



ICAO

# INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION

A UN SPECIALIZED AGENCY

**Mie Utsunomiya**

**Especialista Técnico (ET), en Comunicaciones, Navegación  
Vigilancia y Espectro (CNSS), OACI**

# ***Preocupaciones Potenciales de Seguridad Operacional a Radioaltímetros Aeronáuticos debido a Interferencias de 5G***

Por Mie Utsunomiya, ET en CNS, CNSS Sección de Oficina de  
Navegación Aérea (ANB), OACI

Taller en línea para las Regiones NAM/CAR/SAM sobre mitigación  
de riesgos en la aviación por el uso de la frecuencia 5G  
(8 de noviembre 2022)

## Carta a los Estados emitida en marzo del año pasado



International Civil Aviation Organization    Organisation de l'aviation civile internationale    Organización de Aviación Civil Internacional    Международная организация гражданской авиации    منظمة الطيران المدني الدولي    国际民用航空组织

Tel.: +1 514-954-8219 ext. 7130

25 de marzo de 2021

Ref: SP 74/1-21/22

**Asunto:** Posibles problemas de seguridad operacional por interferencia con radioaltímetros

**Tramitación:** Según se indica en el párrafo 5

Señora/Señor:

1. Tengo el honor de señalar a su atención la iniciativa que ha emprendido la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) para el mantenimiento de la seguridad operacional de la aviación y la seguridad pública en general.
2. Durante unas reuniones de expertas y expertos de la OACI mantenidas poco tiempo atrás, se expresó preocupación por la interferencia con los radioaltímetros a bordo de las aeronaves. Un número de gobiernos están considerando o ya han comenzado a desplegar nuevas tecnologías de banda ancha celular (5G, etc.) en las bandas de radiofrecuencias cercanas a las que usan los radioaltímetros (4.2-4.4 GHz), que son un sistema crítico de seguridad operacional en la aviación. La industria internacional de la aviación ha señalado con inquietud que estas tecnologías de banda ancha pueden causar interferencias dañinas con los radioaltímetros.
3. El radioaltímetro<sup>1</sup> es un sistema de seguridad operacional crítico de uso obligatorio a bordo para determinar la altura de la aeronave sobre el terreno. La información que proporciona es esencial para la ejecución de diversas operaciones que preservan la seguridad operacional del vuelo y para funciones de navegación en todas las aeronaves comerciales y una amplia variedad de otras aeronaves civiles. Estos sistemas y funciones comprenden los sistemas de advertencia de impacto, de amicolisión, de detección de cizalladura del viento, los mandos de vuelo y las funciones de aterrizaje automático. Sin una correcta mitigación<sup>2</sup>, la interferencia dañina en la función del radioaltímetro durante cualquier fase del vuelo puede entrañar un riesgo de seguridad operacional para las pasajeras y pasajeros, la tripulación y las personas en tierra.

<sup>1</sup> En algunas publicaciones de aviación se denomina altímetro de radar de corto alcance o simplemente altímetro de radar.

<sup>2</sup> El capítulo 9 del Manual relativo a las necesidades de la aviación civil en materia de espectro de radiofrecuencias – Estrategia de la OACI en materia de espectro, declaraciones de política e información correspondiente (Doc 9718, Volumen I) brinda orientación general sobre las consideraciones relativas a la protección contra la interferencia.

S21-0557

999 Robt-Rouesse Boulevard    Tel.: +1 514-954-8219    Email: [icahq@icao.int](mailto:icahq@icao.int)  
 Montreal, Quebec    Fax: +1 514-954-8277    [www.icao.int](http://www.icao.int)  
 Canada H3C5H7

4. La OACI ha recibido estudios de diversos Estados y organizaciones sobre posibles interferencias que coinciden en señalar que algunos radioaltímetros se verán afectados si cerca de las bandas de frecuencia que utilizan se explotan sistemas celulares de alta potencia<sup>3</sup>. Un número de Estados ya han llevado a la práctica mitigaciones técnicas, reglamentarias y operacionales de carácter provisional en los nuevos sistemas 5G para brindar protección a los radioaltímetros mientras se desarrollan soluciones más permanentes<sup>4</sup>.

## Planteamiento del Problema emitido por IATA e IFALPA (en inglés únicamente)



### Problem statement - 5G interference with radio (radar) altimeter frequency band

#### Reference

Problem statement and industry response to the ICAO FLTOPSP/7 information paper IP03 "5G frequency interference" and agenda item 5.4 "5G interference"

#### Introduction

Radio (radar) altimeters (RA), operating at 4.2-4.4 GHz, are the only sensors onboard a civil aircraft which provide a direct measurement of the clearance height of the aircraft over the terrain or other obstacles (i.e. the Above Ground Level - AGL - information).

The RA systems' input is required and used by many aircraft systems when AGL is below 2500 ft. Any failures or interruptions of these sensors can therefore lead to incidents with catastrophic outcome, potentially resulting in multiple fatalities. The radar altimeters also play a crucial role in providing situational awareness to the flight crew. The measurements from the radar altimeters are also used by Automatic Flight Guidance and Control Systems (AFGCS) during instrument approaches, and to control the display of information from other systems, such as Predictive Wind Shear (PWS), the Engine-Indicating and Crew-Alerting System (EICAS), and Electronic Centralized Aircraft Monitoring (ECAM) systems, to the flight crew.

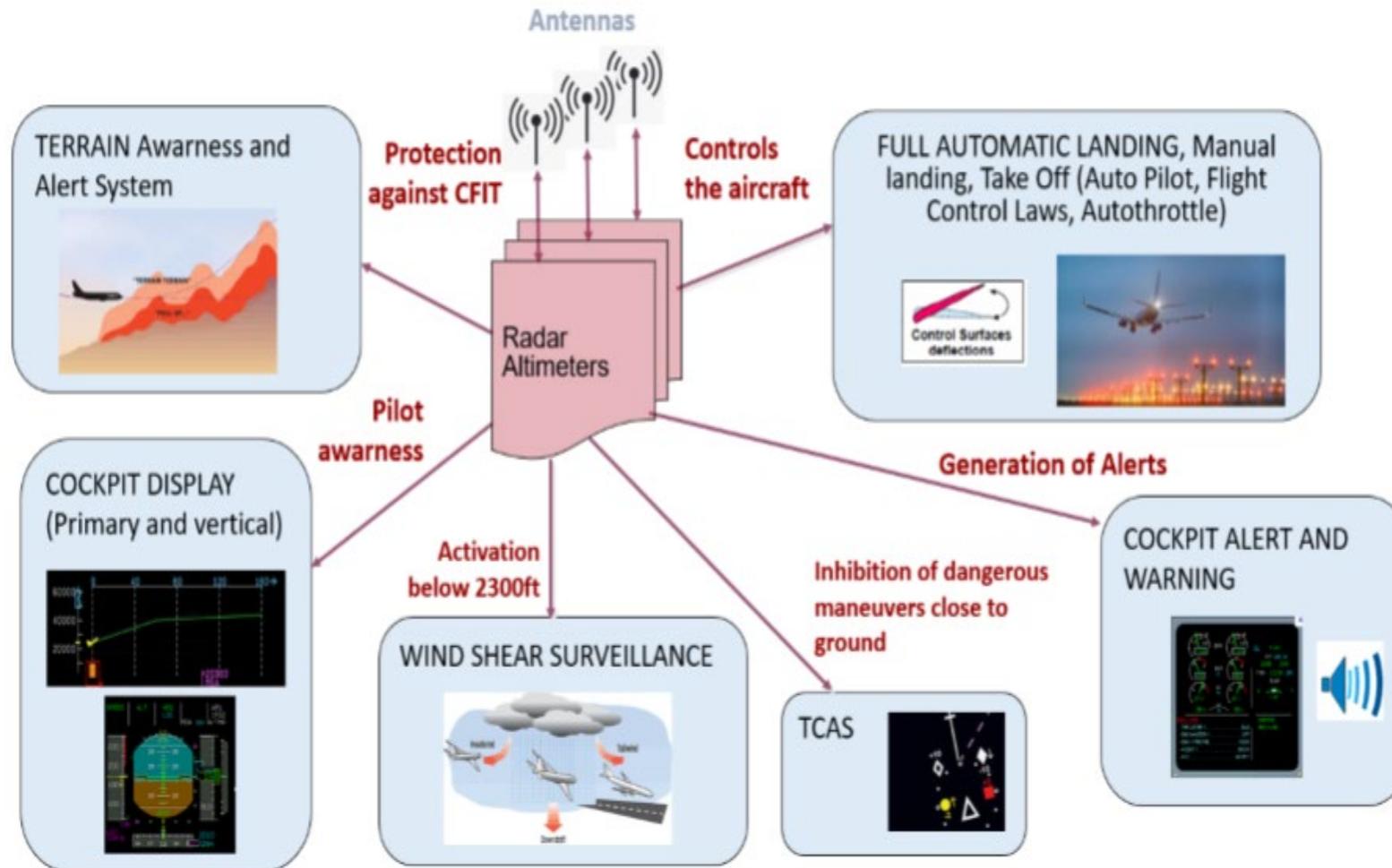
There is a major risk that 5G telecommunications systems in the adjacent frequency bands to radio altimeters, including 3.7-3.98 GHz, will cause harmful interference to radio altimeters on all types of civil aircraft—including commercial transport airplanes; business, regional, and general aviation airplanes; and both transport and general aviation helicopters. If there is no proper mitigation, this risk has the potential for broad impacts to aviation operations in the United States as well as in other regions where the 5G network is being implemented close to the 4.2-4.4 GHz frequency band.

An example listed further below shows, that the identified risk has materialized during certain airline operations impacted by similar interference.

#### List of potential equipment failures

Interference to RA operations can affect:

# Roles críticos de los Radioaltímetros de Aeronaves



# Un poco de historia: El Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) de 1947

Bandas adyacentes a la banda de radioaltímetro ya asignadas al servicio Móvil.

Sin embargo, en la práctica, hasta hace poco, con la llegada de los enlaces por satélite, estas bandas se utilizaban principalmente para el enlace descendente por satélite.

2 700-2 900 (200)	Aero- nautical radio- navigation <small>108)</small>			
2 900-3 300 (400)	Radio- navigation <small>109) 110)</small>			
3 300-3 900 (600)		3 300-3 900 (600) <i>a) Fixed b) Mobile c) Radio- navigation</i>	3 300-3 500 (200) Amateur	3 300-3 900 (600) <i>a) Amateur b) Fixed c) Mobile d) Radio- navigation</i>
			3 500-3 900 (400) <i>a) Fixed b) Mobile</i>	
3 900-4 200 (300)	<i>a) Fixed b) Mobile</i>			
4 200-4 400 (200)	Aero- nautical radio- navigation <small>111)</small>			
4 400-5 000 (600)	<i>a) Fixed b) Mobile</i>			
5 000-5 250 (250)	Aero- nautical radio- navigation			



**Presente:**

## El Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT como resultado de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (CMR) más reciente (rev. 2020)

Allocation to services		
Region 1	Region 2	Region 3
<b>3 600-4 200</b> FIXED FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) Mobile	<b>3 600-3 700</b> FIXED FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) MOBILE except aeronautical mobile 5.434 Radiolocation 5.433	<b>3 600-3 700</b> FIXED FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) MOBILE except aeronautical mobile Radiolocation 5.435
	<b>3 700-4 200</b> FIXED FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) MOBILE except aeronautical mobile	
<b>4 200-4 400</b>	AERONAUTICAL MOBILE (R) 5.436 AERONAUTICAL RADIONAVIGATION 5.438 5.437 5.439 5.440	
<b>4 400-4 500</b>	FIXED MOBILE 5.440A	
<b>4 500-4 800</b>	FIXED FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) 5.441 MOBILE 5.440A	

No hay grandes cambios.

Las asignaciones del servicio fijo por satélite se agregaron en la década de 1970 aproximadamente.

Las bandas móviles por debajo de 3700 MHz identificadas para Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) en 2007/2012, a través de notas al pie de los países.

Despliegue actual de 5G no relacionado con la agenda de la CMR-23 de la UIT.

## Breve resumen de Telecomunicaciones y 5G

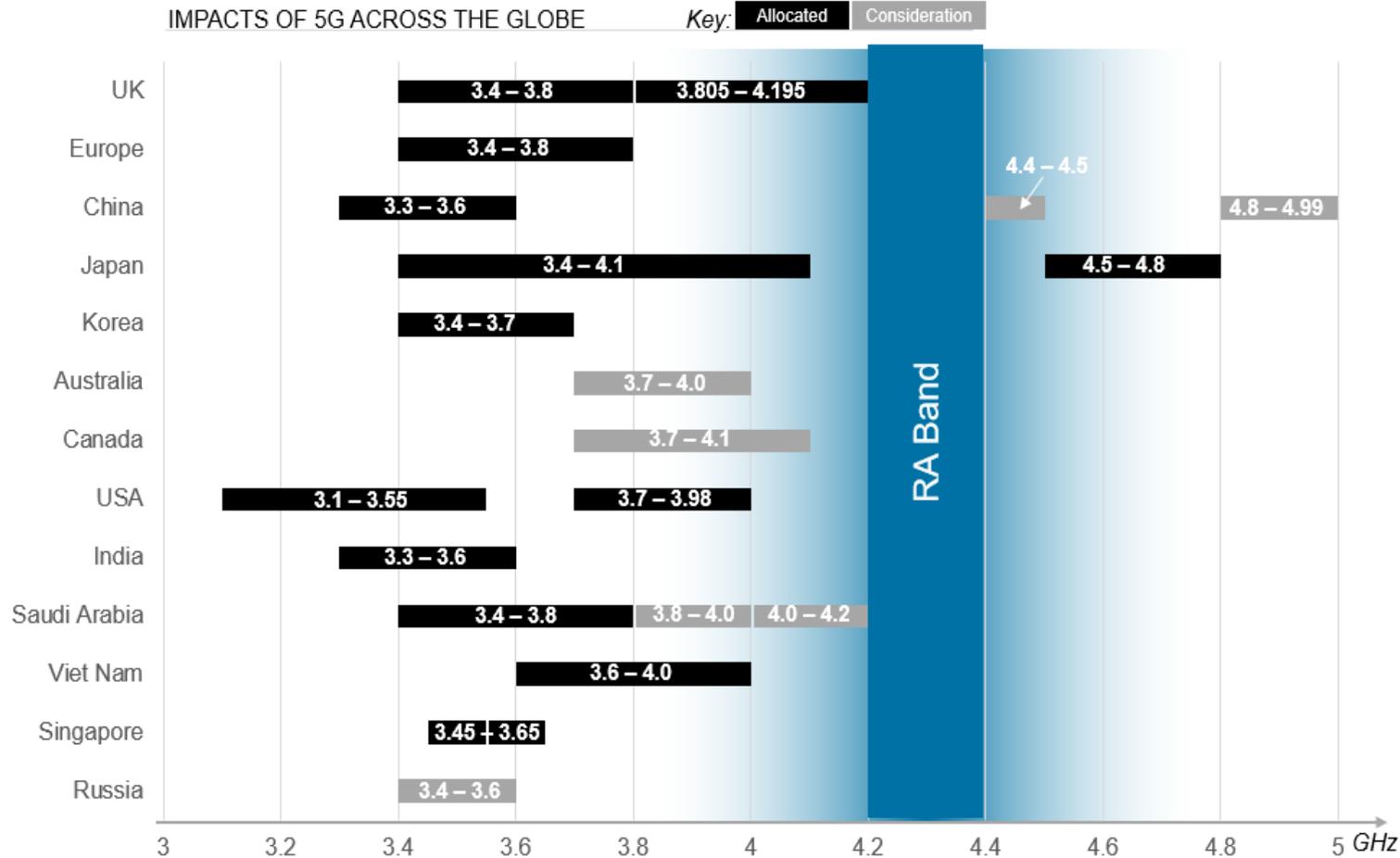
Industria de las telecomunicaciones (cifras GSMA)	Aviation Industry (IATA figures)
USD\$3.9 billones ó <b>4.6%</b> del PIB mundial (2018)	USD\$899 mil millones ó <b>1%</b> del PIB mundial (2019)
14 millones de empleos directos (2018)	2.9 million de empleos (2019)

UIT: “[5G es] una oportunidad para que los/las legisladores/as empoderen a los/las ciudadanos/as y las empresas.

*La 5G desempeñará un papel clave en el apoyo a gobiernos y legisladores/as en la transformación de sus ciudades en ciudades inteligentes, lo que permitirá a los/las ciudadanos/as y a las comunidades darse cuenta y participar en los beneficios socioeconómicos que brinda una economía digital avanzada, intensiva en datos”.*

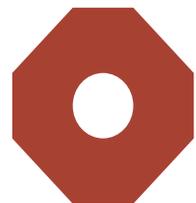
- Los despliegues de **5G necesitan espectro de frecuencia – un recurso natural muy limitado y finito.**
- En la reciente subasta de espectro 5G, la industria de las telecomunicaciones gastó más de **USD\$80 mil millones** para obtener un **contrato de arrendamiento** de espectro **por 10 años** del gobierno de Estados Unidos.
- La enorme **presión política y económica** a menudo **superó los argumentos de seguridad operacional** de la aviación.

# Propuestas 5G a través del mundo



# Un grave riesgo para la seguridad aérea

## Potencial de consecuencias catastróficas

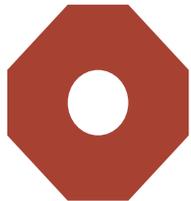


- La Comunicación a los Estados de OACI 21/22 alienta a las "Administracion[es] a dar prioridad a la seguridad operacional y la seguridad pública al decidir la forma en que se permitirá la explotación de servicios celulares en banda ancha/5G en las bandas de frecuencia cercanas a las que usan los radioaltímetros".
- "sin una correcta mitigación , la interferencia dañina en la función del radioaltímetro durante cualquier fase del vuelo puede entrañar un **riesgo de seguridad operacional** para las pasajeras y pasajeros, la tripulación y las personas en tierra." (OACI)
- una **falla no detectada** del radioaltímetro puede provocar **resultados catastróficos** para las personas a bordo de la aeronave y en tierra; y las **falsas alarmas** tienen el potencial de **socavar la confianza** en los sistemas de aviónica. (IATA e IFALPA)
- Preocupaciones similares expresadas formalmente por la Organización Internacional de Asociaciones de la Industria Aeroespacial (ICCAIA), la Comisión Radiotécnica para la Aeronáutica (RTCA) , el Secretario de Transporte de Estados Unidos...

## Si no se mitiga, entonces es un gran paso hacia atrás...



- **Limitación/suspensión de las capacidades de aproximación y aterrizaje de precisión** – Esta limitación/suspensión reducirá el acceso de las aerolíneas a los aeropuertos en condiciones de baja visibilidad.



- **Limitación/suspensión de las operaciones nocturnas**, particularmente para aeropuertos con terrenos difíciles – El radioaltímetro es fundamental para el Sistema de advertencia y alarma de impacto (con el terreno), que es obligatorio para todas las aeronaves de transporte aéreo.



- **Emisión de reglamentos de los Estados que exigen la modernización y recertificación** de radioaltímetros de aeronaves y otras funciones relacionadas.

Al usar la propuesta 5G de Estados Unidos como referencia, Airbus estima que, sin mitigaciones, **11,000 altímetros** en sus propios aviones comerciales se ven potencialmente afectados por la interferencia 5G. Se anticipa que el número represente poco menos de la **mitad de todos los altímetros** en aviones comerciales a nivel mundial.

# Fallas Típicas de Radioaltímetros con Impactos Operativos Específicos

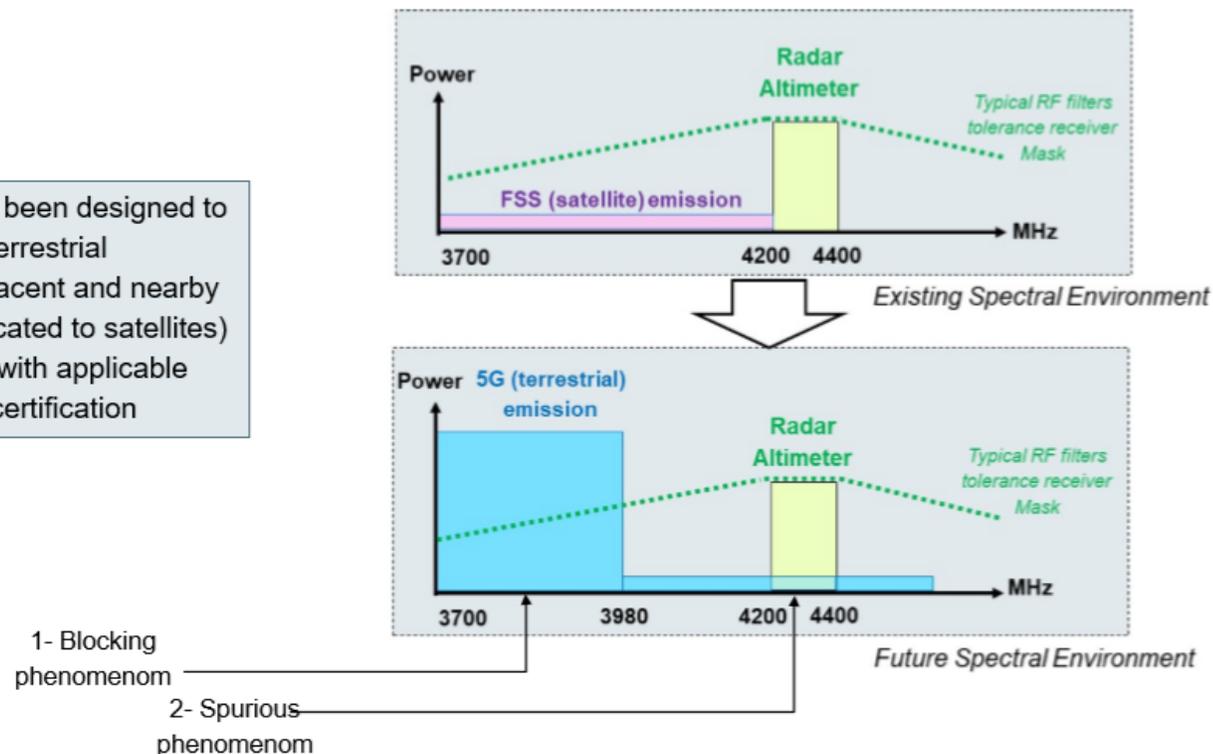
**Nota.- Los impactos operativos enumerados en esta tabla no son exhaustivos.**

Falla de Radioaltímetro	Impacto Operacional	Fase de Vuelo	Severidad
Altitud errónea no detectada	Justo antes del aterrizaje, la aeronave realiza una maniobra de luces de circunstancias para evitar un aterrizaje forzoso. La tripulación de vuelo puede realizar el enderezamiento manualmente, utilizando llamadas auditivas de las lecturas del radioaltímetro, si hay suficiente visibilidad disponible. En condiciones de baja visibilidad, la bengala puede controlarse mediante una función de aterrizaje automático. Las lecturas erróneas del altímetro de radio en cualquiera de los casos pueden dar lugar a la posibilidad de impacto contra el suelo sin pérdida de control (CFIT) con poco o ningún tiempo para que la tripulación de vuelo reaccione.	Aterrizaje – Luces de Circunstancia	Catastrófica
Altitud errónea no detectada	La entrada errónea a los Sistemas automáticos de guía y control de vuelo (AFGCS) afecta los comandos de actitud y altitud de la aeronave, así como los mecanismos de protección de los controles de vuelo.	Todas las fases de vuelo	Catastrófica
Imprevisto Sin Datos Calculados (NCD)	Pérdida no detectada de la pantalla del Sistema de Advertencia de la Proximidad (PWS) para la tripulación de vuelo, lo que impide la percepción del impacto de la cizalladura del viento en el perfil vertical frente a la aeronave.	Aterrizaje	Mayor peligrosa/grave
Imprevisto NCD	Pérdida no detectada de inhibición del Sistema de alerta de tránsito y anticollisión (TCAS)/Sistema anticollisión de a bordo (ACAS) cerca del terreno, lo que genera una posible alerta de aviso de descenso errónea y la posibilidad asociada de CFIT en condiciones de baja visibilidad.	Aproximación, Aterrizaje, Despegue	Mayor peligrosa/grave
Altitud errónea no detectada	Desencadenamiento erróneo de la maniobra de evasión de terreno reactiva del Sistema de advertencia y alarma de impacto (con el terreno) (TAWS), lo que obliga a la tripulación de vuelo a responder obligatoriamente y genera posibles conflictos de tráfico en el espacio aéreo circundante.	Aproximación, Aterrizaje, Despegue	Mayor
Imprevisto NCD	Violación de las leyes de control de vuelo de la guía de aterrizaje de aeronaves, lo que da lugar a una aproximación frustrada <i>go-around</i> innecesarios, lo que pone en peligro la seguridad operacional del espacio aéreo circundante.	Aproximación, Aterrizaje	Mayor
Imprevisto NCD	Pérdida de la capacidad para realizar la aproximación y el aterrizaje en condiciones de baja visibilidad (aproximación de Categoría II/III), lo que genera desvíos innecesarios y pone en peligro la seguridad operacional del espacio aéreo circundante.	Aproximación, Aterrizaje	Mayor peligrosa/grave
Imprevisto NCD	Pérdida de la capacidad para advertir a la tripulación de vuelo en caso de una tasa de descenso excesiva de la aeronave o una tasa excesiva de cercanía al terreno (protección de alerta TAWS Modo 1 y 2 no activa).	Todas las fases de vuelo	Mayor
Imprevisto NCD	Pérdida de la capacidad para advertir a la tripulación de vuelo de una pérdida de altura potencialmente peligrosa después del despegue (protección de alerta del Modo 3 del TAWS no activa).	Despegue, <i>Go-around</i>	Mayor
Imprevisto NCD	Pérdida de capacidad para advertir a la tripulación de vuelo sobre configuraciones de aeronaves potencialmente peligrosas, p.ej. tren de aterrizaje, <i>slats</i> , <i>flaps</i> , según la altura sobre el terreno (protección de alerta del Modo 4 del TAWS no activa).	Aterrizaje	Mayor
Imprevisto NCD	Pérdida de la capacidad para advertir a la tripulación de vuelo que la aeronave está peligrosamente por debajo de la trayectoria de planeo durante la aproximación por instrumentos de precisión (protección de alerta del Modo 5 del TAWS no activa).	Aterrizaje	Mayor



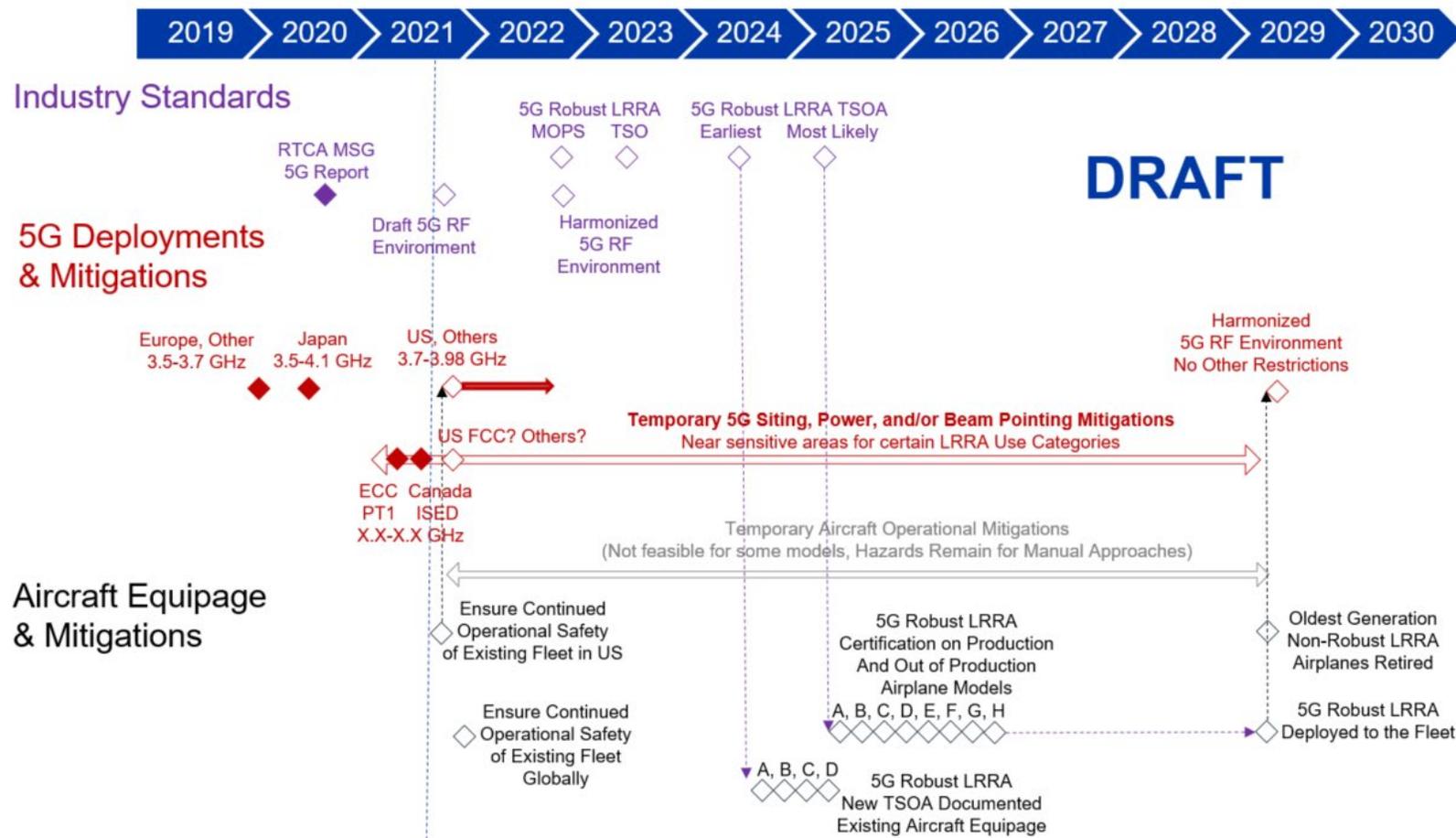
# Acciones de Largo Plazo en curso

RA receivers have not been designed to support such level of terrestrial interferences in its adjacent and nearby bands (previously allocated to satellites) while being compliant with applicable regulations at time of certification



- Nuevos Estándares de Rendimiento Operacional Mínimo (MOPS) de RTCA/Organización Europea para Equipos de Aviación Civil (EUROCAE) previstos para finales de 2022.
- La tarea del Panel de Gestión del Espectro de Frecuencias (FSMP) de la OACI se acordó en 2016 para incluir los nuevos estándares de equipos en los Anexos de la OACI y ayudar en la coordinación con la UIT para las protecciones legales apropiadas para futuros radioaltímetros. Esta tarea avanzará y se finalizará lo antes posible, dependiendo del trabajo que se realice dentro de la RTCA/EUROCAE.

# Plan de mitigación nocional y cronograma

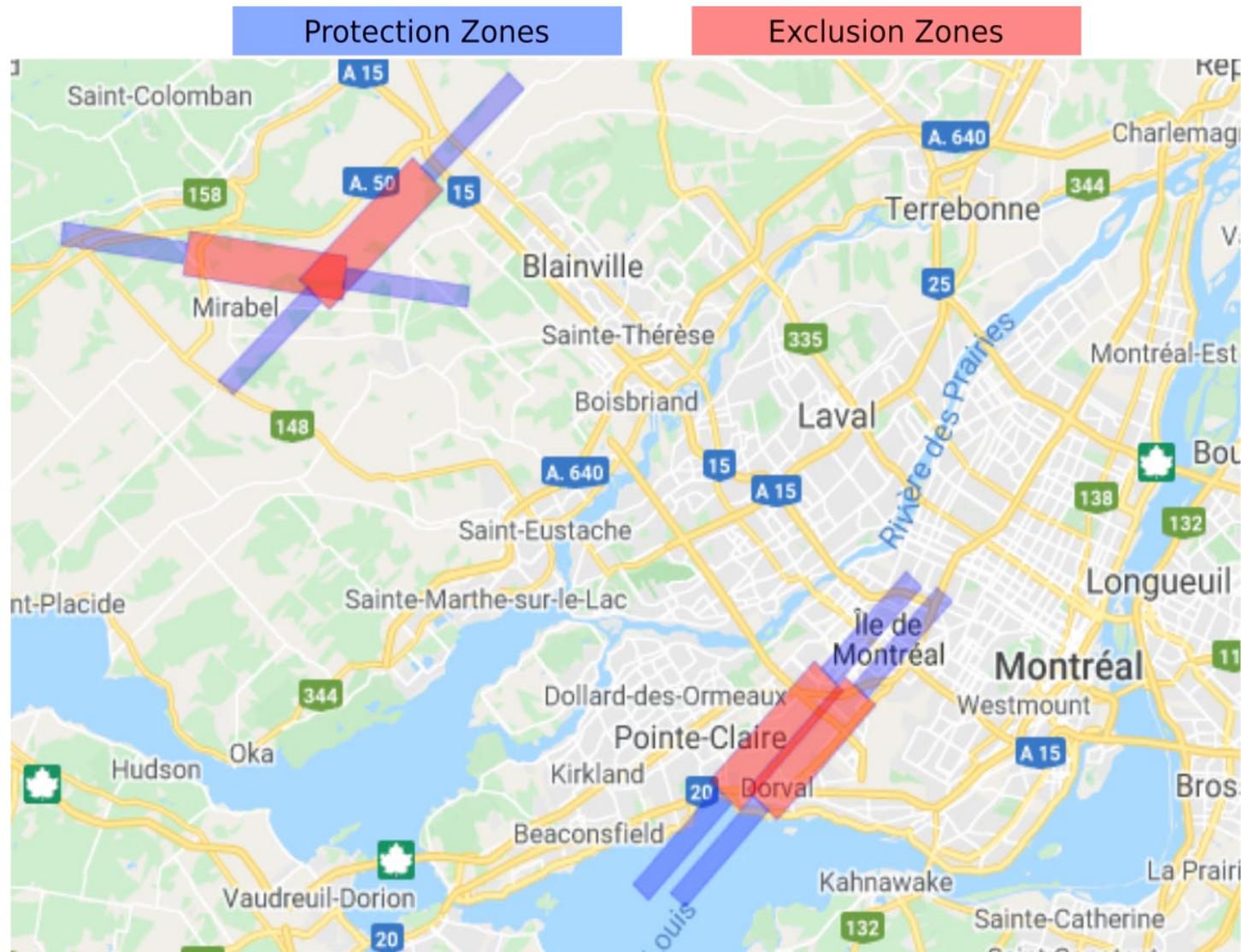


Cronograma para Actualizaciones de Radioaltímetros y Seguridad Operacional Continua durante la Transición (referencia, FSMP WG/12 WP/17)

## Ejemplo de mitigación, aeropuertos de Montreal

Azul: potencia reducida de las estaciones base

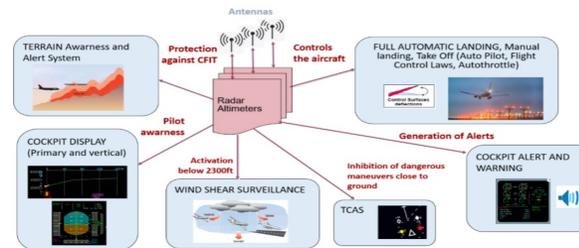
Rojo: no se permiten estaciones 5G



# 41° Período de Sesiones de la Asamblea (27 de septiembre a 7 de octubre de 2022) Notas de Estudio relacionadas al Espectro



**Cuestión 30:**  
**Seguridad operacional de la aviación**  
**y navegación aérea – Políticas**



***Espectro (CMR y 5G/Radioaltímetro) :¡Un tema candente relacionado con CNS!***

**NEs relacionadas con Espectro y 5G**

A41-WP/80 TE/11	REFORZAR LAS PROTECCIONES PARA LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD AERONÁUTICA CONTRA INTERFERENCIAS PERJUDICIALES
A41-WP/227 TE/78	MEDIDAS PARA PROTEGER EL RADIOALTÍMETRO DE LA POSIBILIDAD DE INTERFERENCIA PERJUDICIAL
A41-WP/266 TE/99	APOYO DE LA AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA CON LA POSTURA DE LA OACI EN LOS TEMAS RELATIVOS A TRATAR EN LA CONFERENCIA MUNDIAL DE RADIOCOMUNICACIONES (2023) (CMR-23) DE LA UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT)

Además, se tomó nota de las Notas de Información proporcionadas por Brasil (A41-WP/536), Omán (A41-WP/410) y Estados Unidos (A41-WP/561).

# Resultado de la A41 relacionado con la política de la OACI sobre el espectro de frecuencias radioeléctricas

Estos textos fueron  
extraídos del informe  
provisional

## La Comisión Técnica

- La Comisión pidió a la OACI y a sus Estados miembros que sigan tomando las medidas necesarias y haciendo los esfuerzos que se requieren para garantizar que los radioaltímetros y otros sistemas aeronáuticos no queden expuestos a interferencias perjudiciales, incluyendo la aplicación de medidas de mitigación, el intercambio de las mejores prácticas, así como la elaboración de disposiciones y orientaciones pertinentes.
- Reconociendo el carácter crítico del espectro de radiofrecuencias, alentó a los Estados y regiones a participar activamente en las actividades de defensa del espectro y a respaldar la postura de la OACI para la 23ª reunión de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (CMR-23 de la UIT) (Comunicación a los Estados E 3/5-21/37).

**Resolución 30/2: Apoyo a la política de la OACI en asuntos sobre espectro de radiofrecuencia,** que mejora la Resolución de la Asamblea A38-6 agregando la siguiente declaración en la nueva resolución:

*2. Insta a los estados miembros a considerar prioritaria la seguridad del público y la aviación al decidir cómo implementar servicios nuevos o adicionales, y a consultar con los reguladores de seguridad de la aviación, expertos en la materia y usuarios del espacio aéreo para que aporten todas las consideraciones necesarias y establezcan las medidas necesarias para garantizar que los actuales sistemas y servicios de aviación no estén expuestos a interferencias perjudiciales.*

# Referencias y enlaces

- **Comunicación a los Estados 21/22:**  
<https://www.icao.int/MID/Documents/2021/FM%20WG2/74-1e.pdf>

La Comunicación incluye varios enlaces útiles, incluido el Informe de RTCA e informes de varios estudios y mitigaciones nacionales.

- **Asamblea A41:** <https://www.icao.int/Meetings/a41/Pages/default.aspx>
- **Una mejor presentación sobre el radioaltímetro actual y su uso:** <https://www.icao.int/NACC/Documents/Meetings/2018/RPG/RPGITUWRC2019-P08.pdf>

- **Grupo de Trabajo del Panel de Gestión del Espectro de Frecuencias/12 (4-15 octubre 2021)**

1. NE/17 “Actualizaciones de ICCAIA sobre Evaluación de la industria de la compatibilidad celular 5G con radioaltímetros” (*en inglés únicamente*)  
[https://www.icao.int/safety/FSMP/MeetingDocs/FSMP%20WG12/WP/FSMP-WG12-WP17\\_ICCAIA\\_5GLRRA%20Input.docx](https://www.icao.int/safety/FSMP/MeetingDocs/FSMP%20WG12/WP/FSMP-WG12-WP17_ICCAIA_5GLRRA%20Input.docx)
  2. NI/03 “Estado de la replanificación de la banda 3700-4200 MHz en Australia” (*en inglés únicamente*) [https://www.icao.int/safety/FSMP/MeetingDocs/FSMP%20WG12/IP/FSMP-WG12-IP05\\_Status%20on%20replanning%20the%203700-4200%20MHz%20band%20in%20Australia.docx](https://www.icao.int/safety/FSMP/MeetingDocs/FSMP%20WG12/IP/FSMP-WG12-IP05_Status%20on%20replanning%20the%203700-4200%20MHz%20band%20in%20Australia.docx)
  3. NI/07, “Evaluaciones de susceptibilidad a la interferencia de radioaltímetros pulsados debido a la señal móvil 5G de la estación base”, Instituto de Investigación de Navegación Electrónica (ENRI) Japón (*en inglés únicamente*)  
[https://www.icao.int/safety/FSMP/MeetingDocs/FSMP%20WG12/IP/FSMP-WG12-IP07\\_Interference%20Susceptibility%20Evaluations%20of%20Pulsed%20Radio%20Altimeters%20Due%20to%205G%20Mobile%20Base%20Station%20Signal\\_rev1.pptx](https://www.icao.int/safety/FSMP/MeetingDocs/FSMP%20WG12/IP/FSMP-WG12-IP07_Interference%20Susceptibility%20Evaluations%20of%20Pulsed%20Radio%20Altimeters%20Due%20to%205G%20Mobile%20Base%20Station%20Signal_rev1.pptx)
- NI/12 “Subasta 5G en Brasil” (*en inglés únicamente*)  
<https://www.icao.int/safety/FSMP/MeetingDocs/FSMP%20WG12/IP/FSMP-WG12-IP12%20-%20Brazil%205G%20Auction.pdf>

- **Grupo de Trabajo del Panel de Gestión del Espectro de Frecuencias/15 (22 de agosto - 1 de septiembre 2022)**

1. NI/08 “Esfuerzos nacionales para implementar banda ancha móvil cerca de 4200-4400 MHz - Informe del grupo de correspondencia sobre radioaltímetros (CG-RA)” (*en inglés únicamente*)  
[https://www.icao.int/safety/FSMP/MeetingDocs/FSMP%20WG15/IP/FSMP-WG15-IP08\\_CG-RA%20Report%20August%202022%20V1.0.docx](https://www.icao.int/safety/FSMP/MeetingDocs/FSMP%20WG15/IP/FSMP-WG15-IP08_CG-RA%20Report%20August%202022%20V1.0.docx)



¡Muchas gracias!