

Factor de Carga y Aerodinámica

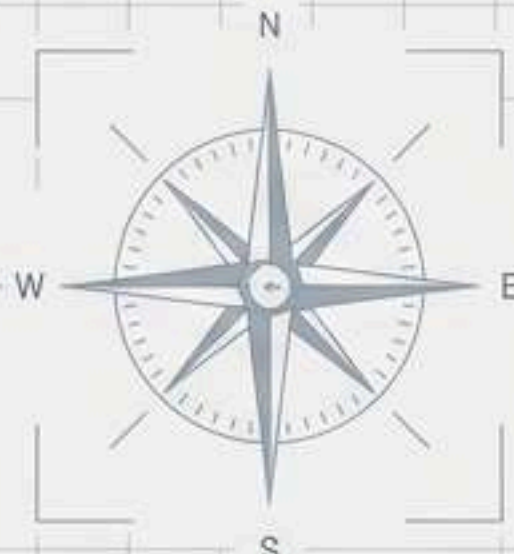
Comprendiendo las fuerzas invisibles, la velocidad de pérdida y los límites estructurales.



Ángulo de Alabeo: 60°

Velocidad de Pérdida Incrementada: $\sim 1.41x V_s$

Ángulo de Alabeo: 60°
Factor de Carga: 2.0 G



La Inercia y la Primera Ley de Newton

Toda fuerza aplicada a una aeronave que intente cambiar su estado de movimiento resultará en una carga sobre la estructura.

- Vuelo Recto y Nivelado: Fuerzas en equilibrio (1G).
- Curvas y Ascensos: Requieren aceleración para vencer la inercia (Carga > 1G).



Equilibrio



Aceleración = Estrés Estructural

Definición del Factor de Carga (n)

Relación entre la sustentación generada y el peso de la aeronave.

$$\text{Factor de Carga (n)} = \frac{\text{Sustentación (L)}}{\text{Peso (W)}}$$



Ejemplo Base (Vuelo Nivelado)

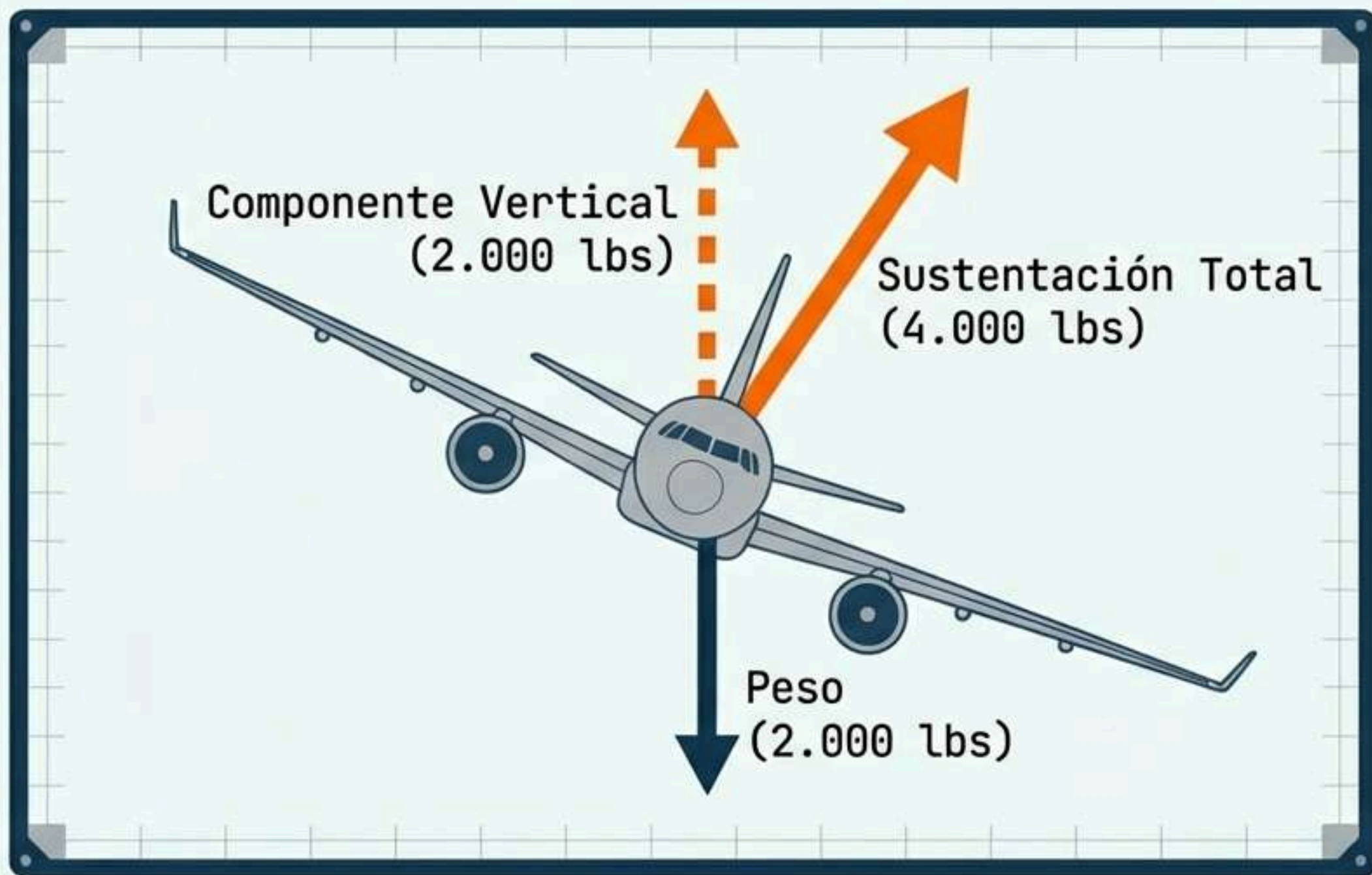
Peso Aeronave: 2.000 lbs

Sustentación Req: 2.000 lbs

Cálculo: $2.000 / 2.000 = 1,0 \text{ G}$

La estructura soporta 1x su propio peso.

Maniobras: El Viraje Coordinado (60°)



El Costo del Viraje

Para mantener altitud, el componente vertical debe igualar el peso.

A 60° de inclinación, la sustentación total debe duplicarse.

$$\frac{4.000 \text{ lbs}}{2.000 \text{ lbs}} = 2 \text{ Gs}$$

La estructura soporta 2x su propio peso.

La Trampa Exponencial del Banqueo

$$n = \frac{1}{\cos(\theta)}$$



Cambios Abruptos de Cabeceo

Inicio de Ascenso



Peso: 2.000 lbs | Sustentación: 3.000 lbs

1,5 Gs

Recuperación de Descenso



La inercia fuerza el descenso, la sustentación fuerza el ascenso.

1,5 Gs

Key Insight: La rapidez del movimiento del control multiplica la carga estructural.

Cargas Bajas y Gravedad Cero



Nariz Abajo

Descarga Parcial

→ Acción: Empujar control.

$$\Rightarrow \frac{1.000 \text{ lbs (Sustentación)}}{2.000 \text{ lbs (Peso)}} = \mathbf{0,5 Gs}$$

↘ Sensación de **ligereza**.

Ingravidez (Zero G)

↘ Acción: Empujar hasta anular sustentación.

$$\Rightarrow \frac{0 \text{ lbs}}{2.000 \text{ lbs}} = \mathbf{0 Gs}$$

↘ **Caída libre acelerada** (9,8 m/s²).

Fuerzas Externas: Ráfagas de Viento

Ráfaga Ascendente



$$\frac{2.500 \text{ lbs}}{2.000 \text{ lbs}} = \mathbf{1,25 \text{ Gs}}$$

Aumento de Estrés

Ráfaga Descendente



$$\frac{2.000 \text{ lbs}}{2.500 \text{ lbs}} = \mathbf{0,8 \text{ Gs}}$$

Descarga Momentánea

El Peligro Oculto: Velocidad de Pérdida (V_s)

La velocidad de pérdida publicada en el manual es válida solo a 1G.

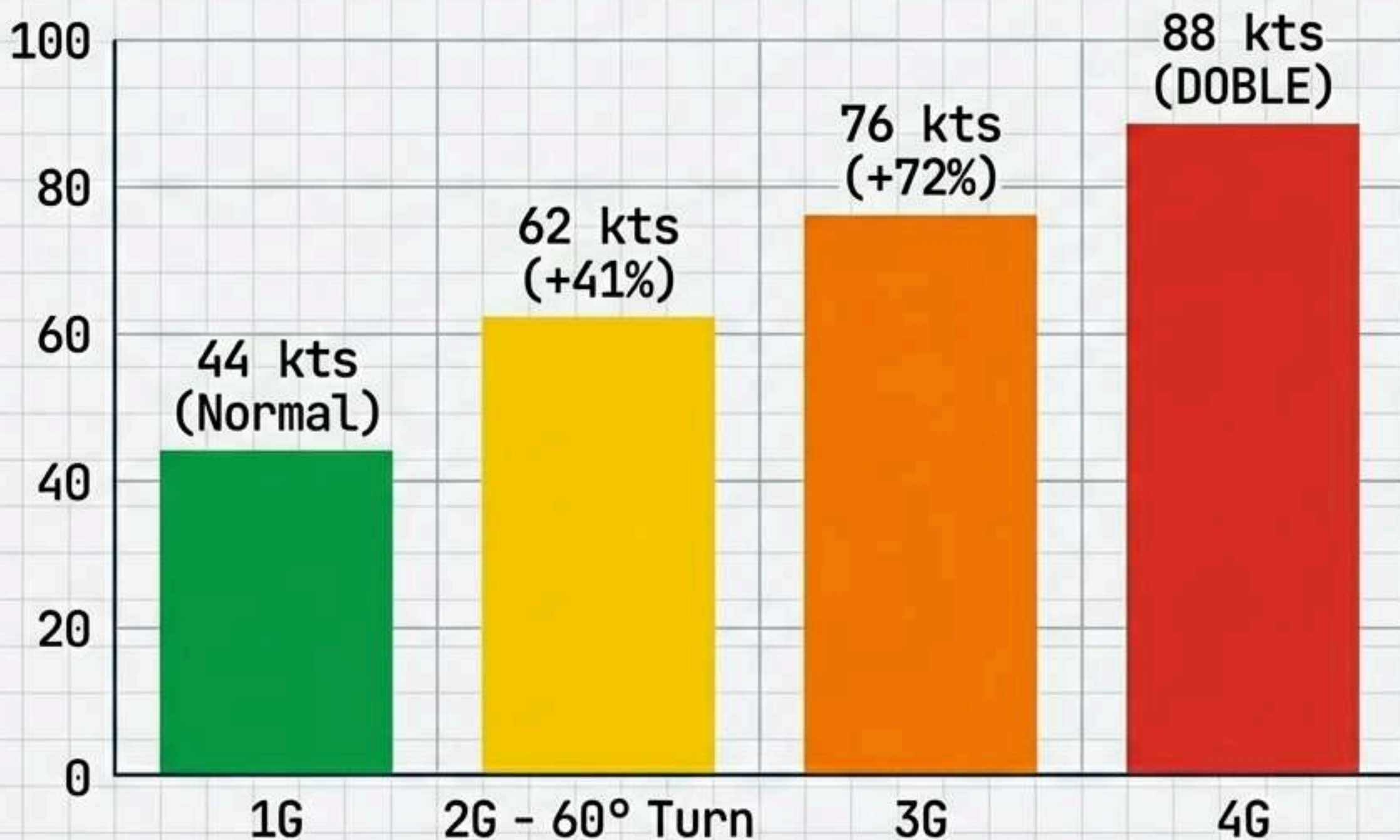


$$V_{\text{nueva}} = V_s(1G) \times \sqrt{\text{Factor de Carga}}$$

Pérdida Acelerada: El avión puede dejar de volar a altas velocidades.

Cálculo de Riesgo: Vs vs. Gs

Aeronave ejemplo con $V_s = 44$ nudos.



Cálculos

$$44 \times \sqrt{2} = 62$$

$$44 \times \sqrt{3} = 76$$

$$44 \times \sqrt{4} = 88$$

Límites de Diseño Estructural



Factor de Carga Límite:
Máxima fuerza G sin
deformación permanente.

MARGEN DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL



Límite 2Gs (Avión 2.000 lbs) = Soporta 4.000 lbs garantizados.

No Son Solo las Alas

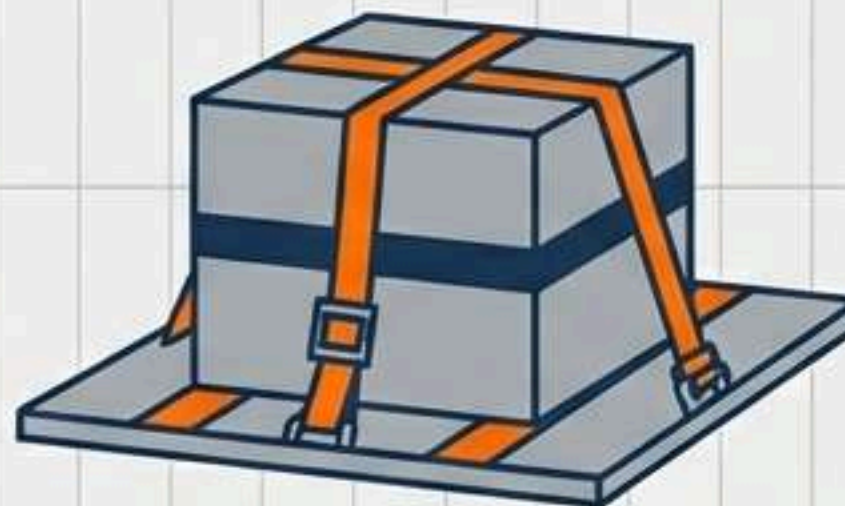
La aceleración multiplica el peso de cada componente interno.

Pasajero (160 lbs) @ 3Gs



Peso Efectivo: 480 lbs





Carga (50 lbs) @ 3Gs



Peso Efectivo: 150 lbs

Objetos sueltos = Proyectiles.

Categorías de Certificación

Normal	Utilitaria	Acrobática	Transporte
			
+3,8G / -1,52G	+4,4G / -1,76G	+6,0G / -3,0G	+2,5G / -1,0G
No acrobática	Acrobacia limitada	Maniobras extremas	Baja tolerancia

! NOTA: Los límites se reducen con FLAPS extendidos (aprox. +2,0G).

Midiendo la Carga: El Acelerómetro



Sin este instrumento, el piloto debe confiar en su entrenamiento y respetar estrictamente el manual (POH).

Resumen Operativo

1. **Física:** Factor de Carga = Sustentación / Peso.
2. **Causas:** Virajes y jalones multiplican el estrés.
3. **Peligro:** Vs aumenta con la raíz cuadrada de G.
4. **Límites:** Conozca su categoría (Normal vs. Acrobática).
5. **Cabina:** Asegure carga y pasajeros para altas Gs.

Vuele dentro del "sobre". La integridad estructural depende de sus decisiones.