

Anexo III

CURSO DE VUELO CON CAMPANA Manual del Alumno

Documento desarrollado para la
REAL FEDERACIÓN AERONÁUTICA ESPAÑOLA
por



SKYDIVE EMPURIABRAVA

[Autor: REINIER BOS]

Anexo III

CURSO DE VUELO CON CAMPANA Manual del Alumno

An.III.1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha habido una tremenda evolución en el desarrollo de paracaídas. Éstos han cambiado, pasando de ser una simple ayuda para aterrizar a convertirse en un ala de alto rendimiento y un equipamiento deportivo más.

Muchos paracaidistas se han concentrado únicamente en mejorar sus habilidades en el aire sin prestar la misma atención a su vuelo de campana y sus aterrizajes.

Si miramos las estadísticas, esta parte del deporte es la más crítica, donde la gente se hace daño. Es también el área donde muchos paracaidistas aprenden por sí mismos.

Con la tecnología existente hoy en día, volar y aterrizar campanas de alto rendimiento se ha convertido en una excitante nueva disciplina dentro del deporte. Por ello se necesita información adicional y entrenamiento para volar y aterrizar uno de estos paracaídas con la máxima seguridad.

Antes de entrar en la técnica de vuelo y aterrizaje, este curso te enseñará un poco de aerodinámica general enfocada al entendimiento de cómo son (y vuelan) las campanas cuadradas y elípticas. Aprenderás sobre la influencia que tiene el diseño y los componentes de una campana en el comportamiento en vuelo, y cómo un mismo paracaídas puede variar dicho comportamiento en diferentes condiciones.

Nuestro objetivo es darte el conocimiento que necesitas para volar y aterrizar tu paracaídas con seguridad e introducirte en una nueva disciplina: *"The swooped landings"*.

Durante la transición de paracaídas redondos a cuadrados años atrás, se recomendaba haber realizado un cierto número de saltos con un paracaídas redondo antes de pasar a uno cuadrado.

En este periodo hubo un gran desarrollo. Estos primeros paracaídas cuadrados mejoraron en aerodinámica, cambiaron la planta, los materiales y perfiles de vuelo.

Hoy en día es muy difícil ver paracaídas redondos en el ámbito deportivo y, si los hay, son únicamente para los nostálgicos.

La mejora técnica en el material, unido a las mejoras anteriormente citadas supera generalmente la habilidad del paracaidista medio.

En el pasado algunos fabricantes trataron de limitar la venta de determinadas campanas a ciertos clientes. Ésto tuvo éxito únicamente cuando el equipo no era posteriormente vendido a paracaidistas con menor experiencia.

Hoy en día es muy común para cualquiera poder comprar todo tipo de material existente en el mercado y además tener la oportunidad de saltarlo.

Con la evolución de los paracaídas, la enseñanza acerca de las técnicas básicas de vuelo de campana ha cambiado considerablemente. La instrucción elemental se basa en la utilización de campanas cuadradas, pero bastante grandes.

El siguiente paso generalmente lo hemos aprendido todos por el camino duro: una semana en el hospital, mes y medio con una escayola o simplemente algún que otro rasguño son historias normales en cualquier zona de saltos, y ésto es poco para lo que puede ocurrir...

Un giro bajo, una zona de aterrizaje pequeña o cualquier problema técnico pueden acabar en heridas muy serias o incluso la muerte. De hecho, alguna que otra vez pasa...

Otro factor a tener en cuenta, y relacionado con el desarrollo en general del deporte, es que hace no mucho tiempo alguien con 1000 saltos era considerado un experto y se le veía como a un dios del aire. Actualmente, en algunas zonas te puedes encontrar con gente con 10.000, 20.000 saltos o incluso más...

Hace 10 años un paracaidista profesional saltaba una campana de 120 a 140 pies cuadrados, un saltador medio hubiese elegido algo bastante más grande dejando los pequeños para los "pros".

Debido a la tecnología y a la mejora de habilidades por parte de los pilotos, los paracaidistas "de cada día" pueden saltar paracaídas más pequeños llegando al extremo de que un paracaidista medio puede llegar a considerar una campana de 79 ó 89 pies cuadrados como su referencia.

Volar y aterrizar una campana de 120 pies cuadrados sigue siendo tan difícil hoy como hace 10 años.

Este curso te ayudará a entender cómo funciona un paracaídas y cómo reacciona éste a diferentes acciones. Comprender cómo reacciona tu campana te ayudará a aterrizar con más seguridad.



Manual de Skydive Empuriabrava
Escrito por Reinier Bos
Gracias a: S.E., Icarus, Moki, Pendi, Isa, Heroe, Juli

incident reports

education & prevention

Reports in this column have been compiled by the USPA Safety & Training Department from information received from the field and are the most accurate reports possible through such input. They are printed in *Parachutist* for their educational value.

Age: 33

Sex: Male

Number of Jumps: 1,500

Time in Sport: Five years

Cause of Death: Hard landing in water while attempting to pond swoop

Description: After an uneventful freefall and initial canopy descent, this jumper attempted to swoop a pond by making a low toggle turn at approximately 50 to 60 feet. He narrowly missed a dock and struck the water hard while nearly level with the canopy. He was pulled from the water immediately and received CPR from a jumper, who was also a doctor, until the ambulance arrived. However, he died as a result of the injuries sustained from the hard impact with the water.

Conclusions: This jumper was attempting to swoop a pond that was surrounded by trees and buildings, which limited his options for his approach to the water. It was reported that he had very little experience with high-performance landings. His final turn at such a low altitude (50 to 60 feet) was too low for the canopy to return to straight and level flight before he impacted the water.

During a high-speed impact, landing in water may not prevent serious injuries. Jumpers who are attempting difficult landings must be aware of the risks of limiting their landing options. They need to be able to abort the attempt with enough altitude to make a safe landing in a clear area if there is any problem with the approach.

System: Not Reported

Main: Not Reported

Reserve: Not Reported

AAD: Not Reported

RSL: Not Reported

Age: 34

Sex: Male

Number of Jumps: 404

Time in Sport: Two years

Cause of Death: Hard landing after a low turn

Description: After an uneventful solo exit and initial canopy flight, this jumper attempted a 180-degree turn at an estimated 50 feet above the ground. He struck the ground hard while still in the turn. He died in a hospital ten hours later from his injuries.

Conclusions: This jumper had recently purchased a smaller parachute with the reported intent of learning to make high-performance landings. He had been warned by the drop zone staff about poor canopy control and hazardous landing approaches in the weeks before this accident. In the previous two nights, he had only about four hours of sleep each night. He had boarded the airplane in a hurry, arriving just before the load went up. He did not have a helmet. The exit weight for the jumper placed him in the "expert" category recommended by the manufacturer for the canopy he was jumping. Of the 404 jumps he had made, most were made with a larger canopy.

Jumpers who are downsizing parachutes should receive detailed instruction from an experienced canopy specialist. Turns must be completed with enough altitude for the jumper to return to straight and level flight for the landing flare.

System: Sun Path Javelin

Main: Performance Designs Sabre 2 150

Reserve: Performance Designs PD193

AAD: Airtec Cypres

RSL: No

Age: 45

Sex: Male

Number of Jumps: 170

Time in Sport: Two years

Cause of Death: Hard landing in water while attempting to pond swoop

Description: After an uneventful freefall and initial canopy descent, this jumper made a 30-degree final turn in an attempt to swoop over an artificial pond. He hit the water while still in the turn. Witnesses reported that there was no attempt to flare the canopy before impact with the water. He was pulled from the water, and CPR was administered immediately, but he died as a result of the injuries sustained from the hard landing.

Conclusions: The exit weight for the deceased placed him in the "expert" category recommended by the manufacturer for the canopy he was jumping. His total number of jumps was 170, which few jumpers would consider expert. His previous experience and training were not reported.

Swoop ponds may give jumpers a false sense of security, thinking that if they miscalculate the final turn, the water will keep them from getting injured or killed. At higher speeds, water landings can be just as dangerous as dry land. Turns must be completed with enough altitude for the jumper to return to straight and level flight for the landing flare.

System: Sun Path Javelin

Main: Performance Designs Vengeance 170

Reserve: Precision Aerodynamics Raven 2

AAD: Airtec Cypres

RSL: Yes

Non-Fatal Incident Reports

- During canopy descent at approximately 1,000 feet above the ground, two jumpers unintentionally flew directly at each other. One of the jumpers reportedly had been stowing his slider and not looking in front of him. Seeing the impending collision, the other jumper made a front-riser dive to avoid the collision, but the first jumper's foot caught the second jumper's main pilot chute and entangled momentarily. Jumpers must pay attention to all traffic first and worry about less-important tasks second. It is the responsibility of both converging jumpers to avoid a collision.

- A jumper with low experience who was not very current struck a parked aircraft that was tied down in a grassy area reserved for parking aircraft. The jumper received bruises and scrapes but no major injuries. The airplane suffered damage to the wing and engine cowling. Jumpers should plan a landing pattern that allows for a clear landing area even if the final approach is misjudged.

- As a static-line student's main deployed normally upon exit, the FXC 12000 automatic activation device extracted her reserve ripcord pins. Under the fully open main, the reserve pilot chute trailed out of the container for a while. At approximately 700 feet, the reserve parachute deployed and inflated, and the two canopies formed a downplane. The student released the main parachute from the Jump Shack Racer container without disconnecting the RSL first, as is directed by the manufacturer's instructions. The main canopy made two revolutions and then cleared the reserve parachute. The student landed without further incident. The AAD had a history of at least two other misfires, even though it had been maintained according to factory specifications. Disconnecting the RSL before releasing the main canopy in a two-canopies-out situation may result in a cleaner breakaway.

An.III.1. AERODINÁMICA

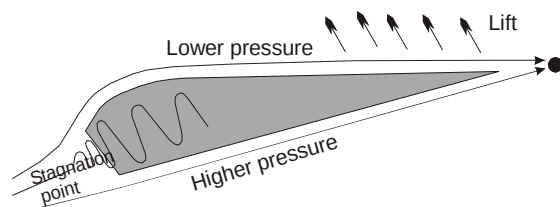
Los paracaídas en vuelo se ven afectados por diferentes fuerzas y corrientes de aire. Entender la relación entre la acción del piloto y la reacción aerodinámica te ayudará a conseguir el mejor rendimiento de tu campana.

El principio del vuelo de campana es controlar su aerodinámica independientemente de las fuerzas existentes. Cambiando la forma del paracaídas y los pesos suspendidos, volamos, aterrizamos y conseguimos un buen “swoop”...

An.III.1.1 SUSTENTACIÓN

An.III.1.1.1 Sustentación a través de la presión

La sustentación se produce por la forma de la campana. Echemos un vistazo al perfil de un ala.



La distancia del borde de ataque al de salida sobre el extradós es mayor que la línea recta desde la nariz a la cola siguiendo el intradós. La corriente de aire que incide sobre el borde de ataque se reparte sobre el área superior e inferior.

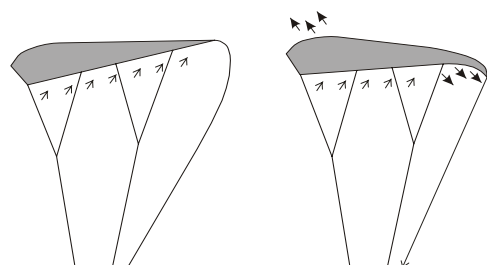
De acuerdo con Bernoulli, las dos corrientes se deben juntar de nuevo en el borde de fuga al mismo tiempo. El aire que va por la parte superior es más rápido que el que viaja por la inferior. Esto genera una presión mayor debajo de la campana y menor sobre la campana. Esta diferencia de presión se traduce en sustentación.

La sustentación es una fuerza perpendicular a la corriente de aire. El paracaídas se sustenta hacia la zona de menor presión.

La presión de las celdas interiores es mayor que las diferentes presiones exteriores, lo que previene de posibles colapsadas del paracaídas. Las campanas rápidas suelen ser más estables que las lentas, debido a una presión más alta.

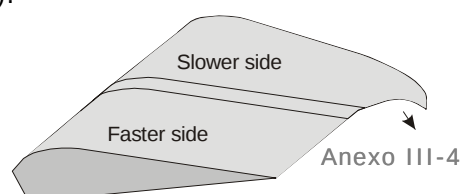
An.III.1.1.2 Sustentación por deflexión

Los paracaídas están diseñados para deflectar aire reduciendo la tasa de caída mediante el peso suspendido. Una campana cuadrada también deflecta aire a través de la parte inferior y produce sustentación. Si frenamos, estamos tirando de la cola, deflectando aire hacia arriba, y por tanto sustentando la campana. Esta acción cambia el ángulo de ataque permitiendo mayor deflexión de aire, incrementando la sustentación.



Para visualizar que ocurre durante un giro vamos a observar una campana de 9 celdas, con una celda central y 4 a derecha e izquierda. Si tiramos del mando derecho, detenemos la parte derecha de la campana y la parte izquierda del ala cogerá a la derecha. El paracaídas iniciará un giro a la derecha mientras el peso suspendido quiere continuar recto (inercia).

Suspendido por las líneas, el peso caballea y oscila la parte derecha bajo la campana.

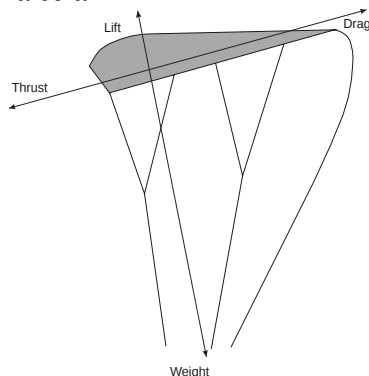


An.III.1.2 RESISTENCIA

La oposición al aire se llama resistencia. Perfiles menos aerodinámicos generan más resistencia que los aerodinámicos. Tirando de los mandos creamos más resistencia cambiando el perfil en el borde de fuga del ala. En vuelo, un paracaídas está rodeado por una capa laminar de aire. Esto es una capa fina de aire que entra por el borde de ataque y se va haciendo más gruesa hacia la cola. Este aire que permanece en la campana y que atraviesa ésta crea resistencia. En las campanas, esta capa laminar normalmente se separa del extradós antes de llegar a la cola (resistencia de perfil). Diseños más aerodinámicos reducen esta resistencia trasladando este punto de separación hacia el borde de fuga.

Aparte de las corrientes de aire a lo largo del extradós y el intradós, el aire va a lo largo de los lados de la campana desde la zona de mayor presión (intradós) a la zona de menor presión (extradós). El aire que escapa del borde de fuga genera turbulencias (vortex) – resistencia.

Para reducir la resistencia a lo largo de las celdas finales, tenemos los estabilizadores conectados a la parte inferior de las celdas. Esto forma un canal que defleca un aire más limpio hacia la cola.



Debido a una deformación radical de la forma de la campana, como un tirón de bandas delanteras, el extradós se deforma rápidamente. Ésto genera turbulencia sobre la capa exterior que se traduce en más resistencia. Si cambiamos la forma suavemente mediante un giro de banda delantera lento la corriente de aire se mantiene limpia, con menos resistencia, mayor velocidad y más sustentación.

Más resistencia se produce por otros factores aparte del aire mismo. Dentro de ciertos límites, más velocidad resulta en más sustentación y más resistencia (el doble de velocidad resulta en cuatro veces la sustentación y cuatro la resistencia). Para reducir toda fricción los fabricantes de campanas de alto rendimiento están usando pilotillos colapsables, sliders colapsables, mini bandas y líneas con un diámetro muy pequeño.



An.III.1.3 IMPULSO Y PESO

El requerimiento básico para presurizar una campana es el peso suspendido, actuando por gravedad contra sustentación y resistencia. Las líneas conectadas a la nariz (A y B) son más cortas que las conectadas a la cola (C y D). Esto origina que la nariz esté hacia abajo, deflectando aire a lo largo del ala y generando velocidad del aire. Para un avión es el motor el que genera impulso, para una campana es la deflexión de aire.

A mayor peso suspendido, mayor impulso. La relación entre el peso suspendido y el tamaño de la campana viene representado por la carga alar. Peso significa el peso final del paracaidista antes de salir en libras, la campana se mide en pies cuadrados (Ft²).

Peso de Salida	80 Kg.
Kg. x 2.2 = lbs	80 Kg. x 2.2 = 176 lbs

Tamaño de Campana		170 Ft ²
Carga Alar	176 / 170 =	1.03 lbs/Ft ²

Sabemos como la sustentación y la resistencia cambian la dirección de vuelo si iniciamos un giro de mando. Durante el giro nuestro peso genera fuerzas centrífugas, causadas por la campana, que empieza a girar mientras la inercia mantiene al piloto volando recto. Por esto la campana se ladea y el piloto vuela en una curva larga hasta ella. La carga alar se incrementa. Giros rápidos nos dan cargas alares altas y mayor impulso. Si paramos el giro, nuestro peso oscila hacia atrás bajo campana. En este momento es cuando alcanzamos la máxima carga y la máxima velocidad. Cargas altas nos llevan a mayor rendimiento y por tanto mayor velocidad, siempre dentro de ciertos límites. Poco peso bajo campana resulta en una carga alar baja, menor rendimiento y menor velocidad. Aprendiendo más sobre campanas, con mucha experiencia y un entrenamiento efectivo, los pilotos de hoy en día vuelan paracaídas cargados hasta 2.0 o más

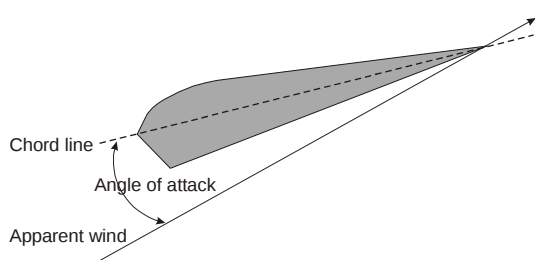
An.III.1.4 ÁNGULO DE ATAQUE

Frenar una campana no es la principal acción para convertir velocidad en sustentación. Frenando, el ala decelera mientras el suspentaje (peso) tiene más velocidad (inercia) y oscila adelante bajo el borde de ataque, el ángulo de ataque se incrementa temporalmente y produce sustentación por deflexión de aire.

El ángulo de ataque no debe ser considerado como el ángulo de planeo del paracaídas con relación al suelo. De hecho es el ángulo entre la línea de cuerda y el viento aparente.



La cuerda es la distancia entre la nariz y la cola. Las campanas rectangulares tienen una cuerda idéntica a lo largo de la envergadura. La cuerda en campanas elípticas se hace más grande desde las celdas exteriores hacia la central.



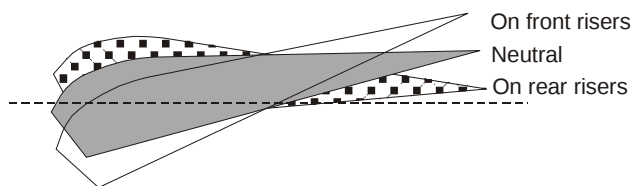
La línea de cuerda es la línea imaginaria a través de la nariz y la cola de la corriente de aire. Viento aparente se puede considerar a la dirección del viento que golpea la campana antes de ser desviado a lo largo del intradós.

Cargamos la campana mediante el peso del saltador. Si movemos este peso hacia el borde de ataque, el ángulo de ataque disminuye.

Si lo colocamos más hacia el borde de fuga el ángulo de ataque se incrementa. Un ángulo de ataque mayor supone una mayor sustentación. Ésto es únicamente cierto hasta el punto en el cual la campana entra en pérdida. Durante la pérdida, la capa de aire laminar (ver 1.2) se separa muy pronto del extradós. Al mismo tiempo la presión en el punto de estancamiento delantero sobre el extradós se mueve hacia el intradós. La campana produce más resistencia que sustentación, la presión interna desciende con respecto a la externa y la campana se colapsa. La pérdida se da cuando aumentamos la resistencia y perdemos sustentación.

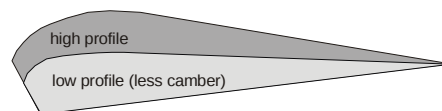
An.III.1.5 ÁNGULO DE INCIDENCIA

El ángulo de incidencia es el ángulo en relación al horizonte. Este ángulo viene determinado por el trimado de la campana, debido a la longitud de las líneas de suspensión. Las líneas "A" y "B" están conectadas a la nariz y son más cortas que las "C" y "D". Que están conectadas a la cola. Incrementamos el ángulo de incidencia tirando de las bandas delanteras (el centro de masas se desplaza hacia el borde de ataque) lo cual resulta en mayor velocidad y mayor presión pero menos sustentación. Usar bandas delanteras es solo efectivo si mantenemos la forma de la campana. Si tiramos demasiado deformaremos la campana entre las líneas B y C y generaremos inestabilidad. Tirando de bandas traseras crearemos más sustentación, menos velocidad y menos presión. En condiciones de cero viento una campana con un trim plano te llevara más lejos. En días de viento un ángulo de incidencia mayor generará velocidad con respecto al suelo, mientras que el caso anterior bajará recto hacia el suelo.



An.III.1.6 CURVATURA

Mirando a la campana de lado, la curva que va por el extradós desde el borde de ataque al de fuga es la curvatura.



En comparación, una campana con un perfil alto será más lenta, y caerá menos (más sustentación) que una de perfil bajo. Esto viene generado por la mayor resistencia creada por una mayor distancia sobre el extradós. La máxima velocidad de un paracaídas se consigue mediante el máximo descenso. Frenado al cien por cien resulta en un mínimo descenso. El frenado ("flare") convierte velocidad vertical en sustentación, por tanto más velocidad se traduce en mayor sustentación.

An.III.1.7 APLICACIÓN

El mercado ofrece un rango diverso de diseños de campanas. Las características de vuelo difieren en sustentación, resistencia, impulso, carga, curvatura, ángulo de ataque y ángulo de incidencia. Cada una de ellas tiene sus ventajas y desventajas para el piloto. Campanas de 7 celdas, de 9 celdas 27 celdas, "crossbraced" con perfiles muy bajos....

Las características de vuelo de estos diseños varían mucho dependiendo de la fase de vuelo, desde la apertura, durante el vuelo recto, en giros y aterrizando. Para diferentes propósitos hay diferentes diseños de campana. Por ejemplo un videoman con material muy pesado en el casco preferirá un paracaídas diferente a alguien interesado en velocidad, reacciones rápidas o largos "swoops".

An.III.2. DISEÑO

An.III.2.1 FORMA DEL ALA

Las formas de un paracaídas difieren en la elongación y en la superficie aerodinámica. Elongación es la relación entre ancho y largo de la campana (vista desde arriba). Envergadura es la altura de la campana a lo largo de la línea de cuerda.

La elongación y la envergadura definen la forma.

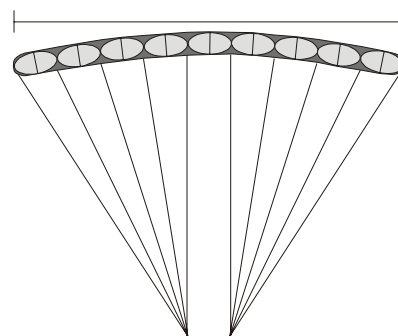
An.III.2.1.1 Elongación

La elongación es la envergadura de la campana en relación a la cuerda.

Para campanas rectangulares se usa:

$$El = \text{envergadura} / \text{cuerda}$$

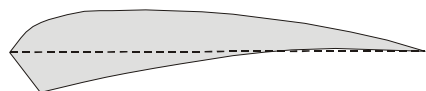
Para campanas elípticas: $El = \text{envergadura} \cdot 2 / \text{área}$



An.III.2.1.1.1 Envergadura

Envergadura es la distancia de una punta del ala a la otra.

2.1.1.2 Cuerda

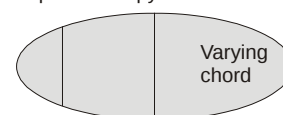


Cuerda es la distancia del borde de ataque al de salida. La línea de cuerda va hacia la sección cruzada de la campana (campanas de gran curvatura pueden tener la línea de cuerda hacia la parte externa).

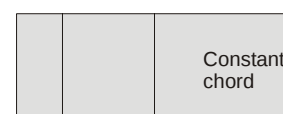
Las aperturas son una de las principales limitaciones en el diseño de campanas con elongación elevada. Cuanto más elevada es esta, menos consistente la apertura y mayor reacción a maniobras. Esta es una razón del porque los reservas no tienen una EL elevada.

Una campana con menor elongación vuela más lenta puesto que produce más resistencia por una cuerda más larga. Cuanto mayor es la elongación, la resistencia es producida por necesitar más líneas, más celdas, más costuras (por tanto mayor volumen de plegado).

Elíptica canopy



Rectangular canopy



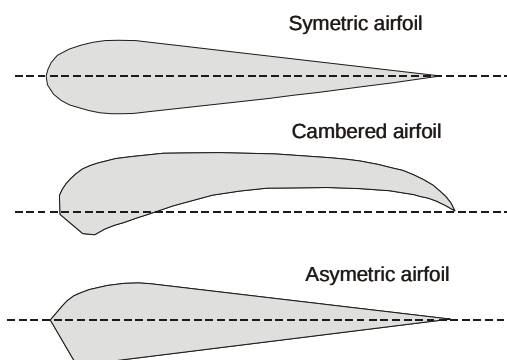
Diferentes objetivos nos llevarán a diferentes elecciones de paracaídas. Aperturas en el eje, más rápidas o lentas, mayor velocidad de aterrizaje, mayor reacción.

Sabiendo la forma de la campana, sin llegar a volarla podemos llegar a una conclusión básica sobre como se abrirá volará y aterrizará.

Low aspect ratio

High aspect ratio

2.1.2 Superficie Aerodinámica



Mirando el perfil de la campana de lado muestra la superficie aerodinámica. Cuanto más fina sea esta más rápida será la campana. Perfiles altos producen más sustentación pero más resistencia. Los perfiles usados para CRW comparados con campanas de alto rendimiento son más altos, vuelan más despacio y permiten más errores de pilotajes o entradas duras. Perfiles finos junto con un trimado plano y una elongación elevada tienden a colapsarse en giros, producido por una baja presión en las celdas laterales. Reduciendo el volumen de estas celdas (campanas elípticas), la presión se mantiene elevada y la campana reaccionará más rápido a los giros.

Comparando dos campanas, una de 7 celdas con perfil alto y baja elongación con una de 9

celdas de perfil plano y mayor elongación, la de 7 celdas...

- ... tiene aperturas más seguras en el eje
- ... comportamiento menos radical en caso de malfunción
- ... volumen de plegado menor
- ... ángulo de ataque más pronunciado y menos “flare”
- ... más precisa en aterrizajes de precisión
- ... recupera más fácilmente de una pérdida
- ... tiene menor velocidad hacia adelante

An.III.2.2 TRIMADO

El trimado se ajusta por la longitud de las líneas A/B en relación con las líneas C/D (mirar “ángulo de incidencia”). Cuanto más cortas sean las A/B, más pronunciado es el trimado. Acciones sobre las bandas pueden cambiar este trimado. Si tiramos de bandas delanteras lo acentuaremos más, si usamos las traseras lo contrario. Un trim pronunciado resulta en una tasa de descenso mayor con más estabilidad. Un trimado plano incrementa la velocidad horizontal y las características de frenado pero le quita estabilidad. Campanas con un trim pronunciado son más sólidas pero menos reactivas a maniobras del piloto.



También la longitud de las líneas de mando es importante para las características de vuelo. Líneas de control cortas tirarán de la cola de la campana con un giro de bandas delanteras, cambiando la aerodinámica y haciendo frenar la campana. Si estas líneas van muy sueltas, la campana responderá más despacio, con menor precisión y no llegaremos a alcanzar el frenado completo. (Recuerda: nunca dejes los mandos cuando inicies una acción con las bandas).

An.III.2.3 CARGA ALAR

Para inflar una campana la tenemos que llenar con aire. La superficie aerodinámica y la longitud de las líneas forman la estructura de un ala. Conseguimos esta forma gracias a nuestro peso suspendido.

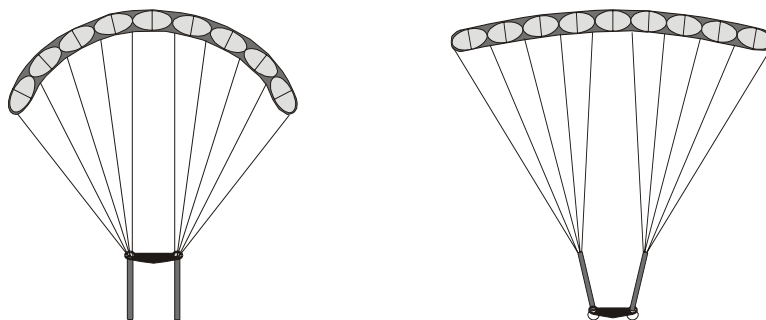
El peso suspendido en relación al área del paracaídas es la carga alar (ver An.III.1.3). Peso mayor implica mayor carga en un mismo paracaídas.

Alumnos y paracaidistas inexpertos deberían saltar con cargas alares no superiores a 0.75 lbs/Ft². Expertos pilotos han saltado con cargas alares superiores a 3.0 lbs/Ft², resultando en una tasa de caída muy alta (como 50 mp/h de velocidad vertical) Debido a las altas velocidades de descenso y horizontales, cargas alares altas tienen sentido hasta un cierto límite. Para paracaidistas muy expertos una carga alar de 2.0 necesitará una concentración total y un sitio perfecto para cada aterrizaje. Pensad también en esas situaciones en que saltas con un chaleco de plomos, recuerda, la carga se refiere al peso total suspendido. Campanas muy cargadas nos dan mayor velocidad, “flares” más largos más sustentación y una respuesta más rápida a nuestras acciones. Campanas con menor carga alar serán menos estables, caerán menos, responderán más despacio y el “flare” será más corto, pero serán más permisivas en la apertura o en una malfunción. Cada campana necesita un mínimo de carga alar para mantener la estabilidad y no colapsarse. Si la carga es insuficiente tendremos menos velocidad y menor presión en las celdas. Las turbulencias pueden desinflar las celdas y hacer que el paracaídas se colapse.

An.III.2.4 OTROS COMPONENTES Y SU INFLUENCIA

An.III.2.4.1 Slider

Si miras arriba después de la apertura, veras que el Slider esta cogiendo aire, lo cual produce resistencia. En paracaídas de AR los sliders colapsables se usan para minimizar esta resistencia durante el vuelo (la superficie se reduce mediante un sencillo sistema de colapsado).

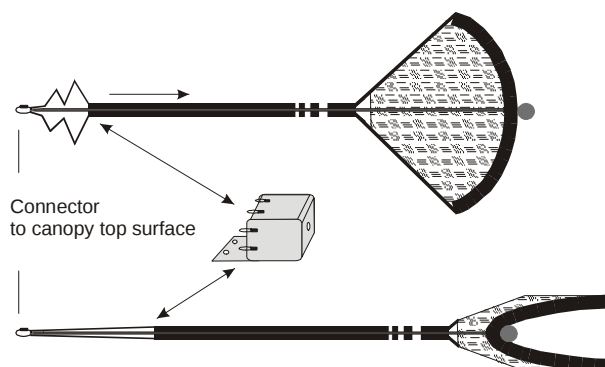


Otro problema del slider es que influye mucho en la forma de la campana. Si el slider permanece arriba impide que las líneas se expandan y la forma de la campana es más curvada, debido a la longitud más reducida de las líneas de fuera.

Bajando el slider por las bandas hasta dejarlo detrás del cuello nos ayudará a conseguir que la campana se extienda, aplanando la forma, obteniendo así una mejor aerodinámica y mejor rendimiento (Recuerda: Sólo baja el slider si no hay nadie cerca. Primero baja el slider y entonces coge los mandos). Otra buena razón para bajar el slider es evitar fricción con las líneas en los puntos de unión, donde los hollados del slider rozan constantemente con las líneas, sobre todo si el slider no esta colapsado.

An.III.2.4.2 Pilotillo

Otra resistencia inefectiva es el pilotillo. Después de la apertura el pilotillo no es necesario. La única razón para mantenerlo es evitar perderlo en cada salto. Para reducir esta fricción no deseada los pilotillos de campanas de alto rendimiento se colapsan igual que un “drogue” en una apertura de tandem.



Extreme Team - Photo by Jason Peters

Hay dos sistemas principales, pilotillo con “kill line” y pilotillo con goma elástica. La desventaja del primero es que si olvidamos descolapsarlo mientras plegamos nos encontraremos con una malfunción del tipo pilotillo a remolque. Bien mantenidos, los dos sistemas funcionan efectivamente y son seguros. Otro sistema, no diseñado para reducir resistencia, es el pilotillo retráctil para CRW. Éste se recoge sobre el borde superior para así no ser un inconveniente posterior.

An.III.2.4.3 Bandas

Las bandas enfrentan su superficie al viento. El tipo standard VIII (sobre 1 2/3" de ancho) producen mas resistencia que el tipo mini XVII (1" de ancho). Estas bandas "mini" son más fáciles de coger y reducen el volumen de plegado. Cuidado si usamos lazos en las bandas delanteras puesto que la mano o el altímetro pueden quedar enganchados en el, haciendo imposible recuperar la campana tirando de los mandos. Lo mas seguro son topes rígidos en las bandas para cogerlas mejor o si podemos coger directamente de los puntos de unión con las líneas al final de las bandas.

An.III.2.4.4 líneas

La cantidad y la longitud de las líneas también ofrecen resistencia. La industria paracaidista usa diferentes tipos de líneas con diferente finalidad. Difieren en fuerza, elasticidad, diámetro y durabilidad.

En campanas pequeñas lo más importante es mantener la aerodinámica y el trimado. Después de un cierto número de saltos, las aperturas cambian la longitud de las líneas por diversos factores. Como ejemplo, Cuando el slider baja por las líneas causa fricción que resulta en un aumento de temperatura, el cual después de muchos saltos cambia la longitud de las líneas. También en cada apertura las líneas se alargan un poco. Si sobrepasamos ciertos límites, esto puede afectar al trimado de la campana y la superficie aerodinámica se verá afectada causando drásticos resultados, sobre todo en campanas muy cargadas. Duración y resistencia son importantes para reducir el riesgo de una línea rota, y un diámetro mínimo resulta en una menor resistencia.

Las líneas están hechas de Dacron, Spectra o Vectran. En campanas pequeñas de alto rendimiento se suele usar Vectran por su pequeño diámetro y la ventaja de mínima elasticidad y resistencia. Las líneas Spectra (o micro) necesitan ser cambiadas cada 800 o 1000 saltos. Las Vectran deberían cambiarse cada 600 u 800.

An.III.2.4.5 Material

Los paracaídas clásicos con perfiles altos están hechos principalmente con nylon F-111. Las campanas más pequeñas y de alto rendimiento se hacen con materiales de porosidad cero (ZP) que es un nylon recubierto que impide el paso del aire. El material ZP es más fuerte, dura más y tiene una superficie más pura reduciendo la fricción. Un paracaídas fabricado con F-111 no durará mucho más de 1000 saltos mientras que uno de cero porosidad bien cuidado puede durar 2000 saltos o más.

An.III.3. ELECCIÓN DEL PARACAÍDAS

Hay muchos aspectos a tener en cuenta en la elección de un paracaídas. Diferentes formas, trimados y cargas resultan en diferentes características de vuelo. Cada paracaidista elegirá un tipo diferente dependiendo de sus objetivos. Estate seguro de que controlas tu campana actual antes de decidirte por otra más pequeña.

An.III.3.1 EXPERIENCIA

Normalmente, cuantos más saltos tengas, más experiencia tendrás en volar y aterrizar paracaídas, pero no solo el número de saltos afecta. Cada vez que pasamos mucho tiempo sin saltar perdemos un poco la fineza con el paracaídas y las referencias con el suelo. Recuperar esto nos llevara unos saltos, para sentir y volar igual que antes. Saltar regularmente y un buen entrenamiento te enseñara mucho en muy poco tiempo. Lo mismo que en caída libre, unos aprenden más deprisa y otros más despacio. Mayor número de saltos no significa más habilidad. Júzgate de manera objetiva y pregunta a paracaidistas expertos o instructores por su opinión.

An.III.3.2 PESO DE SALIDA

Al ser el peso suspendido de vital importancia en la carga alar, debemos de tenerlo muy en cuenta a la hora de elegir el tamaño de campana.

Es un error unir el número de saltos con la carga alar. Desde luego los menos expertos usaran una campana menos cargada que los expertos, pero la elección correcta depende del nivel individual para entender su campana, manejarla de manera segura y reaccionar bien en caso de aterrizajes de emergencia.

La carga alar para alumnos no debe superar 0.75 lbs/Ft². Los intermedios podrían bajar hasta un máximo de 1.0 lbs/Ft² y deberían continuar con esta campana hasta tener la habilidad de controlarla perfectamente. Aumentar la carga alar nos situará en esa área en el cual cualquier error puede tener dolorosas consecuencias. Estate seguro de que controlas tu campana en situaciones comprometidas antes de cambiarte a una más pequeña.

An.III.3.3 FORMA FÍSICA

Los paracaídas muestran diferentes comportamientos en la apertura. Algunos se abren suave, otros más rápido. Cuanto más rápida sea la apertura más afectará al cuerpo del saltador.

Aterrizar campanas pequeñas con cero viento suele acabar en una carrera para matar la velocidad. No ser capaz de correr (piensa también en la superficie de aterrizaje) puede llevarnos a un duro golpe. Las campanas grandes y con mucha curvatura vuelan menos en horizontal y tienen más velocidad vertical ocasionando a veces un aterrizaje duro.

An.III.3.4 ELEVACIÓN

La presión del aire a nivel del mar es mayor que en altura. Cuanto más alto, menos rendimiento obtendrás de tu paracaídas al aterrizar. Por cada 1000 ft, perdemos un 4 por ciento de rendimiento. Por tanto, si saltas en una zona que está a 5000 ft, perderás un 20% de su rendimiento.

An.III.3.5 ZONA DE ATERRIZAJE

Los aterrizajes rápidos necesitan más espacio. Es más fácil entrar con un paracaídas lento de 7 celdas en vertical en una zona pequeña que aterrizar uno de 9 celdas pequeño que vuela mucho paralelo al suelo.

Las zonas de aterrizaje en las D/Z suelen ofrecer suficiente espacio para aterrizar seguro. Si miramos la foto aérea y estudiamos los alrededores podremos encontrar zonas de aterrizaje alternativas sin dificultad. Si luego nos encontramos con una emergencia, no perderemos tiempo localizando un área segura. Mirando la foto aérea también obtendremos información sobre zonas de posibles turbulencias con diferentes vientos. Planea cada aterrizaje teniendo en cuenta estas zonas de turbulencias.

An.III.3.6 EL TRÁFICO DE ATERRIZAJE

Las zonas de saltos grandes operan aviones que cargan de 20 a 25 saltadores por vuelo. Cuanto más pequeña sea el área de aterrizaje y más campanas haya, mayor tráfico encontraremos para aterrizar en el mismo sitio. Primero asegúrate de que no haya nadie cerca, entonces vuela hacia la aproximación que planeaste. Si tu aproximación A no es posible para aterrizar de forma segura, no pienses en un plan B en el último momento. Hazlo con antelación. Saltar en zonas muy concurridas te exigirá concentración absoluta y una buena perspectiva del espacio aéreo.

An.III.3.7 VIENTOS

Cada sitio tiene sus vientos característicos en fuerza y dirección. Conocer estos vientos y sus posibles cambios de dirección te ayudará a pensar en un plan B para cada aproximación y eliminar las llamadas “decisiones de último segundo”. Cuanto más complicadas sean las condiciones, más cuidadoso has de ser en tu aproximación.

An.III.3.8 LA TEMPERATURA DEL AIRE

El aire frío tiene más presión que el cálido. En ambientes fríos las campanas vuelan mejor que en condiciones calurosas.

An.III.3.9 PROPÓSITO

Al haber muchas motivaciones diferentes para saltar y volar paracaídas, hay muchos modelos diferentes en el mercado. Muchos de estos paracaídas, aparte de los de alumno, CRW y precisión, son elípticos o semi-elípticos. En muchos casos paracaídas con una elongación mayor tendrán una forma más elíptica y serán más reactivos. Cuanto más pequeña y elíptica sea una campana mayor debe ser el nivel del piloto para aterrizarla con seguridad. Algunos abren más despacio, vuelan más rápido o producen más sustentación. Piensa acerca de tu motivación personal para volar paracaídas y encuentra lo que realmente satisfaga tus necesidades.

An.III.4. PILOTAJE

Los capítulos previos deberían darte información suficiente para entender como vuela un a campana y como cambia su forma y sus características según tus maniobras con mandos, bandas o con el arnés. Vamos a ver ahora como podemos usar esta influencia en la campana para volarla y aterrizarla de forma segura y obtener todo su rendimiento.

El pilotaje comienza en la apertura. Tan pronto como la campana esta fuera de la bolsa y ofrece resistencia, podemos influenciar en la apertura. Cuando la campana se ha abierto nuestra prioridad es un vuelo seguro, al mismo tiempo que nos aseguramos de alcanzar la zona de aterrizaje. Respetando las normas de seguridad es aquí donde podemos experimentar y probar las técnicas de



vuelo. Ahora con toda seguridad podemos familiarizarnos y aprender más de la campana. Hay cosas que no podemos aprender con altura. Necesitamos el suelo para juzgar la altura, la velocidad y la sensación de generar sustentación relativa a la tierra. También como nos afecta el viento es más fácil de apreciar cerca del suelo que con altura. Para aprender todo esto tenemos unos 10 seg. de aterrizaje por salto. Una enseñanza enfocada en paracaídas, técnicas de pilotaje hará que tus aterrizajes sea seguros antes de que lo puedas ni imaginar y te hará comprender porque el aterrizaje es a veces el momento más excitante de todo el salto.

An.III.4.1 APERTURA

Una buena apertura se caracteriza por una serie progresiva de sucesos. El pilotillo saca la bolsa del contenedor y permite a las líneas extenderse, sacándolas de las gomas. Esto produce resistencia incluso si la campana está dentro de la bolsa. Cuando las líneas están rectas, el paracaídas sale de la bolsa produciendo resistencia pero no sustentación. El peso suspendido actúa de forma vertical. El aire defleca sobre la superficie inferior y entra en las celdas, permitiendo al paracaídas el inflado. Dentro de las celdas el aire se acumula y la presión interior aumenta, dando a

éste la forma de un ala. Las corrientes de aire circulando entre el extradós y el intradós originan que la campana gane velocidad horizontal, mientras que el peso suspendido quiere mantener una caída recta. Al mismo tiempo el slider va bajando por las líneas y la imagen “de catedral” se va aplanando.

La velocidad horizontal de la campana, junto con la fuerza que ejerce el peso suspendido y el acortamiento de las líneas A/B, se traducen en una fuerza mayor en la nariz que en la cola dando al paracaídas la configuración de “nariz abajo” (trimado más pronunciado). El ala produce menos sustentación y resistencia hasta que las fuerzas se hayan equilibrado y el ángulo de ataque se incremente (el peso oscila hacia atrás). Los frenos puestos durante la apertura previenen o reducen el picado de ésta, minimizando la velocidad horizontal. Después de soltar los frenos la campana vuela en su ángulo y tiene sus características de vuelo neutras.

Un mal plegado o una mala posición en la apertura pueden ocasionar aperturas inusuales. A veces, incluso con un buen plegado y una buena posición, el paracaídas puede abrir de manera diferente a la que esperas. Si ésto ocurre a menudo, chequea tus plegados y tu posición. Si no encuentras ningún error quizá tu campana tenga muchos saltos o este fuera de trim.

An.III.4.1.1 Plegado

Un plegado limpio minimiza el riesgo de malas aperturas. Mientras pliegas piensa como tus acciones pueden afectar a la apertura.

Primero analiza tus plegados y paracaídas en...

Pilotillo

¿Cuanta resistencia es producida por el pilotillo? Uno fabricado de F-111 produce menos resistencia que uno de cero porosidad.

¿Qué tamaño tiene el pilotillo? Más grande más resistencia....

Líneas y gomas

¿Cuánta distancia de líneas dejas entre los puntos de unión con las bandas y la primera goma? –si no dejas distancia suficiente las líneas se pueden quedar atascadas en la esquina del reserva ocasionando un enrollamiento de cordones. Lo mismo puede ocurrir si pliegas el final de las bandas y las líneas por debajo del contenedor del reserva en vez de a los lados y luego debajo del contenedor principal. Si dejamos demasiada distancia tendremos una apertura rápida con el riesgo de nudos de tensión.

¿Qué tipo de líneas usas? Las líneas Dacron tienen más elasticidad que las Spectra, que abren más fuerte.

¿Con que facilidad salen las líneas de las gomas? Gomas apretadas y lazos grandes suavizan la apertura, pero si están muy apretadas puedes tener un enrollamiento o una bolsa cerrada. Si están sueltas y los lazos son pequeños podemos tener un “line dump” y por tanto una apertura bastante durita....

Tamaño de la bolsa

¿Cómo esta de apretado el paracaídas en la bolsa? Cuanto más este más le costará a la campana salir de ella.

Plegado de la campana y material

Lo que le hagas a la campana mientras pliegas sobre el orden ocurrirá en orden inverso en la apertura. Enrollar la nariz, meter celdas dentro, enrollar la cola, todo esto ralentizará la apertura. Dependiendo del tipo de paracaídas hay maneras diferentes de plegarlos correctamente. Echa un vistazo al manual del paracaídas y mira lo que el fabricante recomienda. Pon mucha atención al plegado del slider y asegúrate que esta presentando una gran superficie al viento en la apertura.

¿En que estado esta el material y como esta de porosidad? Cuanta más porosidad haya ganado, más aire entrara por los poros y mas lenta será la apertura.

Si no estas contento con tus aperturas piensa que es lo que no te gusta de ellas. Si abre muy rápido, intenta ralentizarla, si abre muy lento piensa como hacerla más rápida. Pon atención en plegar de manera simétrica si no tienes aperturas en el eje.

An.III.4.1.2 Posición del cuerpo

Una mala posición corporal a la hora de abrir puede causar una apertura fuera del eje o con enrollamiento de cordones. Durante la apertura mantén tus hombros simétricos. Levantando o bajando un hombro (por ejemplo para chequear la apertura) podemos originar una salida asimétrica de las líneas originando una rotación de la bolsa. Otra razón para mantener el cuerpo simétrico son las corrientes de aire a través de tu cuerpo. La campana que comienza a salir de la bolsa empezará a abrirse de manera asimétrica si coge aire antes de un lado que del otro, originando una rotación. Para cuando la campana este fuera de la bolsa ya habrás generado un enrollamiento de cordones.

Chequear la campana mientras esta se abre nos permitirá reaccionar más deprisa. Obsérvala con tu cabeza hacia detrás en vez de girarla, tan pronto como la resistencia ofrecida por el paracaídas ponga tu cuerpo en posición vertical tendrás una visión perfecta de lo que esta ocurriendo. Si todavía quieres girar la cabeza (Ej.: Si tienes cámara en el lateral) asegúrate de que es sólo tu cabeza y no también tus hombros lo que gira.

An.III.4.1.3 Control durante la apertura

¡La máxima prioridad durante la apertura es hacerlo con suficiente espacio aéreo libre! Los paracaídas a veces se abren fuera del eje y por eso es realmente importante con paracaídas rápidos tener espacio suficiente en la apertura (necesitaremos más separación vertical y horizontal, así que una buena deriva es obligada...)

Lanzar el pilotillo es la acción inicial de la apertura, pero para que la campana se abra de forma segura y en el eje podemos hacer mucho más que eso...

El principio de girar una apertura fuera de eje a su posición original funciona igual que cuando quieres parar un giro incontrolado en caída libre; iniciando un giro en la dirección opuesta. Echa un vistazo a tu apertura y entiende que está pasando. Si notas que tu campana se abre hacia la derecha, devuélvela a la izquierda usando la banda trasera izquierda o en campanas muy pequeñas inclinando el arnés. Balancea el cuerpo hacia tu banda de pierna izquierda. Haciendo esto conseguirás que la campana gire en esa dirección, volviendo a su posición original.

Usa las mismas técnicas para controlar tu campana en caso de que necesites evitar una colisión con otro paracaidista en la apertura. Estate siempre preparado para alejarte, incluso si tu campana no está abierta del todo, estate listo para actuar. La reacción más rápida y más efectiva será usando la s bandas traseras. Abre tu paracaídas y chequea la apertura mientras coges las bandas traseras (Si además miramos mientras las cogemos evitaremos desfrenados prematuros). Cheque que no hay trafico y solo cambia de las bandas a los mandos cuando no hay peligro cerca. Mirando y sabiendo que pasa a tu

alrededor, y además reaccionando a cada posible situación conseguirás que tus aperturas sean seguras.

An.III.4.2 VOLANDO CAMPANAS DE ALTO RENDIMIENTO

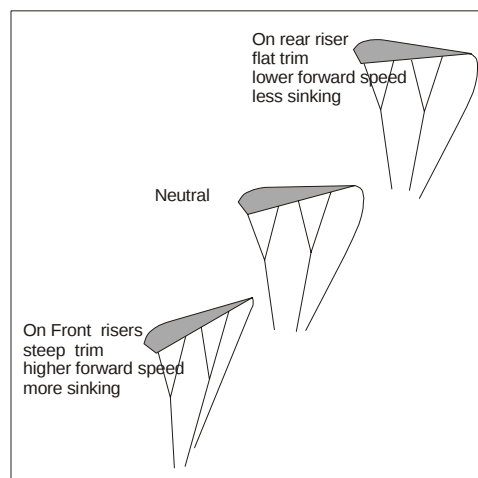
Primero ¿qué es una campana de alto rendimiento? Generalmente cuanto más alta sea la carga alar, más rápida es la campana y mayor su rendimiento, siempre y cuando la podamos aterrizar con seguridad.

An.III.4.2.1 Velocidad horizontal y vertical.

Dependiendo del tipo de paracaídas, tendremos un cierto rango de maniobrabilidad horizontal y velocidad vertical. Si reducimos la v vertical reducimos la horizontal. Si incrementamos la v vertical incrementaremos el componente horizontal.

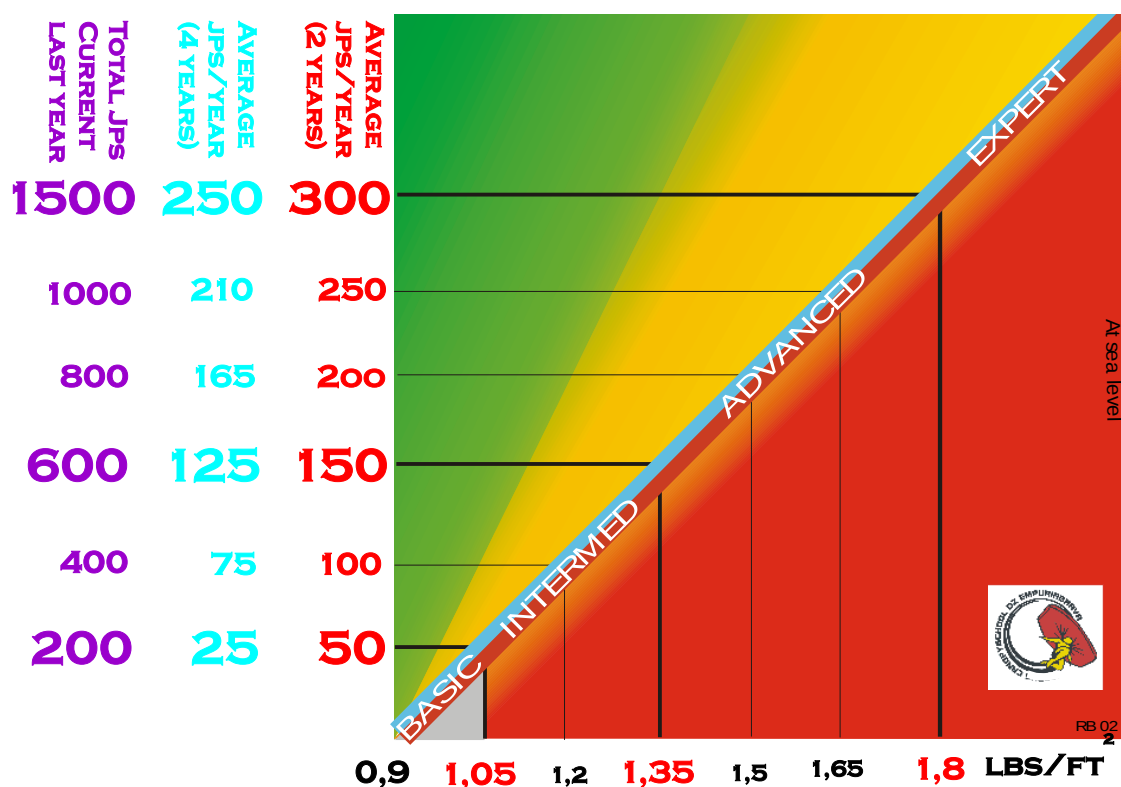
Para acelerar (horizontal y vertical) tira de las bandas delanteras, cambiando el ángulo de incidencia (ver 1.5). Ten cuidado puesto que si al tirar mueves la línea de cuerda por debajo del flujo de aire (teóricamente un ángulo de ataque negativo), la presión en la celda de la boca baja, la presión exterior presiona en el borde de ataque por la parte del extradós y como resultado el borde de ataque se enrolla por debajo del intradós, empujando aire fuera de la campana y anulando su capacidad de sustentación.

Para decelerar, tira de las bandas traseras y sustentaras más. Esta deceleración es solo práctica, hasta el punto en que el ala pierde su perfil aerodinámico. Aplanado el ángulo de ataque usando las bandas traseras, el paracaídas cae menos y reduce su velocidad al mismo tiempo. Ésto sucede hasta el punto en que entra en pérdida.



NOTAS:

**C.P.C.B CANOPY SCHOOL:
EXPERIENCE ASSESSMENT AND CLASSIFICATION**



	MAX LOADING		OK
	NEEDS SIGNING OFF FOR HIGHER LOADINGS		LIMIT (DEPENDENT ON FITNESS, PROGRESSION)
			OVERLOADED
			INSUFFICIENT SKILLS

RB 02

BASIC

EXIT WEIGHT in KG

For 9 cell, Zero P
at sea level

Canopy Size
in Square feet

	50	60	70	80	90	100	110	120
60	1,83	2,20	2,57	2,93	3,30	3,67	4,03	4,40
70	1,57	1,89	2,20	2,51	2,83	3,14	3,46	3,77
80	1,38	1,65	1,93	2,20	2,48	2,75	3,03	3,30
90	1,22	1,47	1,71	1,96	2,20	2,44	2,69	2,93
100	1,10	1,32	1,54	1,76	1,98	2,20	2,42	2,64
110	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40
120	0,92	1,10	1,28	1,47	1,65	1,83	2,02	2,20
130	0,85	1,02	1,18	1,35	1,52	1,69	1,86	2,03
140	0,79	0,94	1,10	1,26	1,41	1,57	1,73	1,89
150	0,73	0,88	1,03	1,17	1,32	1,47	1,61	1,76
160	0,69	0,83	0,96	1,10	1,24	1,38	1,51	1,65
170	0,65	0,78	0,91	1,04	1,16	1,29	1,42	1,55
180	0,61	0,73	0,86	0,98	1,10	1,22	1,34	1,47
190	0,58	0,69	0,81	0,93	1,04	1,16	1,27	1,39
200	0,55	0,66	0,77	0,88	0,99	1,10	1,21	1,32
210	0,52	0,63	0,73	0,84	0,94	1,05	1,15	1,26
220	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20
230	0,48	0,57	0,67	0,77	0,86	0,96	1,05	1,15

INTERMEDIATE

EXIT WEIGHT in KG

For 9 cell, Zero P
at sea level

Canopy Size
in Square feet

	50	60	70	80	90	100	110	120
60	1,83	2,20	2,57	2,93	3,30	3,67	4,03	4,40
70	1,57	1,89	2,20	2,51	2,83	3,14	3,46	3,77
80	1,38	1,65	1,93	2,20	2,48	2,75	3,03	3,30
90	1,22	1,47	1,71	1,96	2,20	2,44	2,69	2,93
100	1,10	1,32	1,54	1,76	1,98	2,20	2,42	2,64
110	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40
120	0,92	1,10	1,28	1,47	1,65	1,83	2,02	2,20
130	0,85	1,02	1,18	1,35	1,52	1,69	1,86	2,03
140	0,79	0,94	1,10	1,26	1,41	1,57	1,73	1,89
150	0,73	0,88	1,03	1,17	1,32	1,47	1,61	1,76
160	0,69	0,83	0,96	1,10	1,24	1,38	1,51	1,65
170	0,65	0,78	0,91	1,04	1,16	1,29	1,42	1,55
180	0,61	0,73	0,86	0,98	1,10	1,22	1,34	1,47
190	0,58	0,69	0,81	0,93	1,04	1,16	1,27	1,39
200	0,55	0,66	0,77	0,88	0,99	1,10	1,21	1,32
210	0,52	0,63	0,73	0,84	0,94	1,05	1,15	1,26
220	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20
230	0,48	0,57	0,67	0,77	0,86	0,96	1,05	1,15

ADVANCED

EXIT WEIGHT in KG

For 9 cell, Zero P
at sea level

Canopy Size
in Square feet

	50	60	70	80	90	100	110	120
60	1,83	2,20	2,57	2,93	3,30	3,67	4,03	4,40
70	1,57	1,89	2,20	2,51	2,83	3,14	3,46	3,77
80	1,38	1,65	1,93	2,20	2,48	2,75	3,03	3,30
90	1,22	1,47	1,71	1,96	2,20	2,44	2,69	2,93
100	1,10	1,32	1,54	1,76	1,98	2,20	2,42	2,64
110	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40
120	0,92	1,10	1,28	1,47	1,65	1,83	2,02	2,20
130	0,85	1,02	1,18	1,35	1,52	1,69	1,86	2,03
140	0,79	0,94	1,10	1,26	1,41	1,57	1,73	1,89
150	0,73	0,88	1,03	1,17	1,32	1,47	1,61	1,76
160	0,69	0,83	0,96	1,10	1,24	1,38	1,51	1,65
170	0,65	0,78	0,91	1,04	1,16	1,29	1,42	1,55
180	0,61	0,73	0,86	0,98	1,10	1,22	1,34	1,47
190	0,58	0,69	0,81	0,93	1,04	1,16	1,27	1,39
200	0,55	0,66	0,77	0,88	0,99	1,10	1,21	1,32
210	0,52	0,63	0,73	0,84	0,94	1,05	1,15	1,26
220	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20
230	0,48	0,57	0,67	0,77	0,86	0,96	1,05	1,15