el control de la mezcla en forma automática. Los motores de dos tiempos requieren normalmente cambios principales del pulverizador (jet) para las operaciones a diferentes altitudes.

En un **sistema de inyección de combustible**, el combustible y el aire se mezclan antes de entrar a la cámara de combustión. No se utiliza carburador alguno.

**7.-** En un sistema de carburador por aspiración, el aire exterior fluye hacia dentro del carburador a través de un venturi (una garganta angostada en el carburador). Cuando el aire fluye rápidamente a través del difusor (venturi), se crea un área de baja presión. Esta baja presión permite al combustible fluir a través del pulverizador principal de combustible (ubicada dentro de la garganta) hacia la corriente de aire donde se mezcla con el aire que fluye.

La respuesta a) es incorrecta porque es el combustible, más que el aire, el que en forma manual o automática se puede regular con el control de mezcla. La respuesta c) es incorrecta porque hay una disminución de la presión del aire.

**8.-** La mezcla se torna más rica a medida que el avión gana altitud, ya que el carburador mide la misma cantidad de combustible que cuando se encuentra a nivel del mar. Tornar más pobre el control de la mezcla previene esto al disminuir el índice de descarga de combustible para compensar la disminución en densidad de aire.

La respuesta a) es incorrecta porque el piloto debería incrementar la cantidad de combustible para compensar el incremento de la densidad de aire. La respuesta c) es

incorrecta porque el piloto debería disminuir la cantidad de combustible para compensar la menor densidad del aire.

**9.-** La densidad del aire aumenta en el descenso, pero la cantidad de combustible suministrada al carburador permanece igual. Para restablecer una mezcla balanceada de combustible/aire en un descenso, se debe ajustar el control de la mezcla a más "rica".

La respuesta b) es incorrecta porque la mezcla se tornará demasiado pobre y la temperatura del motor se incrementará. La respuesta c) es incorrecta porque causará una mezcla excesivamente pobre.

#### **Hielo del carburador**

A medida que el aire fluye a través de un carburador, este se expande rápidamente. Al mismo tiempo, el combustible forzado hacia la corriente de aire se vaporiza. La expansión del aire y la vaporización del combustible causa un enfriamiento repentino de la mezcla, lo que causa la formación de hielo dentro del carburador. La posibilidad de formación de hielo debería ser siempre considerada cuando se opera en condiciones en las que la temperatura se encuentra entre -7° y 21° (20° F y 70° F) y humedad relativa alta.

**El aire caliente al carburador** precalienta el aire antes de que entre al carburador y puede prevenir que se forme hielo en el carburador o derretir el hielo que se pudo haber formado. Cuando se aplica el calor del carburador, el aire calentado que entra al carburador es menos denso. Esto causa que la mezcla de combustible/aire se enriquezca y esto, por su lado, disminuye el rendimiento del motor y aumenta las temperaturas operativas del motor.

Durante el calentamiento de motores, antes de la partida desde un aeropuerto de gran altitud, el piloto puede notar una leve brusquedad del motor que no se encuentra afectada por la verificación del magneto, pero empeora durante la verificación del calor del carburador. En este caso, la mezcla de aire/combustible puede ser demasiado rica debido a la menor densidad del aire en la gran altitud y aplicar calor del carburador disminuye la densidad del aire aún más. Una configuración más pobre del control de la mezcla puede corregir este problema.

En un avión con una hélice de paso fijo, la primera indicación de hielo en el carburador debería ser una disminución en RPM ya que el suministro de aire disminuye. La aplicación de calor del carburador disminuirá la densidad del aire, lo que causa que las RPM baje aún más. Luego, a medida que el hielo en el carburador se derrite, las RPM aumentaran en forma gradual.

Los sistemas de inyección de combustible no utilizan un carburador y se considera comúnmente que son menos susceptibles a la formación de hielo que los sistemas de carburador.

**10.-** Cuando se aplica calor del carburador, la mezcla de aire/combustible de un motor se enriquecerá porque cualquier volumen de aire caliente es menos denso que el mismo volumen de aire frío. Esta condición podría agravarse en grandes altitudes ya que, debido a la menor densidad del aire, la mezcla ya es más rica que a nivel del mar.

La respuesta b) es incorrecta porque el piloto debería regresar a plataforma sólo si no se obtuvieron resultados positivos al empobrecer la mezcla. La respuesta c) es incorrecta porque no detonaría si la mezcla fuera demasiado rica y esta fuera la condición descripta en la pregunta.

**11.-** Para aviones con una hélice de paso fijo, la primera indicación de hielo en el carburador consiste en la pérdida de RPM.

Las respuestas a) y b) son incorrectas porque estos síntomas pueden desarrollarse, pero sólo luego de una pérdida de RPM.

**12.-** En aviones equipados con hélices de paso fijo, cuando se aplica calor, las RPM disminuyen. Si hay hielo en el carburador, normalmente habrá un aumento de RPM luego de la disminución inicial. Luego, cuando se saca el aire caliente al carburador, las RPM aumentarán hasta un valor mayor que las que tenían antes de aplicar el calor. El motor también debería funcionar en forma más suave luego de que se haya eliminado el hielo.

La respuesta a) es incorrecta porque el aire caliente disminuye las RPM del motor y, al derretirse el hielo, también disminuyen las RPM. Una vez que se elimina el hielo, las RPM aumentan. La respuesta b) es incorrecta porque esto sucedería si no hubiera hielo en el carburador en primer lugar.

**13.-** Si la temperatura se encuentra entre -7° C (20° F) y 21° C (70° C) con humedad visible o alta humedad, el piloto debería estar en constante alerta a que se forme hielo en el carburador.

Las respuestas a) y b) son incorrectas porque la posibilidad de formación de hielo en el carburador es mayor cuando hay alta humedad.

**14.-** Si la temperatura se encuentra entre -7° C (20° F) y 21° C (70° C) con humedad visible o alta humedad, el piloto debería estar en constante alerta a que se forme hielo en el carburador.

La respuesta b) es incorrecta porque es menos probable que se forme hielo por arriba de los 21° C (70° F). La respuesta c) es incorrecta porque es menos probable que se forme hielo por debajo de los -7° C (20° F).

**15.-** Si la temperatura se encuentra entre -7° C (20° F) y 21° C (70° C) con humedad visible o alta humedad, el piloto debería estar en constante alerta a la formación de hielo en el carburador.

**16.-** Normalmente, los carburadores se calibran a la presión del nivel de mar para medir la mezcla correcta de combustible/aire. A medida que la altitud aumenta, la densidad del aire disminuye y la cantidad de combustible es demasiado grande para la cantidad de aire, es decir, la mezcla es “demasiado rica”. Este mismo resultado puede ser causado por la aplicación de calor del carburador. El aire calentado que entra al carburador tiene menor densidad que el aire sin calentar y la mezcla de combustible/aire se enriquece.

La respuesta a) es incorrecta porque aplicar calor de carburador disminuye la densidad del aire pero no afecta al aire que pasa a través del carburador. La respuesta c) es incorrecta porque la mezcla se enriquece al aplicar calor del carburador.

**17.-** Normalmente, los carburadores se calibran a la presión del nivel de mar para medir la mezcla correcta de combustible/aire. A medida que la altitud aumenta, la densidad del aire disminuye y la cantidad de combustible es demasiado grande para la cantidad de aire, es decir, la mezcla es “demasiado rica”. Este mismo resultado puede ser causado por la aplicación de calor del carburador. El aire calentado que entra al carburador tiene menor densidad que el aire sin calentar y la mezcla de combustible/aire se enriquece.

Las respuestas a) y c) son incorrectas porque la mezcla de combustible/aire se enriquece.

**18.-** La utilización de aire caliente al carburador tiende a reducir el rendimiento del motor y también a aumentar la temperatura operativa.

**19.-** Los sistemas de inyección de combustible son menos susceptibles a la formación de hielo que los sistemas de carburador debido a que no sufren la caída de temperatura causada por el venturi en el carburador. Se debe estar atento a que uno puede adquirir hielo en el carburador aún sin humedad fácilmente visible y, en ciertas circunstancias, aún a toda potencia.

La respuesta b) es incorrecta porque la garganta del venturi de los carburadores los torna más susceptibles a la formación de hielo que los sistemas de inyección de combustible. La respuesta c) es incorrecta porque no es necesario que haya humedad visible si la humedad es alta.

### **Combustible de aviación**

El combustible cumple dos funciones para con el motor: actúa tanto como un agente para la combustión como un agente para la refrigeración (basado en la configuración de mezcla del motor).

El combustible de aviación se encuentra disponible en varios octanajes. El octanaje adecuado para un motor específico se encontrará listado en el manual de vuelo de la aeronave. Si el octanaje adecuado no se encuentra disponible, se puede utilizar el combustible de grado/octanaje próximo mayor. Nunca debería utilizarse un octanaje menor de combustible.

La utilización de un combustible de menor octanaje o una mezcla de aire/combustible demasiado pobre puede causar **detonación**, que es una explosión espontánea fuera de control de la mezcla en el cilindro. La detonación produce calor extremo.

El **pre encendido** es el quemado prematuro de la mezcla de aire/combustible. Está causado por un área tal como un carbón o depósito de plomo incandescente, que funciona como un encendedor antes del encendido normal.

Se puede contaminar el combustible por aire y/o suciedad. El aire dentro de los tanques de combustible de la aeronave puede enfriarse durante la noche y este enfriamiento forma gotitas de agua (mediante condensación) en los interiores de los tanques de combustible. Luego, estas gotitas caen dentro del combustible. Para evitar este problema, siempre llene los tanques completamente cuando se estaciona durante la noche.

Drene exhaustivamente todos los sumideros, drenajes y filtros antes de un vuelo para deshacerse de toda el agua que se podría haber juntado.

La suciedad puede llegar al combustible si el equipamiento de recarga de combustible está mal mantenido o si la operación de recarga de combustible es descuidada. Sea cuidadoso cuando recargue el combustible de una aeronave.

Se utilizan dos sistemas de bombas de combustible en la mayoría de los aviones. El sistema principal de bombas funciona gracias al motor (accionado mecánicamente por el motor) y se proporciona una bomba eléctrica auxiliar para utilizar en el caso de que la bomba principal falle. La bomba auxiliar agrega confiabilidad al sistema de combustible y también se utiliza como ayuda en el encendido del motor. La bomba eléctrica auxiliar se controla mediante un interruptor en la cabina.

**20.-** Se utilizan dos sistemas de bombas de combustible en la mayoría de los aviones. El sistema principal de bombas funciona gracias al motor (bomba mecánica de combustible) y se instala también una bomba eléctrica auxiliar para utilizar en el caso de que la bomba principal falle. La bomba auxiliar proporciona mayor confiabilidad al sistema de combustible y también se utiliza como ayuda en el encendido del motor. La bomba eléctrica auxiliar se controla mediante un interruptor en la cabina.

**21.-** Utilizar combustible de un octanaje menor es dañino en cualquier circunstancia porque puede causar pérdida de potencia, calor excesivo, bujías de encendido quemadas, válvulas quemadas y pegajosas, consumo alto de aceite y detonación.

La respuesta a) es incorrecta porque el carburador medirá el combustible de menor octanaje de la misma manera que el combustible adecuado. La respuesta b) es incorrecta porque el combustible de menor octanaje aumenta las temperaturas de la culata de cilindro.

**22.-** La detonación o el golpe es una explosión repentina o una sacudida en un área pequeña del extremo superior del pistón, en lugar del quemado suave normal en la cámara de combustión.

La respuesta b) es incorrecta porque la detonación puede ocurrir con una mezcla de combustible excesivamente pobre y una pérdida de potencia. La respuesta c) es incorrecta porque describe el pre encendido.

**23.-** La detonación es una explosión repentina o una combustión instantánea de la mezcla de combustible/aire en los cilindros, lo que produce calor extremo y tensiones estructurales severas en el motor.

La respuesta a) es incorrecta porque la detonación no guarda relación con el cableado. La respuesta b) es incorrecta porque describe el pre encendido y no la detonación.

**24.-** El pre-encendido se define como encendido del combustible antes del encendido normal.

La respuesta a) es incorrecta porque la combustión es el proceso normal del motor. La respuesta c) es incorrecta porque la detonación es la explosión de la mezcla de combustible/aire.

**25.-** Si el octanaje adecuado de combustible no se encuentra disponible, es posible (aunque no deseable) utilizar el próximo octanaje mayor (de combustible de aviación) como sustituto.

La respuesta b) es incorrecta porque quemar combustible de menor octanaje causa temperaturas excesivas de motor. La respuesta c) es incorrecta porque se debería utilizar únicamente combustible de aviación, excepto en circunstancias especiales.

**26.-** La existencia de agua en el sistema de combustible es peligrosa y el piloto debe prevenir la contaminación. Los tanques de combustibles deberían llenarse luego de cada vuelo o al menos luego del último vuelo del día. Esto prevendrá la condensación de humedad dentro del tanque, ya que no se dejará ningún espacio de aire adentro.

La respuesta a) es incorrecta porque el agua se asentará en el fondo de un tanque de combustible. La respuesta b) es incorrecta porque se permite al combustible expandirse por la ventilación del combustible, ya sea que los tanques se encuentren llenos o no.

**27.-** Muchas aeronaves se encuentran equipadas con filtros de combustible ubicados en el punto más bajo de las líneas de combustible y cuentan con drenajes de sumideros instalados en el punto más bajo de cada tanque de combustible. Para poder purgar completamente toda el agua líquida del sistema de combustible, se deben drenar el filtro de combustible y los sumideros en todos los tanques.

### **Temperaturas de motor**

El aceite lubricante de motor no sólo previene el contacto directo del metal con el metal de las partes en movimiento, sino que también absorbe y disipa algo del calor del motor producido por la combustión interna. Si el nivel de aceite del motor bajara demasiado, puede aparecer una indicación de temperatura de aceite del motor alta fuera de lo normal.

Tanto en tierra como en el aire, las temperaturas de motor excesivamente altas pueden causar consumo excesivo de aceite, pérdida de potencia y posible daño interno y permanente del motor.

Si los indicadores de las temperaturas del aceite del motor y de la culata de cilindro excedieran su rango operativo normal o si el piloto sospechara que el motor (con una hélice de paso fijo) está detonando durante el ascenso después del despegue, el piloto pudo haber estado operando con demasiada potencia y la mezcla demasiado pobre, utilizando combustible de muy bajo octanaje u operando el motor con cantidad insuficiente de aceite. Reducir el ángulo de ascenso y aumentar la velocidad, enriquecer la mezcla de combustible o retrasar el acelerador ayudará a enfriar el motor que se está sobrecalentando.

La regla más importante que se debe recordar en el caso de una falla en la potencia luego de estar en el aire consiste en mantener una velocidad segura.

**28.-** Para prevenir la detonación, el piloto debería utilizar el octanaje correcto de combustible, mantener una mezcla suficientemente rica, abrir el acelerador suavemente y mantener la temperatura del motor dentro de los límites operativos. Algunas aeronaves cuentan con una mezcla enriquecida en forma automática para un enfriamiento mejorado durante el despegue y el ascenso luego del despegue con el acelerador a toda potencia. Bajar la nariz permitirá que la aeronave gane velocidad, lo que eventualmente bajará la temperatura del motor.

La respuesta a) es incorrecta porque empobrecer la mezcla aumenta la temperatura del motor, la detonación es causada por temperaturas del motor excesivamente altas. La respuesta c) es incorrecta porque, a pesar de que aplicar calor del carburador causa una mezcla de combustible más rica, el calor podría reducir el efecto de enfriamiento del cambio de la mezcla. La acción inicial más eficaz sería aumentar la velocidad.

**29.-** Operar un motor a una temperatura más alta de lo que fue diseñado causará pérdida de potencia, consumo excesivo de aceite y detonación. Además provocará daño grave y permanente al motor, incluidas marcas en las paredes de los cilindros, daño en los pistones, aros y quemado y deformación de válvulas.

La respuesta a) es incorrecta porque es más probable que exista daño interno en el motor que daño externo. La respuesta c) es incorrecta porque temperaturas excesivamente altas del motor afectan gravemente al motor de una aeronave.

**30.-** Altas temperaturas del motor pueden provocar pérdida de potencia, consumo excesivo de aceite, detonación y daño grave en el motor.

**31.-** Las temperaturas excesivamente altas del motor pueden ser causadas por enfriamiento insuficiente, a su vez causado por una mezcla demasiado pobre, muy bajo octanaje de combustible, poco aceite o flujo de aire insuficiente sobre el motor.

La respuesta a) es incorrecta porque, en general, una mezcla de combustible más rica enfriará el motor. La respuesta b) es incorrecta porque la presión alta de aceite no causa temperaturas altas del motor.

**32.-** Las temperaturas excesivamente altas del motor pueden ser causadas por enfriamiento insuficiente, a su vez causado por una mezcla demasiado pobre, muy bajo octanaje de combustible, poco aceite o flujo de aire insuficiente sobre el motor.

La respuesta b) es incorrecta porque un combustible de menor octanaje se quemará a temperaturas más bajas, lo que mantiene enfriado al motor. La respuesta c) es incorrecta porque una presión alta de aceite no causa temperaturas altas del motor.

**33.-** El aceite, utilizado fundamentalmente para lubricar las partes en movimiento del motor, también enfriá las partes internas del motor a medida que circula.

La respuesta a) es incorrecta porque la mayoría de los motores de aeronaves enfriados por aire no cuentan con termostatos. La respuesta b) es incorrecta porque, aunque el enfriamiento por aire es importante, el enfriamiento interno es más dependiente de la circulación de aceite. El aire enfriá los cilindros, no el escape múltiple.

**34.-** El aceite, utilizado fundamentalmente para lubricar las partes en movimiento del motor, también ayuda a reducir la temperatura del motor al eliminar parte del calor de los cilindros. Por lo tanto, si el nivel de aceite es demasiado bajo, la transferencia de calor a menos aceite causaría que la temperatura del aceite aumente.

La respuesta b) es incorrecta porque cuanto más viscosidad, mejor capacidad de lubricación y enfriamiento tendrá el aceite. La respuesta c) es incorrecta porque una mezcla rica de combustible/aire normalmente disminuye la temperatura del motor.

**35.-** Para evitar temperaturas excesivas en la culata de cilindro, el piloto puede abrir los flaps de capó, aumentar la velocidad, enriquecer la mezcla o reducir la potencia. Cualquiera de esos procedimientos ayudará a que se reduzca la temperatura del motor. Establecer un ascenso de poca pendiente (aumentando la velocidad) aumenta el flujo de aire a través del sistema de enfriamiento, lo cual reduce las temperaturas altas del motor.

La respuesta b) es incorrecta porque reducir la velocidad dificulta el enfriamiento y aumentar las RPM aumentará aún más la temperatura del motor. La respuesta c) es incorrecta porque aumentar las RPM aumentará la temperatura del motor.

**36.-** Para evitar temperaturas excesivas en la culata de cilindro, el piloto puede abrir los flaps de capó, aumentar la velocidad, enriquecer la mezcla o reducir la potencia. Cualquiera de esos procedimientos ayudará a que se reduzca la temperatura del motor.

La respuesta b) es incorrecta porque aumentar las RPM aumenta el calor interno del motor. La respuesta c) es incorrecta porque reducir la velocidad disminuye el flujo de aire necesario para el enfriamiento y, por lo tanto, aumenta la temperatura del motor.

**37.-** Mantener la velocidad adecuada de planeo (velocidad segura) es la regla más importante que se debe recordar en el caso de una falla en la potencia.

Las respuestas b) y c) son incorrectas porque estos pasos se deberían tomar sólo luego de establecer la velocidad adecuada de planeo.

### **Hélices**

Una hélice proporciona tracción para impulsar el avión a través del aire. Algunas aeronaves se encuentran equipadas con una **hélice de velocidad constante**. Este tipo de hélice permite al piloto elegir el ángulo de pala de hélice más eficaz para cada etapa del vuelo. En estas aeronaves, el acelerador controla la producción de potencia a medida que se registra en el indicador de presión múltiple y el control de la hélice regula las RPM del motor.

El piloto debería evitar una configuración de presión múltiple alta con bajas RPM en motores equipados con una hélice de velocidad constante. Para evitar presión múltiple alta combinada con bajas RPM, se reduce la presión múltiple antes de reducir las RPM cuando se disminuyen las configuraciones de potencia (o se aumentan las RPM antes de aumentar la presión múltiple cuando se incrementan las configuraciones de potencia).

**38.-** En aeronaves equipadas con una hélice de velocidad constante, el acelerador controla la producción de potencia, la cual se registra en el indicador de presión múltiple. El control de la hélice cambia el ángulo de paso de la hélice y determina las RPM, lo cual se indica en el taquímetro.

La respuesta b) es incorrecta porque el control de la hélice no mantiene un paso constante, cambia el paso para poder mantener RPM constantes. La respuesta c) es incorrecta porque el acelerador no controla directamente las RPM y el control de la mezcla no regula la potencia.

**39.-** Una hélice de velocidad constante permite al piloto elegir el ángulo de la pala que produzca el rendimiento más eficaz para una condición de vuelo en particular. Un ángulo bajo de pala permite RPM más altas y más caballos de fuerza, lo cual es deseable en los despegues. Se puede utilizar una posición intermedia para el ascenso subsiguiente. Luego de alcanzar la velocidad durante el vuelo nivelado, se puede cambiar la pala de la hélice a un ángulo mayor para RPM disminuidas, ruido reducido del motor, vibración generalmente menor y una eficacia mayor de combustible.

La respuesta a) es incorrecta porque no se utiliza la hélice de velocidad constante para mantener la velocidad, sino para mantener RPM constantes del motor. La respuesta c) es incorrecta porque una hélice de velocidad constante puede no ser más suave u operar con menos vibración que una hélice de paso fijo.

**40.-** En aeronaves equipadas con una hélice de velocidad constante, el acelerador controla la producción de potencia, la cual se registra en el indicador de presión múltiple. El control de la hélice cambia el ángulo de paso de la hélice y determina las RPM, lo cual se indica en el taquímetro. En la mayoría de los aviones, para una cantidad de RPM dada, existe una presión múltiple que no debería ser excedida. Si se lleva una cantidad excesiva de presión

múltiple para una cantidad dada de RPM, la presión máxima permitida dentro de los cilindros del motor podría ser excedida, por lo tanto, se les pondría demasiada tensión.

La respuesta a) es incorrecta porque la presión múltiple alta se permite con configuraciones altas de RPM, dentro de los límites de especificación. La respuesta c) es incorrecta porque la mezcla se debería empobrecer para un mejor rendimiento.

### **Torque**

Un avión de configuración estándar tiene una tendencia insistente a girar hacia la izquierda. Esta tendencia se denomina torque y consiste en una combinación de cuatro fuerzas, a saber: la fuerza reactiva, el chorro de la hélice en espiral (spiraling slip stream), la precesión giroscópica y el Factor-P.

**La fuerza reactiva** está basada en la Ley de Newton de acción y reacción. Una hélice que rota en el sentido de las agujas del reloj (como se ve desde la parte trasera) produce una fuerza que tiende a girar el avión en sentido contrario a las agujas del reloj (ver figura 2-2).

**El chorro de la hélice en espiral** es la reacción del aire a una hélice en rotación (la hélice fuerza al aire a subir en espiral en sentido de las agujas del reloj alrededor del fuselaje). Este chorro en espiral golpea al estabilizador vertical del avión en el lado izquierdo. Esto empuja la cola del avión hacia la derecha y la nariz del avión hacia la izquierda (ver figura 2-3).

**La precesión giroscópica** es el resultado de una fuerza de desviación aplicada a un cuerpo en rotación (como una hélice). La acción resultante ocurre 90° después en la dirección de rotación (ver figura 2-4).

La carga de hélice asimétrica (Asymmetric propeller loading), denominada **Factor-P**, está causada por la pala en movimiento hacia abajo en el lado derecho de la hélice teniendo un ángulo mayor de ataque, una acción y reacción mayor y, por lo tanto, una tracción mayor que la pala opuesta en movimiento hacia arriba. Esto causa una tendencia de la aeronave a girar hacia la izquierda alrededor del eje vertical. Una tendencia adicional de viraje hacia la izquierda la dará el torque que será mayor cuando la aeronave esté operando a baja velocidad con una configuración mayor de potencia.

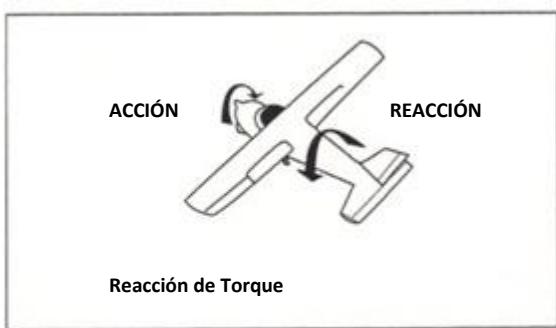


Figura 2-2. Fuerza reactiva



Figura 2-3. Estela de la hélice

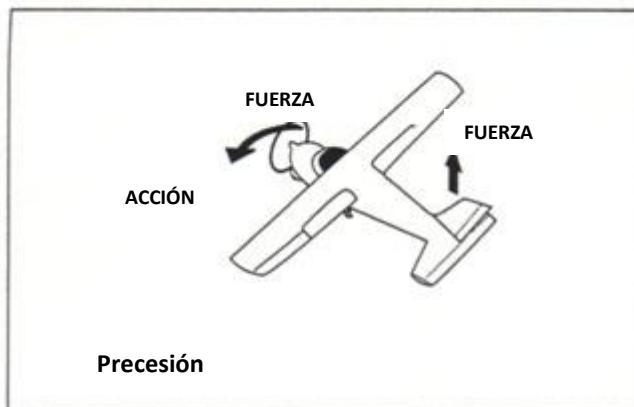


Figura 2-4. Precesión giroscópica

**41.-** El efecto de torque aumenta en proporción directa con la potencia del motor, la velocidad y la altitud del avión. Si la configuración de potencia es alta, la velocidad es baja y el ángulo de ataque grande, el efecto de torque es mayor.

La respuesta b) es incorrecta porque se produce la menor cantidad de efecto de torque en estas condiciones. La respuesta c) es incorrecta porque el efecto de torque es insignificante en velocidades mayores debido a la estabilidad incrementada generada por mayor flujo de aire que se mueve sobre todas las superficies aerodinámicas.

**42.-** La pala en movimiento hacia abajo en el lado derecho de la hélice tiene un mayor ángulo de ataque y una mayor acción y reacción que la pala en movimiento hacia arriba a la izquierda. Esto causa una tendencia de la aeronave a girar hacia la izquierda alrededor del eje vertical.

La respuesta a) es incorrecta porque describe las características involucradas en el efecto de torque. La respuesta c) es incorrecta porque describa la precesión giroscópica.

**43.-** Los efectos del Factor-P, o carga de la hélice asimétrica (asymmetric propeller loading), en general ocurren cuando el avión se vuela en ángulos de ataque grandes y en configuración de alta potencia.

La respuesta a) es incorrecta porque la tracción diferencial entre las palas ascendentes y descendentes de la hélice en bajos ángulos de ataque es leve. La respuesta c) es incorrecta porque en grandes velocidades, el ángulo de ataque de una aeronave disminuye en vuelo horizontal y nivelado; por lo tanto, la tracción diferencial de la pala de la hélice se torna insignificante.

#### **Procedimientos de inspección de pre-vuelo**

Se debería realizar una **inspección de pre-vuelo** exhaustiva en una aeronave para ayudar a garantizar que la aeronave se encuentra preparada para el vuelo seguro y dicha inspección debería ser un medio exhaustivo y sistemático por el cual el piloto determine que el avión se encuentra preparado para el vuelo seguro. Antes de cada vuelo, el piloto debería realizar al menos una inspección visual de la aeronave.

Después de que una aeronave ha estado guardada por un periodo prolongado de tiempo, se debería realizar una verificación especial durante el pre-vuelo en busca de daños u obstrucciones causadas por animales, pájaros o insectos.

Se recomienda la utilización de una lista de chequeo escrita para una inspección de pre-vuelo y el encendido del motor para asegurarse de que todos los ítems necesarios se verifiquen en una secuencia lógica.

El piloto al mando es responsable de determinar si la aeronave se encuentra en condición para el vuelo seguro.

**44.-** El piloto al mando de una aeronave es responsable de determinar si la aeronave se encuentra en condición para el vuelo seguro (RAAC 91.7 a) y b)).

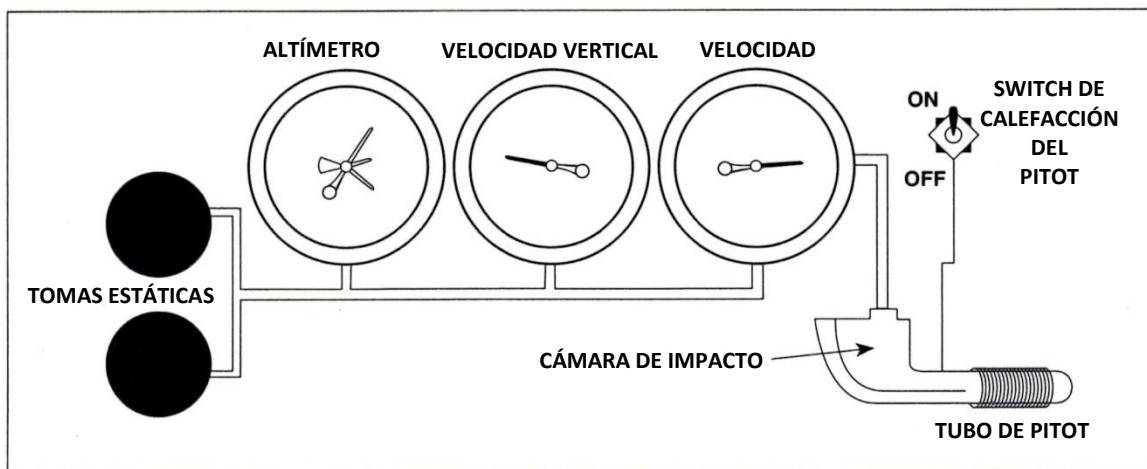
**45.-** La inspección de pre-vuelo debería ser un medio exhaustivo y sistemático por el cual el piloto determine que el avión se encuentra preparado para el vuelo seguro. La mayoría de los Manuales de Operación de Pilotos o de los Manuales de Vuelo de las Aeronaves contienen una sección dedicada a un método sistemático para realizar una inspección de pre-vuelo que el piloto debería utilizar para orientarse.

**46.-** El dueño u operador es responsable por el mantenimiento de una aeronave en condición aeronavegable.

### **CAPÍTULO 3: INSTRUMENTOS DE VUELO**

#### **Tubo Pitot y Tomas Estáticas**

El **altímetro aneroide**, el **variómetro** y el **velocímetro** operan respondiendo a las presiones detectadas a través del tubo pitot y de las tomas estáticas (ver figura 3-1).



**Figura 3-1. Sistema de tomas estáticas (pitot-static system)**

**La presión estática** (atmosférica) alimenta estos tres instrumentos. Cualquier obstrucción de la toma o la línea de alimentación dejará inoperativos o con lecturas erróneas dichos instrumentos.

**La presión de impacto** (ram) es tomada por el tubo pitot y alimenta únicamente al velocímetro.

La obstrucción del tubo pitot no afectará el normal funcionamiento del altímetro y del variómetro.

El piloto debe familiarizarse con los términos y abreviaturas relacionadas con el **velocímetro**:

**Velocidad Indicada (IAS):** es la velocidad de una aeronave que indica el velocímetro, asociado al sistema pitot-estático, calibrado para reflejar el flujo compresible adiabáticamente de la atmósfera estándar a nivel a nivel del mar, no corregido por errores del sistema.

**Velocidad Calibrada (CAS)**: es la velocidad indicada de una aeronave, corregida por posición y error de instrumento. La velocidad calibrada es igual a la velocidad verdadera en la atmósfera estándar a nivel del mar.

**Velocidad Verdadera (TAS)**: es la velocidad calibrada corregida por variaciones de temperatura y presión.

Un número de limitaciones de velocidad abreviadas como “V” están indicadas con códigos de colores marcados en el velocímetro (ver figura 3-2).

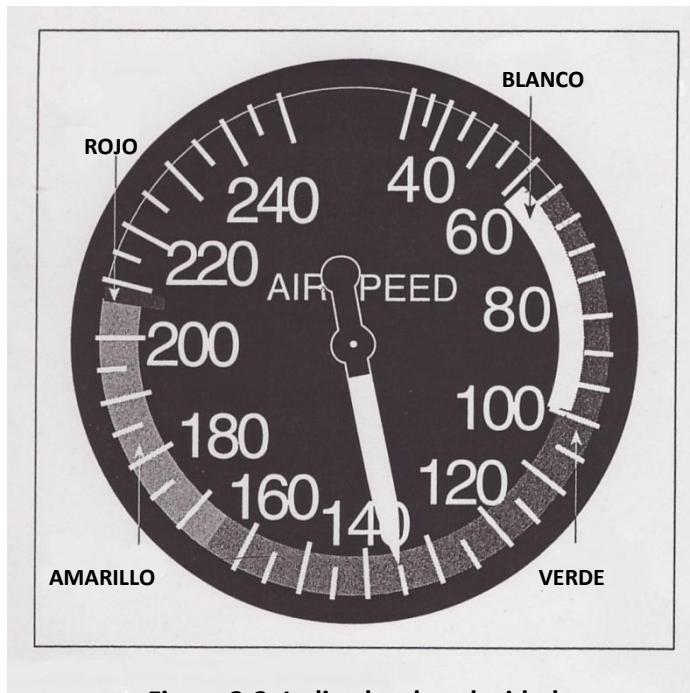


Figura 3-2. Indicador de velocidad

**VSO**: Velocidad de pérdida o velocidad mínima de vuelo nivelado en configuración de aterrizaje, a la cual el avión es controlable (el límite inferior del arco blanco).

**VFC**: Velocidad para características de estabilidad.

**VFE**: Velocidad máxima con flaps extendidos (límite superior del arco blanco). Todo el arco blanco se define como el rango de operación con flaps.

**VS1**: Velocidad de pérdida o mínima velocidad de vuelo en una determinada configuración (el límite inferior del arco verde). El arco verde completo define el rango normal de operación.

**VNO:** Velocidad de crucero máximo estructural (límite superior del arco verde y límite inferior del arco amarillo). El arco amarillo define el rango de precaución, el cual debería ser evitado, salvo que se vuela en aire calmo.

**VNE:** Velocidad de nunca exceder (el límite superior del arco amarillo) marcado en rojo.

Hay otras limitaciones de velocidad importantes que no están con código de colores en el velocímetro:

**VLE:** Velocidad máxima para extensión del tren de aterrizaje.

**VLO:** Velocidad máxima de operación con el tren de aterrizaje extendido.

**VLOF:** Velocidad para ir al aire (lift-off speed).

**VA:** Velocidad de maniobra de diseño. Si se encuentra turbulencia moderada o severa en vuelo se debe reducir la velocidad a esta velocidad de maniobra, a efectos de minimizar las sobrecargas en la estructura de la aeronave.

**VY:** Velocidad de mejor régimen de ascenso (velocidad que permite alcanzar la mayor altitud en un período determinado de tiempo).

**VX:** Velocidad de mejor ángulo de ascenso (velocidad que permite alcanzar la mayor altitud en una distancia determinada).

**1.-** La presión de impacto registrada por el tubo pitot alimenta solamente al velocímetro.

Las respuestas a) y b) son incorrectas porque el altímetro y el variómetro funcionan con el sistema de toma estática y no son afectadas por el bloqueo del tubo pitot.

**2.-** El velocímetro, el altímetro y el variómetro reciben información del sistema de tomas estáticas y en caso de bloqueo las indicaciones podrían ser imprecisas.

**3.-** El velocímetro, el altímetro y el variómetro reciben información del sistema de tomas estáticas y en caso de bloqueo las indicaciones podrían ser imprecisas.

Las respuestas a) y c) son incorrectas porque el indicador de viraje y ladeo y el horizonte artificial son instrumentos giroscópicos y no son parte del sistema pitot-tomas estáticas.

**4.-** El tubo pitot provee presión de impacto solamente al velocímetro.

Las respuestas a) y b) son incorrectas porque el altímetro y variómetro reciben señal de las tomas estáticas.

**5.- VA es definida como velocidad de maniobra.**

La respuesta b) es incorrecta porque esta es la velocidad máxima de operación con el tren de aterrizaje extendido. La respuesta c) es incorrecta porque esta es la velocidad de nunca exceder.

**6.- La parte superior del arco coloreado termina con una línea roja, la cual indica la velocidad que nunca se debe exceder.**

Las respuestas a) y b) son incorrectas porque la velocidad de maniobra y la velocidad máxima de turbulencia no están indicadas en el velocímetro.

**7.- (Ver figura 4) La parte final del arco de colores está marcado con una línea roja, la cual indica la velocidad de nunca exceder (VNE).**

La respuesta a) es incorrecta porque el límite inferior del arco amarillo es el comienzo del rango de precaución. La respuesta b) es incorrecta porque el límite superior del arco blanco indica la velocidad máxima a la cual los flaps pueden ser extendidos.

**8.- (Ver figura 4) El arco verde es el rango normal de operación. El límite inferior del arco verde (VS1) es la velocidad de pérdida para una configuración determinada.**

La respuesta a) es incorrecta porque el límite superior del arco verde indica la máxima velocidad estructural de crucero. La respuesta b) es incorrecta porque el límite superior del arco blanco indica la velocidad máxima con flaps extendidos.

**9.- VX (mejor ángulo) es la velocidad con la cual se obtendrá la máxima altitud en una distancia horizontal dada.**

La respuesta a) es incorrecta porque VY es el mejor régimen de ascenso. La respuesta b) es incorrecta porque VA designa la velocidad de maniobra.

**10.- VY (mejor régimen) es la velocidad a la cual el avión obtiene el mayor incremento de altitud por unidad de tiempo (pies por minuto) después del despegue.**

La respuesta b) es incorrecta porque VX es la de mejor ángulo de ascenso. La respuesta c) es incorrecta porque VA designa la velocidad de maniobra.

**11.- (Ver figura 4) El rango de operación con flaps está marcado con arco blanco. El límite inferior es VSO (velocidad de pérdida en configuración de aterrizaje) y el límite superior es VFE (velocidad con máximo flaps extendido).**

La respuesta b) es incorrecta porque 60 a 208 MPH es el rango total de operación de esta aeronave desde la velocidad de pérdida hasta la velocidad de nunca exceder. La respuesta c) es incorrecta porque 65 a 165 MPH es el rango normal de operación de esta aeronave (arco verde).

**12.-** (Ver figura 4) El rango de precaución (arco amarillo) incluye velocidades que sólo deben ser voladas en aire calmo; la velocidad máxima en el rango de precaución es 208 MPH para este aeroplano.

La respuesta a) es incorrecta porque 100 MPH es el límite superior del arco blanco, el cual es la velocidad máxima para volar con el flaps extendido. La respuesta b) es incorrecta porque 165 MPH es el límite superior del arco verde, el cual es la velocidad máxima estructural de crucero.

**13.-** (Ver figura 4) El rango de operación con flaps está indicado por el arco blanco. El límite superior es VFE (velocidad máxima para flaps extendido) el cual es 100 MPH en este aeroplano.

La respuesta a) es incorrecta porque 65 MPH es el límite inferior del arco verde el cual es la velocidad de pérdida sin potencia, VS1. La respuesta c) es incorrecta porque 165 MPH es el límite superior del arco verde, el cual es VNO.

**14.-** (Ver figura 4) El rango de operación con flaps está marcado con arco color blanco. El límite inferiores VSO (velocidad de pérdida en configuración de aterrizaje), y el superior es VFE (velocidad máxima para flaps extendido).

La respuesta a) es incorrecta porque el límite superior del arco verde está muy por arriba del arco blanco y representa la VNO. La respuesta b) es incorrecta porque el arco verde indica el rango normal de operación.

**15.-** (Ver figura 4) El rango de operación con flaps está indicado por el arco blanco. El límite inferior es VSO (velocidad de pérdida en configuración de aterrizaje).

La respuesta a) es incorrecta porque el límite superior del arco verde es VNO. La respuesta b) es incorrecta porque el límite superior del arco blanco es VFE.

**16.-** (Ver figura 4) El arco verde es el rango normal de operación. El límite superior (VNO) es definida como velocidad máxima estructural de crucero.

La respuesta a) es incorrecta porque 100 MPH es el límite superior del arco blanco, el cual indica la velocidad para flaps extendido. La respuesta c) es incorrecta porque 208 MPH es la velocidad de nunca exceder (VNE).

**17.-** La velocidad de maniobra (VA) no está indicada en el velocímetro.

La respuesta a) es incorrecta porque la velocidad de nunca exceder está indicada con una línea roja en el velocímetro. La respuesta b) es incorrecta porque se puede encontrar la velocidad máxima estructural de crucero en el límite superior del arco verde del velocímetro.

**18.-** VFE es la mayor velocidad calibrada permitida para volar con el flaps extendidos.

La respuesta b) es incorrecta porque es la velocidad para ir al aire (liftoff). La respuesta c) es incorrecta porque es la máxima velocidad para características de estabilidad.

**19.-** VLE es la máxima velocidad calibrada a la que el aeroplano puede volar con seguridad con el tren de aterrizaje extendido.

La respuesta b) es incorrecta porque VLO es la máxima velocidad calibrada para operar el tren de aterrizaje. La respuesta es incorrecta porque VFE es la máxima velocidad para volar con el flaps extendido.

**20.-** VNO es la máxima velocidad calibrada para la normal operación o la máxima velocidad estructural de crucero.

La respuesta a) es incorrecta porque esto no define una velocidad, si bien está en el arco verde del velocímetro. La respuesta b) es incorrecta porque esta se denomina VNE.

**21.-** (Ver figura 4) El rango de precaución (arco amarillo) incluye velocidades que sólo pueden ser voladas en aire calmo y van de 165 a 208 MPH para este aeroplano.

La respuesta a) es incorrecta porque 0 a 60 MPH es menor que la velocidad de pérdida. La respuesta b) es incorrecta porque 100 a 165 MPH es el rango de operación normal de este aeroplano.

### El altímetro y altitudes

El **altímetro** es un barómetro aneroide que indica la altura en pies o metros, en vez de unidades de presión, es decir, es un instrumento usado para medir la altitud, respondiendo a los cambios de la presión atmosférica (ver figura 3-3).

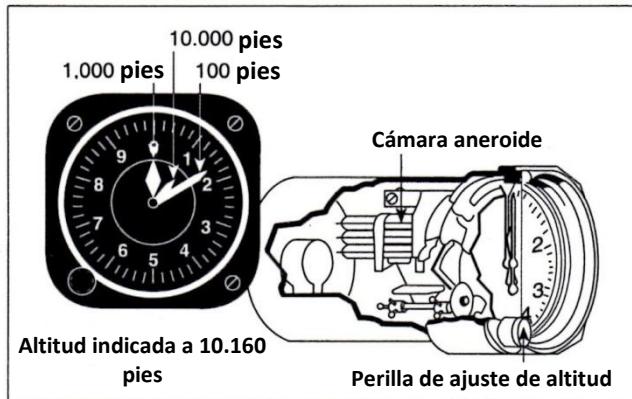


Figura 3-3. Componentes del altímetro

En el altímetro de referencia, la altitud es indicada por 3 agujas. La más corta indica a 10000 pies, la mediana de a 1000 pies y la más corta de a 100 pies. La cartilla está subdividida de a 20 pies de incremento.

**Altitud:** Es la distancia vertical entre un nivel, punto u objeto considerado como punto y el nivel medio del mar (MSL) y diferentes términos se identifican según el nivel de referencia usado (ver figura 3-4).

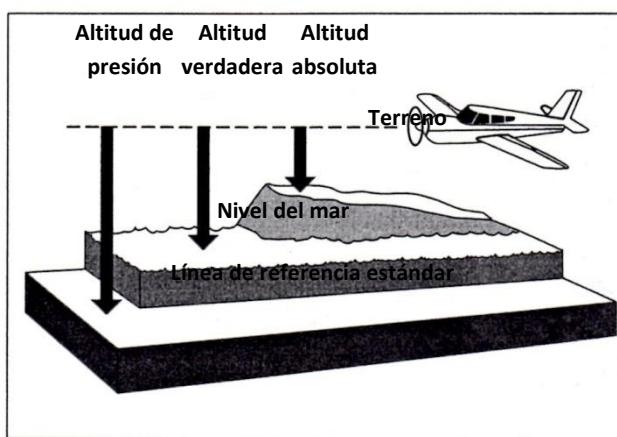


Figura 3-4. Tipos de altitud

**Altitud indicada:** Es la altitud leída después que el altímetro se ajusta al QNH local (reglaje de la subescala del altímetro para obtener elevación estando en tierra).

**Altitud absoluta:** Es la altura sobre la superficie del terreno sobre la que se está volando. Con precisión solamente puede ser determinada con el radioaltímetro. Se puede estimar con bastante aproximación restando de la altitud verdadera, la elevación del terreno leída en la carta, sin embargo, la lectura tendrá un error de acuerdo con el que pueda tener la carta.

**Altitud verdadera:** Es la altitud indicada con la corrección por temperatura. Se puede determinar por medio del computador, pero se asumen los gradientes estándares.

**Altura:** Es la distancia vertical entre un nivel, punto u objeto considerado como punto y un punto o nivel en la superficie.

**Altitud de presión:** Es la altura por encima de un plano de referencia estándar el cual es solo el nivel del mar en un día estándar (presión 29.92"-temperatura 15°).

**Altitud de densidad:** Es la altitud de presión corregida por los desvíos de los valores estándar de la presión y temperatura.

Rotando la perilla de control del ajuste altimétrico, la escala mostrada en la ventanilla de presión (ventana Kohlsman) y las agujas del altímetro se desplazan a razón de 1000 pies por cada pulgada de ajuste. De esta manera, si se ajusta el valor de la ventana Kohlsman, por ejemplo de 29.15" a 29.85", se observará un incremento de 700 pies en la indicación.

Previo al despegue, se debe realizar el ajuste altimétrico, obteniendo el QNH correspondiente al aeropuerto. Si esta información no se encuentra disponible, se debería ajustar la elevación del lugar de despegue (QFE o elevación del aeródromo o cabecera usada para el despegue).

En un día estándar (29.92" Hg y 15° C) a nivel del mar, la altitud de presión, la altitud verdadera, la altitud indicada y la altitud de densidad son iguales. Cualquier variación de los valores estándares tendrá efecto en el altímetro.

Cuando se vuela de una región de alta presión/alta temperatura a otra de más baja otra de más baja presión/temperatura, el altímetro, si no ha sido ajustado, indicará una altitud mayor a la que mantiene la aeronave sobre del nivel medio del mar. Cuando se vuela de una región de baja presión/temperatura hacia otra de mayor presión/temperatura, el altímetro, si no ha sido ajustado, indicará una altitud menor que la que mantiene la aeronave sobre el nivel medio del mar.

**22.-** El altímetro debería ser ajustado a la elevación del aeropuerto de partida.

La respuesta b) es incorrecta porque la altitud de densidad es la altitud de presión corregida por las variaciones de la temperatura estándar y concierne solamente a la performance de la aeronave. La respuesta c) es incorrecta porque la altitud de presión es la indicada cuando se ajusta el altímetro a 29.92" o 1013.25 Mb.

**23.-** Se debe ajustar el altímetro a 29.92" o 1013.25 Mb al alcanzar la altitud de transición indicado en la carta de cada aeropuerto.

**24.-** La altitud absoluta es la altura sobre la superficie del terreno que se está volando. Únicamente puede ser determinada en forma exacta por el radio altímetro. Se puede estimar con bastante aproximación restando de la altitud verdadera, la elevación del terreno leída en la carta.

La respuesta a) es incorrecta porque la altitud leída en el altímetro es la altitud indicada. La respuesta c) es incorrecta porque la altura sobre un plano estándar de referencia es la altitud de presión.

**25.-** La altitud de presión es la altura por encima de un plano de referencia estándar, el cual sólo es el nivel del mar en un día estándar, cuando la presión barométrica es de 29.92" / 1013.25 Mb.

La respuesta a) es incorrecta porque el altímetro no se corrige por error de posición o instalación. La respuesta c) es incorrecta porque la altitud corregida por variaciones de presión y temperatura es definida como Altitud de densidad.

**26.-** En un día estándar (29.92"/1013.25 Mb y 15° C) a nivel del mar, las altitudes de presión, indicada y de densidad son iguales.

La respuesta a) es incorrecta porque el error mecánico no se aplica a la altitud verdadera. La respuesta c) es incorrecta porque cuando se ajusta el altímetro a 29.92/1013.25 Mb se lee altitud de presión.

**27.-** La altitud de presión es igual a la altitud verdadera cuando las condiciones atmosféricas son estándar.

**28.-** Si un vuelo es realizado desde un área de baja presión hacia una de alta presión, sin efectuar ajustes en el altímetro, la altitud de la aeronave será mayor que la que indica el altímetro y cuando se vuela de un área de alta presión hacia un área de baja presión la altitud actual de la aeronave será menor que la que indica el altímetro.

**29.-** Si se realiza un vuelo desde un área de alta presión hacia una de baja presión sin efectuar ajustes en el altímetro, la altitud actual de la aeronave será menor que la indicada en el altímetro y cuando se vuela desde un área de baja presión hacia una de alta presión la altitud actual de la aeronave será mayor que la indicada en el altímetro.

**30.-** El altímetro indicará una altitud menor a la actualmente volada, si la temperatura es mayor que la estándar.

**31.-** (Ver figura 3) En el altímetro 1, la aguja corta está pasando los 10000 pies, la mediana (más gruesa) está entre 0 y 1000 pies y la más larga en 500 pies.

**32.-** (Ver figura 3) En el altímetro 2, la aguja corta está entre 10000 y 20000 pies, la aguja mediana entre 4000 y 5000 pies y la larga en 500 pies.

**33.-** (Ver figura 3) En el altímetro 3 la aguja corta está casi en 10000 pies, la mediana está entre 9000 y 10000 pies y la larga indica 500 pies.

**34.-** (Ver figura 3) La aguja corta en el altímetro 1 indica más de 10000 pies, en el 2 la aguja corta también indica más de 10000 pies y en el 3 la aguja corta indica menos de 10000 pies.

### Instrumentos Giroscópicos

Algunas aeronaves utilizan instrumentos giroscópicos. Sencillamente, los giroscopos son ruedas o discos que giran a gran velocidad, que resisten cualquier intento de moverlos de su plano de rotación. Esto se denomina rigidez en el espacio. Tres instrumentos que usan giroscopos son: el horizonte artificial (attitude indicator), el indicador de viraje (turn coordinator) y el giro direccional (heading indicator).

### Horizonte Artificial

El principio de rigidez en el espacio hace que el giroscopio sea un excelente horizonte artificial alrededor del cual pivotea el instrumento (y el avión).

Cuando observamos el horizonte artificial, la dirección de la inclinación es determinada por la relación entre el avión en miniatura y la barra horizontal. La figura del avión puede moverse hacia arriba o hacia abajo por medio de una perilla de ajuste. Normalmente esta figura se ajusta superponiéndola con la barra del horizonte, con el avión en vuelo recto y nivelado.

### Indicador de viraje

El indicador de viraje (también usando el principio del giróscopo) usa un avión en miniatura que brinda información del régimen (rate) de rolido y régimen de viraje.

Cuando el avión entra en viraje, la figura del avión va mostrando el régimen de rolido. Una vez que la inclinación se mantiene constante, indicará el régimen de viraje. Simultáneamente, la coordinación del viraje será indicada por la bola del inclimómetro.

#### Giro direccional

Es un instrumento giroscópico diseñado para evitar varios de los errores inherentes en el compás magnético. Sin embargo, al giro direccional lo afecta la precesión, que es el resultado de una fuerza ajena que actúa sobre un giróscopo haciéndole que tienda a cambiar su plano de rotación. La precesión se produce siempre a los 90° del punto en que la fuerza fue aplicada en la dirección de la rotación y también en la dirección de la aplicación de la fuerza. Debido a este error de precesión, se debe realinear este indicador de rumbo en forma periódica con la referencia del compás magnético, durante el vuelo recto y nivelado y a velocidad constante.

**35.-** (Ver figura 7) La relación entre el avión miniatura “C” y la barra del horizonte “B” es la misma relación que hay entre la aeronave y el horizonte real.

La respuesta a) es incorrecta porque la escala de inclinación muestra grados y no la dirección de la inclinación. La respuesta b) es incorrecta porque la barra del horizonte deflecta opuesta a la dirección del viraje a efectos de la correcta representación del horizonte.

**36.-** (Ver figura 7) El avión en miniatura “C” se ajusta de manera tal que las alas se superponen con la barra horizontal “B”, mientras el avión está en vuelo recto y nivelado.

La respuesta a) y b) son incorrectas porque sólo se puede realizar el ajuste a la figura del avión miniatura.

**37.-** (Ver figura 6) Dado que el giro direccional trabaja giroscópicamente en lugar de recibir información por medio de una fuente magnética, la precesión arrastrará o derivará el rumbo seleccionado. Es importante verificar frecuentemente la indicación del rumbo con el compás magnético y mantenerlos alineados cuando se requiera.

Las respuestas a) y b) son incorrectas porque ellas no pueden hacer nada para corregir la precesión en vuelo.

### Compás magnético

El desvío del compás es un error causado por disturbios magnéticos con origen en componentes eléctricos o metálicos en la propia aeronave. La corrección de este error se realiza mediante la lectura de los valores de corrección de una cartilla, la cual se sitúa generalmente en el mismo compás magnético o su adyacencia.

La diferencia en la medición angular entre el Norte verdadero o geográfico y el norte magnético se conoce como declinación y se expresa como un ángulo al Este o al Oeste del norte verdadero. Cuando el norte del compás magnético apunta hacia el Este del Norte verdadero, se dice que la declinación es Este; cuando apunta hacia el Oeste del Norte verdadero, la declinación es Oeste. Encontrar el valor de la declinación local para fines de navegación no presenta ninguna dificultad. Todas las cartas aeronáuticas indican estos datos por medio de líneas punteadas llamadas isogónicas.

Durante los virajes hacia el Norte o Sur, el compás sufre adelantos o retrasos en la marcación que dificultan la correcta lectura mientras dura el mismo. Lo mismo ocurre desplazándose hacia el este u oeste con los cambios de velocidad.

**38.-** Los disturbios magnéticos causados por metales o accesorios eléctricos en el avión afectan al compás magnético provocando errores que se denominan: desvío compás.

La respuesta a) es incorrecta porque el desvío no es causado por defectos del imán permanente del compás. La respuesta b) es incorrecta porque la diferencia entre el norte geográfico y el norte magnético se denomina declinación magnética.

**39.-** La diferencia entre el norte magnético, que es la referencia del compás magnético, y el norte geográfico o verdadero, se denomina declinación (variación magnética).

La respuesta a) es incorrecta porque el desvío del compás es un error provocado por influencia magnética de superficies metálicas o accesorios eléctricos. La respuesta c) es incorrecta porque los errores de aceleración se producen con los cambios de velocidad.

**40.-** El compás magnético debería ser leído sólo durante el vuelo recto y nivelado y a velocidad constante.

La respuesta b) es incorrecta porque la velocidad puede mantenerse constante durante un viraje y el compás magnético estar sujeto a errores de viraje. La respuesta c) es incorrecta porque independientemente del grado de inclinación utilizado durante un viraje, el compás es susceptible a los errores de viraje.

Bibliografía: RAAC 1- RAAC 91- FAA-H-8083.

## CAPÍTULO 4: REGULACIONES

El término **RAAC** es utilizado como acrónimo de **Regulaciones Argentinas de Aviación Civil** y algunas de sus **Partes** son de particular interés para todos los pilotos, a saber:

**RAAC Parte 1.** Esta Parte contiene definiciones, abreviaturas y siglas de varios términos comúnmente utilizados en aviación, como el término “Noche”, que significa las horas comprendidas entre el fin del crepúsculo civil vespertino y el comienzo del crepúsculo civil matutino o cualquier otro período entre la puesta y la salida del sol que especifique la autoridad correspondiente.

**RAAC Parte 61.** Esta Parte establece los requisitos mínimos y procedimientos para el otorgamiento de licencias de piloto, certificados de competencia de piloto o habilitaciones, las condiciones bajo las cuales son necesarias, sus atribuciones y limitaciones.

**RAAC Parte 67.** Estas disposiciones establecen los estándares médicos para el otorgamiento de la Certificación Médica Aeronáutica (CMA), necesaria para la obtención de las licencias, los certificados de competencia y las habilitaciones de acuerdo a las Partes 61, 63, 64, 65 y 105 de estas Regulaciones Argentinas de Aviación Civil (RAAC), así como los requisitos para designar y autorizar a los Médicos Examinadores Aeronáuticos (AME) y los Centros Médicos Aeronáuticos Examinadores (CMAE), por parte de la Autoridad Aeronáutica Civil.

**RAAC 91.** Esta Parte prescribe las reglas que gobiernan las operaciones de todas las aeronaves en lo relativo al tránsito aéreo que se realicen en el territorio de la República Argentina, sus aguas jurisdiccionales, el espacio aéreo que los cubre y los espacios aéreos extraterritoriales, cuando por convenios internacionales se acuerde que dichos espacios se encuentran bajo jurisdicción de los Servicios de Tránsito Aéreo de la República Argentina. No se encuentran incluidas las operaciones de globos cautivos, cometas y cohetes no tripulados.

1.- "Noche" significa las horas comprendidas entre el fin del crepúsculo civil vespertino y el comienzo del crepúsculo civil matutino o cualquier otro período entre la puesta y la salida del sol que especifique la autoridad correspondiente.

La respuesta a) es incorrecta porque se refiere al tiempo en que se requiere el uso de las luces de posición reglamentarias. La respuesta b) es incorrecta porque no es una definición utilizada en esta reglamentación.

**RAAC Parte 61.109 a)**

Para la obtención de la licencia de Piloto Privado de Avión todo solicitante deberá haber completado por lo menos 40 horas de vuelo en instrucción, que deberán incluir 10 horas de vuelo solo local, bajo supervisión y control del Instructor de Vuelo, para lo cual el alumno piloto debe haber recibido instrucción, previo al vuelo solo, de no menos de ocho (8) horas de vuelo en doble comando.

**RAAC Parte 61.115**

Algunas de las **Limitaciones Generales** para un Alumno Piloto establecen que ningún alumno piloto podrá: volar una aeronave en vuelo solo de travesía, ni tampoco, excepto en caso de emergencia, efectuar un aterrizaje solo en cualquier lugar fuera del aeródromo de origen, volar como piloto al mando de una aeronave transportando pasajeros u acompañantes, transportando carga a cambio de compensación o pago, volar en condiciones meteorológicas inferiores a las correspondientes a VMC o en vuelo nocturno, como tampoco volar sin referencias al terreno.

La **licencia de Piloto Privado** faculta a su titular para: actuar como piloto al mando en condiciones de vuelo VFR; volar con pasajeros cumplidas 25 horas de vuelo como piloto al mando a partir de la fecha que obtuvo su licencia y se haya sometido a una evaluación mínima de una hora de vuelo con 3 aterrizajes, por un Instructor de Vuelo, quien dejará constancia en el Libro de Vuelo del piloto,: actuar como piloto o como copiloto en aeronaves que lo requieran, siempre que el vuelo que efectúe no sea de carácter comercial y se realice limitado a las habilitaciones inscriptas en su licencia y no percibirá retribución alguna por sus servicios, para sí o para terceros.

**2.-** La respuesta a) es incorrecta porque se requieren 30 horas mínimas de doble comando como Alumno Piloto para la obtención de la Licencia de Piloto Privado. La respuesta b) es incorrecta porque las primeras 25 horas de vuelo sólo son requeridas para poder transportar pasajeros una vez obtenida la Licencia de Piloto Privado.

**3.-** La respuesta a) es incorrecta porque se requieren 40 horas de vuelo mínimas para la obtención de la Licencia de Piloto Privado. La respuesta c) es incorrecta porque se requieren 10 horas de vuelo solo para la obtención de la Licencia de Piloto Privado.

**4.- RAAC Parte 61.115 b) 5.** El titular de una licencia de Piloto Privado de Avión que permanezca más de 30 días sin realizar actividad de vuelo deberá, antes de reiniciar la misma, ser readaptado por un Instructor de Vuelo cumpliendo un programa de una hora de vuelo con 5 aterrizajes como mínimo, dejando constancia debidamente certificada en el Libro de Vuelo del interesado.

**5.- RAAC Parte 91.156 b).** Excepto que la Autoridad Aeronáutica competente haya establecido mínimas más restrictivas para un aeródromo determinado, las mínimas meteorológicas VFR de un aeródromo controlado y en la zona de tránsito del aeródromo son:

- (i) Visibilidad: 5 Km.
- (ii) Techo de nubes: 1.000 pies.

**6.- RAAC Parte 91.156 a) 2.** Fuera de zona de control: excepto que la Autoridad Aeronáutica competente haya establecido mínimas más restrictivas para un aeródromo determinado, las mínimas meteorológicas VFR en la zona de tránsito de los aeródromos que se encuentran fuera de una zona de control, son:

- (i) Visibilidad: 2500 metros.
- (ii) Techo de nubes: 1000 pies.

La respuesta a) es incorrecta porque estos mínimos corresponden a los aeródromos controlados con su zona de tránsito y los no controlados que se encuentren dentro de una zona de control. La respuesta b) es incorrecta porque estos mínimos son aplicables a las aeronaves en vuelo bajo reglas VFR.

**7.- RAAC Parte 91.152 a).** Para realizar un vuelo VFR controlado, dentro de espacios aéreos controlados, los pilotos deberán cumplimentar los siguientes requisitos:

(1) poseer la habilitación correspondiente para realizar vuelo VFR dentro de espacio aéreo controlado.

(2) cumplimentar las disposiciones correspondientes referidas al equipamiento mínimo que debe poseer la aeronave para realizar este tipo de operación.

*NOTA: El equipamiento mínimo se encuentra prescripto en 91.205 (e) de esta Parte.*

(3) presentarse a la Oficina de Notificación de los servicios de tránsito aéreo (ARO) del aeródromo, a efectos que se concreten las verificaciones estipuladas en 91.103 b).

**8.- RAAC Parte 61.60.** El titular de una licencia o certificado de competencia que haya realizado un cambio de su domicilio declarado anteriormente tiene la obligación de informar personalmente o por correo, dentro de los 30 días de producido este hecho, a la Dirección Nacional de Seguridad Operacional.

**9.- RAAC Parte 9.3 a).** El Comandante de la aeronave tendrá autoridad en todo lo relacionado con ella, mientras esté al mando de la misma.

**10.- RAAC Parte 91.3 b).** El Comandante al mando, manipule o no los comandos, será responsable de que la operación de ésta se realice de acuerdo con las presentes Regulaciones pero podrá apartarse de las mismas en circunstancias que sean absolutamente necesarias por razones de seguridad que exijan tomar medidas inmediatas.

**11.-** Cuando se utiliza este privilegio de emergencia, se debe notificar lo antes posible a la dependencia de los servicios de tránsito aéreo correspondiente y se deberá presentar un informe escrito de la desviación realizada, si así lo requiere la Autoridad Aeronáutica competente (RAAC Parte 91.3 b).

**12.-** RAAC Parte 91.7 a). Ninguna persona puede operar una aeronave civil, a menos que dicha aeronave se encuentre en condiciones de aeronavegabilidad. El piloto al mando de una aeronave civil es responsable de determinar si esa aeronave se encuentra en condiciones para el vuelo seguro. El piloto al mando no deberá iniciar el vuelo cuando ocurra una condición de no aeronavegabilidad estructural, mecánica o eléctrica.

**13.-** RAAC Parte 91.10 b). Documentación de la tripulación (pilotos y tripulantes de cabina):

(1) Certificado de Idoneidad Aeronáutica: Licencia, Certificado de Competencia (insertas al dorso las habilitaciones correspondientes a la aeronave, si correspondiera).

(2) Habilidades Psicofisiológicas correspondientes a la licencia o certificado de competencia.

(3) Documento de identidad personal (DNI - LE - LC o CI Policía Federal).

(4) Libro de Vuelo del Personal Aeronavegante Civil (excepto personal de Pilotos y Tripulantes de Cabina de Pasajeros afectados a empresas aerocomerciales conforme a RAAC Parte 121) con los registros actualizados.

(5) Autorización del propietario o explotador para actuar como Comandante de la Aeronave (Excepto Empresas de Transporte Aéreo Comercial).

*(Resolución ANAC N° 290/2012 – B. O. N° 32.411 del 05 junio 2012).*

La respuesta a) es incorrecta porque las horas de vuelo deben constar en el correspondiente libro de vuelo actualizado. La respuesta c) es incorrecta porque la pregunta se refiere a la documentación del tripulante.

**14.-** (RAAC Parte 91-103 a y b).

a) Antes de iniciar un vuelo, el piloto al mando de la aeronave deberá familiarizarse con toda la información disponible que corresponda al vuelo proyectado. Dicha información puede obtenerse concurriendo a las oficinas ARO-AIS de los aeródromos. Las medidas previas para aquellos vuelos que no se limiten a las inmediaciones de un aeródromo y para todos los vuelos IFR, incluirán entre otras cosas: el estudio minucioso de los informes y pronósticos meteorológicos de actualidad que se dispongan; información sobre obstáculos naturales y no naturales; el trazado sobre la cartografía pertinente de la ruta proyectada de vuelo; la atención de la información NOTAM que afecta a su vuelo; el cálculo de combustible y lubricante necesario y la preparación del plan a seguir en caso de no poder completarse el vuelo tal como se ha proyectado.

b) Verificaciones: no se iniciará ningún vuelo hasta que se haya comprobado que:

(1) La aeronave reúne condiciones de aeronavegabilidad.

- (2) Los instrumentos y equipos disponibles a bordo de la aeronave son suficientes para el tipo de operación que vaya a efectuarse.
- (3) El peso de la aeronave es tal que pueda despegar y efectuar el vuelo en forma segura, teniendo en cuenta las longitudes disponibles de pista y condiciones de vuelo previstas.
- (4) La carga transportada esté distribuida y sujeta de tal manera que la aeronave pueda efectuar con seguridad el vuelo.
- (5) Se ha cumplido con las medidas previas al vuelo que sean pertinentes y presentado a la Autoridad Aeronáutica competente del aeródromo el plan de vuelo firmado por el representante designado de la empresa explotadora o del piloto al mando de la aeronave.

**15.- (RAAC Parte 91.151 a y b). Requisitos de combustible y lubricante para vuelos VFR.**

a) Generalidades: No se iniciará ningún vuelo si, teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas y todo retraso que se prevea en el mismo, la aeronave no lleva suficiente combustible y lubricante para completar el vuelo sin peligro.

(1) El combustible y el lubricante que debe llevar a bordo la aeronave al iniciar un vuelo para el cual no se ha establecido aeródromo de alternativa, incluyendo los vuelos locales, deben ser suficientes para que, teniendo en cuenta el viento y demás condiciones meteorológicas previstas, pueda volar hasta el aeródromo de aterrizaje propuesto y prolongar el vuelo el 30% más del tiempo calculado para la etapa; esta reserva nunca deberá ser inferior a 45 minutos.

(2) Si se han establecido aeródromos alternativos, se deberá llevar combustible y lubricante suficientes para volar hasta el aeródromo de aterrizaje propuesto y desde allí, al alternativo más lejano con 45 minutos más de autonomía a la velocidad de crucero.

b) Se deberá tener en cuenta el combustible y lubricante necesario para el tiempo insumido en todo retraso que se prevea en vuelo, como consecuencia de las condiciones meteorológicas y los procedimientos de salida, en ruta, espera, llegada y condiciones del tránsito aéreo. Asimismo, se deberá tener en consideración toda otra circunstancia que pueda demorar el aterrizaje de la aeronave y aumentar el consumo de combustible y lubricante.

**16.- RAAC Parte 105 a) y b).**

a) Durante el despegue y el aterrizaje y mientras se esté en ruta, cada miembro de la tripulación de vuelo:

(1) Permanecerá en el puesto asignado como tripulante de vuelo a menos que su ausencia sea necesaria para desarrollar tareas relacionadas con la operación de la aeronave o por necesidades fisiológicas y

(2) mantendrá el cinturón de seguridad abrochado mientras esté en el puesto asignado como miembro de la tripulación.

b) Cada miembro de la tripulación requerido, de una aeronave civil registrada en la República Argentina, se mantendrá sentado durante el despegue y el aterrizaje con su arnés de hombro ajustado mientras esté cumpliendo con sus tareas específicas. Este párrafo no se aplica si:

(1) el asiento asignado del tripulante no está equipado con un arnés de hombro o:

(2) el miembro de la tripulación no sería capaz de desarrollar las obligaciones requeridas con el arnés de hombro abrochado y ajustado.

**17.- RAAC Parte 91.106 a).** A menos que la Autoridad Aeronáutica lo autorice de otra manera:

(1) Ningún piloto puede despegar una aeronave civil matriculada en la República Argentina (a excepción de un globo libre que posea una canasta o góndola o un dirigible que haya obtenido su Certificado Tipo original antes del 02 de noviembre de 1987), a menos que se asegure que cada persona a bordo haya sido instruida sobre la forma de abrochar y desabrochar el cinturón de seguridad y, si estuviera instalado, el arnés de hombro.

**18.- RAAC Parte 91.106 a)**

(2) Ningún piloto puede iniciar el movimiento en la superficie, el despegue o el aterrizaje de una aeronave civil matriculada en la República Argentina (a excepción de un globo libre que posea una canasta o góndola o un dirigible que haya obtenido su Certificado Tipo original antes del 02 de noviembre de 1987), a menos que se asegure que se le haya requerido a cada persona a bordo que se ajuste su cinturón de seguridad y su arnés de hombro, si éste estuviera instalado.

**19.- RAAC Parte 91.113 (e).** Convergencia: Cuando dos aeronaves converjan a un nivel aproximadamente igual, la que tenga a la otra a su derecha cederá el paso, con las siguientes excepciones:

(1) Los aerodinos propulsados mecánicamente, cederán el paso a los dirigibles, planeadores, aerodeslizadores y globos.

La respuesta a) es incorrecta porque la velocidad no tiene nada que ver con el derecho de paso en la convergencia. La respuesta c) es incorrecta porque ésta aplica para los casos de rumbo de frente.

**20.- RAAC Parte 91.113 (d).** Aproximación de frente: Cuando dos aeronaves se aproximen de frente o casi de frente, y haya peligro de colisión, ambas aeronaves alterarán su rumbo hacia su derecha, dejando entre ambas por lo menos 150 metros.

La respuesta a) es incorrecta porque los niveles cuadrantales no aplican en esta situación. La respuesta b) es incorrecta porque es exactamente la acción contraria a la que establece la norma.

**21.- RAAC Parte 91.113 (f).** Alcance. Toda aeronave que sea alcanzada por otra tendrá el derecho de paso y la aeronave que la alcance, ya sea ascendiendo, descendiendo o en vuelo horizontal, se mantendrá fuera de la trayectoria de la primera, cambiando su rumbo hacia la derecha. Ningún cambio subsiguiente en la posición relativa de ambas aeronaves

eximirá de esta obligación a la aeronave que esté alcanzando a la otra, hasta que la haya pasado y dejado atrás por completo.

Se denomina aeronave que alcanza la que se aproxima a otra por detrás, siguiendo una línea que forme un ángulo menor de 70° con el plano de simetría de la que va adelante, es decir, que está en tal posición con respecto a la otra aeronave que de noche, no podría ver ninguna de sus luces delanteras de navegación.

Algunos casos de alcance, tal como se describen en esta Sección, podrían interpretarse además como convergencia; en estos casos se aplicará con prioridad la regla correspondiente a alcance.

Las respuestas a) y b) son incorrectas porque tanto ascendiendo como descendiendo se debe girar por la derecha.

**22.- RAAC Parte 91.113. (5) Convergencia:** Cuando dos aeronaves converjan a un nivel aproximadamente igual, la que tenga a la otra a su derecha cederá el paso, con las siguientes excepciones:

- (1) Los aerodinos propulsados mecánicamente, cederán el paso a los dirigibles, planeadores, aerodeslizadores y globos.
- (2) Los dirigibles cederán el paso a los planeadores, aerodeslizadores y globos.
- (3) Los planeadores cederán el paso a los aerodeslizadores y globos.
- (4) Los aerodeslizadores cederán el paso a los globos.
- (5) Asimismo, las aeronaves propulsadas mecánicamente cederán el paso a las que vayan remolcando a otras o a algún objeto.

**23.- RAAC Parte 91.113 (d). Aproximación de frente:** Cuando dos aeronaves se aproximen de frente o casi de frente, y haya peligro de colisión, ambas aeronaves alterarán su rumbo hacia su derecha, dejando entre ambas por lo menos 150 metros.

**24.- RAAC Parte 91.119 Generalidades:** Las aeronaves no volarán sobre aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados o sobre una reunión de personas al aire libre, a menos que sea imprescindible; excepto cuando sea necesario para despegar o aterrizar o cuando se cuente con una autorización especial de la Autoridad Aeronáutica competente. En este caso, lo harán a una altura que permita en situación de emergencia, efectuar un aterrizaje sin peligro para las personas o bienes propios y ajenos.

**25.- RAAC Parte 91.119 b) 1.** Excepto cuando sea necesario para el despegue o el aterrizaje, o cuando se tenga permiso de la Autoridad Aeronáutica competente, los vuelos VFR no se efectuarán:

- (1) sobre aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados o sobre una reunión de personal al aire libre, a menos que se adopte una altura mínima de acuerdo con lo establecido en a) de esta Sección.

Dicha altura no debe ser menor de 1000 pies (300 metros) sobre el obstáculo más alto situado dentro de un radio de 600 metros desde la aeronave, teniendo en cuenta la posición y la trayectoria que se seguirá.

**26.- RAAC Parte 91.119 b) 2.** Excepto cuando sea necesario para el despegue o el aterrizaje o cuando se cuente con permiso de la Autoridad Aeronáutica competente, los vuelos VFR no se efectuarán: en cualquier otra parte distinta de la especificada en b) (1) precedente, a una altura menor de 500 pies sobre la tierra o el agua.

**27.- RAAC Parte 91.119 c) 1 y 2.** Vuelo sobre áreas sensibles al ruido: Los pilotos que operen con aeronaves de alas fijas o rotativas deberán:

(1) Evitar las áreas sensibles al ruido, o bien

(2) Si ello no fuera posible, mantener una separación mínima de 3000 pies sobre el obstáculo más alto situado dentro de un radio de 2 millas náuticas desde la aeronave, en la trayectoria prevista y planificada.

Asimismo, durante las salidas o arribos desde/hacia un aeródromo cercano a un área sensible al ruido, deberá evitarse en lo posible un prolongado vuelo a baja altitud.

**(d)** Al efecto, se consideran “áreas sensibles al ruido” a los parques, monumentos y reservas naturales especificados en la AIP.

**28- 29-30.- RAAC Parte 91.159.** Altitud o nivel de vuelo de crucero para vuelos VFR

a) Excepto cuando se realicen maniobras de ascenso o descenso o cuando se opere como vuelo VFR controlado dentro de espacios aéreos controlados, los vuelos VFR a 3000 pies de altura o más de la superficie terrestre deberán obligatoriamente mantener niveles de crucero de acuerdo con la tabla de niveles correspondiente que figura en la AIP Parte ENR 1.7, columnas 2 y 4.

*NOTA: Los vuelos VFR realizados a menos de 3000 pies no requieren el mantenimiento obligatorio de niveles de crucero determinados, aunque tal medida es recomendable. A más de 3000 pies de altura es una obligación, pero ello no implica que deban especificarse niveles de crucero en los planes de vuelo VFR, ni que deba solicitarse aprobación respecto a los que se utilicen o cuando se cambien a otro nivel apropiado al derrotero de la aeronave.*

Cuando se opera debajo de 19500 pies MSL en navegación VFR volando por encima de 3000 pies de la superficie, y con un curso magnético de 0° a 179°, cualquier nivel impar más 500 pies es apropiado (por ejemplo 3500, 5500 etc.).

Con un curso magnético de 180° a 359° cualquier nivel par más 500 pies es apropiado (por ejemplo 4500, 6500 etc.).

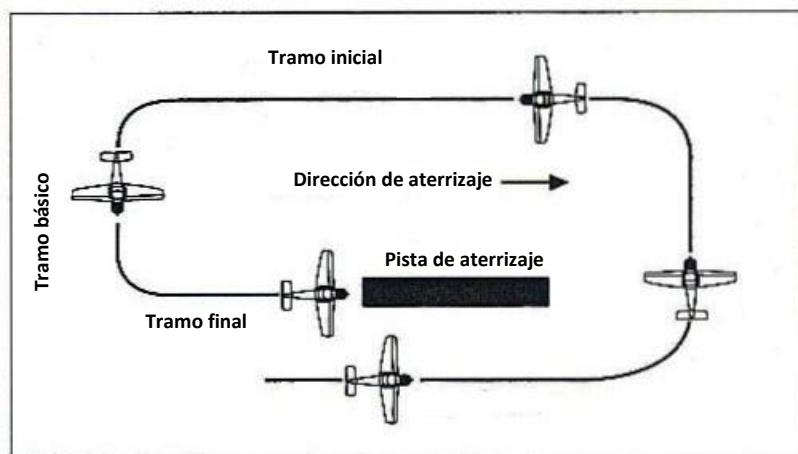
## **CAPÍTULO 5: GENERALIDADES**

### **Procedimientos y operaciones de aeropuertos**

#### **Aeropuertos sin control y aeropuertos controlados por torre:**

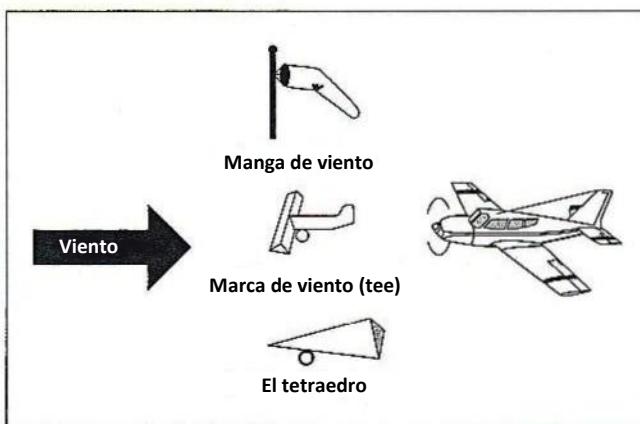
Las torres de Control de Tránsito Aéreo (Torres de CTA) tienen como fin mantener el flujo seguro, ordenado y rápido de tránsito aéreo. El controlador de la torre emitirá instrucciones para que las aeronaves continúen en la ruta aérea deseada mientras se encuentren en el área de tránsito del aeropuerto siempre que sea necesario y por medio del uso de terminología, como se muestra en la figura 5-1.

**Figura 5-1.**



Las torres de Control de Tránsito Aéreo también dirigirán el rodaje de las aeronaves sobre la superficie del área de movimiento del aeropuerto. En todas las instancias, se debe recibir una autorización adecuada por parte de la torre antes de despegar o aterrizar.

En los aeropuertos sin una torre de control operativa, las aeronaves deben efectuar el circuito de tránsito hacia la izquierda de la pista en uso (“tránsito izquierdo”).



**Figura 5-2. Indicadores de dirección de viento/aterrizaje.**

El tetraedro, el cono de viento, la manga de viento o la marca de viento están ubicados generalmente en las adyacencias de la pista.

Al aproximarse a tierra en un aeropuerto sin torre de control o si la misma no se encuentra operativa, el piloto debería observar el indicador de viento para determinar la aproximación final a la pista que se utilizará. La entrada al circuito de tránsito recomendada es una trayectoria a  $45^{\circ}$  del punto medio del tramo a favor del viento (initial), sobre el sector izquierdo de la pista en uso.

La salida de una aeronave en un aeropuerto no controlado debe cumplir con el patrón de tránsito establecido para ese aeropuerto, y en caso de no estar publicado, hacerlo hacia la izquierda de la pista en uso.

**1.-** En el caso de que una aeronave salga de un aeródromo sin una torre de control operativa, cumplir con el circuito de tránsito publicado y en caso de no estarlo, efectuar los virajes por la izquierda.

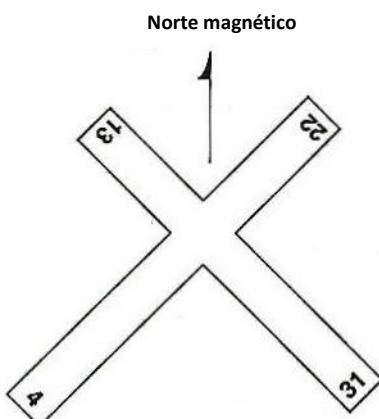
**2.-** La posición de entrada recomendada para un circuito de tránsito de aeropuerto es  $45^{\circ}$  al punto medio del tramo a favor del viento en la altitud del circuito de tránsito.

### **Señales del aeropuerto**

Los números de las pistas se encuentran determinados por la dirección de aproximación. El número es el rumbo magnético de la pista, redondeado a la centena más cercana. Por ejemplo, un azimut de  $183^{\circ}$  resultaría en el número de pista 18; un azimut magnético de  $076^{\circ}$  resultaría en el número de pista 8 (ver figura 5.3).

El inicio designado de la pista que se encuentra disponible y adecuado para el aterrizaje de la aeronave se denomina umbral.

Una pista cerrada que no es utilizable y puede ser riesgosa, aunque parezca utilizable, se encontrará marcada con una "X".

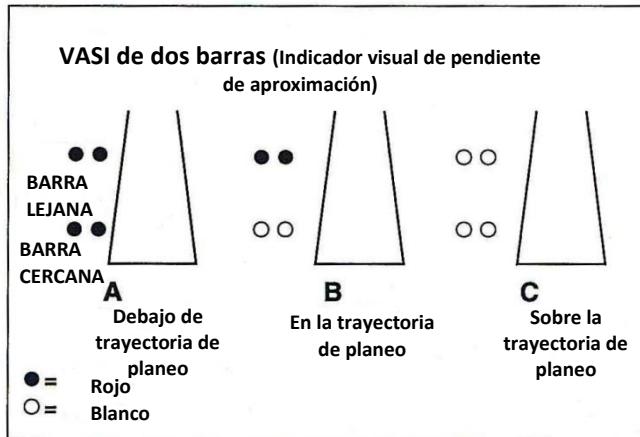


**Figura 5-3. Numeración de pistas**

**3.-** El número es el rumbo magnético de la pista, redondeado a la centena más cercana. Por ejemplo, un azimut de 183° resultaría en el número de pista 18; un azimut magnético de 086° resultaría en el número de pista 09.

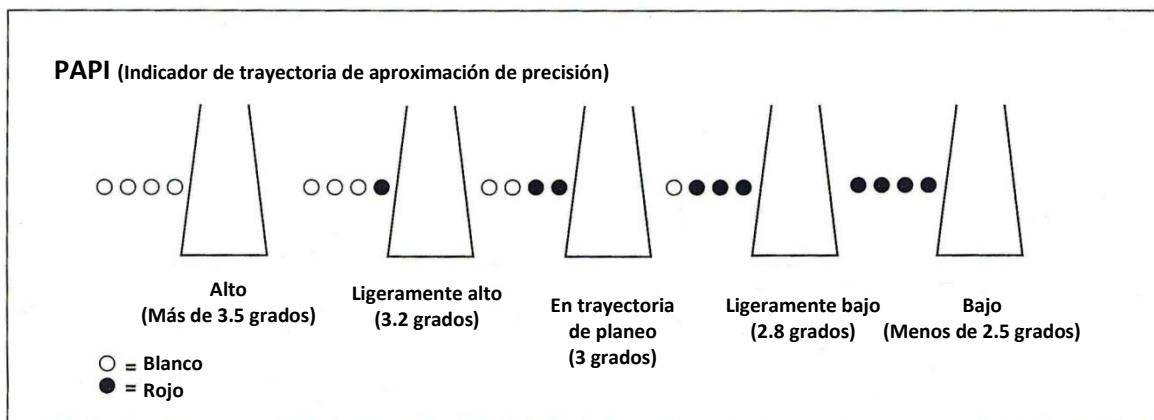
El **Indicador visual de pendiente de aproximación (VASI)** es un sistema de iluminación distribuida de manera tal para proporcionar información visual orientativa de descenso durante la aproximación a una pista de aterrizaje. Las luces están visibles por hasta 5 millas durante el día. La senda de planeo del VASI asegura salvar los obstáculos en la aproximación final. Cuando se opera hacia un aeropuerto con una torre de control operativa, se requiere que el piloto de un avión que se aproxima a tierra en una pista que cuenta con un VASI mantenga una altitud de o superior a la senda de planeo hasta que sea necesaria una altitud menor para el aterrizaje.

La mayoría de las instalaciones consisten en dos barras, cercana y lejana, que proporcionan una senda de planeo visual. En la aproximación final al volar hacia la pista donde se desea aterrizar, si el piloto observa que ambas barras están en color rojo, la aeronave se encuentra por debajo de la senda de planeo (ver figura 5-4A). Al mantener la altitud, el piloto observará que la barra cercana cambiará a rosa y luego a blanco, mientras que la barra lejana permanecerá roja, lo cual indica que la senda de planeo está siendo interceptada (ver figura 5-4B). Si la aeronave se encuentra por encima de la senda de planeo, el piloto observará que ambas barras, cercana y lejana, estarán de color blanco (ver figura 5-4C).



**Figura 5-4. Un VASI de dos barras**

El **Indicador de trayectoria de aproximación de precisión (PAPI)** utiliza una fila única de luces. Cuatro luces blancas significan “demasiado alto”. Una luz roja y tres luces blancas significan “levemente alto”, etc. Ver figura 5-5.



**Figura 5-5. Indicador de trayectoria de aproximación de precisión (PAPI)**

**4.-** Un avión que se aproxima a tierra en una pista que cuente con un indicador de aproximación visual deberá mantener una altitud igual o superior a la senda de planeo hasta que se necesaria una altitud menor para un aterrizaje seguro.

**5.-** El Indicador de trayectoria de aproximación de precisión (PAPI) utiliza unidades de luz similares a las de VASI, pero están instaladas en una fila única de luces de dos o cuatro unidades de luz. Cuatro luces blancas significan que se encuentra por encima de la senda de planeo, tres luces blancas y una luz roja indican que se encuentra levemente alto, dos

luces rojas y dos luces blancas significan que se encuentra en la senda de planeo, tres rojas y una blanca indican que se encuentra levemente bajo y cuatro rojas significan que se encuentra por debajo de la senda de planeo.

**6.-** La indicación de que se encuentra por debajo de la senda de planeo en un VASI de dos barras es dos luces rojas sobre dos luces rojas.

**7.-** La indicación de que se encuentra por encima de la senda de planeo en un VASI de dos barras es dos luces blancas sobre dos luces blancas.

**8.-** La indicación de que se encuentra en la senda de planeo en un VASI de dos barras es luces rojas sobre luces blancas.

### **Operaciones en superficie**

En general, el rodaje hacia o desde la pista de aterrizaje no presenta problemas durante condiciones de viento leve o calmo. Sin embargo, cuando se realiza el rodaje durante condiciones severas de viento, se deben utilizar las superficies de control del avión para contrarrestar los efectos del viento. En aviones equipados con rueda delantera (tren de aterrizaje triciclo), utilice los siguientes procedimientos de rodaje:

1. El elevador debería encontrarse en posición neutra cuando se realiza el rodaje con viento de frente.
2. El alerón contra el viento debería ser mantenido en la posición hacia arriba cuando se realiza el rodaje con viento cruzado (o el ala contra el viento tenderá a elevarse).
3. El elevador debería encontrarse en posición hacia abajo y el alerón contra el viento hacia abajo cuando se realiza el rodaje con viento de cola (la condición más crítica para un avión de tipo rueda delantera). Ver figura 5-6.

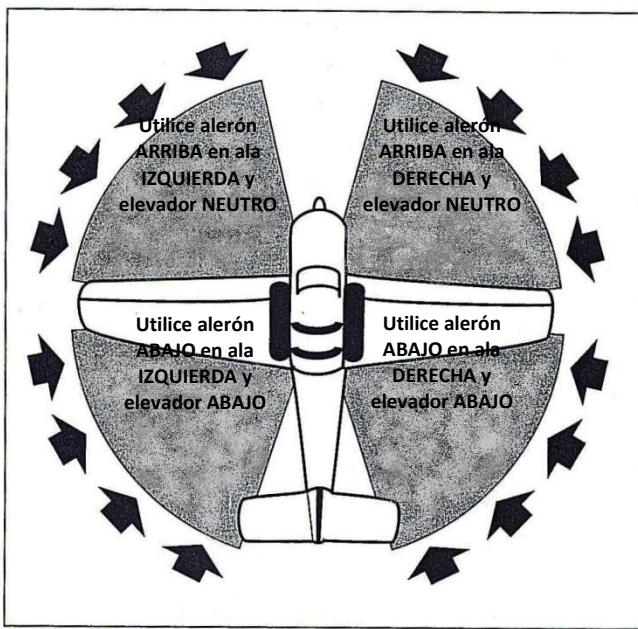


Figura 5-6 Posición de rodaje durante el rodaje

Cuando se realiza el rodaje con un avión equipado con una rueda trasera hacia viento de frente, se debería mantener el elevador en la posición hacia arriba para mantener la cola hacia abajo. En viento de cola y cruzado, tanto el alerón contra el viento como el elevador deberían estar en posición hacia abajo.

**9.-** Rodar con viento de cola y cruzado provee las condiciones más peligrosas. En este caso, el elevador debería estar en la posición hacia abajo y el alerón del lado contra el viento debería estar también la posición hacia abajo para evitar que el ala se eleve.

**10.-** Cuando se realiza el rodaje en una aeronave con rueda delantera en presencia de viento moderado a fuerte, se debería tomar precaución extra. Para viento de frente, el elevador debería ser mantenido en la posición neutra y el alerón del lado contra el viento debería estar en la posición hacia arriba.

**11.-** Cuando se realiza el rodaje en una aeronave con rueda delantera en presencia de viento moderado a fuerte, se debería tomar precaución extra. Rodar con viento de cola produce las condiciones más peligrosas.

**12.-** Cuando se realiza el rodaje en una aeronave con rueda delantera en presencia de viento moderado a fuerte, se debería tomar precaución extra. Para viento de frente, el elevador debería ser mantenido en la posición neutra y el alerón del lado contra el viento debería estar en la posición hacia arriba.

**13.-** Cuando se realiza el rodaje en una aeronave con rueda trasera con viento de frente, el alerón del lado contra el viento debería estar en la posición hacia arriba y el elevador debería estar mantenido en la posición hacia arriba para mantener la cola abajo

**14.-** Cuando se realiza el rodaje en una aeronave con rueda trasera con viento de cola, el alerón contra el viento debería estar abajo para evitar que el ala se eleve y el elevador también debería estar abajo.

**15.-** Rodar con viento de cola produce las condiciones más peligrosas. En este caso, el elevador debería estar en la posición hacia abajo y el alerón del lado contra el viento debería estar también la posición hacia abajo para evitar que el ala se eleve.

**16.-** Resulta extremadamente importante que el aterrizaje ocurra con el eje longitudinal del avión paralelo en forma exacta a la dirección por la cual se mueve el avión en la pista. Al no cumplir esto se imponen cargas de costado graves sobre el tren de aterrizaje. Para evitar esta tensión en el costado, el piloto no debería permitir que el avión aterrice mientras que se gira hacia el viento o hacia la deriva.

La respuesta a) es incorrecta porque moverse a lo largo de la pista no es suficiente para reducir o eliminar las cargas del costado en el tren de aterrizaje; la aeronave debe alinearse con la pista. La respuesta c) es incorrecta porque esto describe lo que sucede en la aproximación final, pero la aeronave debe estar alineada al momento del toque de pista.

### **Aptitud para el vuelo**

El rendimiento del piloto puede verse gravemente degradado por un número de factores fisiológicos. Mientras que algunos de los factores pueden estar fuera del control del piloto, tomar conciencia de la causa y del efecto puede ayudar a minimizar cualquier efecto adverso.

**Hipoxia**, un estado de deficiencia de oxígeno, afecta las funciones del cerebro y otros órganos. Dolor de cabeza, somnolencia, mareos y euforia son todos síntomas de la hipoxia. Para una protección óptima, los pilotos deberían evitar el vuelo por encima de los 10.000 pies MSL por períodos prolongados sin utilizar oxígeno suplementario. Las Regulaciones Argentinas de Aviación Civil (RAAC) requieren que cuando se opera una aeronave en altitudes de presión de cabina por encima de los 10000 pies MSL (700 h Pa) hasta e incluidos 13.000 pies MSL (h Pa), la tripulación de vuelo mínima deberá utilizar **oxígeno suplementario** durante el tiempo que exceda los 30 minutos en esas altitudes.

El oxígeno para la respiración en la aviación se debería utilizar para reabastecer el sistema de oxígeno de la aeronave para vuelos de mucha altitud. En general, no se debería utilizar el oxígeno utilizado para fines médicos o para soldaduras porque puede contener

demasiada agua. El agua en exceso podría condensar y congelar las líneas de oxígeno cuando se vuela a grandes altitudes. Esto podría bloquear el flujo de oxígeno. Además, el uso constante de oxígeno con demasiada agua puede causar corrosión en el sistema. Las especificaciones para el oxígeno de respiración para los aviadores son 99,5% de oxígeno puro y no más de 0,005 mg de agua por litro de oxígeno.

**Hiperventilación**, una deficiencia de dióxido de carbono dentro del cuerpo, puede ser el resultado de respiración extra profunda debido a tensión emocional, ansiedad o miedo. Los síntomas comenzarán a desaparecer luego de que el índice y la profundidad de la respiración se controlen. Un piloto debería ser capaz de superar los síntomas o evitar futuras hiperventilaciones al hablar en voz alta, respirar en una bolsa o reducir el índice de respiración.

El **monóxido de carbono** es un gas incoloro, inodoro e insípido contenido en los gases de escape. Los síntomas de envenenamiento por monóxido de carbono incluyen: dolores de cabeza, somnolencia o mareos. Grandes acumulaciones de monóxido de carbono en el cuerpo humano causan pérdida de la fuerza muscular. La susceptibilidad aumenta a medida que aumenta la altitud.

El piloto que detecta síntomas de envenenamiento por monóxido de carbono debería cerrar la calefacción y abrir la ventilación inmediatamente.

Diversos movimientos, fuerzas y escenas visuales complejas que se enfrentan durante el vuelo pueden causar información errónea enviada al cerebro por medio de diversos órganos sensoriales. Utilizar estas señales del cuerpo para interpretar la actitud de vuelo puede ocasionar desorientación espacial. La mejor manera de superar la **desorientación espacial** consiste en confiar en los instrumentos de vuelo en lugar de los órganos sensoriales.

**17.-** Ninguna persona puede operar aeronaves civiles en altitudes de presión de cabina mayor a 10000 pies MSL (700 hPa) hasta e incluidos los 13.000 pies MSL (620 h), excepto si la tripulación mínima de vuelo requerida utiliza oxígeno suplementario para esa parte del vuelo en esas altitudes que dure más de 30 minutos (RAAC 91.221 a y b).

**18.-** Una gran acumulación de monóxido de carbono en el cuerpo causa pérdida de fuerza muscular, vómitos, convulsiones y coma.

Las respuestas a) y c) son incorrectas porque la hipoxia ocasiona una sensación aumentada de bienestar; la hipoxia podría causar tensión en la frente.

**19.-** La hipoxia es una deficiencia de oxígeno en el cuerpo, usualmente causada por vuelo en grandes altitudes. Para una protección óptima, se alienta a los pilotos para que utilicen oxígeno suplementario por encima de los 10000 pies.

La respuesta b) es incorrecta porque describe la hiperventilación. La respuesta c) es incorrecta porque describe la enfermedad que afecta a los buzos.

**20.-** Un incremento anormal en el volumen de aire respirado, inhalado y exhalado de los pulmones hace salir una cantidad excesiva de dióxido de carbono de los pulmones y la sangre, lo cual causa hiperventilación.

**21.-** Es más probable que la hiperventilación ocurra durante periodos de estrés o ansiedad.

**22.-** Los síntomas de hiperventilación comienzan a desaparecer a los pocos minutos de controlar en forma consciente el índice y la profundidad de la respiración. La acumulación de dióxido de carbono en el cuerpo puede acelerarse con la respiración controlada dentro de una bolsa de papel sostenida sobre la nariz y la boca. Hablar en voz alta a menudo ayuda y la respiración con ritmo normal en todo momento previene la hiperventilación.

**23.-** La susceptibilidad al envenenamiento por monóxido de carbono aumenta con la altitud. A medida que la altitud aumenta, la presión de aire disminuye y el cuerpo tiene dificultad para obtener oxígeno. Si se le agrega monóxido de carbono, que priva al cuerpo aún más de oxígeno, la situación puede tornarse crítica.

**24.-** Aún si el horizonte natural o la referencia de superficie se encuentra claramente visible, confíe en las indicaciones de los instrumentos para superar los efectos de la desorientación especial. Mover los ojos con rapidez desde afuera hacia adentro e inclinarse sólo empeorarán el problema.

**25.-** La desorientación o el vértigo es un estado de confusión espacial temporaria que ocurre por la información errónea que se envía al cerebro a través de diversos órganos sensoriales.

**26.-** La vista, apoyada por otros sentidos, permite al piloto mantener la orientación. Sin embargo, durante períodos de baja visibilidad, los sentidos que apoyan la vista a menudo entran en conflicto con lo que se ve. Cuando esto ocurre, el piloto se encuentra particularmente vulnerable a la desorientación y debe confiar más en los instrumentos de vuelo.

**27.-** Aún si el horizonte natural o la referencia de superficie se encuentra claramente visible, confíe en las indicaciones de los instrumentos para superar los efectos de la desorientación espacial. Mover los ojos con rapidez desde afuera hacia adentro e inclinarse sólo empeorarán el problema.

### **Toma de decisiones aeronáuticas**

El piloto es responsable de determinar si se encuentra apto para volar en un vuelo en particular. La mayoría de los accidentes prevenibles tienen un factor común: error humano, en vez de una falla mecánica. Una buena **toma de decisiones aeronáuticas** es necesaria para evitar errores humanos.

Los pasos para una buena toma de decisiones son:

1. Identificar actitudes personales peligrosas para el vuelo seguro.
2. Aprender técnicas de modificación de comportamientos.
3. Aprender cómo reconocer y lidiar con el estrés.
4. Desarrollar habilidades de evaluación de riesgos.
5. Evaluar la efectividad de nuestras habilidades para la toma de decisiones aeronáuticas.

Existe una cantidad de trampas clásicas de comportamiento en las cuales se sabe que los pilotos caen. Los pilotos, en particular aquellos con experiencia considerable, como norma siempre tratan de completar un vuelo como fue planificado, complacer a los pasajeros, cumplir los horarios y en general demostrar que ellos tienen la "información correcta". Estas tendencias pueden llevar, en última instancia, a prácticas que son peligrosas y a menudo ilegales y pueden llevar a un percance. Todos los pilotos experimentados han caído presas o han sido tentados, por una o más de estas tendencias en sus carreras de vuelo. Estas peligrosas tendencias o patrones de comportamiento, que deben ser identificadas y eliminadas, incluyen:

**La toma pobre de decisiones** basadas en respuesta emocional a los pares/compañeros en lugar de evaluar la situación en forma objetiva.

**La incapacidad** para reconocer y lidiar con los cambios en la situación, diferentes a aquellos anticipados o planificados.

**Descender por debajo de la altitud mínima.** La tendencia de echar un vistazo y descender por debajo de los mínimos durante una aproximación, en la creencia de que siempre existe un factor favorable que puede ser utilizado o uno negativa para admitir que lo mejor es realizar una aproximación frustrada (efectuar un escape).

**Volando bajo Reglas de Vuelo Visual (VFR),** continuar en condiciones instrumental, lo que suele causar desorientación espacial o colisión contra el suelo/obstáculos, sobre todo si el piloto no está capacitado o actualizado con el vuelo instrumental.

**Quedarse detrás de la aeronave.** Permitir eventos o que la situación controle sus acciones en lugar de lo contrario. Caracterizado por un estado constante de sorpresa de lo que suceda después.

**Pérdida de conciencia posicional o situacional.** Otro caso de quedarse detrás de la aeronave, que causa no saber en dónde se encuentra uno, una incapacidad para reconocer circunstancias en deterioro, y/o el mal juicio del índice de deterioro.

**Operar sin reservas adecuadas de combustible.** Ignorar los requerimientos mínimos de reserva de combustible, tanto VFR o IFR es generalmente el resultado de demasiada confianza en uno mismo, falta de planificación de vuelo o ignorancia de las regulaciones.

**Volar fuera del envolvente de vuelo.** Confianza injustificada en la creencia (usualmente equivocada) de que la habilidad de alto rendimiento de la aeronave cumple las demandas impuestas por las habilidades de vuelo (a menudo sobreestimadas) del piloto.

**Negligencia de la planificación del vuelo, inspecciones de prevuelo, listas de chequeo, etc.** La confianza injustificada en la memoria a corto y largo plazo del piloto, habilidades de vuelo regulares, rutas repetitivas y familiares, etc.

**Antiautoridad (¡no me ordenes!).** Esta actitud es normal en gente que no le gusta que nadie le ordene lo que tiene que hacer. De alguna manera están diciendo "nadie me puede decir a mí lo que tengo que hacer". Pueden estar resentidos por tener una persona que les ordene lo que tienen que hacer, o puede considerar que las normas, las regulaciones o los procedimientos son tontos o innecesarios. Sin embargo, siempre es el derecho de uno cuestionar la autoridad si se siente que es un error. El antídoto para esta actitud es: **sigue las reglas.** Usualmente son correctas.

**Impulsividad (¡Haz algo rápido!).** Es la actitud de gente que suele sentir la necesidad de hacer algo -lo que sea- inmediatamente. No se detienen a pensar acerca de lo que están a punto de hacer, no eligen la mejor alternativa y hacen lo primero que se les ocurre. El antídoto para esta actitud es: **no tan rápido, piensa primero.**

**Invulnerabilidad (no me sucederá a mí).** Muchas personas sienten que los accidentes les suceden a otras personas, pero nunca a ellas. Saben que los accidentes ocurren y también que cualquier persona puede verse afectada, pero nunca sienten o creen realmente que se encontrarán involucrados personalmente. Es más probable que los pilotos que piensan de esta manera tomen decisiones inoportunas y aumenten el riesgo. El antídoto para esta actitud es: **podría sucederme a mí.**

**Macho (puedo hacerlo).** Los pilotos que siempre tratan de demostrar que son mejores que todos, y piensan "les puedo mostrar". Los pilotos con este tipo de actitud tratarán de probarse a sí mismos al tomar riesgos con el fin de impresionar a otros. Aunque se crea que este patrón es una característica masculina, las mujeres son igualmente susceptibles. El antídoto para esta actitud es: **tomar riesgos es tonto.**

**Resignación (¿Para qué?).** Los pilotos que piensan "¿para qué?" no se ven a sí mismos capaces de hacer una gran diferencia en lo que les sucede. Cuando las cosas van bien, el piloto tiende creer que es buena suerte. Cuando las cosas van mal, el piloto puede creer que "alguien está queriendo perjudicarme" o directamente culpan a la mala suerte. El piloto dejará la acción para otros, para bien o para mal. Algunas veces, esos pilotos accederán a solicitudes irrazonables sólo para ser un "buen tipo". El antídoto para esta actitud es: **puedo hacer algo.**

Las actitudes peligrosas que contribuyen a un juicio pobre por parte del piloto pueden ser contrarrestadas con efectividad al redirigir esa actitud peligrosa para que pueda tomarse una acción adecuada. El reconocimiento de pensamientos peligrosos es el primer paso para neutralizarlos en el proceso de toma de decisiones aeronáuticas. Los pilotos deberían familiarizarse con un medio para contrarrestar las actitudes peligrosas con un pensamiento de antídoto adecuado. Cuando un piloto reconoce un pensamiento como peligroso, éste debería etiquetar ese pensamiento como peligroso, luego corregir ese pensamiento utilizando el antídoto correspondiente.

Si se desea lograr reducir el estrés relacionado con el manejo de crisis en el aire o con su trabajo, resulta esencial comenzar realizando una evaluación personal de estrés en todas las áreas de la vida. Un buen **manejo del estrés en la cabina** comienza con un buen manejo del estrés de la vida. Muchas de las técnicas practicadas para lidiar con el estrés en la vida no son siempre prácticas durante el vuelo. Es mejor condicionarse a uno mismo para relajarse y pensar racionalmente cuando aparece el estrés.

La siguiente lista de chequeo describe algunos pensamientos sobre el manejo del estrés en la cabina.

1. Evitar situaciones que lo distraigan del vuelo de la aeronave.
2. Reducir la carga de trabajo para reducir los niveles de estrés. Esto creará un ambiente adecuado en el cual se pueden tomar buenas decisiones.
3. Si ocurre una emergencia, mantenga la calma. Piense por un momento, evalúe las alternativas, luego actúe.
4. Mantenga el nivel de competencia en su aeronave; ese nivel ayuda a la confianza. Familiarícese exhaustivamente con su aeronave, sus sistemas y procedimientos de emergencia.
5. Conozca y respete sus propios límites personales.
6. No permita que pequeños errores lo molesten hasta que se conviertan en un problema grande. Espere al aterrizar, y luego haga una lista de los mismos para analizar las acciones pasadas.
7. Si volar aumenta su estrés, entonces deje de volar o busque ayuda profesional para manejar su estrés y mantenerlo dentro de los límites aceptables.

**28.-** La actitud de "antiautoridad" (¡no me ordenes!) es normal en gente que no le gusta que nadie le ordene lo que tiene que hacer. El antídoto para esta actitud es: sigue las reglas. Usualmente son correctas.

**29.-** La Impulsividad (¡Haz algo rápido!) es la actitud de gente que suele sentir la necesidad de hacer algo, lo que sea, inmediatamente. No se detienen a pensar acerca de lo que están a punto de hacer, no eligen la mejor alternativa y hacen lo primero que se les ocurre. El antídoto para esta actitud es: no tan rápido, piensa primero.

**30.-** En la toma de decisiones se analizan a las siguientes cinco actitudes peligrosas: Antiautoridad (¡no me ordenes!), Impulsividad (¡Haz algo rápido!), Invulnerabilidad (¡no me sucederá a mí!), Macho (¡puedo hacerlo!), Resignación (¿para qué?).

**31.-** Las actitudes peligrosas que contribuyen a un juicio pobre por parte del piloto pueden ser contrarrestadas con efectividad al redirigir esa actitud peligrosa para que pueda tomarse una acción adecuada. El reconocimiento de pensamientos peligrosos es el primer paso para neutralizarlos en el proceso

**32.-** La gestión de riesgo es la parte del proceso de toma de decisiones que depende de la conciencia situacional, el reconocimiento del problema y buen juicio para reducir los riesgos relacionados con cada vuelo.

**33.-** La Invulnerabilidad (no me sucederá a mí) se encuentra en personas que sienten que los accidentes les suceden a otras personas, pero nunca a ellas. Es más probable que los pilotos que piensan de esta manera tomen oportunidades y aumenten el riesgo. El antídoto para esta actitud es: podría sucederme a mí.

**34.-** Macho (puedo hacerlo) es la actitud que se encuentra en pilotos que siempre tratan de demostrar que son mejores que todos. Los pilotos con este tipo de actitud tratarán de probarse a sí mismos al tomar riesgos con el fin de impresionar a otros. El antídoto para esta actitud es: tomar riesgos es tonto.

**35.-** La Resignación (¿Para qué?) es la actitud de los pilotos que no se ven a sí mismos capaces de hacer una gran diferencia en lo que les sucede. Cuando las cosas van bien, el piloto tiende creer que es buena suerte. Cuando las cosas van mal, el piloto puede creer que "alguien está queriendo perjudicarme" o directamente culpan a la mala suerte. El antídoto para esta actitud es: puedo hacer algo, puede hacer la diferencia.

**36.-** El piloto es responsable de determinar si se encuentra apto para volar en un vuelo en particular.

**37.-** La mayoría de los accidentes prevenibles tienen un factor común: error humano, en vez de una falla mecánica.

**38.-** Volando bajo Reglas de Vuelo Visual (VFR) continuar haciéndolo en condiciones instrumentales. Suele causar desorientación espacial o colisión contra el suelo/obstáculos. Es aún más peligroso si el piloto no está capacitado o actualizado con los instrumentos.

**39.-** La confianza injustificada en las habilidades de vuelo regulares en la memoria a corto y largo plazo del piloto, rutas repetitivas y familiares a menudo causa negligencia en la planificación de vuelo, las inspecciones de prevuelo y las listas de chequeo.

### **Evitar colisiones**

La visión es el sentido más importante para el vuelo seguro. Los factores fundamentales que determinan cómo se puede utilizar la visión efectivamente son el nivel de iluminación y la técnica de escaneo/barrido del cielo en busca de otras aeronaves. La **neblina atmosférica** reduce la capacidad de ver tránsito o terreno durante el vuelo, lo cual produce que todas las características parezcan estar más lejos de lo que realmente están.

**Escanear** el cielo en busca de otras aeronaves es un factor clave en la prevención de colisiones. Los pilotos deben desarrollar una técnica efectiva de escaneo que maximiza la capacidad visual. Debido a que los ojos sólo se enfocan en un área de visión angosta, se logra un escaneo efectivo con una serie de movimientos oculares cortos y regularmente espaciados. Cada movimiento no debería exceder 10° y se debería observar cada área por lo menos un segundo.

Antes de comenzar cualquier maniobra, el piloto debería escanear visualmente el área completa para prevenir colisiones. Es probable que cualquier aeronave que parece no tener ningún movimiento relativo y permanece en un sólo cuadrante de escaneo se encuentre en el curso de colisión. Si un objetivo no muestra movimientos laterales ni verticales, pero aumenta en tamaño, tome acciones evasivas.

Cuando se asciende o desciende con VFR en una ruta aérea, realice inclinaciones suaves, a la derecha e izquierda, para obtener un escaneo visual del espacio aéreo.

**40.-** El Informe de Colisión Cercana en el Aire (Near Mid-Air Collision Report) de la FAA indica que el 81% de los incidentes ocurren en cielo despejado y en condiciones de visibilidad ilimitadas.

**41.-** Escanear el cielo en busca de otras aeronaves es un factor clave en la prevención de colisiones.

La respuesta a) es incorrecta porque la verificación de los instrumentos es importante pero secundaria en la prevención de colisiones. La respuesta c) es incorrecta porque

anunciar sus intenciones a la torre de control más cercana no garantiza que alguien esté escuchando.

**42.-** La neblina atmosférica puede crear la ilusión de estar a una mayor distancia de los objetos en el suelo y aire.

**43.-** Se logra un escaneo efectivo con una serie de movimientos oculares cortos y regularmente espaciados que traigan áreas sucesivas del cielo al campo visual central. Cada movimiento no debería exceder 10° y cada área debe ser observada por al menos un segundo para permitir la detección.

**44.-** Se logra un escaneo efectivo con una serie de movimientos oculares cortos y regularmente espaciados que traigan áreas sucesivas del cielo al campo visual central. Cada movimiento no debería exceder 10° y cada área debe ser observada por al menos un segundo para permitir la detección.

**45.-** Es probable que cualquier aeronave que parece no tener ningún movimiento relativo y permanece en un sólo cuadrante de escaneo se encuentre en el curso de colisión.

## CAPÍTULO 6: METEOROLOGÍA

La fuente principal generadora de cambios en el clima es el sol, estos cambios y las variaciones de los patrones del clima son causados por el calentamiento desigual en la superficie de la tierra.

Todo proceso de cambio del clima acompaña o es el resultado de un desigual calentamiento de la superficie terrestre. El calentamiento de la tierra y, por lo tanto, el calentamiento del aire circundante, (intercambio de calor) es desigual alrededor de todo el planeta.

Este desigual calentamiento de la atmósfera crea sobre de la tierra un patrón de circulación de aire (viento). Por causa del calentamiento, el aire tiende a ascender (baja presión) y el aire frío tiene una tendencia a descender (alta presión) reemplazando el aire ascendente más cálido. Además, el desigual calentamiento, que causa variaciones de presión, causará también variaciones en la configuración del altímetro entre dos puntos de información meteorológica.

Debido a la rotación de la tierra, este gran patrón de circulación de aire es muy distorsionado por un fenómeno conocido como la fuerza de **Coriolis**. Cuando este viento (creado por aire desde la alta presión hacia la baja presión) comienza a moverse, inicialmente desde capas altas, es deflectado por esta fuerza de Coriolis hacia la izquierda (en el hemisferio sur) causando un flujo paralelo a las isobaras (líneas de igual presión), creándose así un patrón previsible de vientos.

**Centros de alta presión** (representados con la letra A): son áreas en las cuales la presión es mayor que en todo el entorno de su mismo nivel. En el hemisferio sur la circulación de los vientos alrededor de estos centros lo hacen en sentido anti horario y divergentes desde su centro; a este proceso se lo denomina anticiclónico.

Cuando el movimiento descendente de una masa de aire se hace sobre una zona extensa, se lo denomina **subsidencia**. Este fenómeno provoca estabilidad en la atmósfera y suelen observarse en estas circunstancias, cielos completamente libres de nubosidad.

**Centros de baja presión** (representados con la letra B): Son áreas en las cuales la presión es menor que en todo el entorno de su mismo nivel. En el hemisferio sur, la circulación de los vientos alrededor de estos centros lo hacen en sentido horario y convergen hacia su centro; a este proceso se lo denomina ciclónico. Y las corrientes verticales son de ascenso, por lo que dependiendo de cómo sea la configuración en altura, estos centros por lo general están asociados a abundante nubosidad en capas bajas y medias.

En los mapas aparece como un sistema de isobaras cerradas que encierran valores de presión relativamente menores. Se los denomina también centros de depresión. Cuanto más cerca están las isobaras, mayor es la velocidad de los vientos.

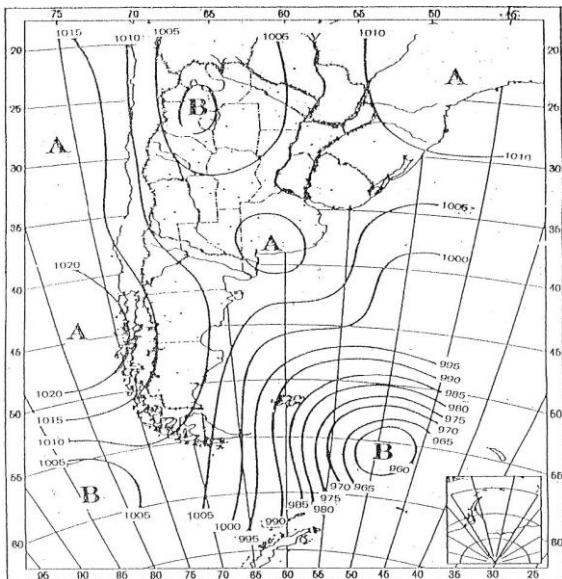
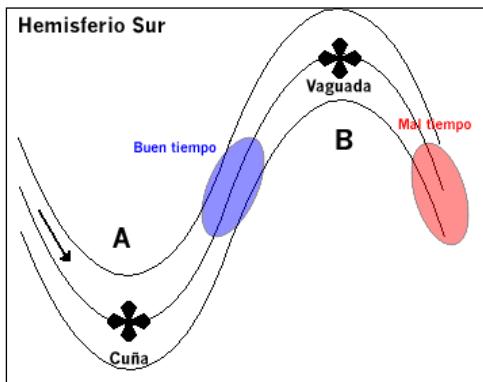
Debido a la fricción con el suelo y hasta una altura aproximada de 600 m (2000 pies), los vientos en superficie no son exactamente paralelos a las isobaras, pero siempre se mueven desde los centros de alta hacia los de baja presión.

**1.-** La fuente principal generadora cambios es el sol, los cambios y las variaciones de los patrones del clima son causados por el calentamiento desigual en la superficie de la tierra.

La respuesta a) es incorrecta porque a las mareas no se las consideran una fuente de cambio. La respuesta c) es incorrecta porque el calentamiento es una consecuencia de la fuente principal: el sol.

**2.-** Todo proceso físico que se produce en la atmósfera es acompañado o producido por el calentamiento desigual de la superficie de la tierra.

**3.-** El desigual calentamiento de la atmósfera crea sobre de la tierra un patrón de circulación de aire (viento). Por causa del calentamiento, el aire tiende a ascender (baja presión) y el aire frio tiene una tendencia a descender (alta presión) reemplazando el aire ascendente más cálido.



**4.-** Es un área en la cual la presión es menor que en todo el entorno de su mismo nivel, se la representa con una letra **B** y se lo llama ciclón o depresión.

La respuesta a) es incorrecta porque la letra A identifica un área anticiclónica. La respuesta c) es incorrecta porque la subsidencia está íntimamente relacionada con las áreas de alta presión.

**5.-** Dependiendo de cómo sea la configuración en altura, estos centros por lo general están asociados a abundante nubosidad en capas bajas y medias.

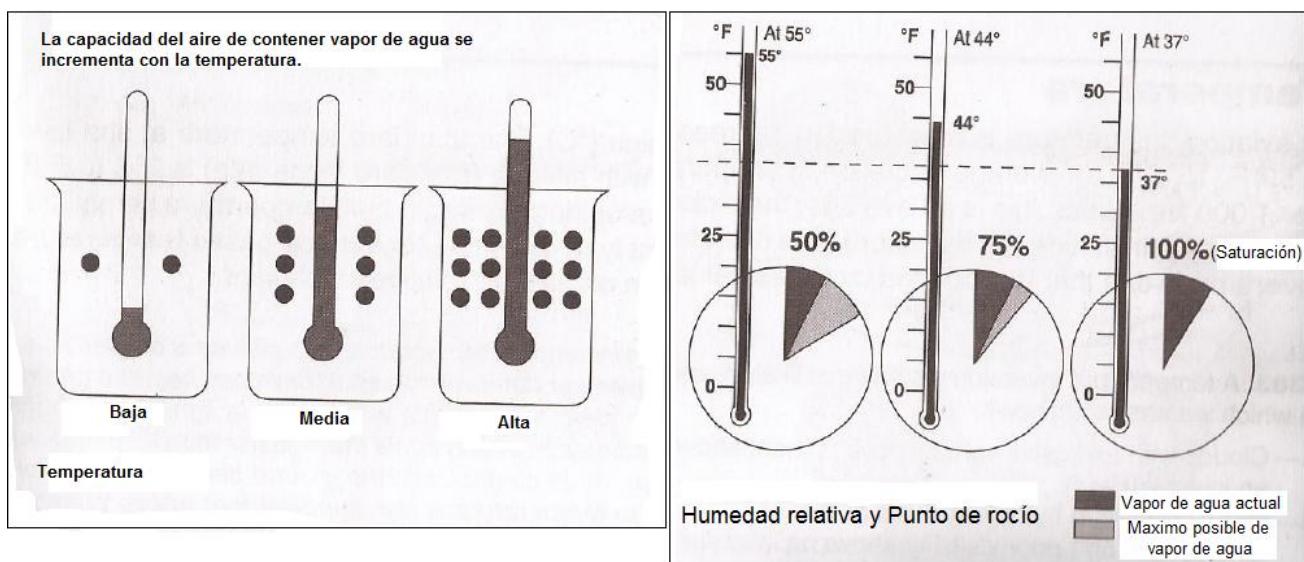
Las respuestas a) y b) son incorrectas porque las condiciones de buen tiempo, como el cielo claro y la estabilidad, están asociadas a sistemas de alta presión.

### Temperatura

En aviación, la temperatura se mide en grados centígrados. La temperatura estándar a nivel del mar es de 15° C. El descenso de temperatura promedio en altura es de 6,5° C cada 1000 metros. Debido a que esta cifra es sólo un promedio, el valor exacto raramente existe. De hecho, la temperatura a veces se incrementa con la altura (una inversión). El tipo más frecuente de inversión en la temperatura se produce por radiación terrestre en noches claras y relativamente tranquilas. La tierra enfriá con más rapidez que el aire circundante y el que está en contacto con el suelo se enfriá, mientras que el que está a pocos cientos de pies o metros sufre muy poco cambio. Por esto, la temperatura se incrementa con la altura.

La capa de inversión de temperatura tiene usualmente pobre visibilidad.

La siguiente figura muestra la capacidad del aire de contener vapor de agua incrementado por la temperatura:



6.- El descenso de temperatura promedio en altura es de 2° C cada 300 m (1000 pies).

7.- La temperatura estándar a nivel del mar es de 15° C.

8.- La respuesta a) es incorrecta porque una inversión de temperatura no resultará en un desarrollo vertical, dado que el aire caliente no subirá si el que está por encima es más caliente. La respuesta b) es incorrecta porque la zona de inversión atrapa polvo, humo y otras partículas que causan reducción de la visibilidad.

### Humedad

El aire contiene humedad (vapor de agua). El contenido de aire en el vapor de agua puede expresarse de dos maneras diferentes. Los dos términos más comúnmente utilizados son “humedad relativa” y “punto de rocío”.

La humedad relativa se presenta como vapor de agua en el aire. La temperatura determina la cantidad máxima de vapor de agua que el aire puede soportar. El aire caliente puede soportar mayor vapor de agua que el aire frío.

Cuando la humedad relativa llega al 100%, se dice que el aire está saturado y con menos del 100%, se dice que está no saturado.

El punto de rocío es la temperatura a la cual se debe enfriar el aire manteniendo constante la tensión de vapor del agua, hasta que este se sature.

La humedad puede sumarse al aire por evaporación o sublimación. La humedad puede ser removida del aire por condensación o sublimación.

Cuando el vapor del agua se condensa en grandes objetos como hojas, parabrisas o aviones, formará rocío, y cuando éste se condensa en partículas microscópicas tales como sal, polvo o derivados de la combustión (núcleos de condensación), formará nubes o niebla.

En conclusión, la humedad relativa puede incrementarse por una baja de la temperatura ambiente o por un incremento de la cantidad de humedad en el aire. Si la temperatura y el crecimiento del punto de rocío son bajos y decrecientes, ocurre la condensación. Si la temperatura se encuentra por encima del punto de congelamiento, los fenómenos más propicios a desarrollarse serán niebla o nubes bajas.

**9.-** La humedad relativa puede incrementarse por una baja de la temperatura ambiente o por un incremento de la cantidad de humedad en el aire.

La respuesta b) es incorrecta porque la presión no es un factor de aumento de la humedad. La respuesta c) es incorrecta porque el incremento de viento normalmente contribuye a la disipación de nieblas o neblinas.

**10.-** Se define Punto de Rocío a la temperatura que debe enfriarse el aire manteniendo constante la humedad que contiene.

**11.-** La temperatura es la que mayormente determina la cantidad de vapor de agua que puede contener.

**12.-** A medida que el vapor de agua se condensa, se sublima sobre núcleos de condensación, el líquido o partículas de hielo comienzan a crecer. Algunos núcleos de condensación tienen tanta afinidad con el agua que pueden inducir la condensación o sublimación aún cuando el aire no se encuentre totalmente saturado.

La respuesta b) es incorrecta porque la presencia de vapor de agua no siempre resulta en nubes, niebla o rocío, a menos que la condensación ocurra. La respuesta c) es incorrecta porque es posible tener 100% de humedad sin que ocurra la condensación, condición necesaria para la formación de nubes, niebla o rocío.

**13.-** Evaporación es el cambio del estado líquido del agua al invisible vapor de agua. La sublimación es el cambio de agua sólida (hielo) directamente a vapor de agua o vapor de agua a hielo.

La respuesta b) es incorrecta porque el calor o la condensación por sí solos no agregan humedad al aire no saturado. La respuesta c) es incorrecta porque la sobresaturación está fuera de contexto en esta cuestión.

#### Masa de aire y Frentes

Cuando un cuerpo o masa de aire tiende a estar en reposo o se mueve lentamente en un área extensa, las propiedades de temperatura y humedad son bastante uniformes, y el aire toma estas propiedades. El área sobre el cual la masa de aire adquiere esta distribución de humedad y temperatura se denomina **región de origen o fuente**. Son extensiones de superficie o clima uniforme y cuya área puede superar los 3 millones de Km cuadrados.

Si esta masa se va trasladando estará tomando propiedades de la nueva superficie por donde transita. La tendencia del cambio se denomina **modificación de la masa de aire**.

La realidad cotidiana nos permite distinguir la presencia de diferentes masas de aire cuando soportamos el calor o el frío o distinguimos días húmedos y cálidos, como así también toda vez que después de una tormenta se modifican las características de aire; en todos estos casos ocurre un cambio en la masa de aire.

**14.-** Si esta masa se va trasladando estará tomando propiedades de la nueva superficie por donde transita.

## **Frentes**

La separación de dos masas de aire con diferentes características se denomina **superficie frontal** y la línea determinada por la intersección de la superficie frontal y el suelo **se denomina frente**.

Cuando una masa de aire frío y otra de aire caliente se encuentran, el aire frío se posiona por debajo del aire caliente, obligando al aire más cálido a iniciar un ascenso por sobre la superficie que separa ambas masas; dicha superficie o línea imaginaria se denomina **pendiente frontal**.

Según el movimiento y la temperatura de las masas de aire podemos clasificar los frentes en:

- Fríos.
- Calientes.
- Estacionarios.
- Ocluidos.

Un pasaje frontal estará indicado por las siguientes discontinuidades:

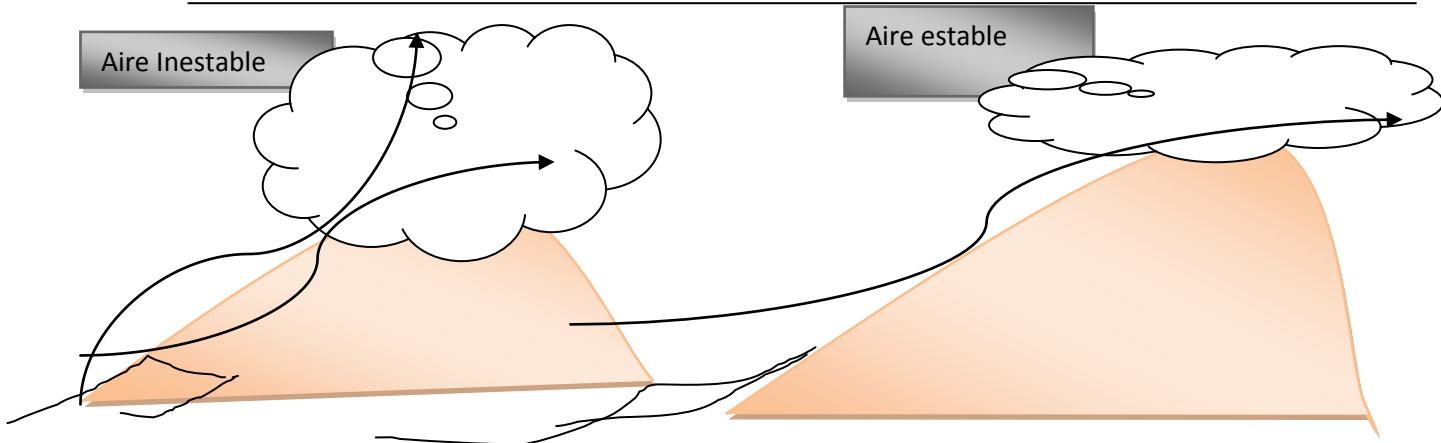
1. Cambio de temperatura.
2. Continuo descenso de la presión seguido de un incremento de la misma pasado el frente.
3. Cambio en la dirección del viento, velocidad, o ambos.

La estabilidad es una propiedad del aire que describe su tendencia a permanecer en su posición original.

El grado de estabilidad atmosférica se determina a partir de la diferencia de temperatura entre una porción de aire y el aire circundante.

Este contraste puede causar el movimiento vertical de la porción de aire. En condiciones estables, el movimiento vertical se inhibe, mientras que en condiciones inestables, la porción de aire tiende a moverse continuamente hacia arriba o hacia abajo.

Cuando las condiciones son extremadamente estables, el aire frío cercano a la superficie es "entrampado" por una capa de aire cálido sobre este. Esta condición, denominada **inversión**, prácticamente impide la circulación vertical del aire. Estas condiciones están directamente relacionadas con las concentraciones de contaminantes en el aire ambiental.



CARACTERÍSTICAS DEL AIRE INESTABLE	CARACTERÍSTICAS DEL AIRE ESTABLE
<i>Nubes cumuliformes</i>	<i>Nubes estratiformes y niebla</i>
<i>Precipitación</i>	<i>Precipitación continua</i>
<i>Aire turbulento</i>	<i>Aire estable</i>
<i>Buena Visibilidad</i>	<i>Regular o pobre visibilidad por humo o bruma</i>

**15.-** Cuando una masa de aire frío y otra de aire caliente se encuentran, el aire frío se posiciona por debajo del aire caliente, obligando al aire más cálido iniciar un ascenso por sobre la superficie que separa ambas masas.

**16.-** El viento siempre cambia su dirección a través de un frente.

La respuesta b) es incorrecta debido a no siempre llueve en un frente. La respuesta c) es incorrecta porque la estabilidad a través de los dos frentes puede ser la misma.

**17.-** El cambio de temperatura es el más fácil de reconocer durante el cruce de un frente.

La respuesta b) es incorrecta porque no siempre la nubosidad está presente cruzando un frente. La respuesta c) es incorrecta porque el cambio de humedad ambiente no es fácilmente reconocible durante el cruce del frente.

**18.-** Según el movimiento y la temperatura de las masas de aire podemos clasificar los frentes en Fríos - Calientes - Estacionarios - Ocluidos.

**19.-** El grado de estabilidad atmosférica se determina a partir de la diferencia de temperatura entre una porción de aire y el aire circundante.

La respuesta a) es incorrecta porque la presión no está relacionada directamente con el grado de estabilidad. La respuesta b) es incorrecta porque el vuelo con turbulencias no guarda relación con el grado de estabilidad.

**20.-** Una masa de aire estable tiene como características: nubes stratiformes, niebla, precipitación continua, aire suave, regular a mala visibilidad por humo, bruma o neblina.

**21.-** Una masa de aire inestable tiene como características: nubes cumuliformes, precipitación, aire turbulento, buena visibilidad.

### NUBES

La estabilidad del aire determina cuál de los dos tipos de nubes se formarán:

**Nubes Cumuliformes:** tienen un considerable desarrollo vertical que aumentan la tasa de crecimiento de precipitaciones. Estas se forman en una condición de aire inestable formando grandes gotas de agua (Chaparrones)

**Nubes Stratiformes:** se forman más cerca del terreno en condiciones de estabilidad, producen continuas lluvias, lloviznas en pequeñas gotas de agua.

Las nubes las dividiremos en cuatro familias de acuerdo a la altura que se desarrollan: **Nubes bajas, Nubes medias, Nubes altas y Nubes de desarrollo vertical.**

La primera de las tres familias (bajas, medias, y altas) se clasifican además según la manera que se forman. Las nubes formadas verticalmente (inestables) son **cumulus** (en forma y apariencia de un “coliflor”). Las nubes formadas por el aire enfriado de una capa estable son los **stratus** (de un aspecto fino).

Una clasificación adicional es el **nimbo** o **nimbus**, lo cual significa nubes de lluvia.

Las nubes altas son llamadas **Cirrus** y están compuestas principalmente de cristales de hielo, por tal razón contribuyen en la formación de hielo estructural (este fenómeno siempre con la presencia de gotas de agua).

Para calcular en forma aproximada a qué altura se encuentra la base de las nubes sobre el nivel del terreno en la planificación de un vuelo, se puede tomar el gradiente de temperatura de la atmósfera, es decir, cuánto desciende la temperatura con la altura. Si se considera que la atmósfera es aproximadamente estándar, se asume que la temperatura desciende 6,5 ° C cada 1000 metros; a la diferencia entre la temperatura y el

punto de rocío actuales en superficie, se la divide por 6.5 y al resultado se multiplica por 1000, obteniendo como resultado 2000 m de base de nubes.

Ejemplo:

$20 - 7 = 13 / 6.5 = 2 \times 1000 = 2000$  (Resultado base de las nubes).

**22.-** La estabilidad del aire determina cuál de los dos tipos de nubes se formarán. Las nubes cumuliformes tienen un considerable desarrollo vertical, lo que aumenta la tasa de crecimiento de precipitaciones. Estas se desarrollan en una condición de aire inestable formando grandes gotas de agua (chaparrones).

La respuesta a) es incorrecta porque las nubes stratiformes pertenecen al grupo que se forman en procesos de estabilidad, las cuales no poseen desarrollo vertical. La respuesta b) es incorrecta porque los stratocumulos corresponden al tipo de nubes bajas.

**23.-** Las nubes formadas por el aire enfriado de una capa estable son los stratus (de un aspecto fino).

La respuesta a) es incorrecta ya que los cúmulos se forman por ascenso vertical de una masa de características inestables. La respuesta b) es incorrecta, se identifica a los nimbus como nubes de lluvia.

**24.-** Cuando el aire estable es forzado a ascender, tiende a mantener el flujo horizontal y cualquier formación nubosa es chata y estratificada.

**25.-** Cuando el aire inestable es forzado a subir, la perturbación crece. Como resultado, la formación nubosa mostrará un extenso desarrollo vertical.

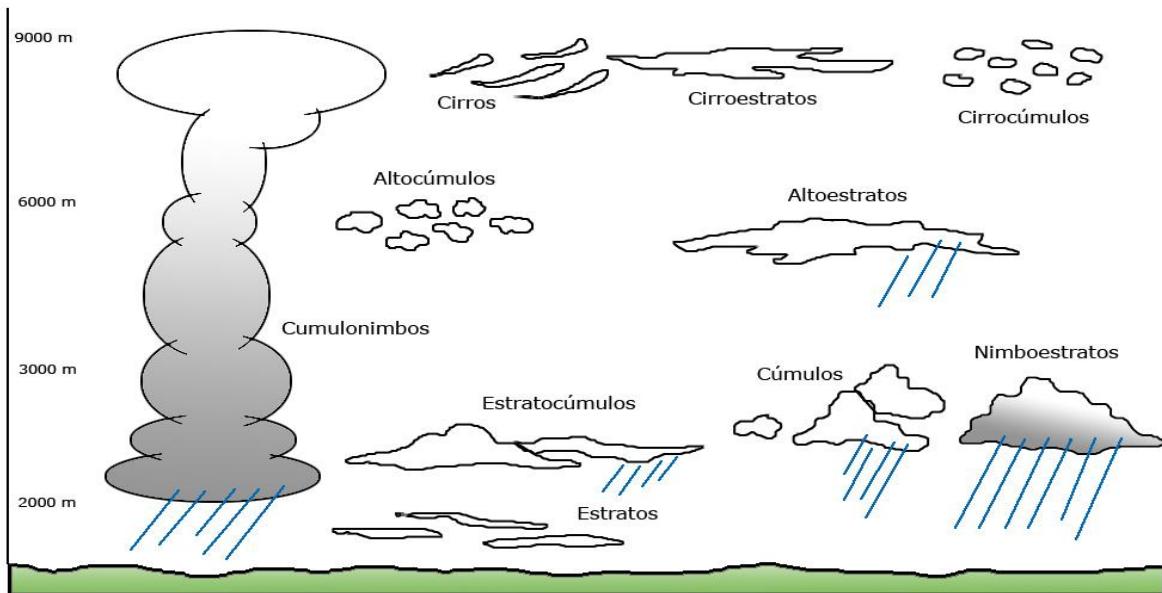
**26.-** La precipitación de la nubosidad estratiforme usualmente es continua y hay poca o nada de turbulencia.

**27.-** Para la formación de nubes cumonimbus o tormentas, el aire debe tener:

1. Suficiente vapor de agua.
2. Un gradiente inestable y
3. Un impulso inicial ascendente que ponga en marcha el proceso de formación de tormentas.

**28.-** 692 m.

**29.-** 307,69.



### Turbulencia

Una atmósfera turbulenta es aquella en la cual las corrientes de aire experimentan grandes variaciones de dirección y/o intensidad en cortas distancias.

Las nubes cúmulos están formadas por corrientes convectivas, estas corrientes son impulsadas desde la superficie por el calentamiento, razón por la cual los pilotos pueden esperar turbulencia por debajo o dentro de las nubes y en especial en las de desarrollo vertical en forma de torre o yunque. La mayor turbulencia se encuentra dentro de las nubes cumulonimbos.

Si se encuentra una turbulencia severa tanto dentro como fuera de la nube, se deberá reducir la velocidad del avión a la velocidad de maniobra indicada por el fabricante de la aeronave. Debe volarse por actitud y evitar tratar de mantener la altitud constante, ya que esto sometería la estructura de la aeronave a esfuerzos que pueden estar por encima de los valores de diseño.

Cuando se solicita información meteorológica de un aeródromo además de considerar los demás factores, se debe considerar también si existen ráfagas, estas ráfagas duran pocos segundos pero, sin embargo, afectan la operación de la aeronave a bajos niveles, cercanos a la superficie del terreno donde se prevé despegar o aterrizar.

La intensidad se la clasifica como:

- Leve o ligera
- Moderada
- Fuerte
- Severa

**30.-** La intensidad de la turbulencia se la clasifica como leve, moderada, fuerte o severa.

Las respuestas b) y c) son incorrectas porque la inestabilidad y la estabilidad se establecen como una propiedad de las masas de aire.

**31.-** Si se encuentra una turbulencia severa dentro o fuera de la nube, se deberá reducir la velocidad del avión hacia la velocidad de maniobra indicada por el fabricante de la aeronave y evitar cargas indebidas sobre la estructura del avión.

La respuesta a) es incorrecta porque intentar mantener la altitud y velocidad puede resultar en una sobrecarga sobre la estructura de la aeronave. La respuesta b) es incorrecta porque es imposible tratar de mantener un ángulo de ataque constante debido a las cortantes de viento encontradas en la turbulencia severa.

### **Tormentas**

Las tormentas presentan la mayor amenaza para el vuelo. Tres condiciones son necesarias para su formación:

1. Suficiente vapor de agua
2. Un gradiente de inestabilidad
3. Mecanismo de ascenso del aire hasta niveles superiores

### **Estructura de una tormenta**

La nube típica de una tormenta es el **cumulonimbus** (Cb), donde en su parte baja, a lo largo del borde anterior según la dirección del movimiento, se encuentra situada la zona del remolino o nube tipo rotor, indicando una fuerte turbulencia en esa zona.

La nube cumulonimbus tiene un elevado desarrollo vertical, formando grandes torres, con paredes casi lisas en la parte trasera y muy irregular en la parte delantera. A veces, inmediatamente delante de la nube principal y por debajo de las nubes sobresalientes que constituyen las irregularidades del borde delantero, se observan mammato – cumulus, signo evidente de que la tormenta es de gran actividad.

El tamaño de la tormenta dependerá si se produce aisladamente dentro de una masa de aire o si se encuentra asociada a frentes de tormentas. En el primer caso, se debe

considerar una extensión horizontal no mayor a 20 kilómetros, por lo que resulta muy fácil de rodear con un avión. En el segundo caso, se deben considerar largas barreras extendidas horizontalmente.

El tope de la tormenta es muy variable y depende de la altura de la tropopausa, que produce inversión de temperatura y no permite que la nube se siga desarrollando. Por lo que se deben considerar topes relativamente bajos en latitudes altas, del orden de los 12 a 13000 metros en latitudes medias, mientras que los valores pueden estar cercanos a los 16 o 18000 metros en las zonas ecuatoriales.

Es común que el viento aumente con la altura hasta el nivel del yunque y el Cb aparece inclinado, indicando la dirección en que se mueve la tormenta. Una tormenta no es una única nube convectiva, sino que por el contrario consiste en un conglomerado de varias. La nube individual de ese conglomerado recibe el nombre de **célula** o **celda de tormenta**, donde cada célula se comporta como una unidad y cumple su propio ciclo de vida, independientemente de las demás células adyacentes. El ciclo de vida de estas células se divide en tres etapas o estados según los movimientos verticales predominantes:

**Etapa de cúmulo:** la característica sustancial es que existen corrientes ascendentes a través de toda la nube y las torres crecen a una velocidad apreciable y pronto sobrepasan la isoterma de 0° C.

**Etapa de madurez:** en la estructura típica de una nube de tormenta en estado maduro se pueden observar que las regiones de corrientes ascendentes y descendentes existen de lado a lado. Las corrientes descendentes se inician normalmente en las vecindades del nivel de congelación y crecen vertical y horizontalmente. Las corrientes ascendentes continúan y alcanzan su mayor intensidad en la primera parte del estado maduro.

**Etapa de disipación:** la estructura en el estado de disipación indica que mientras las corrientes descendentes y la lluvia persisten, la nube (en conjunto) está más fría que el entorno. La lluvia se torna más uniforme y su intensidad disminuye. Cuando la corriente descendente termina, la temperatura se iguala con la del entorno, la nube se disuelve completamente o se transforma en masas irregulares de nubes estratiformes.

El tipo más violento de las tormentas eléctricas en estado estacionario es el generado por los frentes fríos o por líneas de turbonada. Una línea de turbonada es una línea de inestabilidad no frontal que a menudo se forma por delante de un frente frío que se mueve rápido. Las tormentas generadas en estas condiciones son las más propensas a desarrollar cumulonimbus y tornados. Una tormenta eléctrica severa es la que tiene vientos de superficie de 50 nudos o más y / o genera la formación de granizo de tamaño considerable que dependerá de las temperaturas y alturas extremas que pueda alcanzar en su desarrollo. Por lo general, la presión cae rápidamente con la llegada de una

tormenta eléctrica y luego se eleva abruptamente con la aparición de la primera ráfaga y la llegada de la corriente descendente fría acompañada de lluvias fuertes. A medida que la tormenta pasa, la presión vuelve a la normalidad.

**32.-** La característica de la etapa de cúmulo de una tormenta consiste en la constante corriente ascendente del aire caliente. El comienzo de la caída de lluvia desde la base de la nube es señal de que han comenzado a desarrollarse también corrientes descendentes y la célula ha entrado en la etapa de maduración.

La respuesta a) es incorrecta porque la nube rotora no está presente en la etapa inicial de la tormenta. La respuesta c) es incorrecta porque los relámpagos frecuentes pueden estar presentes en todas las etapas.

**33.-** La corriente descendente caracteriza la etapa de disipación de la célula de tormenta y rápidamente termina su ciclo.

**34.-** La cortante de viento (wind shear) es un peligro invisible asociado a las tormentas. Se han encontrado cortantes de viento a 30 km lateralmente a una tormenta severa.

La respuesta a) es incorrecta porque no se considera la precipitación estática como un fenómeno atmosférico peligroso. La respuesta c) es incorrecta porque la lluvia es una característica de la actividad de tormentas.

#### **Turbulencia por cortante de viento:**

La cortante de viento (**windshear**) es una variación brusca en la dirección y/o intensidad del viento en una muy corta distancia. La cortante de viento puede ocurrir a cualquier nivel y puede ser detectada por el piloto como un súbito cambio en la velocidad.

Se puede esperar la cortante de viento de baja altitud durante fuertes inversiones de temperatura, en todos los lados de la tormenta y directamente debajo de la celda. El piloto puede esperar cortantes de vientos en la zona de inversión de temperatura cuando el viento es de 25 nudos o más, entre los 2000 pies y los 4000 pies de altitud.

En condiciones de un frente cálido se presenta la condición más crítica antes del pasaje del frente. En el frente cálido, las condiciones de cortante pueden existir por debajo de 5000 pies por cerca de 6 horas antes del pasaje del frente. La cortante de viento asociada con un frente cálido suele ser más extrema que la encontrada en los frentes fríos.

Se suele encontrar la cortante asociada a un frente frío detrás del frente. Si el frente se mueve a un promedio de 30 nudos o más, la zona de cortantes será a 5000 pies por encima de la superficie y tres horas después del pasaje del frente.

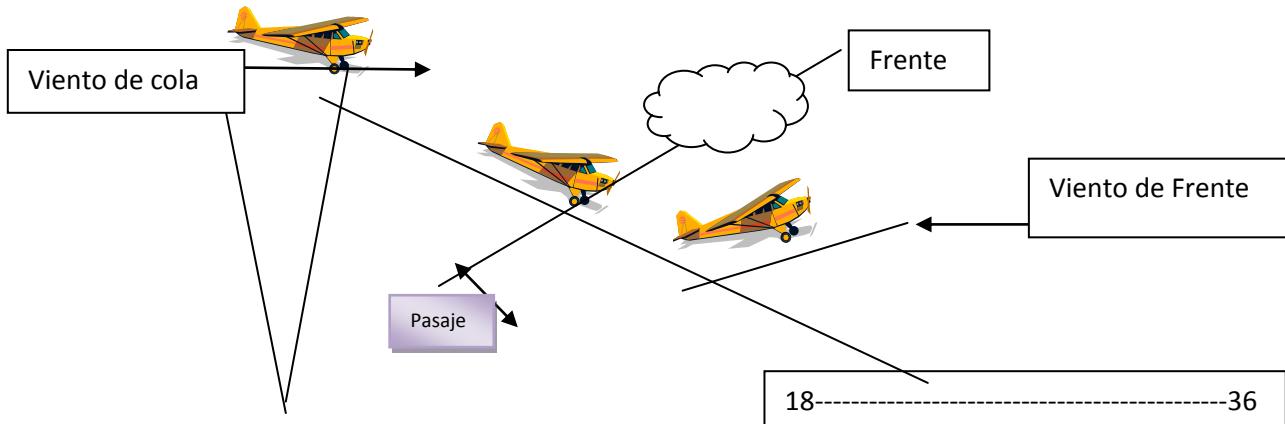
Básicamente encontramos dos potenciales y peligrosas situaciones por las cortantes de viento, la disminución abrupta del viento de cola (tailwind) y la disminución abrupta de viento de frente (headwind).

En una situación en la que existe un aumento repentino de viento de frente (o disminución de viento de cola) el impulso de la aeronave se mantiene en movimiento a través del espacio a la misma velocidad de tierra como antes. Esto significa que la aeronave se mueve a través del aire más rápido que antes y habrá un aumento de su velocidad indicada. El avión va a reaccionar ante este aumento y a tender a subir (o bajar más lentamente). Cuando hay un aumento repentino de un viento de cola (o disminución en el viento de frente), ocurre justo lo contrario. Habrá una pérdida de velocidad indicada, acompañada de una tendencia a bajar la nariz y descender.

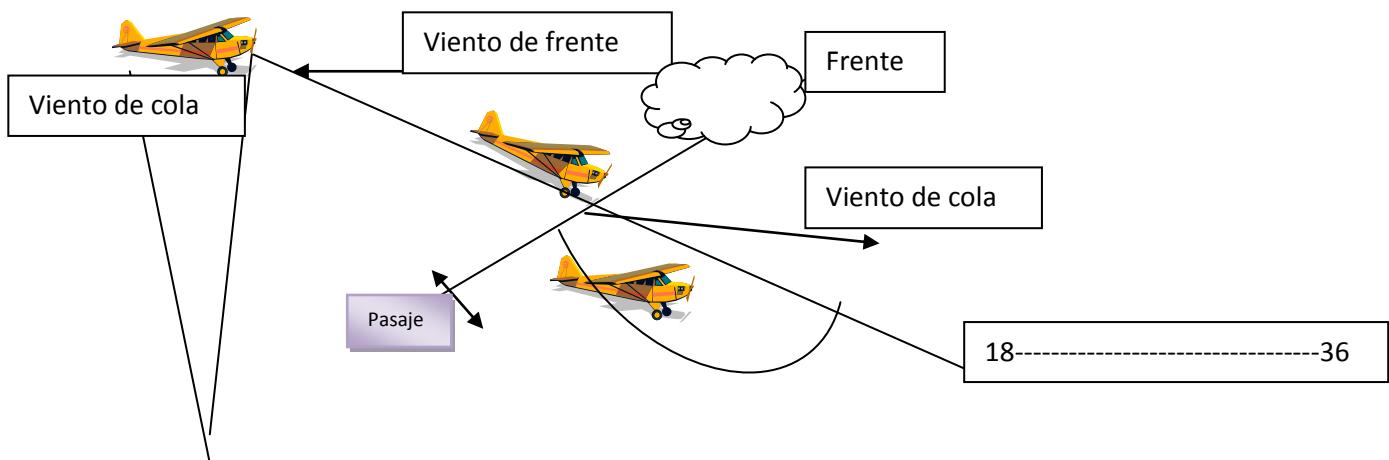
Cuando un aeropuerto reporta vientos máximos, y cuando este reporte es significativamente diferente al viento del aeropuerto, existe la posibilidad de encontrar cortantes de viento.

---

#### Cortante de viento de viento de frente a calmo



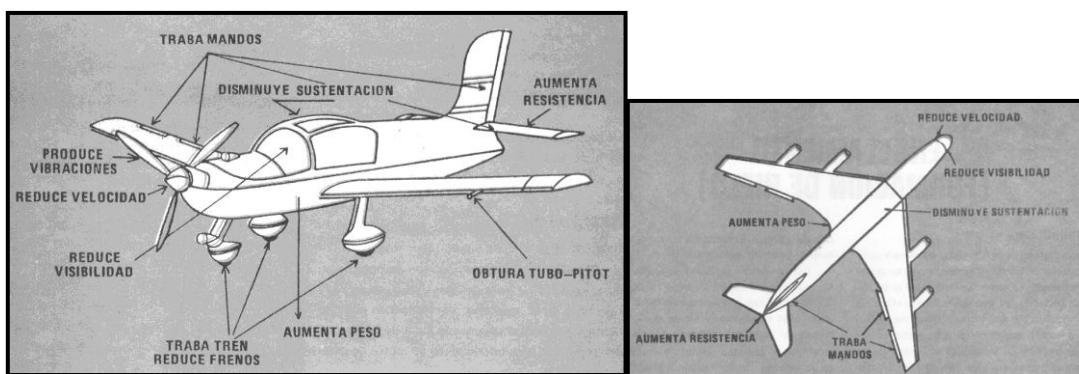
Cortante de viento de viento de cola a calmo



- 35.-** Con una cortante de viento de frente a viento en calma, se produce una pérdida de sustentación a medida que disminuye la velocidad del aire, el avión baja la nariz, y desciende por debajo de la senda de planeo (disminución de altitud).

Engelamiento

La formación de hielo en una aeronave sigue constituyendo un riesgo muy elevado en las operaciones aéreas. La acumulación del mismo en diversas partes de la aeronave provoca diferentes restricciones, dependiendo del lugar en el cual se halla acumulado, pasando desde la pérdida de sustentación por deformación del perfil alar, aumento de peso, aumento de la resistencia, indicación errónea de la velocidad hasta detención del motor o planta propulsora.

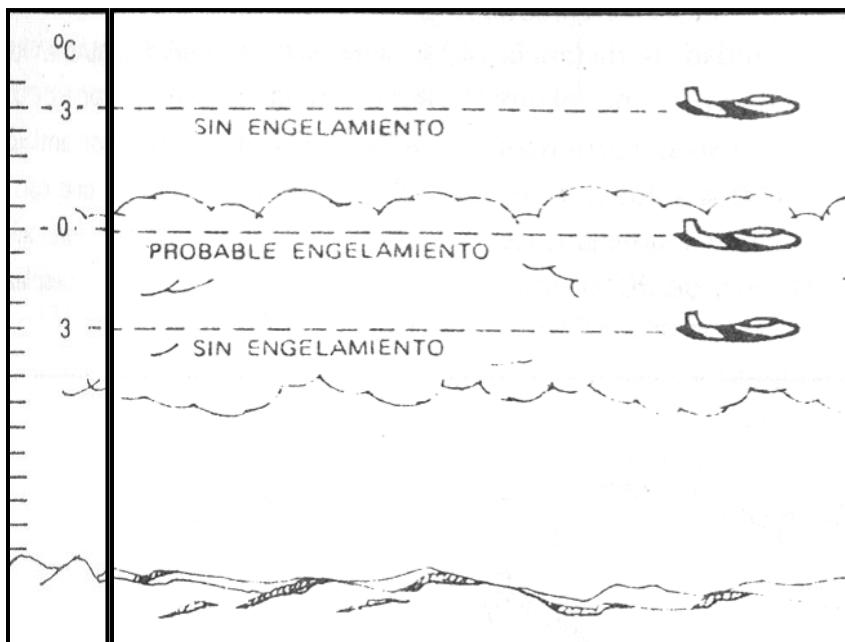


Se llama **engelamiento** a la formación de hielo que se produce sobre un avión o parte de él en vuelo o cuando se encuentra estacionado en superficie o rodando hacia su posición de despegue.

Para que se forme hielo sobre un avión es necesario que se cumplan dos condiciones:

- Que el agua que forma parte de las nubes o precipitación sea líquida.
- Que la temperatura del aire se encuentre por debajo de cero grado centígrado (isoterma de 0º C).

En la figura siguiente se muestra un esquema de lo expresado:



Las nubes que contienen agua en estado de sobrefusión son muy frecuentes entre 0° C y –15° C. Por debajo de estos valores, las nubes tienden a transformarse en una nube de hielo y a temperaturas inferiores a –20° C, casi todas las nubes se encuentran formadas por agujas de hielo.

El aspecto y las propiedades del engelamiento dependen de tres factores:

- Temperatura del aire.
- Dimensión de las gotas de agua.
- Contenido de agua líquida.

**Recomendaciones para operar con bajas temperaturas**

**Para aviones a pistón:**

1. Siempre es conveniente resguardar el avión en un hangar. Pero si se deja a la intemperie, es conveniente cubrir las zonas de alerones, el tubo pitot y los motores.
2. Antes de despegar, se debe eliminar la escarcha que se haya formado en las diferentes partes de la aeronave (**nunca utilizar agua caliente, puede tener consecuencias contraproducentes**).
3. Verificar el libre movimiento de las superficies de control, los alerones, el timón de dirección y profundidad.
4. Si existe hielo acumulado en las plataformas y pistas, carretear lentamente y usar los frenos con precaución.
5. Antes del despegue es conveniente verificar el buen funcionamiento de los equipos anticongelantes y deshieladores (si están equipados).
6. Controlar la temperatura del carburador antes del despegue. Cuando la temperatura se encuentra próxima a los 0° C, se debe utilizar el calefactor para evitar la formación de hielo o eliminar el que se haya formado en el carburador.
7. Evitar el despegue con nieve acumulada en la pista.
8. Encender el equipo de calefacción del tubo pitot (si está equipado) si encuentra nieve, lluvia o zonas de probable formación de hielo.
9. En condiciones de lluvia engelante, volar en la capa en que la temperatura sea superior a 0° C.
10. Concurrir a la Oficina de Información Meteorológica (OIM) o consultar por algún medio de comunicación acerca de las posibles áreas de formación de hielo.
11. Cuando no se pueda evitar la formación de hielo, elegir en lo posible la ruta y altitud en las que el proceso sea lo menos intenso.
12. Vigilar la velocidad del avión, pues su velocidad mínima de sustentación aumenta con la formación de hielo.
13. Evitar giros bruscos y aumentar la potencia cuando exista gran acumulación de hielo en la aeronave.

**36.-** Se llama engelamiento a la formación de hielo que se produce sobre un avión o parte de él en vuelo o cuando se encuentra estacionado en superficie o rodando hacia su posición de despegue.

**37.-** Para que se forme hielo sobre un avión es necesario que se cumplan dos condiciones: La primera, que el agua que forma parte de las nubes o precipitación sea líquida. La segunda, que la temperatura del aire se encuentre en o por debajo de cero grado centígrado (isotermia de 0° C).

La respuesta b) es incorrecta porque la inestabilidad no es una condición necesaria para la formación de hielo. La respuesta c) es incorrecta porque esta condición por sí sola no necesariamente provoca formación de hielo sobre la aeronave.

### Niebla (Fog)

La niebla es una nube en contacto con la superficie de tierra o agua, siempre se forma en condiciones de aire estable. Los tres tipos de niebla principales son: la **niebla de radiación**, la niebla **de advección** y la niebla **orográfica** (o ascendente de laderas).

Niebla de **radiación** se produce cuando hay una inversión térmica basada en la superficie. En una noche clara, relativamente tranquila, la superficie se enfriá rápidamente mediante la radiación de calor hacia el cielo. Esto a su vez enfriá el aire dentro de unos pocos cientos de metros de la superficie y se eleva el aire caliente. Si la temperatura desciende a la del punto de rocío, se formará niebla. Puesto que la temperatura mínima durante el día se produce justo después de la salida del sol, este tipo de niebla a menudo se forma a continuación. Esta niebla se disipará cuando el aire se calienta lo suficiente como para elevar la temperatura por encima del punto de rocío de nuevo. Sin embargo, si se mantiene la inversión de temperatura, la visibilidad puede seguir siendo limitada debido a la persistencia de la niebla o neblina. El viento o cualquier movimiento significativo de aire contribuyen a su dispersión.

Las nieblas de advección y orográficas necesitan del viento para formarse.

La niebla de **advección** es muy común a lo largo de las regiones costeras y se forma por el movimiento del aire húmedo sobre superficies más frías. La temperatura del aire se reduce a la del punto de rocío y se forma la niebla. Esto ocurre comúnmente sobre los cuerpos de agua como lagos u océanos. Esta niebla puede ser transportada tierra adentro por suaves vientos y suele ser intensa. Si el viento aumenta por sobre 15 nudos, la niebla tiende a levantar en nubes de tipo estratos bajos.

La niebla **orográfica** se forma cuando, movida por el viento, una masa de aire estable y húmedo se desplaza sobre un terreno ascendente. A medida que el aire asciende, éste se enfriá por expansión (enfriamiento adiabático) como consecuencia de la disminución de la presión. Este tipo de niebla es común en las zonas montañosas. Para que se forme este tipo de niebla es necesario que corra el suficiente viento para mantener continuo el movimiento ascendente del aire a lo largo de la pendiente.

Todos los demás tipos de nieblas quedan comprendidos en el término general de **nieblas de vaporización**. Incluidas dentro de este grupo se encuentran las nieblas frontales, que son bastante comunes durante los meses de invierno y, por lo general, están asociadas con los sistemas de movimiento lento. Siempre se encuentran en una masa de aire frío por debajo del aire caliente y húmedo. La precipitación que procede del

aire caliente cae a través del aire frío, pudiendo producirse la suficiente evaporación para provocar la niebla. En caso de un frente caliente, dicha niebla será prefrontal, que está asociada con un frente frío.

La **niebla helada** pertenece a otra categoría y está formada por pequeñísimos cristales de hielo que se han sublimado pasando directamente de su estado de vapor (vapor de agua helada). Es muy fina, brumosa y peligrosa debido a la velocidad de formación (extremadamente rápida).

**38.-** Si el viento aumenta a 15 nudos, la niebla tiende a levantar formando nubes tipo estratos bajos.

**39.-** Si la temperatura desciende e iguala a la del punto de rocío, se dan las condiciones de formación de niebla.

**40.-** Las condiciones favorables para la formación de niebla de radiación son: cielos despejados que facilitan la radiación nocturna, poco o ausencia de viento y elevada humedad relativa. Estas nieblas se forman sobre tierra, ya que sobre el agua el enfriamiento por radiación nocturna es menor.

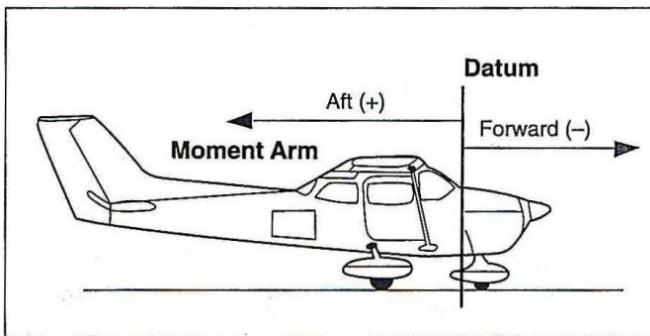
## **CAPÍTULO 7: PERFORMANCE**

### **Peso y balanceo**

Más allá de que una aeronave se encuentre certificada para el vuelo en un peso bruto máximo especificado, puede no ser seguro despegar con ese peso en todas las condiciones. Gran altitud, alta temperatura y alta humedad son factores adicionales que pueden requerir la limitación de la carga a un cierto peso menor que el máximo permitido. Además de considerar el peso que se transportará, el piloto debe asegurarse de que la carga se acomode de manera tal que mantenga la aeronave en equilibrio. El punto de equilibrio o Centro de Gravedad (CG) es el punto en el cual se considera que se encuentra concentrado todo el peso del avión. Para que sea seguro que una aeronave vuele, el centro de gravedad debe estar dentro de los límites especificados. Para mantener el CG dentro de los límites seguros, puede ser necesario mover el peso hacia la nariz de la aeronave (hacia adelante), lo cual mueve al CG hacia adelante o hacia la cola (hacia atrás) lo cual mueve al CG hacia atrás.

El **Datum** es una línea vertical imaginaria por la cual se miden ubicaciones dentro de la aeronave. El fabricante establece el datum y puede variar en la ubicación entre aeronaves.

El **brazo** es la distancia horizontal medida en pulgadas/centímetros desde la línea datum hasta un punto en la aeronave. Si se mide hacia atrás, hacia la cola, se le da un valor positivo (+); si se mide hacia adelante, hacia la nariz, se le da un valor negativo (-). Ver figura 7-1.



**Figura 7-1. Brazo positivo y negativo**

El **momento** es el producto del peso de un objeto multiplicado por su brazo y se expresa en libras-pulgadas (lbs-in)/kilogramos, según las unidades de peso/medidas que se use. Una fórmula normalmente utilizada para encontrar el momento se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Peso} \cdot \text{Brazo} = \text{Momento}$$

El centro de gravedad (CG) es el punto en el cual la aeronave estará balanceada y se expresa en pulgadas/centímetros desde el datum. Este centro de gravedad se encuentra dividiendo los momentos totales por el peso total, y la fórmula se expresa usualmente como sigue:

$$\frac{\text{Momento Total}}{\text{Peso Total}} = \text{CG} \text{ (pulgadas/centímetros hacia atrás de datum)}$$

Se denominan límites del centro de gravedad a los puntos delantero y trasero entre los que se debe encontrar el CG para el vuelo seguro. Estos límites se encuentran especificados por el fabricante. La distancia entre los límites delantero y trasero del CG se denomina rango del centro de gravedad. En este rango entre límite delantero y trasero, puede desplazarse el CG, sin afectar la controlabilidad de la aeronave.

**El peso vacío** se obtiene de las tablas adecuadas. Incluye la célula, el motor, todos los equipos fijos, el combustible no utilizable, el aceite que no es posible de drenar y los líquidos hidráulicos.

La **carga útil** incluye al piloto, los pasajeros, el equipaje y el combustible.

El **peso de despegue** es el peso vacío más la carga útil. El **peso de aterrizaje** es el peso de despegue menos el peso del combustible utilizado.

Los **pesos estándares** han sido establecidos para diversos elementos involucrados en los cálculos de peso y balanceo. Estos pesos no se deberían utilizar si se encuentran disponibles pesos reales. Algunos de los pesos estándares son:

#### **Elementos**

Tripulación General y pasajeros	170 libras / 77 kilos cada una
Gasolina	6 libras/galón USA - 0,720 kilogramos/litro

**1.-** El peso vacío consiste en la célula, los motores y todos los elementos de equipamiento operacional que tenga ubicaciones fijas y que se encuentren instalados en forma permanente en el avión. Incluye equipo opcional y especial, lastre fijo, fluido hidráulico, combustible no utilizable (residual) y aceite que no se puede drenar (residual).

La respuesta b) es incorrecta porque el peso vacío también incluye fluidos operacionales y combustible no utilizable. La respuesta c) es incorrecta porque el peso vacío no incluye el combustible total.

#### **Conversión de unidades útiles:**

Libras a kilogramos	multiplique por	0.4536
Galones USA a litros	multiplique por	3.785
Pulgadas a centímetros	multiplique por	2.54
Pies a metros	multiplique por	0.3282

**2.-**

a. Determine el peso total que se debe quitar (50 kg) y el peso por galón de gasolina (0.720 kg).

b. Calcule la cantidad de gasolina que se debe drenar mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Litros} = \frac{\text{Kilos}}{\text{Litros/Kilos}}$$

ó:

$$\frac{50}{0.720} = 69,44 \text{ litros}$$

Cuando “redondee” una respuesta, hágalo en el sentido que le proporcionará una mayor seguridad operacional en vuelo. En este caso, redondee a 69,50.

**3.-**

- a. Determine el peso total que se debe eliminar (90 libras) y el peso por galón de gasolina (6 libras).
- b. Calcule la cantidad de gasolina que se debe drenar mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Galones} = \frac{\text{Libras}}{\text{Libras/Galón}}$$

ó:

$$\frac{90}{6} = 15 \text{ galones}$$

**Altitud de densidad y Performance de la aeronave**

Las tablas de performance de aeronaves le indican al piloto qué puede esperar de un avión (carrera de despegue, régimen de ascenso, etc.) en condiciones determinadas. La predicción de la performance se encuentra basada en una temperatura de nivel del mar de 15° C (+59° F) y una presión atmosférica de 29,92" Hg (1013,2 mb). Esta combinación de temperatura y presión se denomina “valores estándar”. Cuando el aire se encuentra a una “densidad estándar”, los desvíos de temperatura y/o presión desde dicho estándar, modificarán la densidad del aire o la altitud de densidad, lo cual afecta la performance de la aeronave. Las tablas de performance permiten al piloto predecir como rendirá una aeronave. La humedad relativa también afecta la altitud de densidad, pero no se toma en consideración cuando se formulan las tablas de performance. Una combinación de temperatura alta, humedad alta y gran altitud causan una altitud de densidad mayor que la altitud de presión lo que, a su vez, causa una reducción en la performance de la aeronave.

**ANAC**  
**DIRECCIÓN NACIONAL DE SEGURIDAD OPERACIONAL**  
**DIRECCIÓN LICENCIAS AL PERSONAL**  
**DTO. CONTROL EDUCATIVO**  
**PILOTO PRIVADO AVIÓN**

---

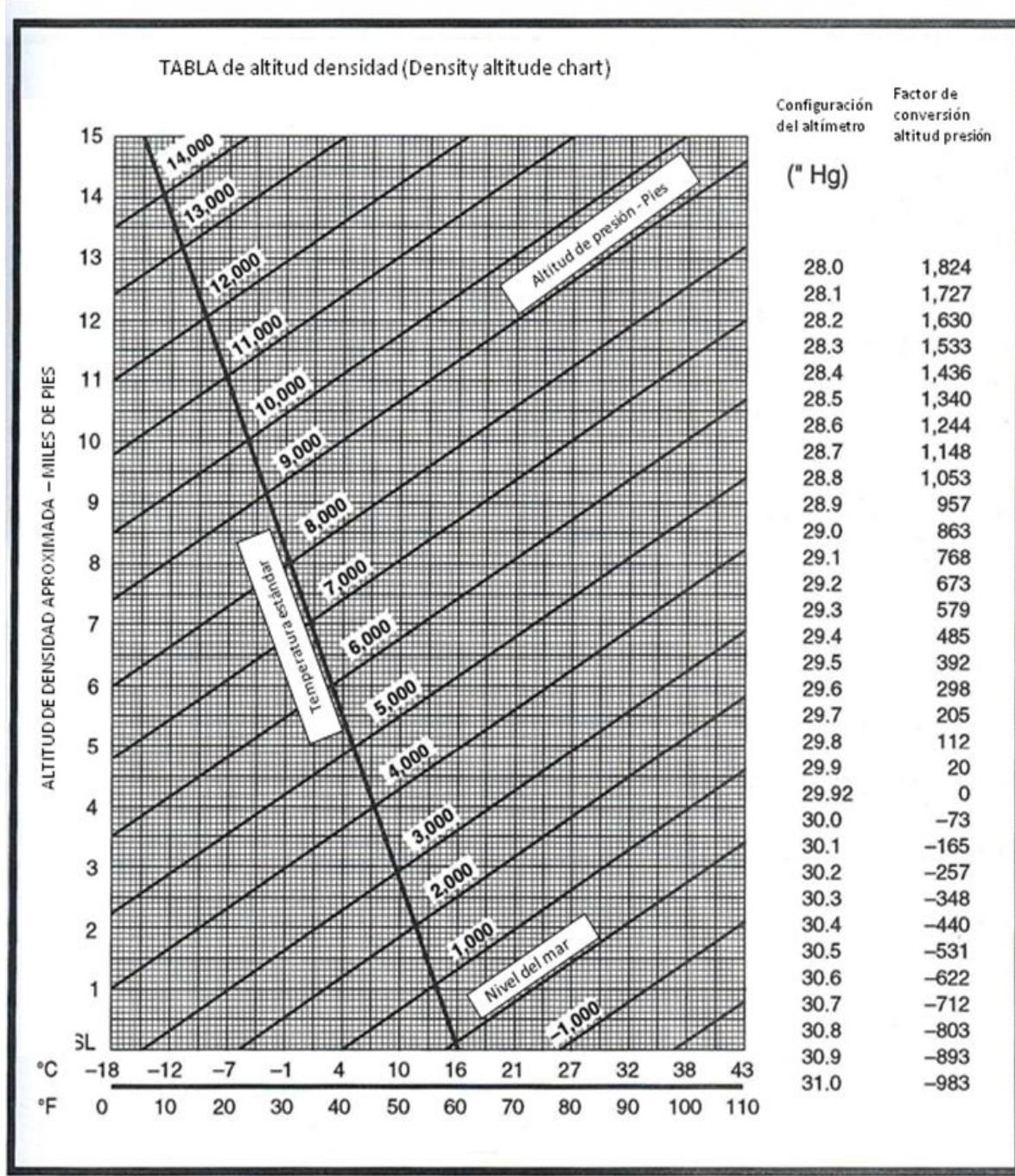


Tabla de altitud de densidad (Density altitude chart)

**Problema:**

Mediante la Tabla de Altitud de Densidad que se muestra en la figura 8 y las siguientes condiciones, determine la altitud de densidad.

**Condiciones:**

Ajuste del altímetro.....30.35  
Temperatura del aeropuerto..... +25° F  
Elevación del Aeropuerto..... 3.894 pies

**Solución:**

- a. Determine la corrección de altitud aplicable para la lectura del altímetro de 30.35" Hg. Ver figura 8. Esa configuración no se muestra en la tabla, por lo tanto es necesario interpolar entre los factores de corrección mostrados para 30.30" Hg y 30.40" Hg. Para interpolar, sume los dos factores y divida por 2:

$$\begin{aligned}-348 + (-440) &= -788 \\ -788 \div 2 &= -394\end{aligned}$$

Ya que el resultado es un número negativo, reste ese valor a la elevación de aeropuerto dada:

$$\begin{array}{r} 3.894 \text{ pies} \\ - 394 \text{ pies} \\ \hline 3.500 \text{ pies} \end{array}$$

- b. Por debajo de la tabla, ubique la OAT dada (+25° F). Desde ese punto, proceda hacia arriba hasta cruzarse con la línea de altitud de presión que es igual a la elevación de aeropuerto corregida (3.500 pies). Desde ese punto, proceda a la izquierda y lea la altitud de densidad (2.000 pies). Nótese que la disminución de densidad reduce la eficacia de la hélice como también la performance de la aeronave en su conjunto.

**4.- Si la temperatura supera la estándar, la altitud de densidad será mayor que la altitud de presión.**

**5.- Utilizando como referencia la figura 8, siga los siguientes pasos:**

- a. Ya que la lectura del altímetro dada no se muestra en la figura 8, se necesita la interpolación. Ubique las configuraciones inmediatamente por arriba y por debajo del valor dado de 29.25" Hg:

Ajuste del Altímetro

Factor de Conversión

**ANAC**  
**DIRECCIÓN NACIONAL DE SEGURIDAD OPERACIONAL**  
**DIRECCIÓN LICENCIAS AL PERSONAL**  
**DTO. CONTROL EDUCATIVO**  
**PILOTO PRIVADO AVIÓN**

---

29.20	673 pies
29.30	579 pies

b. Determine la diferencia entre los dos factores de conversión:

$$673 - 579 = 94 \text{ pies}$$

c. Determine la cantidad de diferencia que se le agregará al factor de conversión de 29.30" Hg:

$$94 \times .5 = 47 \text{ pies}$$

d. Sume la cantidad de diferencia a la cantidad mostrada para el factor de conversión de 29.30" Hg:

$$579 + 47 = 626 \text{ pies}$$

e. Sume el factor de corrección a la elevación del aeropuerto para encontrar la altitud de presión:

$$\begin{array}{r} 5250 \\ +626 \\ \hline 5876 \end{array} \text{ pies MSL (altitud de presión)}$$

f. Determine la altitud de densidad al ingresar a la tabla a +81° F; muévase hacia arriba a la línea de altitud de presión 5.876; desde el punto de intersección, muévase a la izquierda y lea una altitud de presión de 8.500 pies.

**6.- Utilizando como referencia la figura 8, siga los siguientes pasos:**

a. Ya que la lectura del altímetro dada no se muestra en la figura 7, se necesita la interpolación. Ubique las configuraciones inmediatamente por arriba y por debajo del valor dado de 29.96" Hg:

Ajuste del Altímetro	Factor de Conversión
29.92	0 pies
30.00	-73 pies

b. Determine la diferencia entre los dos factores de conversión:

$$0 - 73 = -73 \text{ pies}$$

La configuración 29.96 está en medio de los valores, por lo tanto:

$$-73 \div 2 = -36,5 \text{ pies}$$

c. Determine la cantidad de diferencia que se le restará al factor de conversión de 30.30" Hg:

d. Reste el factor de corrección a la elevación del aeropuerto para encontrar la altitud de presión:

$$\begin{array}{r} 3563,0 \\ -36,5 \\ \hline 3526,5 \text{ pies MSL (altitud de presión)} \end{array}$$

**7.- Utilizando como referencia la figura 8, siga los siguientes pasos:**

a. Ya que la configuración del altímetro dada no se muestra en la figura 8, se necesita la interpolación. Ubique las configuraciones inmediatamente por arriba y por debajo del valor dado de 30.35" Hg:

Ajuste del Altímetro	Factor de Conversión
30.30	-348 pies
30.40	-440 pies

b. Determine la diferencia entre los dos factores:

$$-440 + 348 = -92 \text{ pies}$$

c. Determine la cantidad de diferencia que se le agregará al factor de conversión de 30.30" Hg:

$$-92.0 \times .5 = -46.0 \text{ pies}$$

d. Sume la cantidad de diferencia a la cantidad mostrada para el factor de conversión de 30.30" Hg:

$$-348 + (-46) = -394 \text{ pies}$$

e. Reste el factor de corrección a la elevación del aeropuerto para encontrar la altitud de presión:

3894

-394

3500 pies MSL (altitud de presión)

f. Determine la altitud de densidad al ingresar a la tabla a +25° F, proceda hacia arriba a la línea de altitud de presión de 3500 pies; desde el punto de intersección muévase al borde izquierdo de la tabla y lea la altitud de densidad de 2000 pies.

**8.-** La presión estándar del nivel del mar es de 29.92 pulgadas de mercurio. La temperatura estándar del nivel del mar es de 15° C.

**9.-** En un día caluroso, el aire se torna “más fino” o “más liviano” y su densidad es equivalente a una altitud mayor en la atmósfera estándar, de allí el término “altitud de alta densidad”.

La respuesta a) es incorrecta porque un aumento en la presión barométrica disminuiría la altitud de densidad. La respuesta c) es incorrecta porque una disminución en la humedad relativa disminuiría la altitud de densidad.

**10.-** Un aumento en la temperatura del aire o en la humedad o una disminución en la presión del aire (que causa una mayor altitud de densidad), disminuiría considerablemente tanto la entrega de potencia como la eficacia de la hélice.

La respuesta a) es incorrecta porque todas estas condiciones mejoran la performance. La respuesta b) es incorrecta porque baja humedad y baja altitud mejoran la performance.

**11.-** Un aumento en la temperatura del aire o en la humedad o una disminución en la presión del aire (que causa una mayor altitud de densidad), disminuiría considerablemente tanto la entrega de potencia como la eficacia de la hélice.

**12.-** Utilizando como referencia la figura 8, siga los siguientes pasos:

a. Ingrese a la tabla de altitud de densidad a 25° F, proceda hacia arriba hasta la línea de altitud de presión de 5000 pies. Desde el punto de intersección, muévase al borde izquierdo de la tabla y lea la altitud de densidad de 3850 pies.

b. Ingrese a la tabla de altitud de densidad a 50° F, proceda hacia arriba hasta la línea de altitud de presión de 5000 pies. Desde el punto de intersección, muévase al borde izquierdo de la tabla y lea la altitud de densidad de 5500 pies.

c. Determine el cambio en la altitud de densidad:

$5500 - 3,850 = 1,650$  pies (aumento)

**13.-** Utilizando como referencia la figura 8, siga los siguientes pasos:

- a. Ya que la configuración del altímetro dada no se muestra en la figura 8, se necesita la interpolación. Ubique las configuraciones inmediatamente por arriba y por debajo del valor dado de 28.22" Hg:

<b>Configuración del Altímetro</b>	<b>Factor de Conversión</b>
28.2	1630 pies
28.3	1533 pies

- b. Determine la diferencia entre los dos factores de conversión:

$$1630 - 1533 = 97 \text{ pies}$$

- c. Determine la cantidad de diferencia que se le restará al factor de conversión de 28.20" Hg:

$$97.0 \times 0.2. = 19.4$$

- d. Reste la cantidad de diferencia a la cantidad mostrada para el factor de conversión de 28.20" Hg:

$$1630.0 - 19.4 = 1610.6$$

- e. Sume el factor de corrección a la altitud indicada para encontrar la altitud de presión:

$$\begin{array}{r} 1610.6 \\ +1380.0 \\ \hline 2990.6 \text{ pies MSL (altitud de presión)} \end{array}$$

**14.-** Utilizando como referencia la figura 8, siga los siguientes pasos:

- a. Ingrese a la tabla de altitud de densidad a 30° F, proceda hacia arriba hasta la línea de altitud de presión de 3000 pies. Desde el punto de intersección, muévase al borde izquierdo de la tabla y lea la altitud de densidad de 1650 pies.

- b. Ingrese a la tabla de altitud de densidad a  $50^{\circ}$  F, proceda hacia arriba hasta la línea de altitud de presión de 3000 pies. Desde el punto de intersección, muévase al borde izquierdo de la tabla y lea la altitud de densidad de 2950 pies.
- c. Encuentre la diferencia entre los dos valores:  $2950 - 1650 = 1300$  pies (aumento).

$$3000 - 1650 = 1350 \text{ pies (aumento)}$$

**15.-** Un incremento en la temperatura del aire o de la humedad o una disminución de la presión del aire (que causa una mayor altitud de densidad), disminuirá considerablemente tanto la entrega de potencia como la eficacia de la hélice.

**16.-** La hélice produce tracción/empuje en proporción a la masa de aire que se está acelerando mediante las palas al rotar. Si el aire es menos denso, la eficacia de la hélice se ve disminuida.

#### **Gráfico de Componentes de Viento de Frente y Viento Cruzado**

En general, despegar hacia el viento mejora la performance de la aeronave y reduce la longitud de la pista requerida para estar en el aire. Cuanto más fuerte sea el viento, mejor rinde la aeronave. Los vientos cruzados, sin embargo, pueden dificultar o tornar imposible controlar la aeronave. El fabricante de la aeronave determina el límite seguro para despegar o aterrizar con viento cruzado y establece el componente máximo permitido de viento cruzado. Se utiliza el gráfico que muestra la figura 37 para determinar cuánto se siente el viento con dirección y velocidad determinadas tanto de frente como cruzado.

#### **Problema:**

Se informa que el viento se encuentra a  $085^{\circ}$  a 30 nudos y Ud. planea aterrizar en la Pista 11. ¿Cuáles serán los componentes de viento de frente y viento cruzado?

#### **Solución:**

- a. Determine la diferencia angular entre la dirección del viento y la pista:

$$\begin{aligned} &110^{\circ} \text{ pista} \\ &\underline{-085^{\circ} \text{ viento}} \\ &25^{\circ} \text{ diferencia} \end{aligned}$$

- b. Encuentre la intersección entre la línea radial de ángulo de  $25^{\circ}$  y el arco de velocidad de viento de 30 nudos en el gráfico de la figura 37. Desde la intersección, muévase directo hacia abajo hasta el final del gráfico y lea que el componente de viento cruzado es igual a 13 nudos. Desde el punto de

intersección, muévase a la izquierda en forma horizontal y lea que el componente de viento de frente es igual a 27 nudos.

**17.- Siga los siguientes pasos:**

- Determine el ángulo de ángulo de viento relativo (WA) desde la diferencia entre el rumbo de pista (RH) y la dirección del viento (WD).

$$WA = WD - RH$$

$$WA = 220^\circ - 180^\circ$$

$$WA = 40^\circ$$

- Ubique el arco correspondiente a la velocidad de viento de 30 nudos.
- Encuentre el punto de intersección de la línea de  $40^\circ$  con el arco de velocidad de viento de 30 nudos.
- Dibuje una línea hacia abajo desde la intersección de la escala de componente de viento cruzado y lea la velocidad resultante de 19 nudos.

La respuesta b) es incorrecta porque se refiere al componente de viento de frente. La respuesta c) es incorrecta porque se refiere a la velocidad del viento.

**18.- Siga los siguientes pasos:**

- Determine el ángulo de ángulo de viento relativo (WA) desde la diferencia entre el rumbo de pista (RH) y la dirección del viento (WD).

$$WA = WD - RH$$

$$WA = 220^\circ - 180^\circ$$

$$WA = 40^\circ$$

- Ubique el arco correspondiente a la velocidad de viento de 30 nudos.
- Encuentre el punto de intersección de la línea de  $40^\circ$  con el arco de velocidad de viento de 30 nudos.
- Dibuje una línea hacia abajo desde la intersección de la escala de componente de viento de frente y lea la velocidad resultante de 23 nudos.

**19.- Siga los siguientes pasos:**

- Ubique el ángulo de viento de  $45^\circ$  en la figura 37.

- b. Ubique la línea vertical que representa un componente de viento cruzado de 25 nudos y su punto de intersección con la línea del ángulo de viento de 45°.
- c. Interprete el punto de intersección que yace sobre un arco a mitad de camino entre los arcos de velocidad de viento de 30 y 40 nudos o 35 nudos.

**20.-** Siga los siguientes pasos:

- a. Ubique la línea del ángulo de viento de 30° en la figura 37.
- b. Ubique la línea vertical que representa el componente máximo de viento cruzado de 12 nudos y su punto de intersección con la línea del ángulo de viento de 30°.
- c. Interprete el punto de intersección que yace sobre un arco apenas menos que a mitad de camino entre los arcos de velocidad de viento de 20 y 30 nudos o aproximadamente 24 nudos.

**21.-** Siga los siguientes pasos:

- a. Ubique el arco de velocidad de viento de 20° en la figura 37.
- b. Dibuje una línea hacia arriba desde el componente de viento cruzado de 13 nudos (viento cruzado máximo).
- c. Nótese que en este caso los componentes aceptables de viento cruzado resultarán en cualquier momento en que el ángulo de viento relativo es igual o menor a aproximadamente 40° (la intersección de la línea vertical de 13 nudos y el arco de viento de 20 nudos).
- d. Calcule el ángulo de viento relativo entre el viento norte (0°) y los rumbos de pista:

Pista	Ángulo relativo	Aterrizaje
6	60°	Viento en contra
29	70°	Viento en contra
32	40°	Viento en contra

Sólo la pista 32 proporciona un componente de viento cruzado que se encontraría dentro de los límites aceptables para el avión especificado.

**22.- Siga los siguientes pasos:**

- a. Ubique el arco de velocidad de viento de 20° en la figura 37.
- b. Dibuje una línea hacia arriba desde el componente de viento cruzado de 13 nudos (viento cruzado máximo).
- c. Nótese que en este caso los componentes aceptables de viento cruzado resultarán en cualquier momento en que el ángulo de viento relativo es igual o menor a aproximadamente 43° (la intersección de la línea vertical de 13 nudos y el arco de viento de 20 nudos).
- d. Calcule el ángulo de viento relativo entre el viento sur (180°) y los rumbos de pista:

<b>Pista</b>	<b>Ángulo relativo</b>	<b>Aterrizaje</b>
10	80°	Viento a favor
14	40°	Viento en contra
24	60°	Viento en contra

## **CAPÍTULO 8: NAVEGACIÓN**

La Navegación Aérea es el arte de trasladarse con una aeronave desde un punto a otro sobre la superficie terrestre, conociendo en todo momento la posición geográfica en la que se encuentra. Para esto se puede utilizar la Navegación Observada, la Navegación Estimada (o a la estima), Navegación estimada con apoyo radioeléctrico y en la actualidad la navegación con la utilización de sistemas autónomos inerciales de navegación, y/o satelitales por medio del Global Positioning System (GPS).

**La Navegación Observada** es el ABC del vuelo VFR. Es la que se realiza basándose en las referencias del terreno, por ejemplo ciudades, pueblos, vías de ferrocarril, lagos, rutas, etc. La utilización de la carta aeronáutica a escala 1:1000000 es fundamental, ya que es la que brinda la información necesaria para este tipo de vuelo.

La Argentina publica la serie cartográfica a esta escala denominada CAA (Carta Aeronáutica Argentina), basada en especificaciones del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) con cubrimiento total de la parte continental del país y parte de la insular. Esta serie se confecciona en proyección cónica conforme de Lambert. Los datos aeronáuticos que se muestran se han mantenido compatibles con el empleo de la carta para la navegación aérea visual. Incluye aeródromos, obstáculos importantes, zonas prohibidas, restringidas o peligrosas y radio ayudas para la navegación. Cada centímetro medido sobre la carta equivale a 10 km.

Sobre esta carta se deben marcar los puntos de la ruta que deberán coincidir con las referencias que se utilizarán en la ruta, por lo que es conveniente dividir por tramos la ruta a seguir.

**La Navegación Estimada** es un método utilizado para determinar la posición utilizando el indicador rumbo y los cálculos basados en velocidad, tiempo transcurrido y efecto del viento desde una posición conocida. Los instrumentos utilizados para la navegación a la estima, incluyen el indicador de temperatura exterior, el velocímetro, el altímetro, el reloj y el compás magnético. Estos instrumentos proveen información concerniente a la velocidad, la altitud, el tiempo y el rumbo y deben ser correctamente interpretadas para una navegación exitosa.

Algunos cálculos básicos a utilizar en la navegación a la estima:

**Tiempo - T = D / GS**

Para averiguar el tiempo (T) en horas y minutos de vuelo, se divide la distancia (D) por la velocidad sobre el suelo (GS).

Por ejemplo:

El tiempo de vuelo para una distancia de 210 millas náuticas a una GS de 140 nudos es  $210 / 140 = 1.5$  horas. (Las 0.5 horas se multiplica por 60 minutos y da como resultado 30 minutos) Respuesta 1:30 Hs.

#### **Distancia – D = GS x T**

Para encontrar la distancia recorrida en un momento dado, se multiplica el tiempo por la GS.

Por ejemplo: la distancia recorrida en 1 hora 45 minutos a una GS de 120 nudos es:  $120 \times 1.75 = 210$  millas náuticas. 1.75 surge de la siguiente cuenta:

1 = 60 minutos.

1 hora 45 minutos = 105 minutos.

$105 \text{ minutos} / 60 \text{ minutos} = 1.75$ .

#### **Velocidad terrestre – GS = D / T**

Para averiguar la GS, se divide la distancia recorrida por el tiempo requerido. Por ejemplo: para una distancia de 270 millas náuticas en 3 horas de vuelo, la GS se obtiene dividiendo  $270 / 3 = 90$  nudos.

#### **Consumo de combustible**

El consumo de combustible se calcula en galones/litros por hora. En consecuencia para determinar el combustible requerido para un vuelo determinado, el tiempo necesario para realizar el vuelo debe ser conocido.

El tiempo de vuelo, multiplicado por la tasa de consumo, da la cantidad de combustible a consumir. Por ejemplo, un vuelo de 400 millas náuticas a una GS de 100 nudos requiere 4 horas. Si la aeronave consume 20 litros por hora el consumo total es:  $4 \times 20 = 80$  litros.

El piloto debe conocer el consumo aproximado de acuerdo a los gráficos de rendimiento de crucero del avión que está volando o de la experiencia obtenida en esa aeronave. Además de la cantidad de combustible necesaria para el vuelo, debe haber suficiente combustible para la reserva.

### **Ayudas electrónicas a la navegación estimada: VOR Y ADF**

El **VOR** (VHF Omnidirectional Range) es la columna vertebral del Sistema Nacional de Aerovías y estas radio ayudas a la navegación son una guía tanto para los pilotos que vuelan bajo las reglas de vuelo visual como para los que lo hacen en vuelo instrumental.

El **ADF** (Automatic Direction Finder) consiste en un receptor que recibe ondas de radio de baja y media frecuencia y el instrumento con la aguja que se orienta hacia la estación transmisora.

**1.-** La respuesta a) es incorrecta porque esta definición corresponde a la navegación observada. La respuesta b) es incorrecta porque las radio ayudas por sí solas no brindan los datos suficientes para una navegación exitosa.

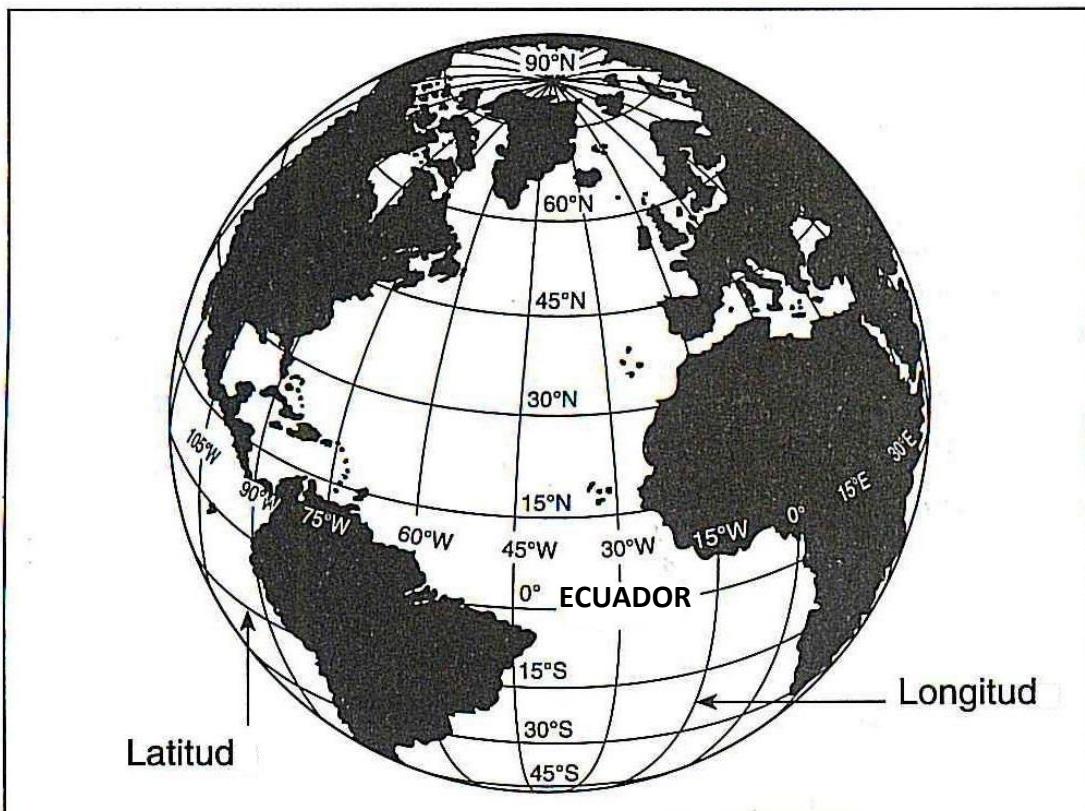
**2.-** La respuesta a) es incorrecta porque el giro direccional requiere del compás magnético, para el ajuste periódico de los errores de precesión. La respuesta b) es incorrecta porque el ADF y el VOR son ayudas electrónicas que complementan la utilización del instrumental básico requerido.

**3.-** Un centímetro medido sobre la carta aeronáutica conforme de Lambert equivale a 10 km.

Para la identificación de un punto determinado sobre la superficie terrestre, se utiliza el sistema de coordenadas geográficas. Utilizando la longitud de los meridianos y la latitud de los paralelos, cualquier posición puede ser localizada con precisión con este sistema de coordenadas.

Equidistante de los polos existe un círculo imaginario denominado ecuador. Este es un círculo máximo. El resto de los círculos trazados hacia el polo norte o hacia el polo sur van disminuyendo su diámetro a medida que se acercan a dichos polos. La línea del **ecuador** es el  $0^\circ$ , y desde allí se mide la distancia angular hacia el norte o el sur del ecuador, siendo los  $90^\circ$  N y  $90^\circ$  S la localización de los respectivos polos geográficos (Ver la figura 8-1).

Las líneas llamadas meridianos se trazan de polo a polo, por lo que todos los meridianos forman círculos máximos, determinando como **meridiano  $0^\circ$**  al que pasa a través de Greenwich, Inglaterra. Desde esta línea la medición se hace en grados al Este u Oeste de Greenwich hasta los  $180^\circ$  (Ver la figura 8-1).



**Figura 8-1. Meridianos de longitud y paralelos de latitud.**

A efectos de medir con precisión la ubicación de un lugar determinado, cada grado de arco se subdivide en 60 minutos de arco y cada minuto a su vez se divide en 60 segundos de arco. Así por ejemplo, la localización del Aeroparque Jorge Newbery es: S 34° 33' 32" W 058° 24' 59" (Latitud Sur 34 grados, 33 minutos, 32 segundos, y Longitud Oeste 58 grados, 24 minutos, 59 segundos).

**4 y 5.-** Un meridiano es un círculo máximo y como tal abarca 360°. En consecuencia, la cuarta parte de un arco de meridiano abarcará 90°.

Si se toma la diez millonésima parte de la longitud de un cuarto de meridiano terrestre, obtendremos una medida universal de longitud llamada **metro**. En consecuencia  $\frac{1}{4}$  de meridiano, o sea 90°, mide 10.000.000 de metros. Un arco de meridiano que abarque 1° medirá:

$$10.000.000 \text{ m dividido } 90^\circ = 111.111 \text{ m. Luego } 1^\circ \text{ mide } 111.111 \text{ metros.}$$

Sabiendo que 1° de arco equivale a 60' minutos de arco, 1 minuto de arco medirá:

111.111 m dividido 60' = **1852 m**. O sea 1' de arco = 1,852 km.

Así se ha determinado otra medida de longitud que se conoce con el nombre de **milla náutica (NM)**.

La **milla terrestre o estatuto (SM)** es una medida convencional inglesa que equivale a **1609** metros o sea 1,609 km.

Para convertir:

NM a SM	multiplique por	1,16
SM a NM	divida por	1,16
NM a Km	multiplique por	1,85
Km a NM	divida por	1,85
SM a Km	multiplique por	1,609
Km a SM	divida por	1,609

**6, 7, 8, 9 y 10.-** Para averiguar el tiempo (T) en horas y minutos de vuelo, se divide la distancia (D) por la velocidad sobre el suelo (GS).

**11, 12 y 13.-** Para encontrar la distancia recorrida en un momento dado, se multiplica el tiempo por la GS.

**14, 15 y 16.-** Para averiguar la GS, se divide la distancia recorrida por el tiempo requerido.

**17, 18, 19 y 20.-** El consumo de combustible se calcula en galones/litros por hora. En consecuencia, para determinar el combustible requerido para un vuelo determinado, el tiempo necesario para realizar el vuelo debe ser conocido.

**21 y 22.-** Para convertir millas náuticas en millas terrestres multiplicar x 1,16.

**23.-** Para convertir kilómetros a nudos dividir por 1,85.

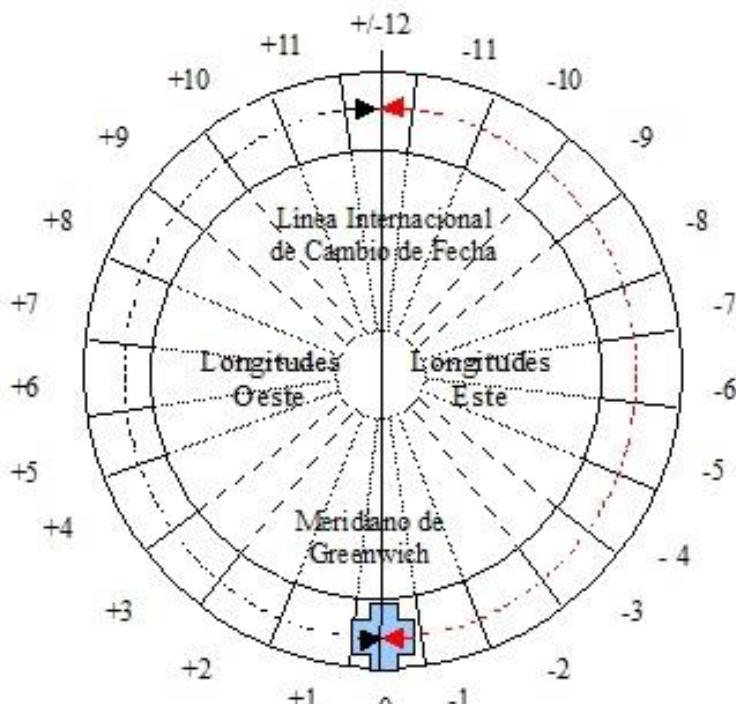
**24.-** Para convertir nudos a kilómetros multiplicar por 1,85.

**25.-** Los meridianos son infinitas líneas imaginarias que van de polo a polo, cruzando el ecuador en ángulos de 90°.

La respuesta a) es incorrecta porque las líneas de latitud son paralelas al ecuador. La respuesta c) es incorrecta porque la línea 0° de latitud es el ecuador, equidistante de ambos polos.

**El Tiempo** es medido en relación a la rotación de la tierra. El día se define como el tiempo requerido por la tierra para una completa revolución de 360°. Dado que el día se encuentra dividido en 24 horas, se desprende que la tierra gira a 15° por hora.

Hay establecidas 24 zonas de tiempo, cada una con un ancho de 15° de longitud, con la primera zona centrada en el meridiano de Greenwich. A estas zonas se las denomina husos horarios. Los husos se numeran de 1 a 11 hacia el Este de Greenwich y de 1 a 11 al Oeste de Greenwich. El huso del antimeridiano de Greenwich es el N° 12 y el de Greenwich el N° 0 o de origen (ver figura 8-2).



**Figura 8-2**

La República Argentina se halla geográficamente ubicada dentro del huso horario N° 4 al Oeste (W) de Greenwich. A veces, sus relojes no tienen una diferencia de 4 horas menos respecto de Greenwich, sino 3 horas, debiéndose esto a que el gobierno nacional, atendiendo a intereses propios de la nación, decide adelantar la hora de sus habitantes. A este tipo de hora se la llama “hora local u hora oficial”.

Para las operaciones aéreas la hora se expresa como hora **UTC** (Coordinated Universal Time). UTC es la hora del primer meridiano y se representa en las operaciones aéreas con la letra **Z**, (**Hora Zulú**).

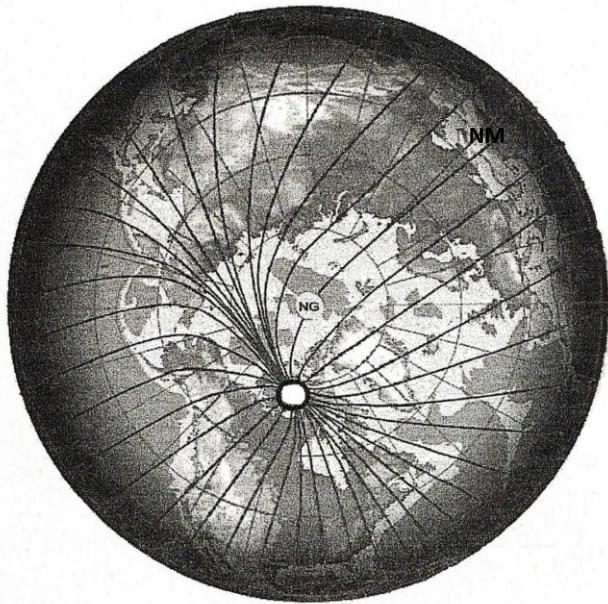
**26.-** La República Argentina se encuentra ubicada dentro del huso horario N° 4 al oeste de Greenwich. A veces, por razones de interés propio de la nación se la adelanta, no coincidiendo en ese caso la hora local de la que corresponde al huso horario.

### **Cursos de vuelo**

El **curso** es la dirección del vuelo medido en grados desde el norte en sentido horario. Los meridianos unen el polo sur con el polo norte y a esta alineación se la denomina **norte verdadero**. Cuando un curso es trazado sobre una carta aeronáutica con referencia a este norte verdadero, se lo denomina **curso verdadero (TC)** y será expresado con tres dígitos: el Norte será 360° o 000°, el Este 090°, el Sur 180° y el Oeste 270°.

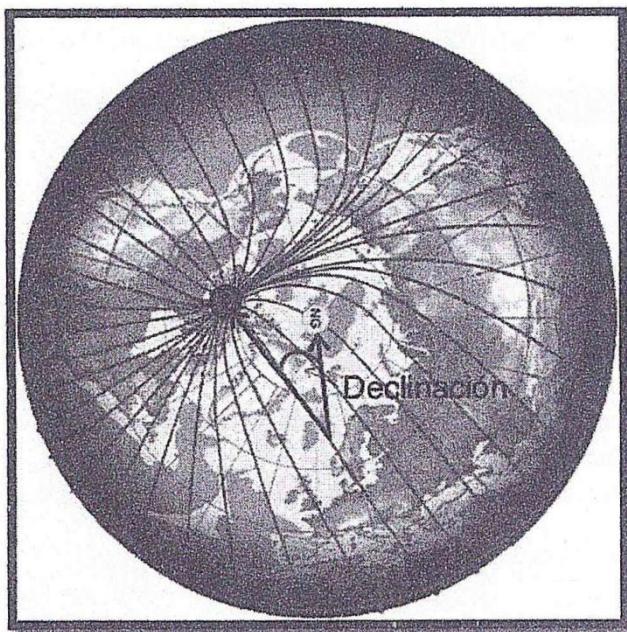
### **Magnetismo Terrestre**

La brújula o compás magnético es un instrumento cuyo funcionamiento se basa en la propiedad que tiene una aguja imantada, que girando libremente sobre un plano horizontal, se orienta hacia el norte magnético de la tierra. La tierra se comporta como un enorme imán, que como tal, posee dos polos, uno el norte magnético y el otro el sur magnético. La ubicación de los polos geográficos con respecto a los magnéticos no es coincidente: de allí que se pueda trazar sobre la tierra meridianos magnéticos que no coinciden con los geográficos (ver figura 8-3).



**Figura 8-3. Norte Magnético y Norte Geográfico**

En dicha figura se puede apreciar que entre un meridiano geográfico y otro magnético existe un ángulo que se lo denomina **declinación magnética** (ver figura 8-4). El valor de la declinación no es constante, pues posee variaciones con el tiempo y con el lugar terrestre que se considere.



**Figura 8-4. Declinación**

Cuando la aguja de la brújula apunta hacia el Este del Norte verdadero se dice que la declinación es Este; cuando apunta hacia el oeste del Norte verdadero se dice que la declinación es Oeste. Todas las cartas aeronáuticas indican estos datos por medio de líneas punteadas llamadas isogónicas.

El curso medido sobre una carta es el curso verdadero. Dado que el compás magnético es usado para mantener la ruta durante el vuelo, se debe convertir este curso verdadero en curso magnético. Esta conversión se realiza sumando la declinación Oeste o restando la declinación Este.

**27.-** La declinación magnética Oeste se suma y la Este se resta.

**28.-** La respuesta a) es incorrecta porque al efecto del magnetismo terrestre se lo denomina declinación magnética. La respuesta c) es incorrecta porque la altura y la temperatura no guardan relación con el funcionamiento del compás magnético.

**29.-** Cuando se traza un curso sobre una carta aeronáutica con referencia al norte verdadero, se lo denomina curso verdadero (TC).

**El compás magnético** se ve afectado por influencias dentro del avión, como circuitos eléctricos, radios, motor o parte metálicas magnetizadas, etc., que afectan la lectura normal del compás. Esto causa que la aguja de la brújula no apunte siempre hacia el norte magnético, sino hacia otro norte teórico y de ubicación muy variable. Esta deflexión es conocida como **desvío compás**. Este desvío se encuentra disponible para información del piloto en una cartilla de corrección colocada cerca del compás.

Para determinar la actual lectura a seguir durante el vuelo es necesario aplicar la corrección tanto de declinación como de desvío compás:

$$\text{Curso verdadero} +/\text{- Declinación} = \text{Curso Magnético} +/\text{- Desvío} = \text{Curso Compás}.$$

**30.-** La respuesta a) es incorrecta porque el curso compás es el magnético corregido con los valores de la cartilla de corrección. La respuesta c) es incorrecta porque el rumbo compás es el curso compás corregido por el viento.

Si el aire estuviera absolutamente calmo, la navegación aérea sería sencilla. Cualquier piloto podría hacer fácilmente que su aeronave se conservara sobre cualquier ruta deseada tan solo corrigiendo su brújula por declinación y desvío. Podría determinar su posición en cualquier momento y calcular la hora de llegada a destino utilizando la velocidad verdadera. Sus únicos errores procederían de cálculos incorrectos y/o de errores instrumentales que se desconocen. Por supuesto, tales circunstancias rara vez existen. La masa de aire a través de la cual vuela el hombre, también se mueve, un movimiento conocido como viento. Por lo tanto, en navegación observada, como navegación estimada es necesario efectuar correcciones por el efecto del viento.

**31.-** La dirección es reportada como la dirección desde donde sopla el viento. Por ejemplo: el viento soplando de oeste a este es viento de los 270°. La intensidad con que sopla se expresa en nudos. Por ejemplo: 270/20 nudos.

Para comprender la navegación estimada, resulta absolutamente esencial entender que el **efecto del viento** sobre cualquier objeto suelto es completamente independiente de cualquier otro movimiento. Un globo soltado con un viento sostenido de 20 nudos (20 millas náuticas por hora) en una hora estará siguiendo la dirección del viento, a 20 millas náuticas del punto donde fue soltado. Una aeronave volando en el mismo viento también se desplazará 20 millas, independientemente de su velocidad. Volando con viento de frente a 100 nudos de velocidad verdadera, se encontrará al término de una hora a 80 millas náuticas del punto de partida; volando con viento de cola estará a 120 millas del punto de partida, es decir que, en ambos casos la GS o velocidad absoluta se ha visto disminuida o incrementada por efecto del viento. Volando en ángulo

recto con el viento al cabo de una hora estará desplazado 20 millas a la izquierda o a la derecha de la ruta deseada (ver figura 8-6).

Este desplazamiento lateral de la aeronave causada por el viento es la **deriva** y el ángulo formado por la trayectoria deseada y la trayectoria real es el **ángulo de deriva** (ver figura 8-5).

Determinando la cantidad de deriva, el piloto puede contrarrestar el efecto del viento y hacer que la trayectoria de la aeronave coincida con la ruta deseada. Por ejemplo, si el viento es de la izquierda, la corrección debería efectuarse, girando el avión hacia la izquierda un determinado número de grados. Este es el **ángulo de corrección del viento (WCA)** y se expresa en grados a la derecha o izquierda de la ruta (ver figura 8-7). Cualquier curso, ya sea verdadero, magnético o compás se convertirá en rumbo cuando es corregido por el viento (ver figura 8-8).

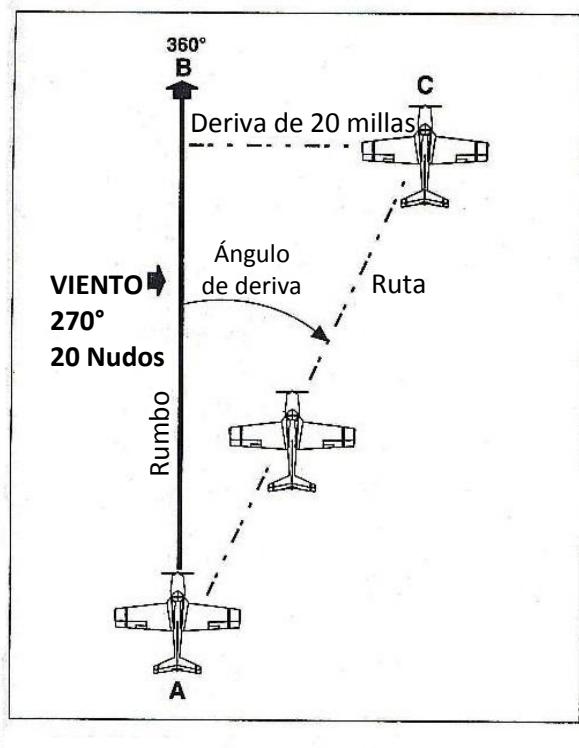
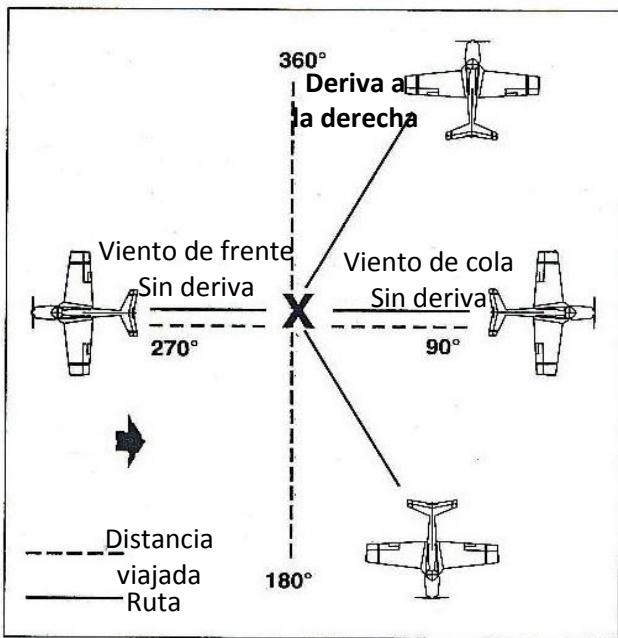
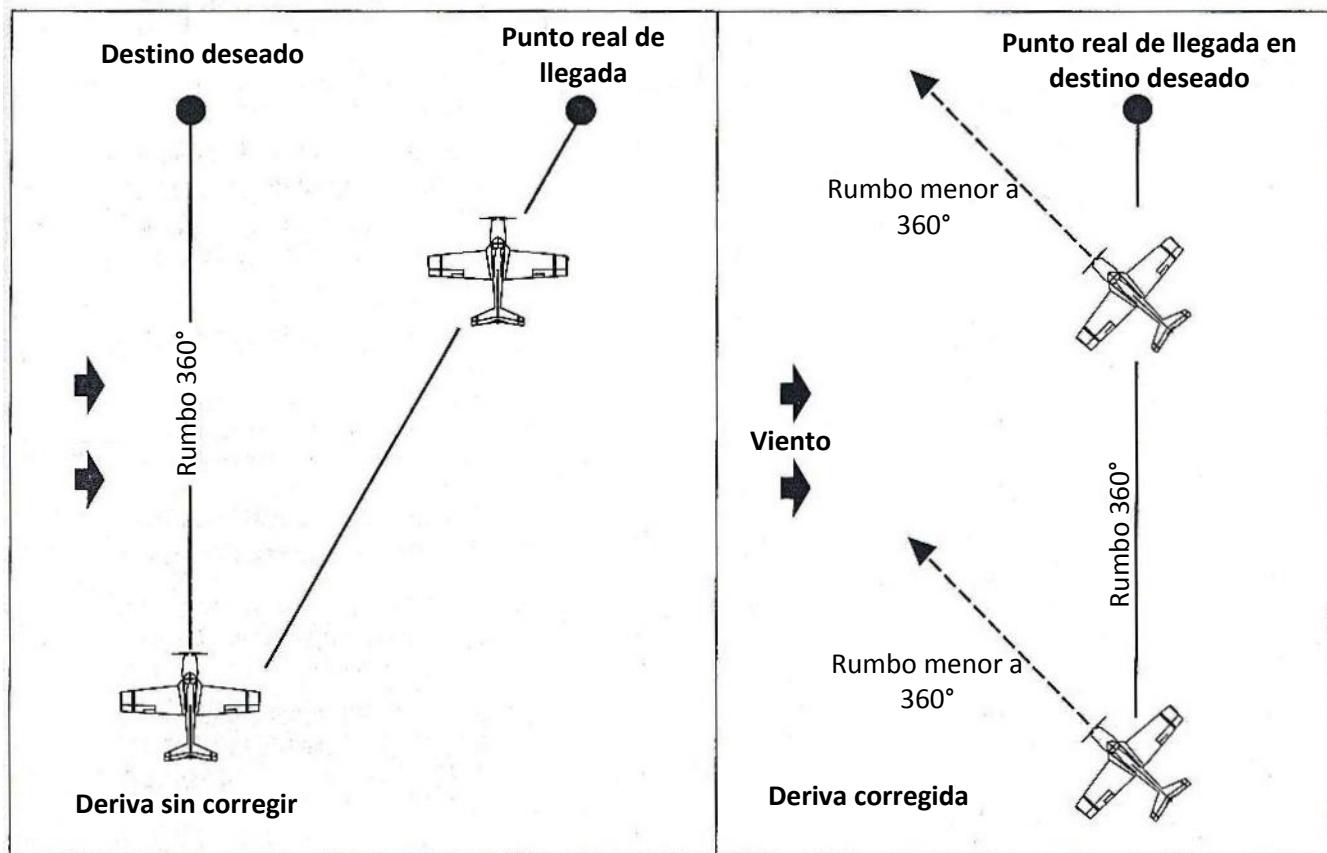


Figura 8-5. Deriva



**Figura 8-6. Diferentes efectos del viento sobre la trayectoria y velocidad**



**Figura 8-7. Compensación por el efecto del viento**

**ANAC**  
**DIRECCIÓN NACIONAL DE SEGURIDAD OPERACIONAL**  
**DIRECCIÓN LICENCIAS AL PERSONAL**  
**DTO. CONTROL EDUCATIVO**  
**PILOTO PRIVADO AVIÓN**

---

CURSO		RUMBO
VERDADERO	$\pm$	CORRECCIÓN VIENTO = VERDADERO
$\pm$ DECLINACIÓN	=	$\pm$ DECLINACIÓN
MAGNÉTICO	$\pm$	CORRECCIÓN VIENTO = MAGNÉTICO
$\pm$ DESVÍO COMPÁS	=	$\pm$ DESVÍO COMPÁS
COMPÁS	$\pm$	CORRECCIÓN VIENTO = COMPÁS

**Figura 8-8**

#### Encontrando el Ángulo de Corrección de Viento (WCA) y la GS

Estos cálculos de navegación se ven facilitados con el uso de los **computadores de vuelo**, ya sean manuales o electrónicos y de los que existen diversos modelos en el mercado aeronáutico. Los ejemplos dados a continuación se basan en la utilización del computador de vuelo manual E6-B.

El WCA requerido para cambiar el curso a rumbo se puede encontrar en el lado de cálculos de viento (ver figura 8-7). También se puede determinar la GS como parte de este procedimiento.

La cara de viento en el E6-B consiste en un disco de ploteo transparente montado en el armazón como se muestra en la figura 8-7. La rosa del compás está dispuesta alrededor del disco de ploteo (ver figura 8-7A).

Una escala de corrección en el tope del armazón está graduado en grados hacia la derecha y la izquierda del índice (figura 8-7B) y se utiliza para el cálculo del ángulo de corrección. Un pequeño círculo denominado grommet está centrado sobre el disco de ploteo (ver figura 8-7C).

Se utiliza una grilla desplazable insertada detrás del disco de ploteo para la corrección del viento (figura 8-7D). Tiene graficadas líneas convergentes (líneas de deriva) que indican grados a la derecha o a la izquierda del centro (figura 8-7E). Los arcos concéntricos (círculos de velocidad) se utilizan para el cálculo de la velocidad (ver figura 8-7F). Se puede encontrar el ángulo de corrección del viento y la velocidad terrestre (GS)

cuando el curso verdadero, la velocidad verdadera y la dirección y la velocidad del viento son conocidas.

Ejemplo: usando el computador y las condiciones siguientes, encontrar el ángulo de corrección de viento (WCA), el rumbo verdadero (TH) y velocidad terrestre (GS).

**Condiciones:**

Curso verdadero (TC).....090°  
Velocidad verdadera (TAS)..... 120 nudos.  
Dirección del viento.....160°  
Velocidad del viento.....30 nudos.

**Solución:**

1. Utilizando el computador del lado de cálculo de viento, colocar la dirección del viento (160°) debajo del true índice (ver figura 8-8A).
2. Marcar un punto sobre el centro de 30 unidades (velocidad del viento). Nota: la grilla deslizable puede estar en este punto en cualquier valor (ver figura 8-8B).
3. Rotar el disco de ploteo y poner el curso verdadero (90°) debajo del índice (ver figura 8-9A).
4. Ajustar la grilla deslizable de manera que el arco de la velocidad verdadera (120 nudos) pase sobre el punto graficado de velocidad de viento (ver figura 8-9B). Observar que el punto marcado está ubicado 14° a la derecha de la línea central (figura 89C) que será el ángulo de corrección de viento: 14° R. 14 grados a la derecha.
5. Debajo del círculo central se lee la velocidad terrestre (GS) de 106 nudos (figura 8-9D).
6. Determinar el rumbo verdadero aplicando la fórmula:  
    Curso verdadero + ángulo de corrección viento = rumbo verdadero.

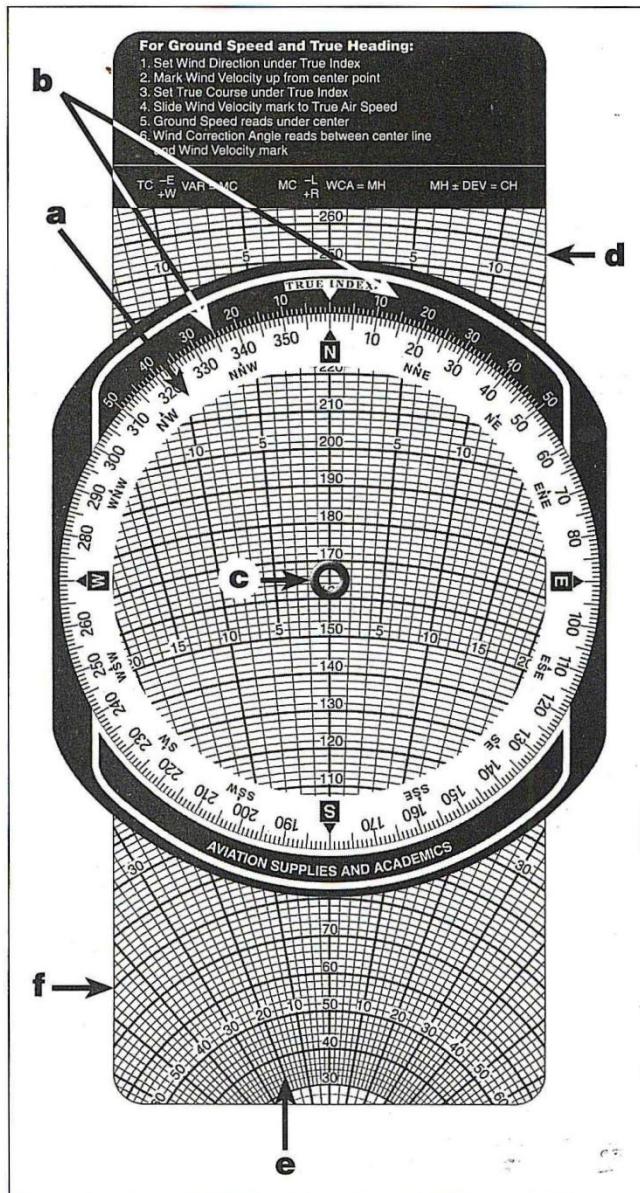
En este caso la corrección de viento es hacia la derecha, de manera que será sumado al curso verdadero:

$$\begin{array}{r} 090^\circ \text{ curso verdadero.} \\ + 14^\circ \\ \hline 104^\circ \text{ rumbo verdadero.} \end{array}$$

**32, 33, 34 y 35.-** Se requiere el uso de computador de vuelo.

**ANAC**  
**DIRECCIÓN NACIONAL DE SEGURIDAD OPERACIONAL**  
**DIRECCIÓN LICENCIAS AL PERSONAL**  
**DTO. CONTROL EDUCATIVO**  
**PILOTO PRIVADO AVIÓN**

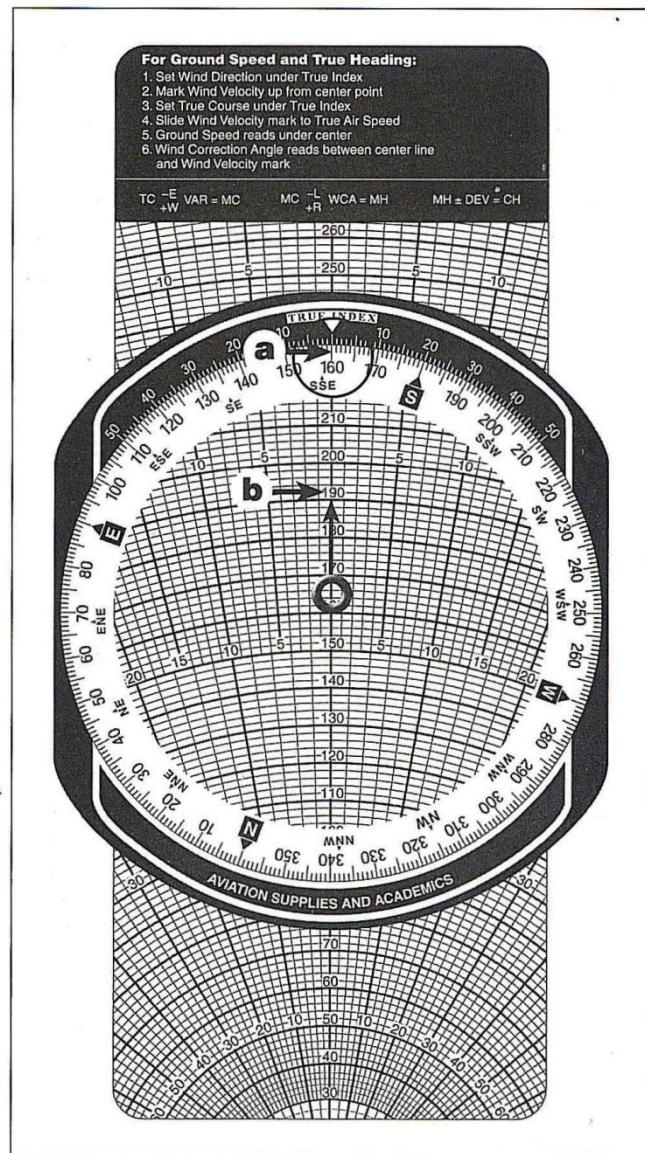
---



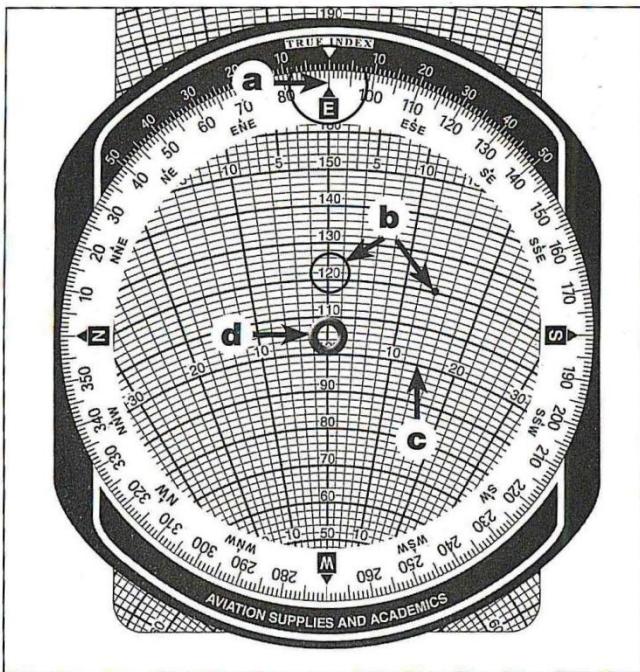
**Figura 8-9. Lado del viento de la computadora E6-B**

**ANAC**  
**DIRECCIÓN NACIONAL DE SEGURIDAD OPERACIONAL**  
**DIRECCIÓN LICENCIAS AL PERSONAL**  
**DTO. CONTROL EDUCATIVO**  
**PILOTO PRIVADO AVIÓN**

---



**Figura 8-10. Ploteo de velocidad y dirección de viento**



**Figura 8-11. Determinación del ángulo de corrección del viento y la velocidad en tierra**

#### **VOR (VHF OMNIDIRECTIONAL RANGE)**

El VOR es un sistema de navegación de corto y mediano alcance en VHF y libre de interferencias estáticas. Es un apoyo para la navegación sirviendo a una amplia red de aerovías y, por otra parte, sirve para la aproximación por instrumentos. Los sistemas VOR constan de una instalación en tierra (un emisor y una antena) y una instalación a bordo de la aeronave (una antena, un receptor, un servoamplificador y un indicador).

La estación de VOR transmite continuamente señales de navegación, consistente en 360 haces denominados radiales que se identifican por su azimut magnético de salida de la estación. Por ejemplo, una aeronave que se encuentre volando al Este de la estación estará o cruzará el radial 090° y, si está al Oeste, estará o cruzará el radial 270°.

El equipo transmisor trabaja en VHF en la banda de 112 a 118 MHz. Las estaciones de VOR pueden identificarse por una sigla identificadora de la estación consistente en tres letras transmitidas en código Morse, un identificador de voz o una combinación de ambos. La ausencia de la identificación significa que la señal transmitida puede no ser confiable. La estación de VOR puede tener adicionalmente equipamiento instalado que provee información de distancia, DME (Distance Measuring Equipment). Esta combinación se denomina VOR/DME.

La información VOR se presenta en el instrumento, como se observa en la figura 8-12.

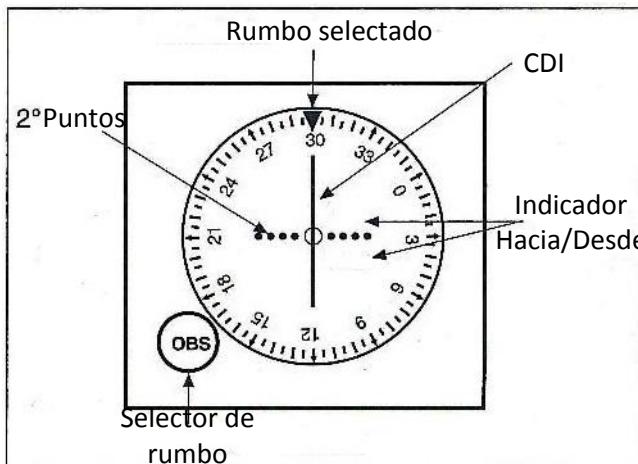
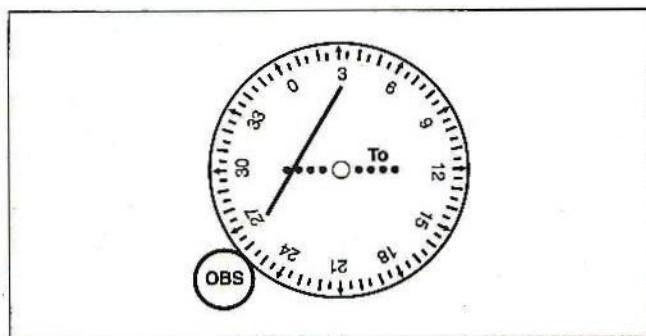


Figura 8-12. Indicador de VOR

El **OBS (Omni Bearing Selector)** es una dial acimutal que puede ser rotada para seleccionar un curso o para determinar en cuál radial se encuentra la aeronave.

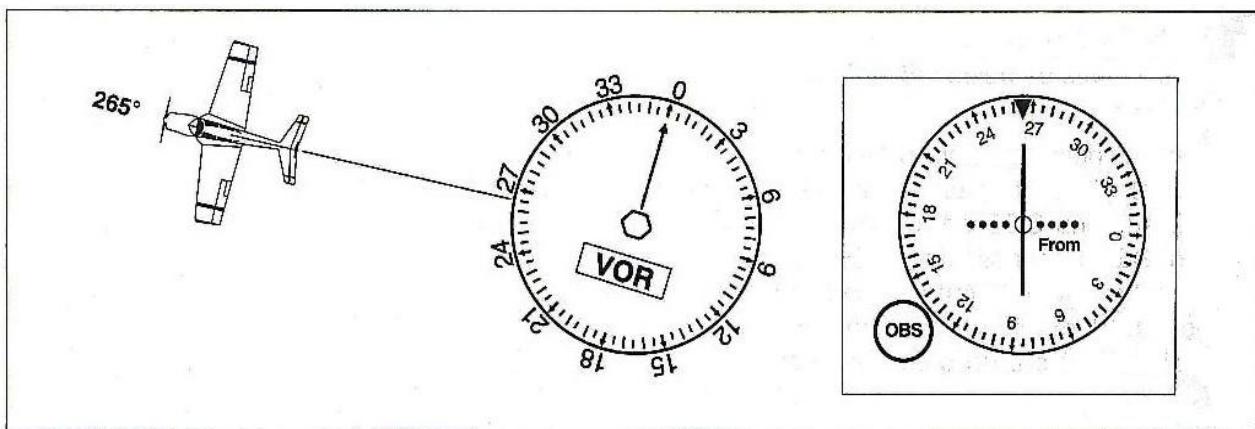
El **indicador TO/FROM** muestra si el curso de vuelo seleccionado debiera tener al avión volando hacia o desde la estación. La indicación TO (hacia) muestra que el radial seleccionado está del otro lado del VOR, mientras que la indicación FROM (desde) significa que tanto el radial como la aeronave se encuentran del mismo lado.

El **CDI (Course Deviation Indicator)**, cuando está centrado, indica que la aeronave está en el curso seleccionado y, cuando no está centrado, si el curso está hacia la derecha o izquierda de la aeronave. Por ejemplo, la figura 8-13 indica que el curso 030° es el seleccionado hacia la estación, la aeronave hacia la estación pero la aeronave está desplazada hacia la derecha del mismo. Para poder estar en dicho curso, la aeronave debería volar hacia la izquierda, hasta interceptar el mismo.



**Figura 8-13. Interpretación de las indicaciones de OBS y CDI**

Para determinar la posición en relación a una o más estaciones de VOR, primero sintonice e identifique la estación. Luego, rote el OBS hasta que el CDI se centre con la indicación FROM. La lectura del OBS es el curso magnético desde el VOR hacia la aeronave. En la figura 8-14, la línea de posición está establecida en el radial 265° de este VOR. Repitiendo el procedimiento con un segundo VOR, se puede establecer la posición de la aeronave en el punto donde se cruzan los dos radiales o líneas de posición (ver figura 8-15).



**Figura 8-14. Aeronave en el radial 265° de un VOR.**

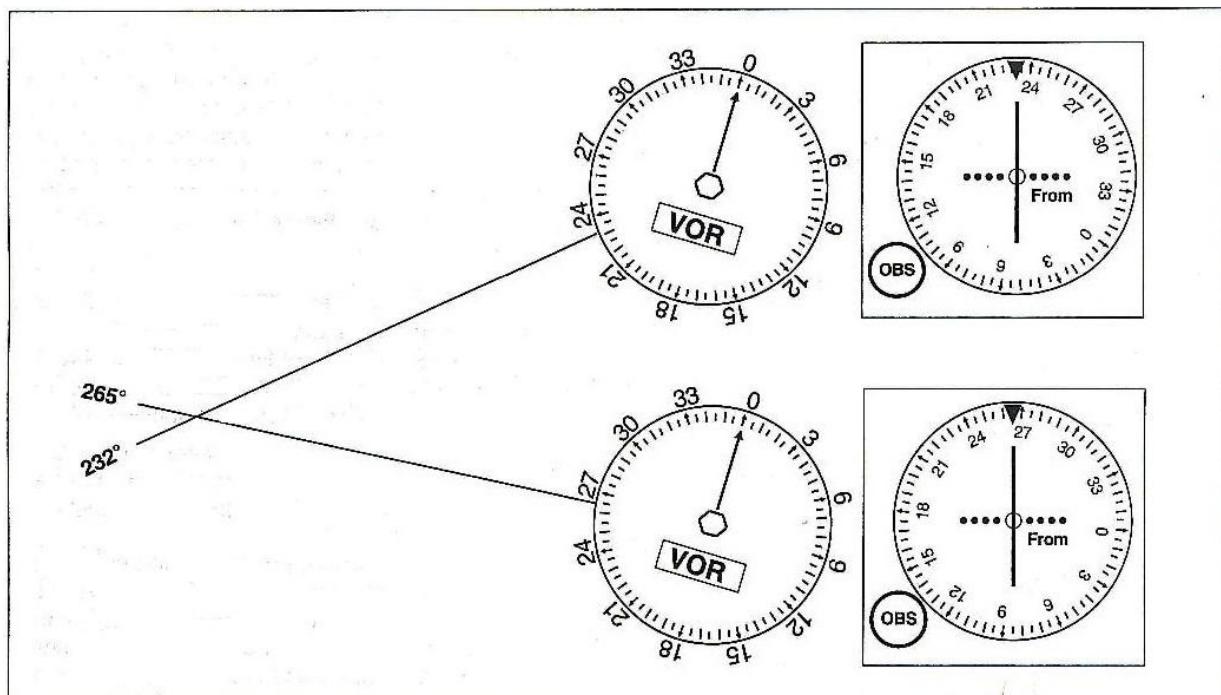


Figura 8-15. Orientación VOR utilizando dos VOR.

Para determinar el curso a volar hacia una estación VOR, rote el OBS hasta centrar el CDI con la indicación TO. En la figura 8-16 se observa a la aeronave volando hacia la estación con el curso 090°, sobre el radial 270° de dicho VOR.

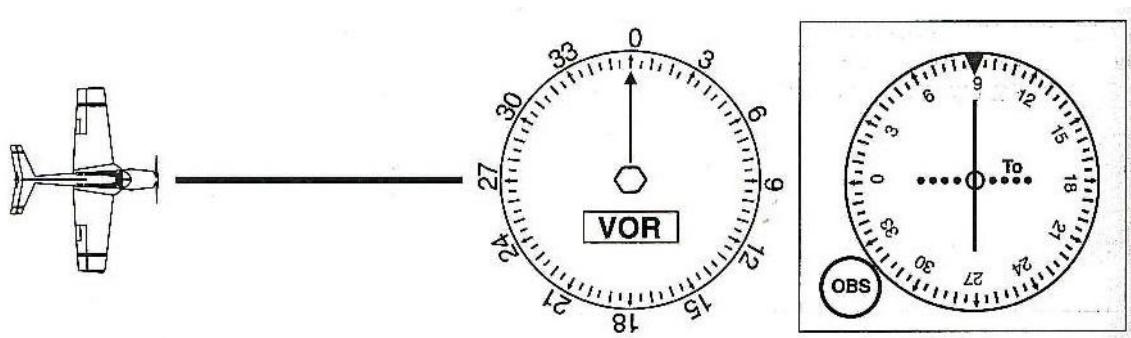


Figura 8-16. Determinación del rumbo a una estación VOR.

**36.-** El curso seleccionado es 030° y el indicador TO/FROM muestra TO, lo que significa que el avión está al sur del curso. La aguja del CDI está deflectada hacia la izquierda, lo que significa que el avión está a la derecha del curso seleccionado.

**37.-** El CDI está centrado con el OBS seleccionado en 210° con indicación TO. Entonces la aeronave está en el radial 030°.

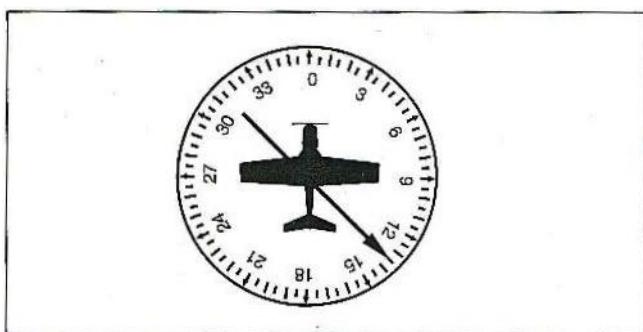
**38.-** El CDI está centrado con el OBS seleccionado en 030° con indicación FROM. Entonces la aeronave está en el radial 030°.

**39.-** El CDI está centrado con el OBS seleccionado 030° con indicación TO. Entonces la aeronave está en el radial 210°.

#### **ADF (Automatic Direction Finder)**

El **ADF** consiste en un receptor de ondas de radio en la banda de baja y media frecuencia y un instrumento con una aguja que se orienta hacia la estación transmisora. En algunos indicadores ADF, la aguja se mueve sobre una cartilla acimutal fija, mientras que en otros, esta cartilla es un giro compás que acompaña el giro de la aeronave. A este último se lo denomina **RMI (Radio Magnetic Indicator)**.

El instrumento con cartilla fija muestra siempre el cero grado alineado con la nariz del avión (ver figura 8-17). Se debe obtener el rumbo magnético actual desde el compás magnético u otro indicador de rumbo.



**Figura 8-17. Indicador ADF con una escala fija**

El indicador ADF que tiene RMI permite al piloto leer directamente el rumbo magnético sin tener que referirse a otro instrumento (ver figura 8-18).

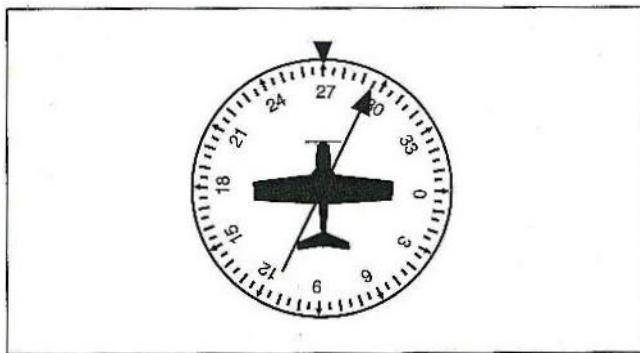


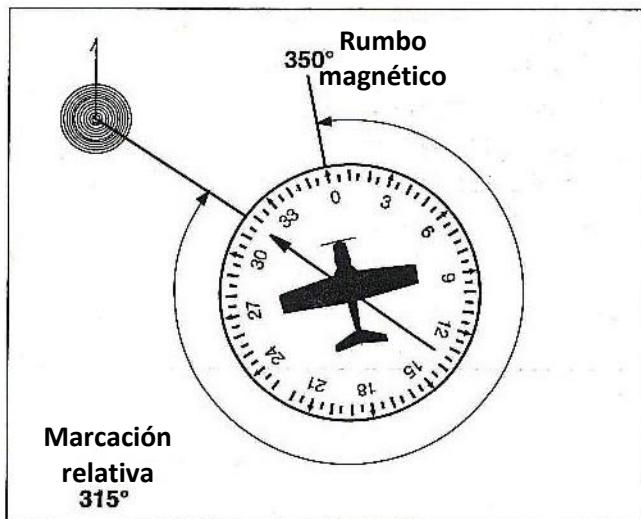
Figura 8-18. Indicador ADF con una escala rotativa

En un indicador de cartilla fija, con la aguja apuntando hacia la estación transmisora, se puede medir la diferencia angular entre el rumbo de la aeronave y la dirección de la estación, medido en sentido horario desde la nariz del avión. Esta diferencia angular es la **marcación relativa** a la estación y puede ser leída directamente en la escala fija del instrumento indicador. Por ejemplo, en la figura 8-17 la marcación relativa a la estación es 135°.

Si el indicador tiene una escala rotativa, se debe determinar el número de grados en el sentido horario, desde la nariz del avión hasta la punta de la aguja, para obtener la marcación relativa. En la figura 8-18 la marcación relativa es 025°.

La dirección que el avión debe volar para arribar a la estación selectada es la marcación magnética, llamada también QDM (en el código Q). La marcación magnética o QDM puede ser leída directamente cuando se utiliza un RMI. En la figura 8-18 la marcación magnética a la estación es 295°, tal como lo muestra la punta de la aguja y la marcación desde la estación (115° en este caso), puede leerse en la cola de la aguja (QDR). Cuando el indicador tiene la cartilla fija, resulta necesario hacer algunos cálculos para determinar la marcación magnética hacia la estación selectada. La fórmula ADF es:

Rumbo magnético + marcación relativa = marcación magnética a la estación.



**Figura 8-19. Problema ADF**

**Problema:**

¿Cuál es la marcación magnética a la estación utilizando el ADF en la figura 8-19?

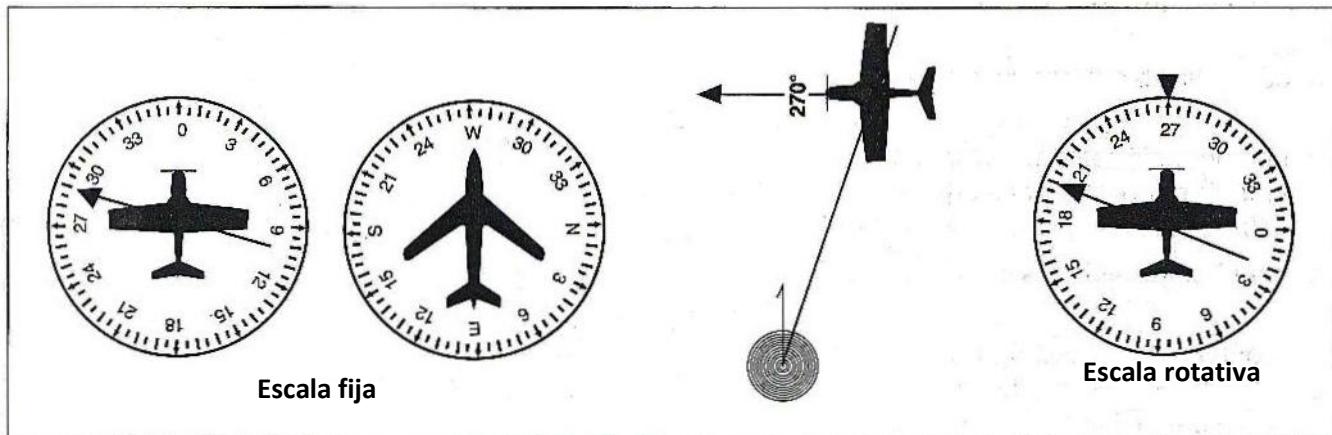
**Solución:**

1. Rumbo magnético ( $350^\circ$ ) + marcación relativa ( $315^\circ$ ) = marcación magnética ( $665^\circ$ ).
2. Si la suma es mayor de  $360^\circ$ , se debe restar  $360^\circ$ :

$$\begin{array}{r} 665^\circ \\ -360^\circ \\ \hline 305^\circ \end{array}$$

En este caso la marcación magnética desde la estación será  $125^\circ$ , que es el recíproco de  $305^\circ$ .

Si una aeronave, manteniendo un rumbo magnético de  $270^\circ$ , muestra una marcación relativa de  $290^\circ$  a la estación, se verá como muestra la figura 8-20.



**Figura 8-20. Indicaciones ADF con escala fija y escala rotativa**

Para interceptar la marcación magnética hacia la estación con las indicaciones de la figura 8-20, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Si se desea interceptar hacia la estación la marcación magnética 180°, gire hasta obtener el rumbo 180°.
2. Observe si la estación queda a la derecha o a la izquierda de la nariz del avión y determine la cantidad de grados de dicha deflexión. En este ejemplo, la aguja del ADF apunta 20° a la derecha del avión. Duplicando este valor, 40°, se obtiene el ángulo de interceptación.
3. Gire a la derecha 40° y mantenga este rumbo de interceptación (220°).
4. Si se está utilizando un ADF con cartilla fija, mantenga el rumbo hasta que la aguja caiga 40° por la izquierda. En ese momento la marcación 180° se intercepta y girando a la izquierda se va hacia la estación sobre dicha marcación.
5. Si se está utilizando un ADF con cartilla móvil (RMI) se mantiene el rumbo de interceptación hasta la aguja indique 180° y girando a la izquierda se va hacia la estación sobre dicha marcación.

**40.-** La punta de la aguja indica la marcación magnética, que es 210°.

**41.-** La punta de la aguja indica la marcación magnética hacia la estación, la cual es 190°.

**42.-** Para determinar el ángulo de interceptación, se gira hacia la marcación a interceptar y se observa cuántos grados queda desplazada la aguja desde la nariz. Se duplica para obtener el ángulo de interceptación (20°).

$$180^\circ + 20^\circ = 200^\circ$$

La única respuesta posible es  $220^\circ$ , ya que los otros rumbos no interceptan al  $180^\circ$  hacia la estación.

**43.-** La cola de la aguja indica la marcación magnética desde la estación, la cual es  $115^\circ$ .

**44.-** El viento cruzado de la derecha requiere que el rumbo del avión se encuentre a la derecha del curso para compensar la deriva a la izquierda. Con la nariz del avión a la derecha del curso, la estación aparece a la izquierda de la nariz, tal como muestra la cartilla 4.

**45.-** En el ADF con cartilla fija, la nariz del avión está marcada en  $0^\circ$ . La indicación del ADF es relativa respecto del rumbo del avión, de manera que la marcación relativa puede ser leída directamente en la punta de la aguja, que es  $315^\circ$ .

**46.-** La marcación relativa mostrada es  $225^\circ$ , que puede ser leída directamente en la punta de la aguja. Entonces:

$$\text{Rumbo magnético} + \text{Marcación} = \text{Marcación magnética (QDM)}$$

$$320^\circ + 225^\circ = 545^\circ - 360^\circ$$

$$\text{Marcación magnética} = 185^\circ$$

**47.-** La marcación relativa mostrada es  $045^\circ$ , que puede ser leída directamente en la punta de la aguja. Entonces:

$$\text{Rumbo magnético} + \text{Marcación} = \text{Marcación magnética}$$

$$120^\circ + 45^\circ = 165^\circ \text{ (QDM o marcación magnética)}$$

### **GPS (Global Positioning System)**

Este sistema satelital permite utilizar una muy precisa información para la navegación y puede ser utilizada simultáneamente por un ilimitado número de usuarios que tengan el equipamiento apropiado. Una constelación de 24 satélites permite que un mínimo de 5 de ellos estén siempre al alcance sobre cualquier parte de la tierra. El receptor GPS utiliza datos de por lo menos 4 satélites para determinar posiciones en tres dimensiones (*latitud, longitud y altitud*).

**48.-** Una constelación de 24 satélites orbitando alrededor de la tierra componen el Global Positioning System (GPS).

**49.-** Una constelación de 24 satélites permite que cinco de ellos sean siempre observables desde cualquier lugar de la tierra.

**50.-** El receptor de GPS debe recibir información de al menos 4 satélites para determinar posiciones en tres dimensiones y resolución de tiempo.