



AERODINÁMICA

CLASE III - PRESIONES

Objetivos

- ✓ Introducir al alumno en los efectos de las presiones en la aerodinámica
- ✓ Comprender la importancia para el vuelo

Reseña:

- ✓ Aerodinámica Práctica para pilotos comerciales, Jorge A. Prelooker
- ✓ https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/phak/media/21_phak_glossary.pdf
- ✓ RAAC 91, ANAC

NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Temario

Presiones

Teorema de BERNOULLI

Reflexiones

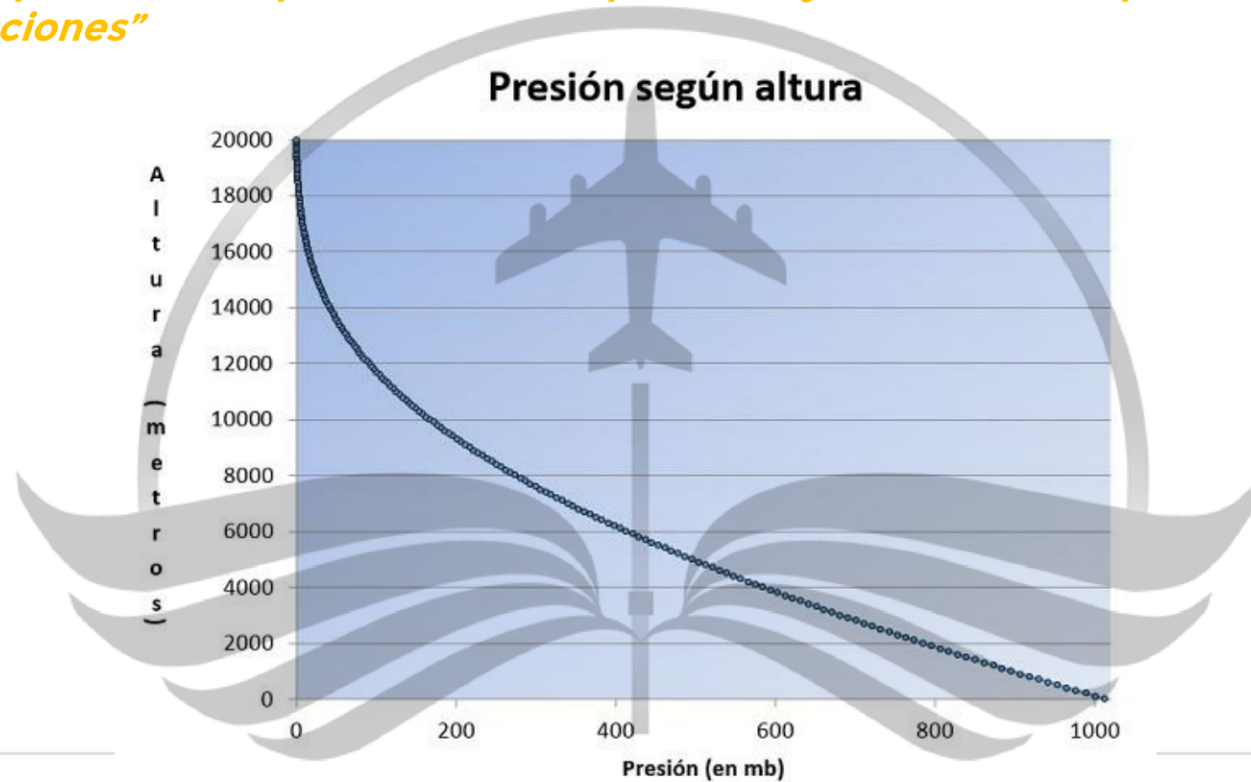
NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Presiones

- *“Es el peso del aire por unidad de superficie, ejerciendo dicha presión en todas direcciones”*



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Estática

- *“La presión estática es la presión que indica un dispositivo de medida moviéndose con el fluido o un dispositivo de medida que no introduce cambios de velocidad en el fluido”.*



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Dinámica

- *“La presión dinámica es la diferencia entre la presión total y la presión estática”*



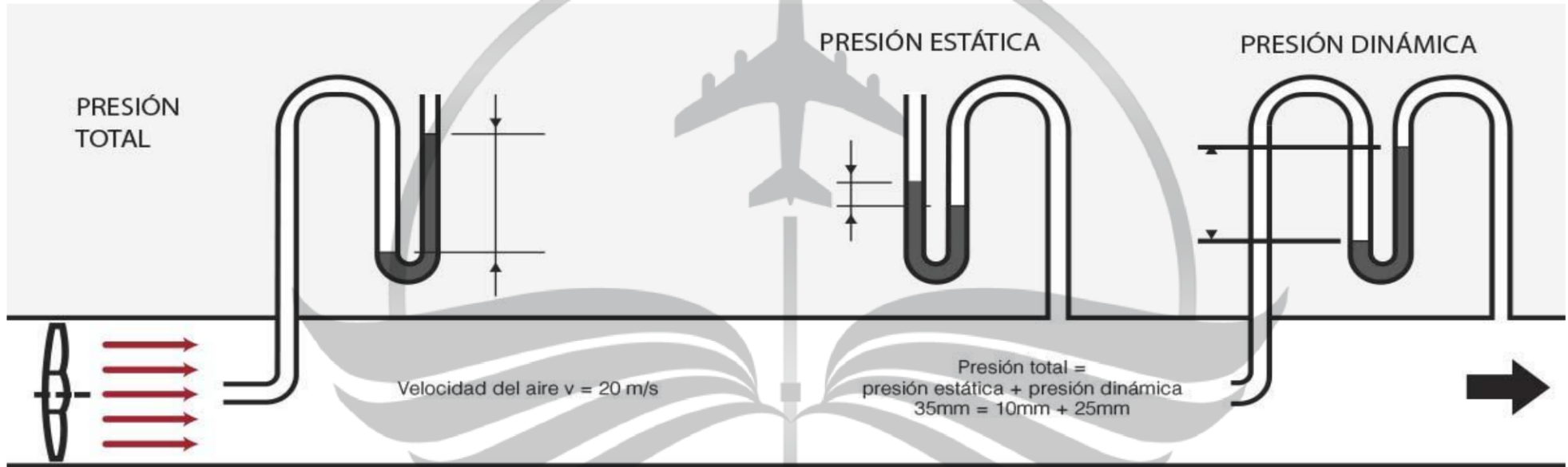
NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Total

- “La presión total es igual a la suma de la presión estática más la dinámica”*



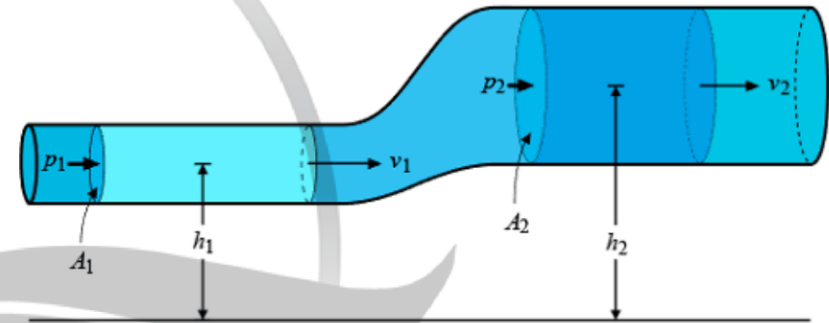
NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Teorema de BERNOULLI

- Físico matemático suizo
- Aplicable en los fluidos incompresibles
- *Incompresibilidad del aire a baja velocidad*



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Teorema de BERNOULLI

- Antecedentes:
 - Característica de los flujos estacionarios respecto de la constancia de su caudal
 - Ecuación de continuidad de Castelli
 - Principio de conservación de energía
 - Factores de incidencia en el valor de la PD



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Teorema de BERNOULLI

- Característica de los flujos estacionarios respecto de la constancia de su caudal

Caudal: Q

Superficie de la sección: S

Velocidad: V

$$Q = S * V$$

Caudal constante = flujo estacionario (tipo de flujo en el aire)

$$Q = S * V = K$$

NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Teorema de BERNOULLI

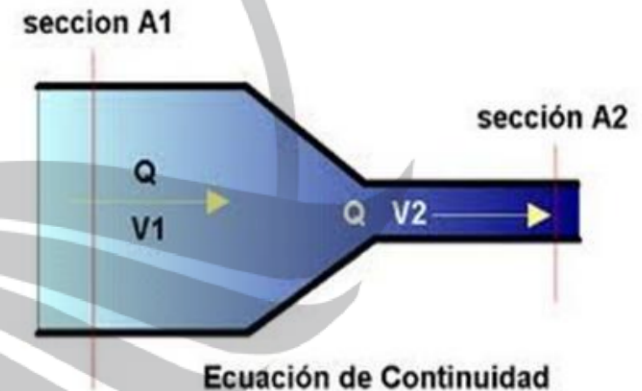
- Ecuación de continuidad de Castelli:

“Variaciones de velocidad de un flujo con inversamente proporcionales a las variaciones de las secciones de un tubo”

Es decir:

sección menor = + velocidad

sección mayor = - velocidad



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Teorema de BERNOULLI

- Principio de conservación de energía

“La energía de que está dotado el Universo es constante, no siendo posible crearla o perderla: solo transformarla”

Energía: hidráulica, solar, eléctrica, atómica, **mecánica**, etc

Energía mecánica:

*Energía potencial (E_p)= Peso (W) * Altura (h)*

*Energía cinética (E_k) = $\frac{1}{2}$ masa (m) * Velocidad (V) al cuadrado*

Energía total (E_t)= $E_p + E_k$

NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Teorema de BERNOULLI

Pelota con
menos energía
potencial y más
energía cinética

Pelota con
energía
potencial
y cinética

Pelota con energía
potencial y sin
energía cinética

Lista para rodar
*La energía potencial de una
pelota aumenta con la altura
a la que está colocada.*

NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Teorema de BERNOULLI

- Factores de incidencia en el valor de la PD

*“Presión dinámica (q) = $\frac{1}{2}$ densidad (ρ) * Velocidad (V) al cuadrado”*

Impacto para el vuelo (variaciones cuadráticas):

aumento de densidad = q se incrementará la mitad

aumento de la velocidad = q se duplicará

NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Teorema de BERNOULLI

“Si por conservación de la Energía la suma de las presiones estática y dinámica no varía, siendo además la densidad constante por tratarse de fluidos incompresibles, y verificándose las variaciones de velocidad demostradas por Castelli, para mantener las igualdades expresadas es necesario que se produzcan variaciones inversas en la presión estática”

NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Teorema de BERNOULLI

*“Si por **conservación de la Energía** la suma de las presiones estática y dinámica no varía, siendo además la **densidad constante** por tratarse de fluidos incompresibles, y verificándose las **variaciones de velocidad** demostradas por Castelli, para **mantener las igualdades** expresadas es necesario que se produzcan **variaciones inversas** en la presión estática”*

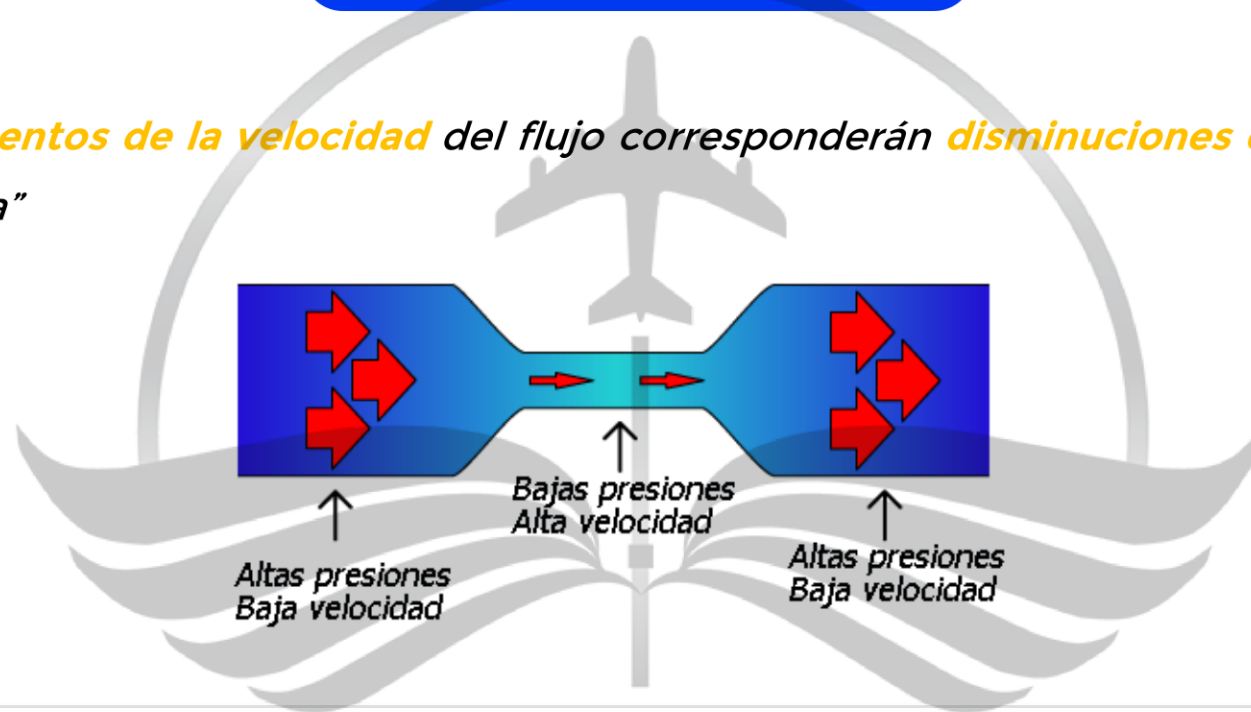
NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Teorema de BERNOULLI

*“A **aumentos de la velocidad** del flujo corresponderán **disminuciones en su presión** estática”*



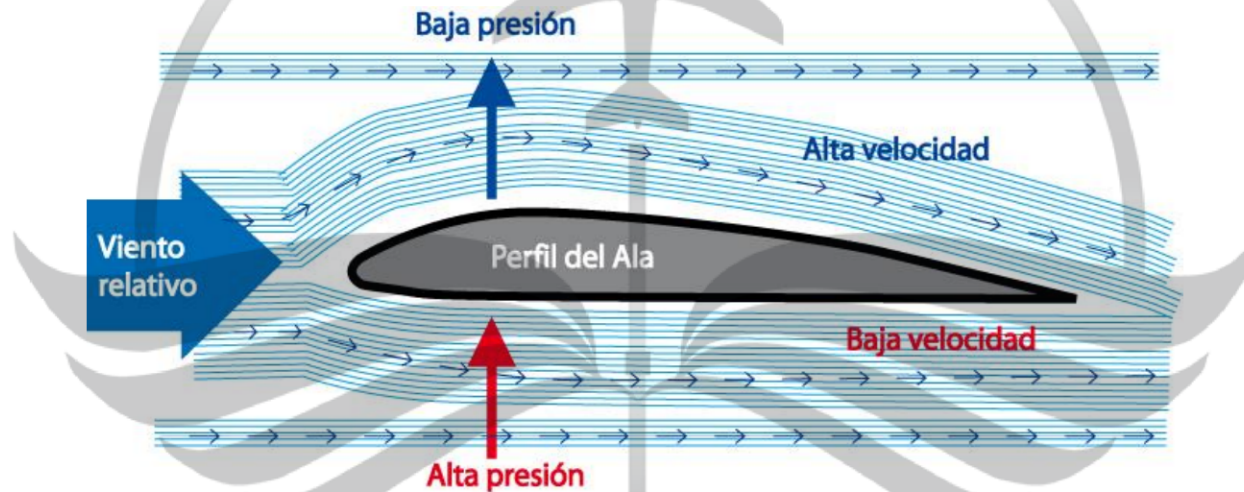
NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Teorema de BERNOULLI

*“A **aumentos de la velocidad** del flujo corresponderán **disminuciones en su presión** estática”*

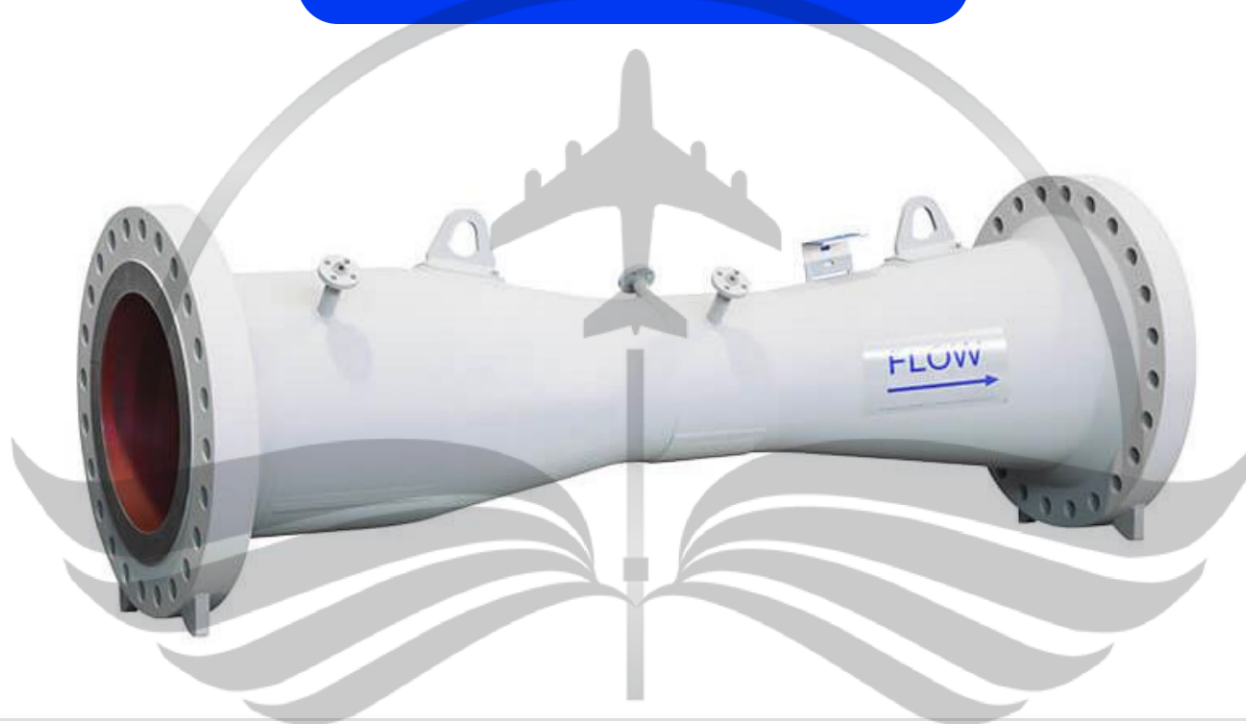


NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Tubo Venturi

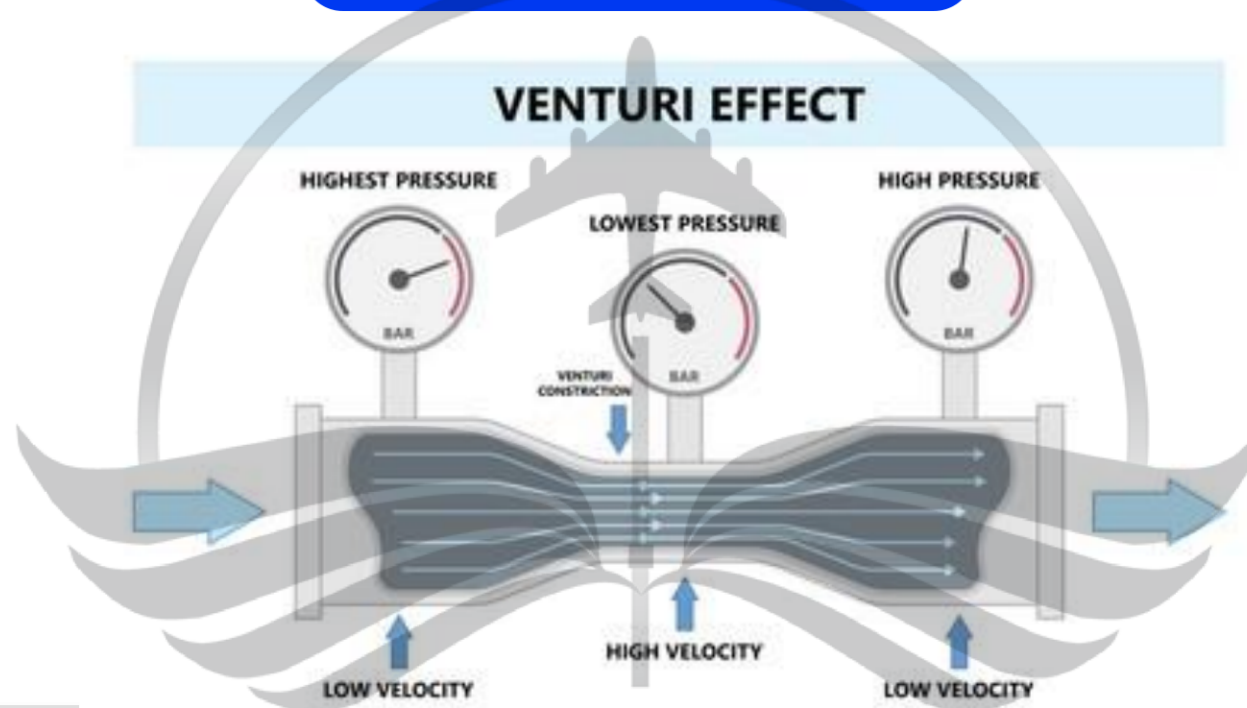


NOTAS

ISEAP

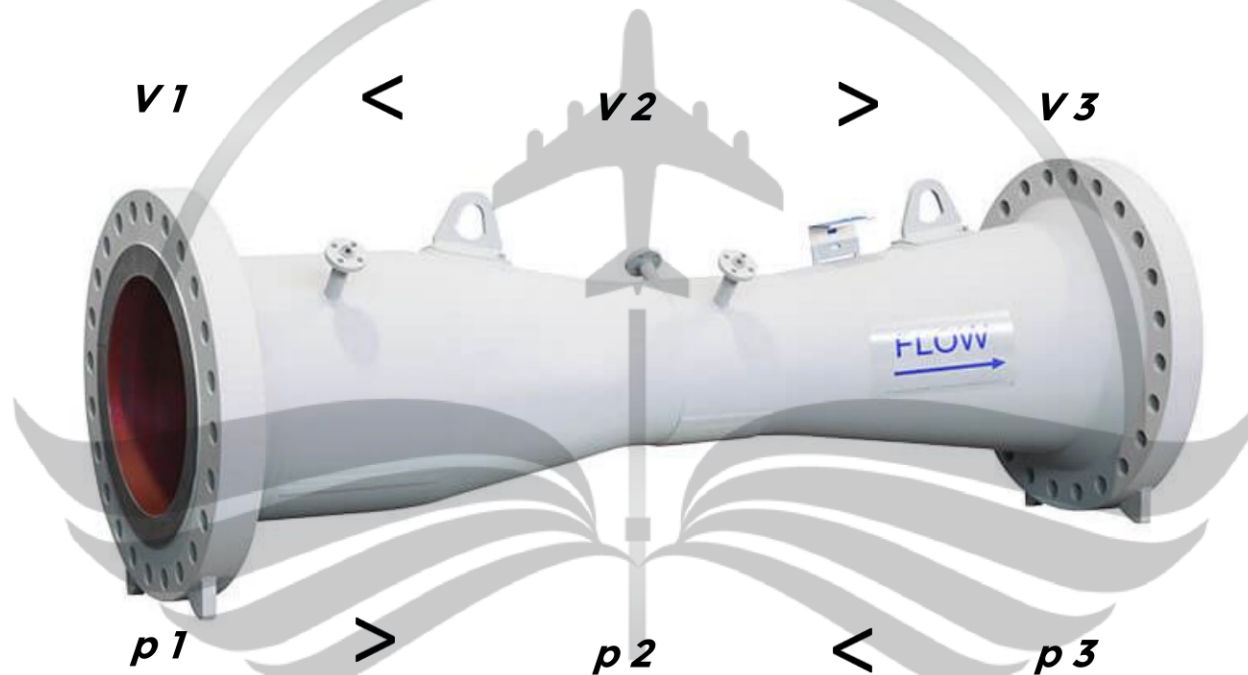
AERONAUTICAL ACADEMY

Tubo Venturi



NOTAS

Tubo Venturi

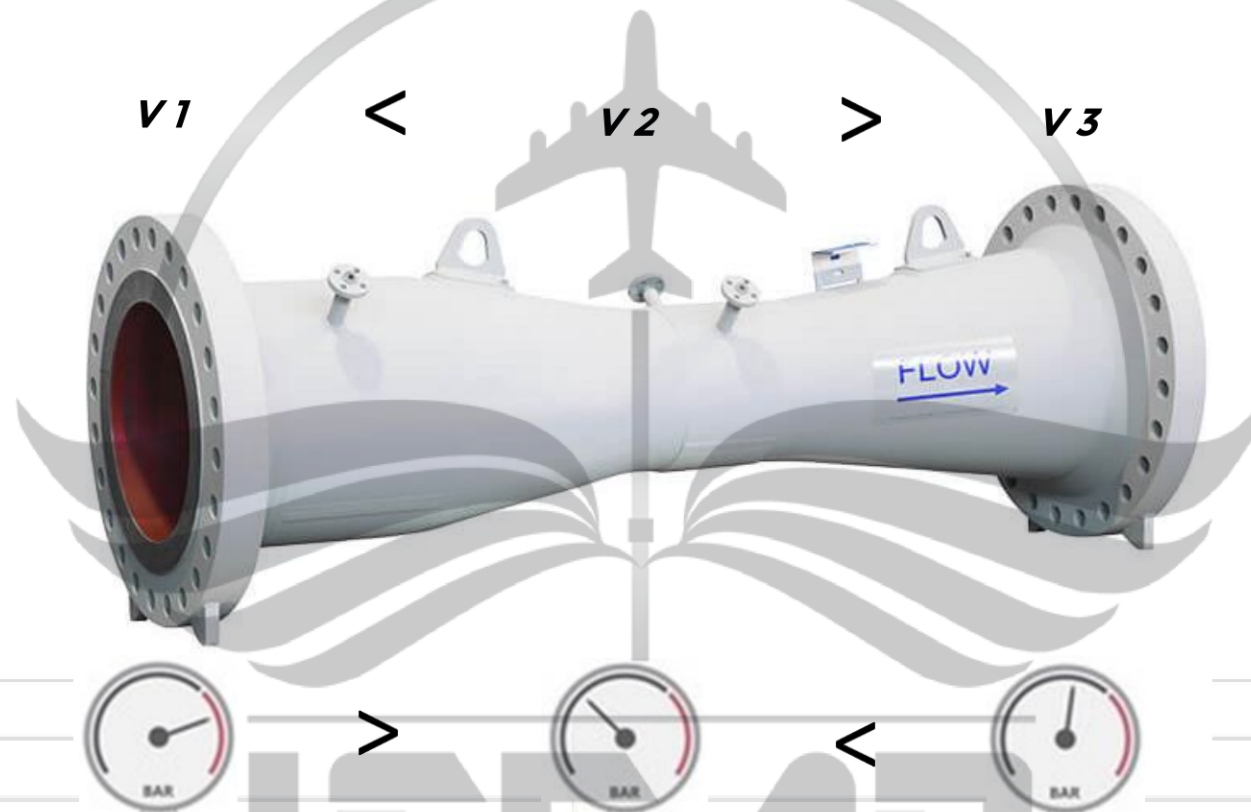


NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Tubo Venturi

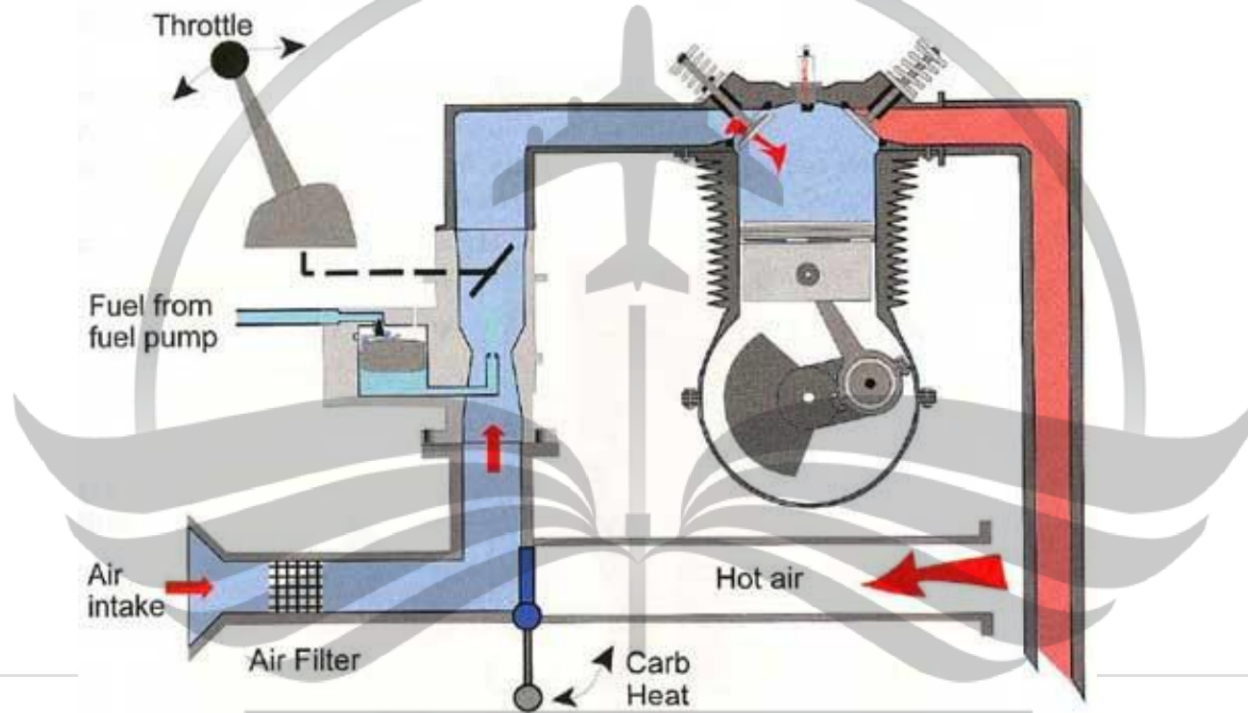


NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Venturi del carburador

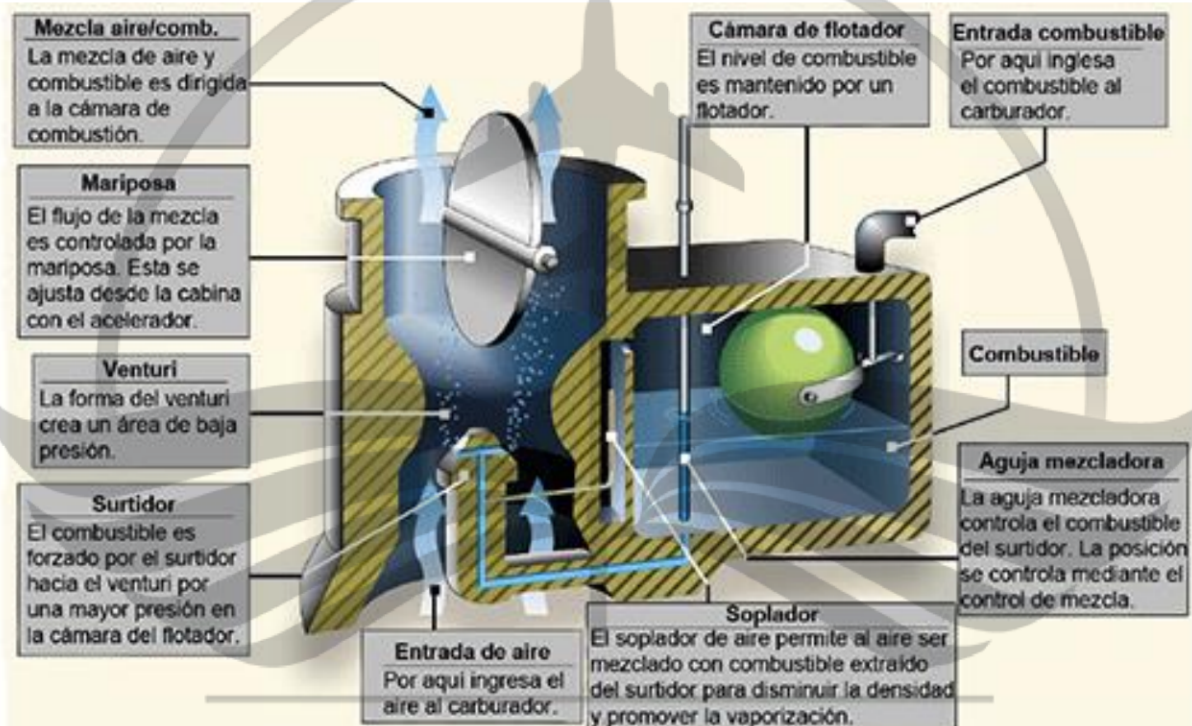


NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Venturi del carburador



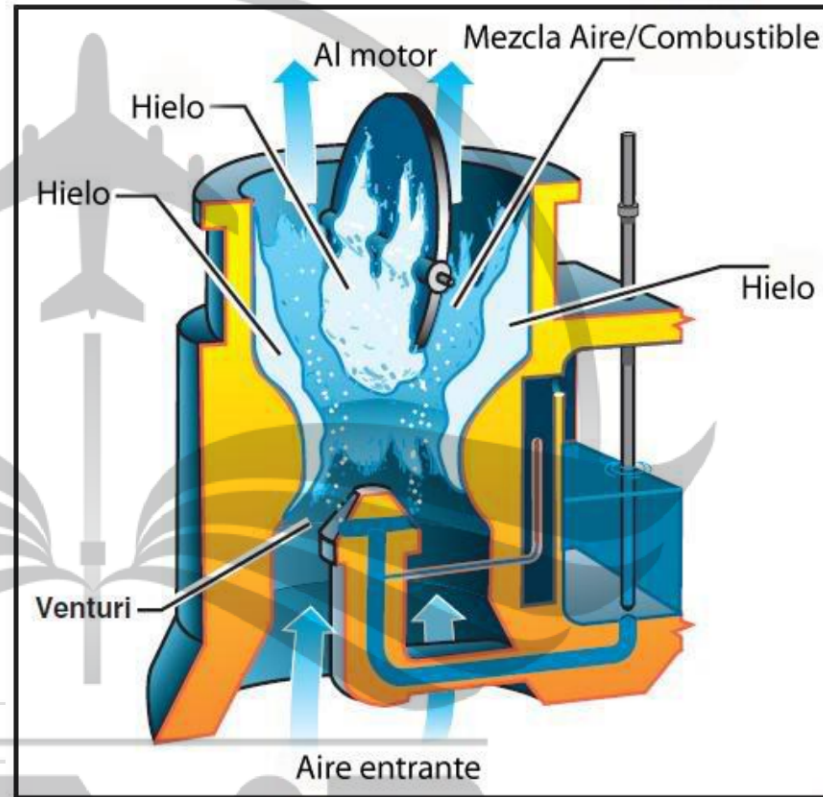
Carburador de tipo de flotador

NOTAS

Venturi del carburador

Formación de hielo:

- *Boca del carburador*
- *Igualdad de secciones S_1, S_2*
- *Menor aceleración = menos caída de presión*
- *Menor succión = menos combustible al motor*

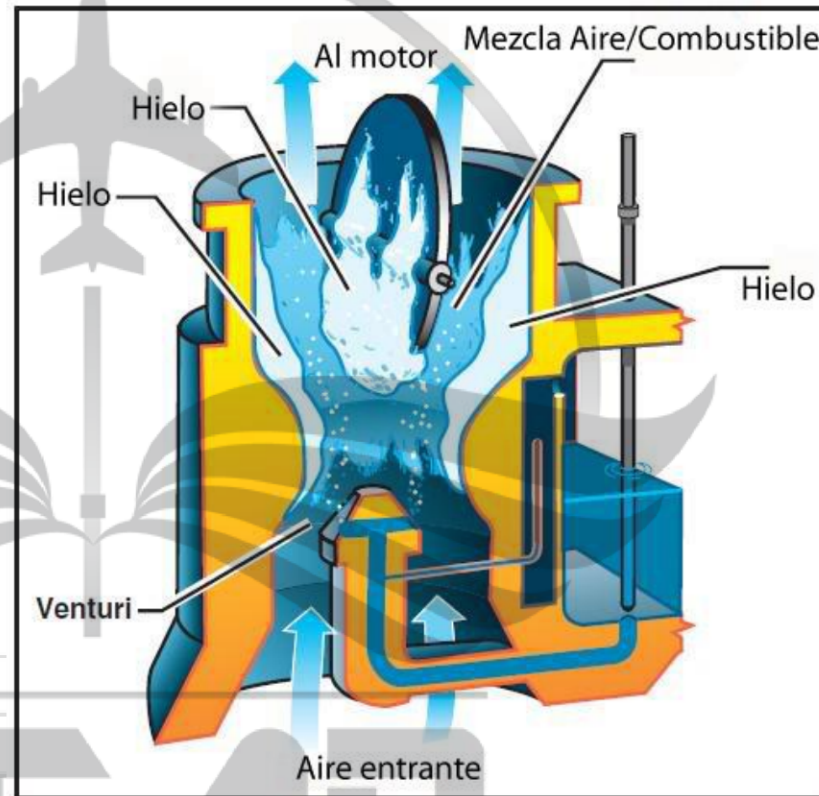


NOTAS

Venturi del carburador

Combatir formación de hielo:

- *Sistema anti-hielo*
- **Preventivo**
- **Deber ser usado con anterioridad a la formación de hielo**



NOTAS

Venturi del carburador

Situaciones propensas a la formación de hielo:

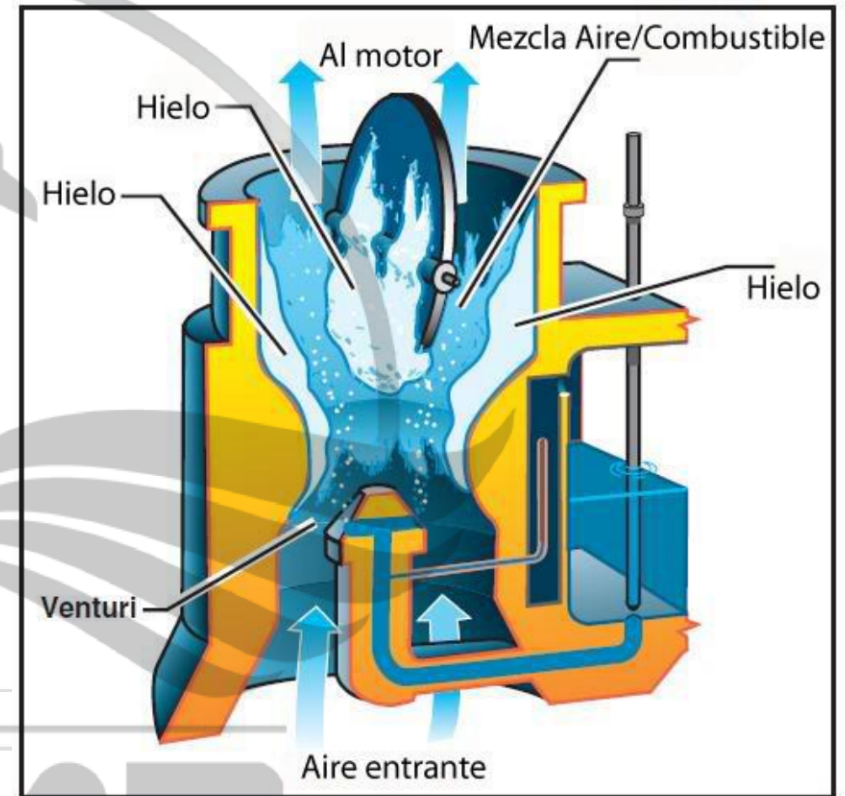
- *Baja potencia*
- *Acelerador reducido*
- **Motivos:**

Mariposa

Dif. Secciones

Temp. aire caliente

- **Recomendación: no operar el motor en reducido por mucho tiempo**



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Presiones - Teorema de BERNOULLI

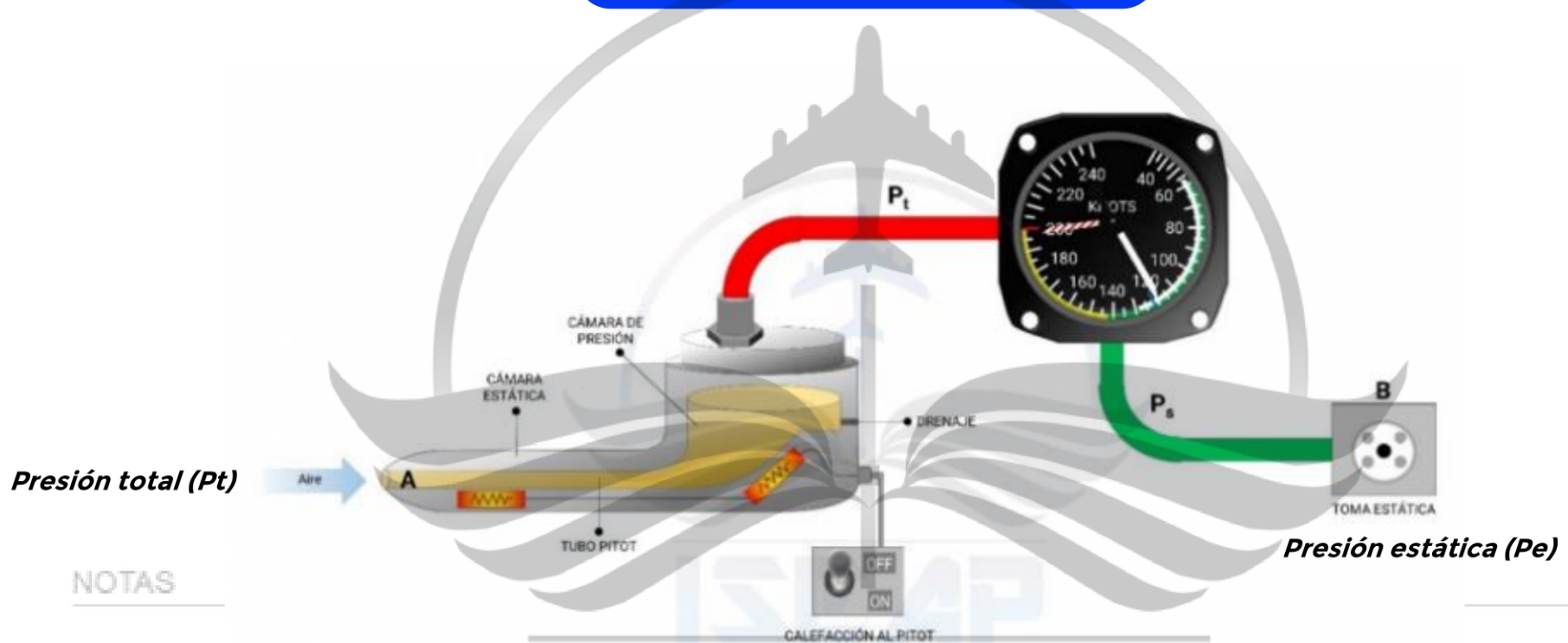


NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Sistema tubo pitot

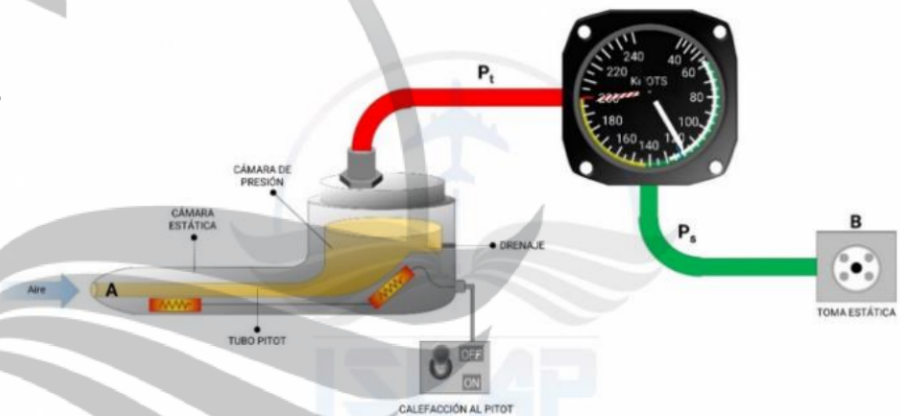


$$\text{Presión total } (P_t) - \text{Presión estática } (P_e) = \text{Presión dinámica } (P_d)$$

Sistema tubo pitot

Formación de hielo:

- *Zona de impacto en la zona de entrada de aire*
- *Disminución tamaño de orificio*
- *Obstrucción del tubo*



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

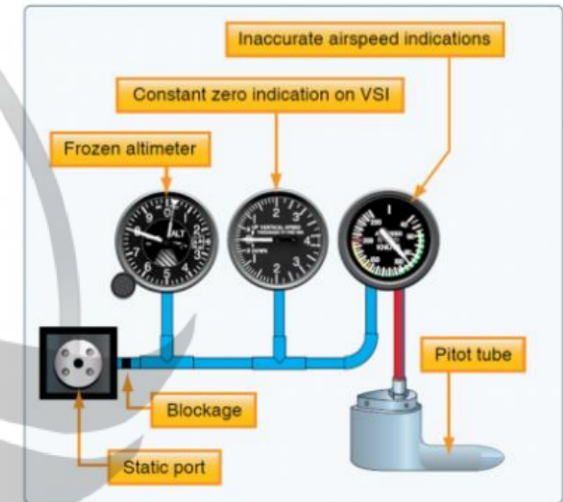
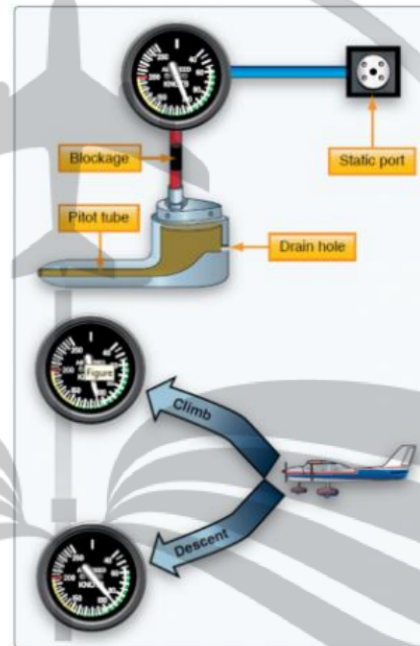
Sistema tubo pitot

Medidas preventivas - Formación de hielo:

- *Disminución tamaño de orificio:*

*alteraciones en velocidad indicada
velocidad mayor o menor a la
indicada*

- *Obstrucción total = velocidad a cero*



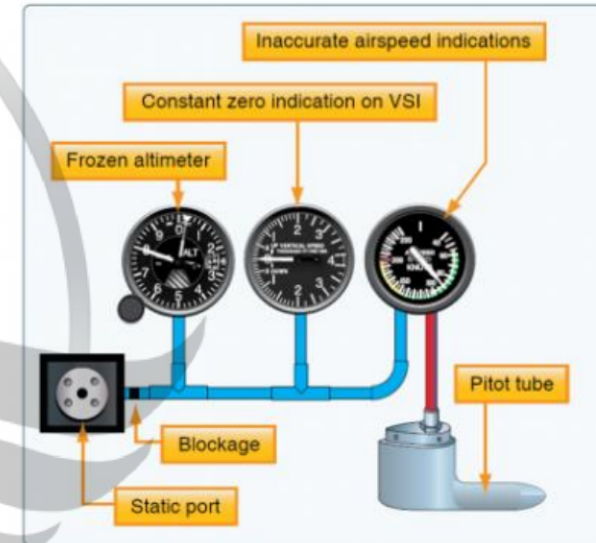
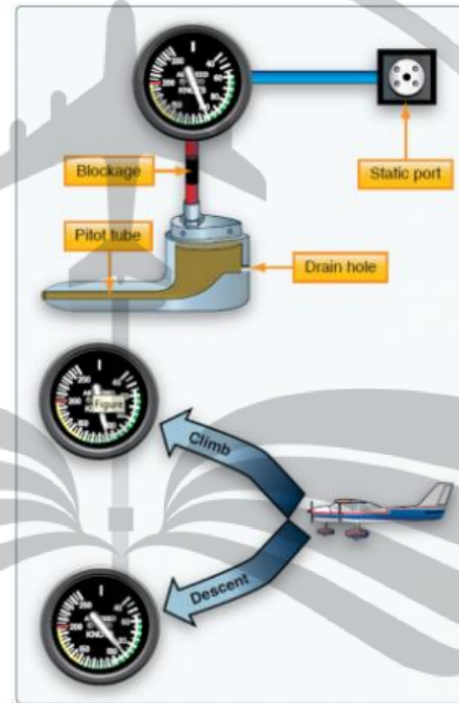
NOTAS

Sistema tubo pitot

Indicaciones en cabina - Formación de hielo:

- *Sistema anti-hielo*
- **Preventivo**
- **Deber ser usado con anterioridad a la formación de hielo**

NOTAS



Efecto del engelamiento

- Formación en el borde de ataque (impacto)
- Luego, se extiende para atrás
- Efectos adversos:

Generación de sustentación (deformación
perfil alar)

Aumento de peso



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Efecto del engelamiento

- Hielo granulado, muy poroso, quebradizo y de fácil remoción
- Sistemas anti-hielo:
 - Correctiva “deshielo de alas”
 - Después de la formación de hielo
- Aviones baja velocidad:
 - botas deshieladoras
- Aviones alta velocidad:
 - tuberías pegadas a la piel del borde de ataque



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Efecto del engelamiento

- Hielo cristalino:
 - Formado detrás del borde de ataque
 - Hélices*
- Problemas:
 - Hielo muy adhesivo
 - No existe protección en la superficie alar
- Consideraciones:
 - Evitar zonas de formación de hielo
 - Estacionados a la intemperie requiere lavado (agua y glicol)



NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY

Reflexiones finales

- ✓ La presión influye directa e indirectamente en la performance y operación de las aeronaves
- ✓ El Teorema de Bernoulli permite entender los efectos de la masa del aire en el avión y sistemas asociados
- ✓ *Hay que tener presente el efecto del Teorema de Bernoulli en los distintos sistemas o superficies de la aeronave y comprender sus consecuencias*

NOTAS

ISEAP

AERONAUTICAL ACADEMY



¿Preguntas?

Lic. Carlos Javier Rohde

cjrohde1985@gmail.com