



# Taller sobre Estudios Aeronáuticos para Aeropuertos

*Lima, 1-4 Aut 2011*

*La Fase Aérea*

Manuel Ayres Jr., Ph.D.



# El contexto

- Aproximación Final
- Aproximación Perdido
- Aterrizaje Interrumpido
- Despegue
- Pérdida del motor durante el despegue

# Tipos de Aproximación

- Visual (Techo >1000 pies, visibilidad 3MN)
- Instrumento, de No Precisión (OCH 300-500 pies)
- Instrumento, de 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	-

# Embudo de Aproximación

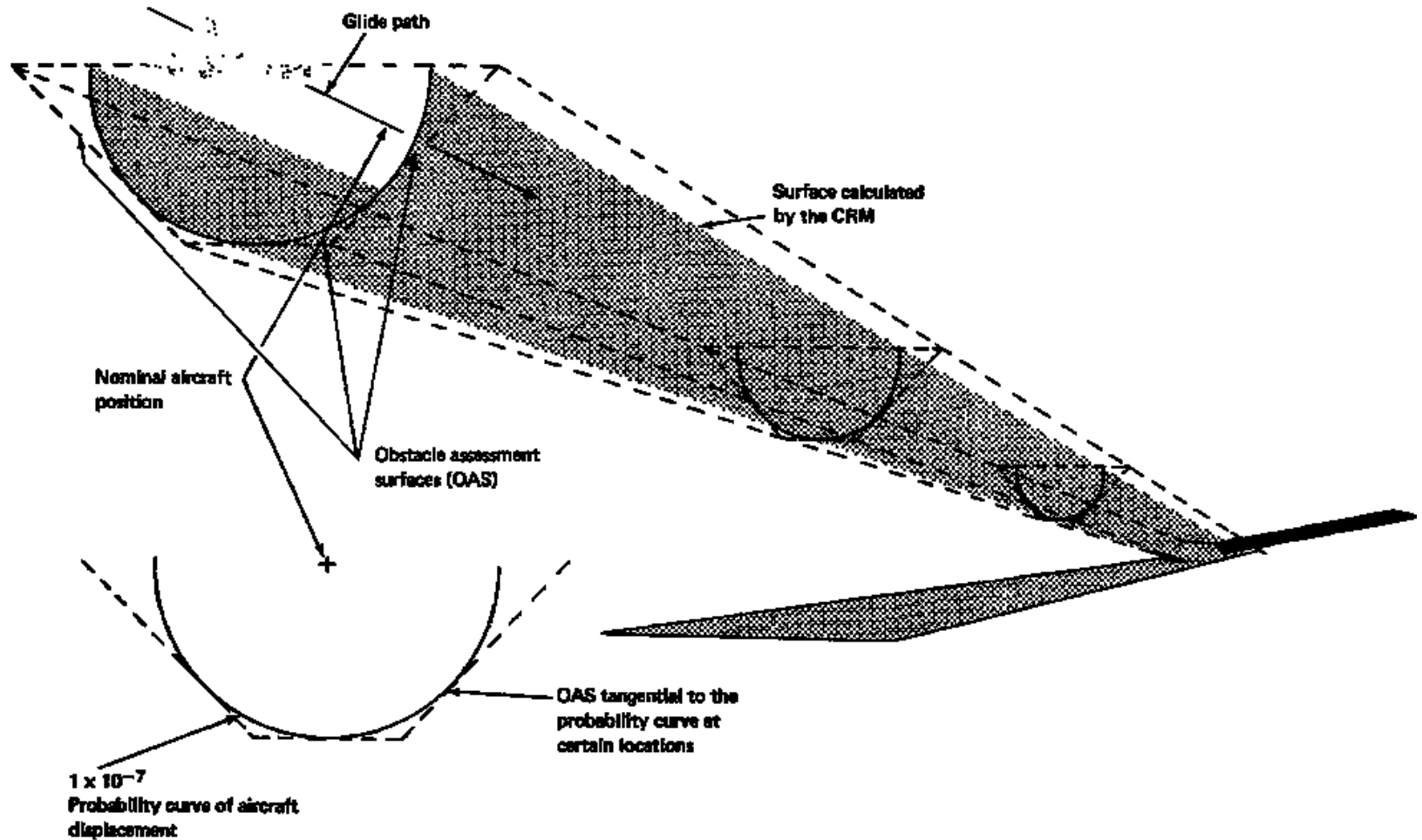
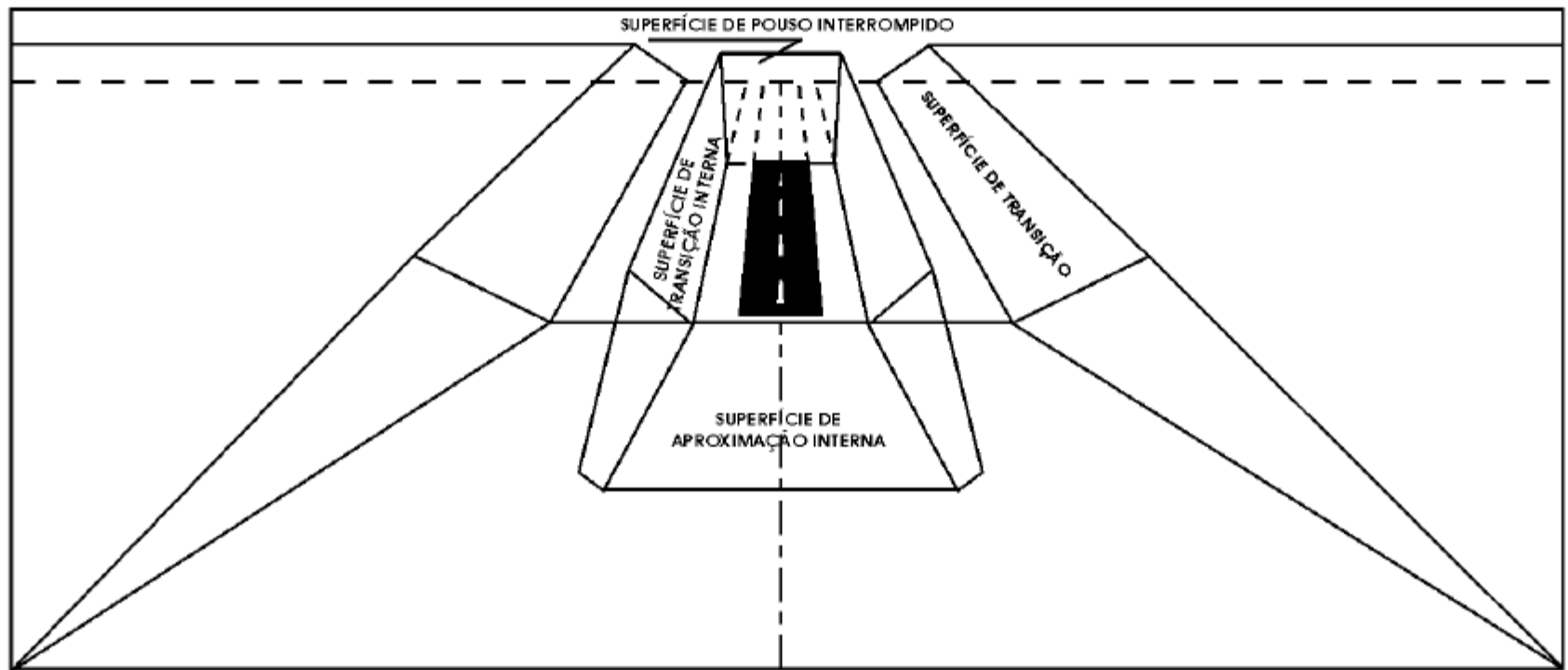
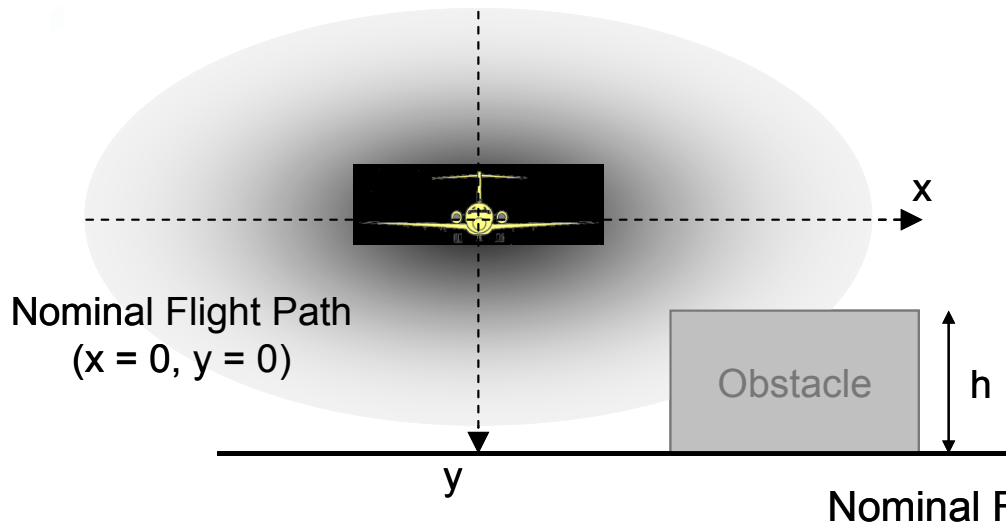


Figure 1-8. The approach funnel (CRM)

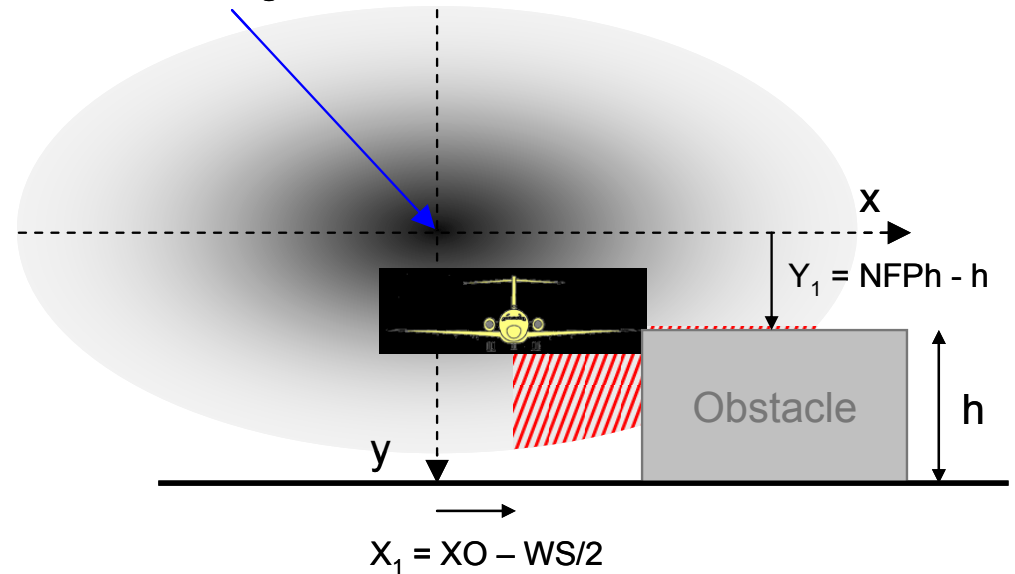
## SUPERFÍCIES LIVRES DE OBSTÁCULOS



# Desviaciones en la Fase Aérea



Nominal Flight Path

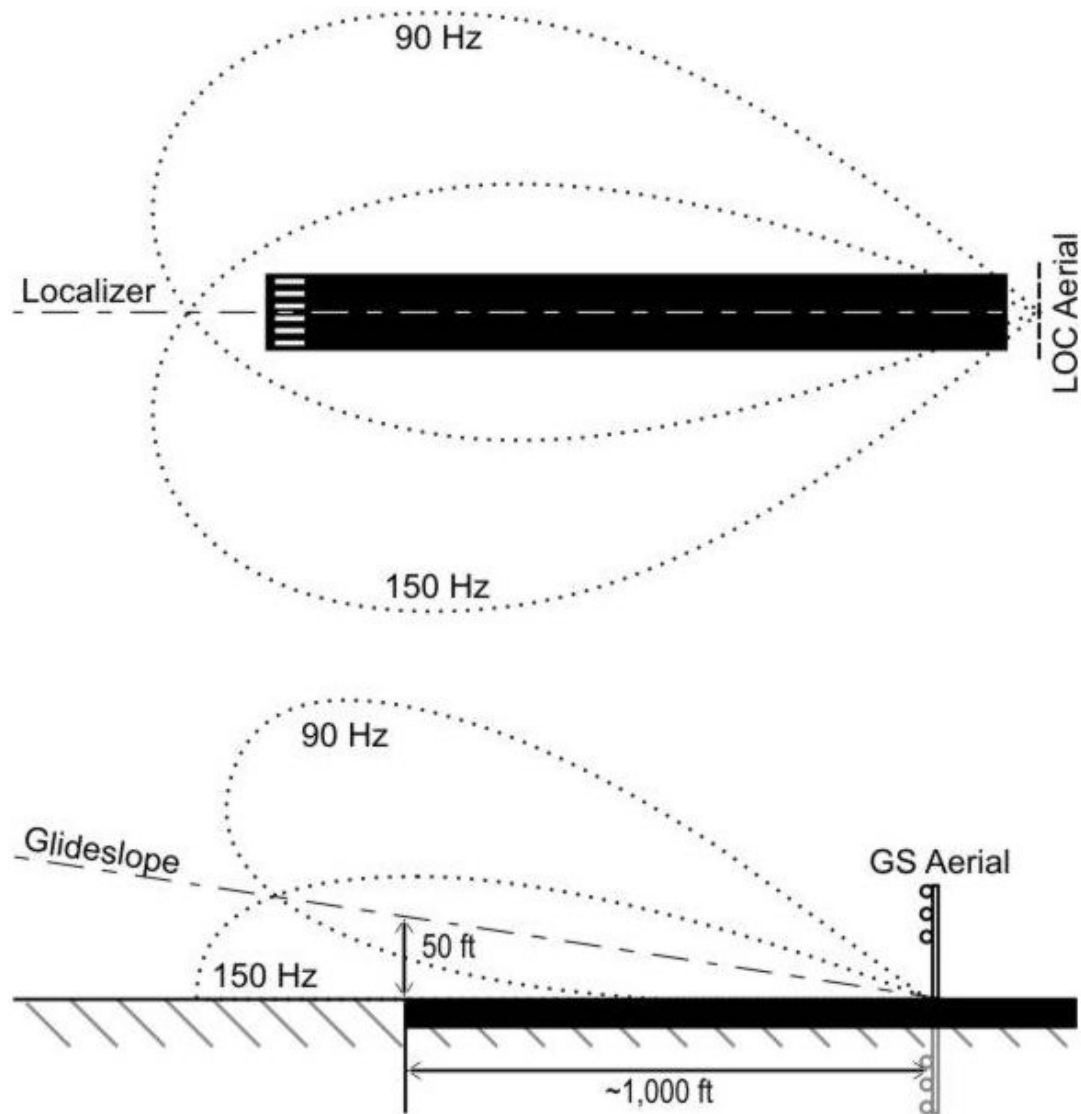


# Niveles de Protección de las Superficies Limitadoras de Obstáculos

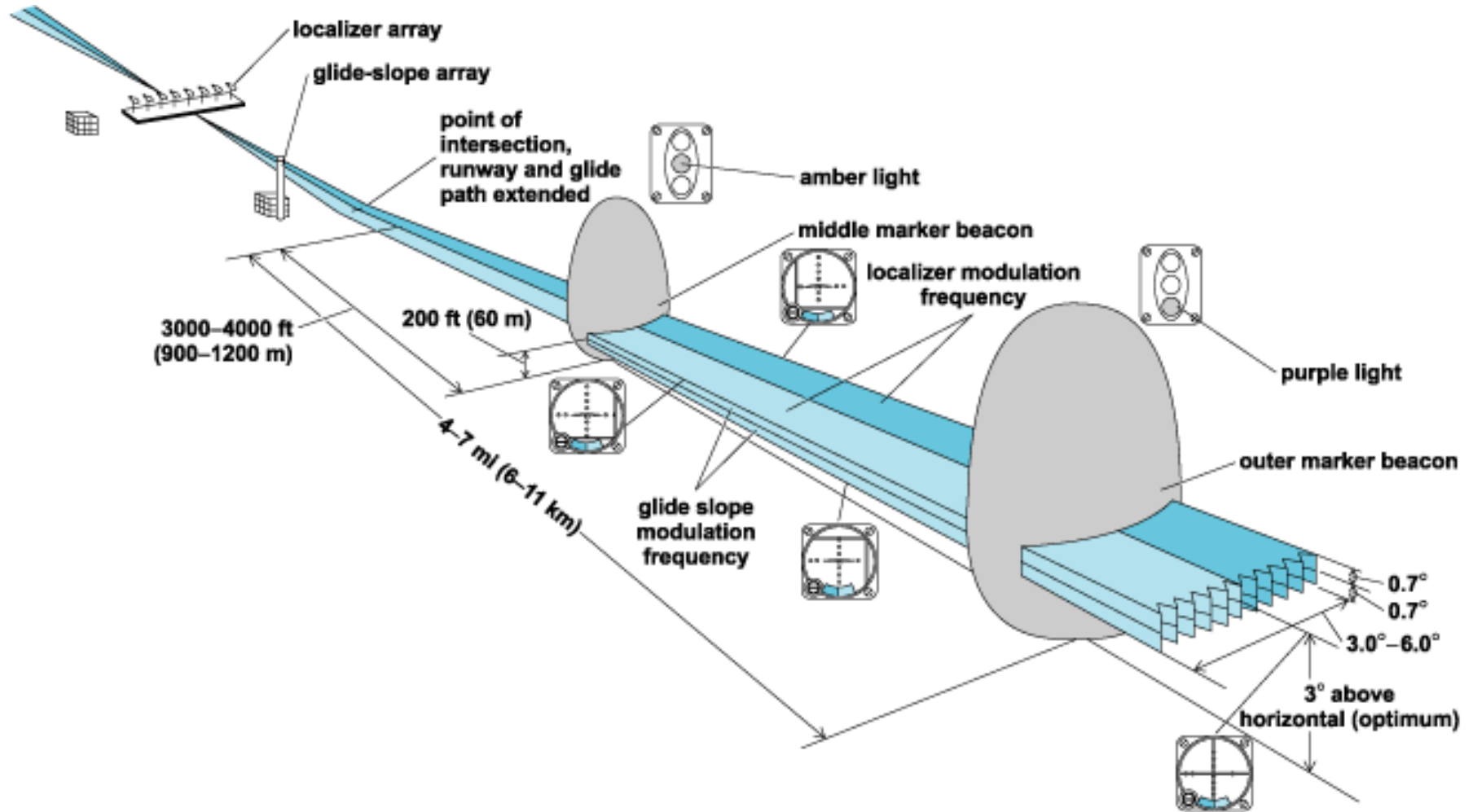
- Nivel 1: ningún objeto fijo está permitido, excepto si frangible
- Nivel 2: ningún objeto nuevo se permite, excepto si se encuentra en la sombra de otros obstáculos, y se recomienda eliminar los ya existentes cuando sea posible
- Nivel 3: ningún objeto nuevo por encima de la superficie está permitido, a menos que un estudio aeronáutico demuestra que el riesgo es aceptable

*Excepciones son informadas en el AIP*

# Aproximación de Precisión – Loc & GS



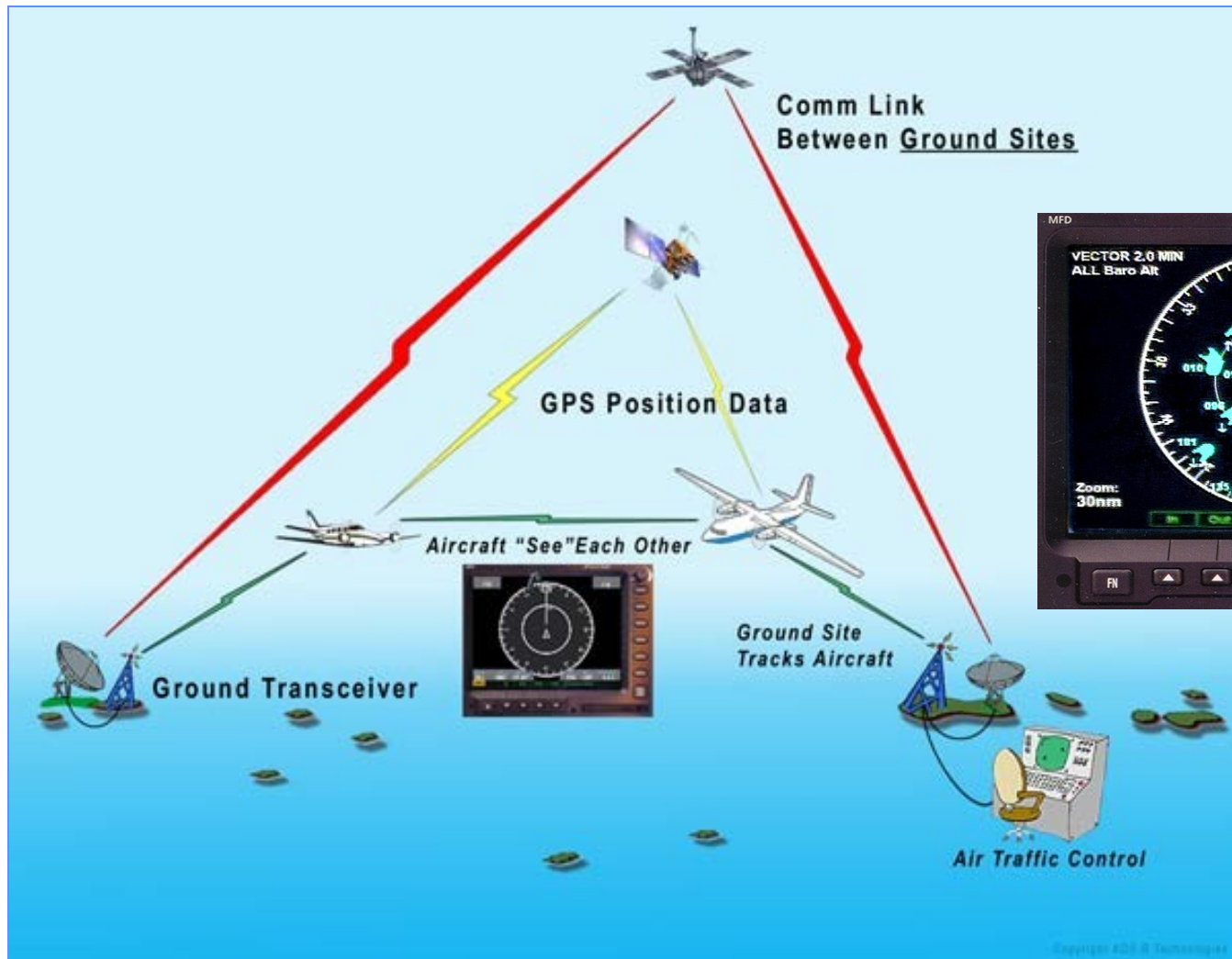
# ILS



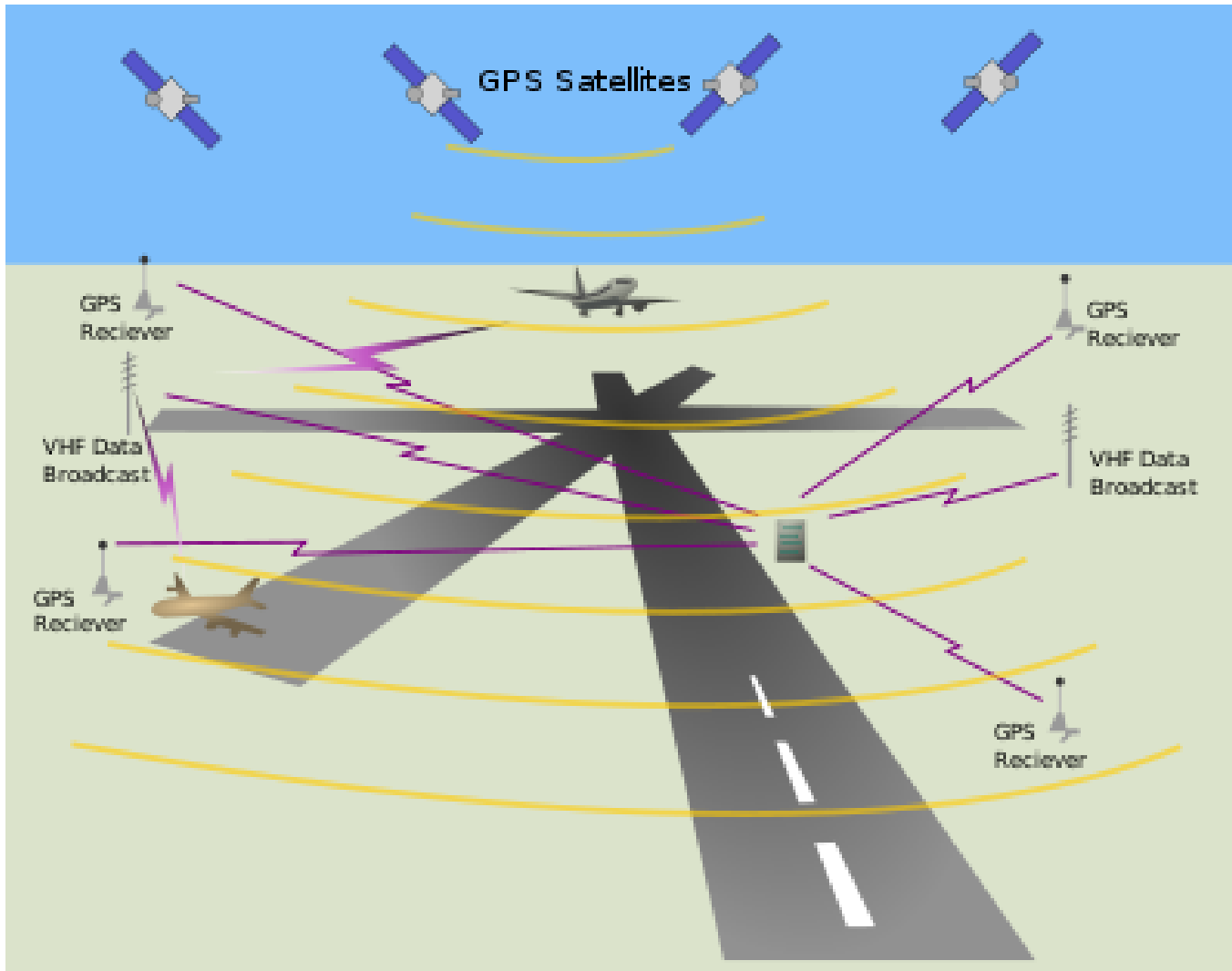
# Global Positioning System - GPS

- RNAV (Area Navigation Approaches):
  - LNAV: Lateral Navigation (não-precisão)
  - LNAV/VNAV: Lateral Navigation/Vertical Navigation (DH~350 ft)
  - GNSS Landing System (GLS): DH hasta 200 pies
    - ✦ WAAS: Wide Area Augmentation
  - ADS-B: Automatic dependent surveillance-broadcast (ADS-B)
- GBAS: Ground Based Augmentation System (OACI) ou LAAS: Local Area Augmentation System (FAA)

# ADS-B



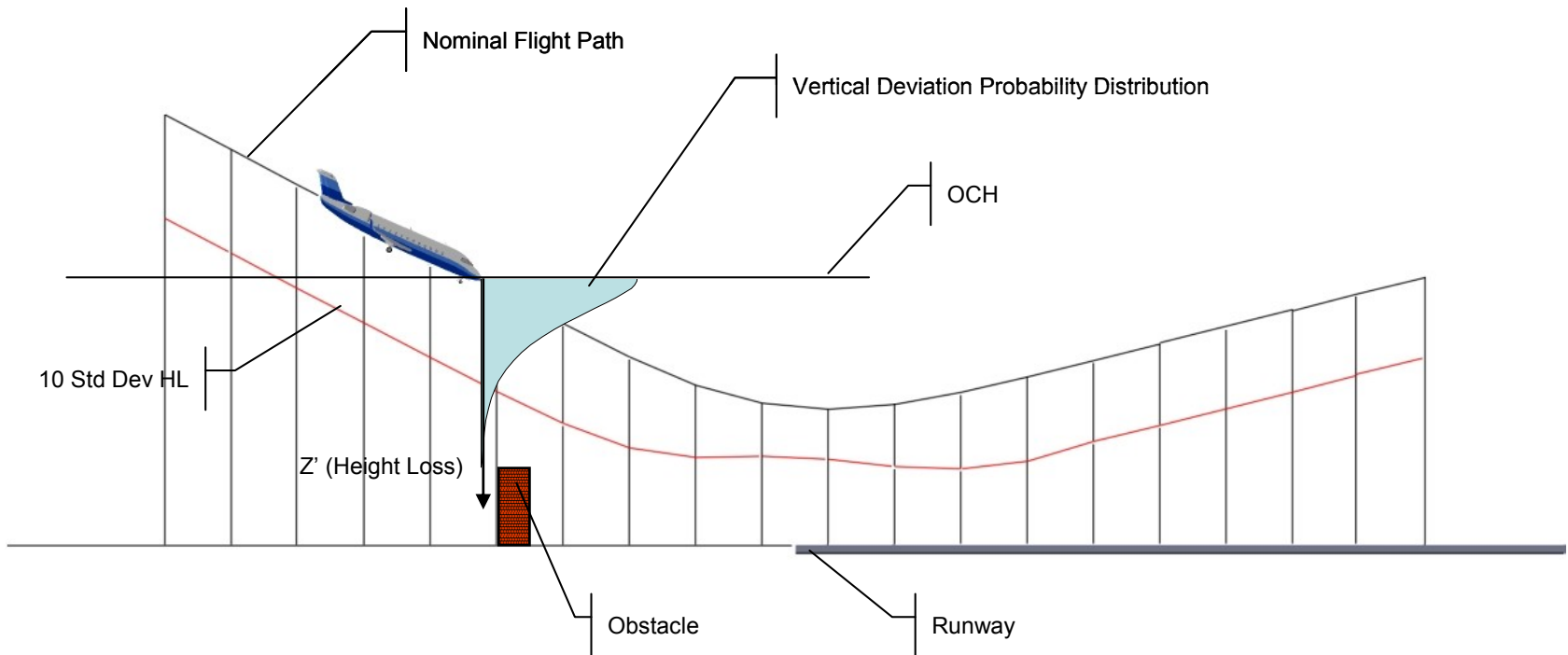
# LAAS



# Herramientas para Estimar el Riesgo de Colisión en la Fase Aérea

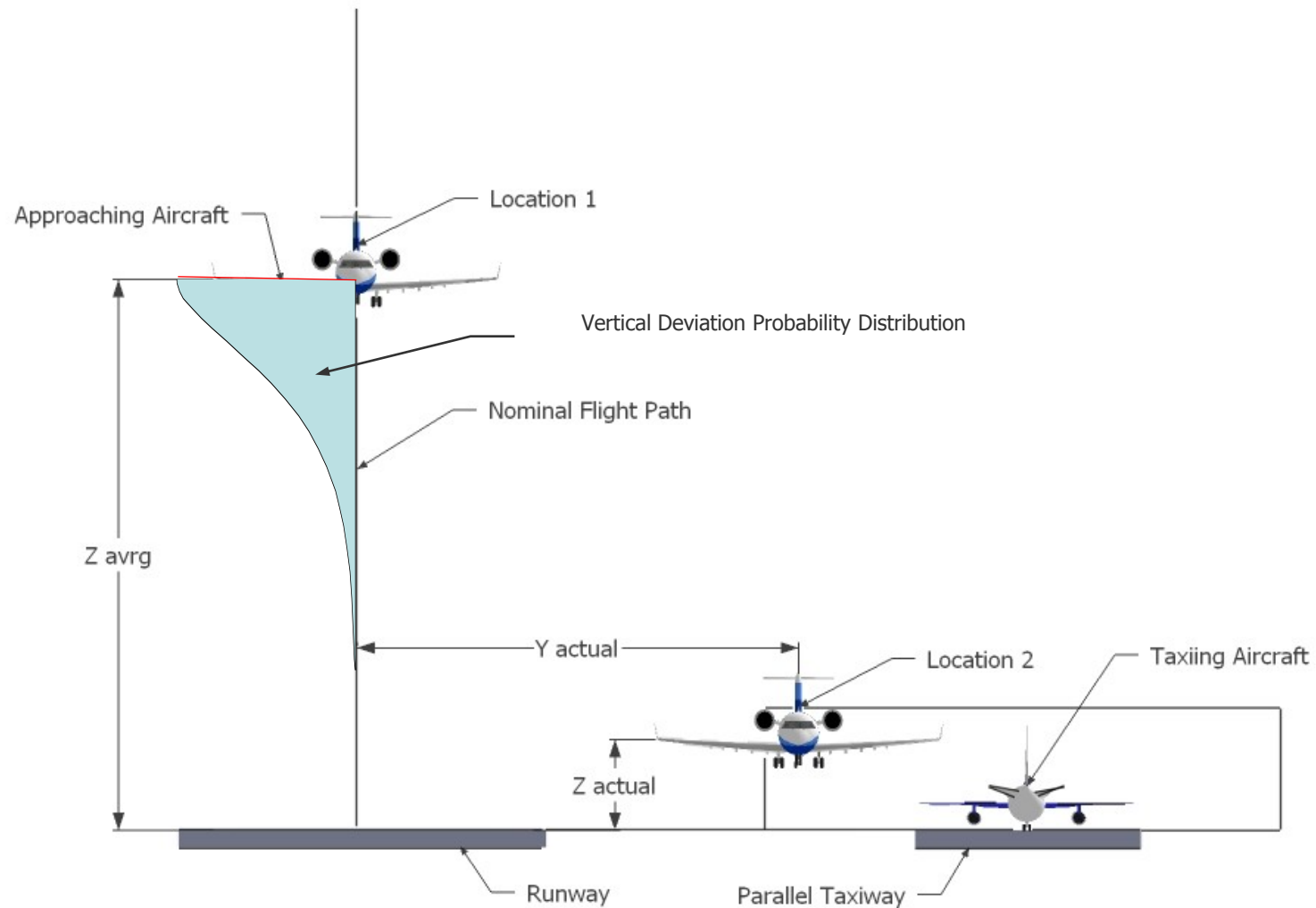
- CRM se desarrolló en los años 70
- FAA Airspace Simulation and Analysis Tool (ASAT)
  - más amplia
  - considera el desempeño de la aeronave, la navegación, el clima, la topografía, la turbulencia y los factores humanos
- MITRE - Safety Assessment Toolset (SAT)
- Datos caminos de vuelo (multilateración)

# CRM – Aproximación Pérdida

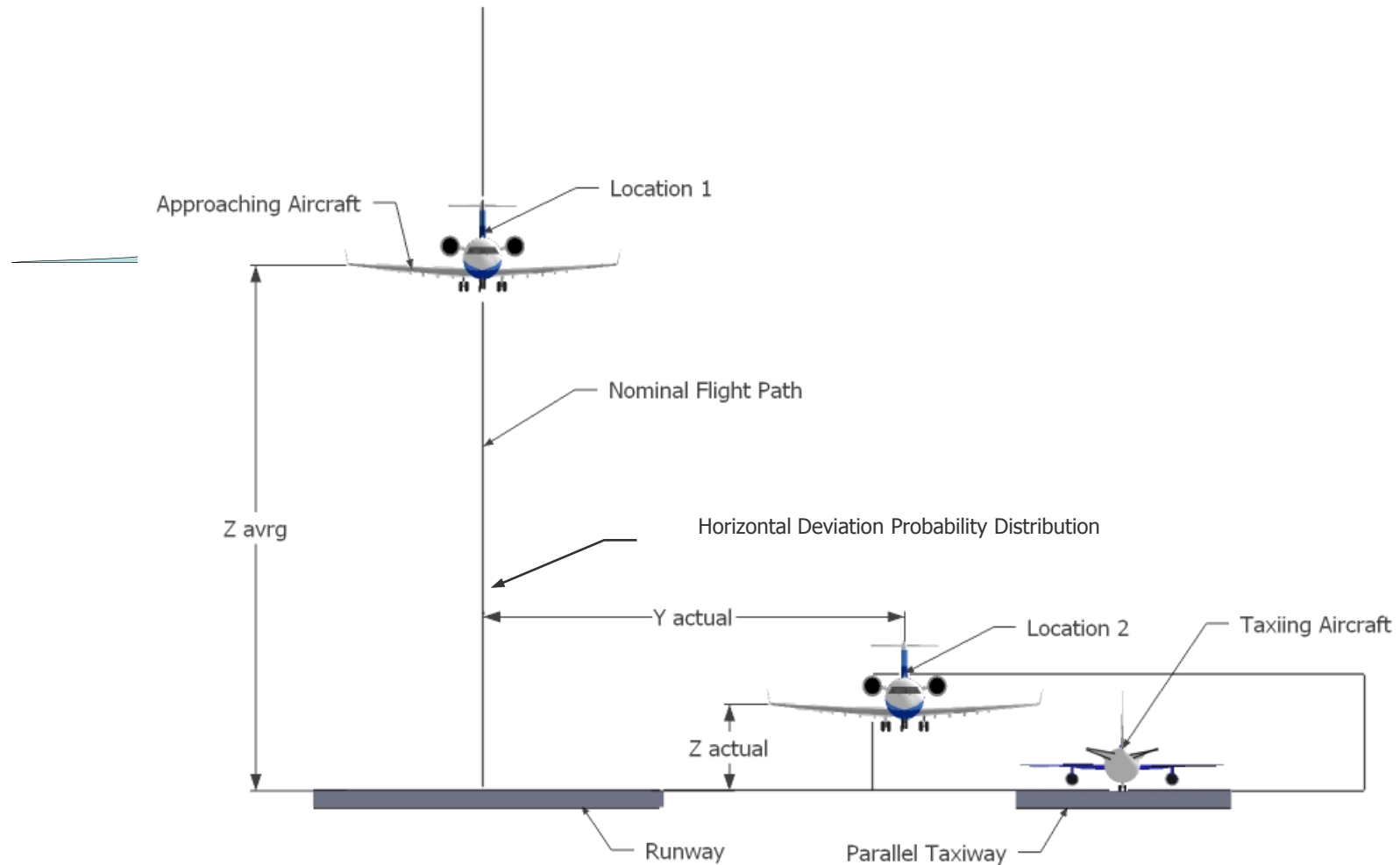


\* Ponto de descida mínima

# CRM – Desviaciones Verticales



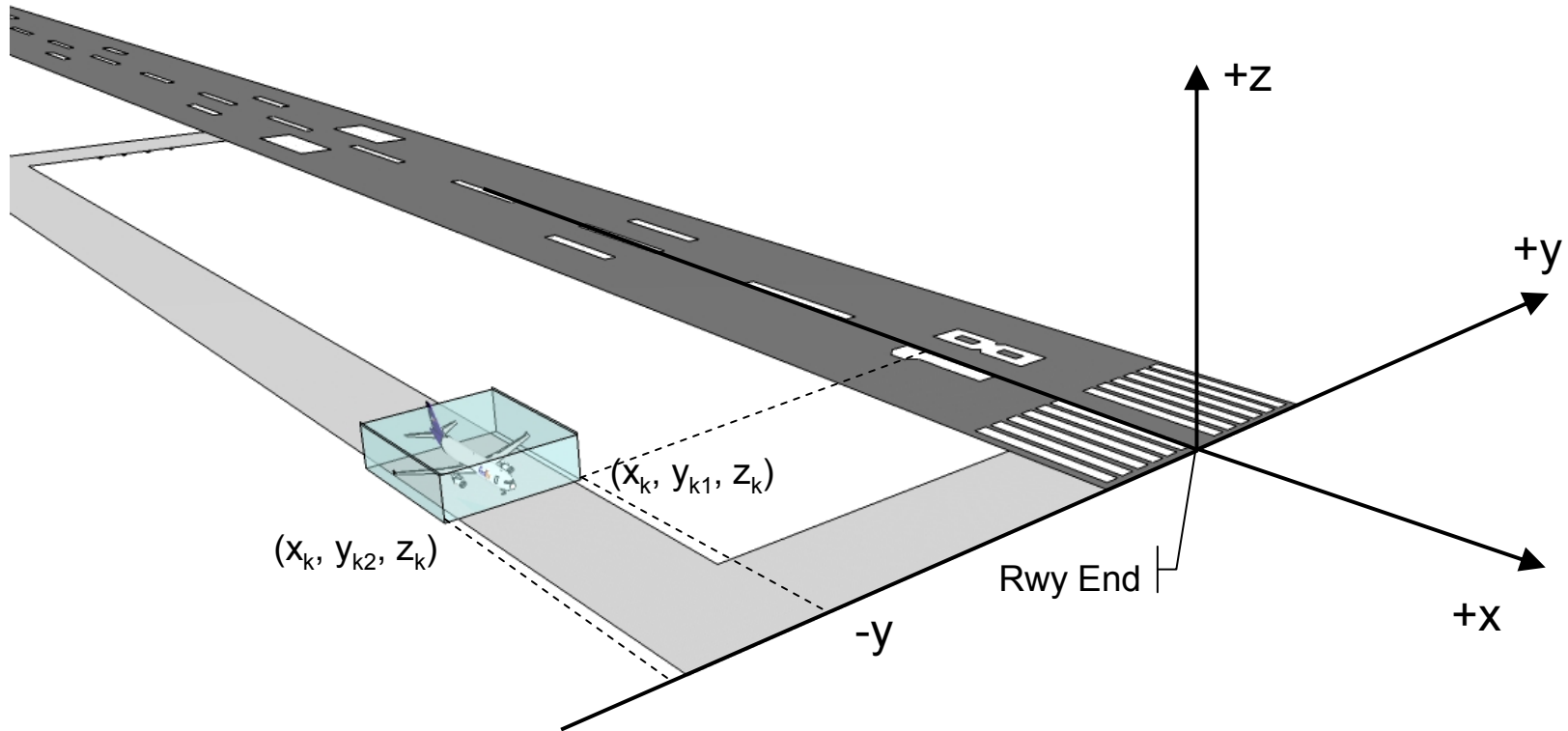
# CRM – Desviaciones Laterales



# Collision Risk Model - CRM

- Localización del obstáculo (x, y, z) y dimensiones.
- Dimensiones de la aeronave en aproximación
- Categoría da velocidad de aproximación (Cat A – 90 nudos, Cat B - 120 nudos, Cat C - 140 nudos, o Cat D - 160 nudos)
- Razón de ascenso (default 2.5%).
- Tipo de aproximación (Cat I o Cat II (Flight Director o Autopilot))
- Altitud
- Altura de decisión (OCH).
- Altura del datum de referencia (RDH, estándar es 15 m (50 ft)).
- Corso del Localizer (estándar 213.36 m (700 ft)).
- Distancia del Localizer hasta el umbral de llegada
- Razón de descenso (2.5, 3.0 o 3.5 grados).

# Coordenadas CRM



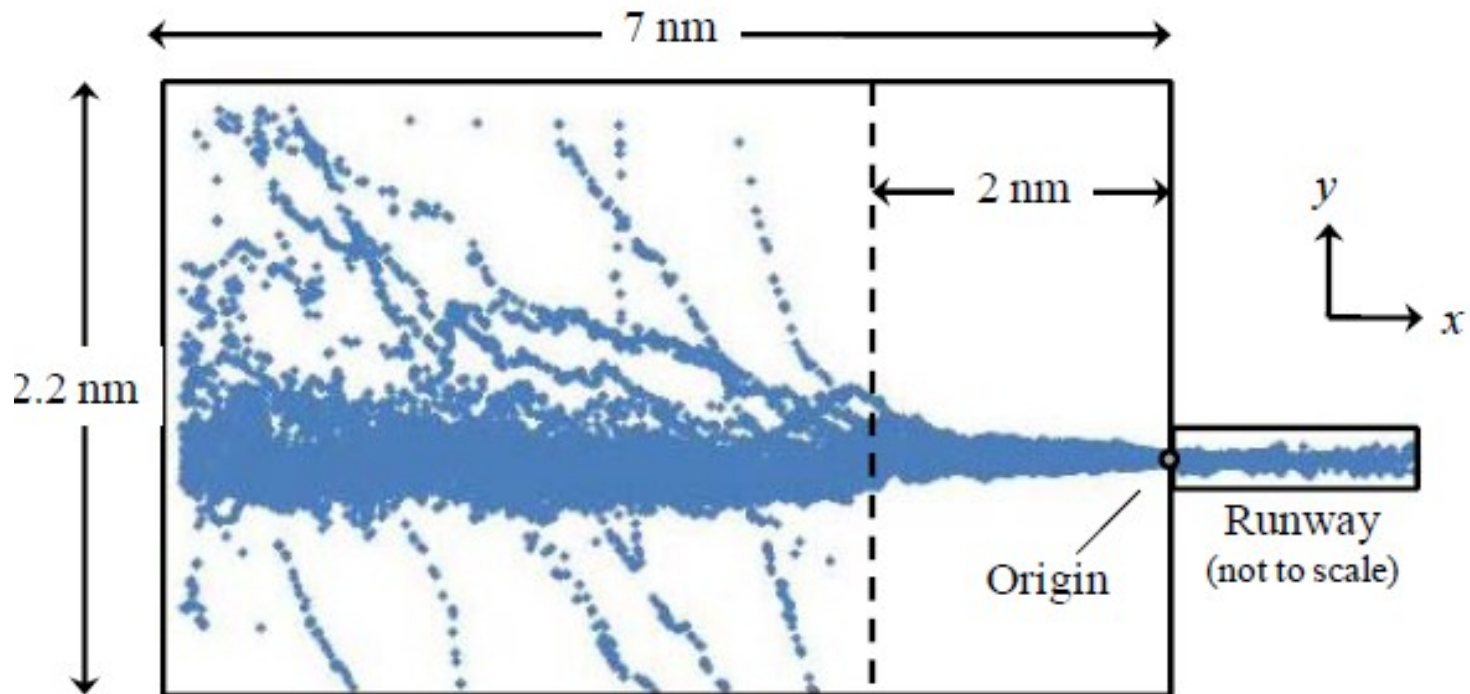
# CRM – Otras Consideraciones

- Tasa de aproximación pérdida
  - CRM: 1:100
  - FAA (2008): 1:500
- Sombreado
  - Obstáculos cerca
- Riesgo de colisión con múltiples obstáculos

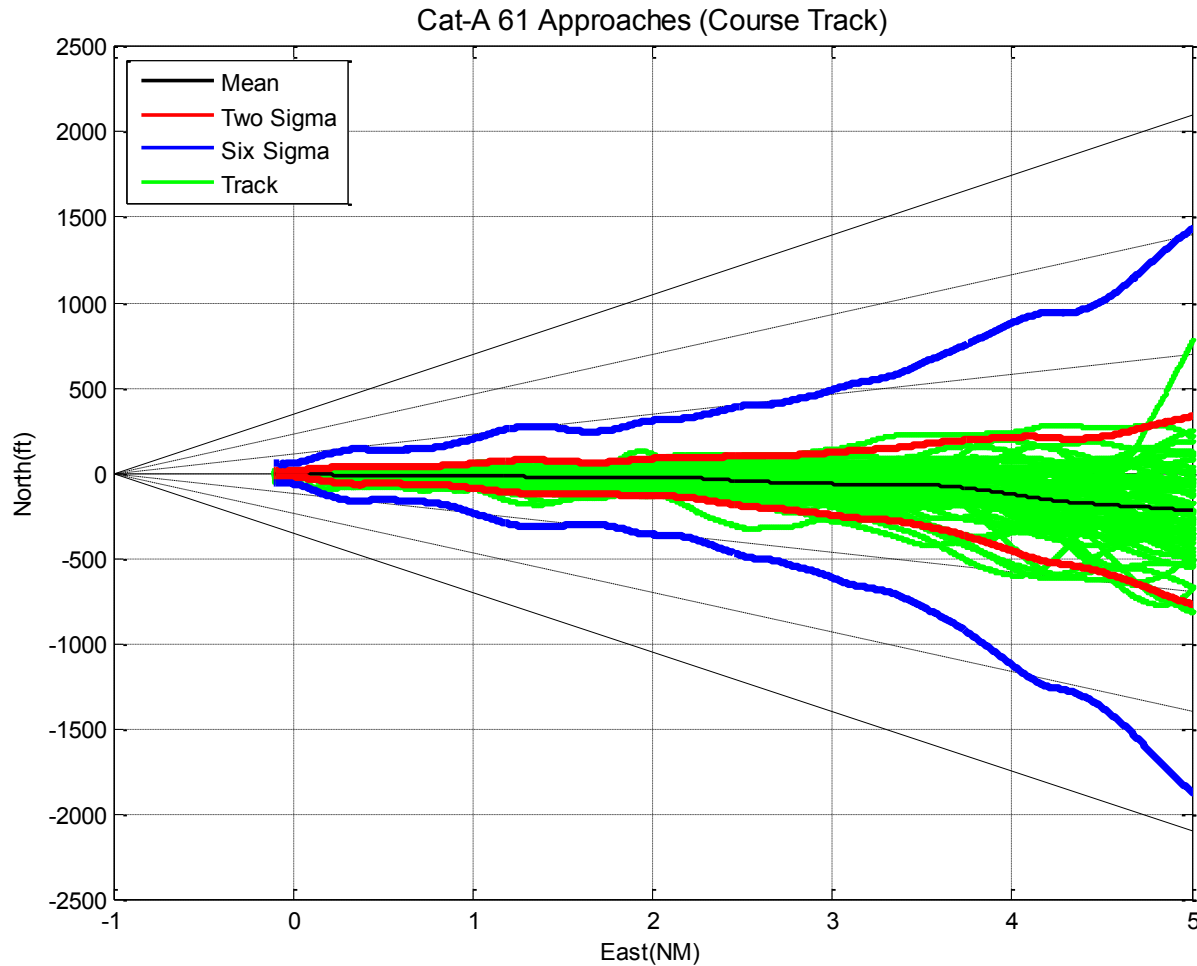
$$P(C) = 1 - \prod_{k=1}^n \left[ 1 - P(O_k^*) \right]$$

# Datos de Multilateración

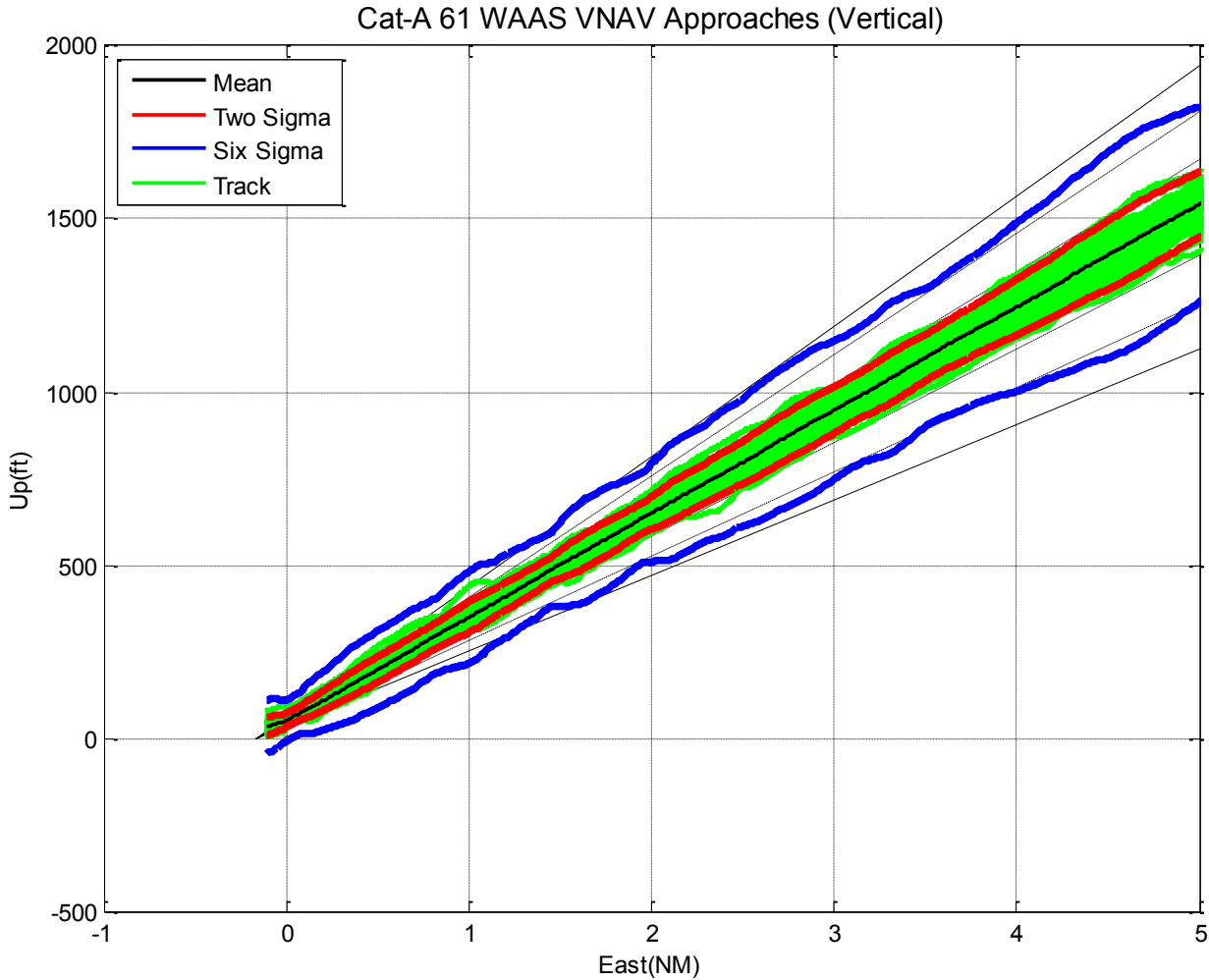
- Identifica la posición de la aeronave basado en señales del transponder de la aeronave recogido en varias estaciones fijas
- Integrar los sistemas ASDE-X



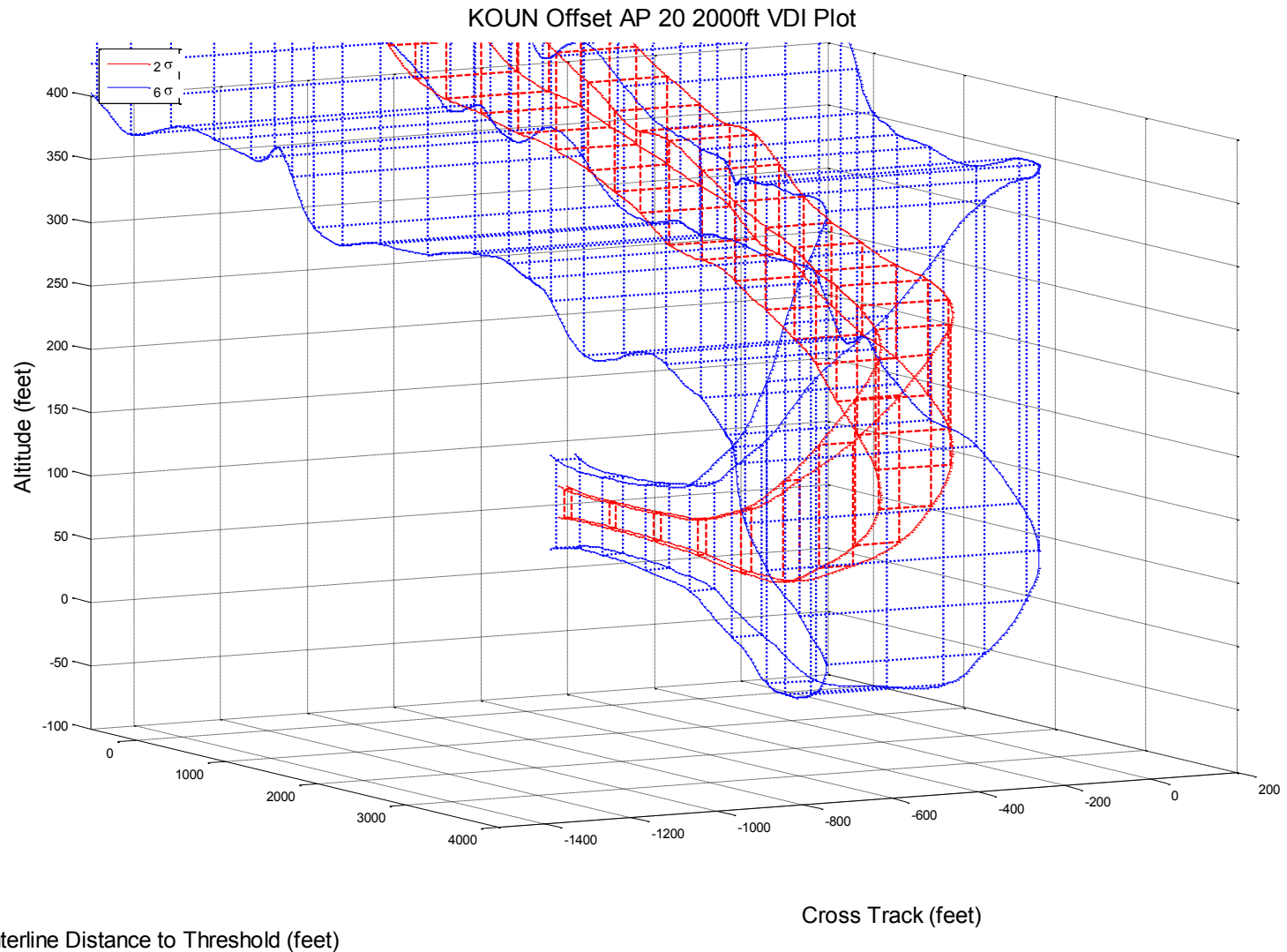
# Multilateración - Desviaciones Laterales



# Multilateración - Desviaciones Verticales



# Multilateration – 3D



# Desviaciones en la Fase ILS

ILS Category	Lateral Displacement	Vertical Displacement		
		2.5° Glide Path	3.0° Glide Path	3.5° Glide Path
CAT I	16.4	4.9	5.8	6.8
CAT II FD	11.4	4.5	5.3	6.1
CAT II AP	11.4	3.7	4.4	5.1

# Desviaciones en la Aproximación Frustrada

Range (m)	Standard Deviation (m)
300	12.57
200	12.07
100	12.06
-100	13.30
-200	15.03
-300	17.11
-600	24.65
-900	34.23
-1200	43.93

CRM

# Análisis Sugerida

- Identificar los obstáculos, en la franja de pista o hiriendo las superficies limitadoras, que se encuentran cerca de la pista (zona de aproximación, despegue y transición)
- Usar el CRM para evaluar los obstáculos en ambas direcciones. Usar la categoría de aproximación disponibles en el aeropuerto (de precisión Cat I o II).
- De lo contrario, usar Cat I precisión, incluso en los aeropuertos sin aproximación de precisión, y identificar los obstáculos más críticos. Eliminar estos obstáculos cuando posible
- Verificar el segmento visual y OFZ

# Otras Consideraciones

- No hay modelos de riesgo de aproximaciones visuales y de no precisión, tampoco para el despegue
- Estudio del OCP de la OACI sugiere desviación de  $\pm 10$  m con riesgo de  $1 \times 10^{-7}$  (simulación de B-747-400)
- En el segmento final (1200 metros), el CRM utiliza una desviación estándar de 12 metros lateral

# VSS y OFZ

- Doc 8168, Vol. II, 2006, los procedimientos por instrumento en línea recta deben ser protegidos de los obstáculos en el segmento visual. Los obstáculos con altura con menos de 15 metros en relación con el umbral de aproximación pueden ser ignoradas, aunque penetre en la superficie del segmento visual (VSS)
- Zona Libre de Obstáculos (OFZ): el espacio aéreo por encima de la superficie de aproximación interna, de las superficies de transición interna, superficie de aterrizaje interrumpido y la porción de la franja de pista ligada por estas superficies (no debe ser penetrada por cualquier obstáculo fijo montado sobre soporte no frangible)

# PANS-OPS (Procedures for Air Navigation Services - Aircraft Operations)

- Normas para establecer los procedimientos de aproximación por instrumentos y procedimientos de despegue
- Doc 8168-OPS/611 (volumes 1 y 2) de la OACI
- Objetivo: garantizar un espacio aéreo libre de obstáculos cuando se opera con instrumentos

# Preguntas?

