

# ESTUDIO AERONAUTICO

DISTANCIA DE SEPARACIÓN DE PISTA A CALLE DE  
RODAJE  
EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL LA  
AURORA -MGGT-



**LA AURORA**  
AEROPUERTO INTERNACIONAL

Guatemala, Septiembre 2017

## CONTENIDO

1. INTRODUCCION .....	3
2. OBJETIVO DEL ESTUDIO .....	4
3. CARACTERIZACIÓN DEL ESCENARIO .....	5
3.1. Escenario Físico.....	5
3.2. Escenario.....	7
4. DEFINICIÓN DETALLADA DEL OBJETIVO DEL ESTUDIO .....	8
4.1. Hipótesis de partida.....	8
5. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS ASOCIADOS: .....	8
5.1. peligros y consecuencias .....	10
5.2. DEFENSAS ACTUALES.....	11
6. APLICACIÓN MEDIDAS MITIGATORIAS .....	11
7. análisis de riesgo.....	12
8. CONCLUSIONES .....	12
9. LINEAMIENTOS.....	13
9.1. Para uso de la pista 02/20 para el aterrizaje de aeronaves categoría C y D. ....	13
9.2. para uso de la pista 02/20 para el aterrizaje de aeronaves categoría E. ....	13
10. VIGENCIA.....	13

## 1. INTRODUCCION

Como parte del proceso de certificación de aeródromos establecido por la Dirección General de Aeronáutica Civil, se verifican las características físicas del aeródromo, y es requisito que cuando exista una desviación a una norma, realizar una evaluación de seguridad operacional para determinar soluciones y seleccionar las que sean eficientes con el fin de mantener un nivel de seguridad operacional aceptable ante la Autoridad de Aviación Civil.

Debido al tipo de operaciones que se desarrollan en el Aeropuerto Internacional La Aurora (las cuales consideran aeronaves mayores a la clave de referencia de diseño), se ha identificado que no se cumple con la separación mínima que debe existir entre la calle de rodaje y la pista, para operaciones de aeronaves tipo C, D y E.

En la actualidad el Aeropuerto Internacional La Aurora (MGGT) muestra una desviación a la norma, evidenciada durante la fase IV del proceso de certificación, según lo mencionado anteriormente, ya que no se cumple con dicho requerimiento, razón por la cual se hace de suma importancia el presente estudio aeronáutico que permita establecer la implementación de procedimientos de operación alternativos, que permitan seguir operando con las condiciones existentes.

Para efectos de este estudio y de la certificación del AILA, la clave de referencia de aeródromo será 4D.

**Tabla 1-1. Clave de referencia de aeródromo**  
(véanse 1.6.2 a 1.6.4)

Núm. de clave (1)	Elementos 1 de la clave		Elementos 2 de la clave	
	Longitud de campo de referencia del avión (2)	Letra de clave (3)	Envergadura (4)	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal <sup>a</sup> (5)
1	Menos de 800 m	A	Hasta 15 m (exclusive)	Hasta 4,5 m (exclusive)
2	Desde 800 m hasta 1 200 m (exclusive)	B	Desde 15 m hasta 24 m (exclusive)	Desde 4,5 m hasta 6 m (exclusive)
3	Desde 1 200 m hasta 1 800 m (exclusive)	C	Desde 24 m hasta 36 m (exclusive)	Desde 6 m hasta 9 m (exclusive)
4	Desde 1 800 m en adelante	D	Desde 36 m hasta 52 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 14 m (exclusive)
		E	Desde 52 m hasta 65 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 14 m (exclusive)
		F	Desde 65 m hasta 80 m (exclusive)	Desde 14 m hasta 16 m (exclusive)

a. Distancia entre los bordes exteriores de las ruedas del tren de aterrizaje principal.

*Nota.— En el Manual de diseño de aeródromos (Doc 9157), Partes 1 y 2, se proporciona orientación sobre planificación con respecto a los aviones de más de 80 m de envergadura.*

La tabla de requisitos de las distancias mínimas de separación de las calles de rodaje se presenta a continuación:

**Tabla 3-1. Distancias mínimas de separación de las calles de rodaje**

Letra de clave	Distancia entre el eje de una calle de rodaje y el eje de una pista (metros)								Distancia entre el eje de una calle de rodaje que no sea calle de acceso a un puesto de estacionamiento de aeronaves y un objeto (metros)	Distancia entre el eje de una calle de acceso a un puesto de estacionamiento de aeronaves y el eje de otra calle de acceso (metros)	Distancia entre el eje de la calle de acceso a un puesto de estacionamiento de aeronaves y un objeto (metros)	
	Pistas de vuelo por instrumentos Número de clave				Pistas de vuelo visual Número de clave							
	1	2	3	4	1	2	3	4				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
A	82,5	82,5	-	-	37,5	47,5	-	-	23	15,5	19,5	12
B	87	87	-	-	42	52	-	-	32	20	28,5	16,5
C	-	-	168	-	-	-	93	-	44	26	40,5	22,5
D	-	-	176	176	-	-	101	101	63	37	59,5	33,5
E	-	-	-	182,5	-	-	-	107,5	76	43,5	72,5	40
F	-	-	-	190	-	-	-	115	91	51	87,5	47,5

*Nota 1.— Las distancias de separación que aparecen en las columnas (2) a (9) representan combinaciones comunes de pistas y calles de rodaje. La base de formulación de dichas distancias aparece en el Manual de diseño de aeródromos (Doc 9157), Parte 2.*

*Nota 2.— Las distancias de las columnas (2) a (9) no garantizan una distancia libre suficiente detrás de un avión en espera para que pase otro avión en una calle de rodaje paralela. Véase el Manual de diseño de aeródromos (Doc 9157), Parte 2.*

## 2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

De acuerdo con Ley de Aviación Civil (Acuerdo Gubernativo 384-2001), y su Reglamento (Decreto 93-200). Regulación de Aviación Civil RAC Vol. I Diseño de Aeródromos y RAC 139, por los que se aprueban las normas técnicas y de diseño y operación de aeródromos de uso público y se regula la certificación de los aeropuertos de competencia del Estado, el Aeropuerto Internacional La Aurora ha solicitado el inicio del procedimiento de certificación de acuerdo con las leyes, reglamentos y regulaciones referidas.

Dentro de la documentación técnica que ha de ser aportada, se adjunta este estudio aeronáutico.

Existiendo como parte del expediente una solicitud de exención fundada en el incumplimiento del requisito a la norma RAC 14 Vol. I "Aeródromos", Subparte D: Características físicas, Capítulo 5 Calles de rodaje, 5.4 "Distancias mínimas de separación de las calles de rodaje", la cual debido a la ubicación geográfica del Aeropuerto Internacional La Aurora no es razonablemente viable, este documento acredita que el escenario existente y las medidas alternativas propuestas garantizan suficientemente el mantenimiento de un nivel de seguridad operacional equivalente, de forma que la DGAC pueda conceder exenciones al cumplimiento del mencionado requisito.

Debido a que la calle de rodaje este se utiliza solamente para aeronaves de tamaño máximo B, este estudio se centrará en la solicitud de excepción de la norma de separación de pista y calle de rodaje para las operaciones por la calle de rodaje oeste.

### 3. CARACTERIZACIÓN DEL ESCENARIO

#### 3.1. ESCENARIO FÍSICO

La ciudad de Guatemala se ubica alrededor de los 1500 m.s.n.m., en coordenadas de latitud 14°37'22" N y longitud 90°31'53" O, con clima subtropical y temperatura anual media de 18.3° C.

El Aeropuerto Internacional La Aurora –MGGT- cuenta con las características físicas siguiente:

- Pavimento asfáltico PCN 66F/B/W/T
- Largo de pista 2987.00 metros
- Ancho actual 60.00 metros
- Separación de centro de calle de rodaje y pista activa 74 metros segmentados.
- Pendiente transversal 1%
- Clave de referencia 4D

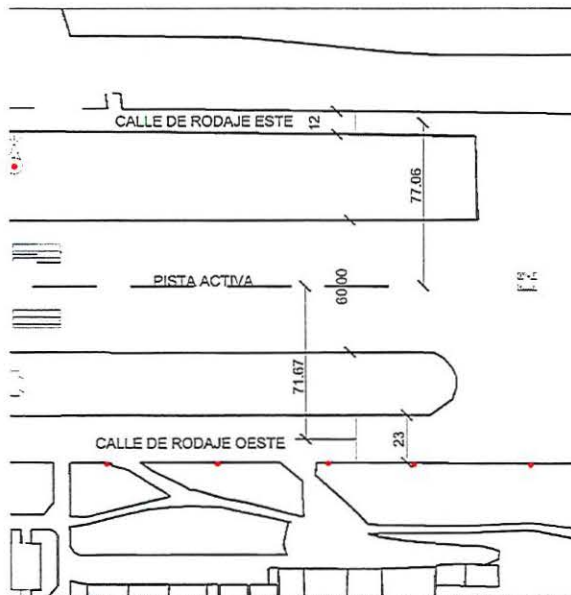


Fig. 2.1 Distancias actuales

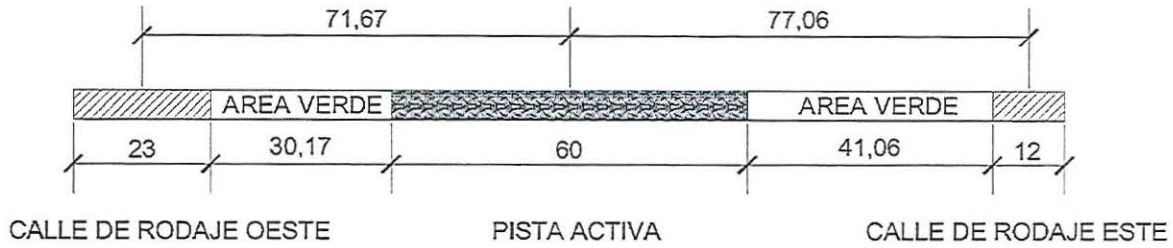
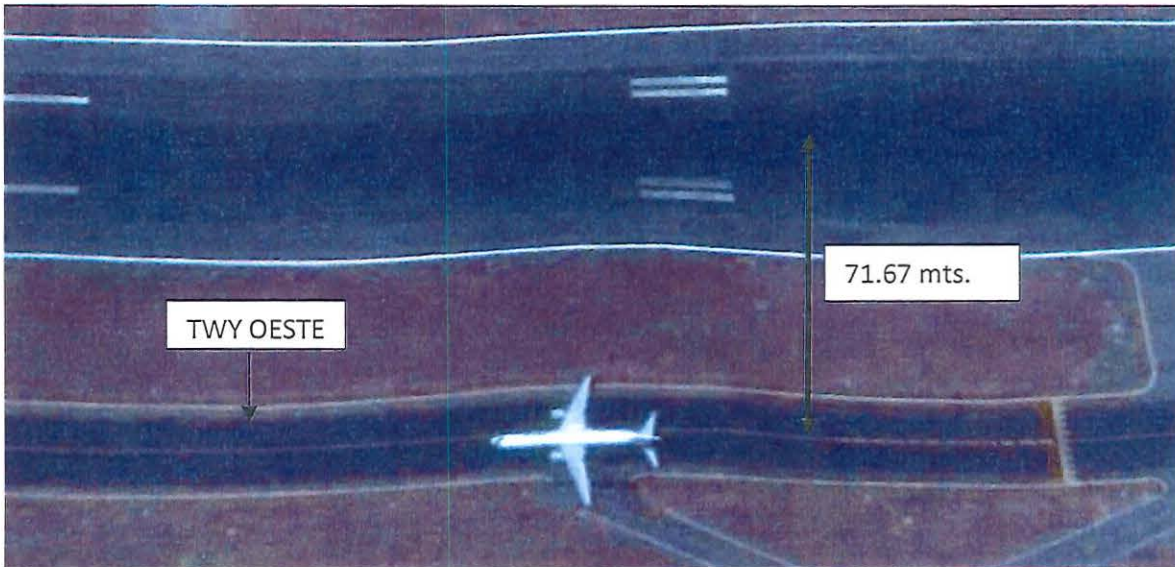


Fig. 2.2 Esquema de distancias

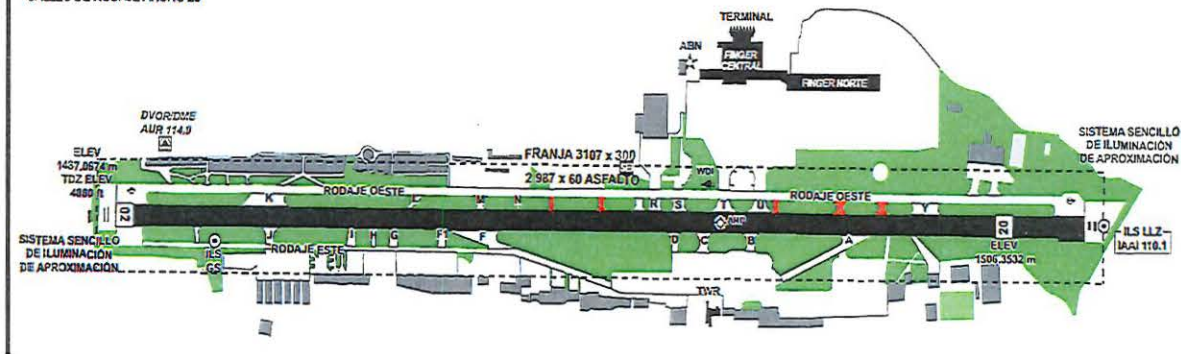


RWY	DIRECCIÓN	THR	RESISTENCIA
02	17.39°	143413.42967N 0903153.80541W	PCN 06/F/B/W/T
20	197.39°	143340.12779N 0903124.00033W	Ambas pistas y calles de rodaje
		DTMR 143339.31609N 0903126.15028W	

ELEVACIONES Y DIMENSIONES EN METROS  
LAS MARCACIONES SON MAGNÉTICAS



CALLES DE RODAJE ANCHO 23



### 3.2. ESCENARIO

Los procedimientos alternativos de operación que se pretenden desarrollar permitirán cumplir con la normativa de seguridad operacional, y lo más importante aún, es dar la seguridad a pasajeros, tripulación y cualquier usuario de las instalaciones aeroportuarias. En ese sentido el objetivo principal consiste en reducir el riesgo de daños a una aeronave que efectuó operaciones de movimiento en la calle de rodaje oeste y pista de aterrizaje.

Es importante manifestar que en el terreno donde se encuentra asentado el Aeropuerto Internacional La Aurora no tiene áreas colindantes que le permitan expandirse en sus extremos de ancho de pista y calle de rodaje, dado que se encuentra limitado en sentido oeste por hangares y Edificio de la Terminal Aérea, y este por Hangares y Avenida Hincapié, por lo que la implementación de las medidas alternativas de operación, deberán de efectuarse dentro de la infraestructura actualmente existente.

Actualmente el Aeropuerto Internacional La Aurora, posee las siguientes ayudas a la navegación aérea:

1. VOR/DME
2. ILS CAT I

Dentro de las ayudas visuales se encuentran:

1. Sistemas PAPI
2. Luces de aproximación adaptadas
3. Luces de borde de pista
4. Luces de final de pista
5. RVR

Posee servicios de tránsito aéreo para las siguientes divisiones:

1. Control Terrestre
2. Centro Control
3. Control RADAR
4. Aurora Torre

#### 4. DEFINICIÓN DETALLADA DEL OBJETIVO DEL ESTUDIO

Con la finalidad de atender las operaciones de Aeronaves categorías C y D en el Aeropuerto Internacional La Aurora que realizan aproximaciones y aterrizajes de precisión por la pista 02 CAT 1 y aproximaciones y aterrizajes visuales por la pista 20, se debe establecer las medidas de implementación de procedimientos alternativos de operación, que habrán de efectuarse, para subsanar el incumplimiento de la norma.

##### 4.1. HIPÓTESIS DE PARTIDA

Del análisis de riesgo efectuado, resulta como hipótesis de partida que los aeródromos de la región han sido adaptados para ser utilizados como aeropuertos, esto debido a que en sus inicios eran utilizados como pistas de aterrizaje agregando a esto que han sido construidos contiguos o dentro del casco metropolitano, debido a esto no es posible acondicionar las características físicas de este para poder cumplir con los requisitos de diseño antes explicados.

#### 5. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS ASOCIADOS:

La metodología para la identificación de peligros y gestión de riesgos utilizada es la recomendada en el documento 9859 "Manual de gestión de la seguridad operacional" de la Organización de Aviación Civil Internacional, las cuales se detallan a continuación:

<i>Probabilidad</i>	<i>Significado</i>	<i>Valor</i>
Frecuente	Es probable que suceda muchas veces (ha ocurrido frecuentemente)	5
Ocasional	Es probable que suceda algunas veces (ha ocurrido con poca frecuencia)	4
Remoto	Es poco probable que ocurra, pero no imposible (rara vez ha ocurrido)	3
Improbable	Es muy poco probable que ocurra (no se sabe si ha ocurrido)	2
Sumamente improbable	Es casi inconcebible que ocurra el evento	1

Figura 2-11. Tabla de probabilidad del riesgo de seguridad operacional



<i>Gravedad</i>	<i>Significado</i>	<i>Valor</i>
Catastrófico	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Equipo destruido</li> <li>— Varias muertes</li> </ul>	A
Peligroso	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Una gran reducción de los márgenes de seguridad operacional, estrés físico o una carga de trabajo tal que ya no se pueda confiar en los explotadores para que realicen sus tareas con precisión o por completo</li> <li>— Lesiones graves</li> <li>— Daño importante al equipo</li> </ul>	B
Grave	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Una reducción importante de los márgenes de seguridad operacional, una reducción en la capacidad de los explotadores para tolerar condiciones de operación adversas como resultado de un aumento en la carga de trabajo o como resultado de condiciones que afecten su eficiencia</li> <li>— Incidente grave</li> <li>— Lesiones para las personas</li> </ul>	C
Leve	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Molestias</li> <li>— Limitaciones operacionales</li> <li>— Uso de procedimientos de emergencia</li> <li>— Incidente leve</li> </ul>	D
Insignificante	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Pocas consecuencias</li> </ul>	E

**Figura 2-12. Tabla de gravedad del riesgo de seguridad operacional**

Probabilidad del riesgo	Gravedad del riesgo				
	Catastrófico A	Peligroso B	Importante C	Leve D	Insignificante E
Frecuente 5	<b>5A</b>	<b>5B</b>	<b>5C</b>	5D	5E
Ocasional 4	<b>4A</b>	<b>4B</b>	4C	4D	4E
Remoto 3	<b>3A</b>	3B	3C	3D	<b>3E</b>
Improbable 2	2A	2B	2C	<b>2D</b>	<b>2E</b>
Sumamente improbable 1	1A	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>1D</b>	<b>1E</b>

Figura 2-13. Matriz de evaluación del riesgo de seguridad operacional

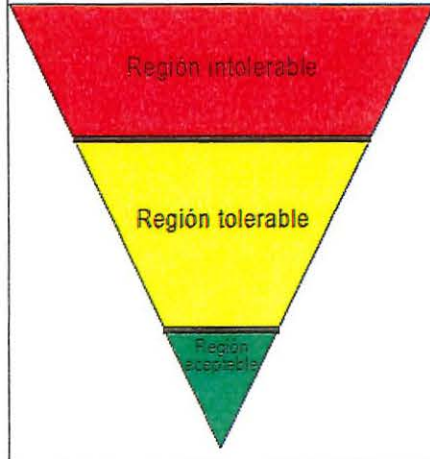
Descripción de la tolerabilidad	Índice de riesgo evaluado	Criterios sugeridos
 <p>Región intolerable</p>	<b>5A, 5B, 5C, 4A, 4B, 3A</b>	Inaceptable según las circunstancias existentes
Región tolerable	5D, 5E, 4C, 4D, 4E, 3B, 3C, 3D, 2A, 2B, 2C, 1A	Aceptable según la mitigación de riesgos. Puede necesitar una decisión de gestión.
Región susceptible	<b>3E, 2D, 2E, 1B, 1C, 1D, 1E</b>	Aceptable

Figura 2-14. Matriz de tolerabilidad del riesgo de seguridad operacional

5.1. PELIGROS Y CONSECUENCIAS

Dentro de los peligros y sus consecuencias identificadas, se encuentran los siguientes:

1. Característica física del aeródromo deficiente, impidiendo el emplazamiento de una franja de pista en cumplimiento con requisitos de Anexo 14.

Las consecuencias identificadas son:

1. Posible colisión de aeronave y objetos en franja por excursión de calle de rodaje.
2. Colisión con objetos de franjas de pista por excursión de pista.

## 5.2. DEFENSAS ACTUALES

Las defensas con las que actualmente cuenta el sistema del AILA son las siguientes:

1. Procedimiento de verificación de agua en pista
2. Procedimiento de medición del coeficiente de fricción de la pista
3. Procedimiento para operaciones simultaneas, restringiendo operaciones de aeronaves C, D o E en calle de rodaje cuando una aeronave C, D o E se encuentra en procedimientos de aterrizaje o despegue.
4. Procedimiento de baja visibilidad
5. Socialización de LVP a operadores terrestres y aéreos en reuniones de RST.
6. Capacitación al personal de mantenimiento en procedimientos de medición de rozamiento.
7. Capacitación al personal de OPS en ejecución de LVP
8. Medidor de coeficiente de fricción
9. Ayudas visuales eléctricas
10. ILS y luces PAPI.


## 6. APLICACIÓN MEDIDAS MITIGATORIAS

Con las defensas existentes el índice de riesgo actual es de 3A lo cual es inaceptable según las circunstancias existentes, por lo tanto resultan las siguientes medidas para mitigar el riesgo:

1. Mejora al procedimiento de verificación de agua en pista en donde se calcule si el 25% o más de la pista exista presencia de agua.
2. Publicación del procedimiento de operaciones simultaneas en la AIP.
3. Socialización con operadores y controladores de los procedimientos
4. Repavimentación de la pista para mejorar condiciones resbaladizas de la misma.
5. Medición de coeficiente de fricción de pista después de repavimentación para mantener condiciones aceptables de la pista.
6. Adquisición de nuevo equipo ILS con mejor tecnología para eliminación de oscilaciones.
7. Adquisición o arrendamiento de nuevo equipo medidor de coeficiente de fricción.

La implementación de estas medidas mitigatorias resultan en un índice de riesgo 2A lo cual lo hace aceptable según la mitigación del riesgo.

### 7. ANÁLISIS DE RIESGO

Tipo de operación o actividad	Peligro(s) genérico(s)	Componentes específicos del peligro	Consecuencias relacionadas con el peligro	Defensas actuales para controlar el riesgo de seguridad e índice del riesgo de seguridad	Acciones posteriores para reducir el riesgo de seguridad e índice del riesgo de seguridad resultante	Persona Responsable
<p>uso de la pista 02 o 20 para el aterrizaje de aeronaves categoría C, D o E en condiciones meteorológicas mayores a 5 km de visibilidad horizontal y 1,500 pies de techo</p>	<p>Desviación a la norma, distancias mínimas de separación de las calles de rodaje</p>	<p>Excursión en aterrizaje o despegue hacia el este u oeste de la pista 02 Operaciones en condiciones meteorológicas adversas Aeronaves en calle de rodaje, durante aterrizaje de otra aeronave. Operación de aeronaves tipo C, D o E. Condiciones de superficie de la pista desfavorables.</p>	<p>Colisión de aeronaves  Colisión con infraestructura aeroportuaria.</p>	<p>Reglamentación: 1. Procedimiento de verificación de agua en pista. 2. Procedimiento de medición del coeficiente de fricción de la pista. 3. Procedimiento para operaciones simultaneas, restringiendo operaciones de aeronaves C, D o E en calle de rodaje cuando una aeronave C, D o E se encuentra en procedimientos de aterrizaje o despegue. 4. Procedimiento de baja visibilidad (LVP) Capacitación: 1. Socialización de LVP a operadores terrestres y aéreos en reuniones de RST. 2. Capacitación al personal de mantenimiento en procedimientos de medición de rozamiento. 3. Capacitación al personal de OPS en ejecución de LVP. Equipo: 1. Medidor de coeficiente de fricción. 2. Ayudas visuales eléctricas 3. ILS y luces PAPI Índice de la tolerabilidad/probabilidad del riesgo: <b>3A</b></p>	<p>Reglamentación. 1. Mejora al procedimiento de verificación de agua en pista en donde se calcule si el 25% o más de la pista exista presencia de agua. 2. Publicación del procedimiento de operaciones simultaneas en la AIP. Capacitación 1. Socialización con operadores y controladores de los procedimientos. Equipo: 1. Repavimentación de la pista para mejorar condiciones resbaladizas de la misma. 2. Medición de coeficiente de fricción de pista después de repavimentación para mantener condiciones aceptables de la pista. 3. Adquisición de nuevo equipo ILS con mejor tecnología para eliminación de oscilaciones 4. Adquisición o arrendamiento de nuevo equipo medidor de coeficiente de fricción. Índice de la tolerabilidad/probabilidad del riesgo: <b>2A</b></p>	<p>1. OPS AILA 2. OPS AILA Capacitación: 1. OPS AILA / RST Equipo: 1. INFRA 2. INFRA</p>
<p>LABORADO POR: <i>Windell Thompson</i></p>				<p>FIRMA: </p>		

### 8. CONCLUSIONES

1. Las aproximaciones por la pista 02 son de precisión tipo CAT I, y son las de más frecuencia en el Aeropuerto Internacional La Aurora (MGGT) (78%), las condiciones de probabilidad de que una aeronave tenga una excursión de pista a sus laterales debido a condiciones resbaladizas en la pista, pueden reducirse mejorando el sistema de medición de rozamiento,

eliminación de caucho y de drenajes de pista para mantener una condición de la superficie de la pista aceptable, como también la notificación oportuna al controlador sobre las condiciones de agua en pista.

2. Las operaciones simultáneas de aterrizaje o despegue de una aeronave C, D o E con aeronaves C, D o E en calle de rodaje es altamente riesgoso, por lo tanto una restricción a este tipo de operaciones reduciría enormemente la probabilidad de que una colisión entre aeronaves por excursión de pista suceda.
3. Por lo tanto, tomando en cuenta la implementación de las defensas analizadas, se puede demostrar un nivel equivalente de seguridad operacional, al proporcionado por una franja de pista requerida en el Anexo 14 Vol. I "Aeródromos", ya que el índice de riesgo residual se mantiene en una región aceptable, reduciendo la probabilidad de la ocurrencia de la consecuencia identificada.

## 9. LINEAMIENTOS

### 9.1. Para uso de la pista 02/20 para el aterrizaje de aeronaves categoría C y D.

- Prohibición de rodaje, remolque, encendido de motores o cualquier otra operación que implique permanecer en la calle de rodaje del oeste a las aeronaves de categoría C y D mientras otra aeronave de la categoría C y D estén por aterrizar o despegar, únicamente se permitirán dos (2) aeronaves en cualquier extremo de la pista en uso de estas categorías, de intersección KILO hacia el sur punto de espera pista 02 y de intersección YANKEE hacia el norte punto de espera pista 20.
- Publicar procedimiento en la AIP.
- Efectuar vigilancia de procedimiento por parte de OPS y SMS del AILA para verificar que se cumpla con lo establecido.

### 9.2. Para uso de la pista 02/20 para el aterrizaje de aeronaves categoría E.

- Aeronaves categoría superior a D, no podrán utilizar calle de rodaje oeste, únicamente utilizarán la pista en uso para rodaje a umbral designado y no se permite ningún movimiento de aeronaves o vehículos en calles de rodaje, en el tiempo en el que dure la operación de aterrizaje o despegue de dicha aeronave.
- Publicar procedimiento en la AIP.
- Efectuar vigilancia de procedimiento por parte de OPS y SMS del AILA para verificar que se cumpla con lo establecido.

## 10. VIGENCIA

*A partir  
11 de Septiembre 2017*

Firman.



Héctor A. Recinos Vidal  
Gerencia Aeroportuaria



Windell A. Thompson  
Unidad de Gestión de la Seguridad Operacional

Fecha 11 Septiembre 2017