



Taller sobre Estudios Aeronáuticos para Aeropuertos

Lima, 1-4 Aut 2011

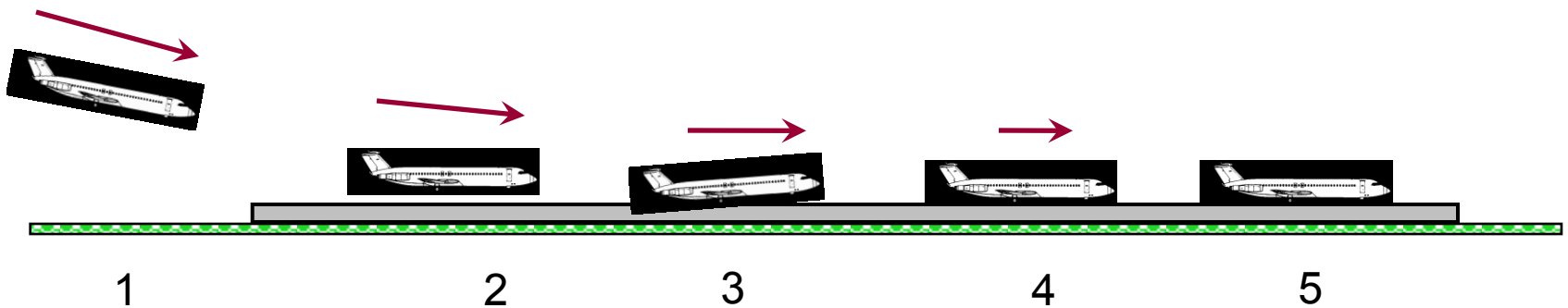
Despegues y Aterrizajes

Manuel Ayres Jr., Ph.D.

La Aterrizaje

■ Fases

1. Aproximación
2. Planeo
3. El contacto
4. Carrera
5. Parada (o salida de la pista)



Aproximación

- Aproximación estabilizada: velocidad de descenso y la velocidad de referencia (velocidad de pérdida + margen de seguridad)
- La velocidad de referencia es seleccionada según la configuración del avión, condiciones de clima y de la pista
- Razón de descenso: 3 grados (en general)
- Ayuda para la alineación vertical y horizontal)
- Desafíos
 - Mantener la razón de descenso
 - Mantener la alineación con el eje de la pista
 - Mantenga la velocidad de aproximación

Tipos de Aproximación

- Visual (techo > 1000 pies visibilidad 3MN)
- Instrumento, no precisión (OCH 300-500 pies)
- Instrumento, precisión

| Categoría | OCH (pies) | RVR (m) | Visibilidad (m) |
|-----------|------------|---------|-----------------|
| I | 200 | 550 | 800 |
| II | 100 | 300 | - |
| IIIa | 50-100 | 200 | - |
| IIIb | 0-50 | 75 | - |
| IIIc | 0 | 0 | - |

- GPS, WAAS, GLS, LNAV/VNAV, ADS-B, ...

Peligros en la Aproximación

- Velocidad muy baja, aterrizajes cortos
- Velocidad muy alta, aterrizajes largos, salidas de pista
- Razón de descenso baja, aterrizaje corto más probable
- Cruzar el umbral demasiado alto: rebase del extremo de la pista
- Cruzar el umbral demasiado baja, aterrizajes cortos
- Desviaciones excesivas
- Ilusión visual

Visual Illusion

- Dimensiones de la pista
- Pendiente de la pista y del terreno
- Intensidad de luces
- Pista mojada
- Viento lateral

A



B



Source: David Newman and Flight Safety Foundation

Factors that cause visual illusions & result in incorrect pilot responses

| | | | |
|------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Narrow or long runway | Too high | Push | Land short/hard |
| Runway or terrain uphill slope | | | |
| Wide or short runway | Too low | Pull | Land long/overrun |
| Runway or terrain downhill slope | | | |
| Bright runway lighting | Too close (too steep) | Push | Land short/hard |
| Low-intensity lighting | Farther away (too shallow) | Pull | Land long/overrun |
| Light rain, fog, haze, mist, smoke, dust | Too high | Push | Land short/hard |
| Entering fog (Shallow layer) | Pitch-up | Push over | Steepen glide path/ (cfit) |
| Flying in haze | Farther away (too shallow) | Pull | Land long/overrun |
| Wet runway | Farther away (too high) | Late flare | Hard landing |
| Crosswind | Angled with runway | Cancel drift correction | Drifting off track |

Source: Flight Safety Foundation Approach-and-Landing Accident Reduction (ALAR) Task Force

Planeo y Contacto

- La velocidad se reduce
- Motores con potencia mínima
- Velocidad vertical prácticamente nulo
- Efecto suelo durante el planeo

El Contacto

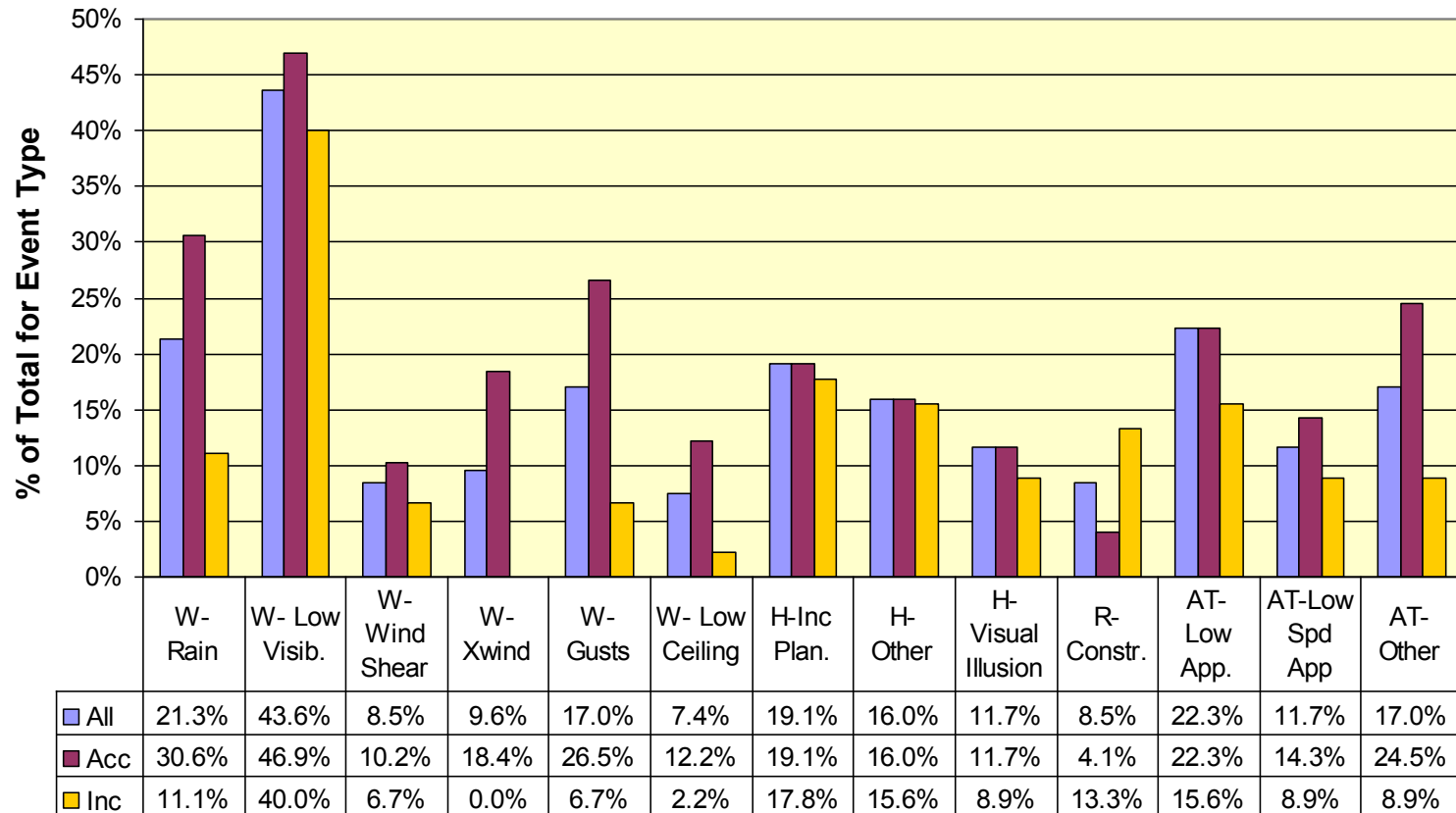


Peligros Durante el Planeo y Contacto

- Planeo muy alto: contacto largo o fuerte
- Con viento de cola el planeo es largo
- Planeo e contacto largo, mayor la probabilidad de efectos meteorológicos adversos
- El contacto normalmente ocurre entre 350 y 500 metros de distancia del umbral
- Posición incorrecta en el momento de contacto
- Contacto corto

ACRP Report 3

Landing Undershoot - Most Significant Anomalies



Anomaly

Aterrizajes cortos

- Heathrow, 2008, B-777
- Perda dos dois motores



Aterrizaje Corto

Amsterdam, Boeing 737, Fevereiro 2009



9 muertes, causa probable: wake vortex

Carrera

- Después del contacto, se activan los alerones, los reversos y los frenos en este orden
- La distancia requerida depende del clima, altitud, condiciones de superficie de la pista, la pendiente y el uso planeado del equipo de frenado
- Cálculo de la distancia requerida
- Por lo general, se aplica un multiplicador de 1,67

| Condición de la Pista | Condições de Frenagem Reportadas | Factor |
|------------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Seca | Ninguno reporte | 0.8 |
| Pista mojado, nieve seca | Buena | 0.9 |
| Nieve compactada | Regular/ média | 1.2 |
| Nieve mojado, agua acumulada, helo | Mal | 1.6 |
| Hielo mojado | Nil | Prohibido aterrizar |

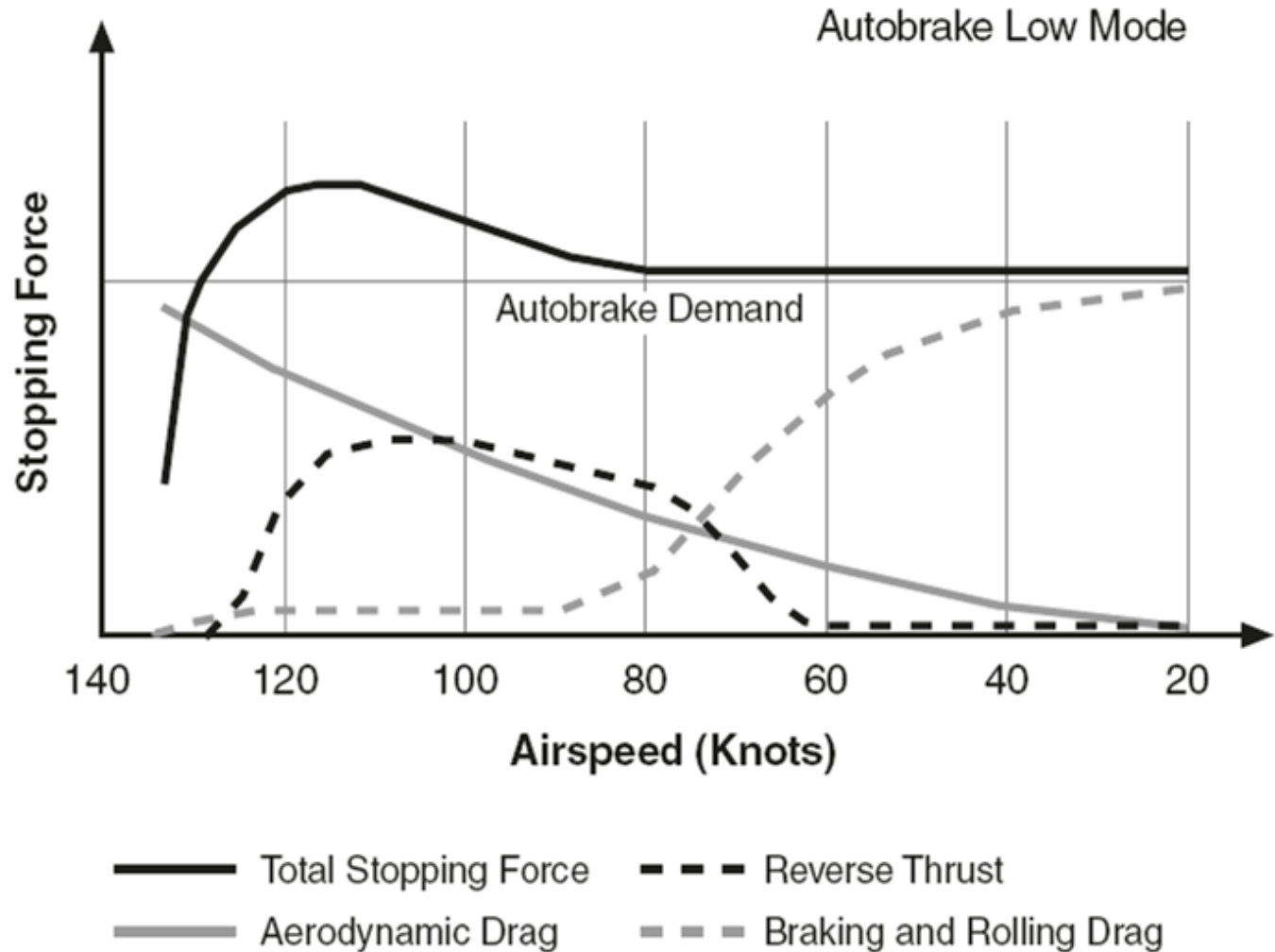
- Valores con reverso (sin reverso, aplicar 1,2)
- Recientemente, la FAA requiere la corrección adicional de 1,15

Equipamiento de Frenado del Avión

- Spoilers
- Reversos
- Frenos de las ruedas



Fuerzas Típicas de Desaceleración Durante la Carrera de Aterrizaje



Source: Flight Safety Foundation Approach-and-landing Accident Reduction (ALAR) Task Force

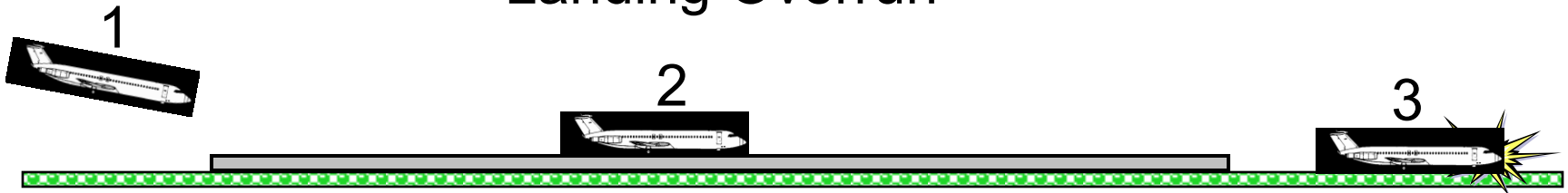
Peligros en la Carrera

- Dificultad de control direccional
 - El tiempo
 - Hidroplaneo
 - Asimetría de frenado (fallo del reverso, de los frenos o pinchazo)
- Pérdida de control de rueda de nariz
- Pérdida de la capacidad de frenado
 - Hidroplaneo
 - Problema mecánico
 - Retraso en la aplicación de equipamiento de frenado

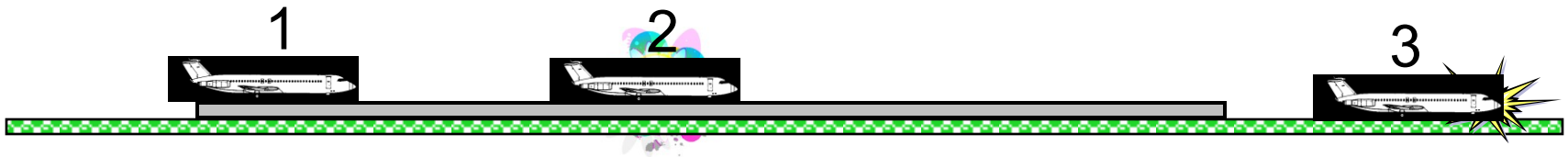
Salidas de Fin de Pista

Definición: es la continuación del movimiento del avión más allá del final de la pista (NTSB)

Landing Overrun



Takeoff Overrun

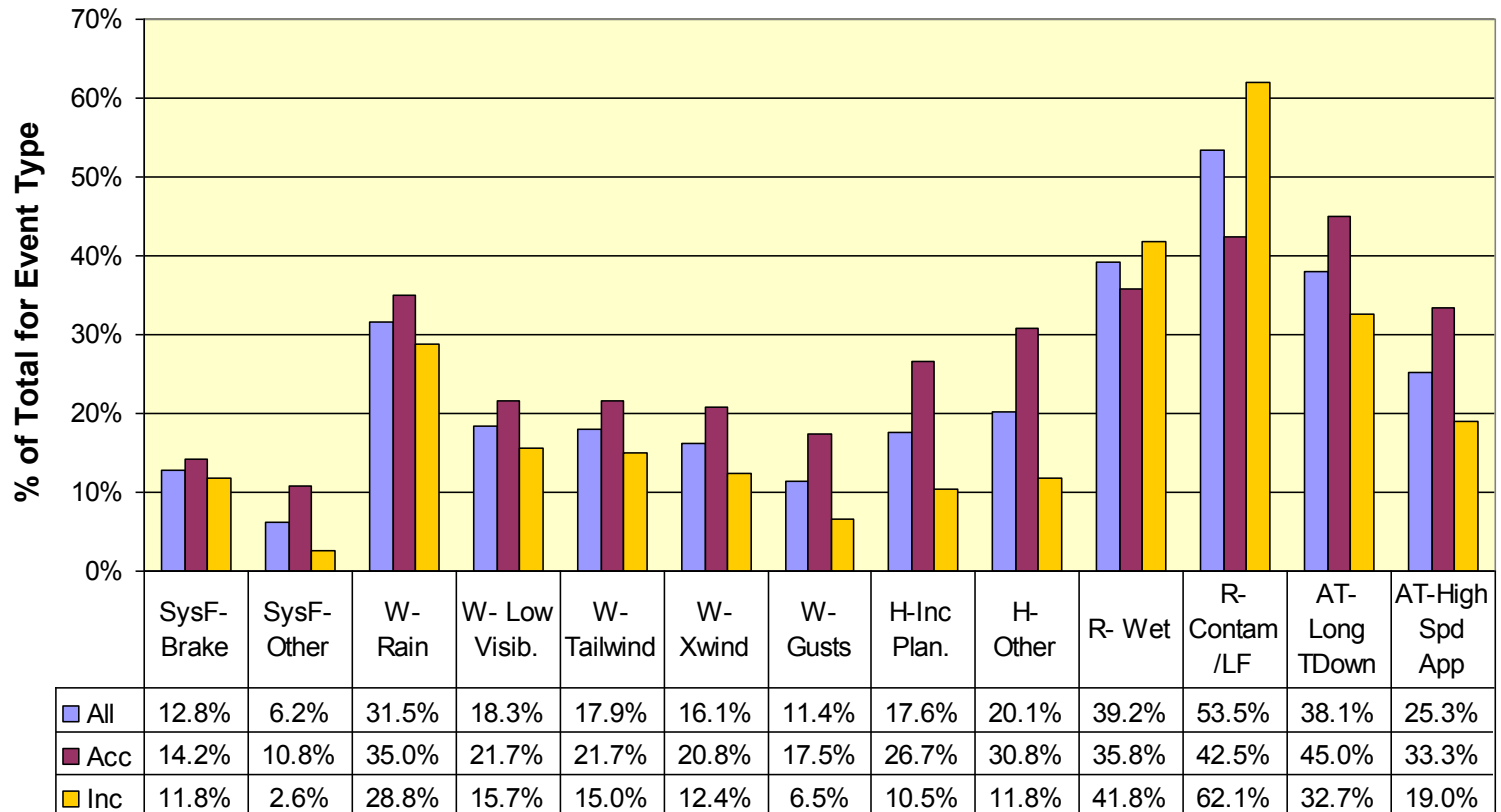


Salidas de Fin de Pista – Principales Factores

- Condiciones Atmosféricas
 - Viento de cola
 - Viento cruzado
 - Visibilidad
 - Techo
 - Ráfagas de viento
 - Cizalladura del viento
- Aeropuerto
 - Condición de la pista
 - ✦ Características de rozamiento de la pista (grooving, capa de rodadura porosa, seca/mojada)
 - ✦ Contaminantes superficiales (agua, nieve, hielo, caucho)
- Piloto
 - Aterrizaje largo
 - Aproximación alta
 - Velocidad de aproximación elevada
- Avión
 - Fracaso de sistemas

ACRP Report 3

Landing Overrun - Most Significant Anomalies



Anomaly

Salida de Fin de Pista

- Toronto - 2005



- Contacto largo, velocidad elevada, pista contaminada, baja visibilidad, RESA pequeña

Salida de Fin de Pista

- Chicago - 2005



Atraso en la aplicación del reverso, RESA pequeña

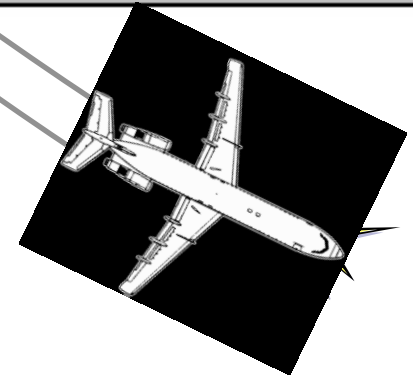
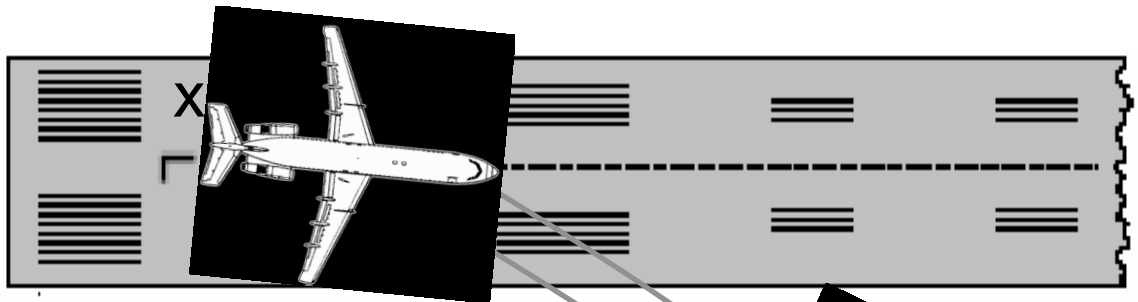
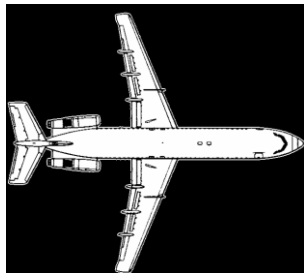
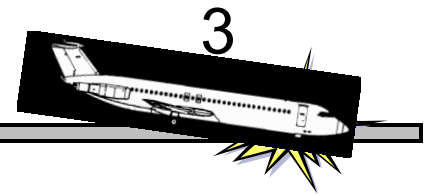
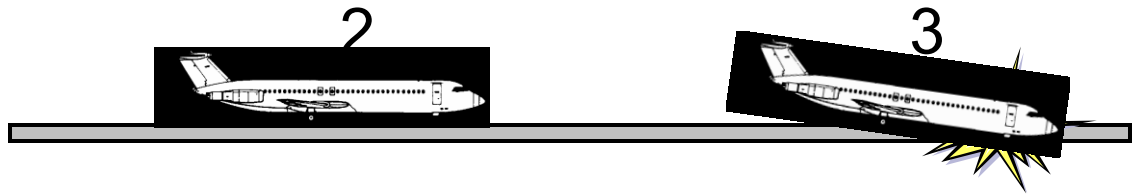
Bangkok, 1999

Contato largo y hidroplaneo



Salidas Laterales

Salidas laterales del avión durante el aterrizaje



Salidas Laterales Durante la Aterrizaje – Principais Factores

- Tiempo
 - Baja visibilidad
 - White out
 - Viento cruzado
 - Ráfagas de viento
- Aeropuerto
 - Contaminación superficial
 - Irregularidad superficial
 - Colisión con aves
- Avión
 - Fracaso del tren de aterrizaje (ex: pérdida de frenos, colapso)
 - Fracaso del control direccional
 - Frenado asimétrico en nos reversos
- Factores humanos
 - Alta velocidad durante la aproximación y/o aproximación elevada
 - Cálculo incorrecto de la distancia necesaria

Saídas Laterais



- Denver, 2008



Otros Factores

- Variaciones de viento
- Temperatura, altitud
- Distancia exigida para la aterrizaje/despegue (LDA vs. LDR; ASDA vs. ASDR)
- Declividad (longitudinal y transversal)
- Perfil de la pista
- Fracaso de sistemas
- Aproximación no estabilizada
- “Pressonitis”
- Aplicación incorrecta (atraso) de los reversos, spoilers y frenos
- Preocupación aterrizaje confortable
- Interpretación incorrecta de las condiciones de operación
- Uso de pista de aterrizaje/despegue incorrecta
- Peso
- Disponibilidad de ayudas
- Aproximación muy baja
- Intento de realizar el contacto próximo a el umbral

Despegues

- Accelerate-Stop Distance Required (ASDR)
- Velocidad de despegue
 - V_{mcg} (Velocity of Minimum Control on Ground)
 - V₁ (Decision Speed)
 - V₂ (Takeoff Safety Speed)
 - V_r (Rotation Speed)

VMCG - Controle Aerodinamico V1 - Decisão V2 - Gradiente Subida Vr - Rotação



- Despegue abortado (1:2000 ops, 2% > 120 nós)

Condiciones de Superficie de la Pista

- Hidroplaneo dinámico o viscoso
- Irregularidades de la superficie
- Espesor de la capa de agua (intensidad lluvia, pendiente, viento de través)
- Intersecciones

Salida Lateral Durante el Despegue – Principales Factores

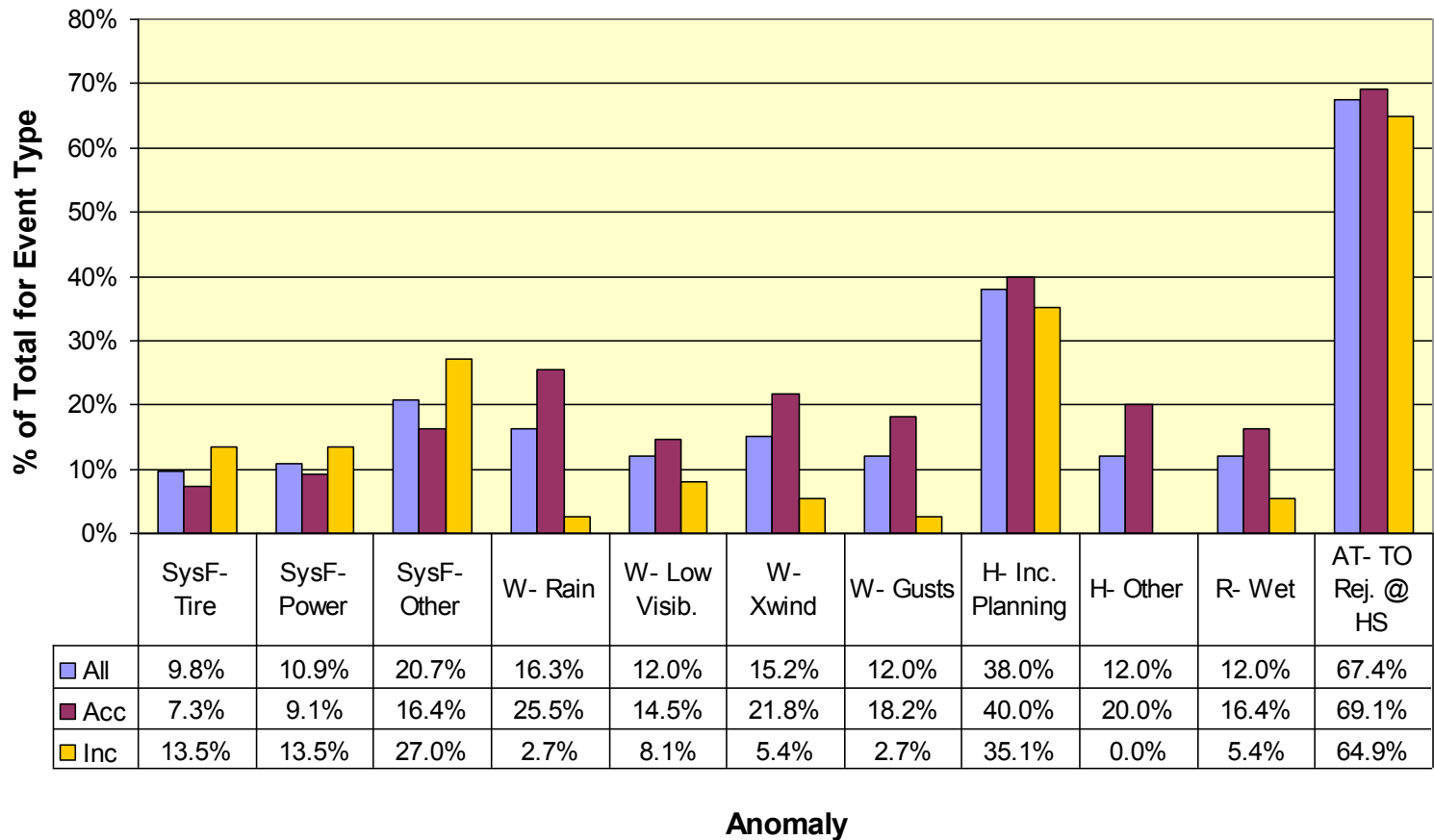
- Tiempo
 - Más condiciones
 - Viento cruzado
 - Rajadas de viento
- Aeropuerto
 - Despegue interrumpido con alta velocidad
 - Fracaso de motores
 - Contaminación superficial
 - Irregularidad superficial
 - Colisión con aves
- Avión
 - Colapso del tren de aterrizaje
 - Pierda del control direccional
- Planeamiento
 - Cálculo incorrecto del peso o CG

Salidas de Fin de Pista en el Despegue – Principales Factores

- Tiempo
 - Viento de cola
- Aeropuerto
 - Contaminantes superficiales (agua, nieve, hielo, caucho)
- Piloto
 - Despegue abortado cerca de la velocidad de decisión
- Avión
 - Fracaso en sistemas o componentes durante la carrera de despegue

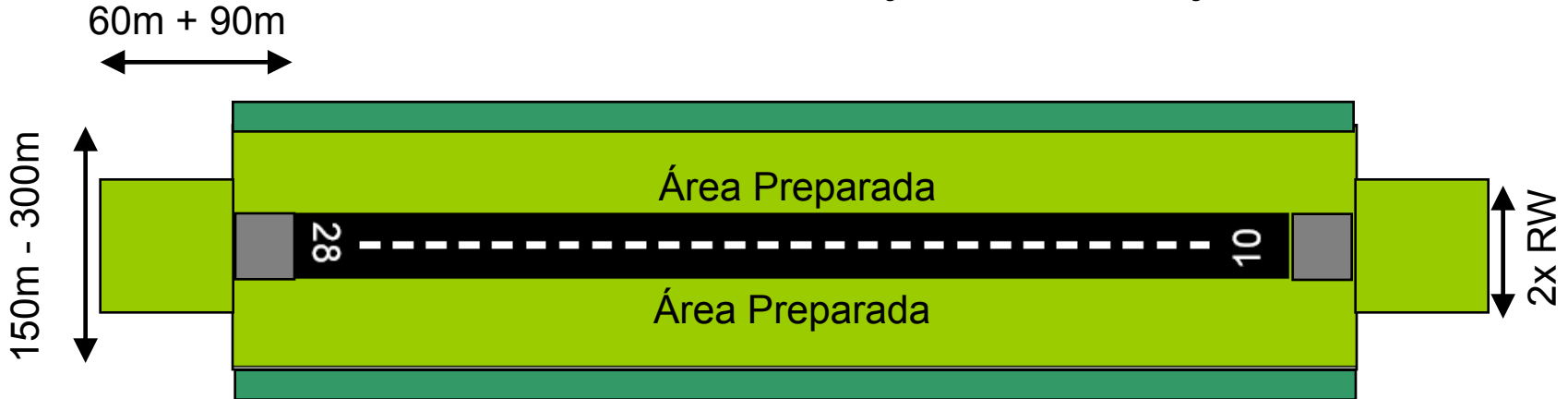
ACRP Report 3

Takeoff Overrun - Most Significant Anomalies

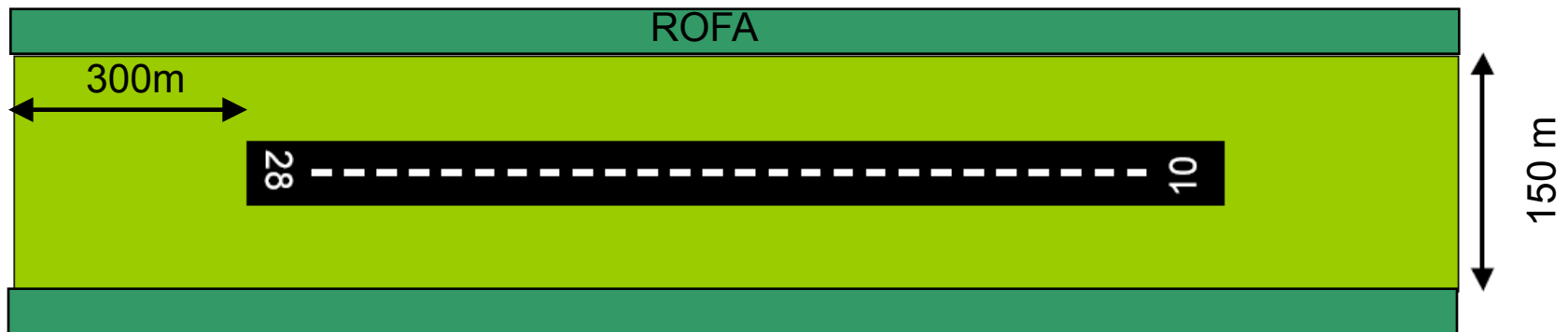


ICAO vs FAA

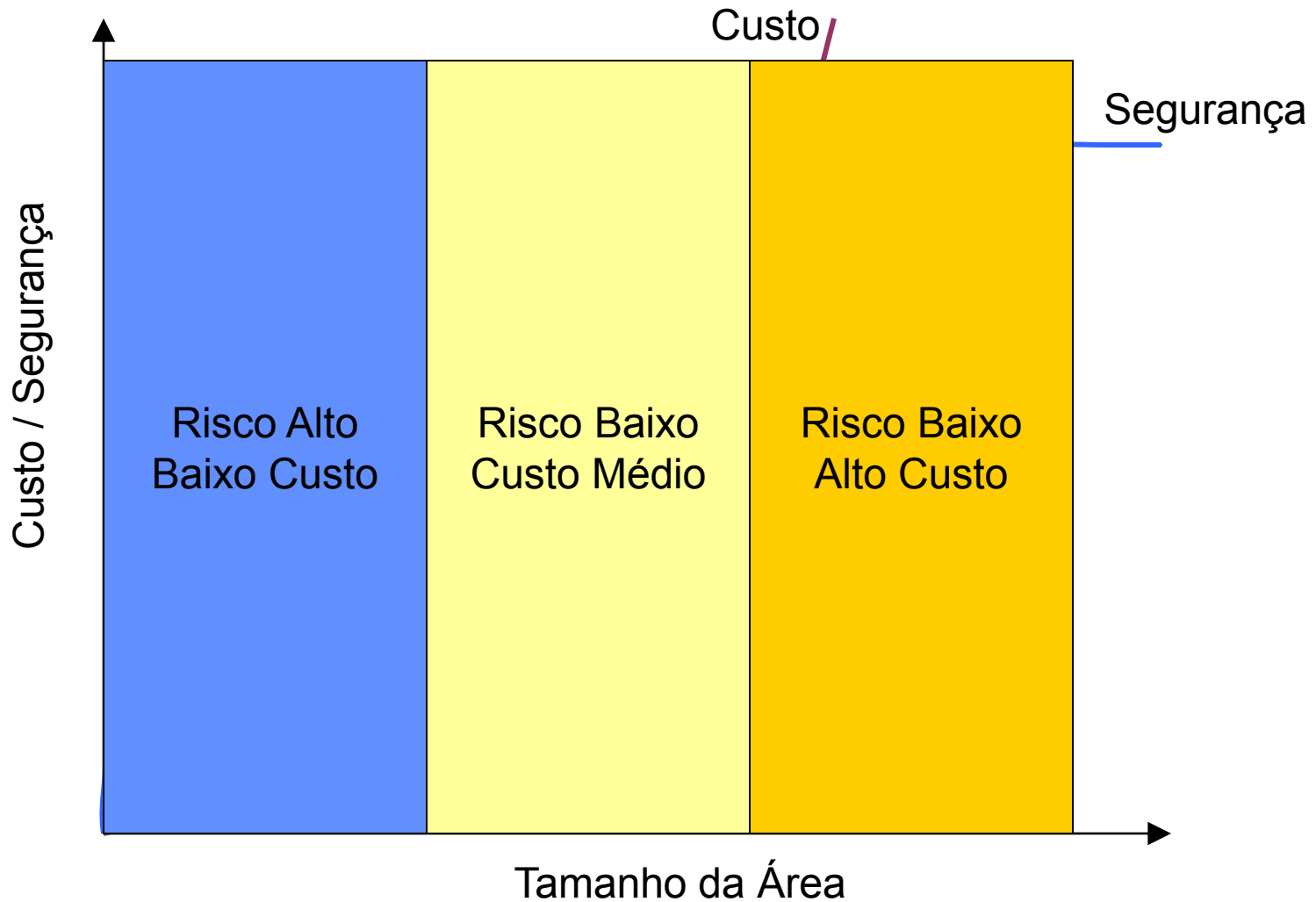
- ICAO: Faixa de Pista e Runway End Safety Area



- FAA: Runway Safety Area e Runway Object Free Area



Tamanho da Área de Segurança



¿Preguntas?

