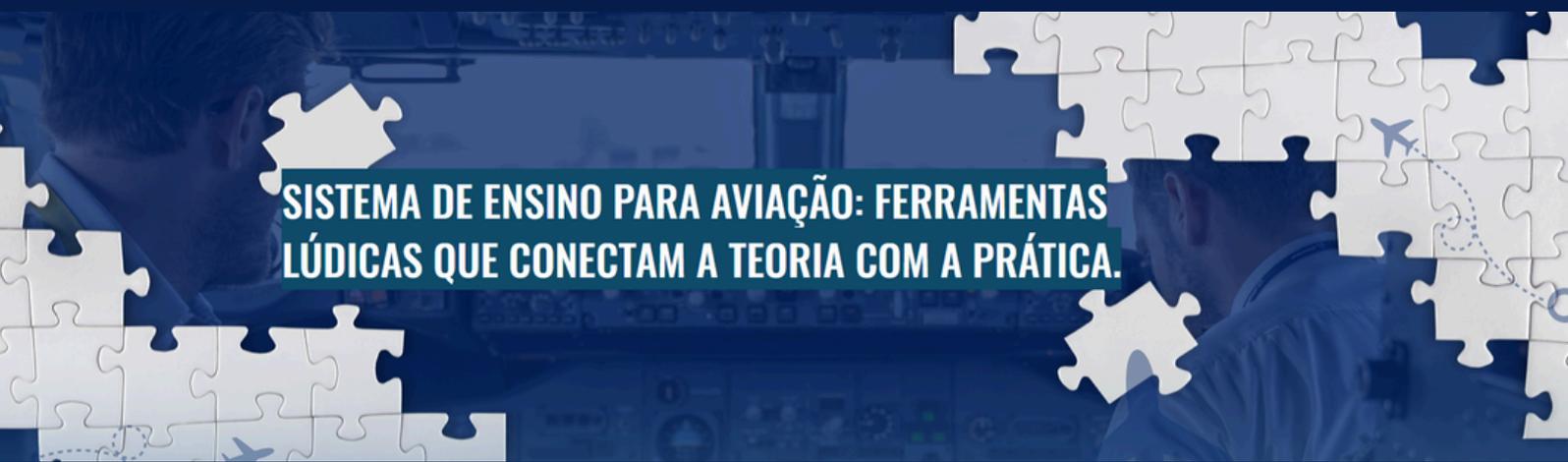




Parabéns! Você acaba de ter acesso a Versão Anotação dos Slides que fazem parte do Sistema de Ensino da Espaço Aéreo, presente nas principais Universidades, CIACs e Escolas de Aviação do Brasil.

Esse conteúdo foi desenvolvido usando metodologias ativas, gamificadas e conceitos de Sala Invertida, tudo para garantir que o aprendizado possibilite você a conectar a teoria com a prática.



**SISTEMA DE ENSINO PARA AVIAÇÃO: FERRAMENTAS LÚDICAS QUE CONECTAM A TEORIA COM A PRÁTICA.**

O futuro já chegou na sua aula. Tenho acesso a versão animada dos slides, vídeos de até 20 minutos de todo conteúdo, e-books, mapas mentais, estudos de caso, simulados, resumos, jogos e muito mais.

Verifique com seu professor o link de acesso específico para o material do seu curso ou então conheça todas nossas soluções em:

**[WWW.ESPACOAREO.COM](http://WWW.ESPACOAREO.COM)**



**GAMIFICAÇÃO**



**METODOLOGIAS ATIVAS**



**ESTUDOS DE CASO**



**SALA INVERTIDA**



1

---

---

---

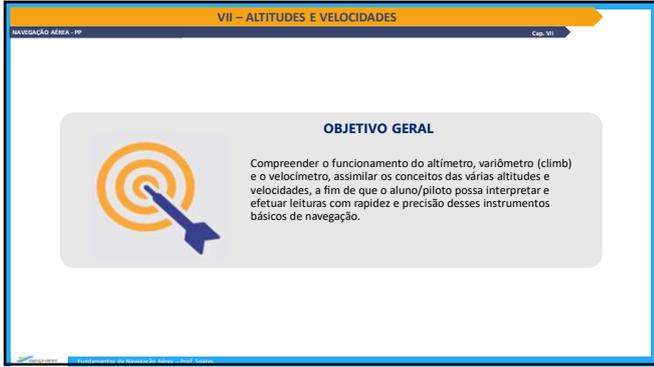
---

---

---

---

---



2

---

---

---

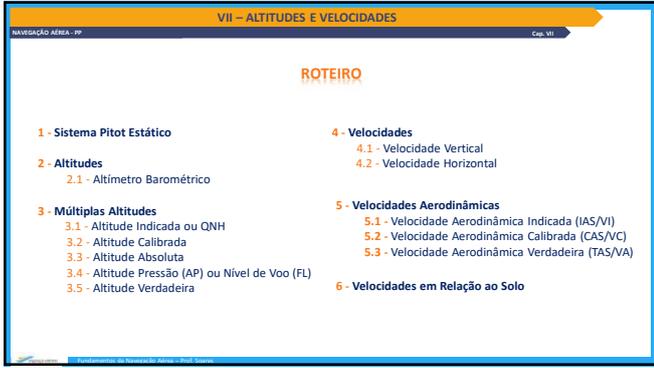
---

---

---

---

---



3

---

---

---

---

---

---

---

---

VII – ALTITUDES E VELOCIDADES

Cap. VII

Depois da bússola, quais são os principais instrumentos para navegação aérea instalados na aeronave?

Velocímetro

Altimetro

"Climb"

Todos funcionam com pressão

4

---

---

---

---

---

---

---

---

1 – SISTEMA DE PITOT ESTÁTICO

Cap. VII

Que tipo de pressão é utilizada nesses equipamentos, e como ela é obtida ou captada?

- Pressão Estática e Pressão Total (Impacto)
- É obtida ou captada pelo tubo de "Pitot"

Henri Pitot (1695 a 1771) francês, engenheiro especializado em hidráulica. Foi o criador do **Tubo de Pitot**, onde sua principal aplicação é medir a velocidade de escoamento de fluidos, ou determinar a velocidade da aeronave em relação ao ar.

5

---

---

---

---

---

---

---

---

1 – SISTEMA DE PITOT ESTÁTICO

Cap. VII

Onde é instalado nas aeronaves o tubo de "Pitot"?

- Tubo de "Pitot" instalado em pequenas aeronaves.
- Em aeronaves grandes

Em aeronaves abaixo da asa

O tubo de "Pitot"

6

---

---

---

---

---

---

---

---

**1 - SISTEMA DE PITOT ESTÁTICO**  
NAVEGAÇÃO AÉREA - PP Cap. VII

**Por que existem várias entradas tanto de pressão estática como de pressão total?**

✓ Porque os instrumentos são no mínimo duplicados no painel.

**Todos estes instrumentos usam a pressão total e estática?**

Mas todos eles são construídos e calibrados para ISA (ICAO Standart Atmosphere)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

7

**2 - ALTITUDES**  
NAVEGAÇÃO AÉREA - PP Cap. VII

**Como funciona o altímetro barométrico nas aeronaves?**

**2.1 - Altímetro Barométrico**

É um barômetro aneróide que mede a variação de pressão de uma aeronave em certa altura/altitude em relação a uma pressão de referência inserida na janela de Kollsman.

Funciona só com pressão estática

O altímetro transforma a variação de pressão de cada 01 hPa = 30 pés de altitude.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

8

**2 - ALTITUDES**  
NAVEGAÇÃO AÉREA - PP Cap. VII

**2.1 - Altímetro Barométrico**

**Como se faz a leitura de altura ou altitude de um altímetro?**

✓ Ajustar a pressão de referência na janela de Kollsman.

Bandeirola toda preta indica possibilidade de hipóxia.

Quase 680 pés	8140 pés	6500 pés	780 pés
1340 pés	+/- 1410 pés	1140 pés	920 pés
1110 pés	1210 pés	6500 pés	

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

9

**3 – MÚTIPLAS ALTITUDES**  
NAVEGAÇÃO AÉREA - PP Cap. VII

**Qual a altitude usada nas operações de pouso e decolagem e a referência dessa altitude?**

**3.1 – Altitude Indicada (AI) ou Altitude QNH**

A referência é o MSL, para isso os órgãos ATS antes do ARR ou DEP, fornecem ao piloto o ajuste do altímetro (QNH). 

QNH: É a pressão ao nível da pista convertida para o MSL, usando a atmosfera padrão internacional ISA (30 ft = 1hPa).

943.53 hPa - 66.67hPa x 30pés = 2000pés

980.2 hPa

Elev. 900 ft  
Diferença +30 hPa

QNH 1010.2 hPa

MSL

Altitude Indicada ou Altitude QNH

10

---

---

---

---

---

---

---

---

**3 – MÚTIPLAS ALTITUDES**  
NAVEGAÇÃO AÉREA - PP Cap. VII

**Qual a diferença entre altitude indicada ou QNH com altitude calibrada?**

**3.2 – Altitude Calibrada (AC)**

Altitude Indicada ou Altitude QNH

Altitude Calibrada (AC)

corrigida para os erros de instalação e do instrumento.

980.0 hPa

Elev. 900 ft

QNH 1010.0 hPa

11

---

---

---

---

---

---

---

---

**3 – MÚTIPLAS ALTITUDES**  
NAVEGAÇÃO AÉREA - PP Cap. VII

**3.3 – Altitude Absoluta (Altura)**

**Qual ajuste deve ser inserido na janela Kollsman para se obter a altura da aeronave em relação a RWY?**

✓ QFE (Ajuste a Zero) que corresponde a pressão barométrica ao nível da RWY.

943.53 hPa

980.2 hPa

Elev. 900 ft

QNH 1010.2 hPa

MSL

Altura ou Altitude Absoluta

QFE

12

---

---

---

---

---

---

---

---

**3 – MÚTIPLAS ALTITUDES**  
NAVEGAÇÃO AÉREA - PP Cap. VII

**3.3 – Altitude Absoluta (Altura)**

Os órgãos ATS sempre informam o QNH, para obter o ajuste QFE, o piloto deve solicitar com antecedência, para que a TWR possa consultar o meteorologista.

Altitude Absoluta (Altura)

QFE

Elev. 900 ft

MSL

1010.0 hPa

980.0 hPa

13

---

---

---

---

---

---

---

---

**3 – MÚTIPLAS ALTITUDES**  
NAVEGAÇÃO AÉREA - PP Cap. VII

**Qual altitude e qual referência é usada no voo de cruzeiro? E, em que momento se faz a troca do ajuste?**

**3.4 – Altitude Pressão (AP) ou Nivel de Voo (FL)**

✓ A referência é a isóbara padrão **QNE (1013.2 hPa)**

Altitude de Transição (TA) ou 3000ft acima do solo

QNE

Altitude QNH

Altitude Pressão (AP) ou Nivel de Voo (FL)

QFE

QNH

1010.0 hPa

MSL

QNE 1013.2 hPa

14

---

---

---

---

---

---

---

---

**3 – MÚTIPLAS ALTITUDES**  
NAVEGAÇÃO AÉREA - PP Cap. VII

**3.5 – Altitude Densidade**

✓ Atmosfera Padrão ISA

Pressão menor

Gradiente Térmico vertical -2° a cada 1000ft

0781.8 hPa	01°C	7.000 ft
812.0 hPa	03°C	5.000 ft
843.1 hPa	05°C	3.000 ft
875.1 hPa	07°C	4.000 ft
908.1 hPa	09°C	3.000 ft
942.1 hPa	11°C	2.000 ft
977.0 hPa	13°C	1.000 ft
1012.8 hPa	15°C	0.000 ft

15

---

---

---

---

---

---

---

---

**3 – MÚTIPLAS ALTITUDES**  
NAVEGAÇÃO AÉREA - PP Cap. VII

**3.5 – Altitude Densidade**

- ✓ Na atmosfera real a temperatura normalmente é diferente de ISA, o que altera a densidade.

**Qual a definição de Altitude Densidade?**

- ✓ É a Altitude Pressão (AP) corrigida para a temperatura real (não é lida no altímetro)

É calculada no:

16

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**3 – MÚTIPLAS ALTITUDES**  
NAVEGAÇÃO AÉREA - PP Cap. VII

**Qual a finalidade do cálculo da Altitude Densidade no computador de voo?**

- ✓ Ela é importante nas performances de DEP e ARR.

17

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**3 – MÚTIPLAS ALTITUDES**  
NAVEGAÇÃO AÉREA - PP Cap. VII

**CÁLCULO DE ALTITUDE DENSIDADE**

**COMPUTADOR DE VOO**  
EA-2

Sendo dados:  
 1) FL 100 T. FL = -5°C  
 2) FL 075 T. FL = -10°C

18

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**3 - MÚTIPLAS ALTITUDES**

Qual é na verdade a altitude de voo mais precisa?

**3.6 - Altitude Verdadeira**  
 É a Altitude Pressão corrigida para os erros de pressão e temperatura. O cálculo é feito no:

**A Altitude Verdadeira pode ser lida pelo altímetro barométrico?**

19

---

---

---

---

---

---

---

---

**3 - MÚTIPLAS ALTITUDES**

**CÁLCULO DE ALTITUDE VERDADEIRA**

COMPUTADOR DE VOO

Sendo dados:  
 FL 055 T.FL= 0°C e  
 Alt. Ind. ou QNH= 5600pés

20

---

---

---

---

---

---

---

---

**4 - VELOCIDADES**

É correto associar a velocidade de um carro com a velocidade de um avião?  
 Por qual motivo?

Lógico que NÃO

O carro está preso ao chão, as aeronaves se deslocam na atmosfera tanto no plano vertical quanto no plano horizontal. Basicamente existem as velocidades aerodinâmicas (em relação a massa de ar) e a velocidade em relação ao solo.

21

---

---

---

---

---

---

---

---

**4 - VELOCIDADES**  
Cap. VII

**4.1 - Velocidade Vertical**

Qual o instrumento que mede a velocidade vertical das aeronaves nas subidas e descidas?

- ✓ Variômetro ou "CLIMB"



Sobe 700ft/min      Desce 700ft/min

22

---

---

---

---

---

---

---

---

**5 - VELOCIDADES AERODINÂMICAS**  
Cap. VII

Como se define a velocidade aerodinâmica?

- ✓ É a velocidade da aeronave em relação a massa de ar.



Quando ocorre deslocamento da massa de ar, ou seja vento, a velocidade aerodinâmica é alterada?

- ✓ Porque a aeronave se sustenta na massa de ar, logo se massa de ar se desloca, a aeronave vai junto, ou seja, a velocidade aerodinâmica continuará a mesma.



23

---

---

---

---

---

---

---

---

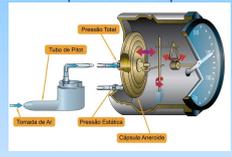
**5 - VELOCIDADES AERODINÂMICAS**  
Cap. VII

Como é medida a velocidade aerodinâmica das aeronaves?

- ✓ Velocímetro (Airspeed)



Funciona com pressão estática e pressão total



$Pressão Total - Pressão Estática = Pressão Dinâmica$

A Pressão Dinâmica será transformada em leitura de Velocidade Aerodinâmica Indicada (IAS/VI)

24

---

---

---

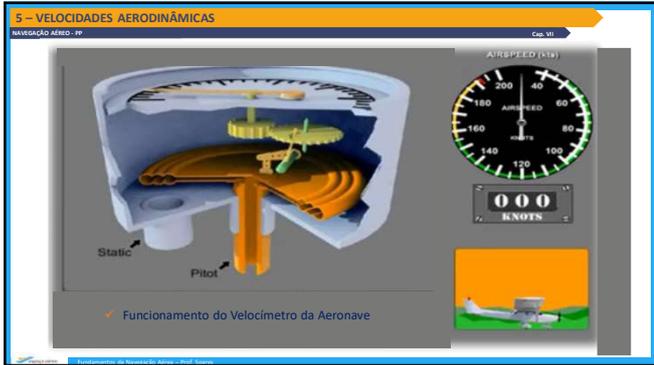
---

---

---

---

---



25

---

---

---

---

---

---

---

---



26

---

---

---

---

---

---

---

---



27

---

---

---

---

---

---

---

---

5 – VELOCIDADES AERODINÂMICAS

INVESTIGAÇÃO AÉREA - PP Cap. VII

Quantas velocidades aerodinâmicas existem?

- 5.1 – Velocidade Aerodinâmica Indicada (IAS ou VI)
- 5.2 – Velocidade Aerodinâmica Calibrada (CAS ou VC)
- 5.3 – Velocidade Aerodinâmica Verdadeira (TAS ou VA)

28

---

---

---

---

---

---

---

---

5 – VELOCIDADES AERODINÂMICAS

INVESTIGAÇÃO AÉREA - PP Cap. VII

Qual a diferença entre a IAS/VI e CAS/VC?

5.1 – Velocidade Aerodinâmica Indicada (IAS ou VI) >> lida no velocímetro



5.2 – Velocidade Aerodinâmica Calibrada (CAS ou VC) >> é IAS/VI corrigida erros do instrumento e de instalação

A ANAC considera IAS/VI = CAS/VC



MSL

29

---

---

---

---

---

---

---

---

5 – VELOCIDADES AERODINÂMICAS

INVESTIGAÇÃO AÉREA - PP Cap. VII

VELOCIDADES AERODINÂMICA INDICADA (IAS/VI)

Será que a IAS/VI aumenta quanto maior for a altitude de voo da aeronave ?



IAS/VI = 100 Kt 10.000ft

**a VI não se altera com altitude**

IAS/VI = 100 Kt 5.000ft

IAS/VI = 100 Kt MSL

30

---

---

---

---

---

---

---

---

**5 – VELOCIDADES AERODINÂMICAS**  
 NAVEGAÇÃO AÉREA - PP Cap. VII

**VELOCIDADES AERODINÂMICA INDICADA (IAS/VI)**

Como que a IAS/VI não se altera com altitude se a aeronave está mais rápida de fato?

31

---

---

---

---

---

---

---

---

**5 – VELOCIDADES AERODINÂMICAS**  
 NAVEGAÇÃO AÉREA - PP Cap. VII

**Como se define a velocidades aerodinâmica?**

- 5.1 – Velocidade Aerodinâmica Indicada (IAS ou VI)
  - ✓ É a velocidade lida diretamente no velocímetro.
- 5.2 – Velocidade Aerodinâmica Calibrada (CAS ou VC)\*
  - ✓ É a velocidade indicada (IAS/VI) corrigida para os erros do instrumento e erros de instalação.
- 5.3 – Velocidade Aerodinâmica Verdadeira (TAS ou VA)
  - ✓ É a velocidade (IAS/VI) ou (CAS/VC) corrigida para os erros de pressão e temperatura, ou seja é a velocidade efetivamente desenvolvida pela aeronave na massa de ar.

32

---

---

---

---

---

---

---

---

**5 – VELOCIDADES AERODINÂMICAS**  
 NAVEGAÇÃO AÉREA - PP Cap. VII

**VELOCIDADE AERODINÂMICA VERDADEIRA (TAS/VA)**

Como é calculada a velocidade aerodinâmica efetivamente desenvolvida pela aeronave?

A TAS/VA é calculada no:

33

---

---

---

---

---

---

---

---

**5 - VELOCIDADES AERODINÂMICAS**

NAVIGACÃO AÉREA - PP Cap. VII

**CÁLCULO DE VELOCIDADE AERODINÂMICA VERDADEIRA (TAS/VA)**

COMPUTADOR DE VOO

Sendo dados:  
FL 075 T.Fl= -5°C VI= 95kt

34

---

---

---

---

---

---

---

---

**6 - VELOCIDADE EM RELAÇÃO AO SOLO**

NAVIGACÃO AÉREA - PP Cap. VII

Qual a velocidade que é usada para calcular o tempo de voo da aeronave de um ponto a outro?

- ✓ É a velocidade em relação ao solo, chamada GS/VS (velocidade da sombra do avião)

Sem vento >>>  $GS/VS = TAS/VA$

TAS/VA = 110 KT  
GS/VS = 110 KT

ACFT 2

5.000ft

TAS/VA = 100 KT  
GS/VS = 100 KT

ACFT 1

35

---

---

---

---

---

---

---

---

**6 - VELOCIDADE EM RELAÇÃO AO SOLO**

NAVIGACÃO AÉREA - PP Cap. VII

**RELAÇÃO ENTRE AS VELOCIDADES: IAS/VI ; TAS/VA e GS/VS**

SEM VENTO

Vel. varia	Altitude	Vento
IAS/VI	X	X
TAS/VA	✓	X

TAS/VA = 110 KT  
GS/VS = 110 KT

ACFT 2

5.000ft

TAS/VA = 100 KT  
GS/VS = 100 KT

ACFT 1

36

---

---

---

---

---

---

---

---

**6 - VELOCIDADE EM RELAÇÃO AO SOLO**

Quando a GS/VS será diferente da TAS/VA?

Vento setor de proa

$GS/VS < TAS/VA$

$GS/VS > TAS/VA$

Vento setor de cauda

Vento de través de esquerda ou direita altera TAS/VA?

$GS/VS = TAS/VA$

A GS/VS é o resultado do vento sobre a TAS/VA

37

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**6 - VELOCIDADE EM RELAÇÃO AO SOLO**

RELAÇÃO ENTRE AS VELOCIDADES: IAS/VI, TAS/VA e GS/VS

COM VENTO DE PROA

ACFT 2

IAS/VI

TAS/VA = 110 KT

GS/VS = 100 KT

5.000ft

VENTO 10KT

ACFT 1

IAS/VI

TAS/VA = 100 KT

GS/VS = 90 KT

VENTO 10KT

38

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**6 - VELOCIDADE EM RELAÇÃO AO SOLO**

RELAÇÃO ENTRE AS VELOCIDADES: IAS/VI, TAS/VA e GS/VS

COM VENTO DE CAUDA

ACFT 2

IAS/VI

TAS/VA = 110 KT

GS/VS = 120 KT

5.000ft

VENTO 10KT

GS/VS é resultado da atuação do vento sobre a TAS/VA

ACFT 1

IAS/VI

TAS/VA = 100 KT

GS/VS = 110 KT

VENTO 10KT

39

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**VII – ALTITUDES E VELOCIDADES**

Cap. 01

**ALTITUDES LIDAS NO ALTIMETRO**  
(variação de pressão)

Altimetro na janela de instrumentos

Calibração e pressão padrão  
1013,2 hPa (29,92)

- ALT. INDECOMIDA (QI) OU QNH → Ajuste QNH → Ref. MSL
- ALTITUDE CALIBRADA (AC) → Altitude indicada corrigida para erros de instalação e do instrumento
- ALTITUDE ABSOLUTA → Ajuste QFE → Ref. RWY
- ALTITUDE PRESSÃO (AP) → Ajuste QFE → Ref. Isobara 1013,2 hPa

Altura

Altitude Pressão (QFE)

Altitude Pressão (QNH)

Altitude Pressão (AP)

ALTITUDES CALCULADAS NO COMPUTADOR DE VOO

- ALTITUDE DENSIDADE → Altitude Pressão (AP) corrigida para erro de temperatura → Para o cálculo do performance de AIB e RWY
- ALTITUDE VERDADEIRA → Altitude Pressão (AP) corrigida para pressão e temperatura → Ref. MSL

Mede a razão de subida ou descida da aeronave em pés por minuto

**VARIÔMETRO OU "CLIMB"**

**ALTITUDES E VELOCIDADES**

espaço aéreo

**VELOCIDADES AERODINÂMICAS**  
(Em relação à massa de ar, não variam com o vento)

Pressão Total = Pressão Estática + Pressão Dinâmica

• VEL. AIR INDICADA (IAS) ou IAS → Vel. lida no velocímetro  
[Indicação: VENTOS] ALTITUDE

• VEL. AIR CALIBRADA ou Vel. IAS(V) corrigida para os erros de instrumento e de instalação.

• VEL. AIR VERDADEIRA (EAS) ou E (CAS) ou CAS(V) corrigida para os erros de pressão e temperatura.  
É a velocidade aerodinâmica determinada pela aeronave na massa de ar.  
[Indicação: VENTOS] ALTITUDE

• VELOCIDADE EM RELAÇÃO AO SOLO (GS) → É o resultado do efeito do vento sobre a IAS/VAS, velocidade da nuvem de neblina.  
É usado para cálculo de tempo estimado de voo (TEO).

**RELAÇÃO ENTRE AS VELOCIDADES**

IAS = 11500

MS 10000

10 > 10 2% a cada 1000 pés

IAS = 10000

MS 10000

---

---

---

---

---

---

---

---