

## Catítulo 1

# Introducción al Control por Desplazamiento de Centro de Gravedad

### Introducción

Una aeronave con control por desplazamiento del centro de gravedad (Weight-Shift Control, WSC por sus siglas en inglés) es una aeronave motorizada con una ala montada en un armazón pivotante y un fuselaje, controlable solo en cabeceo y alabeo mediante la habilidad del piloto para cambiar el centro de gravedad de la aeronave con respecto al ala. El control del vuelo de una aeronave WCS depende de la capacidad del ala para deformarse de manera flexible en lugar del uso de superficies de control.

En este capítulo se proporciona la información básica sobre la historia y el desarrollo de las aeronaves WSC, sus características únicas, los requisitos para obtener una licencia de WSC (certificado de piloto), la toma de decisiones aeronáuticas (ADM), y los requisitos médicos requeridos para operar aviones WSC con seguridad.

Además, es muy recomendable que todos los pilotos desarrollen una comprensión general de la aviación familiarizándose con el Manual del Piloto de Conocimiento Aeronáutico y con el Manual de Información Aeronáutica (AIM). Se pueden encontrar otros manuales de la Administración Federal de Aviación (FAA) en: [www.faa.gov](http://www.faa.gov).



Pilot analysis of weather indicates it might be turbulent.

Pilot additionally sees other aircraft having some problems with turbulence.

not only warned of turbulence and aircraft with problems, but the pilot lost control of his own trike and almost crashed

Hearing

Visual

Experience by Touch - Feel - Smell

High

Reinforcement

Low

## Historia

Desde el inicio de la humanidad hemos mirado a los cielos donde leyendas y mitos nos han emocionado y nos han alentado el deseo de volar. Desde la Edad Media, la idea de volar recorrió Europa, con Leonardo Da Vinci realizando los conocidos diseños de máquinas voladoras para transportar personas. En 1874 Otto Lilienthal, un ingeniero mecánico alemán, comenzó a diseñar, construir y volar aparatos con forma de ala de pájaro [Figura 1-1]. Publicó sus trabajos en 1889, y alrededor de 1891 realizó vuelos de más de 100 pies (30 metros) de distancia.



Figura 1-1. Otto Lilienthal, el alemán “ Rey del Planeo “

Otto fue el primer piloto de planeador que consiguió diseñar, construir y volar numerosos diseños de ala con éxito. [Figura 1-2]

En 1903, los planeadores de los hermanos Wright fueron motorizados y el concepto de avión nació con el Wright Flyer. A principios del siglo XX las configuraciones de las aeronaves evolucionaron para ofrecer mayor velocidad y mayores cargas en vuelo. Como resultado de esas demandas, el diseño de ala flexible empezó a no ser suficiente y los diseñadores de aeronaves empezaron a incorporar alas rígidas con controles aerodinámicos mecánicos. Estas nuevas ideas acabaron resultado en la familiar configuración de alerón y timón que podemos encontrar en los aviones actuales.

Las aplicaciones comerciales de la aviación requerían de aeronaves más rápidas y más pesadas, sin embargo, el sueño poder realizar un vuelo a motor tripulado de una forma más parecida a la de las aves fue evolucionando por un camino diferente. Mientras que el diseño de ala rígida disfrutó de un gran desarrollo para aplicaciones militares y comerciales, el concepto del ala flexible permaneció alejado durante décadas. En 1948, Francis Melvin Rogallo creó un diseño de ala flexible para un juguete volador del que obtuvo la patente en 1951. [Figura 1-3]

El diseño conceptual de Rogallo evolucionó en dos caminos paralelos a principios de los 60, el militar y el vuelo deportivo. En el apartado militar, la NASA desarrolló el ala de Rogallo hasta convertirla en el Paresev (Paraglider Research Vehicle, vehículo de investigación parapente) que más tarde pasó a llamarse Parawing. Esta aeronave [Figura 1-4] tenía bordes de ataque rígidos, un carro unido a la quilla colgando debajo del ala y utilizaba un sistema de control por desplazamiento del centro de gravedad de la misma manera que las aeronaves WCS actuales.

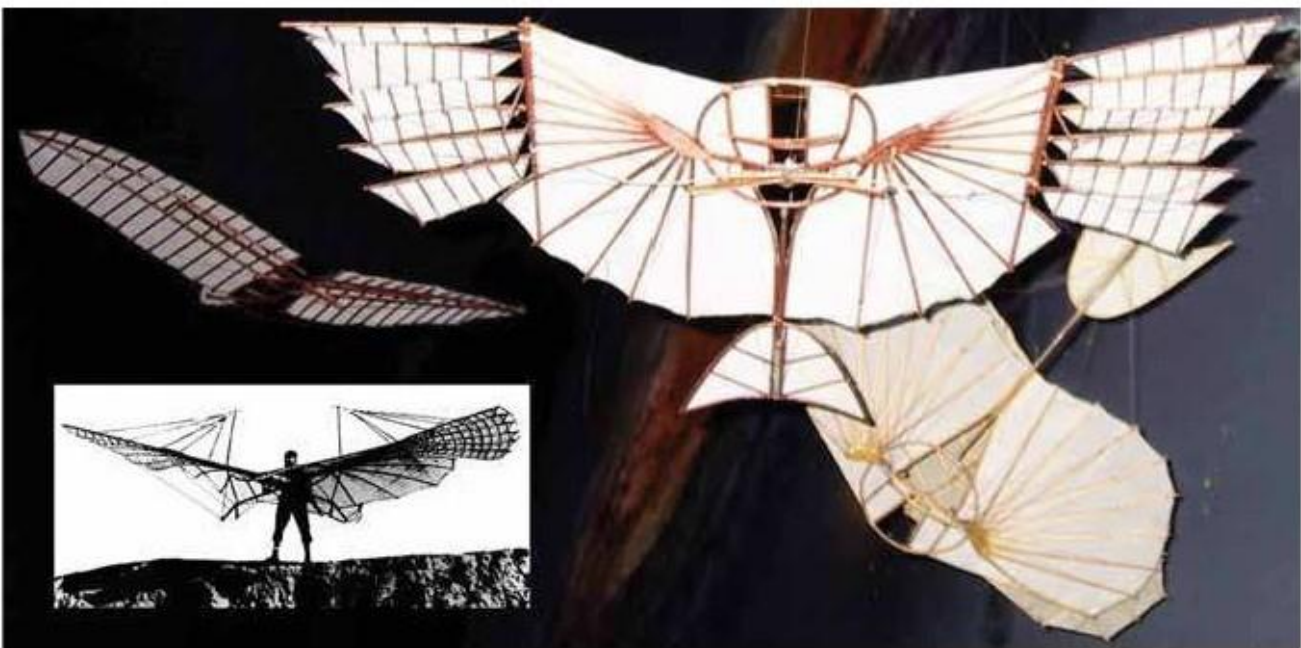


Figura 1-2. Varios modelos de planeadores de Otto Lilienthal, el precursor de las aeronaves actuales controladas por desplazamiento de Centro de gravedad.



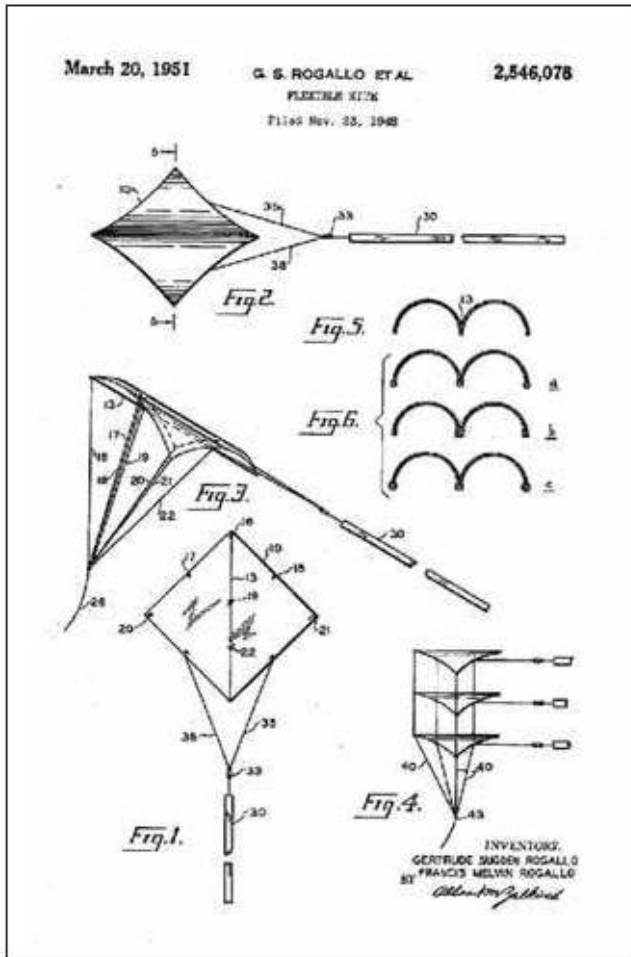


Figura 1-3. Ala flexible de Rogallo, tipo cometa, de la que solicitó patente en 1948



Figura 1-4. NASA probando el ala de Rogallo, la cual dió origen a las modernas Alas-delta y Aeronaves de tipo Pendular

Durante este mismo periodo, otros ingenieros y aficionados pioneros empezaron a desarrollar el ala de Rogallo para el vuelo deportivo. Uno de ellos fue el ingeniero aeronáutico Barry Palmer, que vió fotografías de las alas diseñadas de la NASA y, en 1961, construyó y voló varias ala-deltas basadas en los diseños de Rogallo [Figura 1-5]. Sus esfuerzos y los de otros evolucionaron hacia las aeronaves WSC a finales de los 60's. Otro pionero fue el australiano John Dickenson, que utilizó el diseño de ala Rogallo de la NASA, pero al que incorporó una barra de control triangular que proveía de estructura al ala durante el vuelo mediante unos cables de tensión [Figura 1-6].



Figura 1-5. Barry Palmer volando un ala-delta de despegue a pie en 1961

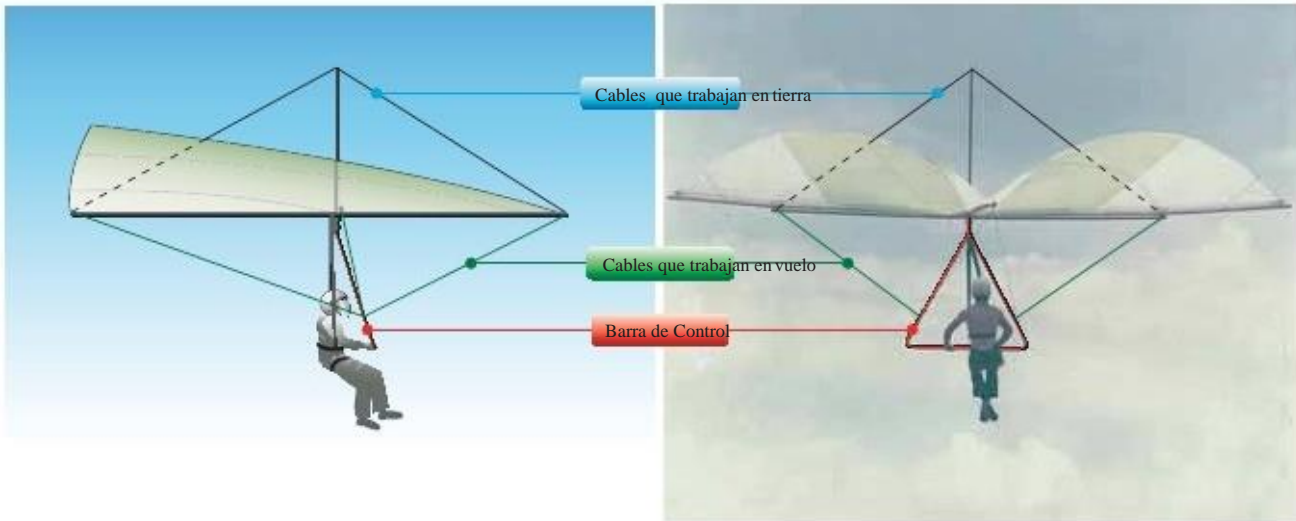


Figura 1-6. Estructura muy simple del ala Rogallo, con los dos tipos de cables, los superiores, que trabajan cuando el ala está sobre el suelo, y los inferiores, que trabajan en vuelo.

### Ala Delta

El sistema de control por desplazamiento del centro de gravedad y las buenas cualidades para el vuelo de las alas de Rogallo y de Dickinson, combinados con su sencilla preparación y portabilidad, dieron comienzo a la moda del ala-delta a principios de los 70's. [Figura 1-7] En 1967, la primera aeronave motorizada basada en el concepto de ala flexible del Dr. Rogallo fue registrada como una construcción amateur experimental. Los desarrollos del ala flexible continuaron y, a principios de los 70's, numerosos aventureros intrépidos estaban construyendo alas de Rogallo para su uso deportivo.



Figura 1-7. Ala Rogallo original, 1975.

Otro paso importante en el diseño de alas fue el de un perfil de ala que podría adaptarse cambiando su forma para ofrecer un rendimiento óptimo tanto a altas como bajas velocidades. Fue la primera ala Rogallo con una superficie inferior que envolvía la estructura que sostenía las alas. Envolver el travesaño y proporcionar un perfil alar más grueso, similar al ala de un avión, proporcionó un incremento en el rendimiento a alta velocidad. Este ala de doble superficie fue rápidamente adoptada por los fabricantes como el estándar en alto rendimiento y es usada hoy día en las más rápidas aeronaves WSC

La actividad de las comunidades de alas-delta se incrementó a lo largo de los años 70's, resultando en una proliferación y un desarrollo de las modernas alas-deltas, estables de alta calidad, como la que se muestra en la figura 1-9.

### Alas Delta Motorizadas

A finales de los años 70's, el rendimiento se había incrementado lo suficiente como para permitir la incorporación de motores a las alas-delta y volar de manera práctica. No fue hasta que las alas fueron suficientemente eficientes y los motores y hélices evolucionaron cuando se introdujo al mercado el primer motor comercial para alas-delta, el Soarmaster, en 1977. Utilizaba un motor de dos tiempos con un sistema de reducción, embrague, y un largo eje de transmisión que iba atornillado a la estructura del ala. Tenía una trepada que podía alcanzar los 200 pies por minuto (61 metros por minuto), lo que era aceptable en vuelo real. Sin embargo, durante el despegue el ala podía rebasar al piloto en carrera, y el despegue era muy difícil. Además, durante el vuelo, si el piloto entraba en pérdida con el motor en marcha, el planeador podía lanzarse hacia adelante y hacer un picado hacia abajo. En general, con la hélice ejerciendo empuje durante los despegues y en algunas situaciones durante el vuelo, este sistema era demasiado inseguro para utilizarlo de forma masiva.

### Una Industria Madura

La tecnología de los motores y de las estructuras había hecho grandes avances gracias a que la evolución de las alas fijas ultraligeras había proporcionando un menor peso, mayor potencia y sistemas de propulsión más fiables.

La hélice se colocó más abajo para conseguir unas mejores características de despegue y vuelo. Se añadieron ruedas y el Trike (Triciclo o Ultraligero Pendular) nació como tal a finales de la década de 1970. Un Trike se describe como un ala del tipo Rogallo con una barquilla con tres ruedas (parecida a un triciclo con una rueda dispuesta delante y dos detrás) acoplada debajo. Trike es el término que utiliza la industria para describir tanto los vehículos ultraligeros como a las Light-Sport Aircraft (LSA) WSC aircraft (Aeronaves ligeras deportivas con control por desplazamiento del centro de gravedad)

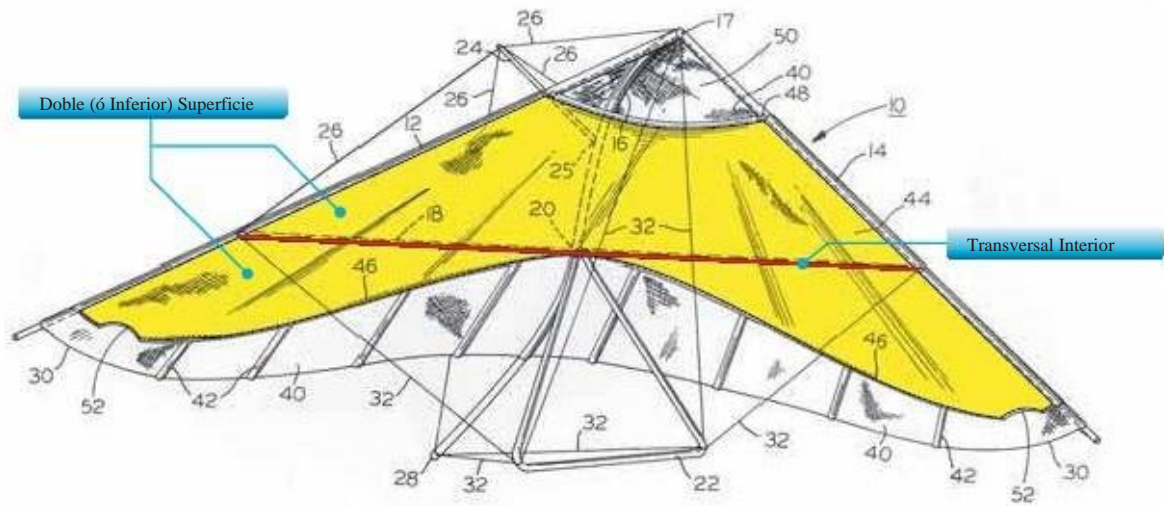


Figura 1-8. Ala de doble superficie, 1978.



Figura 1-9. Ala delta moderna de alto rendimiento planeando sobre las montañas de las que he despegado

[N. del T: En EEUU los ultraligeros y las aeronaves ligeras deportivas se rigen por normativas distintas]. Los principales fabricantes de Trikes se crearon a principios de los 80's y continúan fabricando Trikes para todo el mundo hoy en día. [Figura 1-11]

Durante los 80's muchos particulares desarrollaron y operaron pequeños Trikes motorizados. Este desarrollo no tuvo en cuenta el carácter deportivo y los desafíos únicos que estas nuevas aeronaves presentaban a la comunidad de la aviación. En un intento para incluir estas máquinas voladoras dentro de su marco regulador la FAA (Administración Federal de Aviación de Estados Unidos) publicó en 1982 el Título 14 del Código Federal de Regulaciones (14CFR) apartado 103, Vehículos Ultraligeros. Las aeronaves que se clasificasen como vehículos ultraligeros debían tener las siguientes especificaciones: Peso ligero, menos de 254 libras (115,2 Kg) si estaban motorizadas y menos de 155 libras (70,3 Kg) si no lo estaban. Estar diseñadas para ser pilotadas por un único ocupante.

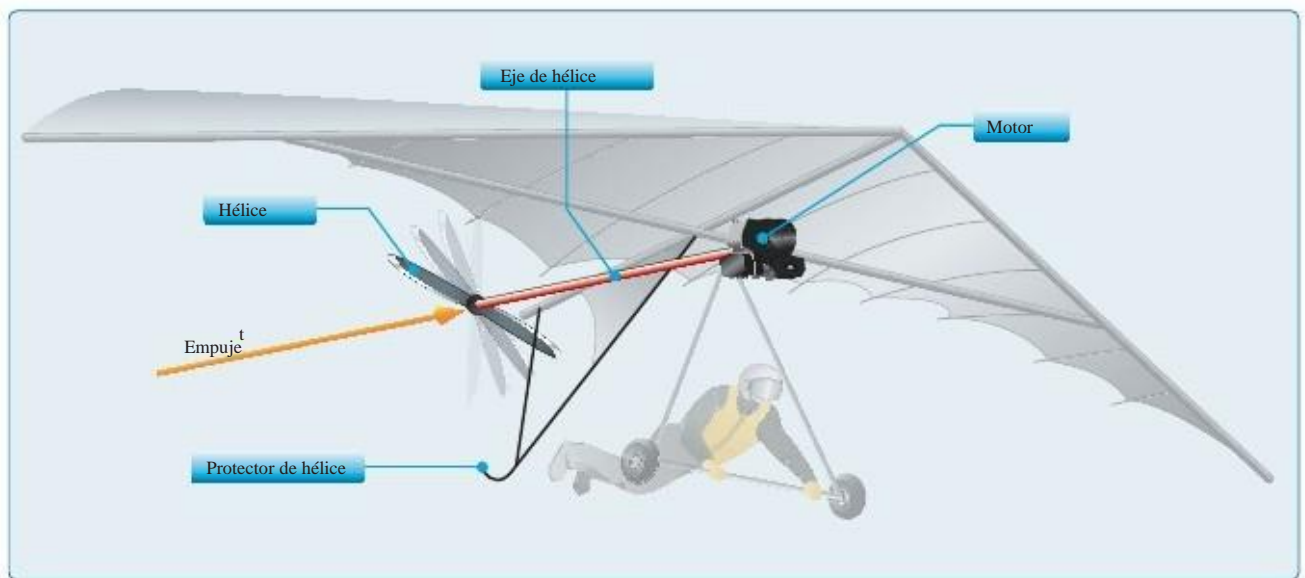


Figura 1-10. Primer sistema de propulsión de un ala delta, comercializado como kit.





Figura 1-11. Ultraligero tipo Trike: Un ala tipo Rogallo sobre un carro motorizado.

Tener una capacidad de combustible inferior a 5 galones (18,9 L). Una velocidad máxima calibrada de 55 nudos (101,8 Km/h). Y una velocidad máxima de entrada en pérdida no mayor de 24 nudos (44,4 Km/h). Los vehículos ultraligeros no requieren licencia de piloto, certificación médica, ni registro de aeronave. Los vehículos ultraligeros están definidos con más detalle, con sus limitaciones operacionales, en el 14CFR apartado 103.

[N. del T: Todas las regulaciones que aparecen en este capítulo hacen referencia únicamente a la normativa de la FAA americana]

Debido a que el entrenamiento era tan importante para los pilotos de vehículos ultraligeros de un solo ocupante, la FAA decretó una excepción que permitía el uso de ultraligeros biplaza para el entrenamiento, lo que hizo que creciese el uso deportivo de los ultraligeros biplaza de entrenamiento. Durante los 90's las ventas mundiales de los ultraligeros biplaza y monoplaza se dispararon, pero fue la proliferación de los ultraligeros biplaza lo que pilló a la industria y a los reguladores por sorpresa. Las ventas mundiales de biplaza de entrenamiento superaban con mucho a las de monoplaza, por lo que se hizo evidente que los biplaza de entrenamiento, cuyo objetivo era ser operados únicamente como entrenadores, estaban siendo usados con propósitos deportivos y de ocio. Esto generó una demanda de mayor confort y fiabilidad para estas aeronaves, lo cual acabó resultando en máquinas más pesadas y sofisticadas.

### Aeronaves Ligeras Deportivas (*Light Sport Aircraft LSA*)

Para controlar la evolución de los vehículos ultraligeros y su comunidad de usuarios deportivos, la FAA publicó una nueva reglamentación el 1 de septiembre de 2004. Esta reglamentación creaba una nueva categoría de LSA y una nueva certificación de piloto de la FAA para volar aeronaves LSA llamada Sport Pilot (Piloto Deportivo). Las pautas adicionales marcadas por la FAA se pueden encontrar en el 14CFR apartado 61 [Figura 1-12]. Este manual está centrado en las aeronaves WSC.

El certificado de aeronaves de LSA supera las limitaciones impuestas para los vehículos ultraligeros y requiere que el piloto posea, como mínimo, un certificado de Sport Pilot. La normativa de piloto deportivo define las limitaciones y privilegios tanto del piloto deportivo como de la aeronave LSA.



Figura 1-12. Ejemplos de LSA. De arriba hacia abajo: autootiro, aeroplano, paramotor, y pendular ó trike (WSC).

Además, las regulaciones de la normativa de piloto deportivo definen los requisitos en cuanto a entrenamiento de los eventuales pilotos deportivos y los requerimientos de aeronavegabilidad de sus aparatos. Por ejemplo, un vehículo ultraligero no puede exceder de 254 libras (115,2 Kg) o transportar más de una persona. Las aeronaves que puedan transportar más de una persona y que pesen entre 254 libras (115,2 Kg) y 1.320 libras (598,7 Kg) pueden ser certificadas como LSA siempre que cumplan los requisitos específicos de certificación. Por lo tanto, muchos de los vehículos ultraligeros WSC se convirtieron en LSA (siempre que fueran inspeccionados correctamente y se emitiese un certificado de aeronavegabilidad de la FAA).

#### **Weight-Shift Control Aircraft (Aeronaves de control por desplazamiento del centro de gravedad)**

Las aeronaves WSC son Trikes monoplaza o biplaza que no cuadran con los criterios de clasificación de los vehículos ultraligeros pero tampoco los criterios de LSA. La definición de WSC se puede encontrar en el 14CFR apartado 1. El control del vuelo de una aeronave WCS depende de la capacidad del ala para deformarse de manera flexible en lugar del uso de superficies de control.

Acronimos corrientes utilizados para estas aeronaves LSA son: WSC (weight-shift control - control por desplazamiento del centro de gravedad); WSCL (WSC land - WSC tierra), los cuales pueden tener ruedas o skis; WSCS (WSC sea - WSC mar) equipados para operar sobre agua. Un LSA WSC utilizado para vuelo privado o deportivo debe estar registrado con una matrícula de la FAA, disponer de un certificado de aeronavegabilidad, un manual de operación del piloto (POH) y/o un documento a bordo de limitaciones de peso y carga. La aeronave debe estar adecuadamente mantenida por el propietario o por otro personal cualificado y debe de tener los libros de registro de la aeronave disponibles para una inspección. Los controles de vuelo duales son imprescindibles en las aeronaves biplaza utilizadas para el entrenamiento.

El carro se compone del motor y de la cubierta vuelo unidos por una estructura a las ruedas, flotadores, o esquís, también puede ser denominado como el fuselaje. El ala es la vela, la estructura que soporta la vela, listones (costillas) que forman la superficie de sustentación, y el dispositivos asociados.

[Figura 1-13]



Figura 1-13. Carro y ala de un trike ó pendular (WSC).

Hay unas cuantas características exclusivas de las aeronaves WSC:

- La estructura del ala está directamente en las manos del piloto y se utiliza para controlar la aeronave. No hay dispositivos mecánicos entre el piloto y el ala. El piloto puede sentir directamente la atmósfera mientras vuela a través de ella gracias a que es el piloto el que sujeta el ala. Es una conexión directa entre ala y el piloto como no se da en ninguna otra aeronave.
- El piloto puede sentir los movimientos de los extremos de las alas o los movimientos arriba y abajo de la punta del ala, pero el carro y los pasajeros están mucha más estabilizados. Las turbulencias no se sienten tan intensamente como en una aeronave de ala fija.
- Se pueden colocar diferentes tipos de ala en un mismo carro. Esto ofrece al piloto una gran flexibilidad. Puede tener un ala de gran tamaño, que permita despegar en poca distancia, y que puede ser adecuada para vuelo a baja altura y poca velocidad. Un ala grande montada en un carro ligero puede ser usada también para planear y puede ser capaz de volar a velocidades inferiores a 30 mph (48,2 Km/h). Por otro lado, un ala pequeña de alto rendimiento puede ser usada para vuelos de alta velocidad y larga distancia. Con un ala pequeña y un motor potente una aeronave WSC puede volar a velocidades de hasta 100 mph (160,9 Km/h).
- Se puede desmontar el ala del carro y plegarla en un tubo que puede ser fácilmente transportado y almacenado. Esto permite a los propietarios guardar la aeronave WSC en un trailer o en un garage, trasladarla a cualquier localización y volverla a montar.



Figura 1-14. Ala plegada para transporte sobre un vehículo con el carro sobre un remolque



- Debido a su diseño, una aeronave WSC no tiene que cargar con el peso y la resistencia de una cola, por lo que el rendimiento aumenta significativamente. La aeronave puede despegar y aterrizar en pistas cortas, tiene una buena tasa de trepada y es eficiente con el combustible. Un WSC LSA medio puede cargar hasta 600 libras (272,1 Kgs) entre tripulantes, combustible y equipaje.

Aparte de tener alas grandes y pequeñas para distintas velocidades, las alas de las aeronaves WSC pueden tener cables de refuerzo, puntales o una combinación de ambas. Durante todo este manual ambas se utilizan en las fotografías y en los diagramas. Las aeronaves WSC tienen normalmente ruedas, pero existen modelos diseñados para aterrizar y despegar desde agua o nieve. [Figura 1-15]



Figura 1-15. Pendular con arriostros similares a las de un aeroplano estándar (arriba) y pendular operando sobre agua (abajo).

### Requisitos de un WSC LSA (Aeronave ligera deportiva con control por desplazamiento del centro de gravedad)

1. Un peso máximo de despegue no mayor de:
  - 1.320 libras (598 Kgs) para aeronaves no diseñadas para operar en agua.

- 1.430 libras (648 Kgs) para aeronaves diseñadas para operar en agua.
2. Una velocidad máxima en vuelo nivelado a la máxima potencia continuada ( $V_H$ , Velocidad de holding) de no más de 120 nudos (222 Km/h) de velocidad calibrada (CAS - Calibrated Air Speed) bajo condiciones atmosféricas estándar a nivel del mar.
  3. Una velocidad máxima de entrada en pérdida, o una velocidad mínima de vuelo estable sin la utilización de dispositivos de hipersustentación, ( $V_{SI}$ ) no mayor de 45 nudos (83 Km/h) CAS con el mayor peso al despegue certificado y con el más crítico centro de gravedad.
  4. Una capacidad de asientos de no más de dos personas, incluyendo piloto.
  5. Un solo motor de pistón.
  6. Una hélice fija o ajustable en tierra.
  7. Un tren de aterrizaje fijo, salvo aquellas aeronaves destinadas a operar sobre agua.
  8. Un tren de aterrizaje fijo, salvo aquellas aeronaves destinadas a operar sobre agua.

### Certificados de piloto y operaciones de vuelo.

La FAA está facultada por el Congreso de Estados Unidos para promover la seguridad de la aviación mediante la prescripción de normas de seguridad para los programas de aviación civil y los pilotos. El título 14 del Código de Regulaciones Federales (14CFR), anteriormente conocido como Regulaciones Federales de Aviación (FAR), es uno de los principales medios para hacer llegar estas normativas de seguridad. [Figura 1-16] En el apartado 61 del 14CFR se especifican los requisitos para conseguir un certificado de piloto y como obtener las habilitaciones necesarias adicionales para WSC si ya se es piloto. El apartado 91 del 14CFR hace referencia a la Normativa de Vuelo y Operativa General para pilotos. El Manual de Información Aeronáutica (AIM por sus siglas en inglés) contiene la información básica de vuelo y los procedimientos de operación para los pilotos que quieran operar en el Sistema de Espacio Aéreo Nacional (NAS por sus siglas en inglés).



Figura 1-16. *Federal Aviation Regulations (FAR) y Aeronautical Information Manual (AIM).*



## Requisitos para obtener la licencia

El apartado 14 del título 14CFR se especifican los requisitos para conseguir una licencia de piloto. Esta regulación establece además la obligatoriedad de que el candidato a piloto sea capaz de leer, hablar, escribir y entender el idioma inglés. La Normativa de Pruebas Prácticas (PTS por sus siglas en inglés) de la FAA establece el nivel de conocimientos y habilidades necesarias para obtener una licencia de piloto. Es importante tener en cuenta estos dos documentos para entender cuales son los requisitos de conocimientos, habilidades y experiencia requeridos para obtener una licencia de piloto que permita volar aeronaves WSC. [Figura 1-17]

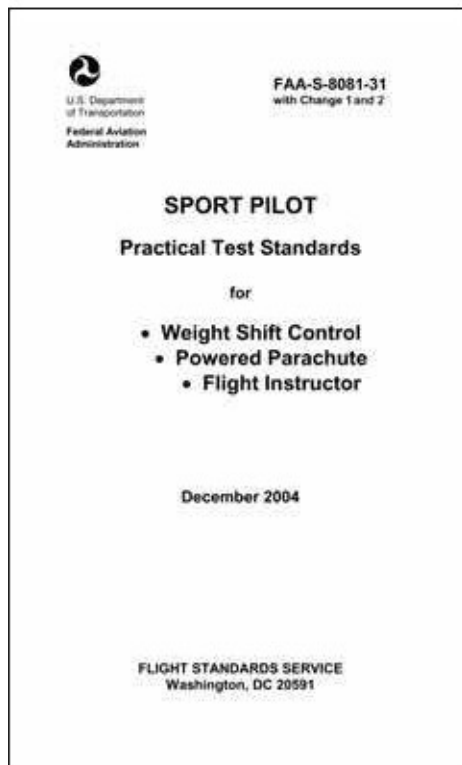


Figura 1-17. Test Estandar para Piloto Deportivo de Pendular, Paramotor, e Instructor de vuelo.

Los candidatos a piloto y los estudiantes de vuelo en solitario deben tener un carné de conducir válido o un certificado médico actualizado obtenido según los requerimientos que aparecen en el apartado 67 del 14CFR. Además de un permiso de conducir o un certificado médico, cada piloto debe determinar antes de cada vuelo si está médicamente en condiciones de pilotar una aeronave de manera segura. Si está usando un permiso de conducir para ejercer los privilegios de un certificado de piloto deportivo, todas las restricciones que aparezcan en el permiso de conducir serán válidas también para el vuelo. Para ejercer los privilegios de un certificado de piloto privado de WSC se deberá obtener un certificado médico actualizado de 3ª clase de la FAA. Aquellos que ya sean pilotos, incluyendo pilotos estudiantes anteriores, que hayan tenido su certificado médico de la FAA, o su última renovación, denegado, revocado, retirado o suspendido por la FAA, no están autorizados a operar utilizando un permiso de conducir hasta que se haya obtenido un certificado médico de 3ª clase y se haya actualizado su expediente de piloto.

## Prácticas de Vuelo Seguro

En aras de la seguridad y la formación de buenos hábitos, hay ciertas prácticas básicas de seguridad y procedimientos de vuelo que deben ser enfatizados por el instructor de vuelo y respetadas tanto por el instructor como el alumno, a partir de la primera instrucción de vuelo dual. Estas incluyen, pero no están limitadas a, los procedimientos de prevención de colisiones, incluyendo las técnicas de exploración apropiadas y los procedimientos de limpieza, la evitación de incursiones en la pista, y la transferencia de los controles de manera adecuada.

### Prevención de Colisiones

Todos los pilotos deben estar atentos a la posibilidad de que se produzcan colisiones o acercamientos peligrosos en vuelo. La normativa de vuelo y operativa general del apartado 91 del 14CFR enuncia el concepto de “mirar y evitar”. Este concepto expone que la vigilancia debería ser sostenida en todo momento por todas y cada una de las personas que operan una aeronave. Muchas de las colisiones aéreas e incidentes de acercamientos peligrosos en vuelo se producen durante buenas condiciones atmosféricas según las reglas para el vuelo visual (VFR por sus siglas en inglés) y en horas diurnas. Muchos de estos accidentes/incidentes ocurren a menos de cinco millas (8 Km) de un aeropuerto y/o con ayudas para la navegación..

El concepto de “mirar y evitar” cuenta con el conocimiento de las limitaciones del ojo humano, y el uso de las adecuadas técnicas de escaneo visual para ayudar a compensar estas limitaciones. La importancia de, y las técnicas adecuadas para, un escaneo visual correcto debería enseñarse a los pilotos estudiantes en los primeros momentos de su instrucción de vuelo. Un instructor de vuelo competente debería estar familiarizado con el escaneo visual y la prevención de colisiones que aparecen en la Circular de Aviso (AC por sus siglas en inglés) 90-48, El Rol del Piloto en la Prevención de Colisiones, y en el Manual de Información Aeronáutica (AIM).

Cabe señalar que cualquier giro o maniobra debe estar despejado antes de iniciarlo. Este es uno de los conceptos más importantes a tener en cuenta a la hora de volar cualquier aeronave. Mire y despeje un área de cualquier aeronave u obstrucción antes de realizar cualquier maniobra. Por ejemplo, si se va a realizar un giro a la derecha, el piloto deberá mirar hacia la derecha y confirmar que el área está despejada antes de iniciar el giro a la derecha. Este “procedimiento de despeje” debe ser realizado antes de realizar cualquier maniobra.

Este es un hábito importante para cualquier estudiante por motivos de seguridad y está incluido en el proceso de obtención del certificado de piloto. El piloto debe ser entrenado por un Instructor de Vuelo Certificado (CFI por sus siglas en inglés) en despejar adecuadamente un área antes de realizar cualquier maniobra.

Existen muchos tipos de procedimientos diferentes para despejar. Muchos están centrados en el uso de giros despejados. Algunos programas de entrenamiento de pilotos tienen reglas rígidas, como que se requieren dos giros de 90° en direcciones opuestas antes de ejecutar cualquier maniobra de entrenamiento. Otros tipos de procedimientos de despeje pueden ser creados por instructores de vuelo particulares. Independientemente del método preferido, el instructor de vuelo deberá enseñar al estudiante novato un procedimiento de despeje efectivo y exigirle a usarlo. El piloto estudiante deberá ejecutar el procedimiento de despeje adecuado antes de cada giro y antes de ejecutar cualquier maniobra de entrenamiento. Unos procedimientos de despeje adecuados, combinados con unas técnicas de escaneo visual adecuadas, son la estrategia más efectiva para prevenir las colisiones.

### Evitar las Incursiones de Pista

Una incursión de pista es cualquier incidencia en un aeropuerto que involucre una aeronave, vehículo, persona, u objeto en el suelo que pueda crear un riesgo de colisión o que produzca una pérdida de la separación adecuada con cualquier aeronave que esté despejando, aterrizando o intentando aterrizar. Las tres áreas principales que contribuyen a las incursiones en pista son:

- Comunicaciones,
- Conocimiento del aeropuerto, y
- Procedimientos de la cabina de vuelo para mantener la orientación.

Las operaciones de taxi requieren una constante vigilancia por parte del piloto, que puede ser ayudado por el pasajero. Esto es especialmente importante durante las operaciones de instrucción de vuelo. Tanto el alumno piloto como el instructor de vuelo necesitan estar continuamente alerta del movimiento y localización de otras aeronaves y vehículos de tierra en el área de movimiento del aeropuerto. Muchas de las actividades de instrucción se realizan en aeropuertos sin torre de control. La ausencia de una torre de control operativa en el aeropuerto crea la necesidad de incrementar la vigilancia por parte de los pilotos que operan en ese aeropuerto.

Planificación, comunicaciones claras y aumentar la atención situacional durante las operaciones de superficie reducirán la posibilidad de incidentes en pista. Las operaciones con aeronaves se pueden ejecutar de forma segura y los incidentes eliminados si el piloto está apropiadamente entrenado desde el comienzo y si, a lo largo de toda su carrera como piloto, realiza las prácticas y procedimientos de operaciones de taxi estándar. Esto requiere el desarrollo de un sistema estructurado de prácticas de operaciones de seguridad que se realicen durante las operaciones de taxi.

### Transferencia de controles segura.

Durante los vuelos de instrucción debe quedar claro en todo momento entre el alumno y el instructor quien está llevando el control del aparato. Antes de cualquier vuelo de entrenamiento con mando doble el instructor debe realizar un sesión informativa que incluya el procedimiento que se va a utilizar para realizar el cambio de controles. El siguiente procedimiento de tres pasos está altamente recomendado para realizar los cambios del control de vuelo.

Cuando un instructor desee que el alumno tome el control del aparato debe decir al alumno, “Tienes los controles de vuelo”. El alumno deberá responder inmediatamente diciendo “Tengo los controles de vuelo”. El instructor confirmará otra vez diciendo “Tienes los controles de vuelo”. Parte del procedimiento debería consistir en una comprobación visual de que la otra persona realmente ha tomado los controles de vuelo. A la hora de devolver los controles de vuelo al instructor, el alumno debería seguir el mismo procedimiento que el que el instructor utilizó para pasárselos a él. El alumno no debería soltar los controles hasta que el instructor diga “Tengo los controles de vuelo”. No debe quedar ninguna duda sobre quién está controlando el WSC en todo momento. Muchos accidentes se han producido debido a una falta de comunicación o un malentendido referente a qué persona está llevando realmente los controles de la aeronave, especialmente entre alumno e instructor. Establecer un procedimiento de transferencia de controles seguro al principio de la instrucción asegurará la creación de un hábito muy beneficioso.

### Toma de decisiones aeronáuticas ( *Aeronautical Decision-Making ADM* )

La actitud o mentalidad del piloto al mando (*Pilot in Command PIC*) debe ser siempre la de estar alerta con el objetivo de mantener la seguridad de la aeronave, los pasajeros y de la gente que está en tierra. Para tomar decisiones aeronáuticas (*ADM*) sólidas, el piloto debe estar alerta de sus propias limitaciones y estado (físico y psicológico) incluso antes de empezar con la primera rutina de pre vuelo. Aunque la tecnología está constantemente mejorando el equipamiento y la resistencia de los materiales, la seguridad del vuelo viene siempre de las decisiones que toman los pilotos humanos antes y durante el vuelo..

El estado del piloto es el comienzo del proceso de toma de decisiones que ocurre mientras se está pilotando una aeronave. Así como la fatiga física y enfermedad afectan directamente a criterio del piloto, también lo harán la gestión de la actitud, el manejo del estrés, la gestión del riesgo, las tendencias de personalidad y conciencia de la situación. Por lo tanto, la conciencia de los factores humanos y el conocimiento de las acciones correctivas pertinentes, no sólo aumentan la seguridad a la hora de pilotar una aeronave WSC, si no que también aumentan el disfrute de volar. [Figura 1-18]

Un buen punto de partida es el Manual de Conocimiento Aeronáutico del Piloto (*Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge*, FAA-H-8083-25), que explica el proceso de toma de decisiones, la gestión de recursos, el conocimiento de la situación, los errores del piloto, la gestión del estrés, las técnicas de gestión del riesgo y los remedios para actitudes peligrosas. Después de leer y entender estos temas, aunque se entiende que los escenarios que presentan están planteados para aeroplanos más complejos, pero el proceso de pensamiento y el resultado es el mismo para todos los tipos de aeronave. La información no se repite, pero las diferencias e información adicional específica para las aeronaves WSC se proporciona en las siguientes secciones.



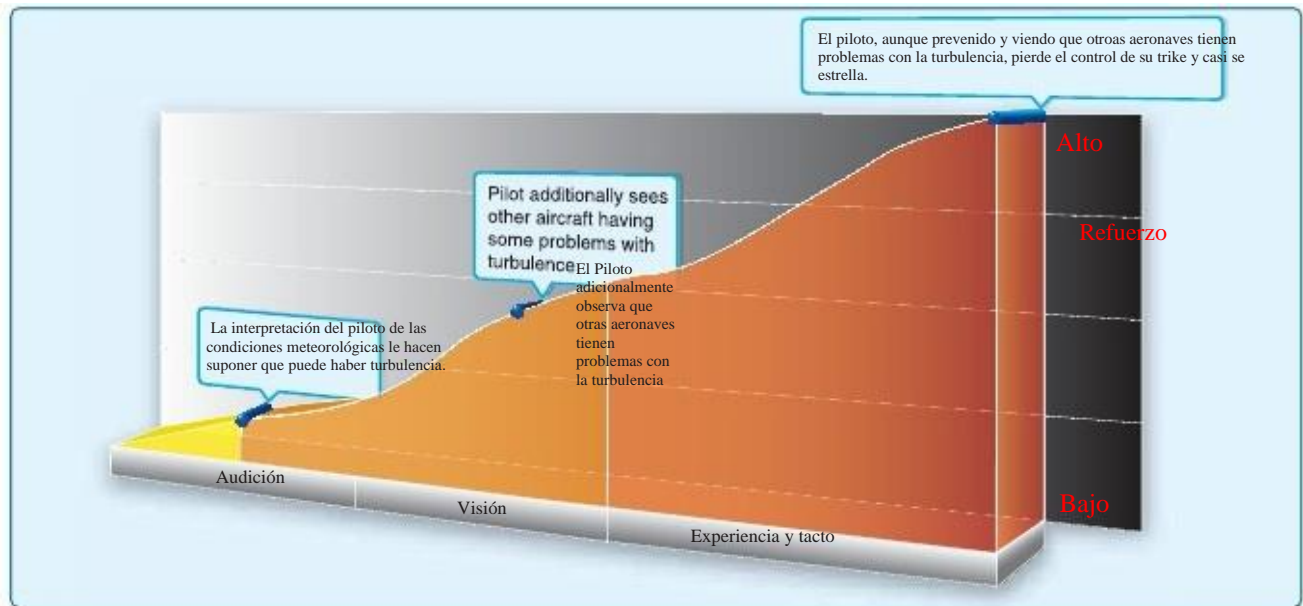


Figura 1-18. Awareness of human factors and how it affects the decision-making process.

Las diferencias entre las situaciones presentadas en el Pilot's *Handbook of Aeronautical Knowledge* para aviones más complejos, con las de las aeronaves WSC pueden ser fácilmente comparadas. Generalmente la ventaja de un LSA es que el diseño simple de estas aeronaves requiere menos atención por parte del piloto que los complejos requerimientos de los diseños más complicados que añaden carga de trabajo al piloto, como por ejemplo:

- Hélices de velocidad constante
- Múltiples motores
- Trenes de aterrizaje retráctiles
- Mayores velocidades

Las características exclusivas de las aeronaves WSC que aumentan las tareas de toma de decisiones son:

- La cabina abierta, en la cual no se pueden abrir, mostrar o discutir con el pasajero mapas u otros materiales.
- La hélice propulsora en la parte de atrás, que puede arrastrar cualquier elemento que se suelte de la cabina, y que puede recibir daños graves, dependiendo del tamaño del objeto.
- Se requiere más fuerza y resistencia física para pilotar en condiciones de turbulencia, lo que añade un elemento adicional de riesgo.

### Evitando los Errores del Piloto.

En general, las aeronaves WSC se vuelan por diversión y no como medio de transporte. Generalmente está determinado que el piloto no va a volar en condiciones meteorológicas de vuelo instrumental (IMC) sin la asistencia y la formación del indicador de actitud. Los pilotos deben tomar decisiones que les permitan estar fuera de volar en condiciones meteorológicas de vuelo instrumental, y dar la vuelta inmediatamente si esa situación ocurre. Esto es lo que la mayoría de los pilotos deberían hacer, pero la información que provee el indicador de actitud permite al piloto comenzar una "cadena de errores" que puede tener catastróficas consecuencias. La mejor decisión inmediata es siempre dar la vuelta y no introducirse en condiciones meteorológicas de vuelo instrumental con una aeronave WSC.

Con una cabina abierta, el problema de los elementos que puedan salir despedidos e impactar en la hélice requiere precaución extra. Hacer las cosas deprisa, sin asegurarse que todo está bien fijado y seguro, y olvidar informar al pasajero puede crear una situación que conduzca a otra que no deseamos. Ejercitar la precaución en una cabina de vuelo abierta es un paso importante para los pilotos de WSC.

Si se vuela una aeronave WSC con turbulencias el piloto tiene que tener las dos manos en la barra para mantener el control del aparato. Por tanto, cambiar la frecuencia de la radio, medir la ruta en el mapa u operar cualquier instrumento de la cabina de vuelo se convierte en algo difícil y supeditado a seguir manteniendo el control de la aeronave. Esta es una forma muy diferente de pilotar, comparada con volar un aeroplano o un paramotor, que requieren menos esfuerzo físico para mantener el control del aparato y dejan una mano libre para atender las tareas de la cabina. Se tiene que tener en cuenta que la principal prioridad es siempre mantener el control de la aeronave, y que el resto de tareas son secundarias.

Generalmente, una planificación prevuelo y el buen juicio del piloto pueden prevenir la situación de tener que volar con turbulencias de moderadas a extremas. Sin embargo, cuando se encuentre volando en esta situación, pilotar la aeronave es lo primero y atender las tareas de la cabina lo segundo.

### Entrenamiento Basado en Escenarios

Un buen instructor empezará a enseñar ADM en cuanto el alumno tenga la habilidad de controlar la aeronave WSC de manera segura en las maniobras más básicas. El instructor incorporará “Entrenamiento Basado en Escenarios” en el cual el instructor proporcionará elementos del piloto, la aeronave, el entorno y los riesgos operacionales para entrenar al alumno en utilizar la ADM para tomar la mejor decisión para una serie de circunstancias determinadas. Durante el test de aptitud o el test práctico el instructor o el examinador evaluarán la habilidad del aspirante para usar el ADM de manera satisfactoria a la hora de determinar los riesgos y coordinar los procedimientos de seguridad.

### Gestión de Recursos.

La gestión de recursos es similar a la descrita en el Manual de Conocimiento Aeronáutico del Piloto (Pilot’s Handbook of Aeronautical Knowledge, FAA-H-8083-25), excepto porque el pasajero no puede ayudar de la misma manera que en un aeroplano. El pasajero no podrá sostener o ayudar a leer un mapa a menos que el piloto esté provisto de un piernógrafo o cualquier otro dispositivo que permita al pasajero asistirle. [Figura 1-19]



Figura 1-19. Los piernógrafos ayudan a asegurar documentos en cabina.

Además de explorar el cielo para localizar otras aeronaves, un pasajero puede mantener el control de la aeronave durante períodos cortos ya que un WSC es relativamente fácil de volar en línea recta. Esto permite al piloto realizar alguna tarea de cabina imprevista durante el vuelo. En general, realizar un plan prevuelo e informar debidamente al pasajero son tareas adicionales de gestión de recursos que debe realizar un piloto de WSC.

### Uso de Listas de Comprobación (Checklists)

Las listas de comprobación han sido el fundamento de la estandarización del pilotaje y la seguridad en cabina durante muchos años y la primera defensa contra la cadena de errores que conduce a un accidente. [Figura 1-20] Las listas de comprobación son una ayuda contra la falible memoria humana y ayudan a asegurar que los elementos críticos de seguridad no se pasan por alto u olvidan. Sin embargo, las listas no tienen ningún valor si el piloto no está comprometido con su uso. Sin disciplina y dedicación en el uso de las lista de verificación, las probabilidades favorecen la posibilidad de cometer un error.



Figura 1-20. Ejemplo de Lista de Chequeo.

La importancia del uso correcto de las listas de verificación no puede ser exagerada en la formación de pilotos. Un objetivo importante en la instrucción de vuelo fundamental es establecer patrones de conducta que sirvan a los pilotos a lo largo de su carrera de vuelo. El instructor de vuelo debe promover una actitud positiva hacia el uso de listas de comprobación, y el alumno piloto debe reconocer su importancia.

Debido a la evolución de las aeronaves WSC y su sencillez, se podría pensar que las listas escritas no son necesarias. Nada más lejos de la verdad. Seguir unas buenas listas escritas ofrece una significativa seguridad para controlar los factores humanos, que son la principal causa de accidentes en la aviación.

Cinco importantes listas escritas deben ser utilizados antes del vuelo. Estas listas de verificación específicas se destacan por su importancia para evitar errores del piloto que pueden ocurrir antes o durante el vuelo:

1. Preparación prevuelo
2. Inspección de comprobación de rutina
3. Información a los pasajeros prevuelo
4. Arranque del motor / taxi
5. Comprobación previa



Debido a que las listas de comprobación pueden no ser prácticas en una cabina de pilotaje abierta durante el vuelo, y en función del fabricante y la marca / modelo de la aeronave WSC, las listas de comprobación utilizadas para el ascenso, en ruta, y en el aterrizaje pueden ser carteles fijados en la cabina que puedan ser leídos por el piloto en vuelo o pueden colocarse en piernografos según proceda. Las listas de comprobación deben ser aseguradas para evitar que salgan despedidas y golpeen la hélice durante el taxi o el vuelo.

Se pueden usar listas adicionales en tierra para las actividades de taxi, parada de motor, inspección postvuelo y para asegurar la aeronave.

## Factores Médicos

Un gran número de efectos fisiológicos pueden estar relacionados con el vuelo. Algunos son poco relevantes, mientras que otros tienen la importancia suficiente como para requerir una atención especial en aras de asegurar la seguridad del vuelo. En algunos casos, los factores fisiológicos pueden conducir a situaciones de emergencia en vuelo. Algunos factores médicos importantes que un piloto de WSC debe tener en cuenta son la hipoxia, hiperventilación, problemas de sinusitis y del oído medio, desorientación espacial, mareo, intoxicación por monóxido de carbono, el estrés y la fatiga, deshidratación, insolación e hipotermia. Otros factores incluyen los efectos del alcohol y las drogas y exceso de nitrógeno en la sangre después de bucear.

Una condición previa para este capítulo es el apartado sobre los factores en medicina aeronáutica que aparecen en el Manual de Conocimiento Aeronáutico del Piloto (Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge, FAA-H-8083-25), el cual provee de información detallada que el piloto debe de tener en cuenta en todas las operaciones de vuelo. Todos los factores en medicina aeronáutica descritos en ese libro son aplicables a los WSC. Sin embargo, los siguientes temas adicionales aplicables a las aeronaves WSC no están específicamente cubiertos:

### Fatiga

Debido a que las aeronaves WSC mueven su peso por intercesión directa del piloto, se requiere una fuerza significativa en los brazos y el la parte superior del cuerpo para pilotar un WSC, especialmente durante turbulencias. Si se vuela a campo través a mediodía con turbulencias moderadas durante más de una hora, un piloto podría necesitar una gran fuerza y resistencia. Esto aumenta significativamente la fatiga, como se expone en el Manual de Conocimiento Aeronáutico del Piloto.

Esta situación puede ser superada por pilotos experimentados, pero supone un elevado ejercicio. Si se combina este tipo de ejercicio con deshidratación en un entorno desértico, un viento superior al previsto, o volar campo a través en una ruta desconocida, se añaden factores de riesgo aeronáuticos que podrían iniciar una cadena de errores fatal.

require significant strength and endurance. This significantly adds to fatigue, as discussed in the Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge. This is accomplished all the time by experienced pilots, but it is a workout. If this type of workout is combined with dehydration in a desert environment, a greater than anticipated headwind, or flying an unfamiliar cross-country route, the added aeromedical risk factors could lead to a fatal error chain.

### Hipotermia

La hipotermia es un factor importante y su conocimiento es obligado para los tests prácticos (WSC Practical Test Standards). Las bajas temperaturas durante períodos prolongados reducen la temperatura corporal cuando el calor producido por el cuerpo es inferior al que se emite al ambiente. Esta pérdida de calor es muy acelerada en las cabinas abiertas de los WSC debido sensación térmica producida por el viento. El primer síntoma de volar en un WSC es el enfriamiento de las manos debido a la exposición al viento. Los síntomas continúan con otras partes del cuerpo cada vez más frías hasta que el todo cuerpo baja su temperatura. Los resultados de la hipotermia son debilidad, temblores, falta de control físico y dificultad para hablar, seguido de la inconsciencia y la muerte. Vestir ropa cálida y / o utilizar los sistemas de calefacción de la aeronave para ayudar al piloto a permanecer caliente durante el vuelo previene la hipotermia. Los guantes y los calcetines de moto que funcionan con el sistema eléctrico de la aeronave son de uso común y pueden evitar que un piloto se enfríe.[Figura 1-21]



Además, llevar un adecuado kit de supervivencia puede ayudar a un piloto contra la hipotermia si se ve obligado a aterrizar en un terreno con bajas temperaturas.

### Sumario Médico

Antes de abordar una aeronave WSC, un piloto se debe tomar un momento para reflexionar sobre su condición médica, física y psicológica. Durante este tiempo, un piloto debe evaluar su capacidad para llevar a cabo el vuelo, considerando los pasajeros, las personas y de los bienes sobre el terreno y a si mismo. Usar la lista de comprobación "I'M SAFE" (Estoy seguro, en inglés) es una manera inteligente de comenzar una revisión prevuelo antes de montar en una aeronave WSC.[Figura 1-22]

### Resumen del Capítulo

En este capítulo se ofrece la información básica esencial para los pilotos de aeronaves WSC y que debe servir como punto de partida para ellos. Sin embargo, hay muchos otros manuales, consejos y reglamentos con los que todos los pilotos de WSC deben familiarizarse para madurar dentro del ámbito aeronáuticos y / o cuando la necesidad de una mayor profundidad en el conocimiento se hace necesaria debido a factores concretos como la ubicación, temperatura, altitud, etc.

Adecuación al vuelo (Lista de Chequeo "I'm Safe")	
<b>I</b> llness (enfermedad)	¿Tengo una enfermedad o algún síntoma de una enfermedad?
<b>M</b> edication	¿He estado tomando medicamentos recetados o de venta libre?
<b>S</b> tress	¿Estoy bajo presión psicológica en mi trabajo? ¿Preocupado por cuestiones financieras, problemas de salud o de familia?
<b>A</b> lcohol	¿He estado bebiendo en las últimas ocho horas? ¿En las últimas 24 horas?
<b>F</b> atigue	¿Estoy cansado y no he descansado adecuadamente?
<b>E</b> ating (Alimentación)	¿Estoy adecuadamente alimentado?

Figura 1-22. Antes de volar, un piloto debe juzgar su estado físico y mental