



OACI

Undécima Reunión del Grupo de Trabajo de Norteamérica, Centroamérica y Caribe

(NACC/WG/11)

Patrocinado por



CORPORACIÓN CENTROAMERICANA
DE SERVICIOS DE NAVEGACIÓN AÉREA

Ciudad de Guatemala, Guatemala,
21 al 25 de septiembre de 2026



COMUNICACIONES



NAVEGACIÓN



VIGILANCIA



METEOROLOGÍA



SEGURIDAD
OPERACIONAL

Conocimiento y adopción del espectro radioeléctrico como un nuevo modo de operación para el sector aeronáutico

Necesario para sostener la calidad, la integridad y la continuidad del servicio



Daniel Rosas Tapia

President & CEO · TES Horizon
daniel.rosas@teshorizon.com

Una infraestructura diferente a todas las demás

Invisible. Compartida. Dinámica.

A diferencia de una pista, una torre o una radioayuda, el espectro no tiene límites físicos visibles ni permanece constante.

Su comportamiento cambia con:

Propagación

Terreno

Altitud

Transmisores externos

Tiempo

Sobre este entorno operan servicios esenciales:

COM

NAV

SUR

GNSS

ILS

VOR

DME

ADS-B

Y puede verse afectado por:

Interferencia accidental

Congestión

Jamming

Spoofing

Nuevas emisiones



No son solo frecuencias asignadas.

Es la **infraestructura invisible** sobre la que opera la aviación.



TRANSMISORES
EXTERNOS

COM

ADS-B

INTERFERENCIA

TERRENO

VOR/DME

ILS

Tres dimensiones simultáneas

Hoy el espectro debe entenderse simultáneamente como recurso regulado, infraestructura crítica y dominio operacional.

1. Recurso regulado

- Atribución
- Asignación
- Licenciamiento
- Inspección
- Control



2. Infraestructura crítica

- Base invisible de los servicios CNS
- Disponibilidad
- Integridad
- Continuidad



3. Dominio operacional

- Entorno dinámico
- Observación continua
- Análisis contextual
- Soporte a la decisión



La regulación sigue siendo indispensable. Por sí sola no proporciona una **imagen operacional continua** del entorno real.

La transformación del entorno radioeléctrico

El problema ya no es una interferencia aislada.
Es un entorno electromagnético cambiante.



El riesgo cambia durante el vuelo

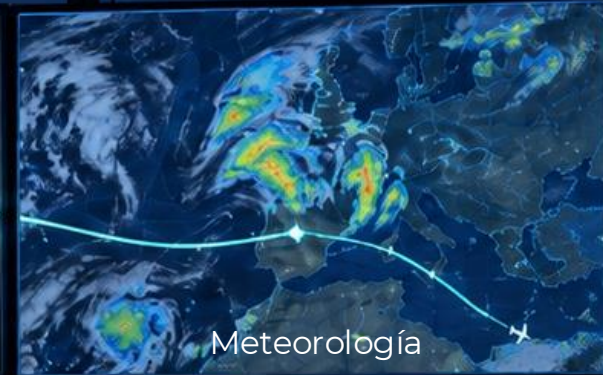
Posición + altitud + terreno + transmisores visibles = combinación RF diferente



Evaluar un solo punto no describe la operación. Describe un instante de ella.

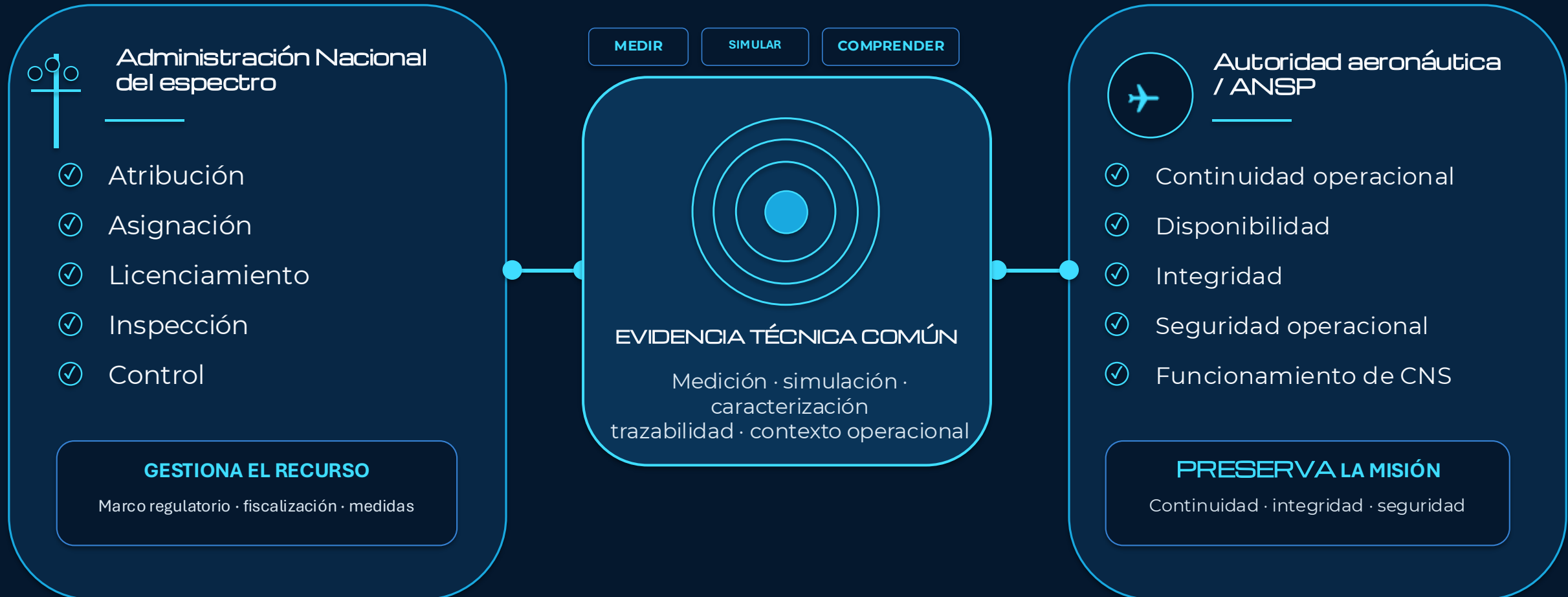
El vacío operacional

La aviación mantiene conciencia operacional de casi todo lo que condiciona su misión, pero normalmente no dispone de una imagen continua del entorno radioeléctrico



Responsabilidades complementarias

El regulador administra el recurso. La aviación responde por la continuidad del servicio.
Ambos necesitan la misma evidencia técnica.



La autoridad aeronáutica no necesita sustituir al regulador.
Necesita **conocimiento propio y continuo** sobre el espectro que soporta su misión.

El mandato ya está dado

DE NORMAS A CAPACIDAD OPERACIONAL

AVIACIÓN
MÁS SEGURA
UN MUNDO
MÁS CONECTADO



14ª Conferencia de Navegación Aérea · Rec. 2.2/2

- ➔ Implementar medidas efectivas de mitigación de interferencia al GNSS.
- ➔ Desarrollar mecanismos regionales de reporte.
- ➔ Elevar la conciencia operacional sobre las áreas afectadas.



42ª Asamblea · WP/108 y Resolución 42-8

- ➔ Desarrollar sistemas de detección de interferencia.
- ➔ Asegurar que el espectro de los sistemas CNS, y del GNSS en particular, esté libre de interferencia perjudicial.
- ➔ Proveer a los operadores información oportuna y operacionalmente relevante.



Documento



Qué exige

Anexo 10

Proteger las bandas aeronáuticas

Rec. 2.2/2 · 14ª ANC

Detectar y reportar

Resolución 676 · CMR-23

Colaborar regulador y aviación

Anexo 19 · Doc 10159

Gestionar el riesgo

ESPACIO
AÉREO
RESILIENTE
OPERACIONES
MÁS SEGURAS

La necesidad ya está reconocida. **El desafío ahora es convertir el mandato en capacidad operacional.**



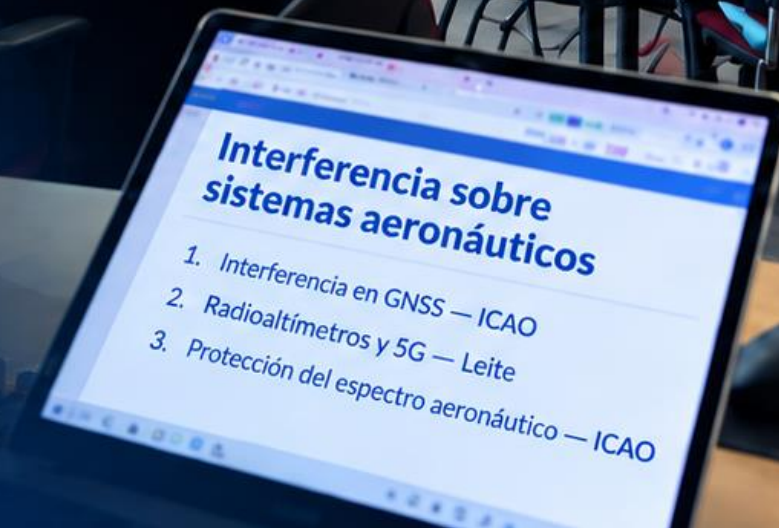
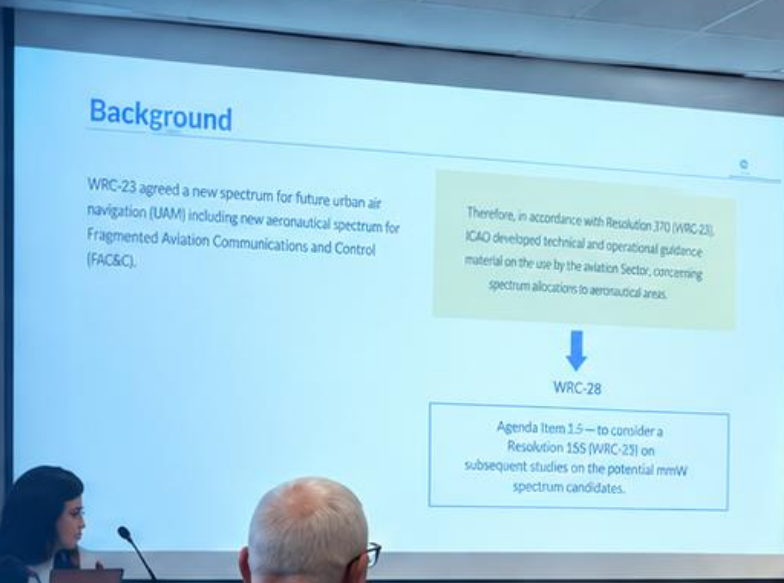
ICAO

UNITING AVIATION
FOR A SAFER
AND MORE SUSTAINABLE
WORLD

De la recomendación a la práctica

Cómo aprovechar la última tecnología
para iniciar la construcción de esta
capacidad operacional.

Workshop OACI · Lima, Perú · 2026
TES Horizon presente como invitado



COLOMBIA

OSA - Conciencia operacional del espectro

Conocimiento continuo, actualizado y contextualizado del estado real del espectro que soporta la misión aeronáutica



Continuidad.

La interferencia intermitente solo aparece en el registro continuo.



Caracterización.

Detectar no es entender: qué es, de dónde viene, sobre qué servicio impacta.



Trazabilidad.

El dato debe resistir el escrutinio de un tercero.



Traducción.

Del espectrograma al lenguaje operacional.



No es un sensor, ni una base de datos, ni una campaña de mediciones.

Una capacidad operacional permanente.

Inteligencia operacional del espectro



Qué significa lo que está ocurriendo y qué acción requiere



Correlacionar, contextualizar, analizar y evaluar.



Generar evidencia que sustente decisiones institucionales.



La conciencia responde qué ocurre. La inteligencia responde qué significa.



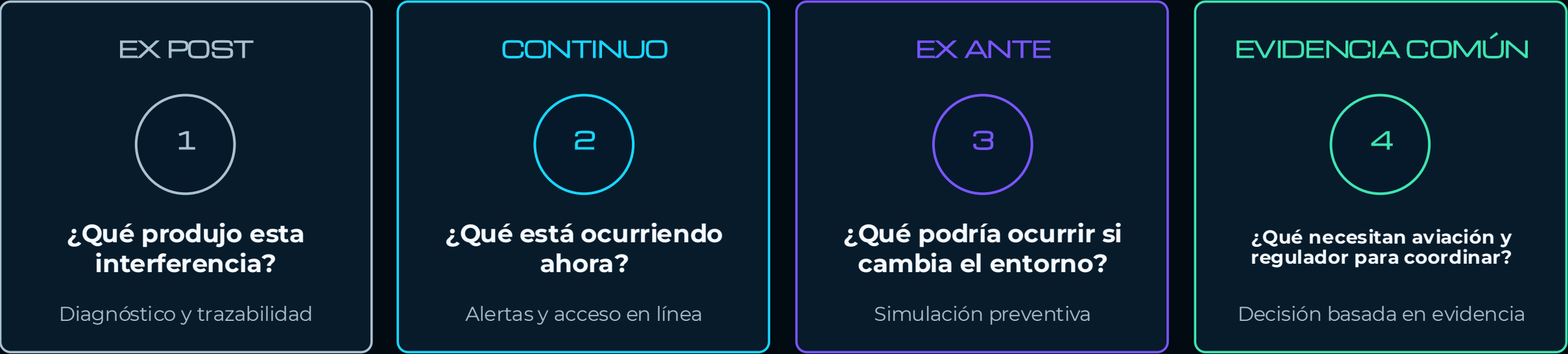
No decide de forma autónoma ni sustituye al especialista.



La decisión permanece siempre en la autoridad competente.

DE REACCIONAR A UNA INTERFERENCIA A GESTIONAR PREVENTIVAMENTE EL ENTORNO

Observación, simulación y evidencia común permiten actuar en distintos horizontes



NUEVA EMISORA FM

¿Puede generar productos de intermodulación sobre COM/NAV?

NUEVA TORRE 5G

¿Puede modificar la compatibilidad alrededor de un aeropuerto o radioayuda?

La observación conoce el presente · La simulación explora el futuro · La inteligencia operacional une ambos

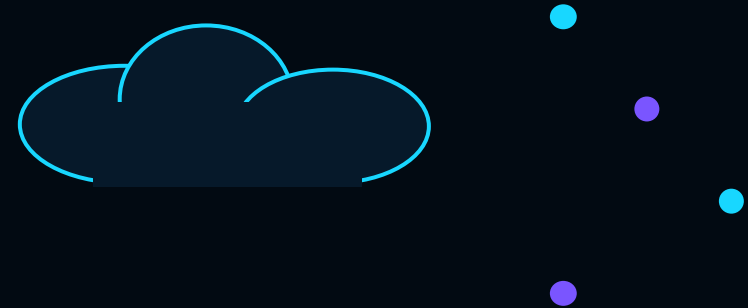
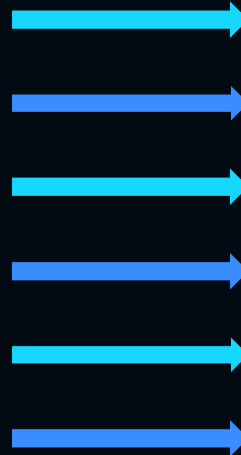
LO QUE ANTES ERA IMPRÁCTICO, HOY ES COMPUTABLE

La capacidad de cómputo cambia la escala del problema radioeléctrico aeronáutico

MILLONES

de escenarios RF

Cientos de señales · múltiples transmisores ·
trayectorias · altitudes · terreno · difracción



CLOUD COMPUTING

Convierte combinaciones que no pueden
evaluarse manualmente en simulaciones
preventivas ejecutadas en segundos.

La tecnología cambió la escala del problema

Ya es posible identificar preventivamente interferencias complejas de FM y evaluar afectaciones potenciales de nueva infraestructura, como torres 5G.

HOY PODEMOS HACER OBSERVABLE LO INVISIBLE

La convergencia tecnológica construye una representación operacional del entorno radioeléctrico

DIGITAL

GEMELO DIGITAL

Terreno, infraestructura, transmisores, aeropuertos, rutas y radioayudas.

RF

RADIOPROPAGACIÓN

Modelos calibrados de terreno, difracción y comportamiento RF.

CLOUD

CÓMPUTO MASIVO

Millones de cálculos y escenarios ejecutados automáticamente en cloud.

DB

ENTORNO AUTORIZADO

Asignaciones, frecuencias, emplazamientos e infraestructura conocida.

SENSOR

OBSERVACIÓN CONTINUA

Sensores distribuidos de alto desempeño y costo compatible con despliegues amplios.

IA

INTELIGENCIA DE MÁQUINA

Correlación, clasificación, alertas, priorización y reportes comprensibles.

SIMULAR LO ESPERADO + OBSERVAR LO REAL + CONOCER LO AUTORIZADO

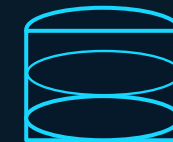
LA TECNOLOGÍA POR SÍ SOLA NO ES LA SOLUCIÓN

El conocimiento experto integra las capacidades en una cadena operacional orientada a la decisión



MEDIR NO ES COMPRENDER

La inteligencia aparece al contextualizar la medición con el modelo, las asignaciones y el riesgo para el servicio aeronáutico.



La decisión permanece en la autoridad y en el especialista

TES SkyNav

La materialización tecnológica de OSA y OSI para el entorno aeronáutico

SOFISTICADAMENTE SIMPLE

SIMULAR

OBSERVAR

COMPRENDER

ANTICIPAR

EVIDENCIAR

Gemelos digitales · Simulación RF · Asignaciones · Monitoreo continuo · Tiempo real · Inteligencia de máquina

Más de 25 años de experiencia TES
Ingeniería RF · Cloud + Edge · Automatización + IA

TES SkyNav: QUÉ ES Y QUÉ NO ES

Una delimitación operacional clara evita confundir conciencia del espectro con control de la operación aérea

SÍ ES

- ✓ **CAPACIDAD OSA + OSI (inteligencia)**
Hace observable el entorno RF y lo convierte en inteligencia operacional.
- ✓ **PLATAFORMA INTEGRADORA**
Une gemelo digital, simulación, asignaciones, medición continua y tiempo real.
- ✓ **EVIDENCIA PARA ACTUAR**
Genera alertas, análisis y reportes trazables para aviación y regulador.
- ✓ **CAPA DE ARTICULACIÓN**
Se integra con sistemas y sensores existentes y amplía su valor.

NO ES

- ✓ **NO ES ATC**
No controla aeronaves, rutas, separaciones ni tránsito aéreo.
- ✓ **NO DECIDE AUTÓNOMAMENTE**
La autoridad y el especialista conservan la decisión y la responsabilidad.
- ✓ **NO ES SOLO MONITOREO**
Medir espectro sin contexto, simulación y asignaciones no produce OSI.
- ✓ **NO REEMPLAZA LOS SISTEMAS ACTUALES**
Los conecta, los potencia y construye evidencia común.

SkyNav apoya la decisión: no sustituye la autoridad

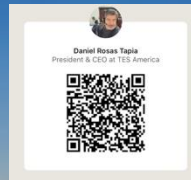
Conocer. Comprender. Anticipar.

La continuidad del servicio no puede depender únicamente de que alguien reporte una interferencia.

La aviación hizo observables las aeronaves, los aeropuertos y el espacio aéreo.
El siguiente dominio que debe hacerse observable es el espectro.

Daniel Rosas Tapia · President & CEO · TES Horizon
daniel.rosas@teshorizon.com

www.teshorizon.com



TES HORIZON

The Engineering of the Invisible