



**INTERNATIONAL
CIVIL AVIATION
ORGANIZATION**





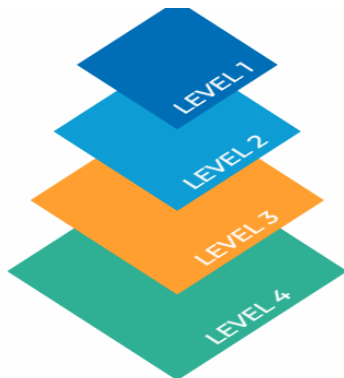
ICAO

GLOBAL STRATEGIC

GLOBAL TECHNICAL

REGIONAL

NATIONAL



Marco conceptual

(BBB + ASBU aplicado a 10 NM)



MARCO CONCEPTUAL + MENSAJE CLAVE

10 NM como capacidad habilitada

“La separación de 10 NM no es una función aislada de CNS, sino una capacidad ATS habilitada por la performance integrada de vigilancia, comunicaciones, navegación y procedimientos.”

👉 Principio clave:

- ATS → define la separación
- CNS → habilita la performance para aplicarla

👉 Marco:

- **BBB** → capacidades base (infraestructura CNS)
- **ASBU** → evolución basada en performance



OBJETIVO OPERACIONAL

Enable 10 NM separation through CNS capabilities

👉 Demostrar que:

- la infraestructura CNS cumple con la performance requerida
- la red y los sistemas soportan operación segura
- se garantiza continuidad y confiabilidad end-to-end

👉 Mensaje clave:

“El objetivo no es definir la separación, sino demostrar que el entorno CNS permite sostenerla de forma segura.”

👉 Clave técnica

- Separación = responsabilidad ATS
- CNS = garantiza datos confiables + tiempos + disponibilidad



BBB vs ASBU (visión operativa)

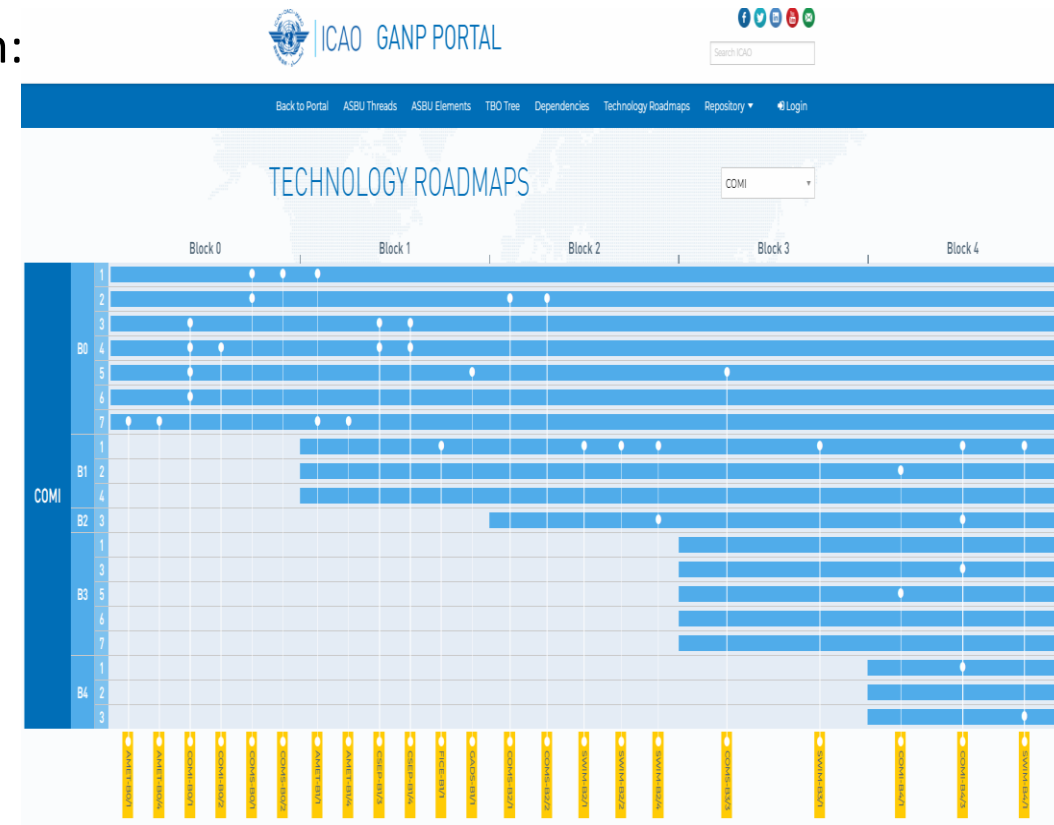
- **BBB:** capacidades base (VHF, radar, AMHS, red)
- **ASBU:** mejora de performance (ADS-B, CPDLC, AIDC, SWIM)
- Relación:
 - Sin BBB → no hay operación
 - Sin ASBU → no hay optimización



➤ ASBU (lo que habilita la reducción de separación)

Los módulos clave que impactan directamente en 10 NM son:

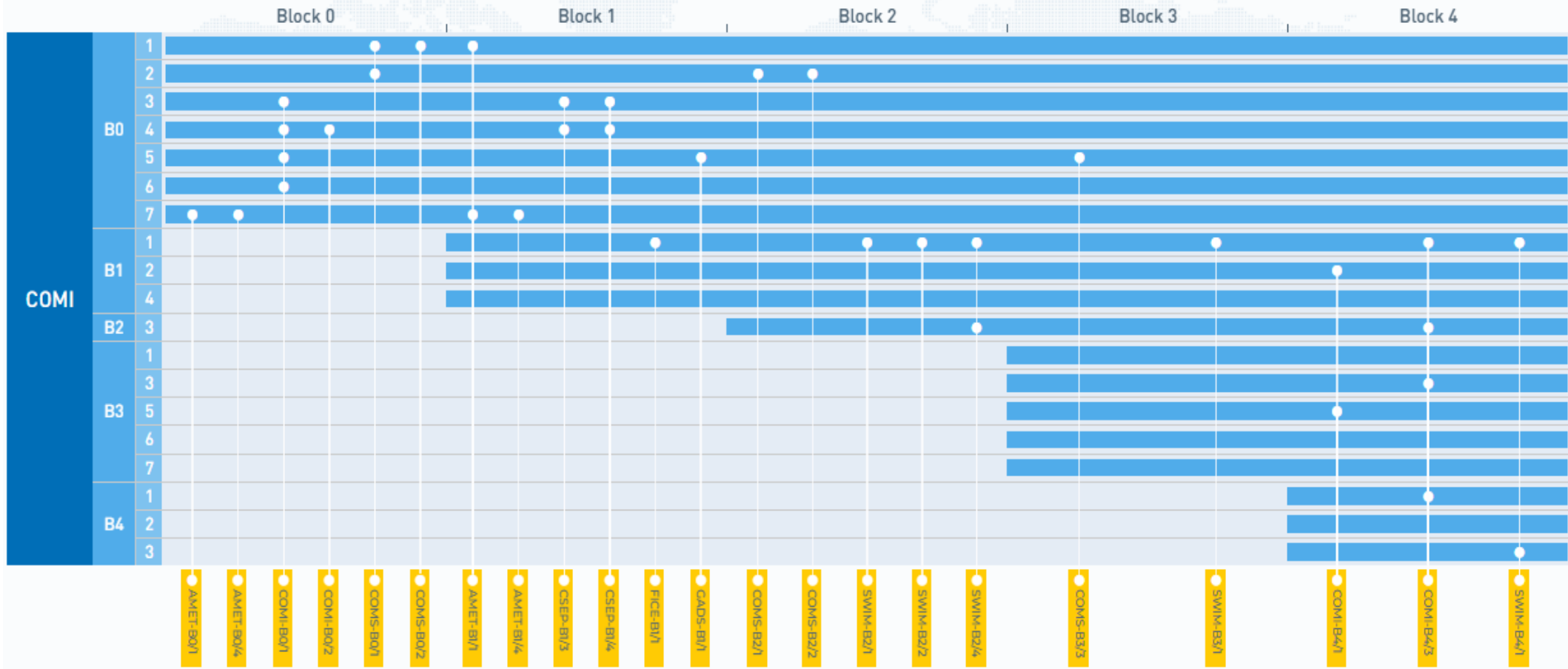
- B0/B1-SURF / SUR → Vigilancia mejorada
- B0/B1-FICE → Intercambio de datos (AIDC/FF-ICE)
- B0/B1-DATM → Comunicaciones digitales (CPDLC)
- B0/B1-NOPS → Operaciones basadas en red
- B0/B1-FRTO → Rutas más eficientes (impacta densidad)



👉 En la práctica: 10 NM depende fuertemente de SUR + COM + coordinación ATS (FICE)

TECHNOLOGY ROADMAPS

COMI



“Separación ATS = f (SUR + COM + NAV + DATA + PROCEDURES)”

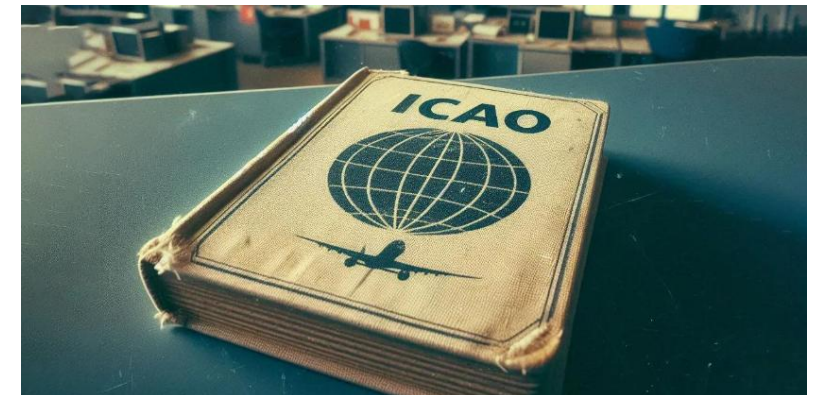
👉 La separación entre aeronaves es función (depende) de la vigilancia, comunicaciones, navegación, intercambio de datos y procedimientos.

- 👉 • “La separación de 10 NM depende de múltiples sistemas interdependientes.”
- “Si uno falla, el sistema completo pierde capacidad.”

👉 Ejemplo práctico

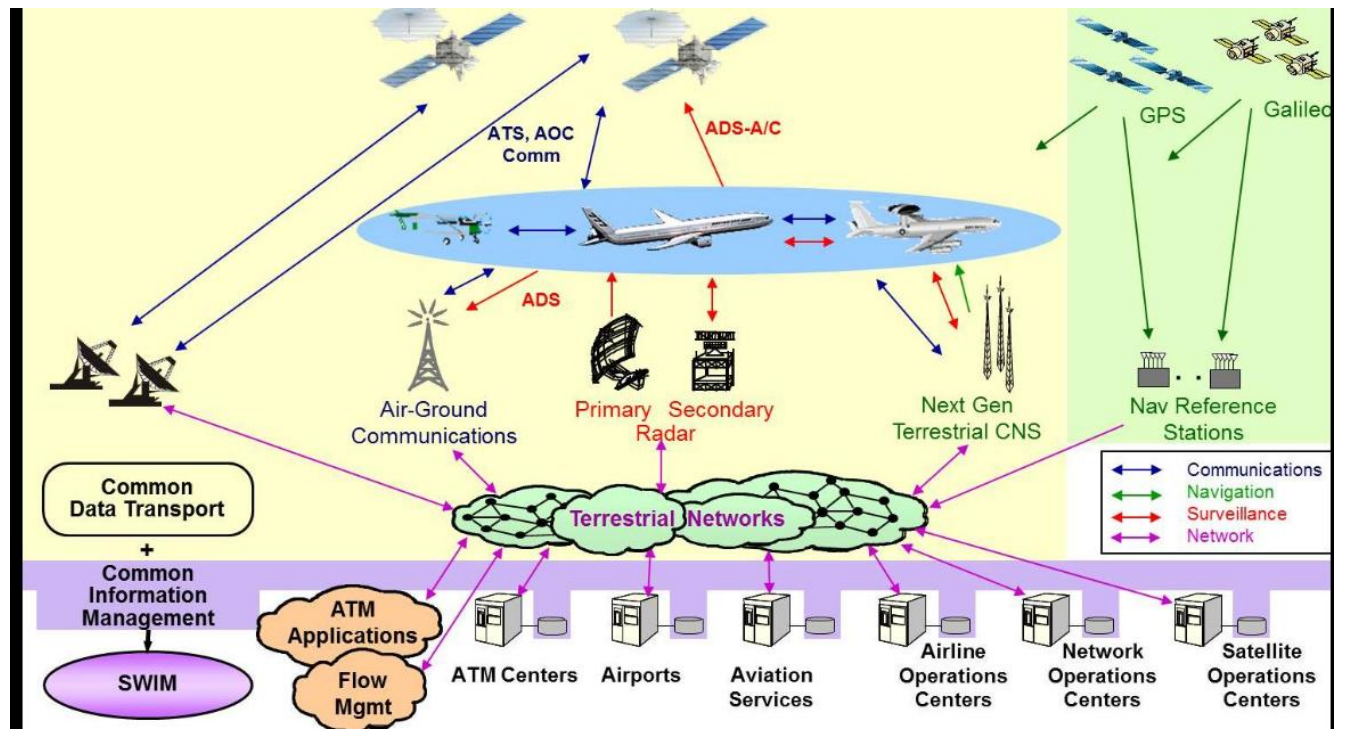
- ADS-B sin comunicaciones → uso limitado S/10NM
- Comunicaciones sin vigilancia → uso limitado S/10NM

👉 Esto es clave para justificar inversiones CNS integradas.



Qué aporta cada componente

- SUR → posición
- COM → intervención
- NAV → precisión
- DATA → coordinación
- PROC → aplicación



Requisitos CNS para habilitar 10 NM

● Vigilancia (SUR) – CRÍTICO – driver principal

Infraestructura:

- ADS-B terrestre (preferente)
- Radar secundario (MSSR) como respaldo
- Integración (ASTERIX CAT021 / CAT062)

Performance:

- Actualización ≤ 5 segundos
- Precisión horizontal alta
- Disponibilidad $\geq 99.9\%$

Relación ASBU:

- B0-SURF / B1-SURF
- B0-SURV

- “La vigilancia es el factor más determinante para reducir separación.”
- “ADS-B permite mayor precisión y actualización más rápida que radar tradicional.”

👉 Parámetros

- Update rate: $\sim 1-5$ segundos
- Precisión alta (WGS-84 GNSS-based)

👉 “Sin vigilancia continua y precisa, no es posible sostener 10 NM.”

👉 Esto es lo que realmente permite pasar de separaciones grandes (50–80 NM) a 10 NM.

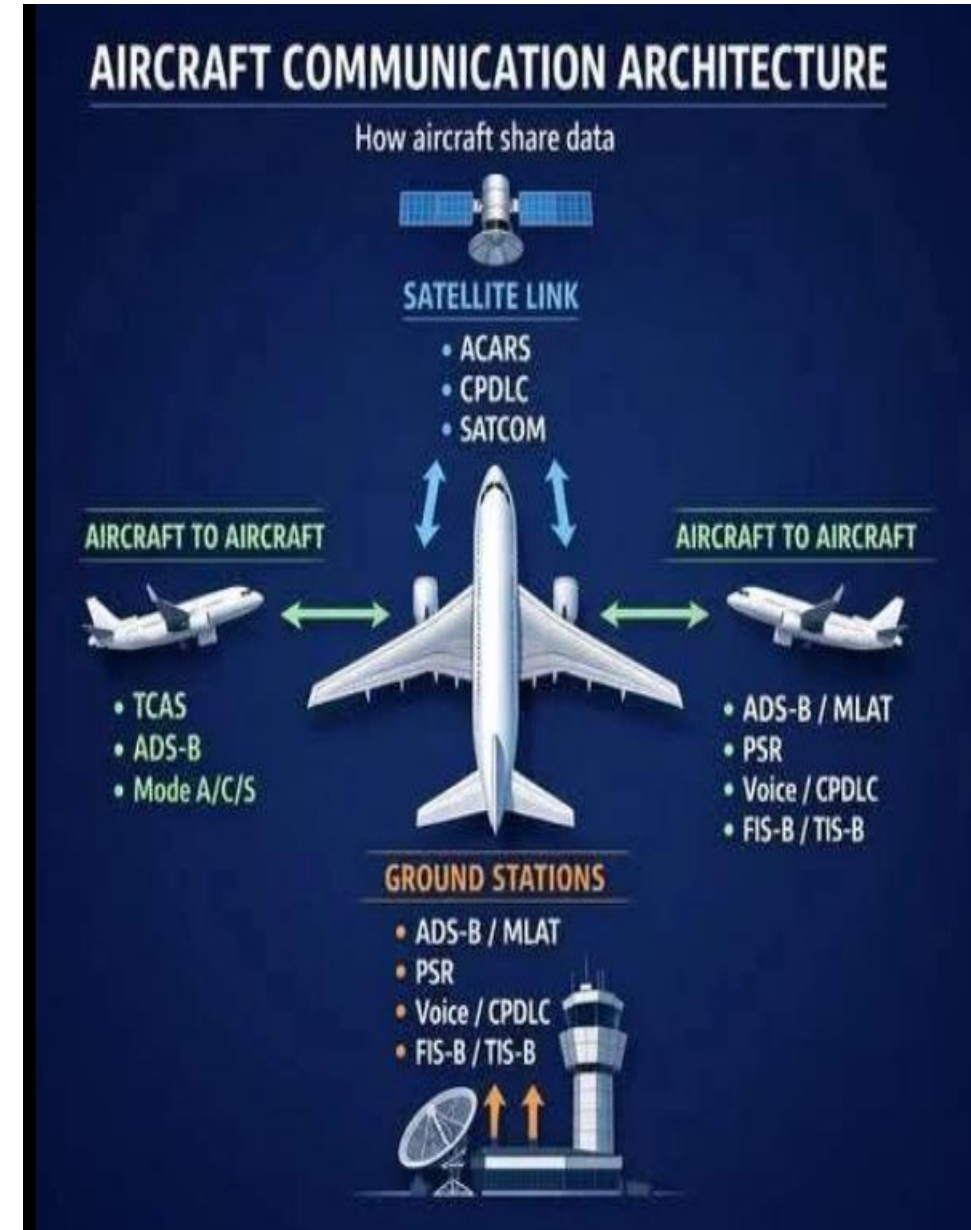
Comunicaciones

- VHF / VoIP / CPDLC
- Baja latencia
- Alta disponibilidad
- RCP (PBCS)



👉 Mensaje:

No es cobertura, es tiempo de respuesta



NAVEGACIÓN

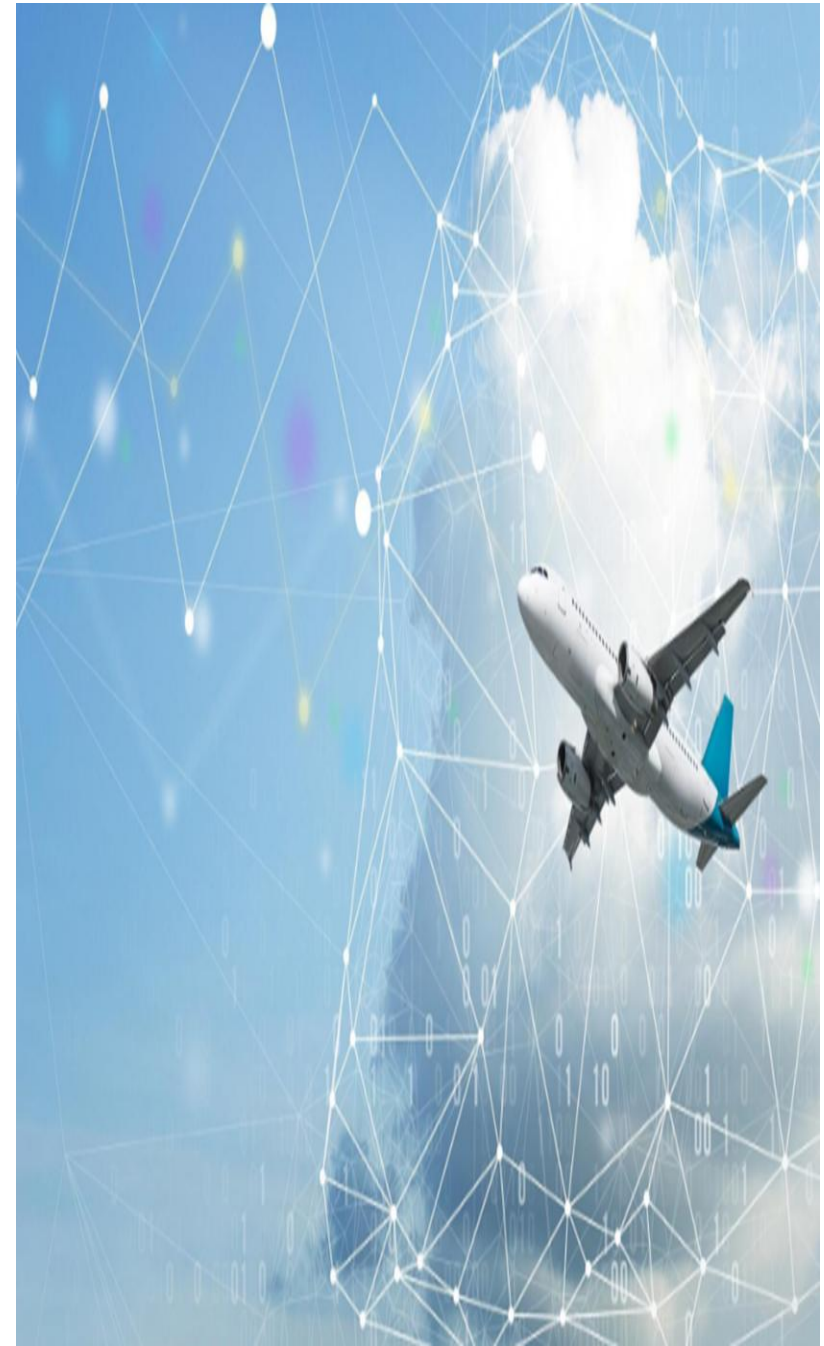
- RNAV / RNP
- GNSS

👉 Riesgo:

- spoofing / jamming

👉 Mensaje:

NAV asegura la trayectoria



DATOS (FICE)

- ❑ AMHS / AIDC / SWIM
- ❑ Coordinación automática
- ❑ Reducción de errores

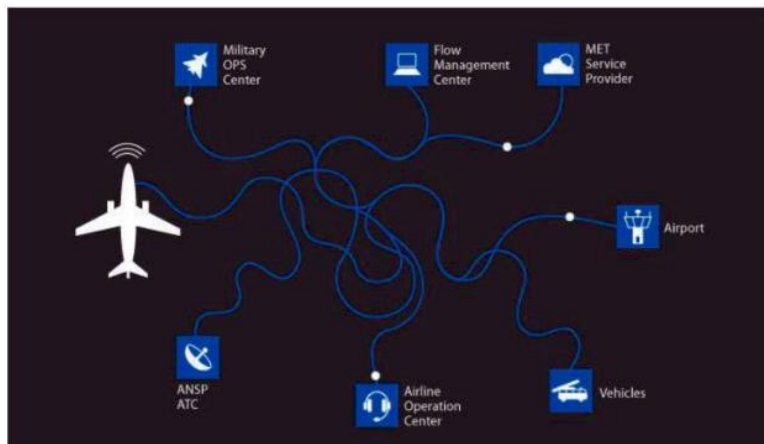
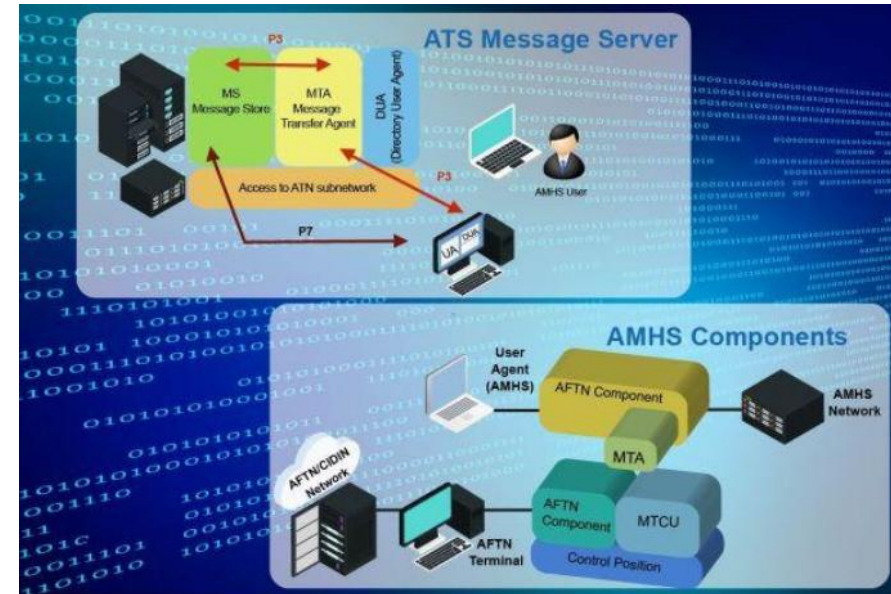


Figure 1 : Sharing information today

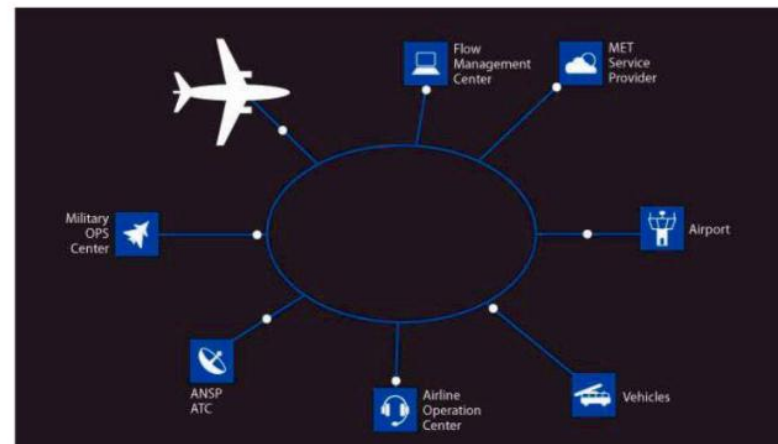


Figure 2 : Sharing information tomorrow

👉 Mensaje: La separación depende de la coordinación entre FIRs

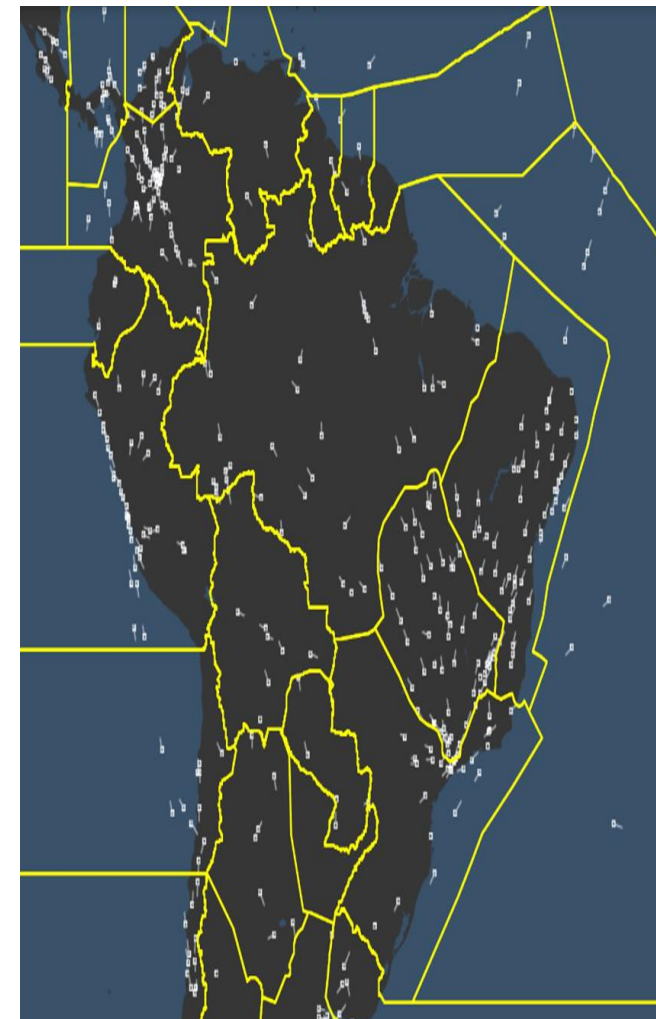
🔥 Ejemplo práctico

Para lograr 10 NM:

- Si tenés ADS-B (SUR)
- pero la red tiene latencia (COM/DATA)

👉 No podés garantizar intervención a tiempo → no podés aplicar 10 NM

“Reducir la separación no es mejorar un sistema, es garantizar la performance integrada de todos los dominios CNS junto con los procedimientos operacionales.”



Red CNS

Infraestructura:

- MPLS (principal)
- VSAT (backup)
- QoS (priorización ATS)

Requisitos:

- Latencia controlada
- Jitter bajo
- Packet loss mínimo
- BER ($\approx 10^{-7}$ o mejor)

Impacta directamente:

- ADS-B
- VoIP
- AIDC
- CPDLC



- REDDIG (MPLS + VSAT)
- QoS
- SLA



CNS.”

- “La red es el sistema nervioso de todos los servicios CNS.”
- “Todos los servicios críticos dependen de su performance.”



Métricas clave

- Latencia
- Jitter
- Packet loss
- Disponibilidad



Bajada directa

- ADS-B via IP
- VoIP ATM
- AIDC



Mensaje

Sin red robusta, ningún sistema CNS cumple su performance.



Riesgos operacionales

👉 Lista de riesgos

👉

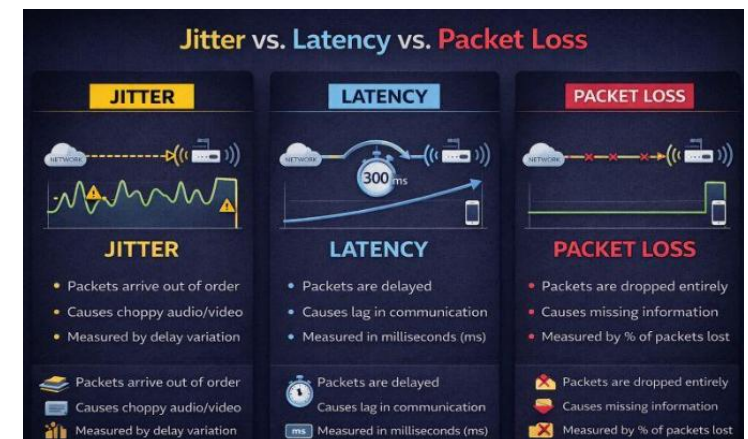
- “Reducir separación implica aumentar la dependencia tecnológica.”

• “Por lo tanto, los riesgos deben ser gestionados.”

👉 Ejemplos

- Fallas ADS-B
- Latencia red
- GNSS interference
- Fallas AIDC

👉 Menor separación = mayor exigencia en resiliencia CNS



Roadmap ASBU

- B0 → B1 → B2
- Qué tiene hoy SAM
- Qué falta



- “La implementación es progresiva.”
- “No todos los Estados están en el mismo nivel.”



- Algunos ya con ADS-B
- Otros en transición

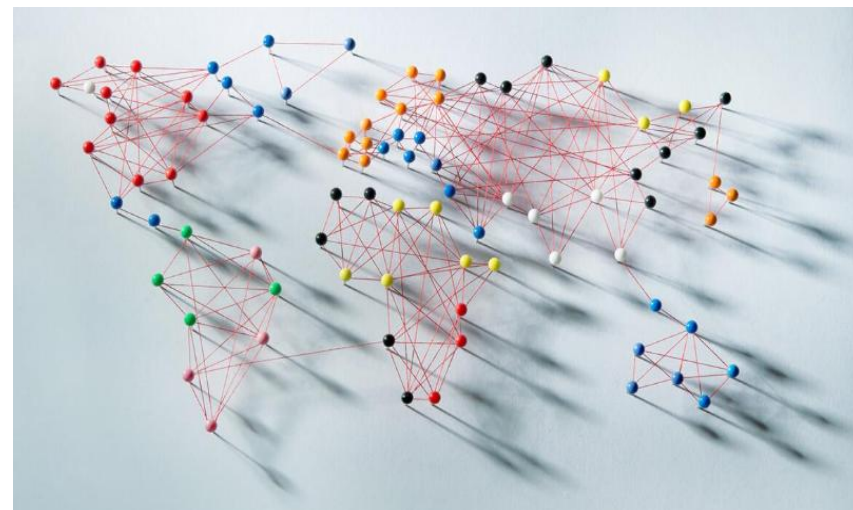


Mensaje:

El desafío no es técnico, es de armonización regional.

Conclusión

- CNS no define la separación
- CNS habilita la performance para que ATM la aplique



Nivel 1 – Base (BBB)

Cada Estado debe garantizar:

Vigilancia

- ADS-B mínimo en rutas principales
- radar equivalente

Comunicaciones

- cobertura VHF continua
- VoIP ATM estable

Navegación

- RNAV implementado
- GNSS operativo

Datos

- AMHS operativo

Nivel 2 – Optimización (ASBU B0 → B1)

Vigilancia

- cobertura ADS-B expandida
- redundancia

Comunicaciones

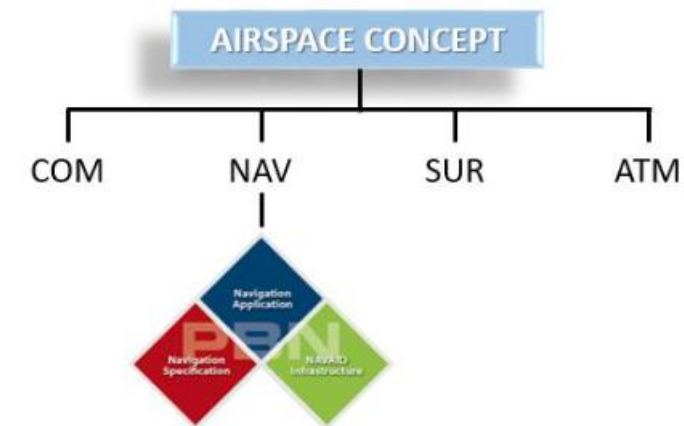
- VoIP ATM regional (ej. REDDIG) evaluación CPDLC

Datos

- AIDC entre FIRs

Red

- MPLS con QoS
- SLA definidos



Nivel 3 – Avanzado (B1 → B2)

- SWIM inicial
- intercambio digital completo
- integración regional (REDDIG + otras redes)
- monitoreo performance en tiempo real

Requisitos transversales

- ◆ Performance
 - disponibilidad $\geq 99.7-99.9\%$
 - latencia controlada
 - continuidad operacional
- ◆ Resiliencia
 - redundancia (energía, enlaces, sensores)
 - fallback procedures
- ◆ Ciberseguridad
 - segmentación
 - protección GNSS / red

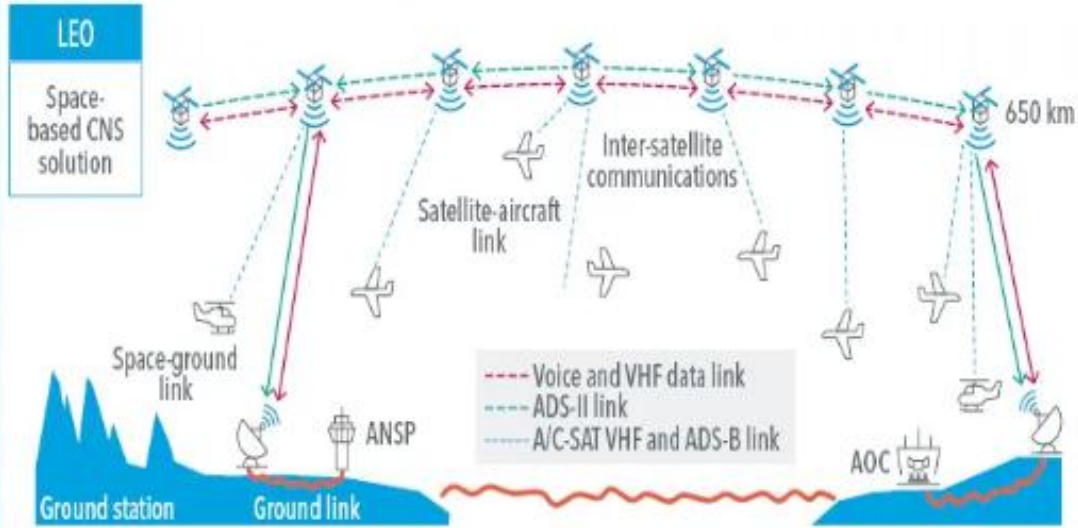


➤ Indicadores a proponer

- disponibilidad ADS-B
- latencia red (ms)
- packet loss (%)
- tiempo coordinación FIR (AIDC)
- tasa de fallas



Satellite-based VHF potential



✓ **ATS data comms**
CPDLC & ADS-C services

✓ **VHF voice**
Controller-pilot voice communications

✓ **ADS-B**
Secure triangulated ADS-B signals

✓ **AOC**
Provision of AOC data

✓ **No retrofitting**
Does not require any modifications to existing aircraft systems

ATM Air traffic management
ADS-B Automatic dependent surveillance–broadcast
TBO Trajectory-based operations
LEO Low Earth orbit
CNS Communication navigation surveillance

ANSP Air navigation service provider
AOC Airline operational communications
CPDLC Controller pilot data link communication
ADS-C Automatic dependent surveillance contract

Satellite-based solutions offer the potential to provide fully integrated and global VHF communications and automatic dependent surveillance broadcast (ADS-B) services to air traffic, enabling trajectory-based operations

Satellite prototype



New space

Designed for ATM

Nano satellites (<50 kg)

LEO constellation of ±240 satellites

◆ Beneficios del VHF espacial

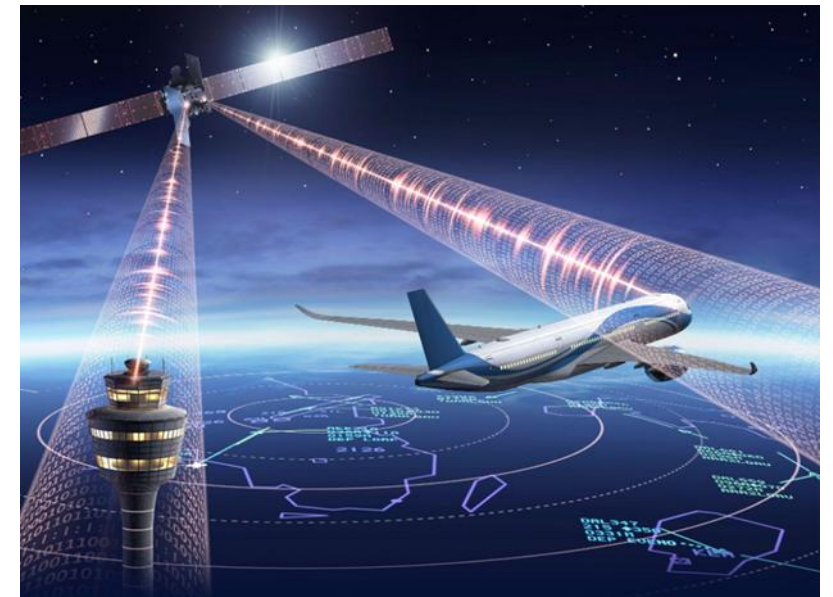
- Uso de mismos procedimientos operativos (continente y océano)
- Mejora de la seguridad en zonas oceánicas y remotas
- Mayor capacidad de comunicaciones en áreas sin cobertura terrestre
- Sin necesidad de capacitación adicional para controladores
- Sin cambios en la aviónica de la aeronave
- Optimización de rutas → menor consumo de combustible
- Reducción de emisiones de CO₂
- Mejor conocimiento situacional para ATC (posición más precisa)

◆ Mensaje clave

Integración transparente para pilotos y controladores

No cambia la operación:

👉 solo mejora la cobertura y eficiencia de las comunicaciones





¿Qué se espera en el WRC-23?

Las futuras comunicaciones VHF vía satélite requerirán la asignación de toda la banda de 117,975 a 137 MHz a AMS(R)S, incluyendo el extremo superior. Esto se debe a que los enlaces de datos digitales terrestres aeronáuticos operan en la parte superior de la banda, y la frecuencia de 136,975 MHz se utiliza para la señalización del enlace de datos y el canal de control.

Por lo tanto, la CMR-23 debe garantizar que los futuros sistemas AMS(R)S puedan operar en toda la banda de frecuencias, lo que permitirá la futura prestación de servicios de voz y datos.

SWIM (System Wide Information Management) Gestión de la Información a Nivel de Todo el Sistema



Situación Actual: Perú y Brasil

Perú

- Implementación de nuevo sistema AMHS (Thales) con gateway SWIM
- Reemplazo completo de plataforma actual (Frequentis)
- Interés en pruebas con otros Estados

Brasil

- Sin gateway SWIM centralizado actualmente
- Enfoque inicial: **Dual Stack (AMHS + SWIM)**
- Desarrollo de:
 - APIs compatibles con SWIM
 - Prototipo de **SWIM Registry**
- Plan futuro: gateway centralizado



Ambos Estados están en transición, pero con niveles de madurez distintos.

Cómo se usaría SWIM en la operación diaria

Caso 1 (más cercano a Europa):

- **Intercambio de información operativa mejorada**
 - Sistemas de control acceden directamente a:
 - Planes de vuelo
 - Información aeronáutica
 - La información:
 - Está disponible en tiempo real
 - Es más consistente entre centros



“El sistema te da la información directamente, sin depender de mensajes entre centros”

Caso 2 (lo que se plantea en SAM)

- **Uso de SWIM para comunicación entre centros**
 - Los centros podrían intercambiar información directamente usando SWIM
 - Funcionaría como alternativa al AMHS actual

“Sería otra forma de coordinar entre centros, similar al AMHS pero con tecnología nueva”

OBSERVACIÓN CLAVE (MUY IMPORTANTE)

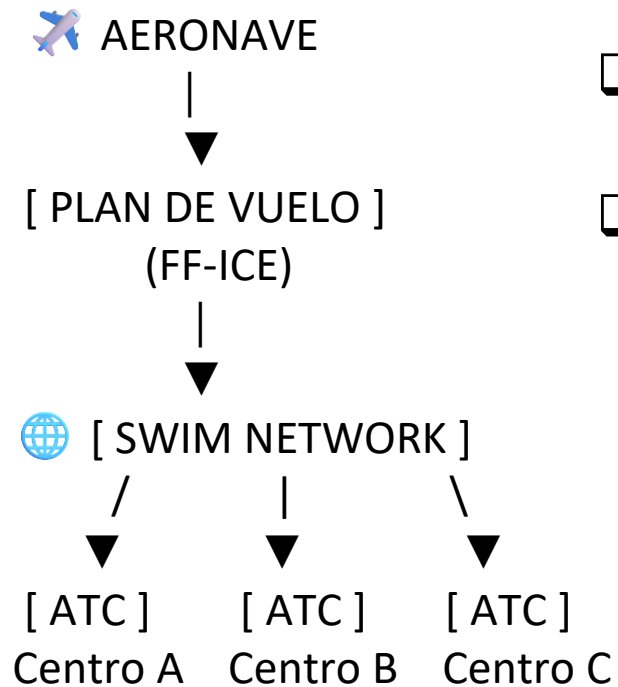
➤ SWIM no reemplaza AMHS en el corto plazo

- Ambos sistemas convivirán
- La transición será progresiva

“No cambia la operación de un día para otro”

Todavía no hay acuerdo claro sobre cómo usar SWIM en la región

- **SWIM permite compartir información**
- **FF-ICE define qué información se comparte (plan de vuelo moderno)**



FF-ICE define un **plan de vuelo más completo y dinámico**

SWIM permite que esa información:

- Se comparta en tiempo real
- Sea accesible por múltiples centros

SWIM y FF-ICE son complementarios

Desafíos Regionales y Líneas de Acción

Desafíos identificados:



- Falta de **modelo regional armonizado**
- Ausencia de entidad tipo **Network Manager (Eurocontrol)**
- Incertidumbre sobre:
 - Cumplimiento Doc 47 OACI
 - Modelo centralizado vs descentralizado
- Falta de:
 - Plan regional
 - Cronograma
 - Responsables

Próximos pasos acordados:

- Validar implementación de Perú vs **Doc 47 OACI**
- Elaborar presentación técnica conjunta
- Definir casos de uso prioritarios
- Explorar pruebas entre Estados



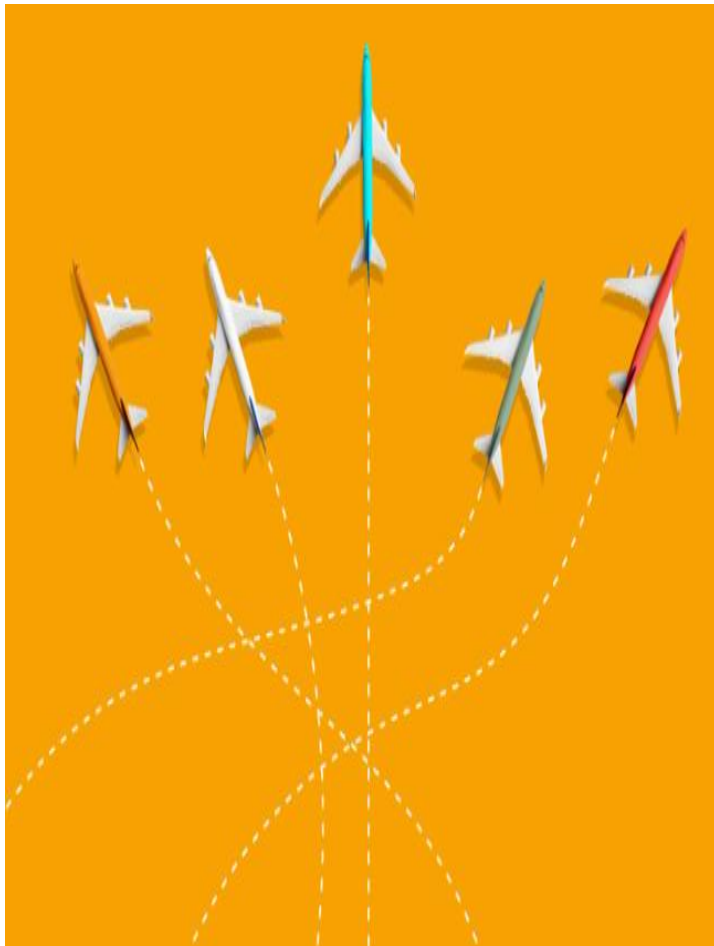
El riesgo principal es la fragmentación de la interoperabilidad en SAM.

Q&A – Preguntas

Q1: ¿Por qué 10 NM y no 5 NM si tenemos ADS-B?

Respuesta técnica:

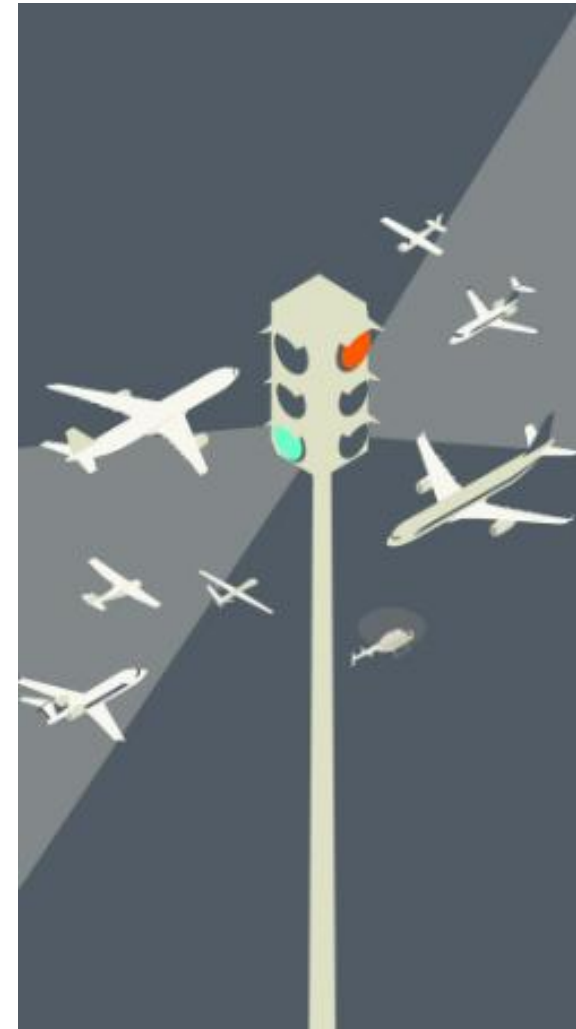
- 5 NM típicamente requiere entorno radar/ADS-B de alta integridad + cobertura continua + procedimientos maduros.
- 10 NM es un paso intermedio realista cuando:
 - la cobertura ADS-B es amplia pero no perfectamente redundante,
 - la red (IP/MPLS) aún tiene variabilidad de latencia/jitter,
 - la coordinación inter-FIR no está totalmente automatizada (AIDC parcial).
- Conclusión: 10 NM balancea beneficio operativo vs. riesgo, acorde al nivel regional actual (ASBU B0→B1).



Q2: ¿CNS “autoriza” la separación?

Respuesta:

- No. ATS define la separación.
- CNS demuestra que la performance es suficiente para que ATS la aplique.
- El marco correcto es:
 - Safety Assessment (Doc 9859)
 - Performance-based approach (PBCS / ASBU)

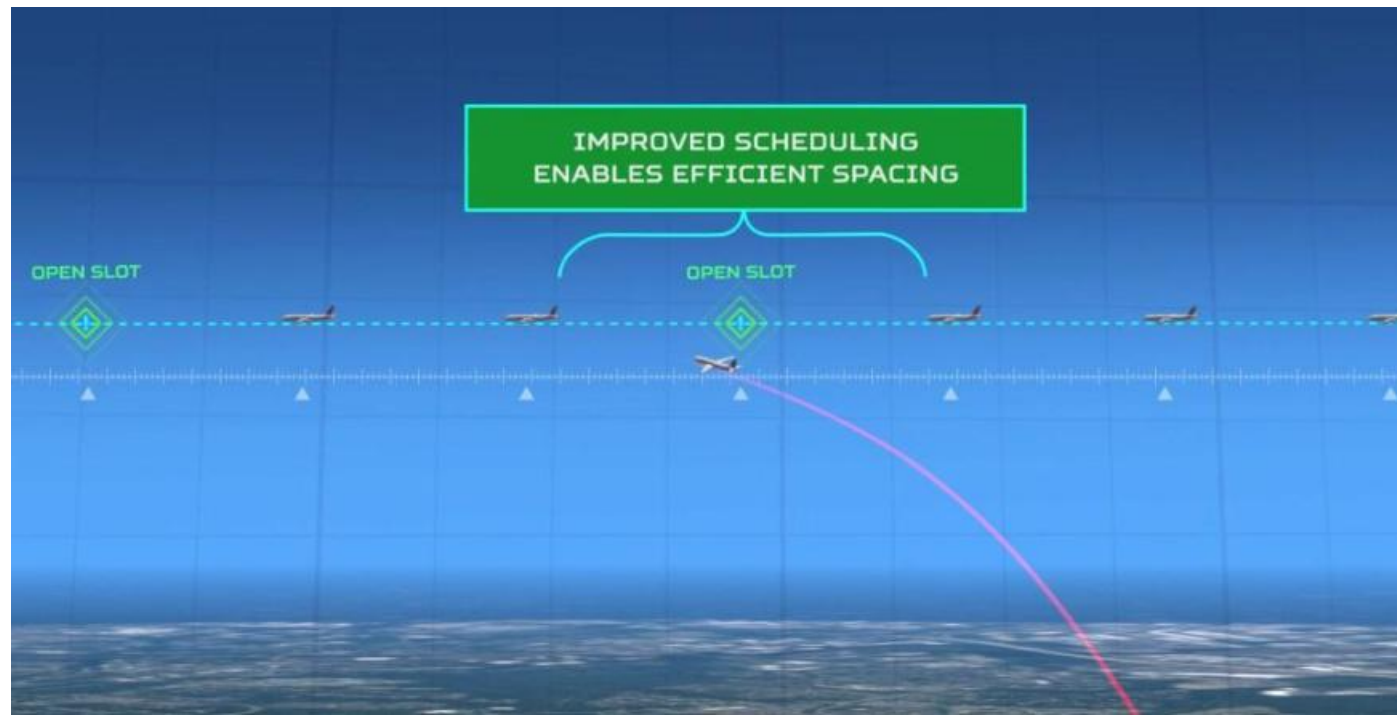


Q3: ¿Cuál es el principal limitante hoy en SAM?

Respuesta:

1. Cobertura ADS-B no completamente redundante y completa
2. Dependencia de red (latencia/jitter) para servicios IP
3. Interoperabilidad AIDC desigual entre FIRs
4. Riesgos GNSS (interferencia)

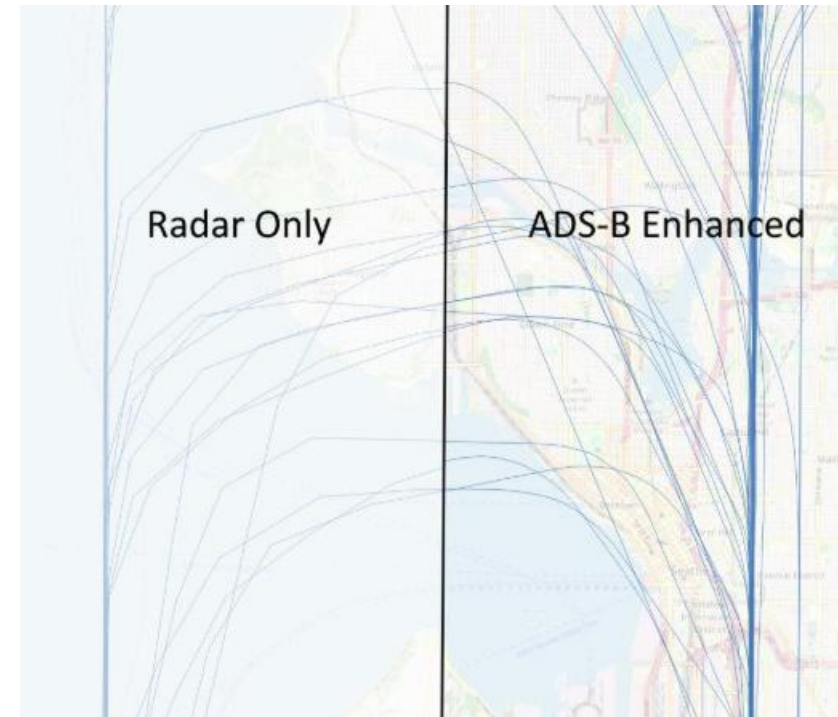
👉 No es un único sistema, es la cadena end-to-end.



Q4: ¿Qué pasa si se pierde ADS-B?

Respuesta:

- Se activa degradación:
 - fallback a radar (si existe)
 - o separación procedural (mayor: 20–80 NM)
- Por eso:
 - ❖ se requiere redundancia (SUR + red + energía)
 - ❖ y procedimientos de contingencia claros



Q5: ¿La red realmente impacta la separación?

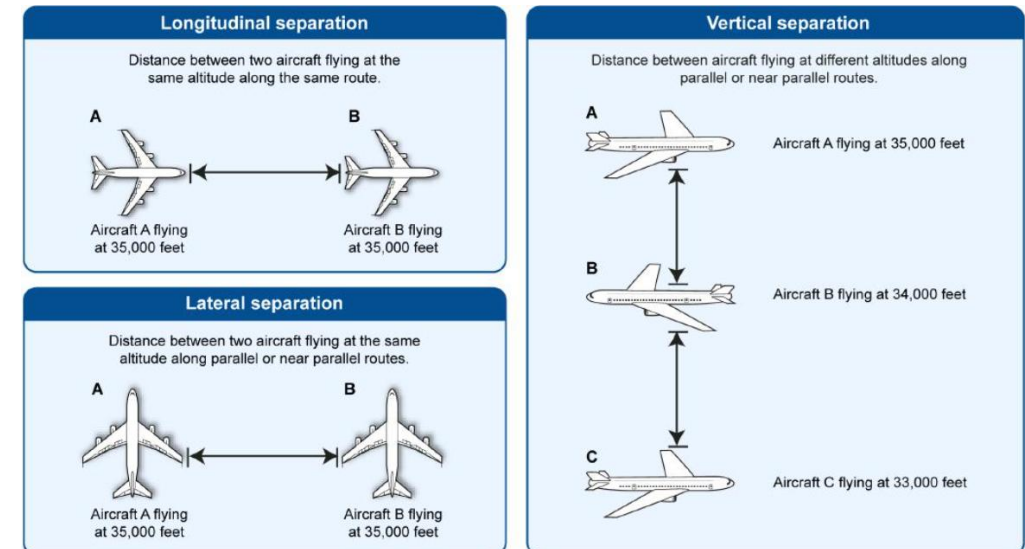
Respuesta:

- Sí, directamente:
 - o ADS-B via IP
 - o VoIP ATM
 - o AIDC

- Si la red introduce:
 - o latencia
 - o jitter
 - o pérdida de paquetes

👉 afecta:

- tiempo de actualización
- coordinación
- intervención del controlador



Q6: ¿Se necesita CPDLC para 10 NM?

Respuesta:

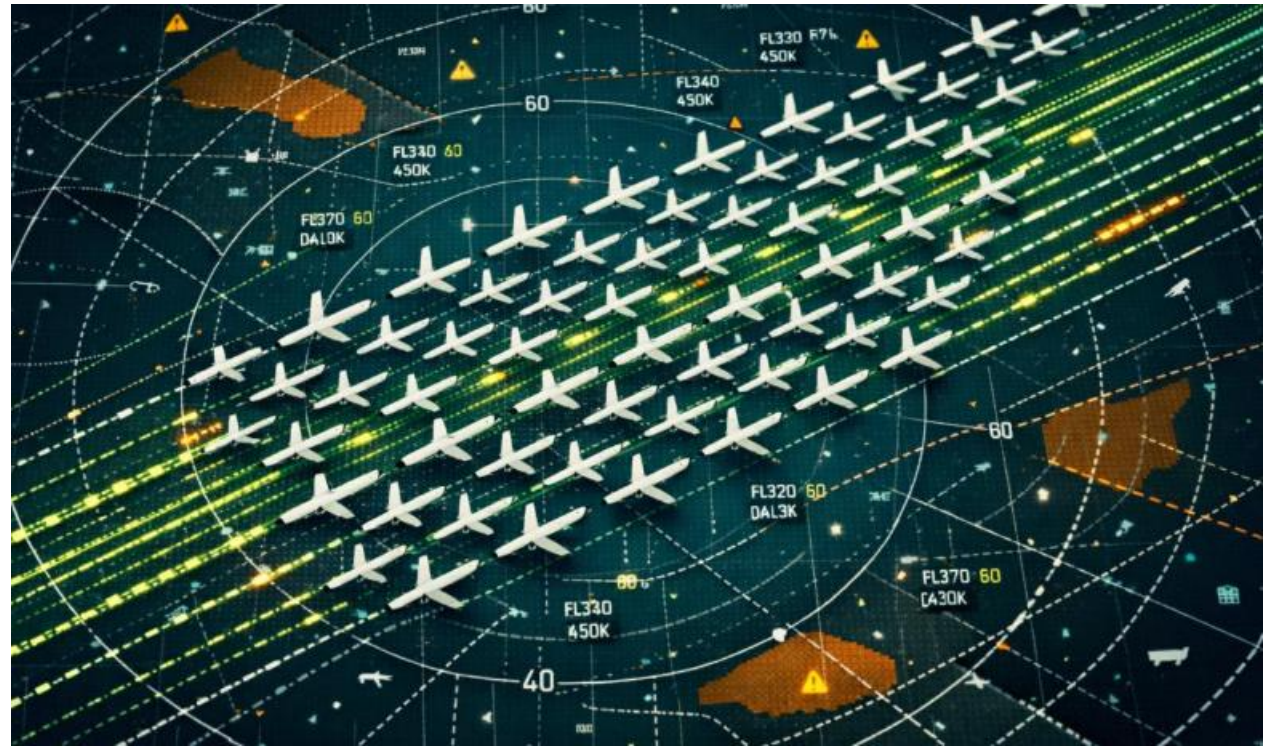
- No estrictamente en entorno continental con buena cobertura de VHF.
- Pero:
 - mejora resiliencia
 - habilita evolución hacia PBCS (RCP)



Q7: ¿Cómo justifico la inversión?

Respuesta:

- Reducción de separación →
 - ✓ mayor capacidad
 - ✓ menor delay
 - ✓ rutas más eficientes
- Traducible en:
 - beneficio económico
 - eficiencia operacional
 - reducción de emisiones



Thank You

