



OACI

Organización de Aviación Civil Internacional
Oficina para Norteamérica, Centroamérica y Caribe

NOTA DE INFORMACIÓN

GTE/22 — NI/07
20/09/22

Vigesimosegunda Reunión del Grupo de Trabajo de Escrutinio (GTE/22) del Grupo Regional de Planificación y Ejecución CAR/SAM (GREPECAS)

Ciudad de México, México, del 26 al 30 de septiembre de 2022

Cuestión 3 del Orden del Día:

Revisión de los resultados del análisis de Grandes Desviaciones de Altitud (LHD)

3.3 Resultados del proyecto de evaluación de la seguridad operacional en el espacio aéreo de RVSM para las Regiones CAR y SAM.

INFORME DE SUPERVISIÓN DE SEGURIDAD VERTICAL DEL ESPACIO AÉREO DE MÉXICO – 2021

(Presentada por NAARMO)

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento provee el informe de monitoreo de seguridad vertical para el uso continuo y seguro del mínimo de separación vertical reducida (RVSM) en el espacio aéreo de México. La evaluación de la seguridad se realizó de acuerdo con la metodología aprobada por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Este trabajo hace uso de informes de grandes desviaciones de altitud (LHD) y datos de tránsito del espacio aéreo de México y el Golfo de México (GOMEX) para el año calendario del 2021. El propósito de este informe es comparar el desempeño real con las metas de seguridad operacional relacionadas con el uso continuo de la RVSM en el espacio aéreo de México. Este informe contiene un resumen de los informes de grandes desviaciones de altitud recibidos por NAARMO para el año calendario 2021. Hay treinta y cinco grandes desviaciones de altura reportadas en el año calendario 2021 para el espacio aéreo de México. Este informe también contiene una estimación del riesgo de colisión vertical. La estimación del riesgo de colisión vertical para el espacio aéreo de México excede el nivel objetivo de valor de seguridad (TLS) de 5.0×10^{-9} accidentes fatales por hora de vuelo.

<i>Objetivos Estratégicos:</i>	<ul style="list-style-type: none">• Objetivo estratégico 1 – Seguridad Operacional• Objetivo estratégico 2 – Capacidad y eficiencia de la navegación aérea
<i>Referencias:</i>	<ul style="list-style-type: none">• Doc 9574, Manual sobre una separación vertical mínima de 300 m (1 000 ft) entre FL 290 y FL 410 inclusive.• Doc 9937, Procedimientos y métodos operacionales para los organismos regionales de vigilancia en relación con el uso de una separación vertical mínima de 300 m (1 000 ft) entre FL 290 y FL 410 inclusive.

1. Introducción

1.1 México implementó la Separación Vertical Mínima Reducida (RVSM) entre el nivel de vuelo 290 y el nivel de vuelo 410, inclusivo, en todo el espacio aéreo soberano y delegado de México el 20 de enero de 2005. Los Estados Trilaterales de la Aviación de América del Norte, México, Canadá y Estados Unidos, acordó implementar la RVSM en la misma fecha en todo el espacio aéreo norteamericano.

1.2. La Organización de Monitoreo y Registro de Aprobaciones de América del Norte (NAARMO), un servicio proporcionado por el Centro Técnico WJH de la FAA, cumple la función de agencia de monitoreo regional (RMA) para el uso continuo y seguro del RVSM en el espacio aéreo de América del Norte.

1.3. Este informe cubre el año calendario 2021. Dentro de este informe, el lector encontrará un resumen de los informes de grandes desviaciones de altitud (LHD) recibidos por NAARMO y la estimación del riesgo de colisión vertical correspondiente. La estimación de riesgo vertical resultante incluye porciones del Golfo de México (GOMEX), el espacio aéreo doméstico de México y el espacio aéreo costa afuera/oceánico de México.

2. Discusión

2.1. Datos de muestra de tránsito

2.2. La NAARMO tiene acceso al Sistema de Gestión del Flujo de Tránsito (TFMS) de la Administración Federal de Aviación (FAA), que incluye observaciones de aeronaves en el espacio aéreo de México. Estos datos incluyeron observaciones de vuelo de cuatro centros de control de aéreo (ACC): México (MMEX), Monterrey (MMTY), Mazatlán (MMZT) y Mérida (MMID). Cada registro de movimiento de tránsito dentro de la muestra de datos TFMS contiene la fecha, hora, latitud, longitud, nivel de vuelo, identificación de vuelo de la aeronave, tipo de aeronave, aeropuerto de origen y aeropuerto de destino. Los datos del TFMS contienen estimaciones de posición frecuentes para cada vuelo; se proporciona una estimación de posición aproximadamente una vez por minuto. La Figura 2-1 presenta las posiciones de las aeronaves proporcionadas en los datos del TFMS para el 13 de diciembre de 2021.

2.3. Los diferentes colores que se muestran en la Figura 2-1 representan áreas de flujo de tránsito de operaciones observadas en los datos TFMS. Las posiciones de las aeronaves observadas se colocan en uno de tres flujos de tránsito. Parte de una operación de vuelo individual pueden aparecer en múltiples flujos de tránsito

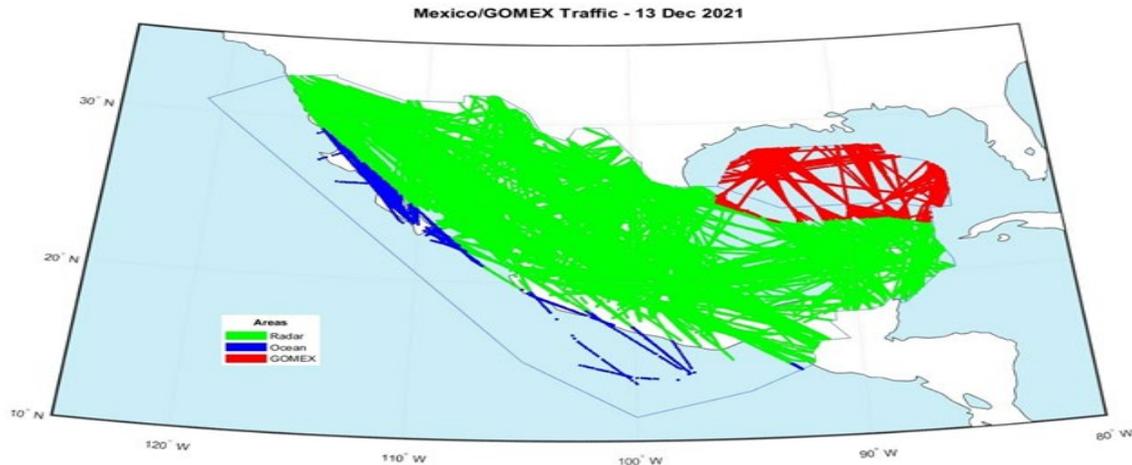


Figura 2-1. Datos de posición de la aeronave proporcionados en TFMS - 13 diciembre 2021

2.4. Los tres flujos de tránsito se basan en el volumen y los patrones del tránsito. Los tres flujos de tránsito incluyen una parte del Golfo de México, el espacio aéreo costa afuera/oceánico de México y el espacio aéreo doméstico de México. Estos tres flujos de tránsito se describen a continuación.

2.5. La porción del espacio aéreo de GOMEX considerada en este análisis incluye segmentos de vuelo que cruzan el límite del Área de Control Oceánico (CTA)/región de información de vuelo (FIR) de Houston - México FIR/CTA sobre el Golfo de México. En la Figura 2-1, estas son las operaciones que se muestran en color **rojo**.

2.6. El espacio aéreo costa afuera/oceánico de México se refiere al tránsito aéreo observado sobre el Océano Pacífico donde la vigilancia por radar puede no estar disponible. En la Figura 2-1, estas operaciones se muestran en color **azul**.

2.7. El espacio aéreo doméstico de México incluye todas las operaciones de aeronaves no consideradas GOMEX o espacio aéreo oceánico. La vigilancia por radar está disponible en el espacio aéreo nacional; en la Figura 2-1, estas posiciones de las aeronaves se muestran en color **verde**.

2.8. La Figura 2-2 muestra el número de vuelos por día en los datos de TFMS para diciembre de 2021. La línea naranja horizontal representa el número promedio de operaciones de vuelo por día observadas en la muestra de datos. El número promedio de operaciones de vuelo por día observadas en los datos de TFMS es de 3,166 vuelos por día, este es un aumento observado del 22 por ciento sobre el tránsito en diciembre de 2020.

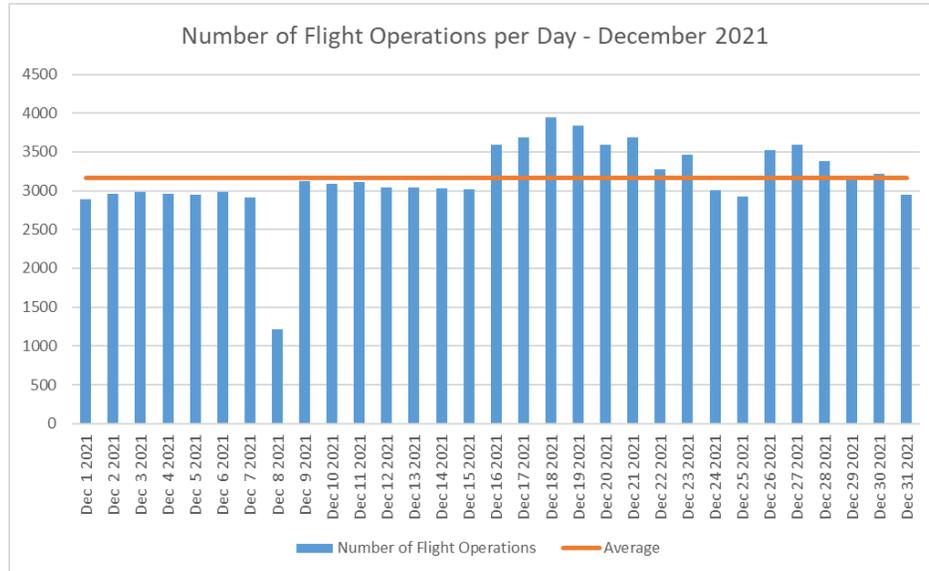


Figura 2-2. Número de operaciones de vuelo observadas por día - diciembre de 2021

2.9 Grandes desviaciones de alturas (LHD) reportadas

2.10 El NAARMO recibe informes LHD mensuales para el espacio aéreo de México y GOMEX. Hubo cuarenta y nueve incidentes informados durante el año calendario 2021. Este total incluye dos incidentes informados por Houston CTA/FIR. Después de la revisión, se determinó que treinta y cinco de los cuarenta y nueve eventos informados eran eventos que implicaban riesgos. La Tabla 2-1 contiene un resumen de todos los LHD calificados informados por mes. La última fila de la Tabla 2-1 muestra que hubo treinta y cinco minutos de tiempo de vuelo en niveles de vuelo incorrectos y cero niveles de vuelo cruzados sin autorización.

Tabla 2-1. LHD reportados que cualifican para el espacio aéreo de México y GOMEX - 2021

Mes	Conteo	Duración en FL incorrecto (min)	Número de FLs cruzados
Enero 2021	0	0	0
Febrero 2021	2	2	0
Marzo 2021	16	16	0
Abril 2021	0	0	0
Mayo 2021	3	6	0
Junio 2021	2	2	0
Julio 2021	2	2	0
Agosto 2021	0	0	0
Septiembre 2021	4	4	0
Octubre 2021	1	0	0

Noviembre 2021	3	1	0
Diciembre 2021	2	2	0
Total 2021	35	35	0

2.11. NAARMO no organizó revisiones de escrutinio virtual de los sucesos informados entre Houston y México. La confirmación de los LHD informados se realizó por correo electrónico. Según la preferencia, NAARMO iniciará revisiones del grupo de escrutinio para los incidentes informados para el año calendario 2022. Treinta y cuatro de los treinta y cinco informes LHD involucran errores de coordinación en la transferencia ATC (LHD categorías E y F). En la Tabla 2-2 encuentran un resumen de los informes LHD calificados por causa.

Tabla 2-2. Informes LHD calificados por causa - 2021

Código de categoría LHD	Descripción de la Categoría LHD	Número de LHD	Duración en FL incorrecto (min)	Número de FLs cruzadas
E	Errores de coordinación en la transferencia de responsabilidad de control de ATC a ATC como resultado de problemas de factores humanos	32	33	0
F	Errores de coordinación en la transferencia de responsabilidad de control de ATC a ATC como resultado de una interrupción o problemas técnicos	2	2	0
G	Evento de contingencia de la aeronave que conduce a una incapacidad repentina para mantener el nivel de vuelo asignado (por ejemplo, falla de presurización, falla del motor)	1	0	0
	TOTALES	35	35	0

2.12. La Figura 2-3 muestra las ubicaciones aproximadas de las aeronaves de los treinta y cinco LHD calificados informados en 2021. El tamaño del círculo representa la duración en niveles de vuelo incorrectos o inesperados.

2.21 Uno de los LHD notificados involucra un evento de contingencia (categoría G) con el piloto informando una falla del piloto automático y solicitando descender por debajo de los niveles de vuelo RVSM.

2.22 La Figura 2-4 muestra la tendencia observada en el número de LHD reportados relacionados con causas ATC desde 2017 hasta 2021 para el espacio aéreo doméstico de México. Los datos muestran el aumento en el número de LHD informados debido a causas de ATC en el año calendario 2021.

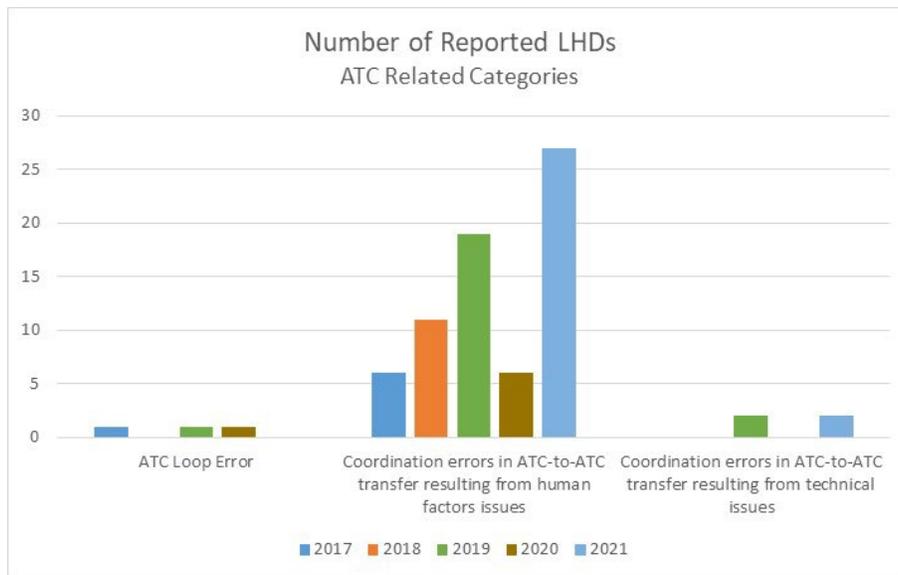


Figura 2-4. Tendencia observada en el número de LHD informados - causas relacionadas con ATC

2.23 Informes de fallas de comunicación

2.24 En el año calendario 2021, hubo trece eventos informados que especifican fallas de comunicación entre el ATC y la aeronave. Doce casos informados en México y uno informado en el centro de Albuquerque. No hubo indicios de que el piloto se desviara de la ruta autorizada ni de la altitud durante el período de falla de comunicación. Debido a que no hubo indicaciones de desviación de la ruta o la altitud despejadas, no hay contribución para la estimación del riesgo de colisión vertical de estos sucesos.

2.25 La tendencia en el número de informes de fallas de comunicación ha aumentado desde 2020. La Figura 2-5 muestra la tendencia.

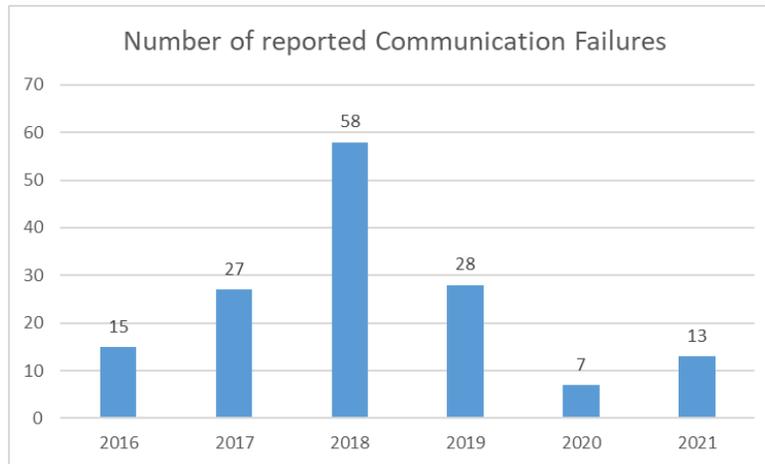


Figura 2-5. Número de fallas de comunicación reportadas por año

2.26 La Figura 2-6 muestra las ubicaciones asociadas con las fallas de comunicación reportadas. Hubo tres informes en el arreglo del espacio aéreo AVIVI y otros tres informes en el arreglo del espacio aéreo ELURA. La cantidad de minutos en los que ATC no pudo comunicarse con una aeronave fue de 323 minutos en el año calendario 2021. Este es un aumento con respecto al año calendario 2020, donde hubo minutos los que ATC no pudo comunicarse con una aeronave a partir de siete informes de fallas de comunicación

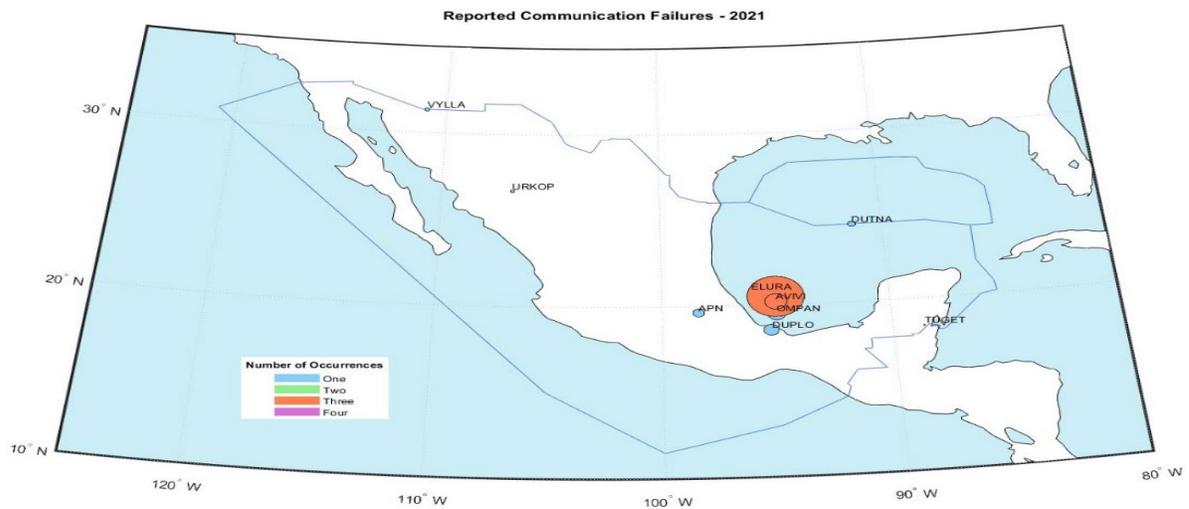


Figura 2-6. Fallas de comunicación reportadas – 2021

2.27 Hay cuatro aeronaves de aviación general internacional (IGA) y nueve operadores de aeronaves comerciales involucrados en los informes de fallas de comunicación reportados en 2021.

2.28 Estimación del riesgo de colisión vertical

2.29 Esta sección del documento proporciona las estimaciones de parámetros utilizadas en el modelo de riesgo vertical de la OACI. La metodología del riesgo de colisión consiste en un modelo matemático para estimar el riesgo para compararlo con el criterio de seguridad, el nivel objetivo de seguridad (TLS). La sección también proporciona información sobre las fuentes de datos utilizados para estimar los parámetros del modelo de riesgo.

2.30 El TLS acordado internacionalmente para el estándar de separación vertical de 1,000 pies se especifica para el riesgo técnico y operativo por separado. El riesgo técnico vertical está asociado a los efectos de la turbulencia, la pérdida de mantenimiento de altitud y la respuesta de la tripulación a las alertas del sistema anticolidión de a bordo, además de los errores que surgen de la altimetría de la aeronave y el rendimiento del sistema de mantenimiento de altitud. La estimación del riesgo operacional vertical está asociada a errores operacionales. El riesgo por todas las causas es la suma de las estimaciones verticales de riesgo operativo y técnico. El TLS para el estándar de separación vertical de 1,000 pies se especifica como:

- el riesgo de colisión por todas las causas no supere los 5 accidentes mortales en 109 horas de vuelo y, simultáneamente,
- el riesgo de colisión debido a los sistemas de mantenimiento de altura de las aeronaves no supera los 2.5 accidentes mortales en 109 horas de vuelo.

2.31 En base a los datos del TFMS de diciembre de 2021, NAARMO estima aproximadamente 1,444,874 horas de vuelo anuales para 2021 en el espacio aéreo de México y GOMEX donde se aplica el RVSM. La Tabla 2-4 muestra las horas de vuelo dentro de cada flujo de tránsito identificado. Dado que se supone que una colisión debida a la pérdida de la separación vertical de 1,000 pies resulta en dos accidentes mortales, el TLS se puede expresar como 2.5 colisiones mortales en el aire por todas las causas en 109 horas de vuelo.

2.32 El espacio aéreo de México y GOMEX consiste en una combinación de rutas paralelas y cruzadas; por lo tanto, el riesgo total se expresa como la suma de tres tipos básicos de riesgo de colisión de la siguiente manera:

$$2.33 \quad N_{az} = N_{az}(same) + N_{az}(opp) + N_{az}(cross) \quad (1)$$

2.34 Los términos del lado derecho de la ecuación representan el número esperado de accidentes por hora de vuelo de aeronave resultantes de colisiones de pares de aeronaves en las mismas rutas, opuestas y cruzadas, respectivamente, debido a la pérdida de separación vertical entre aeronaves en niveles de vuelos adyacentes.

Tabla 2-4. Horas de vuelo por flujo de tránsito - 2021

Flujo de tránsito	2021 Horas de vuelo	Proporción de tránsito
GOMEX	320,652	22.19%
Costa afuera/Oceánico	26,916	1.86%
Doméstico	1,097,397	75.95%
Total	1,444,874	100%

2.35 Los modelos para los tres tipos diferentes de riesgo de colisión (en dirección opuesta, en la misma dirección y rutas cruzadas) tienen básicamente la misma estructura. La estimación del riesgo operacional vertical para el tránsito en la misma dirección y en dirección opuesta se compone de dos partes: la que se debe al tiempo que se pasa en niveles incorrectos y la que se debe a la transición de niveles sin autorización.

2.36 Tipos de aeronaves

2.37 La Figura 2-7 proporciona los 25 principales tipos de aeronaves observados en los datos de tránsito del TFMS de diciembre de 2021 por horas de vuelo. Los tipos de aeronaves enumerados en la Figura 2-5 representan el 89 por ciento del total de horas de vuelo observadas en la muestra de tránsito.

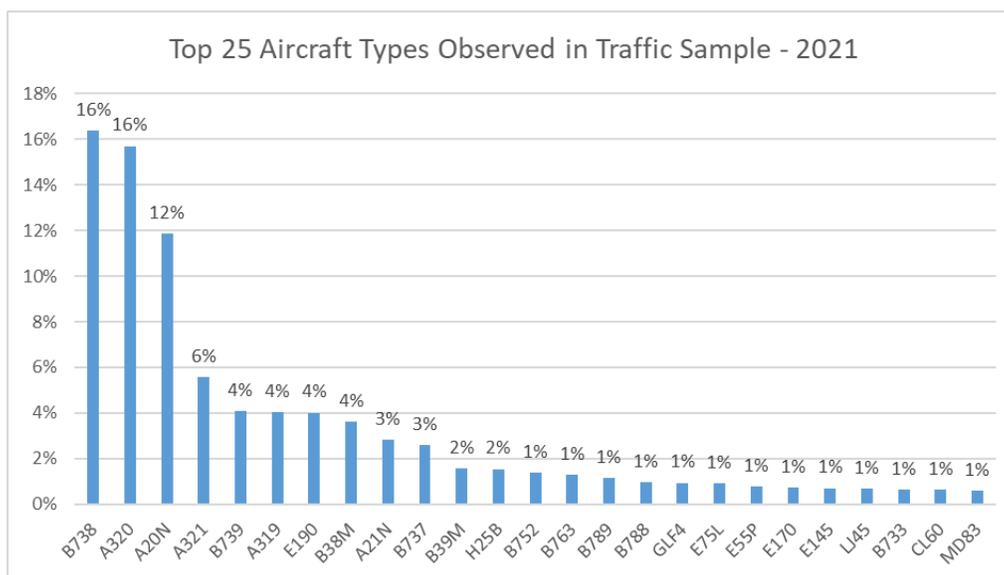


Figura 2-7. Tipos de aeronaves observadas en términos de horas de vuelo - 2021

2.38 Tamaño de la aeronave

2.39 Los parámetros del modelo de riesgo de colisión relacionados con el tamaño de la aeronave son: longitud, envergadura y altura. Estos parámetros se estiman directamente a partir de los datos TFMS de diciembre de 2021 y las especificaciones de aeronaves relacionadas. Las dimensiones promedias se calculan utilizando las dimensiones reales del tipo de aeronave multiplicadas por la proporción del tiempo total de vuelo observado para el tipo en la muestra de tránsito. Los parámetros CRM resultantes para la longitud, la envergadura y la altura de la aeronave se presentan en la Tabla 2-5.

Longitud λ_x (NM)	Envergadura λ_y (NM)	Altura λ_z (NM)
0.0208	0.0184	0.0063
[126.2 ft]	[112.0 ft]	[38.4 ft]

2.40 Ocupaciones verticales en la misma dirección, en la dirección opuesta y en la ruta de cruce

2.41 Los datos del TFMS se utilizan para estimar el número de pasos verticales de aeronaves por hora para cada uno de los tres flujos de tránsito; GOMEX, costa afuera/oceánico y doméstico. El tránsito se separa en tres flujos separados para tener en cuenta las áreas de baja y alta densidad de tránsito. La Tabla 2-6 proporciona las ocupaciones verticales en la misma dirección y en dirección opuesta por flujo de tránsito. El flujo de tránsito con menor densidad de tránsito es el flujo de tránsito costa afuera/oceánico, seguido del espacio aéreo GOMEX. Como se esperaba, el espacio aéreo doméstico de México tiene los valores de ocupación vertical más altos en comparación con los otros dos flujos de tránsito. Las estimaciones de ocupación para el año calendario 2021 aumentaron ligeramente con respecto a las estimaciones de ocupación calculadas para el año calendario 2020.

Tabla 2-6. Ocupaciones Verticales por Flujo de Tránsito - 2021

Flujo de tránsito	Ocupación vertical en la misma dirección	Ocupación vertical en dirección opuesta
GOMEX	0.071	0.195
Costa afuera/Oceánico	0.000	0.001
Doméstico	0.024	0.054

2.42 La ocupación vertical de rutas de cruce se estima por el número de pares de aeronaves próximas verticalmente en rutas que se cruzan en un ángulo específico, θ . Tanto las consideraciones matemáticas como la experiencia en evaluaciones de seguridad anteriores han establecido que la ocupación vertical estimada para pares de aeronaves en intersecciones de rutas es generalmente menor en un orden de magnitud que la de pares de aeronaves en la misma ruta en niveles de vuelo adyacentes. Por lo tanto, se espera que la estimación del riesgo de colisión para las rutas que se cruzan sea inferior al riesgo para los niveles de vuelo adyacentes de la misma ruta. El número de pares de aeronaves de rutas cruzadas para el año calendario 2021 es de 228,000 pares de aeronaves. Este valor es aproximadamente un cincuenta y seis por ciento más alto que el número de cruces observados en el año calendario 2020.

2.43 Probabilidad de solapamiento vertical atribuible al rendimiento técnico de mantenimiento de altura y LHDs reportados.

2.44 Los factores que contribuyen al riesgo técnico RVSM incluyen; los efectos de la turbulencia, la pérdida de mantenimiento de altitud y la respuesta de la tripulación a las alertas del sistema anticolidión de a bordo, así como los errores en la altimetría de la aeronave y el rendimiento del sistema de mantenimiento de altitud. Por lo tanto, la estimación de la probabilidad de solapamiento vertical debe tener en cuenta las contribuciones al error vertical que surgen de todas estas fuentes.

2.45 Las estimaciones del error del sistema altimétrico de la aeronave (ASE) y la desviación de altitud asignada (AAD) se obtienen de los procesos de monitoreo de la altura de la aeronave desarrollados por NAARMO. Estos procesos requieren varios conjuntos de datos, incluyendo datos meteorológicos y de altura geométrica de aeronaves. Los datos geométricos de aeronaves se obtienen del Elemento de medición de altura geométrica de aeronaves (AGHME) de EE. UU., los datos de Vigilancia dependiente automática - Transmisión (ADS-B) o el sistema de Unidad de monitoreo GPS (GMU). El control del ASE de las aeronaves es uno de los principales objetivos del proceso de aprobación RVSM de Estado, el cual debe ser ejercido por los operadores en el espacio aéreo donde se aplica la RVSM.

2.46 El estimado de NAARMO para la probabilidad de solapamiento vertical para pares de aeronaves que operan en niveles de vuelo adyacentes, $P_z(1,000)$, utilizada en la estimación del riesgo técnico vertical es 1.93×10^{-9} . La estimación de NAARMO para la probabilidad de solapamiento vertical para pares de aeronaves que operan en el mismo nivel de vuelo, $P_z(0)$, utilizada en la estimación del riesgo operacional vertical es 0.42.

2.47 Tiempo pasado en nivel de vuelo FL inesperado

2.48 La proporción de tiempo de vuelo pasado en niveles incorrectos, P_i , se determina como la relación entre la cantidad de tiempo pasado en niveles incorrectos y la cantidad total de tiempo de vuelo en el espacio aéreo de México durante el período en que ocurrieron los eventos de nivel de vuelo incorrecto. Los LHD que cualifican para el año calendario 2021 contienen 35 minutos de tiempo de vuelo en un nivel de vuelo inesperado. Este tiempo se divide en los tres flujos de tránsito identificados según la ubicación proporcionada en el LHD informado. La Tabla 2-7 proporciona el desglose de la duración LHD notificada y los niveles de vuelo cruzados por el flujo de tránsito identificado

Tabla 2-7. Duración del LHD reportado y niveles de vuelo cruzados por el flujo de tránsito

Flujo de tránsito	Duración LHD reportada (min)	Número de FL cruzados sin autorización
GOMEX	7	0
Costa afuera/Oceánico	0	0
Doméstico	28	0
TOTAL	35	0

2.49 Parámetros del modelo de riesgo de colisión.

2.50 Los parámetros individuales de los modelos, sus definiciones, estimaciones y fuentes se presentan en el Tabla 2-8. Estos parámetros son comunes a la estimación del riesgo vertical para todos los flujos de tránsito identificados

Tabla 2-8. Estimaciones de parámetros del modelo de riesgo de colisión vertical

Término	Definición	Estimado	Fuente
$P_z(S_z)$	Probabilidad de que dos aeronaves que operan en la misma ruta nominalmente separadas por la separación vertical mínima S_z se superpongan verticalmente.	1.93×10^{-9}	Valor utilizado en la estimación de riesgo vertical US CONUS
$P_z(0)$	Probabilidad de que dos aeronaves que operan en la misma ruta y nivel de vuelo se superpongan verticalmente.	0.42	Valor utilizado en la estimación de riesgo vertical US CONUS
$P_y(0)$	Probabilidad de que dos aeronaves en la misma pista se superpongan lateralmente.	0.1	Valor utilizado en las estimaciones de riesgo vertical para el espacio aéreo del Pacífico

Término	Definición	Estimado	Fuente
λ_x	Longitud promedio de las aeronaves.	0.0208 NM	Estimado utilizando la muestra TFMS de México de diciembre de 2021
λ_y	Envergadura promedio de un avión.	0.0184 NM	Estimado utilizando la muestra TFMS de México de diciembre de 2021
λ_z	Altura promedio de la aeronave con el tren de aterrizaje retraído.	0.0063 NM	Estimado utilizando la muestra TFMS de México de diciembre de 2021
$ \overline{\Delta V} $	Velocidad relativa media absoluta a lo largo de la ruta entre aeronaves en rutas en la misma dirección.	13 knots	Valor utilizado en las estimaciones de riesgo vertical del espacio aéreo nacional del Atlántico norte, el Pacífico y EE. UU.
$ \overline{V} $	Velocidad promedio absoluta de la aeronave.	480 knots	Valor utilizado en las estimaciones de riesgo vertical del espacio aéreo nacional del Atlántico norte, el Pacífico y EE. UU.
$ \overline{y} $	Velocidad transversal relativa promedio absoluta para un par de aeronaves nominalmente en la misma ruta.	5 knots	Valor utilizado en las estimaciones de riesgo vertical del espacio aéreo nacional del Atlántico norte, el Pacífico y EE. UU.
$ \overline{z} $	Velocidad vertical relativa absoluta promedio de un par de aeronaves que han perdido toda separación vertical.	1.5 knots	Valor utilizado en las estimaciones de riesgo vertical del espacio aéreo nacional del Atlántico norte, el Pacífico y EE. UU.

2.51 Resultados y Conclusiones.

2.52. La Tabla 2-9 proporciona estimaciones para 2021 del riesgo vertical técnico y operativo para el espacio aéreo de México y GOMEX.

Tabla 2-9. Estimaciones de Riesgo Vertical 2021 para México y Espacio Aéreo GOMEX RVSM

Descripción	Riesgo estimado ($\times 10^{-9}$ fapfh)
Estimado de riesgo técnico	0.06
Estimado del riesgo debido a la operación en niveles de vuelo incorrectos	5.85
Estimado del riesgo en general	5.91

2.53 El riesgo técnico estimado en el espacio aéreo RVSM de México y GOMEX es de 0.05×10^{-9} accidentes mortales por hora de vuelo (fapfh). Este estimado está significativamente bajo el 2.5×10^{-9} fapfh, que es la parte del TLS establecida como objetivo de seguridad para el rendimiento técnico de mantenimiento de altura.

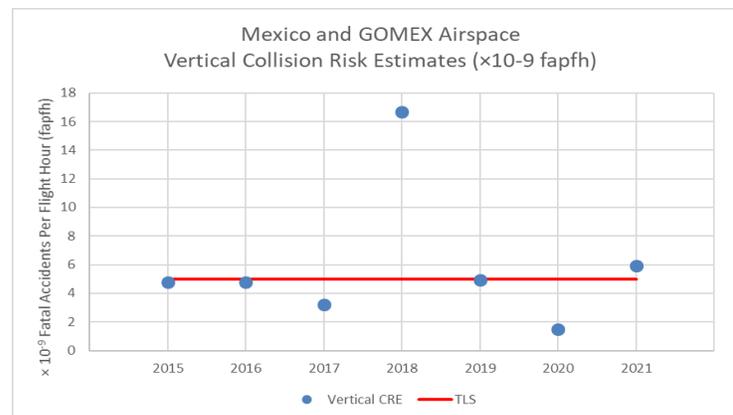
2.54 La estimación de riesgo operacional para el espacio aéreo de RVSM de México y GOMEX es de 5.85×10^{-9} fapfh. La suma de este valor y la estimación de riesgo técnico para el espacio aéreo de México es de 5.91×10^{-9} fapfh, lo que supera la meta de seguridad general de 5.0×10^{-9} fapfh.

2.55 La Tabla 2-10 y la Figura 2-8 proporcionan las estimados generales de riesgo vertical para los años calendario 2015 - 2021 para el espacio aéreo RVSM de México. El aumento en el estimado de riesgo vertical para el año calendario 2018 se produjo debido a tres LHD informados de larga duración. En 2019, se modificó el método de cálculo para tener en cuenta los diferentes flujos de tránsito. Los tres flujos de tránsito fueron identificados y utilizados para estimar los parámetros asociados en el modelo de riesgo. Por ejemplo, el riesgo calculado para un LHD reportado que ocurrió en una sección del espacio aéreo sin radar de baja densidad de tránsito tendrá un valor de riesgo menor en comparación con un LHD dentro de un área de alta densidad de tránsito.

Tabla 2-10. Estimados generales de riesgo vertical para el espacio aéreo RVSM de México

Año del calendario	Estimación del riesgo de colisión vertical ($\times 10^{-9}$ fapfh)
2015	4.8
2016	4.8
2017	3.2
2018	16.7
2019	4.92
2020	1.51
2021	5.91

Figura 2-8. Estimados de Riesgo de Colisión Vertical, Espacio Aéreo México y GOMEX 2015 - 2021



2.56 Con la excepción de 2018 como se indicó anteriormente y la caída en la estimación en 2020 debido a la reducción del tránsito relacionada con COVID, el nivel de riesgo estimado ha sido consistente.

3. Acción de la reunión

3.1 Se invita al GTE a tomar nota y discutir la información brindada.