

TÉCNICA DE VUELO (II)

6 DESARROLLO DE LA SECCIÓN.

6.1 CIRCUITO.

- 6.1.1 Esquema de circuito.
- 6.1.2 Sentido de los virajes.
- 6.1.3 Realización del circuito.
- 6.1.4 Detallando un poco más los tramos.
- 6.1.5 Entrada y salida del circuito.
- 6.1.6 Fallo de radio.
- 6.1.7 Aeródromos no controlados.
- 6.1.8 Otras consideraciones.

6.2 ATERRIZAJE - LANDING (I).

- 6.2.1 Listas de chequeo.
- 6.2.2 Preparación del aterrizaje.
- 6.2.3 Aproximación final.
- 6.2.4 Velocidad de aproximación.
- 6.2.5 Ángulo de descenso (senda).
- 6.2.6 Ayudándose de los sentidos.
- 6.2.7 Alineación con el centro de la pista.
- 6.2.8 Juzgando si está alto o bajo.
- 6.2.9 Indicadores visuales de aproximación.
- 6.2.10 Resumen de la aproximación final.

6.3 ATERRIZAJE - LANDING (II).

- 6.3.1 Utilización de flaps en aterrizaje.
- 6.3.2 Efecto del viento en la aproximación.
- 6.3.3 Corrigiendo la aproximación.
- 6.3.4 Recogida.
- 6.3.5 Mas sobre la recogida.
- 6.3.6 Toma y carrera posterior.
- 6.3.7 Otras percepciones y buenos hábitos.
- 6.3.8 Resumen del aterrizaje.

TÉCNICA DE VUELO (II)

6.1 CIRCUITO.

En cualquier ciudad, el conductor de un automóvil puede moverse por cualquier calle (que no esté prohibida claro) y seguir el itinerario que le sea más cómodo para llegar a su destino, pero si se encuentra atrapado en un atasco no tiene mas remedio que parar y avanzar cuando pueda, aunque también puede optar por aparcar el automóvil y moverse por otro medio. En el aire, las cosas son distintas: un avión en ruta puede por lo general elegir el itinerario que más le convenga, naturalmente que ateniéndose a las normas y reglamentos vigentes, pero si se encuentra con una congestión de tráfico (previsiblemente en un aeródromo y sus cercanías) no puede efectuar una parada, todo lo más puede aminorar la marcha, y aun así estará moviéndose a una velocidad entre 60 y 150 nudos. En estas condiciones, para lograr un tráfico lo más ordenado y fluido posible, pero principalmente por seguridad, es necesario establecer esquemas o patrones de tráfico y procedimientos de control, estando obligado el piloto a conocerlos y aplicarlos en el aeropuerto en que vaya a operar.

Un patrón de tráfico se compone de dos partes: una, denominada aproximación (se publica como carta de aproximación), que incluye los itinerarios para aproximarse o abandonar el aeropuerto, los puntos de notificación y contacto con la torre de control, obstáculos, etc. y otra denominada circuito (publicada como circuito de tránsito de aeródromo) que comprende la trayectoria específica que debe volar un aeroplano en las cercanías de un aeródromo. La terminología que emplea el Reglamento de Navegación Aérea para lo que conocemos como circuito es "*circuito de tránsito de aeródromo*" y lo define como "*trayectoria especificada que deben seguir las aeronaves al evolucionar en las inmediaciones de un aeródromo*". Naturalmente, la trayectoria concreta de cada circuito depende de las condiciones del viento, la pista en servicio, obstáculos, etc.

6.1.1 Esquema de circuito.

El esquema básico de vuelo en circuito para cada aeródromo es fijo, pero su orientación depende de la pista en servicio en cada momento. La figura geométrica de un circuito corresponde a un rectángulo, cuyos lados se denominan tramos, posicionados en relación a la pista en servicio. Tomando esta como referencia, cada uno de estos tramos recibe el nombre siguiente (fig.6.1.1):

- a. **Viento en cara.** Tramo correspondiente al despegue, su dirección y sentido coincide, como es obvio, con la pista en uso. Este tramo comprende desde que el avión deja el suelo hasta que comienza a virar hacia el tramo siguiente.
- b. **Viento cruzado.** Es el siguiente lado del rectángulo, adyacente a viento en cara y una trayectoria perpendicular a la pista.
- c. **Viento en cola.** Tramo paralelo a la pista pero de sentido contrario al despegue/aterrizaje. Este tramo suele realizarse a una distancia aproximada entre 1/2 y 1 milla de la pista.
- d. **Base.** Perpendicular a la pista, como el tramo de viento cruzado pero de sentido opuesto.
- e. **Final.** Tramo correspondiente a la trayectoria de aterrizaje, siguiendo la prolongación del eje de pista, obviamente su dirección y sentido son los de la pista.

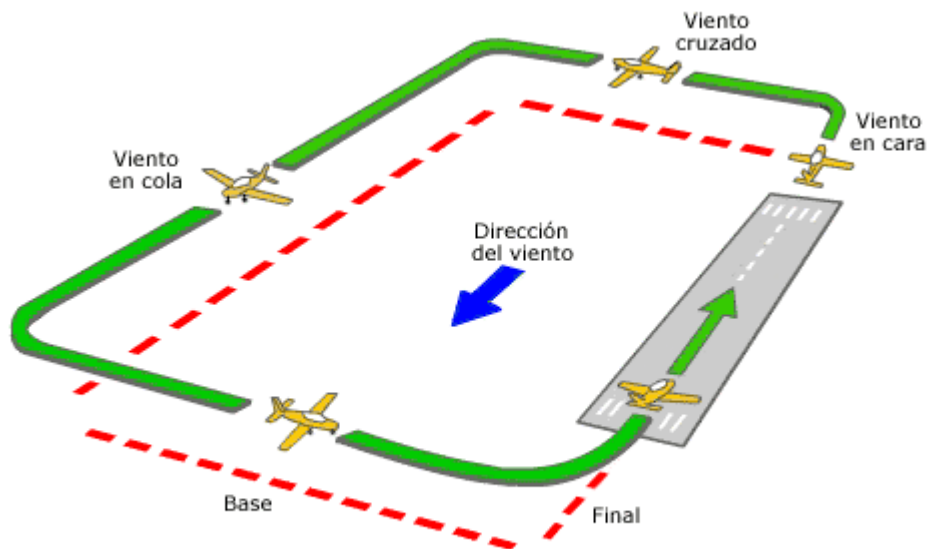


Fig.6.1.1 - Nomenclatura de los tramos de un circuito.

Aunque suenan un poco engorrosas para mi gusto, las denominaciones y definiciones del Reglamento de Circulación Aérea (R.C.A.) a este respecto son las siguientes:

- Tramo en contra del viento/viento en cara, es la trayectoria de vuelo paralela a la pista de aterrizaje en la dirección del aterrizaje.
- Tramo viento cruzado/viento a través, es la trayectoria de vuelo perpendicular a la pista de aterrizaje, a partir del final del tramo en contra del viento/viento en cara.
- Tramo a favor del viento/viento en cola" es la trayectoria de vuelo paralela a la pista de aterrizaje en la dirección opuesta al aterrizaje, a partir del final del tramo viento cruzado/viento a través.
- Tramo básico/pierna base (no sede donde sale esto de pierna) y lo define como la trayectoria de vuelo perpendicular a la pista de aterrizaje, a partir del final del tramo a favor del viento/viento en cola.
- Tramo final, es la trayectoria de vuelo en la dirección del aterrizaje a lo largo de la prolongación del eje de pista, a partir del final del tramo básico/pierna base, y que normalmente termina en la pista de aterrizaje.

6.1.2 Sentido de los virajes.

El mismo R.C.A. en su apartado 2.3.2.5, relativo a las operaciones en un aeródromo, sobre el mismo, o en sus cercanías, establece que: las aeronaves que operen en un aeródromo o en sus cercanías, tanto si se hallan o no en una zona de tránsito de aeródromo:

1. observarán el tránsito de aeródromo a fin de evitar colisiones;
2. se ajustarán al circuito de tránsito formado por otras aeronaves en vuelo, o lo evitarán;
3. harán todos los virajes hacia la izquierda al aproximarse para aterrizar y después del despegue, a menos que se les ordene lo contrario;
4. aterrizarán y despegarán contra el viento, a menos que sea preferible otro sentido por razones de seguridad, de configuración de la pista, o de tránsito aéreo.

Tal como especifica el punto 3 anterior, el circuito estándar se realiza a "izquierdas", todos los virajes se realizan hacia la izquierda y salvo que se diga otra cosa, en un aeródromo se debe seguir este estándar. Ahora bien, esto NO significa que TODOS los circuitos estén trazados así; los hay que se vuelan normalmente a "derechas".

A la hora de dibujar la trayectoria de un circuito, se procura hacerlo de forma que los virajes sean a izquierdas porque es lo más cómodo para el piloto, dada la posición que ocupa en el aeroplano, pero hay otros factores a tener en cuenta; por ejemplo: si una pista tiene a un lado un pueblo muy cercano pero al otro tiene un área deshabitada, es de sentido común que los aviones maniobren preferentemente sobre esta última evitando sobrevolar el pueblo, por seguridad y ahorrar molestias a sus habitantes. Lo mismo si hay obstáculos, etc.

Sigamos con más aclaraciones. Interpretando literalmente los apartados anteriores, podríamos llegar a la conclusión que una vez establecido el sentido de los virajes de un circuito, este permanece inmutable. Como resulta que según el punto 4 anterior, con buen criterio por cierto, hemos de despegar y aterrizar contra el viento, concluiríamos que para realizar los virajes *siempre* en el mismo sentido habríamos de volar el circuito unas veces por un lado de la pista y otras veces por el otro. Esta situación se ve en la fig.6.1.2: para realizar todos los virajes a izquierdas, si la pista en servicio fuera la 28 tendríamos que hacer el circuito azul, pero si estuviera en servicio la 10 tendríamos que hacer el circuito rojo. Pues bien, esta interpretación es incorrecta.

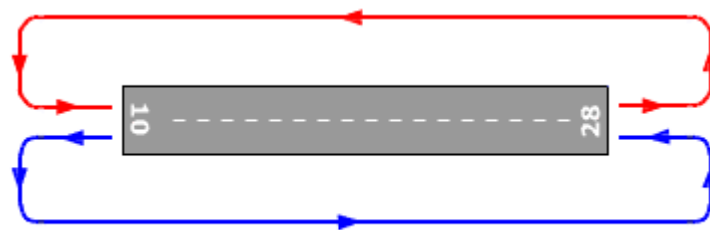


Fig.6.1.2 - Interpretación *errónea* del estandar de viraje.

En casi todos los lugares, y los aeropuertos no son una excepción, los vientos dominantes suelen soplar aproximadamente desde la misma dirección. Al construir una pista se procura hacer un estudio de dichos vientos para darle la mejor orientación y así favorecer las operaciones de despegue y aterrizaje, debido a lo cual estos se realizan habitualmente en el mismo sentido. Ahora bien, es inevitable que algunos días e incluso intervalos de horas, el viento venga de dirección distinta a la habitual y entonces sea necesario cambiar el sentido de las operaciones. El circuito no cambia, sigue teniendo el mismo patrón de vuelo, lo que ocurre es que ese día (o durante esas horas) se vuela por el mismo lado de la pista pero en sentido contrario (fig.6.1.3).

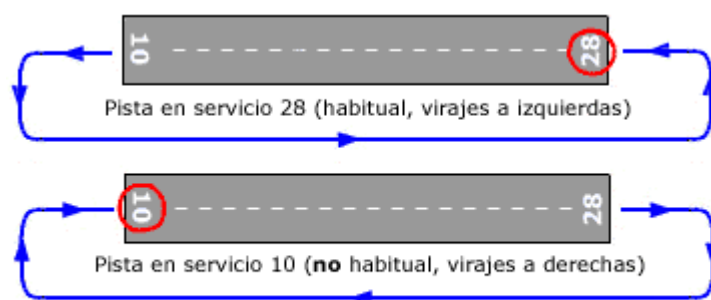


Fig.6.1.3 - Virajes en circuito según pista en servicio.

¿Cómo sabemos si el circuito es a izquierdas o derechas?. En primer lugar, se supone que antes de salir a volar se ha planificado el vuelo, y ello incluye, entre otras cosas, el estudio de las cartas y el conocimiento de como hacer la aproximación, frecuencia de la torre, puntos de notificación, patrón de circuito, etc. Si el vuelo está bien planificado no debería haber problemas al respecto. Aún así, en caso de duda lo más fácil y directo es preguntarlo al controlador cuando se establece contacto por radio para entrar en la zona de control del aeródromo.

Normalmente, el sentido de los virajes se puede deducir de las comunicaciones con la torre. Si al contactar para entrar en su zona de control recibimos una autorización del tipo "...MAG46 QNH 1030 notifique viento en cola izquierda dos ocho", el controlador está indicando que:

- * La pista en servicio es la 28, por tanto el viento en cola (que recordemos se realiza en sentido opuesto a la pista en servicio) se hará con rumbo 100° (opuesto al 280°).
- * Los virajes para aterrizar en esa pista son a la *izquierda*, por tanto durante la realización de los tramos, la pista de aterrizaje debe quedar a nuestra izquierda, o lo que es lo mismo el avión vuela el tramo viento en cola a la derecha de la pista.

En nuestra respuesta debemos incluir siempre el sentido del viraje: "...MAG46, con QNH 1030 notificaré viento en cola *izquierda dos ocho*".

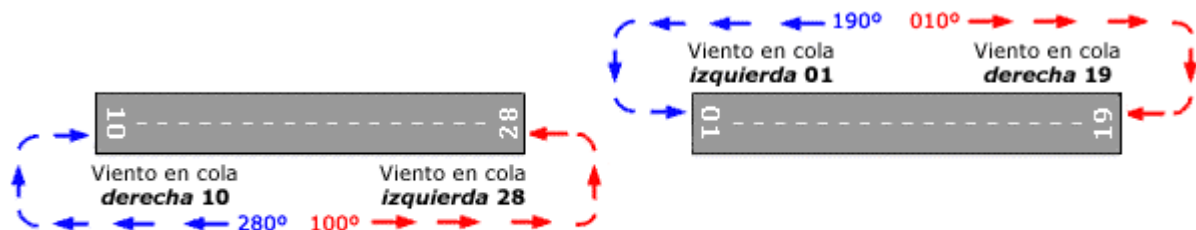


Fig.6.1.4 - Deducción de rumbos y virajes en circuito por la autorización de la torre.

6.1.3 Realización del circuito.

- * Viento en cara. Este tramo comienza con el despegue, continuándose en el mismo hasta alcanzar una altura que suele ser de unos 500 pies (salvo que se diga otra cosa). Alcanzada esa altura se realiza un viraje de aproximadamente 90° para entrar en el tramo de viento cruzado.
- * Viento cruzado. Como la altura de circuito suele ser de 1000 pies, lo normal es que al menos durante el comienzo de este tramo el aeroplano siga en ascenso. Dependiendo de la fuerza y dirección del viento, puede ser necesario poner un rumbo algo más abierto para corregir la deriva que nos empuja hacia el aeródromo. Por simple geometría, si el viento en cola queremos hacerlo a una distancia de la pista de entre 1/2 y 1 milla, la longitud del tramo de viento cruzado es también de entre 1/2 y 1 milla. Recorrida esa distancia, otro viraje de unos 90° nos situará al comienzo del tramo siguiente: viento en cola.
- * Viento en cola. Salvo condiciones ambientales adversas o que el aeroplano este equipado con un motor de poca potencia, lo normal es que al entrar en este tramo tengamos ya altitud de circuito.
El tramo de viento en cola se vuela paralelo a la pista de aterrizaje, a una distancia prudencial del aeródromo, tal que nos permita realizar una toma de emergencia en caso de fallo de motor. Conviene acostumbrarse a tomar referencias de la distancia a la pista en relación con el borde el ala.
Aunque se debe prestar atención al tráfico en todo momento, dado que las entradas al circuito se suelen realizar en la mitad aproximada de este tramo, debemos extremar la atención durante este recorrido.
A la altura de la cabecera de pista se suelen realizar los procedimientos previos al aterrizaje y se va reduciendo velocidad. Pasada la cabecera de pista una distancia adecuada para realizar la posterior maniobra de aterrizaje, un nuevo giro de 90° pone al aeroplano en el tramo siguiente: base.
- * Base. En este tramo, se termina de ajustar la velocidad de forma que el viraje a final se realice con la velocidad de planeo recomendada o si acaso muy cercana. El piloto debe calcular mentalmente a que distancia debe comenzar el viraje a final para que a la terminación del mismo se encuentre sobre la prolongación del eje de pista.

- * **Final.** También denominado aproximación final en algunos manuales, en este último tramo se efectúa la maniobra de aterrizaje propiamente dicha, solo queda seguir los procedimientos al respecto, mantener senda de planeo y velocidad adecuadas, el avión alineado con el eje de pista, y comunicar nuestra posición a la torre para que nos autorice el aterrizaje si es que no lo hizo en algún tramo anterior, y por supuesto lo más delicado: aterrizar.

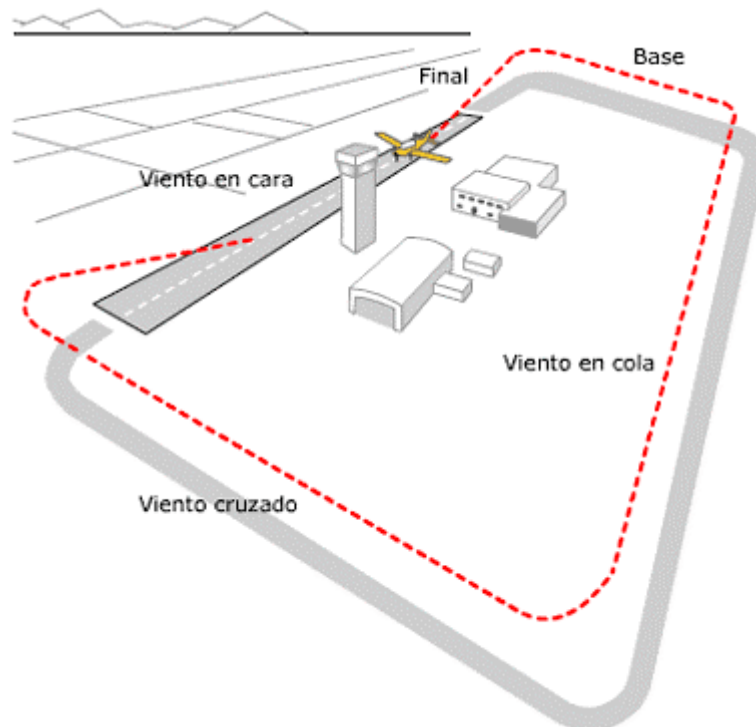


Fig.6.1.5 - Realización del circuito.

Como veremos en los siguientes capítulos, el secreto de un buen aterrizaje comienza por mantener una buena senda de descenso o planeo. Si no se mantiene la altitud de circuito y unas veces se cortan gases por ejemplo a 3000' y otra a 2900'; si en el momento de cortar gases el aeroplano tiene unas veces 100 nudos de velocidad y otras 80; o se comienza el descenso unas veces en el tramo de base y otras en final, etc. cada senda a realizar será diferente y habrá que estar corrigiéndola continuamente (eso sin contar con el factor viento). Si por el contrario, se cortan gases a la misma altura, con la misma velocidad del aeroplano, y sobre un punto determinado de un tramo, las sendas serán similares para el mismo avión y las correcciones deben ser mínimas. Volvemos a lo de siempre, adopte e interiorice unas buenas rutinas de vuelo.

6.1.4 Detallando un poco más los tramos.

Cuando la torre u otro piloto solicitan nuestra situación en el circuito, si además de indicar a nuestro interlocutor en que tramo estamos, se le concreta en que parte aproximada del mismo, que duda cabe que facilitamos la labor de localización.

Como los tramos de viento cruzado y base son más bien cortos, en ellos simplemente se comunica que estamos en ese tramo: "*MAG46 en base, MAG46 virando a final, ...*". En el tramo de viento en cola, puede ser suficiente con mencionar la situación en el primer, segundo o tercer tercio del tramo: "*MAG46 en primer tercio de viento en cola*". Por último, el término "corta final" se emplea para concretar nuestra situación en la última parte del tramo final, próximos a aterrizar: "*MAG46 en corta final*".

A veces, la torre puede solicitar que hagamos una base "corta", por ejemplo para aligerar el tráfico aéreo. Con ello, lo que se pide es que, sin menoscabo de la seguridad, reduzcamos al máximo los dos últimos tramos de base y final. En este caso, se suele poner al avión en planeo o semiplaneo a poco de rebasar la cabecera de pista, volando una trayectoria semicircular descendente que acabe en "corta final", con el avión centrado con la pista y en disposición de aterrizar inmediatamente.

También podemos solicitar nosotros la realización de una base corta, para tomarle el pulso al planeo del aeroplano y afianzar nuestra capacidad para aterrizar simulando una parada de motor en el tramo viento en cola. Es un ejercicio muy recomendable.

6.1.5 Entrada y salida del circuito.

La entrada al circuito se hace generalmente en el tramo viento en cola, entrando en un ángulo de 45° sobre el punto medio de dicho tramo. No obstante, la torre puede autorizar la entrada al circuito por cualquier punto del mismo o que vuele directo hacia el tramo final sin realizar el trazado habitual, en cualquier caso con la altitud especificada; si ha de realizarse un descenso o ascenso a altitud de circuito, este debe hacerse fuera del área del mismo. Se da por supuesto que ha entrado en la zona de control del aeródromo con autorización.

La salida del circuito se hace tras alcanzar la altura de seguridad virando 45° desde el tramo de viento cruzado y hacia fuera del circuito, para después continuar la dirección de vuelo prevista. En algunos casos se puede abandonar el circuito siguiendo la extensión del tramo viento en cara, pero si el circuito es a izquierdas y necesita virar a la derecha al final de este tramo para abandonar el circuito, debe contar con autorización de la torre.

6.1.6 Fallo de radio.

En la publicación de los circuitos de tránsito de aeródromo, suelen incluirse los procedimientos a seguir en caso de fallo de radio. Estos procedimientos pueden variar de uno a otro aeródromo; por ejemplo: en algunos se sigue un circuito alternativo, normalmente con un trazado y altitud diferentes (aunque en el mismo sentido que el circuito normal) y se está a la espera de las señales visuales de la torre. La fig.6.1.6 muestra un ejemplo de este tipo; el aeroplano con fallo de radio debe aproximarse tal como se especifica a una altura de 2600 ft. y volar alrededor de la torre a 2500 ft. hasta recibir de esta las señales visuales oportunas.

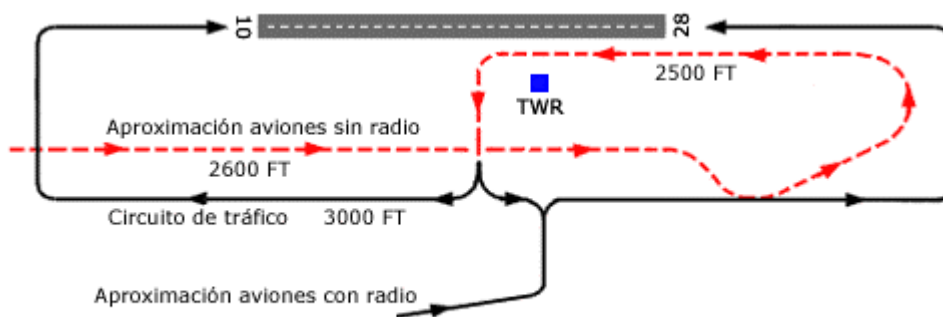


Fig.6.1.6 - Circuitos de tráfico normal y con fallo de radio.

En otros aeródromos, se puede exigir al piloto que mantenga al aeroplano en un área claramente delimitada con una altitud concreta (orbitando), a la vista de la torre, y a la espera de recibir las correspondientes señales visuales de la misma; etc. En la fig.6.1.7 se muestran un par de ejemplos de procedimientos de este tipo; el piloto orbitará en el área determinada, con la altitud que se especifica en cada caso (400 ft. AGL y 1500 ft. MSL respectivamente), a la espera de las señales visuales que procedan.

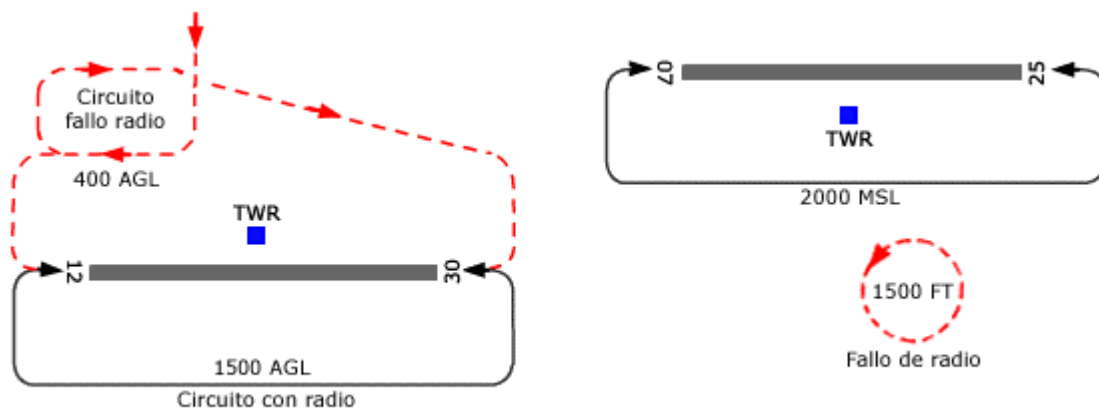


Fig.6.1.7 - Ejemplos de circuitos de espera con fallo de radio.

6.1.7 Aeródromos no controlados.

Cuando se opera en un aeródromo con torre de control, el piloto recibe por radio la información pertinente sobre el circuito y tráfico en el mismo. Si no hay torre de control, es responsabilidad del piloto determinar la dirección del circuito, cumplir con las reglas de tráfico y mostrar la cortesía común para con otros pilotos operando en el área. No se espera que el piloto tenga un conocimiento íntimo de los circuitos de todos los aeródromos, pero sí que este familiarizado con el trazado rectangular estándar.

Si el aeródromo no está controlado, debemos sintonizar la frecuencia adecuada y prestar atención a las comunicaciones, no solo para obtener información sobre otros aparatos operando en el mismo, sino además porque en caso de duda sobre como es el circuito podemos preguntar a otro piloto. En el peor de los casos, p.ejemplo: estamos solos y desconocemos el aeródromo, deberíamos seguir el estándar siempre y cuando ello no suponga riesgo, viole otras normas (sobrevolar a baja altura áreas de población), o la presencia de obstáculos recomienden otro procedimiento.

Por idénticas razones, debemos dar a conocer nuestra incorporación al circuito "*MAG44 entrando viento en cola cero ocho*" así como el paso por cada tramo del circuito, principalmente en el tramo final "*MAG46 en final cero ocho*". Obviamente, en caso de fallo de radio se debe extremar la observación de otros tráficos y extremar las medidas de seguridad, antes de entrar en circuito y durante la realización del mismo.

6.1.8 Otras consideraciones.

Es muy importante acostumbrarse a volar el circuito por referencia a la pista, NO por las referencias en el suelo (árboles, lagunas, casas, etc.). De esta manera se desarrolla un mejor juicio que será valioso cuando haya que realizar una aproximación a otras pistas que pueden tener otro sentido o simplemente ser desconocidas.

Normalmente, la mayoría de los circuitos suelen realizarse a una altitud de 1000 pies sobre el terreno; si no hay nada establecido al respecto, esta es la altitud de circuito recomendada.

En las comunicaciones con la torre se omite la palabra "tramo"; por ejemplo: "*Vitoria, MAG46 en final 22*". En caso de tener que notificar la entrada o el paso por viento en cola, es recomendable que la comunicación se produzca al pasar frente a la torre, o si no hay torre sobre el punto medio de dicho tramo.

En función de la fuerza y dirección del viento, será necesario corregir la deriva para mantener una dirección de vuelo adecuada.

Es esencial mantener la atención a ambos lados, arriba y abajo, debido a la más que posible presencia de otros aeroplanos operando en el circuito. El uso de cualquier circuito, de los servicios de tráfico, y el seguimiento de los procedimientos no descargan al piloto de la responsabilidad de ver y evitar otros tráficos. La carga de trabajo añadida al piloto más la posible congestión de tráfico, hace que las cercanías de un aeródromo sea el lugar con más riesgo potencial de colisión.

Es extremadamente importante que el piloto esquematice mentalmente la posición de otros aeroplanos en el circuito o a punto de entrar en él, particularmente de aquellos que le preceden. Para ello debe escrutar el área circundante y prestar atención a la radio. Sea cuidadoso para no "cortar" la trayectoria de un avión precedente, virando de base a final antes de tiempo, mantenga su turno.

Recuerde que está prohibido aterrizar hasta que el avión precedente haya abandonado la pista, así que mantenga suficiente distancia para darle tiempo a que aterrice y abandone la pista, pues en caso contrario Vd. tendrá que realizar un "motor y al aire". Por otro lado, un exceso de distanciamiento en un circuito congestionado alarga innecesariamente la trayectoria de los aviones que vienen detrás, así que sin descuidar la seguridad procure juzgar adecuadamente la distancia a mantener según la velocidad del precedente.

El espaciamiento correcto se consigue alargando o estrechando la trayectoria o bien aumentando o disminuyendo la velocidad. No haga nunca un giro de 360º para mantener la distancia con el precedente sin solicitar autorización al controlador, salvo riesgo inminente. Si al aeródromo no está controlado, avise por radio la maniobra con anticipación suficiente.

Juzgue cuando ha de comenzar el descenso en planeo en función de la altura del aeroplano, su velocidad, y el ángulo con el cual observa la pista.

Si tiene pensado aterrizar con flap, puede ser una buena rutina bajar el primer punto viento en cola a la altura de la cabecera de pista; el segundo, dependiendo del flap que quiera bajar y de la extensión posible del mismo, durante el tramo de base, bajando el último punto (si procede) en el tramo final.

Algunos aeródromos en los cuales operan tanto aviones ligeros como ultraligeros, dadas las diferentes características y performances de ambos, tienen circuitos diferenciados para ambos tipos de tráfico. Pero aunque unos operen por un lado de la pista en servicio y otros por el otro, a la hora de aterrizar o despegar ambos comparten la pista. Así que conviene extremar la atención, más teniendo en cuenta que los ultraligeros pueden llevar radio o no llevarla (no es obligatorio).

Sumario.

- Para lograr un tráfico lo más ordenado y fluido posible, pero principalmente por seguridad, es necesario establecer esquemas o patrones de tráfico y procedimientos de control, estando obligado el piloto a conocerlos y aplicarlos en el aeropuerto en que vaya a operar.
- Un patrón de tráfico se compone de dos partes: la aproximación y el circuito.
- Un "*circuito de tránsito de aeródromo*" es la "*trayectoria especificada que deben seguir las aeronaves al evolucionar en las inmediaciones de un aeródromo*". Esta trayectoria concreta en cada circuito depende de las condiciones del viento, la pista en servicio, obstáculos, etc.
- La figura geométrica de un circuito corresponde a un rectángulo, cuyos lados se denominan tramos, posicionados en relación con la pista en servicio.
- Estos tramos reciben la denominación de: viento cruzado, viento en cola, base, y final.
- El estándar de virajes en circuito es realizarlos hacia la izquierda; no obstante, algunos pueden tener establecidos virajes no estándar, a la derecha.
- Normalmente, la autorización para entrar en el área de control de un aeródromo e incorporarse al circuito de tráfico del mismo, incluye el sentido de los giros a realizar: "MAG46 notifique viento en cola *izquierda* dos ocho".

- Cuando se inquiera sobre la posición del aeroplano en circuito, detallar de forma un poco más precisa el punto del tramo en que se encuentra facilita la labor de localización. Por ejemplo: en el primer tercio de viento en cola, virando a base, en corta final, etc.
 - La entrada al circuito se hace generalmente en el tramo viento en cola, entrando en un ángulo de 45° sobre el punto medio de dicho tramo, aunque el controlador puede autorizar la entrada al circuito por cualquier punto del mismo o que vuele directo hacia el tramo final sin realizar el trazado habitual.
 - Si ha de realizarse un descenso o ascenso a altitud de circuito, este debe hacerse fuera del área del circuito y antes de entrar al mismo.
 - La salida del circuito se hace tras alcanzar la altura de seguridad, virando 45° desde el tramo de viento cruzado para después continuar la dirección de vuelo prevista, o continuando el vuelo como una extensión del viento en cara.
 - En caso de fallo de radio, los procedimientos a seguir varían de un aeródromo a otro. En algunos se vuela un circuito alternativo con una altitud diferente al circuito normal, en otros se especifica la espera en un área determinada, en algunos se dice que se siga el circuito normal extremando las precauciones, etc. Con independencia del procedimiento, en un aeródromo con torre esta nos hará las señales visuales que corresponda, autorizando o denegando el aterrizaje.
 - En aeródromos no controlados, es de vital importancia mantenerse en la frecuencia adecuada para estar al tanto de otros aeroplanos en sus cercanías o en el circuito de tráfico, así como comunicar nuestro paso por cada tramo, cuando menos al incorporarse al circuito y durante el tramo final.
 - Acostúmbrese a volar el circuito por referencia a la pista, NO por las referencias en el suelo (árboles, lagunas, casas, etc.). Desarrollará con ello una experiencia que le será muy útil en aeródromos desconocidos.
 - Es esencial mantener la atención a ambos lados, arriba y abajo, debido a la más que posible presencia de otros aeroplanos operando en el circuito. El uso de cualquier circuito, de los servicios de tráfico, y el seguimiento de los procedimientos no descarga al piloto de la responsabilidad de ver y evitar otros tráficos.
 - Sea en todo momento consciente de la posición de otros aeroplanos en el circuito o a punto de entrar en él, particularmente de aquellos que le preceden. Para ello debe escrutar el área alrededor y prestar atención a la radio.
 - Sea cuidadoso para no "cortar" la trayectoria de un avión precedente, virando de base a final antes de tiempo, mantenga su turno.
 - Considere cuando ha de comenzar el descenso en planeo en función de la altura de vuelo, la velocidad, y el ángulo con el cual observa la pista.
-

TÉCNICA DE VUELO (II)

6.2 ATERRIZAJE (I)

Es frecuente entre los aspirantes a piloto creer que el aterrizaje de un aeroplano constituye la culminación del entrenamiento y que una vez aprendido, todo lo demás es complementario. Es verdad que el aterrizaje supone procedimientos y percepciones que son un poco distintos a los que implican otras fases del vuelo, pero la creencia anterior, de la que nadie está libre, si persiste, produce dos resultados desafortunados: el primero es que la tensión que supone la excesiva importancia dada a esta maniobra puede perjudicar el progreso de aprendizaje (incluido el propio aterrizaje), y segundo, que una vez se sabe aterrizar se descuida la obtención de una eficiencia adecuada para las demás fases de vuelo.

Aterrizar un aeroplano, consiste en permitir que este contacte con el terreno a la velocidad vertical más baja posible, y en circunstancias normales también a la velocidad horizontal (respecto al suelo) más baja posible, consistentes ambas con un control adecuado. En definitiva, se trata de poner al aeroplano en pérdida a muy pocos centímetros del suelo manteniendo el control direccional.

Por muchos aterrizajes que realice, puede que muchas veces las condiciones ambientales sean buenas, pero raramente serán ideales. Así que, aunque por razones didácticas se haga la clasificación siguiente, es muy posible que en más de un aterrizaje tenga que aplicar alguna combinación de procedimientos. Por ejemplo: normalmente el viento no sopla *exactamente* en cara casi nunca, pero si está solo ligeramente cruzado y tiene poca intensidad la técnica de aterrizaje "normal" es suficiente; ahora bien, si sopla muy cruzado y con cierta intensidad, tendrá que echar mano de los procedimientos de aterrizaje con viento cruzado; si además la pista es corta y blanda, y existen obstáculos en la senda de planeo es obvio que necesita combinar acertadamente varios procedimientos. En teoría pues, los aterrizajes pueden ser clasificados en:

- Aterrizaje normal.
- Aterrizaje con viento cruzado.
- Aterrizaje en campo corto.
- Aterrizaje en campo blando.

En estos primeros capítulos se desarrolla la realización de esta maniobra en circunstancias normales (aterrizaje normal), las técnicas que puede aplicar el piloto para mantener el control del aeroplano de forma positiva, y los factores que afectan al aeroplano en esta fase. Los fundamentos básicos detallados servirán para, con ligeras variaciones, abordar posteriormente los aterrizajes "no normales". Considero un aterrizaje "normal" aquel en que se dispone de potencia suficiente en el motor, el viento no es fuerte ni racheado y en la aproximación final sopla de frente o casi de frente, no hay obstáculos en la senda de descenso y la pista es suficientemente larga y bien pavimentada.

Antes de proseguir, la recomendación habitual: ~~utilice el sentido común~~. No debe ponerse nunca (salvo que alguna circunstancia extraordinaria le obligue) en una situación tal que tenga que aterrizar en esa pista y precisamente ahora. Si está aproximándose a una pista corta y blanda, hay fuertes ráfagas de viento cruzado y el sol le ciega o hay poca visibilidad, puede ser mas seguro, si es posible, demorar el aterrizaje hasta que las condiciones mejoren o intentarlo en un aeródromo alternativo.

6.2.1 Listas de chequeo.

Muchos pilotos siguen escrupulosamente la lista escrita de chequeo durante el prevuelo, pero confían en su memoria durante la aproximación y aterrizaje. Esto no es muy bueno, pero es fácil de comprender: durante el prevuelo no se está atado al asiento por el cinturón de seguridad ni ocupado volando el avión; en esas condiciones tomarse unos minutos para encontrar la lista y leerla no tiene mayor importancia. Pero con el avión en la senda de planeo, no es momento ni lugar para ponerse a buscarla y leerla, así que se sugiere algunas de estas cosas:

1. Si utiliza habitualmente un "piernografo", pegue una copia de la checklist en el mismo.
2. Pegue una copia de la checklist en algún espacio fácilmente visible en el panel de instrumentos.
3. Asegúrese que la checklist corresponde al modelo de avión que está volando. Unos aviones tienen tren de aterrizaje retráctil y otros no; en algunos conviene poner calefacción al carburador casi siempre y en otros solo en circunstancias más críticas; la hélice propulsora puede ser de paso fijo o de paso variable; la velocidad de mejor descenso difiere de un avión a otro; etc.
4. Si prefiere memorizar la lista, viento en cola preparándose para el aterrizaje no es el mejor momento. Unas millas antes de entrar en el circuito de tráfico del aeródromo, lea la checklist, piense sobre ella y grábesela en la memoria, o recítela en voz alta si lo prefiere.
5. La checklist debería cubrir tres puntos: aproximación, aterrizaje y motor y al aire. Piense que en el momento que decide frustrar el aterrizaje se encuentra cercano a la pista y con poca velocidad, o sea bajo y lento. Las operaciones necesarias debe tenerlas memorizadas para realizarlas de forma rápida y precisa, no puede entretenerse con listas de chequeo.

Algunos manuales de operación incluyen en la lista de chequeo un único apartado de Aproximación y Aterrizaje (Approach and Landing); otros dividen las tareas en dos: Aproximación (Approach) y Preaterrizaje (Before Landing). Esta última forma me parece más lógica pues se ajusta mejor a la discontinuidad en el tiempo entre las distintas tareas. La fig.6.2.1 muestra un par de ejemplos de los procedimientos de Aproximación y Preaterrizaje; la lista de la izquierda corresponde a un aeroplano con tren fijo y hélice de paso fijo, la de la derecha a otro con tren fijo y hélice de paso variable.

<p style="text-align: center;">8 - APROXIMACION</p> <ul style="list-style-type: none"> - Selec.Combustible..... MAS LLENO - COM/NAV..... FRECUENCIAS - Altimetro..... QNH - Mezcla..... RICA - Luz aterrizaje..... A/R 	<p style="text-align: center;">11 - APPROACH</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fuel selector..... FULLEST TANK - COM/NAV..... FREQ.SET - Approach clearance.. RECEIVED - Altimeter..... QNH SET - Mixture..... RICH
<p style="text-align: center;">9 - ANTES DE ATERRIZAR</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bomba combustible..... ON - Luz aterrizaje..... ON - Flaps..... A/R - Velocidad aproximac..... SEGUN FLAP - Calefacc.carburador..... A/R 	<p style="text-align: center;">12 - BEFORE LANDING</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elect.Fuel Pump.....ON - Throttle.....18" - 2500 rpm - Flaps.....A/R - Propeller/final leg.....FULL FORWARD - Carburator heat.....A/R

Fig.6.2.1 - Ejemplos de lista de chequeo (Aproximación y Preaterrizaje).
(Para propósitos operacionales consulte el POH del avión)

De los ejemplos de la fig. 6.2.1, puede deducirse que los puntos incluidos en el apartado *Aproximación* se efectúan antes de entrar en [circuito](#), es decir para "aproximarse" al aeródromo: sintonizar frecuencia, solicitar autorización para entrar en la zona de control del aeródromo, ajustar el altímetro al QNH recibido, etc. Conviene destacar en la lista de la izquierda, que la luz de aterrizaje "A/R" advierte que, si por ejemplo el aeródromo tiene mucho tráfico o volamos en una hora cercana al ocaso, es prudente llevar la luz de aterrizaje encendida al aproximarse.

Las probabilidades de una colisión en vuelo no son muy altas, pero la mayoría de ellas se concentran en las proximidades de los aeropuertos; por esta razón, cuando se procede a un aeródromo saturado, o la torre nos comunica que hay otros aviones en aproximación o realizando circuitos, es prudente encender la luz de aterrizaje para facilitar que otros tráficos nos vean.

¿En que momento conviene realizar los procedimientos de la checklist?. Si como veremos después, en aproximación final el piloto ha de ocuparse (y según las condiciones puede que bastante) en mantener la velocidad, la senda de planeo y el alineamiento con la pista, corregir el efecto del viento lateral, si no ha recibido todavía permiso de aterrizaje por parte de la torre estar atento a su recepción, etc., parece sensato tener el avión previamente configurado para esta maniobra. No espere al último momento para hacerlo deprisa y corriendo ni se deje para el final operaciones que puede ejecutar antes.

Conviene recordar que las checklist indican las operaciones y el orden conveniente de las mismas de forma más a menos precisa, pero son deliberadamente ambiguas respecto al momento exacto que deben ejecutarse. Por ejemplo: "Antes de aterrizar" no dice si las operaciones han de hacerse *x* minutos, *x* millas de distancia o *x* pies de altura, antes del aterrizaje; solo indica que deben hacerse *antes* de aterrizar. Tampoco sugiere que todas las operaciones se efectúen inmediatamente una detrás de otra, dependerá de su conveniencia; por ejemplo: puede interesarle encender la bomba de combustible y la luz de aterrizaje mientras está viento en cola y posponer el encendido de la calefacción al carburador hasta la aproximación final.

Respecto a los procedimientos previos al aterrizaje (Before Landing), salvo alguno muy específico, como por ejemplo aplicar calefacción al carburador, es buena norma que estén completados **antes** de comenzar el descenso para aterrizar.

Como lo habitual es incorporarse al circuito aproximadamente por la mitad del tramo viento en cola, el paso del aeroplano perpendicular al comienzo de la pista (fig.6.2.2) constituye una buena referencia para comenzar a configurar el avión (bomba de combustible, mezcla rica, luz de aterrizaje, paso de la hélice y presión de manifold...). Si la incorporación al circuito se produce por el tramo de base o se entra directamente al tramo final, prevea realizar los procedimientos de la checklist con antelación suficiente.

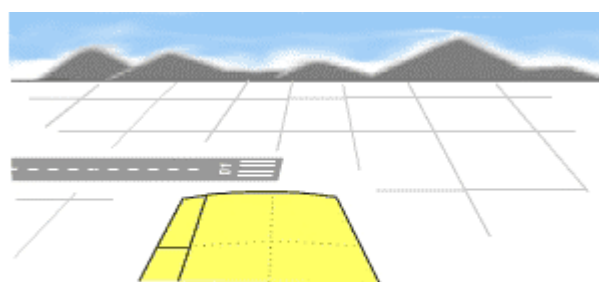


Fig.6.2.2 - Referencia para iniciar procedimientos previos al aterrizaje (Before Landing).

Puesto que lo más posible es que tenga que ejecutar los procedimientos habiéndolos memorizado previamente, es una buena costumbre seguir unas pautas concretas, las que prefiera y le sean más útiles, pero siempre las mismas. Si está realizando tomas y despegues, el tiempo para comprobaciones de checklist se reduce prácticamente a nada, así que lo mejor es que tenga perfectamente memorizados y muy claros los procedimientos a seguir y en que momento efectuarlos.

6.2.2 Preparación del aterrizaje.

Con fines exclusivamente didácticos, la maniobra de aterrizaje se suele dividir en fases arbitrarias, de las cuales la fig.6.2.3 ofrece una muestra como ejemplo. La mayoría de los manuales y libros que conozco limitan los detalles de la maniobra a las fases fundamentales, esto es: aproximación final (2), recogida (3) y aterrizaje o toma de contacto que en muchos casos se abrevia "toma" (4); muy pocos son los que detallan, o si lo hacen es de forma somera, los pasos previos a realizar antes de tener el avión en aproximación final. La denominación en inglés de las fases mostradas en la figura es: base leg, final approach, flare, touchdown y after landing roll.

Como lo habitual es que aprenda a aterrizar practicando tomas y despegues, para lo cual debe trazar el circuito una y otra vez, considero de interés incluir este apartado (que denomino preparación del aterrizaje porque no se me ocurría otro mejor) con una serie de recomendaciones y procedimientos a realizar en los tramos de circuito anteriores a la aproximación final.

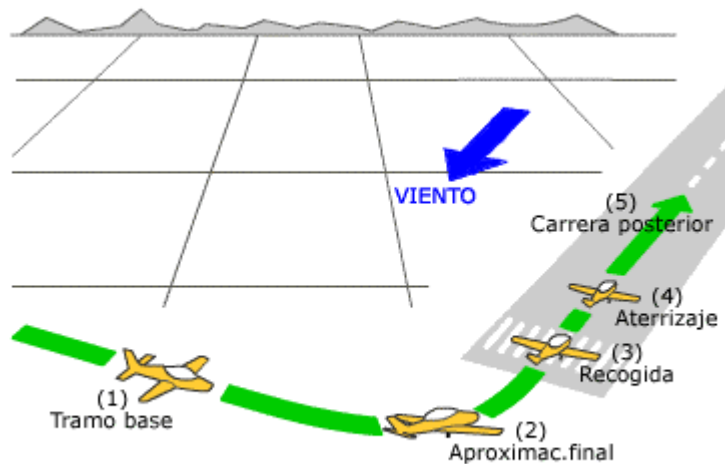


Fig.6.2.3 - Las distintas fases de un aterrizaje.

Viento en cola. En la parte final de este tramo:

- Si va a aterrizar con flap (full o parcial) este es un buen momento para extender el primer punto.
- Sin perder altura, comience a reducir velocidad acercándose paulatinamente (unos nudos por encima) a la recomendada por el fabricante para la aproximación final. Además de prepararse para la fase siguiente, al volar más lento esto le dejará un poco más de tiempo para realizar todas las operaciones restantes de forma pausada y con seguridad.
- Al llegar al punto que considere apropiado, en función de la velocidad que lleve y dependiendo de si le precede o no algún avión, realice un viraje suave hacia el tramo base. Una regla bastante utilizada en circuitos realizados a 1000 pies AGL es comenzar el viraje cuando el umbral de la pista quede por detrás unos dos planos de ala aproximadamente o poco más (fig.6.2.4).
- Si tiene aviones por delante, antes de virar a base espere a que el predecesor inmediato pase en dirección a la pista frente al borde de su ala. Ajuste su velocidad y distancia al precedente durante el resto de la maniobra para que aquel pueda aterrizar y dejar la pista libre antes de que Vd. se encuentre en corta final. Si se echa encima, la torre no le autorizará el aterrizaje y tendrá que realizar motor y al aire. Recuerde: no debe aterrizar mientras haya algún avión en la pista.

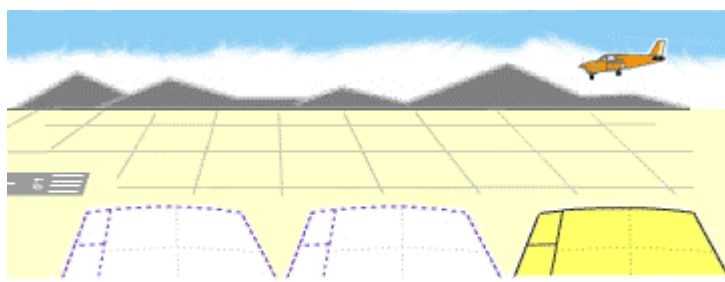


Fig.6.2.4 - Referencia para viraje a base.

Tramo base. En este tramo el piloto tiene que tomar dos decisiones que pueden afectar a la calidad del aterrizaje: una consiste en juzgar a que altitud y distancia debe comenzar el descenso para aterrizar en el lugar deseado; la otra es decidir en que punto virar a aproximación final para poner al avión en una senda de planeo, adecuada a las circunstancias y alineado con el eje de la pista. Lo habitual es que primero reduzca potencia, deje que la velocidad se acerque a la de descenso y después comience este. Muchos manuales sugieren que pasada la mitad del tramo base, reduzca potencia y comience un descenso en planeo, pues con ello se familiariza con la capacidad de planeo del aeroplano, experiencia valiosa si tuviera que realizar un aterrizaje de emergencia; ahora bien, esto obliga al piloto a "afinar", pues acorta la duración de la siguiente fase (aproximación final) y con ello el tiempo disponible para corregir posibles desviaciones.

Como regla general:

- Comience el tramo manteniendo la altura y vuele perpendicular a la pista. Como aterrizará contra el viento (no debe aterrizar con viento de cola), en este tramo le estará soplando de costado alejándolo de la pista, así que deberá corregir la deriva.
- Si todavía no ha terminado de completar la preparación del aeroplano para el aterrizaje no lo deje para mas tarde, hágalo ahora.
- Si piensa aterrizar con full flap y este tiene más de dos ángulos de calaje (puntos de flap) extienda el segundo punto de flap (el último se deja para la aproximación final). La regla habitual para aterrizar con full flap es ir desplegándolo en los tramos anteriores a la aproximación final, y en ese tramo bajar el último punto.
- Si su aeroplano tiene tren retráctil, bájelo y compruebe que está "abajo y bloqueado".
- Ajuste la dirección de vuelo para compensar la deriva por el viento por el ángulo con el cual observa la pista.
- Llegado a este punto, reduzca potencia y ajuste el cabeceo para lograr la velocidad de descenso recomendada; a continuación comience el descenso manteniendo esa velocidad.
- Exactamente en que punto comienza a descender y en cual vira a aproximación final (pueden coincidir ambos) depende principalmente de la altura del circuito, de la fuerza del viento, de la cantidad de flap extendido y naturalmente, de la presencia o ausencia de obstáculos.
- Con viento de cierta intensidad en aproximación final o si se extienden flaps para mantener un ángulo de descenso pronunciado, el tramo base debería volarse perpendicularmente mas cercano a la pista que si el viento es suave o va a aterrizar con el avión limpio, o sea sin flaps extendidos (fig.6.2.5).

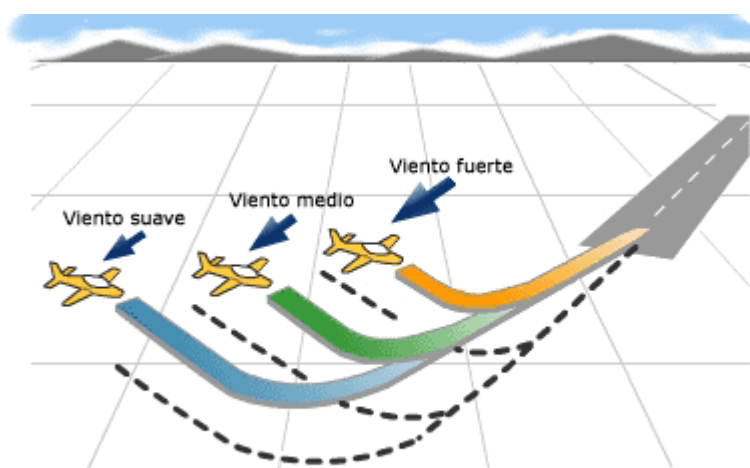


Fig.6.2.5 - Distancia de tramo base a la pista s/fuerza del viento

A medida que su entrenamiento progresa, se irá acostumbrando a visualizar la trayectoria de toda la aproximación mientras se encuentra en la última parte del tramo viento en cola; esto le ayudará a estimar la trayectoria del tramo base, donde reducir velocidad, cuando comenzar el descenso y cuando virar a aproximación final. Este último viraje debe dejar al aeroplano alineado con el eje de la pista, lo cual requiere del piloto estimar cuidadosamente el punto de comienzo y el radio de giro. Respecto al mismo conviene tener en cuenta un par de cosas:

- Normalmente no debe exceder de 30° (viraje medio) porque el aeroplano vuela a baja velocidad y cuanto mayor sea el ángulo de alabeo mayor es la velocidad en la cual el avión entra en pérdida; dado que se hace a relativamente baja altitud entrar en pérdida supone un desastre casi seguro. Si se encuentra con que tiene que realizar un viraje pronunciado (más de 30°) porque lo ha iniciado tarde y se aleja de la trayectoria que le pondrá centrado en la pista, puede ser preferible discontinuar la aproximación, hacer un motor y al aire y en el próximo intento planificar el comienzo del viraje un poco antes. Lo contrario es ponerse en una situación de riesgo innecesario.
- Debe realizarse a una altitud segura, que dependerá de la elevación del terreno y la altura de los posibles obstáculos a lo largo de la trayectoria, y a una distancia de la pista tal que no impida llegar a ella en caso de fallo de motor, pero que posibilite una aproximación final lo suficientemente larga para que el piloto pueda: (1) estimar con precisión el punto de contacto con la superficie mientras mantiene el ángulo de descenso y velocidad apropiados, y (2) corregir cualquier desviación en los parámetros anteriores durante este último tramo.

6.2.3 Aproximación final.

Es la parte del circuito de tráfico en el cual el aeroplano desciende, alineado con el eje de la pista, en línea recta hacia el punto de referencia estimado para aterrizar. Como la aproximación final no deja de ser un descenso, de cierta precisión pero descenso al fin y al cabo, conviene revisar los detalles de esta maniobra ([capítulo.5.6](#)).

El objetivo consiste en mantener el avión con una velocidad y ángulo de descenso tales que:

1. la siguiente fase -recogida- no sea crítica sino de fácil realización,
2. el aeroplano alcance el punto de contacto con la superficie en el primer tercio de la pista,
3. la velocidad mantenida no suponga riesgo de pérdida, y
4. que esa velocidad proporcione tras la recogida un mínimo de sustentación y velocidad respecto al suelo justo antes de contactar.

Aterrizar con el viento en cara colabora a reducir la velocidad horizontal; la velocidad vertical (tasa de descenso) mas baja posible acorde con las circunstancias, exige obtener la actitud y velocidad aerodinámica correctas en el momento preciso.

Esas son las claves esenciales a controlar en esta fase: *velocidad* y *ángulo de descenso*. Velocidad, porque no quiere apostar por una pérdida a baja altura ni tampoco presentarse en la recogida como un relámpago, "comiéndose" tanta pista que se le indigeste; ángulo de descenso porque quiere aterrizar próximo al punto de referencia, ni mucho antes ni mucho después, y ambas porque desea una recogida suave y fácil en vez de laboriosa y crítica.

No vaya a creer que las cuatro fuerzas fundamentales (sustentación, peso, resistencia y potencia) han desaparecido, ahí están omnipresentes. Lo que ocurre es que veremos como controlando las dos variables mencionadas, para lo cual es posible que tengamos que variar alguna de las fuerzas (salvo el peso que es invariable), el piloto controla la aproximación.

La geometría de una aproximación final se muestra en la figura 6.2.6: el aeroplano se encuentra a una altura (**a**) y distancia (**d**) del punto de la pista elegido como referencia para aterrizar, debiendo por tanto recorrer **d** millas mientras desciende **a** pies de forma simultánea, o si se prefiere de otra forma, descender **a** pies mientras recorre **d** millas.

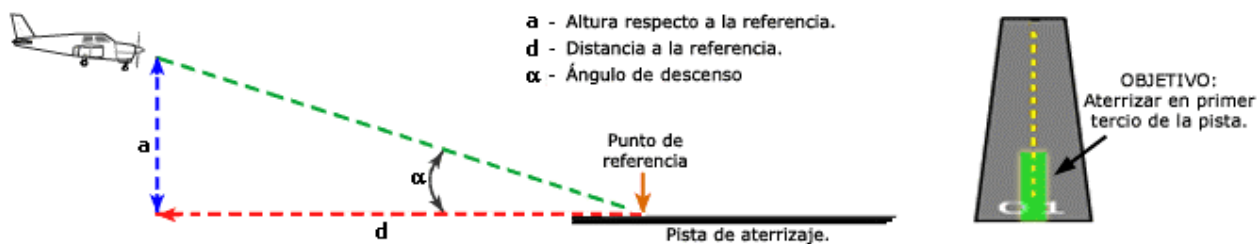


Fig.6.2.6 - Geometría de la aproximación final (senda de descenso).

Obviamente, la distancia horizontal **d** recorrida es función de la velocidad del avión respecto al suelo, es decir, de la velocidad aerodinámica más/menos la velocidad del viento, mientras que la distancia vertical **a** depende de la tasa de descenso. La relación entre **a** y **d** es lo que conocemos como *ratio de descenso*, el cual se expresa angularmente en la figura como ángulo de descenso. Así pues, la labor del piloto consiste en ajustar los parámetros de vuelo de forma que, con las premisas mencionadas anteriormente (velocidad y ángulo de descenso dentro de unos límites), el aeroplano recorra ambas distancias de forma simultánea.

Aun a riesgo de ser redundante, recordemos como se relacionan velocidad y tasa de descenso mediante la curva de potencia (fig.6.2.7):

1. Para una misma potencia (P1), la tasa de descenso (T1, T2) varía con la velocidad (V1 y V2 respectivamente).
2. Con una misma velocidad (V1), la tasa de descenso (T1, T3) varía con la potencia (P1, P2), a mayor potencia menor tasa de descenso.
3. Para una potencia concreta (P1 o P2), el mejor ratio de descenso (mayor distancia recorrida por unidad de altura perdida) lo proporciona una velocidad determinada (V1), por encima o debajo de esta el ratio de descenso se empobrece.

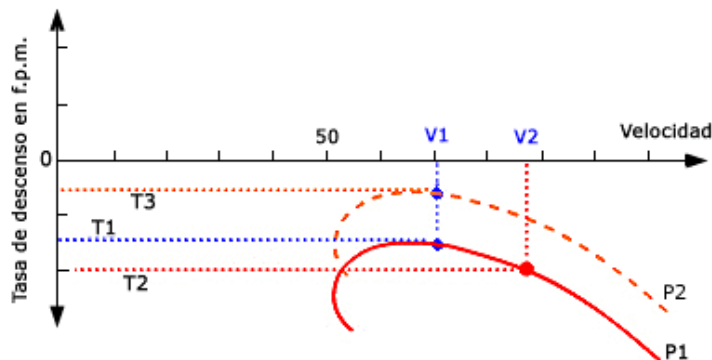


Fig.6.2.7 - La tasa de descenso varía con la potencia y la velocidad.

Como el ángulo de descenso depende de la altura **a** y la distancia horizontal recorrida **d**, si el piloto varía la velocidad, la potencia, o ambas cosas, está variando también el ángulo de descenso.

A efectos prácticos, no piense que tiene que realizar complejos cálculos sobre velocidades, tasas de descenso, potencia necesaria, velocidad del viento, densidad de la atmósfera, peso del avión, etc. De forma muy simplificada: en función de las circunstancias (pista, obstáculos, viento,...) el piloto estima la configuración adecuada (flaps, no flaps) y la senda a seguir; adopta la mejor velocidad de descenso para esa configuración y manteniendo la misma, sigue la senda que, salvando los obstáculos, le deje en el punto de referencia en las mejores condiciones para la recogida.

Su tarea como piloto es interiorizar la capacidad de descenso (distancia que recorre, cuanta altura pierde y con que ángulo desciende) de su aeroplano con distintas configuraciones; según las circunstancias adoptar la configuración adecuada, y en base a ello estimar distancia y altura de inicio para la aproximación. Si afina en esta estimación tendrá que realizar muy pocas correcciones en su descenso; por el contrario, una estimación incorrecta le obligará a efectuar correcciones más severas o en último extremo frustrar el aterrizaje.

6.2.4 Velocidad de aproximación.

De acuerdo con los objetivos perseguidos, podemos deducir claramente que la velocidad de aproximación debe ser más alta que la de pérdida pero no mucho más. Está claro, no queremos exponernos a una pérdida pero tampoco a que nos falte pista o que la recogida requiera una técnica de pilotaje extraordinaria. Pero si además, esa velocidad proporciona un buen ratio de descenso pues mucho mejor, el aeroplano recorrerá la mayor distancia posible descendiendo más lentamente y el ángulo de descenso estará dentro de unos márgenes razonables. ¿Y cual es esa velocidad?. Pues la respuesta la debe encontrar tabulada en el manual de operación del aeroplano. Los números que primero se aprenden (por la cuenta que le tiene) durante el entrenamiento, corresponden a velocidades de rotación y despegue y de aproximación para aterrizar.

Los fabricantes suelen incluir en los libros de operación las velocidades de aproximación recomendadas para distintas configuraciones de flap, velocidades que suelen corresponder a las de mejor ratio de descenso. Estas recomendaciones suponen avión con peso máximo, densidad estándar del aire, viento en calma etc. pero como no es factible recalcular la velocidad exacta a mantener para cubrir la mayor distancia por unidad de altura con distintas condiciones de peso, densidad, viento... lo normal es atenerse a esas velocidades. En muchos manuales y libros de pilotaje se dice que en ausencia de especificación del fabricante, descienda en aproximación final con una velocidad 1.3 Vs0, es decir un tercio por encima de la velocidad de pérdida del aeroplano en configuración de aterrizaje. Si por ejemplo su Vs0 es de 60 nudos la velocidad de aproximación debería ser aproximadamente 78 nudos ($60 * 1.3 = 78$).

Durante la aproximación final procure mantener la velocidad recomendada porque:

- mantiene un margen seguro sobre la velocidad de pérdida;
- la baja tasa de descenso asegura una transición suave en la recogida facilitando la maniobra;
- la deceleración producida al recoger le dejará sobre la pista con una velocidad suficientemente baja como para mantener la sustentación mínima en la culminación de la maniobra (toma);
- este mínimo de sustentación permite posarse suavemente al avión (se supone que está a muy pocos centímetros de la superficie) sin fatigar el tren de aterrizaje;
- la carrera posterior a la toma consume el mínimo necesario de pista y permitirle decelerar el avión rápidamente sin castigar excesivamente los frenos.

Y aunque hablamos de velocidades, es muy importante recordar que:

- El mejor ratio de descenso o de planeo ocurre con un ángulo de ataque determinado, por lo que:
- la recomendación sobre velocidad de aproximación final es realmente una recomendación sobre el ángulo de ataque ([ver 1.7](#)).

Controlar el ángulo de ataque es importante en todas las fases de vuelo, pero muy especialmente en la aproximación final, con el avión volando lento y bajo intencionadamente. Una forma de mantener un ángulo de ataque determinado es mediante la percepción y el control de la actitud y el ángulo de descenso. Con o sin flaps extendidos, el ángulo de ataque depende de la diferencia angular entre la actitud y la dirección de vuelo; por tanto, manteniendo un valor definido para estos ángulos se mantiene también el valor del ángulo de ataque. Recuerde que compensar el avión para el ángulo de ataque deseado y volar moviendo ligeramente los controles ayuda de forma extraordinaria a mantener el ángulo de ataque; utilice el compensador.

Recuerde también que la mejor información sobre el ángulo de ataque la proporciona el indicador de velocidad, pero eso no debe significar que este demande toda su atención; el 10% de su atención es suficiente, el otro 90% mire fuera y utilice sus percepciones. Como ya se dijo, aprenda a percibir el ángulo de ataque. ¿Se ha planteado que puede averiarse el indicador de velocidad?, pues puedo asegurar que sucede porque lo he experimentado.

Una buena instrucción debería incluir aterrizar sin este instrumento (el instructor lo tapa). Controlar el ángulo de ataque es importantísimo; si el avión está algo desalineado con la pista o ligeramente alto o lejos, esto no es trágico y veremos que tiene fácil solución (en último caso motor y al aire), pero si pierde el control del ángulo de ataque, ese descuido puede terminar con el vuelo de forma dramática y repentina (pérdida a baja altura). Insisto: *controle el ángulo de ataque*.

6.2.5 Ángulo de descenso (senda).

El ángulo de descenso está afectado por las cuatro fuerzas fundamentales, así que si estas fuerzas son constantes el ángulo de descenso también es constante en condiciones de viento nulo. El piloto puede controlar estas fuerzas (y con ellas el ángulo de descenso) ajustando la velocidad, la actitud (el ángulo de ataque), la potencia, y la resistencia. Como sabemos, el viento juega un papel prominente en cuanto a la distancia horizontal recorrida, y aunque el piloto no tiene control sobre el mismo si que puede corregir su efecto mediante los ajustes apropiados en actitud y potencia.

Y ahora la pregunta: ¿qué ángulo de descenso es el apropiado?. La respuesta es en principio muy sencilla: aquel que manteniendo la velocidad deseada y sobrevolando los posibles obstáculos, lleve al aeroplano desde el comienzo de la aproximación final hasta el punto de referencia elegido sobre la superficie de aterrizaje. Mantener un determinado ángulo de descenso, que dependerá de la altura y distancia del aeroplano al punto de referencia, requiere una combinación adecuada de velocidad, potencia y resistencia (flaps), de manera que si se altera alguna de las variables anteriores, ello requiere un cambio coordinado de las restantes.

Dentro de un rango razonable de entre 3° y 6°, no es usualmente crítico el ángulo elegido, salvo que las circunstancias obliguen, pero es imprescindible que tenga en cuenta las siguientes consideraciones (fig.6.2.8):

- Si la senda (ángulo de descenso) es demasiado pronunciada, la maniobra de recogida será más crítica y dificultosa pues necesitará pasar de una actitud de descenso a vuelo nivelado con mayor rapidez, necesitará "afinar" mucho más en esa fase.
- Por el contrario, si la senda es demasiado "plana", tiene que estar seguro que ello le permite evitar los obstáculos y muy atento a corregir las posibles descendencias que se pueda encontrar. La recogida en este caso es muy suave, pero la desventaja (yo diría peligro) de este tipo de senda es que el avión está volando a baja altura más de la cuenta y eso le deja con muy pocas o ninguna opción en caso de fallo de motor.

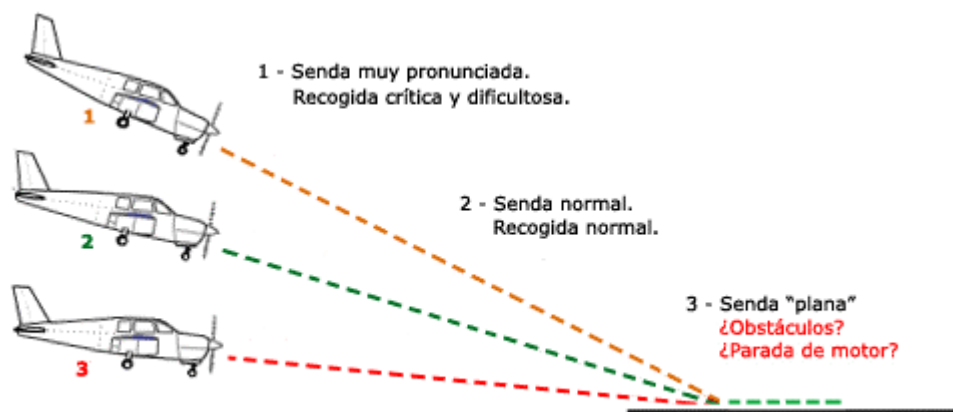


Fig.6.2.8 - Sendas y ángulos de descenso en aproximación final.

En cualquier caso debe ser extremadamente sensitivo a los cambios en este ángulo porque esta es la mejor indicación sobre si la toma se hará lejos del punto estimado o por el contrario no va a llegar al mismo.

Conclusión: "*Un buen aterrizaje es invariablemente el resultado de una aproximación bien efectuada*". Su tarea como piloto consiste en juzgar adecuadamente la senda de descenso y manejar correctamente la energía total del avión (velocidad + altitud) con el objetivo de posarse sobre la superficie con la mínima energía total posible. Ello exige mantener la velocidad aerodinámica y la senda de aproximación con un ángulo de descenso constante.

6.2.6 Ayudándose de los sentidos.

Aunque el sentido corporal del movimiento supone una asistencia primaria en los aterrizajes, en las primeras fases del entrenamiento no estará todavía suficientemente desarrollado, así que en principio debe apoyarse algo más en otros, principalmente en el sentido de la vista. El fenómeno de la perspectiva (una pista cambia de forma aparente cuando el punto de observación del piloto cambia) es el más importante para Vd.

Estimar con cierta precisión la distancia y la profundidad es cuestión de práctica, depende de cuan claramente se vean los objetos y requiere que la visión se enfoque propiamente, viendo con claridad los objetos importantes. La velocidad difumina los objetos cercanos, estos se ven moviéndose juntos, mientras que los objetos lejanos permanecen quietos y se ven claramente. En el momento del aterrizaje debe enfocar su visión hacia adelante aproximadamente a la misma distancia que lo haría viajando en un automóvil a la misma velocidad. "*La distancia a la cual enfocar la visión debe ser proporcional a la velocidad del aeroplano*". Así, a medida que la velocidad disminuye, la distancia a la cual es posible enfocar claramente los objetos se hace más cercana. Ahora bien, si su visión se enfoca muy cerca o directamente hacia abajo, los objetos se vuelven borrosos y las reacciones serán muy abruptas, muy tardías, o ambas cosas.

En aproximación final el comienzo de la pista se ve más ancha que el final de la misma, eso es obvio, como también lo es que si mantiene un ángulo de descenso constante la forma aparente de la pista también debe permanecer constante. El piloto ve la pista como un paralelogramo que converge hacia el horizonte, con el lado de la aproximación mucho más ancho que el lado opuesto, aunque este último tenga realmente la misma anchura. Si el ángulo de aproximación es muy pronunciado la pista se verá más alargada y estrecha; si este ángulo es muy pequeño, la pista se verá como si fuera más corta y ancha. Obviamente, a medida que la aproximación progresa la pista se verá cada vez más grande, pero si el ángulo permanece constante la relación entre los lados y ángulos del paralelogramo de la pista permanecerá también constante (fig.6.2.9).

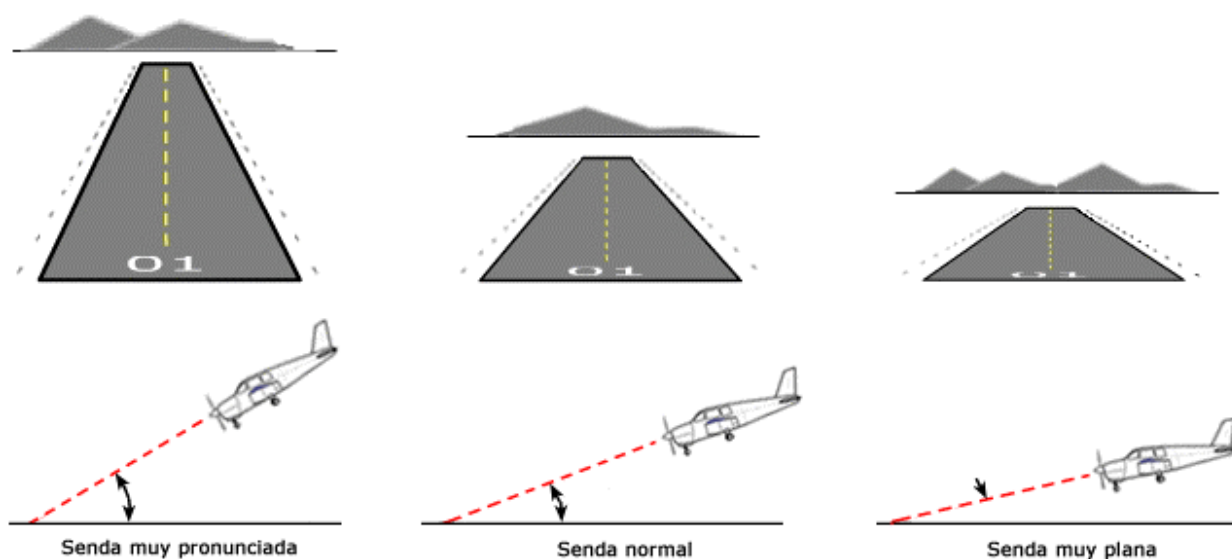


Fig.6.2.9 - Una pista tal como se percibe con diferentes ángulos de descenso.

6.2.7 Alineación con el centro de la pista.

En primer lugar, se supone que quiere aterrizar centrado en la pista, no quiere romper las luces de los bordes con el tren ni nada por el estilo, así que comience por alinearse con el eje de la pista. Si ha hecho bien el viraje al final del tramo base se ahorrará bastante trabajo con la alineación.

Aunque la tarea de alinearse con un objeto lejano sin ninguna referencia intermedia es poco familiar a mucha gente, percibir si está centrado o no con la pista es fácil si se fija un poco. Observe en la fig.6.2.10 como se vería la pista estando alineado con su eje o desplazado del mismo. Si mira la línea central y ve el punto más lejano (**b**) encima del punto más cercano (**a**) entonces está volando centrado con la pista (alineado con la línea **a-b**, figura central). En los otros dos casos está alineado con el borde derecho o con el borde izquierdo y si no corrige la trayectoria aterrizará en ese borde o fuera de la pista.

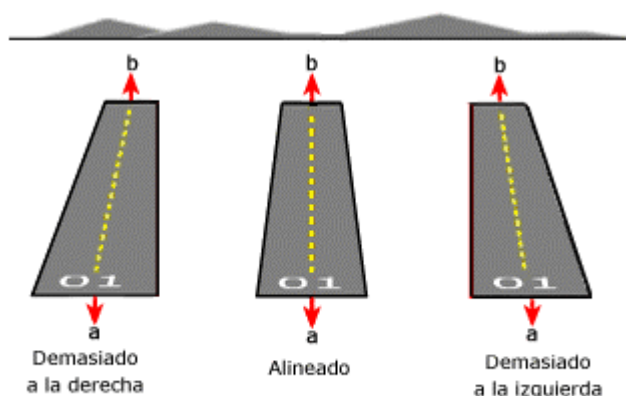


Fig.6.2.10 - Alineación con el eje de la pista.

Si percibe que está desalineado con la línea central, no vuele una trayectoria diagonal hacia el punto de referencia para el aterrizaje, sino que corrija el descentrado **ahora** y entonces vuele siguiendo la prolongación del eje de pista. El objetivo es tener el avión encima de la línea central de la pista y totalmente alineado con ella cuando haga la recogida. Si está al comienzo de la aproximación y el descentrado es relativamente grande puede corregir alabeando y/o mediante los pedales, pero en corta final, si el descentrado es poco, o para mantener la alineación, debe acostumbrarse a corregir solo con los pedales.

La mayoría de los instructores aconsejan, aunque suene un poco mal, comenzar la aproximación manteniendo el eje de la pista entre las piernas.

Desde que inicia la recogida hasta estar rodando sobre la pista, debido a la actitud de morro arriba, seguramente no vea la línea central de la pista; debe pues fijarse en otras referencias tales como los bordes de la pista. Recuerde: *la línea central de la pista desaparece de su vista en la recogida.*

6.2.8 Juzgando si está alto o bajo.

Más importante todavía que mantener la alineación derecha-izquierda con el eje de la pista, es tener la alineación adecuada arriba-abajo en la senda de aproximación.

El procedimiento de usar "trucos locales", tales como pasar a 1000 pies sobre la fábrica de harinas, a 800 pies sobre tal carretera, etc... no es nada recomendable: no funciona en otros aeródromos.

La forma más inteligente de controlar la senda de aproximación es observar y controlar directamente el ángulo de la misma. En una aproximación instrumental, el indicador electrónico define normalmente un ángulo de 3° ; en algunos aeródromos existen ayudas visuales tales como el VASI (lo veremos después) que también lo definen, pero además de que Vd. no esta habilitado para vuelo instrumental (lo cual le prohíbe aterrizar en instrumental pero no le impide servirse del VASI), la mayoría de las veces no hay tales guías, así que necesita desarrollar su propia percepción de este ángulo. De nuevo ha de recurrir al fenómeno de la perspectiva.

La estrategia a seguir es la siguiente: durante la aproximación Vd. elige un lugar de referencia para aterrizar situado por debajo del horizonte un número determinado de grados; si este ángulo no varia, el aeroplano se dirige hacia ese punto; si se incrementa, está yendo a aterrizar más lejos de lo previsto (ojo con la longitud de la pista); si disminuye, se está quedando corto y no llegará.

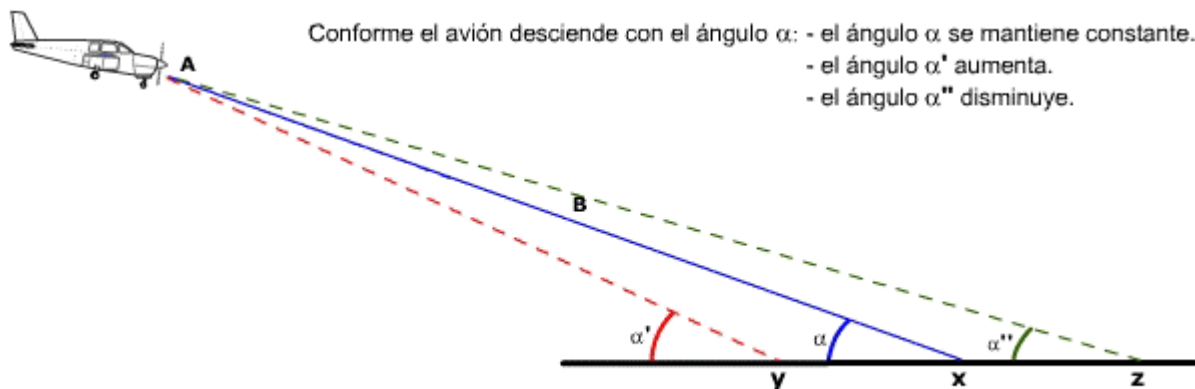


Fig.6.2.11a - Controlando la senda de aproximación - referencias angulares.

La fig.6.2.11a muestra un ejemplo de lo expuesto: el aeroplano situado en la posición **A** desciende en una senda cuyo ángulo α le llevará al punto de la superficie **x**. Tomemos ahora dos lugares arbitrarios en la superficie, anterior (**y**) y posterior (**z**) cuyos ángulos al punto **A** son respectivamente α' y α'' . A medida que el avión vaya descendiendo de forma constante, el ángulo α' irá aumentando mientras que el α'' irá disminuyendo, tal como se ve con el avión en la posición **B**; esto significa que el avión se pasará del punto **y** y no podrá llegar al punto **z** (fig.6.2.11b). Si su intención era aterrizar en **y**, el incremento paulatino del ángulo de descenso le debía haber advertido que sobrevolaría dicho punto, mientras que si la idea era aterrizar en **z**, la disminución constante de dicho ángulo debería haberla interpretado como posición imposible de alcanzar. En ambos casos, se impondría que el piloto corrigiera la senda para aterrizar en el punto deseado. Cuando el avión pase por el punto **y** el ángulo α' será de 90° e incrementándose, mientras que al ángulo α'' irá acercándose cada vez más al valor 0° .

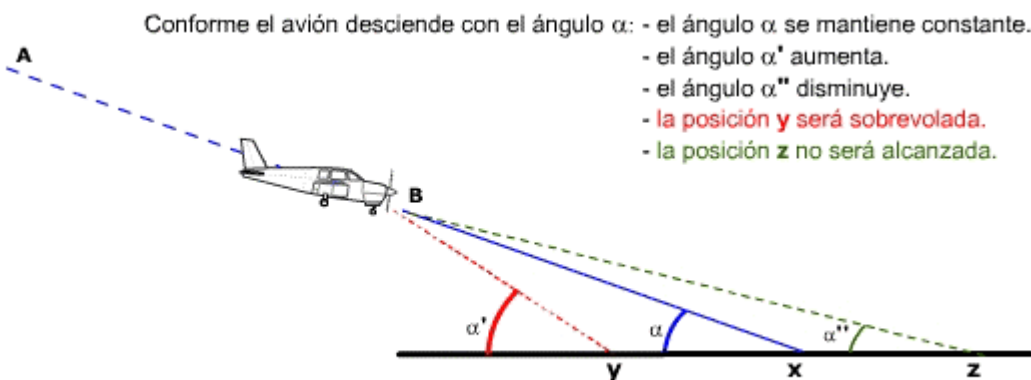


Fig.6.2.11b - Controlando la senda de aproximación - referencia angulares.

Para ayudarse en la percepción de este ángulo, Vd. puede fijar un punto de referencia en el morro o el cristal del avión; estabilizado este en la senda de descenso con una velocidad constante, la observación del suelo en relación con dicha referencia le muestra:

- Las posiciones en el suelo que aparentemente se mueven por debajo de la referencia, son posiciones que serán sobrevoladas.
- Aquellas que permanecen estacionarias respecto a la referencia son las que serán alcanzadas por el avión.
- Las que se mueven por encima son posiciones que no serán alcanzadas.

Resumiendo: la clave consiste en tomar una referencia angular y comprobar si la misma se mantiene o varía; si la senda de descenso es constante, el ángulo que forma el lugar estimado en la superficie respecto a la referencia en el avión o respecto al horizonte debe permanecer invariable; si el ángulo cambia Vd. aterrizará en un punto anterior o posterior al estimado en la superficie salvo que adopte alguna medida.

Aunque no le sirva de consuelo, no se desanime con las primeras tomas, practique, practique y practique, desarrollar la experiencia suficiente para reconocer exactamente donde va a aterrizar es cuestión de tiempo.

6.2.9 Indicadores visuales de aproximación.

Estos indicadores, instalados en muchos aeródromos aunque no en todos, proporcionan información visual sobre la pendiente de aproximación (senda), de manera que si el piloto mantiene el ángulo de descenso provisto por ellos, sorteará los posibles obstáculos aterrizando en el primer tercio de la pista. No hay que confundir este sistema visual (la información no tiene reflejo en ningún instrumento sino que la interpreta el piloto directamente por lo que ve) con el sistema instrumental ILS (el piloto lee e interpreta las indicaciones que los instrumentos reciben de ese sistema).

Aunque hay distintos tipos de dispositivos que proporcionan esta ayuda, aquí solo nos referiremos a los dos más comunes: el VASI y el PAPI. El principio operacional de ambos se basa en la visión por el piloto de dos colores: blanco y rojo.

El VASI (siglas de Visual Approach Slope Indicator) o VASIS (Visual Approach Slope Indicator System), que traducido libremente es algo así como Sistema Visual Indicador de Pendiente de Aproximación, consiste en un sistema de luces, agrupadas en hileras o barras horizontales, dispuestas de forma especial y visibles a 3-5 millas durante el día y hasta 20 millas o más por la noche. La pendiente de descenso definida por el VASI asegura la liberación de obstáculos dentro de un arco de $\pm 10^\circ$ y una distancia de 4 millas náuticas contadas desde el umbral de la pista.

Las instalaciones de VASI pueden constar de 2, 4, 6, 12 e incluso 16 lámparas dispuestas en 2 o 3 barras, pero la mayoría consisten en 2 barras con 2 luces cada una, instaladas usualmente en el lazo izquierdo de la pista. Normalmente definen una pendiente de 3° aunque en algunos lugares puede ser de hasta 4.5° para prevenir el sobrevuelo seguro de obstáculos. Los pilotos de aeroplanos con altas prestaciones deben prever que usar un VASI con ángulos superiores a 3.5° puede suponer un incremento notable de la longitud de pista requerida para aterrizar.

Las lámparas de cada barra proyectan un haz de luz de dos segmentos, cada uno en un ángulo vertical diferente: el segmento superior es de color blanco y el inferior de color rojo y desde la perspectiva del piloto se ve uno u otro pero no ambos. Las combinaciones de las dos barras de luces y su significado son las que se muestran en la fig.6.2.12.



Fig.6.2.12 - Interpretación del VASI (Visual Approach Slope Indicator).

Con el avión en la senda correcta (figura central), el piloto debe ver una barra (la mas cercana) con luces blancas y otra (la mas lejana) con luces rojas; si desciende por encima de la senda (figura izquierda) verá ambas barras blancas mientras que si lo hace por debajo (figura derecha) las verá de color rojo. Resumiendo: si ve las dos barras de color blanco está alto, si las ve rojas está bajo, y si ve una de cada color está en la senda correcta.

El PAPI (Precision Approach Path Indicator) es un VASI de precisión con la única diferencia que en lugar de disponer las luces en dos barras se disponen en una sola. Usa el mismo principio que el VASI y sus indicaciones son las mostradas en la fig.6.2.13. Aunque en la figura se muestra la barra delante de la pista por cuestiones de dibujo, realmente la barra esta instalado en el lado izquierdo.

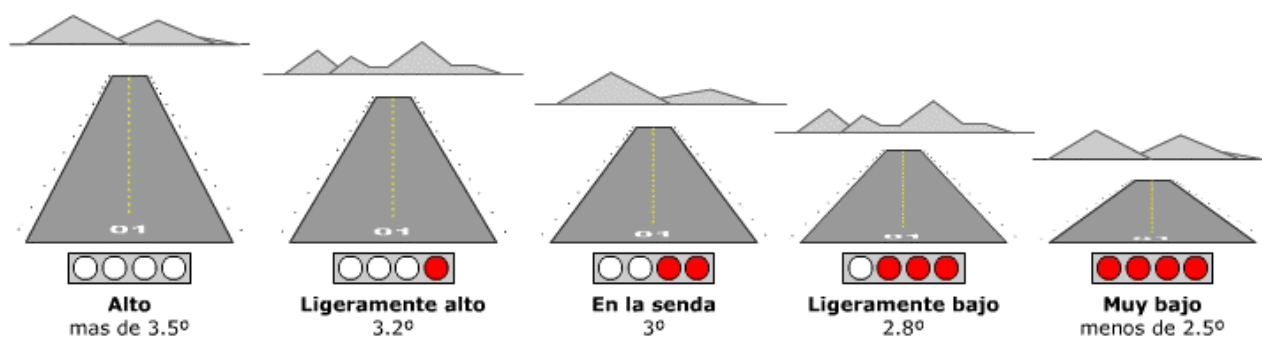


Fig.6.2.13 - Interpretación del PAPI (Precision Approach Slope Indicator).

Ambos indicadores son utilizables tanto de día como de noche y una misma pista puede tener un VASI en un extremo (p.ejemplo pista 04) y un PAPI en el otro (pista 22), o un VASI o PAPI en cada uno pero con ángulos diferentes, etc. No se si estaré desactualizado, pero por ejemplo entrando por la pista 04 de Lanzarote (Canarias) un PAPI define una senda de 3° mientras que por el lado contrario (entrando por la pista 22) la senda de 3.9° está indicada por un VASIS.

Bajo ciertas condiciones atmosféricas o con el sol de frente, los haces blancos pueden verse como amarillentos o algo anaranjados. No sucede lo mismo con los haces rojos que deben permanecer inalterables.

6.2.10 Resumen de la aproximación final.

Y ahora los criterios generales para realizar la aproximación final.

- Inmediatamente después de completar el viraje desde el tramo base, el eje longitudinal del aeroplano debería estar alineado con el eje de la superficie de aterrizaje, de manera que la deriva por viento lateral, si la hay, sea rápidamente reconocida y corregida.
- Alinee el avión con el centro de la pista y mantenga esta alineación durante toda la aproximación aplicando pedales (timón de dirección). El objetivo es estar volando encima del centro de la pista, totalmente alineados con ella cuando se haga la recogida. El caso de aterrizaje con viento cruzado se tratará en un capítulo posterior.

- Si va a aterrizar con full flap, termine de extenderlo ahora y espere un poco a que el avión se adapte a la nueva configuración.
- Puede que necesite hacer pequeños ajustes en actitud y potencia para mantener la velocidad y el ángulo de descenso.
- En cualquier caso, una vez tenga estabilizadas actitud y velocidad, compense el avión para volar "sin manos".
- Algunos aviones son especialmente dados a formar hielo en el carburador, principalmente con tiempo frío y descendiendo. Si es necesario aplique calefacción al carburador pero recuerde quitarla unos pies antes (unos 100) de comenzar la recogida. Si tuviera necesidad de realizar un motor y al aire, la calefacción al carburador le resta potencia y además al abrir gases a tope podría producirse detonación.
- Con hélice de paso variable, mueva la palanca todo adelante (paso corto). Si tiene que hacer motor y al aire este es el paso que le proporciona el mejor desarrollo de la potencia.
- Si todavía no ha recibido permiso de la torre para aterrizar, comunique su posición en final y espere la autorización. Recuerde que sin ella no debe aterrizar.
- El que la torre le conceda permiso no significa que deje de prestar atención a otros tráficos. La responsabilidad final sobre el aeroplano y sus ocupantes recae en el piloto.
- Controle la velocidad y el ángulo de descenso, manténgalos constantes. Ahora más que nunca recuerde que la palanca de gases controla la tasa de ascenso/descenso y el volante de control el ángulo de ataque y por añadidura la velocidad ([ver 1.10](#)). El objetivo es aterrizar en el centro del primer tercio de la pista con la velocidad adecuada.
- Si el aeródromo dispone de ayudas visuales a la aproximación (VASI o PAPI) sirvase de sus indicaciones, pero recuerde que son ayudas y no sustitutos de sus decisiones.
- Si ha hecho bien su trabajo en los tramos anteriores y calcula correctamente el comienzo de la aproximación, no tendrá que realizar apenas correcciones en velocidad y/o ángulo de descenso.
- Algunos aeroplanos tienen una baja tasa de descenso, recorren una buena distancia y descienden suavemente (planean mucho). Otros sin embargo tienen esta tasa más elevada y descienden más rápidamente (planean poco). En este último caso puede ser más cómodo para el piloto mantener un régimen suave de potencia y así aminorar la tasa de descenso. También, un régimen suave de potencia puede hacer más fácil la maniobra con full flap.

Como irá comprobando, la facilidad o complicación de cada fase depende en gran medida de como se hayan realizado las anteriores. Por decirlo de alguna manera, los desajustes de una fase hay que corregirlos en la siguiente o si no se acumularán y habrá que corregirlos todos en el peor de los momentos: justo en la recogida cuando se está con poca velocidad y cercano al suelo.

Sumario:

- Aterrizar un aeroplano, consiste en permitir que este contacte con el terreno a la velocidad vertical más baja posible, y en circunstancias normales también a la velocidad horizontal (respecto al suelo) más baja posible, manteniendo un control adecuado. En definitiva, se trata de poner al aeroplano en pérdida a muy pocos centímetros del suelo manteniendo el control direccional.
- Tenga a mano y visible la lista de chequeo, procurando seguir unas pautas concretas que le proporcionen seguridad: "viento en cola...". Si prefiere memorizarla, hágalo antes de entrar al circuito de tráfico.
- La checklist debe cubrir tres fases: aproximación, aterrizaje y motor y al aire (aterrizaje frustrado). Asegúrese que la lista corresponde a su modelo de aeronave.
- En líneas generales, las fases de un aterrizaje son: tramo base (base leg), aproximación (approach), recogida (flare), toma (touchdown) y carrera final (after landing roll).
- Comience la preparación del aeroplano para el aterrizaje en el último tercio del tramo viento en cola. El paso del avión perpendicular al comienzo de la pista es una buena referencia para comenzar las operaciones. Trate de visualizar la trayectoria de toda la aproximación.

- Preste atención a la presencia de tráficos que le precedan en la maniobra. No vire a base hasta que el precedente inmediato pase en dirección a la pista por el borde de su ala; después ajuste velocidad y distancia para que aquel pueda aterrizar y abandonar la pista. Recuerde que no puede aterrizar si la pista no está totalmente despejada.
 - Vuele el tramo base perpendicular a la pista corrigiendo la deriva producida por el viento.
 - Hasta comenzar el descenso, mantenga la altitud de circuito y ajuste la velocidad a una cercana a la de aproximación.
 - Siga completando los procedimientos de la checklist y calcule cuando comenzar el descenso y donde virar a aproximación final en función de su velocidad, configuración elegida para aterrizar, altura del circuito, fuerza del viento, etc.
 - No haga virajes con un grado de alabeo pronunciado (superior a 30º) pues se encuentra con poca velocidad y a baja altura. Recuerde que a mayor grado de alabeo mayor es la velocidad de pérdida.
 - El viraje a aproximación final debe dejar al aeroplano enfrentado al eje central de la pista. La altitud y distancia debe permitirle franquear los obstáculos y a su vez realizar una aproximación suficientemente larga, que le permita estimar y corregir tanto el punto de contacto como la senda de aproximación, pero no tan larga que no pueda llegar en caso de fallo de motor.
 - Haga la aproximación final con la mejor velocidad recomendada según la configuración adoptada (flaps, etc.) y un ángulo de descenso que le permita hacer una recogida suave. El objetivo es aterrizar en el primer tercio de la pista.
 - Aunque el control del ángulo de ataque es importante en todas las fases de vuelo, lo es mucho más en aproximación final, con el avión volando lento y bajo intencionadamente. Manténgalo mediante la percepción y el control de la actitud y el ángulo de descenso. Utilice el compensador y *controle el ángulo de ataque*.
 - Si el ángulo de descenso es muy pronunciado o la velocidad muy elevada, la recogida se hace mas complicada. Si por el contrario, el ángulo de descenso es muy pequeño (senda plana), la posible facilidad en la recogida no compensa en absoluto el riesgo de no alcanzar la pista si falla el motor.
 - *Un buen aterrizaje es invariablemente el resultado de una aproximación bien efectuada.* Juzgue la senda de descenso y maneje correctamente la energía total del avión (velocidad + altitud) para posarse sobre la superficie con la mínima energía total posible. Mantenga la velocidad aerodinámica y la senda de aproximación con un ángulo de descenso constante.
 - Utilice los sentidos, especialmente el de la perspectiva (en distancia y en profundidad) para mantener la alineación con la pista y el ángulo de descenso. *"La distancia a la cual enfocar la visión debe ser proporcional a la velocidad del aeroplano"*.
 - Juzgue si está alto o bajo del punto de referencia para aterrizar en función del ángulo con que observa dicho punto. Si a medida que desciende este ángulo se incrementa, sobrevolará esa referencia; si disminuye, no llegará a ella. En ambos casos se impone tomar alguna medida (siguiente capítulo).
 - Aterrizar bien es cuestión de tiempo, la mejor recomendación es que: practique, practique y practique.
-

TÉCNICA DE VUELO (II)

6.3 ATERRIZAJE - LANDING (II)

6.3.1 Utilización de flaps en aterrizaje.

La extensión de los flaps cambia la curvatura del perfil alar, y en algunos casos también su superficie, lo que implica una transformación en las características aerodinámicas del ala, que se traduce, entre otros, en los siguientes efectos (ver capítulo 1.5):

1. El coeficiente de máxima sustentación ($C_L \text{ max.}$) se incrementa.
2. La resistencia también se incrementa.
3. El ángulo de incidencia es mayor.

Como consecuencia de lo anterior, la influencia de extender flaps en el aterrizaje es la siguiente:

- El aumento del coeficiente de sustentación implica una menor velocidad de pérdida, lo cual permite realizar la aproximación final y operaciones posteriores del aterrizaje con velocidades más bajas.
- Menor velocidad y mayor resistencia implican menor distancia horizontal recorrida por unidad de tiempo; se recorre menos distancia horizontal (fig.6.3.2).
- Observando la geometría de la aproximación final (ver 6.2.3), podemos deducir que si la distancia horizontal disminuye (o la altura se incrementa), el ángulo de descenso debe ser mayor (figs.6.3.1 y 6.3.2).
- Si recuerda la igualdad: $\text{actitud}^\circ + \text{incidencia}^\circ = \text{ataque}^\circ + \text{ascenso}^\circ$ (ver 1.7.3) deducirá que, para mantener la trayectoria y el ángulo de ataque (ataque + ascenso), si aumenta la incidencia debe disminuir en la misma cantidad la actitud. En otras palabras, la actitud de morro es menos elevada. Por tanto, extender flaps facilita la visión al frente, aunque hace más trabajoso mantener la rueda de morro en el aire tras la toma.

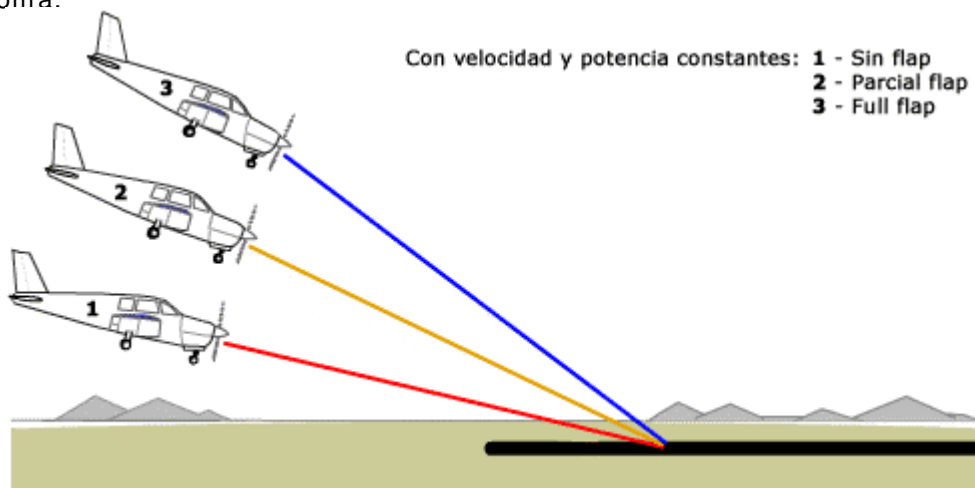


Fig.6.3.1 - Efecto de los flaps sobre el ángulo de descenso.

Tenemos pues, que los factores sustentación y resistencia puede ser variados por el piloto mediante el uso de flaps. Básicamente, cuando estos son bajados la velocidad tiende a disminuir debido a la mayor resistencia, salvo que incremente la potencia o baje el morro (menor ángulo de ataque), y el ángulo de descenso es mayor lo que implica una senda de aproximación más pronunciada.

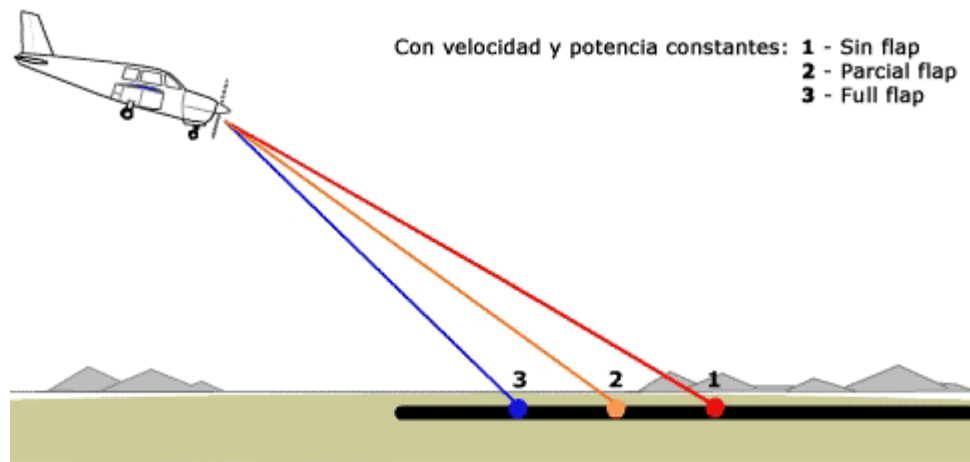


Fig.6.3.2 - Efecto de los flaps sobre el punto de aterrizaje.

En todos los aviones, extender el último punto de punto (full flap) supone incrementar al máximo la resistencia y el ángulo de incidencia, pero en muchos aviones ligeros, típicos de entrenamiento, solo tiene un pequeño efecto en la reducción de la velocidad de pérdida. Por tanto, si no necesita extender el último punto de flap para incrementar aún más la resistencia, hay pocas razones para extender este último punto, salvo que el campo sea realmente corto y/o necesite la ligera reducción en velocidad producida por la extensión de dicho último punto.

Hay muchas circunstancias en las cuales el piloto debe recurrir a la extensión de flaps, por ejemplo:

- En un campo corto, estará interesado en aterrizar con una velocidad menor para acortar la cantidad de pista necesaria.
- Si el campo tiene obstáculos cercanos a la pista necesitará aproximarse con un ángulo relativamente más acentuado. Tendrá que echar mano de los flaps y aprovechar el incremento de resistencia provocado por su extensión.
- En un campo blando, convendrá que el aeroplano contacte con el suelo a la mínima velocidad posible.
- Si observa que la senda actual le lleva más allá del punto seleccionado para aterrizar (lo sobrevolará), sacar flaps proporcionará un ángulo de descenso más acentuado manteniendo una velocidad de aproximación dentro del rango recomendado.
- Si ha calculado mal el comienzo de la aproximación y se encuentra con exceso de energía (altura, velocidad, o ambas) puede disiparla gracias a la resistencia añadida y a un ratio de descenso mayor.

Debe saber que los aeroplanos antiguos no tenían flaps, si el piloto estaba alto y/o con una velocidad superior a la recomendable (exceso de energía) debía recurrir a "[resbalar](#)" para corregir ese exceso. Léase el manual de operaciones del avión antes de hacer resbales con flaps extendidos, en algunos modelos de avión los constructores lo desaconsejan.

Velocidad de aproximación con flaps. Con flaps abajo, las velocidades de aproximación son más bajas que si esta se hace con flaps arriba. Algunos manuales indican que la aproximación debe hacerse entre **x** nudos de velocidad sin flaps e **y** nudos con full flap, dejando la tarea de interpolar las velocidades con extensiones intermedias (partial flap) para el piloto; otros indican la velocidad sin flap y la reducción a realizar por cada punto de flap extendido, y otros indican las velocidades para todas las posiciones de flap.

En la práctica, las escuelas (al menos las que yo conozco) suelen establecer una velocidad máxima de aproximación sin flap, algo más alta de la recomendada para evitar problemas, y por cada punto de flap extendido reducen la velocidad en 5 nudos.

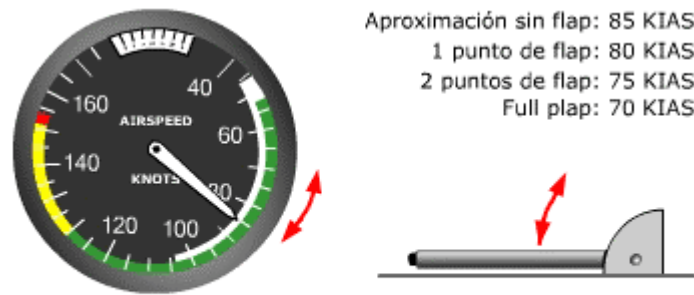


Fig.6.3.3 - Ejemplo de velocidades de aproximación
Para propósitos operacionales consulte el POH del avión

No olvide que al extender flaps debe adaptar los parámetros de vuelo (actitud, etc.) a esa nueva configuración y volver a compensar el avión; utilice los compensadores. Tampoco olvide que no debe extender flaps mientras vuele con una velocidad superior a la indicada por el fabricante (mayor valor del arco blanco).

6.3.2 Efecto del viento en aproximación.

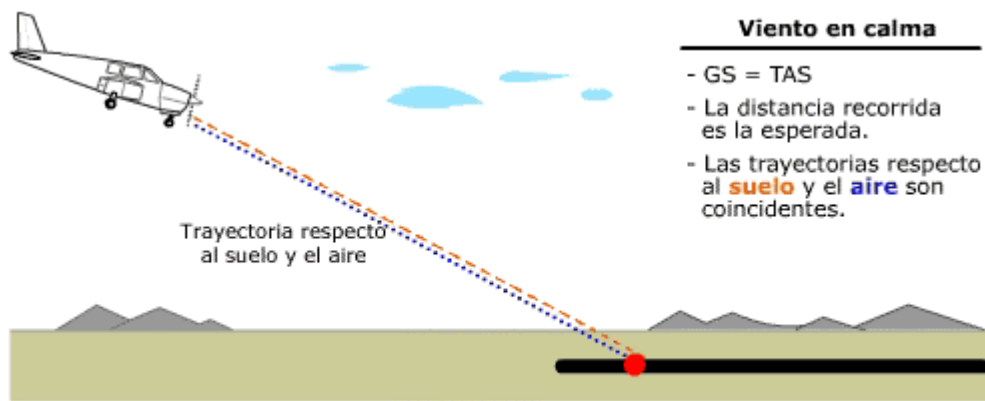
Suponga que un día cualquiera, comienza su aproximación exactamente a la misma altura y distancia que días anteriores, los parámetros de vuelo (velocidad, potencia, actitud, etc.) son perfectos. Sin embargo, a medida que desciende observa que no se aproxima lo suficiente, cada vez está mas bajo y la pista sigue estando lejos; si sigue así no llegará y aterrizará en cualquier lugar *antes* de la pista. Naturalmente, sigue el procedimiento normal y aumenta la potencia a la vez que levanta un poco el morro del avión para mantener la velocidad. ¿Que ha sucedido? Pues muy sencillo, no ha tenido en cuenta la intensidad del viento. Veamos:

La distancia horizontal recorrida por un aeroplano depende de su velocidad *respecto al suelo* (Ground Speed - **GS**), o sea que es igual a la velocidad verdadera (True Airspeed - **TAS**) +/- la velocidad del viento. En ausencia de viento (en calma), la GS coincide con la TAS y por tanto la distancia recorrida es la esperada, pero en presencia de viento no es así (figs.6.3.4a y 6.3.4b).

Con viento en calma la velocidad del avión es la misma respecto al suelo que respecto al aire (GS=TAS), así que la distancia recorrida y por añadidura el ángulo de descenso son los esperados. Si los parámetros de vuelo son correctos, el avión seguirá el trazo de la senda hasta el punto de referencia.

Con viento en cara de una intensidad moderada, el avión está volando en una masa de aire que se desplaza en sentido contrario, visto desde el suelo es como si ese viento "frenara" al avión. La TAS sigue siendo la misma, pero la GS es menor y eso hace que disminuya la distancia recorrida respecto a la aproximación anterior. En esas condiciones, el ángulo de descenso va haciéndose mayor paulatinamente y el avión se aproximará cada vez un poco más por debajo de la senda; de seguir así no llegará al punto de referencia.

Como el piloto advierte que vuela por debajo de la senda y no llegará al punto elegido, añade potencia y sube un poco el morro del avión para mantener la velocidad. Puesto que $\text{distancia} = \text{velocidad} \times \text{tiempo}$, para una misma distancia, si la velocidad disminuye habrá que aumentar el valor tiempo ¿no?. Pues eso es lo que ha hecho: al poner más potencia la tasa de descenso es menor, el avión cae más lentamente y permanecerá más tiempo en el aire.



Viento en calma

- GS = TAS
- La distancia recorrida es la esperada.
- Las trayectorias respecto al **suelo** y el **aire** son coincidentes.

Fig.6.3.4a - Efecto del viento en la aproximación.



Viento en cara

- GS < TAS
- La distancia recorrida **NO** es la esperada.
- Las trayectorias respecto al **suelo** y al **aire** **NO** son las mismas.

Fig.6.3.4b - Efecto del viento en la aproximación.

Con viento en cola no debe aterrizar, pero si lo hiciera este le empujaría, resultando una mayor distancia recorrida e ir más allá del punto de referencia; esto le exigiría una longitud de pista adicional de la cual quizá no disponga.

Resumiendo: durante el aterrizaje, el viento en cara agudiza la senda de aproximación y reduce la distancia recorrida, mientras que el viento en cola reduce el ángulo de la aproximación e incrementa la distancia recorrida. El piloto debe tener en cuenta el viento antes de aterrizar.

Otro aspecto a tener en cuenta es que: *en presencia de viento la dirección de vuelo relativa al suelo no es la misma que la dirección de vuelo a través del aire*. Con viento nulo ambas coinciden, pero con viento en cara, y por supuesto en cola, difieren. En el ejemplo de la fig.6.3.4 vemos como para corregir el desplazamiento por viento y mantener la senda que lleva a la pista (línea de rayas discontinuas) el avión sigue una línea de vuelo *respecto al aire* menos pronunciada (línea de puntos). Digamos que mientras la senda a la pista sigue siendo de 3° la dirección de vuelo en el aire es de solo 2° .

Como el viento relativo es el recíproco de la dirección de vuelo a través del aire y afecta al ángulo de ataque (el cual se mide respecto a aquel), para mantener el ángulo de ataque apropiado en el caso expuesto, la actitud de morro arriba con el viento dado debería ser más alta que con viento en calma. Conclusiones:

1. Necesita percibir la dirección de vuelo relativa al suelo para asegurar que arribará al punto de referencia elegido para aterrizar.
2. Necesita percibir la dirección de vuelo a través del aire para determinar que actitud de morro es la que proporciona el ángulo de ataque apropiado.
3. Si está descendiendo con viento en cara necesitará una tasa de descenso menor.
4. En cualquier situación donde tenga menor tasa de descenso necesitará menos actitud de morro abajo.

Hasta aquí la teoría, pero ¿cómo corregir esta situación en la práctica?. Pues podría por ejemplo comenzar la aproximación un poco más cercano a la pista (esto se dijo en el capítulo anterior), o realizar el descenso con un poco más de potencia, o ambas cosas, pero calcular cuanto más cerca o cuanta más potencia no es fácil. La solución más sencilla reside en una regla de oro: "*con viento de intensidad moderada o alta, incremente la velocidad de aproximación en 1/4 de la velocidad del viento*". Si el viento en cara es de 20 kts, entonces debe incrementar su velocidad en 5 kts ($20/4=5$). Salvo que el campo sea corto, este incremento no le debe suponer problemas con la longitud de la pista y tiene la ventaja que si el viento decrece en intensidad y le "roba" unos nudos de velocidad aerodinámica seguirá estando suficientemente por encima de la velocidad de pérdida.

6.3.3 Corrigiendo la aproximación.

Como hemos visto, hay numerosos factores afectando a la aproximación, de manera que existe un buen porcentaje de probabilidades de que no acierte plenamente con los parámetros (principalmente la distancia porque la altura se supone fijada) y desarrolle toda esta fase sin hacer alguna corrección, aunque sea mínima. Ello se puede deber a varios factores, como por ejemplo:

- No ha mantenido la altitud del circuito y al comenzar la aproximación está desplazado verticalmente de la senda de descenso (factor **a** de la fig.6.2.6).
- Ha mantenido la altitud escrupulosamente pero se le ha ido de las manos la velocidad. Si es más baja de la recomendada ¡peligro! se está acercando a la velocidad de pérdida y tiene poca altura para recuperarla; si es mucho más alta, puede encontrarse practicando la recogida subido en un misil. En ambos casos, estará descendiendo con una tasa más elevada (mas fpm) y un ángulo mayor (senda más pronunciada).
- Su estimación de distancia es perfecta y la velocidad la adecuada, pero no ha tenido en cuenta la intensidad del viento con lo que la velocidad respecto al suelo no es la esperada, lo mismo que la distancia que recorrerá.
- Hoy no está el instructor a su lado y el avión soporta menos peso, o lleva a un par de amigos a los que ha convencido para volar y además de mayor peso su distribución es ligeramente diferente.
- Ha calculado todo al milímetro y ha hecho su trabajo a la perfección pero hoy no es su día para un aterrizaje de libro. Una ascendencia/descendencia, justo unos metros antes de la pista, tira misteriosamente del avión hacia arriba/abajo, o el viento rola a otra dirección, o disminuye/aumenta su intensidad, o...
- Etcétera.

Aun a riesgo de ser repetitivo, de forma general y en base a lo expuesto hasta ahora, veamos algunas sugerencias para corregir la senda de aproximación:

Al comenzar la aproximación final, el piloto debe estimar el punto de aterrizaje juzgando el ángulo de descenso. Si en algún momento estima que sobrepasará dicho punto, está alto: **a)** Si tiene potencia aplicada disminúyala; manteniendo la misma velocidad, la actitud es de morro más bajo, la tasa de descenso es más alta y la senda más empinada. **b)** Incremente la extensión de flaps para aumentar la resistencia, adapte el aeroplano a la nueva velocidad cambiando la actitud de morro en la cantidad necesaria. Menos potencia y/o más flaps producirán una aproximación más inclinada (fig.6.3.5a).

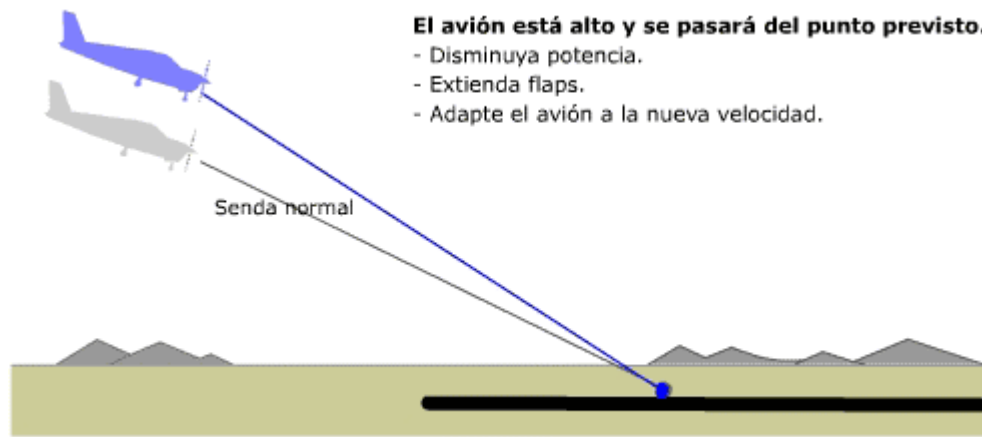


Fig.6.3.5a - Corrección de la senda de aproximación.

Si por el contrario, estima que no llegará al punto elegido, está bajo: **a)** Incremente la potencia (así reduce la tasa de descenso) y el ángulo de ataque para mantener la velocidad. **b)** Reajuste la senda (fig.6.3.5b). Salvo que se encuentre con altitud suficiente para reaccionar, como norma general *nunca* intente corregir esta situación retrayendo flaps, ello provocaría una disminución súbita de la sustentación y que el aeroplano se hunda más rápido todavía.

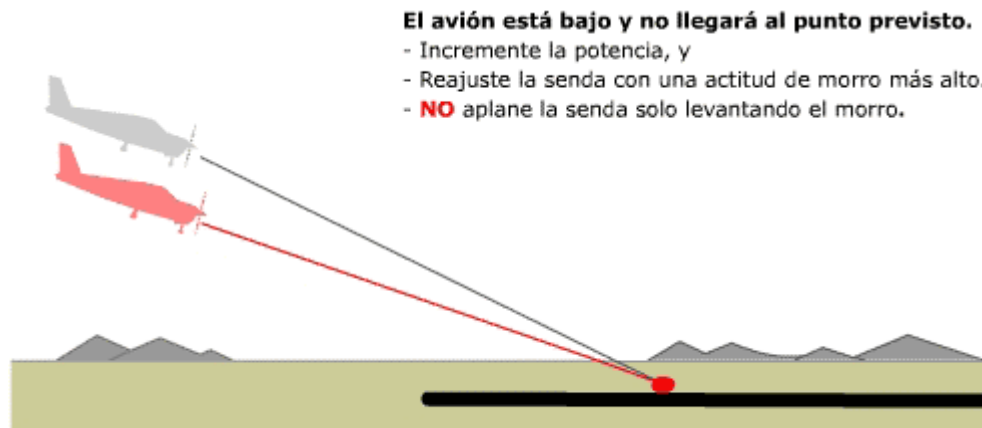


Fig.6.3.5b - Corrección de la senda de aproximación.

No caiga en la tentación de tratar de aplanar la senda simplemente levantando el morro del avión. Con eso lo único que conseguirá es aumentar el ángulo de ataque, reducir la velocidad e incrementar la resistencia (tenía un déficit de energía y encima lo empeora). Además de que puede acercarse peligrosamente a la velocidad de pérdida (**atención a eso**), el ratio de descenso será peor, el avión se hundirá más rápidamente y no alcanzará su punto de referencia. Por esta razón, si ve que en su descenso se queda corto **nunca** intente aplanar la senda **solo** levantando el morro; en lugar de ello, levante el morro y **además** añada potencia simultáneamente (tire de la curva de potencia hacia arriba para disminuir la tasa de descenso).

Controle la velocidad mediante la actitud de morro (ángulo de ataque) y el ángulo de descenso con la potencia. Si cambia una de estas variables debe cambiar simultánea y coordinadamente la otra, es decir: el ángulo de descenso y la velocidad apropiadas deben ser mantenidos coordinando los cambios de actitud con cambios en potencia.

Una regla importante. Si en aproximación final el morro del avión está bloqueando nuestra visión del punto de referencia, debemos estar atentos. Hay varias posibilidades:

1. Posiblemente la actitud es de morro muy alto lo cual significa que podemos estar cercanos a la pérdida.
2. Otra posibilidad es que estamos altos, no nos dirigimos realmente al punto escogido sino que aterrizaremos más lejos.
3. Es posible que tengamos ambos problemas, mucha altura y poca velocidad.
4. Puede ser algo deliberado. Hemos descubierto que nos aproximamos con mucha velocidad y poca altitud así que levantamos el morro para volver a la senda, recuperamos altitud a costa de perder velocidad. Durante esta corrección el morro bloqueará nuestra visión adelante, pero ojo, si el morro del avión tiene una posición como la descrita debe ser por una razón muy especial y solo de forma muy temporal.

Recomiendo la lectura del capítulo 1 (Energy Awareness and Energy Management) del manual online [See How It Flies](#), en el cual su autor, John Stewart Denker, hace una exposición realmente brillante sobre algunos aspectos del vuelo, enfocándolos bajo un punto de vista "energético". Considero que lo allí expuesto es realmente útil en cualquier fase del vuelo, pero especialmente en aproximación final.

6.3.4 Recogida.

El término *recogida* (en inglés *flare* o *roundout*) se refiere a la fase del aterrizaje en la cual el piloto efectúa una suave transición desde la actitud de morro abajo, propia del descenso, a una actitud de morro arriba propia para contactar con la superficie, obviamente tirando de la palanca de control. El objetivo es pasar de una dirección de vuelo descendente a una dirección de vuelo paralela a la pista, con el avión a unos pocos centímetros sobre esta y decelerando paulatinamente hasta que la insuficiente sustentación le haga contactar con el terreno con la menor energía (velocidad+ altura) posible. (1)

Para una buena realización de la maniobra, debe prestar atención a tres escalas de tiempo, cuanto debe transcurrir desde el comienzo de la recogida hasta que:

1. Su dirección de vuelo sea horizontal.
2. Alcance el nivel de vuelo más cercano al suelo.
3. Decelere hasta la velocidad adecuada para contactar con la superficie.

Estos tres elementos son las principales variables que determinan el resultado de la maniobra; en consonancia, las tres claves independientes que debe tener en cuenta para controlarla son:

1. La velocidad que tiene el avión en el momento de la recogida.
2. La altitud a la cual se inicia esta.
3. La cadencia con la cual cambia la actitud de morro abajo a morro arriba.

Típicamente, Vd toma las decisiones en ese orden: 1) establece una velocidad de aproximación; 2), esa velocidad determina la altitud a la cual comenzar la recogida (a mayor velocidad mayor altura de comienzo); y 3), ajusta la cadencia del cambio de actitud conforme a esa circunstancia.

Como puede suponer, cada autor tiene su propia idea de como explicar la maniobra de la forma más didáctica, así la misma secuencia de hechos puede recibir nombres y/o divisiones distintas. Algunos denominan recogida (*flare* o *roundout*) a todo el proceso hasta que el avión toca con el tren en el suelo (*touchdown*), otros dividen los mismos hechos en recogida (*roundout*) y fase de hundimiento (*skimming*), etc. Por mi parte, me apunto a la forma primera.

Realización de la recogida. Cuando el aeroplano se encuentre a una distancia del suelo que dependerá principalmente de la velocidad (veremos después algunos consejos), comience la recogida tirando del volante de control para ir cambiando la actitud de morro (de descenso a vuelo nivelado), movimiento que debe continuar de forma suave y progresiva hasta que el aeroplano vuele paralelo a la pista y a muy pocos centímetros de esta. A medida que cambie de actitud, el ángulo de ataque irá aumentando con lo cual:

- De forma paulatina la sustentación va en aumento con lo que la tasa de descenso disminuye, hasta el punto que, si la maniobra está bien hecha, cuando el avión esté a pocos centímetros de la pista debería volar nivelado.
- La resistencia es cada vez mayor, de manera que el avión decelera progresivamente.

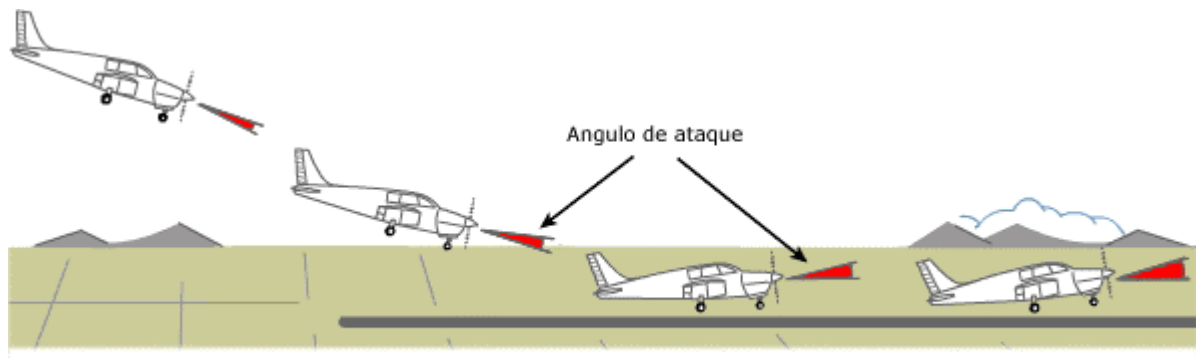
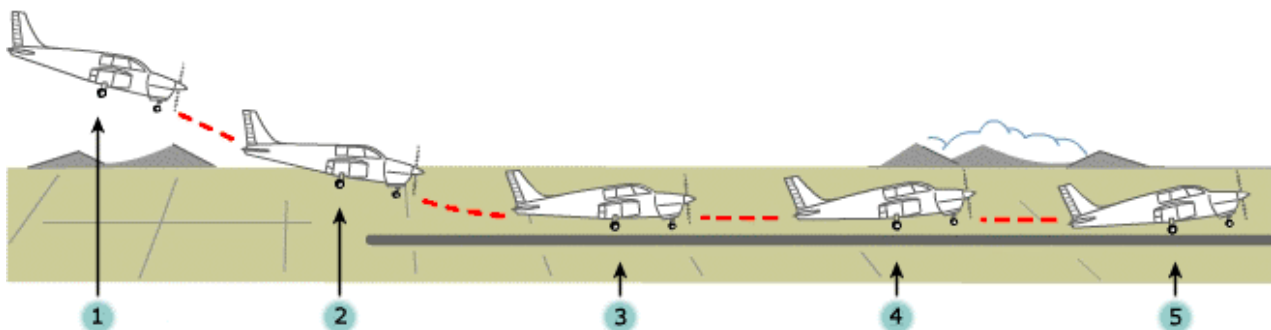


Fig.6.3.6 - Incremento del ángulo de ataque en la recogida.

Este proceso tiene lugar durante un corto espacio temporal, con la recogida V_d ha ido cambiando en la fórmula de la sustentación los valores velocidad y coeficiente de sustentación de manera que ha cambiado de trayectoria y se encuentra sobre la pista con un ángulo de ataque mayor que el que tenía y una velocidad sensiblemente menor.

Como ha cortado gases, bien en el momento de comenzar la recogida o justo con el avión paralelo a la pista, los nuevos valores, ángulo de ataque y velocidad, no proporcionan suficiente sustentación y el avión tiende a hundirse. A medida que el avión quiere caer siga levantando gradualmente el morro del avión, lo justo para mantener la poca altura que tiene, sin elevarse. Con esto consigue dos cosas: una, el cada vez mayor ángulo de ataque produce por un lado que se mantenga temporalmente la altura y por otro que el avión siga decelerando y perdiendo energía; dos, que la actitud de morro arriba propicie que el avión contacte con el suelo con el tren principal y la rueda de morro en el aire (en aviones con tren triciclo). Continúe con este proceso hasta que velocidad decaiga tanto que el avión entre en pérdida, momento en el cual se hundirá suavemente y contactará con el suelo de forma poco perceptible.



- 1 - Comience la recogida tirando del volante de control, a una altura que dependerá de la velocidad principalmente.
- 2 - Continúe tirando del volante de control de forma suave y progresiva para cambiar la trayectoria de vuelo.
- 3 - Siga con este proceso hasta encontrarse a pocos centímetros de la pista volando paralelo a ella.
- 4 - Mantenga la poca altura aumentando el ángulo de ataque a medida que el avión pierde velocidad y quiere hundirse.
- 5 - Ha decelerado tanto que el avión no puede sostenerse en el aire y toma suavemente con el tren principal.

Fig.6.3.7 - Realización de la recogida (flare o roundout).

Tenga en cuenta que en aviones con tren triciclo se toma con el tren principal manteniendo la rueda de morro en el aire sin soportar ningún peso, pero en aviones con patín de cola la maniobra difiere ligeramente pues se requiere tomar con las tres ruedas simultáneamente.

¿Cuándo comenzar la recogida? Aunque el punto donde comenzar la recogida varía según el peso del avión, la velocidad, si aterriza con flaps o el avión limpio, etc. he aquí algunas sugerencias que pueden servir de ayuda:

- Intente juzgar la altura a la que se encuentra el avión por encima de la superficie en base a la altura de objetos conocidos.
- Lo mismo pero en función de la perspectiva con que ve la pista.
- Si el punto donde parece que va a tocar el suelo se aproxima rápidamente es que cae demasiado rápido, minore la tasa de descenso tirando un poco más del volante de control.
- Use su sentido del tiempo. A cada momento en corta final pregúntese cuanto tiempo debe pasar a la velocidad actual hasta que su avión se encuentre a 0 pies AGL. No es difícil coger el ritmo. De alguna manera esto es lo que hacen los pilotos de aviones comerciales: a partir de cierta altitud (500 pies AGL) el copiloto va "cantando" el altímetro de 100 en 100 pies (500, 400,...) pero cuando llegan a los 50 "cantan" de 10 en 10 (50, 40, 30, 20...). Si el piloto percibe el ritmo demasiado rápido es que el suelo se acerca deprisa, la recogida está siendo lenta y se va a aterrizar bruscamente; si lo percibe demasiado despacio está recogiendo muy deprisa, el suelo quedará lejos y el avión alto, también aterrizará duramente.

Estas otras pautas no son recomendables:

- Espere a que se le erice el pelo al instructor y entonces comience la recogida. Esto no es un buen método si algún día quiere volar solo.
- Algunos libros sugieren que comience a la altura de un hangar típico. Esto no es tampoco bueno, porque los hangares tiene distintas alturas y en muchos aeródromos no hay hangares. Por la misma razón, no es conveniente la sugerencia sobre comenzar la recogida a la altura típica de un árbol (¿una encina?, ¿un abeto?, ¿un olivo?, ¿un bonsái?...).
- Puede esperar a que el ancho de la pista subtienda un cierto ángulo en su campo de visión. Eso le puede poner en problemas si aterriza en aeródromos con pistas muy anchas o muy estrechas.
- Puede pensar en utilizar la percepción de como de deprisa se le acerca el suelo. No está mal, pero es difícil de percibir y poco sensitivo a la fuerza del viento.

Algunos autores sugieren comenzar la recogida a una altura de entre 15 y 30 pies, dependiendo de la velocidad que lleve, otros entre 10 y 20 pies.

Cadencia de la recogida. La cadencia con la cual efectuar la recogida depende de la altura a la cual comienza, el ratio de descenso y la actitud de morro. Si comienza alto, la recogida debe hacerse con una cadencia más suave que con una altura menor; si el terreno se aproxima velozmente no se alarme, pero acelere la recogida si no quiere comérselo; si por el contrario el suelo se acerca despacio la cadencia debe ser más lenta, aunque cuidando de no quedarse demasiado alto.

La actitud de morro del aeroplano con flaps extendidos es más baja que con flaps arriba, más morro abajo cuanto mayor sea la extensión de flaps. En estos casos, para obtener la actitud adecuada el morro debe "viajar" de abajo a arriba una cantidad mayor que si no lleva flaps. A esto se le une que cuanto más extensión de flaps lleve más pesado se vuelve el morro. Si comienza la recogida a la altitud habitual verá acercarse el suelo más rápidamente, así que o comienza un poco antes, o recoge con más rapidez, o ambas cosas (fig.6.3.8).

	Rápida	- Tiempo transcurrido	+ Suave
ALTURA.....	Poca	Normal	Mucha
VELOCIDAD.....	Alta	Normal	Normal
FLAPS.....	Full	No o parcial	No
TASA DESCENSO.	Alta	Normal	Baja
APROX.TERRENO.	Deprisa	Nomal	Despacio

Fig.6.3.8 - Cadencia de la recogida según condiciones.

Resumiendo, el secreto de la recogida es: Si comienza a la altitud correcta y cambia la actitud de morro con la cadencia necesaria, conseguirá tener al avión volando paralelo a la pista y muy cercano a ella, con poca velocidad y tendiendo a hundirse; en esa circunstancia solo tiene que intentar mantener la altitud tirando de cuernos suave y progresivamente hasta que la pérdida de sustentación haga contactar el tren principal del avión suavemente con el terreno.

6.3.5 Más sobre la recogida.

Si su aeroplano tiene tren triciclo y Vd toma con las tres ruedas a la vez (las dos del tren principal y la de morro), eso es una prueba de que su ángulo de ataque es muy bajo y su velocidad muy alta. Si sucede que la fase de sobrevuelo dura más tiempo de lo necesario, entonces es que Vd. ha comenzado la recogida con mucha velocidad y/o la ha iniciado demasiado tarde; la próxima vez cuide la velocidad y comience la recogida antes.

La actitud propia de morro arriba (en aviones con tren triciclo) bloquea la visión adelante y no deje ver la línea central de la pista. Por tanto, durante la primera parte de la recogida, la toma, y el comienzo de la carrera posterior a esta, debe mantener el aeroplano centrado en base a otras referencias, quizá los bordes de la pista le sirvan. Si pretende mantener la línea central siempre visible eso implica una actitud de morro bajo y una velocidad muy alta, no le conviene.

Si el avisador de pérdida se enciende y/o suena mientras vuela horizontalmente a muy pocos pies sobre la pista es una buena señal, está a punto de tomar suavemente. Por el contrario, si eso sucede al inicio de la recogida o durante la misma eso es mala señal, seguramente se encuentra demasiado arriba de la pista y descendiendo: aplique potencia inmediatamente. Esto último le ayuda debido a que:

1. la velocidad de pérdida con potencia añadida es menor que con potencia 0, debido a la incidencia del aire movido por la hélice sobre las alas. Eso puede darle suficiente sustentación para continuar la maniobra.
2. la tasa de descenso es menor y eso hará que el aeroplano no caiga tan rápidamente, y
3. una mayor cantidad de energía puede ayudarle a "reconstruir" su velocidad.

Por contra, esa adición de potencia implica más tiempo con el avión en vuelo y por añadidura más distancia horizontal recorrida, esté atento a la cantidad de pista adicional necesaria.

El movimiento del volante de control debe ser pausado en el tiempo para que resulte suave y continuo, manteniéndolo hasta que el avión se encuentre a punto de contactar con la superficie. Es un error muy común levantar el morro a "tirones", esto es, levantarlo un poco, esperar a ver que sucede y entonces levantarlo un poco más, y así sucesivamente. No debe preguntarse "cuanto debo levantar el morro" sino que es mejor plantearse "con que cadencia debo levantar el morro".

La culminación de la recogida debe ser juzgada por el cambio de actitud del aeroplano más que por la cantidad de movimiento del volante de control. Esta actitud debe ser mantenida o modificada por referencia al horizonte y el frontal del aeroplano.

Una vez comienza la recogida y hasta el contacto con el suelo, el volante de control no debe empujarse hacia adelante para corregir errores por haber tirado mucho del mismo. Si ha ejercido mucha presión tirando del volante, esta puede ser relajada un poco.

Algunos alumnos piensan que es una buena idea esperar hasta el último momento posible y entonces levantar el morro de una vez, bruscamente, esto es lo que se llama una recogida "plana". Incluso aunque pueda hacer esto bajo cualquier circunstancia, hacerlo es una idea cuando menos desafortunada porque:

- No deja margen para el error. Si juzga mal la altura o espera un poco más de lo debido para iniciar la recogida puede que deje un hoyo en el suelo con forma de avión.
- No funciona en todas las circunstancias. Puede funcionar en aviones de entrenamiento cuando su velocidad es mucho más rápida que la de pérdida, pero en aeroplanos con una velocidad de pérdida alta, las alas no son capaces de desarrollar la sustentación suficiente para un cambio súbito en la dirección de vuelo.
- Es difícil conocer con exactitud cuanto debe tirar de cuernos. Si tira un poco más o un poco menos, o si el avión soporta más peso en ese vuelo, o si la aproximación se realiza con una velocidad inusual (por ejemplo con full flap), este tipo de recogida es muy crítica y no le deja tiempo para compensar cualquier pequeña desviación.

NO aprenda a efectuar recogidas "planas" que funcionan solo con su aeroplano y no en todas las circunstancias. Con el mismo esfuerzo puede aprender la técnica "normal" que funciona razonablemente bien en todos los tipos de avión y en prácticamente todas las circunstancias.

6.3.6 Toma y carrera posterior.

Ya se ha mencionado anteriormente la necesidad de mantener el avión centrado con la pista. No permita que durante el sobrevuelo de la pista, la toma y la carrera posterior, el avión pierda la alineación, maneje los pedales para mantener el eje longitudinal del avión alineado con el eje de pista. Si suele aterrizar en pistas anchas no se acostumbre a hacerlo desplazado del eje, disciplínese, si una racha de viento le mueve lateralmente, dispondrá de mayor margen.

No aterrice con los frenos aplicados. Por supuesto, sus pies deben permanecer en la parte baja de los pedales (timón de dirección y rueda delantera). Asegúrese que no está presionando los frenos de forma accidental. Espere a que la totalidad del peso del avión se transfiera de las alas a las ruedas (es decir, a tener las tres ruedas en el suelo) antes de aplicar frenos.

La toma debería ser lo suficientemente suave para que la rueda de morro permanezca en el aire durante la misma y los 50 primeros pies de la carrera posterior. Mantener el morro en el aire ayuda a frenar el aeroplano (freno aerodinámico) y aunque esto no sea especialmente importante salvo en pistas muy cortas, ahorra dinero en frenos y neumáticos.

Mantenga el control durante toda la carrera, recuerde que el vuelo no acaba hasta que tenga el aeroplano en el aparcamiento, totalmente frenado y con los procedimientos de parada efectuados.

En aviones con tren triciclo, una vez tome con el tren principal no relaje la presión atrás sobre la columna de control, mantenga en el aire la rueda de morro y a medida que la velocidad decrece y los mandos se vuelven menos efectivos permita que esta baje suavemente y contacte con el terreno. Espere que la velocidad se reduzca antes de comenzar a frenar y entonces no lo haga bruscamente sino por emboladas.

Para parar en la menor distancia posible, si aterrizó con flaps retráigalos cuando el avión tenga las tres ruedas en el suelo, aplique frenos por emboladas y después tire del volante de control atrás un poco.

Si tiene que retroceder por la pista para ir al aparcamiento, no lo haga sin permiso de la torre "MAG47 solicita backtrack sobre pista dos ocho" y en aeródromos no controlados informe a los demás tráficos sobre este hecho "MAG47 haciendo backtrack sobre pista cero nueve". Por supuesto que debe cerciorarse que puede hacerlo con seguridad y sin interferir las maniobras de otros tráficos.

Después de abandonar la pista por la salida de rodaje, efectúe los procedimientos de post-aterriaje. Estos suelen incluir: calefacción al carburador OFF, subir flaps, bomba de combustible OFF, luces de navegación OFF,... (fig.6.3.9). Los procedimientos posteriores al aterriaje se realizan realmente cuando se abandona la pista principal. Hasta que no tenga el avión totalmente parado no ha terminado el vuelo, no pierda la concentración.

Mi experiencia personal se lo aconseja, el único accidente que he sufrido sucedió así: después de una buena toma durante mi instrucción, de vuelta al aparcamiento por una calle muy estrecha, mi instructor se relajó en exceso saludando a algunas personas que estaban por allí y aunque yo estaba atento a la rodadura calculé mal la distancia del extremo de un ala a los aviones aparcados. Resultado: rompí el borde del ala al golpear el morro de un avión estacionado y el avión no pudo volar en dos semanas. No hubo daños personales, salvo en mi orgullo y en el del instructor, pero provocamos innecesariamente pérdidas económicas a la escuela de vuelo. Puedo asegurar que desde entonces procuro hacer los rodajes, previos y posteriores al vuelo, con extrema atención.

<p style="text-align: center;">10 - DESPUES DE ATERRIZAR</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bomba de combustible..... OFF - Flaps..... Retraer - Luz de aterriaje..... OFF 	<p style="text-align: center;">13 - LEAVING THE RUNWAY</p> <ul style="list-style-type: none"> - Landing Light..... OFF - Fuel Pump..... OFF - Flaps UP
<p style="text-align: center;">11 - APARCAM. Y PARADA MOTOR</p> <ul style="list-style-type: none"> - Freno aparcamiento..... Puesto - COM/NAV/Transponder..... OFF - Gases..... 1000 rpm - Mezcla..... Cortar - Magnetos..... Quitar - Master..... OFF - Luz anticolidión..... OFF <p style="text-align: center;">Asegurese cerrar el plan de vuelo.</p>	<p style="text-align: center;">14 - PARKING & STOPPING ENGINE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parking Brakes..... SET - Com/Nav/Transponder..... OFF - Throttle..... 900 rpm - Mixture..... Cut Off - Magnetos..... OFF - Master Switch..... OFF - Anticolision Lights..... OFF <p style="text-align: center;">Close your flight plan</p>

Fig.6.3.10 - Lista de chequeos post-aterriaje y parada del avión.

6.3.7 Otras percepciones y buenos hábitos.

Aunque debe chequear a menudo el indicador de velocidad durante la aproximación final, ignórelo durante la recogida. Es verdad que el indicador de velocidad es el mejor instrumento que tiene para medir el ángulo de ataque (como ya se dijo), pero en este caso quiere aterriar el aeroplano con un alto ángulo de ataque y debe percibir este ángulo mediante ayudas visuales. Durante la recogida, el indicador de velocidad no le dice nada sobre el ángulo de ataque o cualquier otro dato que necesite conocer.

No es mala idea controlar su velocidad de acuerdo a su impresión del movimiento del avión respecto al suelo, pero sobre todo permanezca atento al ángulo de ataque. Las percepciones de velocidad respecto al suelo cambian conforme a:

- La fuerza del viento en cara.
- El modelo de aeroplano.
- Densidad de altitud.

Esta percepción le puede ayudar, porque si nota que la velocidad respecto al suelo es desmesurada debe plantearse si no estará aterriando con viento de cola. En ese caso haga motor y al aire, observe bien la dirección del viento e inténtelo de nuevo con el viento en cara.

Recuerde también que la indicación de velocidad vertical (fpm) y la potencia requerida en la aproximación final le dice mucho sobre si tiene viento en cara o en cola.

La aplicación de los controles en el descenso es algo diferente si este se hace asistido por la potencia del motor o si se realiza sin potencia (planeo), la maniobra de planeo requiere una técnica algo más refinada. La diferencia está causada principalmente por dos factores: por un lado la ausencia del flujo de aire proporcionado por la hélice y por otro la menor efectividad relativa de las superficies de control a baja velocidad (controles perezosos). Recuerde que, tal como se evidencia en la maniobra de vuelo lento, durante la recogida y el aterrizaje la velocidad es baja y la hélice lleva pocas r.p.m. Esto significa que los mandos están "perezosos" y que es necesario más cantidad de movimiento del volante de control que en vuelo normal.

Desde el principio, habitúese a manejar el volante de control con una mano (izquierda) y mantener la otra (derecha) sobre la palanca de gases durante todo el aterrizaje (lo mismo en los despegues). Cuesta un poco pero es necesario. Si se desarrolla alguna situación que requiera la inmediata aplicación de potencia, el tiempo necesario para reconocer el problema, mover la mano a la palanca de gases, abrirlos y que el motor responda se puede hacer demasiado grande. Los rebotes sobre la pista en los primeros aterrizajes no son infrecuentes y el uso apropiado de la palanca de gases en el momento exacto es imperativo.

Practique tanto las aproximaciones asistidas con potencia como planeando con los gases cortados. Este último tipo de aproximación es muy necesario para tomarle el pulso al planeo del aeroplano, sentido que le ayudará en caso de un aterrizaje de emergencia.

6.3.8 Breve resumen del aterrizaje.

1. Seleccione un punto de referencia para la toma en el primer tercio de la superficie.
2. Establezca una aproximación estabilizada en velocidad y potencia.
 - a. Use el cabeceo arriba o abajo para mantener la velocidad. Suba el morro para disminuirla o bájelo para incrementarla.
 - b. Use potencia para mantener la altura en la senda; más potencia para aumentar la altura (subir a la senda) o menos potencia para disminuirla (bajar a la senda).
3. Mantenga la alineación con el eje de la pista aplicando coordinadamente alerones y pedal. Si está en corta final mantenga esa alineación usando solo los pedales.
4. Cuando se encuentre a la altitud de recogida, si lleva alguna potencia redúzcala suavemente a 0. En aviones que caen rápidamente o si aterriza con full flap puede interesarle cortar potencia algo más tarde e incluso justamente con el avión nivelado sobre la superficie, pero tenga en cuenta que cuanto más tarde en cortar gases mayor será la longitud de pista necesaria para aterrizar.
5. Suave y continuamente tire de cuernos para recoger; si lo hace demasiado despacio el avión impactará en la pista, y si demasiado deprisa se encontrará con un "globo". La cadencia en la recogida depende de la altura a la que comience esta y las velocidades vertical (tasa de descenso) y horizontal que lleve en ese momento.
6. Mantenga el avión sobrevolando la pista a muy pocos pies de esta. A medida que tiende a hundirse siga levantando el morro suave y continuamente. Si la longitud de pista lo permite, manténgalo así tanto tiempo como pueda. El aeroplano irá perdiendo velocidad y cuando esta sea insuficiente para mantenerlo en el aire caerá suavemente con el tren principal en la pista.
7. Después que el avión toque con la superficie, siga manteniendo la presión sobre el volante de control para mantener la rueda de morro en el aire; según disminuye la velocidad aminore poco a poco esa presión para dejarla caer suavemente sobre la pista.
8. Con todas las ruedas en el suelo, dependiendo de la longitud de la pista, deje que el avión decelere y entonces use los frenos. No los aplique violentamente, si necesita frenar en poco espacio frene a emboladas. Si llevaba flaps extendidos, recogerlos ayuda a la frenada.
9. Ruede con el avión controlado hasta la salida más próxima a las calles de rodaje.

Sumario:

- Los factores sustentación y resistencia puede ser variados por el piloto mediante el uso de flaps. Cuando se extienden flaps la velocidad disminuye debido a la mayor resistencia, el ángulo de incidencia es menor, lo cual supone una menor actitud de morro menos elevada, y la senda de aproximación se hace más pronunciada.
- Puede necesitar extender flaps por varias razones: para aterrizar con una velocidad menor si el campo es corto o blando; si tiene obstáculos cercanos a la pista que obliguen a aproximarse con un ángulo relativamente mas acentuado; para corregir un exceso de altitud en la senda, etc.
- Con flaps abajo, las velocidades de aproximación son mas bajas que si esta se hace con flaps arriba. El piloto debe conocer con exactitud las distintas velocidades con diferentes extensiones de flap.
- Al extender flaps debe adaptar los parámetros de vuelo a esa nueva configuración y compensar el avión. No debe extender flaps mientras vuele con una velocidad superior a la indicada por el fabricante (mayor valor del arco blanco).
- El viento en cara agudiza la senda de aproximación y reduce la distancia recorrida, mientras que el viento en cola reduce el ángulo de la aproximación e incrementa la distancia recorrida. El piloto debe tener en cuenta el viento antes de aterrizar.
- En presencia de viento la dirección de vuelo relativa al suelo no es la misma que la dirección de vuelo a través del aire. Con viento nulo ambas coinciden, pero con viento en cara o en cola, difieren.
- Para corregir el efecto del viento en cara, puede comenzar la aproximación un poco más cercano a la pista, o aproximarse con un poco más de potencia, o ambas cosas, pero la solución más sencilla reside en una regla de oro: "*con viento de intensidad moderada o alta, incremente la velocidad de aproximación en 1/4 de la velocidad del viento*".
- Al comenzar la aproximación final, el piloto debe estimar el punto de aterrizaje juzgando el ángulo de descenso. Si en algún momento estima que sobrepasará dicho punto: **a)** si tiene potencia aplicada disminúyala, **b)** incremente la extensión de flaps para aumentar la resistencia, y **c)** adapte el aeroplano a la nueva velocidad cambiando la actitud de morro en la cantidad necesaria.
- Si estima que no llegará al punto elegido: **a)** Incremente la potencia y el ángulo de ataque para mantener la velocidad, **b)** reajuste la senda. Como norma general *nunca* intente corregir esta situación retrayendo flaps, ello provocaría una disminución súbita de la sustentación y que el aeroplano se hunda más rápido todavía.
- No caiga en la tentación de tratar de aplanar la senda simplemente levantando el morro del avión. Si ve que en su descenso se queda corto **nunca** intente aplanar la senda **solo** levantando el morro; en lugar de ello, levante el morro y **además** añada potencia simultáneamente.
- Controle la velocidad mediante la actitud de morro y el ángulo de descenso con la potencia. Si cambia una de estas variables debe cambiar simultánea y coordinadamente la otra.
- La *recogida* es la fase del aterrizaje durante la cual el piloto hace una suave transición desde la actitud de morro abajo, propia del descenso, a una actitud de morro arriba propia para contactar con la superficie.
- El objetivo de la recogida es pasar de una dirección de vuelo descendente a una dirección de vuelo paralela a la pista, con el avión a unos pocos centímetros sobre esta y decelerando paulatinamente hasta que la insuficiente sustentación le haga contactar con el terreno con la menor energía (velocidad+ altura) posible.
- Para realizar una buena recogida, debe estimar correctamente cuanto debe transcurrir hasta que: a) la dirección de vuelo sea horizontal, b) alcance el nivel de vuelo más cercano al suelo, y c) decelere hasta la velocidad adecuada para contactar con la superficie.
- El tiempo a estimar depende de la velocidad que tiene el avión en el momento de la recogida, la altitud a la cual se inicia esta, y la cadencia de cambio de actitud de morro abajo a morro arriba.

Esta cadencia depende de la altura de comienzo de la recogida, el ratio de descenso y la actitud de morro. Si comienza tarde, lleva full flaps, observa que el terreno se aproxima velozmente o su tasa de descenso es alta, la cadencia debe ser más rápida que en condiciones normales. Si por el contrario comienza demasiado pronto, no lleva flaps extendidos, el suelo se acerca despacio o la tasa de descenso es pequeña, esta cadencia debe ser más lenta.

- En aviones con tren triciclo se toma con una actitud tal que el avión contacte con el tren principal en la superficie mientras la rueda de morro permanece en el aire; con patín de cola se toma con las tres ruedas a la vez.
- Durante la recogida, la toma, y el comienzo de la carrera posterior a esta la línea central de la pista no es visible debido a la actitud de morro arriba del avión. Debe centrar el aeroplano por otras referencias, quizá los bordes de la pista. Si pretende mantener la línea central siempre visible eso implica una actitud de morro bajo y una velocidad muy alta, no es conveniente.
- El movimiento del volante de control en la recogida debe ser suave y continuo, manteniéndolo hasta que el avión se encuentre a punto de contactar con la superficie. No levante el morro a "tirones". Es mejor tener en cuenta "con que cadencia debe levantar el morro" que no "cuanto debe levantar el morro".
- NO aprenda a efectuar recogidas "planas" que funcionan solo con su aeroplano y no en todas las circunstancias.
- Mantenga los pies en la parte baja de los pedales para aterrizar centrado sobre la pista y asegúrese que no presiona los frenos de forma accidental. Antes de aplicar frenos espere a que la totalidad del peso del avión se transfiera de las alas a las ruedas.
- Recuerde que el vuelo no acaba hasta que tenga el aeroplano en el aparcamiento, totalmente frenado y con los procedimientos de parada efectuados. No pierda la concentración tras la toma.
- Tome el hábito de manejar el volante de control con una mano y mantener la otra sobre la palanca de gases durante todo el aterrizaje.
- Practique aproximaciones asistidas con potencia y planeando con los gases cortados. Esto último es muy necesario para tomarle el pulso a la capacidad de planeo del aeroplano, sentido que le puede salvar la piel en un aterrizaje de emergencia.

(1). Recuerde que este manual trata sobre aviones ligeros. Si se fija como aterrizan los grandes aviones comerciales observará que ya vienen desde bastante lejos con el morro arriba. Eso no significa que no "recojan", sino que comienzan esta maniobra muchísimo antes y de manera más pausada. La razón es fácil de entender, cuanto mayor sea el peso del avión mayor es su inercia (resistencia al cambio de dirección) y antes ha de comenzarse a "nivelar" y cambiar la actitud de morro.