



Lima, Perú, 30 de octubre al 03 de noviembre de 2017

Asunto 4: Análisis de las grandes desviaciones de altitud (LHD)

ANÁLISIS DE LAS GRANDES DESVIACIONES DE ALTITUD PARA EL SISTEMA AEREO DE RUTAS DEL ATLANTICO OCCIDENTAL (WATRS) PARA EL AÑO 2016

(Presentado por la Organización Norteamericana de aprobaciones y registro de monitoreo (NAARMO) / Estados Unidos)

RESUMEN

El NAARMO es una Agencia de Monitoreo Regional (RMA) aprobada por la OACI, administrada por la Administración Federal de Aviación localizada en el Centro Técnico William J. Hughes (WJHTC). En el 2013, el Nueva York FIR oceánica se dividió en dos FIRs; Nueva York Oceánica Este y Nueva York Oceánica Oeste. El Nueva York Oceánica Este FIR es parte de la Región de la OACI NAT, y el Nueva York Oceánica Oeste FIR es parte de la Región de la OACI CAR/SAM. Esta nota de estudio contiene el análisis LHD para el espacio aéreo occidental del Sistema de Rutas del Atlántico (WATRS) para el año 2016.

REFERENCIAS:

- Carta de la OACI, NACC13/01 - ATM - EMX694, propuesta de modificación de las Regiones del Caribe y América del Sur (CAR/SAM-ANP - Doc 8733) y la Región del Atlántico Norte (NAT ANP - Doc 9634) Planes básicos de navegación aérea, 15 de agosto de 2013.
- NAARMO, “Las discusiones sobre las actividades de vigilancia de seguridad para Nueva York Oceánica oeste Vuelo Región de Información (FIR)”, GTE/16, IP/09, septiembre de 2016.

Objetivos estratégicos de la OACI:

- A – Seguridad operacional*
- B - Capacidad y eficiencia de la navegación aérea*
- D – Desarrollo económico del transporte aéreo*
- E – Protección del medio ambiente*

1. Introducción

1.1 La Organización Norteamericana de Aprobaciones y Registro de Monitoreo (NAARMO), es una Agencia de Monitoreo Regional (RMA) aprobada por la OACI y administrada por la FAA en el WJHTC. El Nueva York FIR Oceánica está demostrado en la **Figura 1**. El sistema de ruta fija que reside en la parte occidental de la FIR se conoce como el espacio aéreo occidental Sistema de Rutas del Atlántico (WATRS). El espacio aéreo WATRS contiene principalmente las operaciones que viajan entre

América del Norte y el Caribe. La parte oriental de la FIR New York Oceánica consiste en operaciones que viajan entre América del Norte y Europa. La FAA de los Estados Unidos es el proveedor de ATS para el Nueva York FIR Oceánica. La frontera oceánica norte del espacio aéreo de Nueva York Oceánico circunda la FIR Gander que es controlada por Transport Canada/NavCanada. El límite oriental de la FIR Nueva York circunda con la Santa María FIR que es controlada por Navagação Aerea de Portugal.

1.2 RVSM fue implementado en noviembre de 2001 en el espacio aéreo WATRS. El NAARMO completó la evaluación de la seguridad RVSM para esta implementación y lleva a cabo las actividades de vigilancia de seguridad del espacio aéreo para asegurar el uso seguro y continuo de la RVSM.

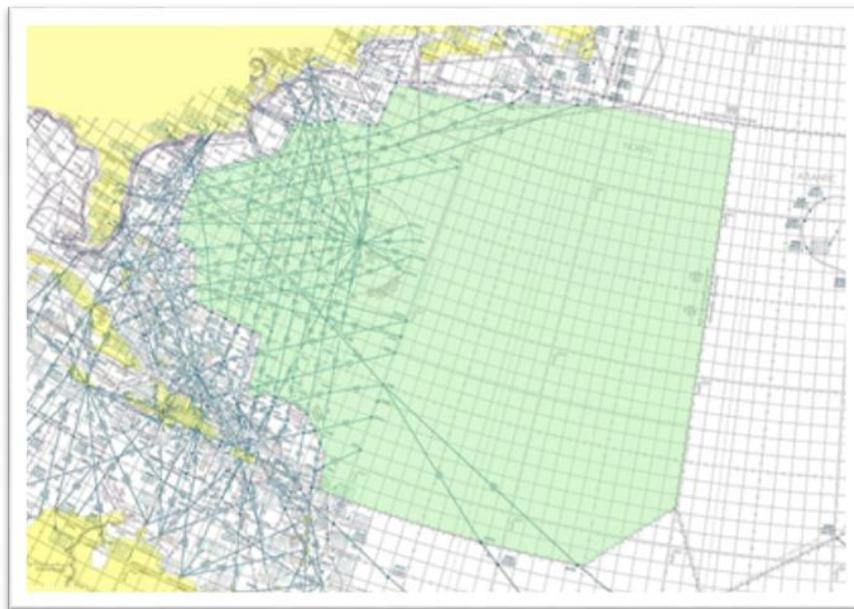


Figura 1 - Nueva York FIR Oceánica

1.3 En agosto de 2013, se hizo un cambio a la FIR de Nueva York Oceánica dividiendo ésta en dos FIRs: Nueva York Oceánica Este y Nueva York Oceánica Oeste. Antes de este cambio la totalidad de Nueva York FIR Oceánica era parte de la Región de la OACI del Atlántico Norte (NAT). Después del cambio, el New York Oceánica Este FIR es parte de la Región de la OACI NAT, y el Nueva York Oceánica Oeste FIR es parte de la Región OACI CAR/SAM (referencia 1).

1.4 Las operaciones de vuelo dentro de Nueva York Oceánica Oeste se componen de dos flujos de tráfico distintos. Los dos flujos principales de tráfico son Este-Oeste (rutas del NAT) y Norte-Sur (rutas del NAM-CAR). La **figura 2** muestra las posiciones reportadas dentro del Nueva York Oceánico FIR durante diciembre del 2016.

Aircraft Position Report Locations within New York West Oceanic Airspace - Dec 2016

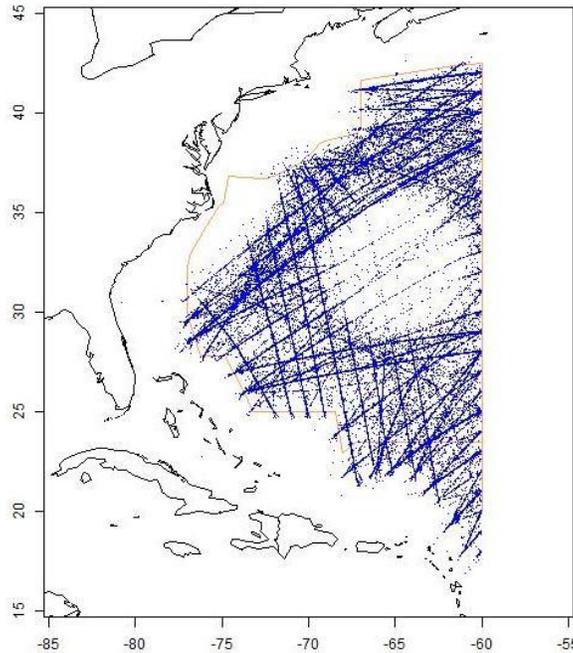


Figura 2 - Posiciones reportadas dentro del Nueva York Oceánica Oeste FIR - diciembre año 2016

1.5 La separación mínima en el Nueva York Oceánica Oeste FIR es de 1 000-ft vertical, 15 minutos longitudinal (o 10 minutos longitudinal con técnica de numeración Mach en su lugar), y 50 NM lateral. La aplicación de las normas de separación longitudinales 30 NM y 50 NM y la norma de separación lateral 30-NM se lleva a cabo *ad hoc* entre pares de aviones equipados adecuadamente; esto significa que la aplicación de la reducción horizontal de separación mínima no está planificada antes de la entrada oceánica.

2. **Discusión**

2.1 Los Centros Oceánicos de Miami, Nueva York y San Juan envían informes de Grandes Desviaciones de Altitud (LHD), Gran Desviación Lateral (LLDs) y Grandes Errores Longitudinales (LLEs) a NAARMO. Además, la base de datos del “FAA Comprehensive Electronic Data Analysis and Reporting (CEDAR)” provee acceso a principales datos de seguridad de aviación y fuentes de información. El NAARMO explora esta base de datos periódicamente en busca de incidentes que ocurren en el espacio aéreo WATRS. Estos datos complementan los informes LHD, LLD y LLE recibidos de los proveedores de ATS.

2.2 **Informes de LHD**

2.2.1 Hubo un total de 40 eventos de LHD reportados para el espacio aéreo WATRS en el año 2016. Los eventos LHD se pueden atribuir a causas operativas o técnicas. De los 40 eventos de LHD reportados, 7 eventos fueron considerados como riesgos técnicos y 33 eventos fueron considerados como riesgo operacional.

2.2.2 Los 7 eventos LHD atribuidos a riesgo técnico consistieron en 6 informes de turbulencia y 1 informe de un avión que perdió la capacidad para RVSM y, posteriormente, se le proporcionó con

2 000 pies de separación. La **Tabla 1** presenta un resumen de todos los LHD reportados por código de categoría.

Tabla 1 - El espacio aéreo WATRS Resumen de LHD para el año 2016

LHD Category Code	LHD Category Description	No. of LHD Occurrences	LHD Duration (Min)	No of FL Transitioned without Clearance
A	Flight crew failing to climb/descend the aircraft as cleared;	5	6	6
B	Flight crew climbing /descending without ATC clearance;	5	6	4
C	Incorrect operation or interpretation of airborne equipment (e.g. incorrect operation of fully functional FMS, incorrect transcription of ATC clearance or re-clearance, flight plan followed rather than ATC clearance, original clearance followed instead of re-clearance etc.)	0	0	0
D	ATC system loop error; (e.g. ATC issues incorrect clearance or flight crew misunderstands clearance message);	10	36	19
E	Coordination errors in the ATC-unit-to-ATC-unit transfer of control responsibility as a result of human factors issues (e.g. late or non-existent coordination, incorrect time estimate/actual, flight level, ATS route etc. not in accordance with agreed parameters);	11	83	0
F	Coordination errors in the ATC-to-ATC transfer of control responsibility as a result of equipment outage or technical issues;	1	8	0
G	Aircraft contingency event leading to sudden inability to maintain assigned flight level (e.g. pressurization failure, engine failure);	1	0	6
H	Airborne equipment failure leading to unintentional or undetected change of flight level (e.g. altimetry errors)	1	0	0
I	Turbulence or other weather related causes	6	0	1
J	TCAS resolution advisory; flight crew correctly following the resolution advisory	0	0	0
K	TCAS resolution advisory; flight crew incorrectly following the resolution advisory	0	0	0
L	An aircraft being provided with RVSM separation is not RVSM approved (e.g. flight plan indicating RVSM approval but aircraft not approved, ATC misinterpretation of flight plan);	0	0	0
M	Other	0	0	0
Totals		40	139	36

2.2.3 Los LHDs contenidos en la Tabla 1 se puede subdividir en una de tres categorías: errores de la tripulación, errores ATC, o errores técnicos/aviónica. Las tres primeras filas de la Tabla 1, códigos de categoría LHD A, B, y C se pueden atribuir a errores de la tripulación aérea. Las siguientes tres filas, LHD códigos de categoría D, E, y F están asociadas con errores ATC. Los errores técnicos o de aviónica se clasifican con LHD códigos de categoría G, H, I, J o K. La **Tabla 2** proporciona un resumen de alto nivel de los datos contenidos en la Tabla 1. La Tabla 2 muestra que los eventos LHD atribuidos a errores ATC contribuyen a un mayor riesgo operacional en el espacio aéreo WATRS en comparación con otras causas.

Tabla 2. Resumen de Alto Nivel de LHD para el año 2016

	Nº de ocurrencias LHD	LHD Duración (min)	Cantidad de niveles de vuelos (FL) cruzados sin autorización
Errores de la tripulación	10	12	10
Errores ATC	22	127	19
Errores técnicos/ aviónica	8	0	7
Totales	40	139	36

2.2.4 La Tabla 1 muestra que los eventos LHD asociados con los errores en la coordinación ATC son la principal causa de riesgo operacional en el espacio aéreo WATRS. La categoría LHD con el mayor número de minutos empleados en el nivel de vuelo incorrecto era 'E', los errores de coordinación en la transferencia de la dependencia ATC-a-la dependencia ATC de la responsabilidad de control como resultado de problemas de factores humanos. El mayor evento LHD contribuyendo de esta categoría fue causado por un error en la coordinación “*read-back/hear-back*” entre dos unidades de ATC adyacentes, este evento representó 45 minutos de los 83 minutos totales asociados con esta categoría ('E').

2.2.5 Eventos LHD reportados atribuidos a errores “*ATC system loop*”, LHD categoría 'D', representan un total de 36 minutos dedicados a nivel de vuelo incorrecto durante el año 2016. Hubo dos eventos LHD en la categoría 'D' que en conjunto contribuyeron con un total de 27 minutos de tiempo a nivel de vuelo incorrecto. Ambos eventos se complicaron aún más por errores relacionados al sistema de automatización ATC. Desde entonces ha habido varios cambios a los sistemas de automatización para evitar eventos similares en el futuro. La **Figura 3** demuestra las localizaciones aproximadas de los informes LHD operacionales en el espacio aéreo de WATRS para el año 2016.

2.2.6 Las localizaciones de los eventos LHD técnicos dentro del espacio aéreo de WATRS durante el año 2016 se muestran en la **Figura 4**. Habían seis informes de turbulencia que causaron desviaciones verticales del nivel de vuelo dado. Hubo un informe LHD involucrado a una aeronave con capacidad RVSM degradada que ocasionó que ATC estableciera separación de 2 000 pies con otras dos aeronaves.

2.2.7 Se observa que muchos de los eventos asociados con códigos de categoría LHD no son directamente atribuibles a la RVSM. Sin embargo, el RVSM aumenta el riesgo de colisión debido a la potencial proximidad de otro tipo de tráfico cuando se produce una falta o un error humano.

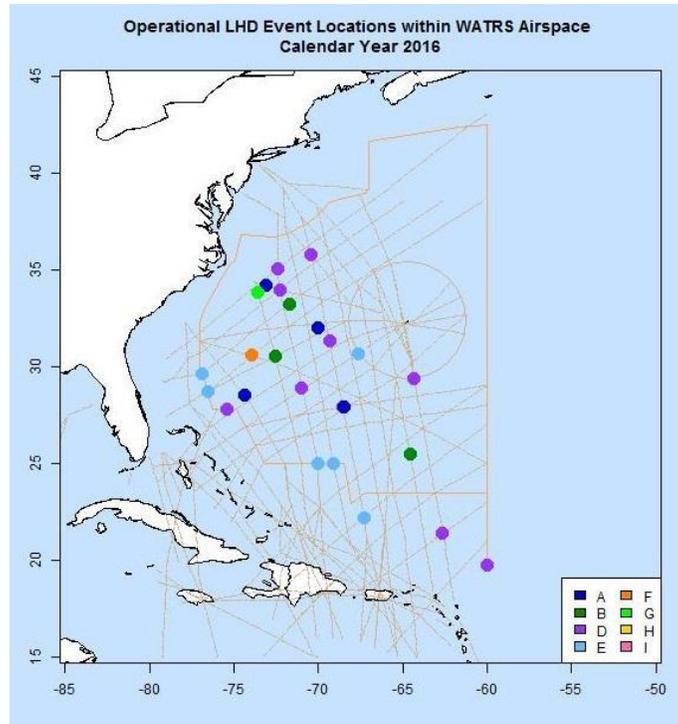


Figura 3 - Localizaciones de LHD de eventos operacionales - año 2016

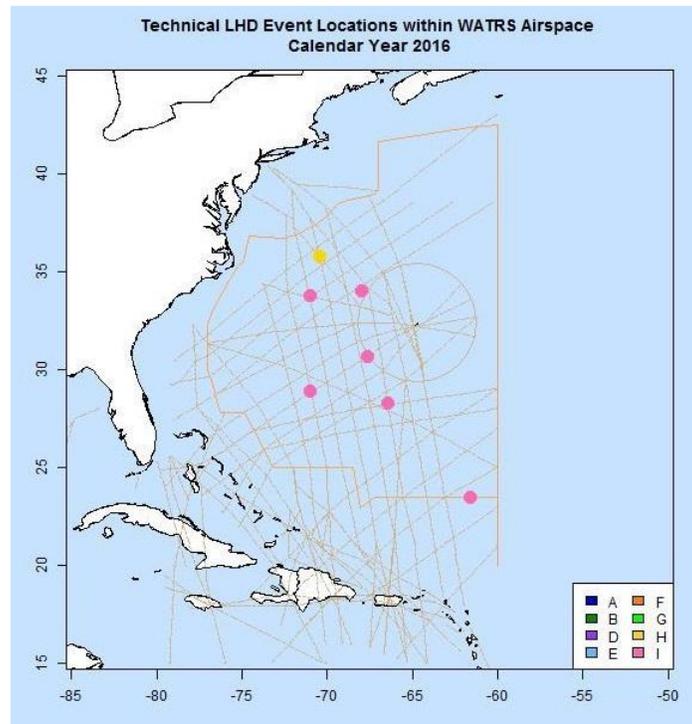


Figura 4 - Localizaciones de Eventos LHD Técnico - año 2016

2.3 Tendencias de LHD

2.3.1 NAARMO ha proporcionado servicios de RMA para el espacio aéreo WATRS desde que RVSM se implementó en 2001. En junio de 2008, una reestructuración de las vías aéreas dentro del espacio aéreo WATRS se puso en práctica en un esfuerzo por aumentar la capacidad y eficiencia. Con la reorganización del sistema de ruta WATRS, se introdujo la norma de separación lateral 50-NM. NAARMO también llevó a cabo la evaluación de la seguridad para la implementación de la norma de separación lateral de 50 NM.

2.3.2 En diciembre de 2013, la 50-NM longitudinal, 30-NM lateral, y 30-NM longitudinal mínimas de separación se introdujeron en el Nueva York Oceánica FIR, incluyendo el espacio aéreo WATRS. Las mínimas de separación horizontal reducida están disponibles para pares de aeronaves adecuadamente equipadas. La aplicación de las normas de separación horizontal reducidas se logra *ad hoc* entre pares de aeronaves elegibles; esto significa que la aplicación de las mínimas de separación no está planificada antes de la entrada oceánica. NAARMO llevó a cabo la evaluación de seguridad previa a la implementación y también llevó a cabo las actividades de monitoreo post-implementación de estas normas de separación horizontales reducidas en la FIR de Nueva York Oceánica.

2.3.3 La fuente de los datos de eventos para el espacio aéreo WATRS ha mejorado desde la aplicación inicial de la RVSM en el año 2001. La FAA ha hecho cambios significativos en el sistema de informes de seguridad en uso en todas las instalaciones domésticas, oceánicas, y en instalaciones “*offshore*”. Los datos del sistema “Comprehensive Electronic Data Analysis and Reporting (CEDAR)” proporciona a NAARMO los informes de eventos y los resúmenes (QA) de garantía de calidad. La **Figura 5** contiene información de tendencias para el número de informes LHD y duración asociada al nivel de vuelo incorrecto. Los valores que se muestran para el año 2010 y 2011 representan los informes LHD calificados que utilizan versiones anteriores de la base de datos de eventos de la FAA. Se dispuso de los datos de eventos de CEDAR a la NAARMO en el año 2013. Existe una brecha de dos años en los datos proporcionados en la Figura 5, no están presentes los datos de evento LHD para los años 2014 y 2015 debido a la insuficiencia de recursos para completar el análisis. NAARMO está trabajando para llenar este vacío para ayudar en el reconocimiento de las tendencias adversas en el espacio aéreo.

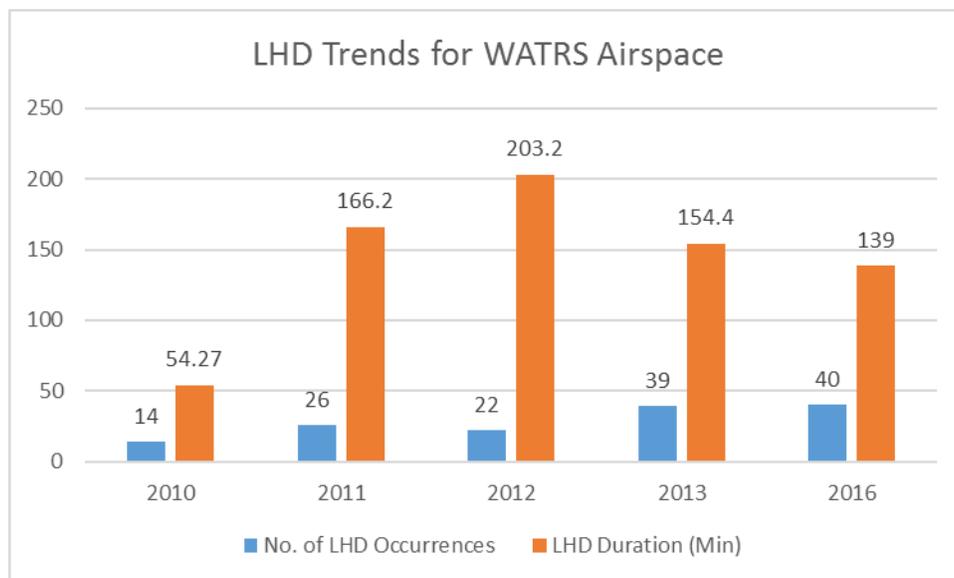


Figura 5 - Tendencias de LHD para el espacio aéreo de WATRS

2.4 Medición de la densidad de tráfico en el espacio aéreo WATRS

2.4.1 La densidad de tráfico dentro de WATRS espacio aéreo tiene una variación estacional. La **Tabla 3** proporciona recuentos observados de las operaciones de vuelo y horas de vuelo para marzo, junio, septiembre y diciembre de 2016. Los volúmenes de tráfico más altas se observaron entre los meses de noviembre y abril, y los volúmenes de tráfico más bajos se realizaron entre los meses de junio y octubre de cada año.

Tabla 3. Observado horas y conteos de tráfico de vuelo por mes

	Número de operaciones de vuelo	Número promedio de operaciones de vuelo por día	Número total de horas voladas	Número promedio de horas voladas por día
Mar-16	19,093	615.9	19,534.5	630.1
Jun-16	16,376	545.9	14,874.8	495.8
Sep-16	13,911	463.7	13,419.5	447.3
Dic-16	19,015	613.4	18,801.4	606.5

2.4.2 Una mayoría de las operaciones de vuelo utilizan la estructura de las vías aéreas fijas en el espacio aéreo WATRS (véase la Figura 1). Los niveles de tráfico durante el mes de diciembre se examinan ya que estos representan un período de tiempo máximo para el volumen de tráfico WATRS. Los conteos de tráfico observados en las vías aéreas norte-sur durante el mes de diciembre 2016 se muestran en la **Figura 6**. Las tres vías aéreas, L453, L454, L455 también representan el mayor número de pasadas verticales tanto en la misma dirección como en la opuesta. Un paso vertical se cuenta cuando un par de aeronaves, nominalmente asignado a niveles de vuelo adyacentes y operando en la misma ruta, se reportan sobre el mismo punto de las vías aéreas dentro de 15 minutos el uno del otro. Se necesita el número de pasadas verticales para evaluar la densidad de tráfico en el espacio aéreo. La **Figura 7** muestra la historia de las estimaciones de ocupación vertical para el espacio aéreo WATRS.

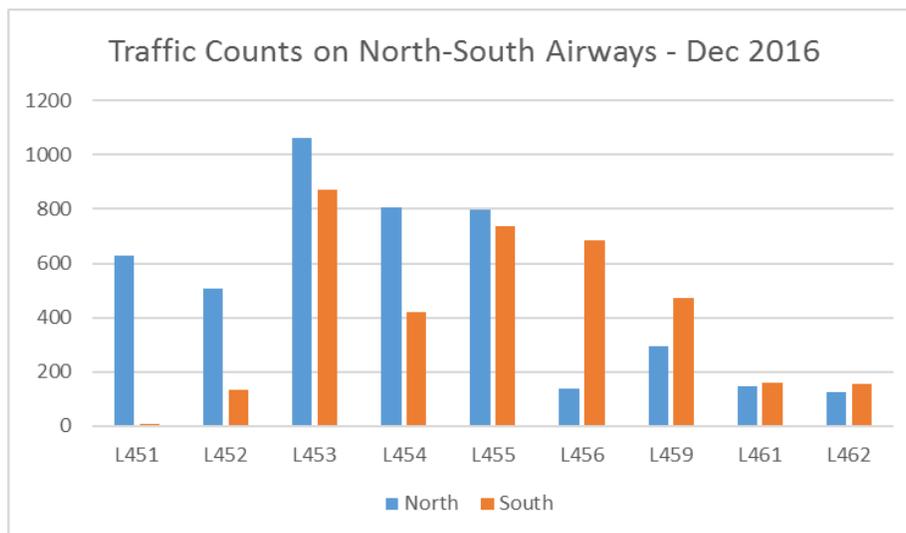


Figura 6 - Conteos de tráfico en aerovías Norte-Sur - diciembre 2 016

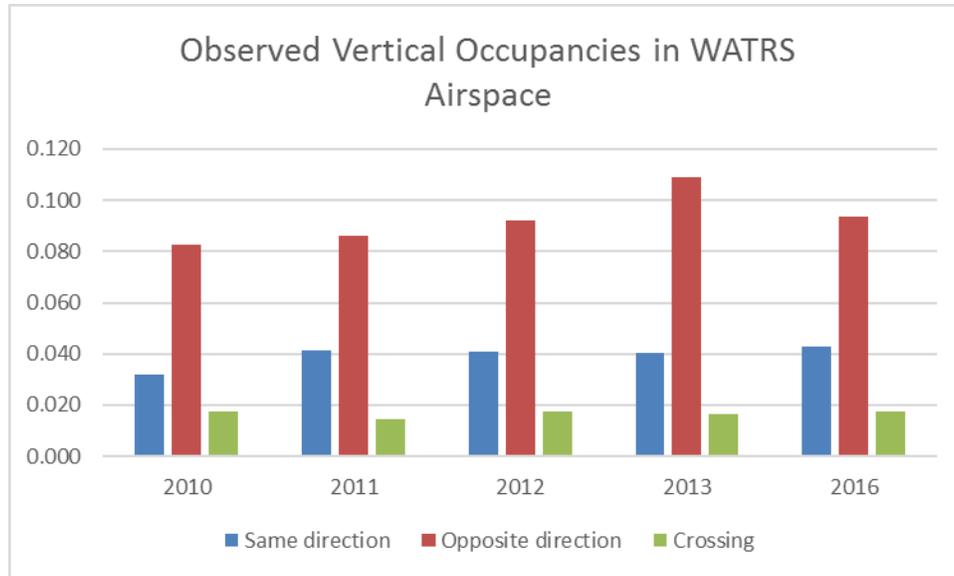


Figura 7 - Tendencias de ocupación vertical para el espacio aéreo de WATRS

2.4.3 La Figura 7 muestra que los valores de ocupación verticales en dirección opuesta son mucho más grandes que en el caso de la misma dirección y que el cruce de los valores de ocupación verticales. Este resultado se atribuye directamente al esquema de asignación de nivel de vuelo que existe en las vías aéreas en WATRS.

2.5 Comparación de los estimado de riesgo vertical al TLS

2.5.1 El modelo de riesgo de colisión vertical es altamente sensible al número de pasadas verticales dirección opuesta. Las estimaciones de riesgo mostradas en la **Tabla 4** reflejan la sensibilidad de los valores de ocupación verticales dirección opuesta. El número estimado de horas voladas en el espacio aéreo WATRS durante el año 2016 es 225,617.21 horas. Las estimaciones de riesgo vertical presentadas en la Tabla 4 son consistentes con las estimaciones previas, por ejemplo, la estimación en el año 2013 de riesgo vertical general fue 286.1×10^{-9} fapfh.

Tabla 4 - Las estimaciones de riesgo vertical año 2016

	Estimación del riesgo vertical (fapfh)
Riesgo técnico	0.84×10^{-9}
Riesgo operacional	218.4×10^{-9}
- Misma Dirección	2.22×10^{-9}
- Dirección Opuesta	216.1×10^{-9}
- Cruces	0.007×10^{-9}
Riesgo total	219.2×10^{-9}

2.5.2 El uso de notificación automáticas de posición y comunicación ATC-piloto realizadas a través de “data link, automatic dependent surveillance - contract (ADS-C and controller pilot data link communication (CPDLC)”, está en aumento en el espacio aéreo de WATRS. La automatización del ATC en el Nueva York Oeste FIR ha apoyado el uso de ADS-C y CPDLC durante varios años, pero el uso de “*data link*” por parte del operador en el espacio aéreo de WATRS ha sido relativamente baja en comparación con otras áreas oceánicas. La frecuencia y precisión de entrega de reportes de posición, junto con comunicaciones más rápidas pueden ayudar a reducir el riesgo mediante la disminución del tiempo de estancia en niveles de vuelos incorrectos o no protegidos.

2.5.3 Mejoras en el software de automatización ATC están siendo desarrollados e implementados para mitigar y prevenir causas de LHD que se determinaron estar relacionada con los sistemas de automatización. El plazo para estas mejoras varía según el financiamiento y la complejidad de la tarea.