



## ASAMBLEA — 38º PERÍODO DE SESIONES

## COMISIÓN TÉCNICA

## Cuestión 38: Otros asuntos que habrá de considerar la Comisión Técnica

## OPERACIONES SIMULTÁNEAS EN PISTAS CASI PARALELAS: NECESIDAD DE DIRECTRICES

(Nota presentada por la India)

## RESUMEN

En esta nota se expone la experiencia de la India con operaciones exitosas en pistas casi paralelas con el objetivo de aumentar la capacidad. En la nota se analiza el modelo matemático preliminar desarrollado por la India, el cual puede servir de base de una labor más rigurosa sobre el tema que podría llevar a cabo el grupo técnico para facilitar la aplicación uniforme de directrices sobre operaciones simultáneas en pistas casi paralelas.

**Decisión de la Asamblea:** Se invita a la Asamblea a que:

- tome nota del modelo matemático preliminar adoptado en el aeropuerto IGI, Delhi;
- tome nota de las operaciones que se llevan a cabo en forma segura y con éxito en pistas casi paralelas y que contribuyen a aumentar la capacidad; y
- pida al Consejo que considere la elaboración de directrices adecuadas acerca de operaciones simultáneas en pistas casi paralelas para el Doc 9643, *Manual sobre operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas (SOIR)*, después de un estudio detallado de las variables que implica el proceso mediante el uso de modelos matemáticos y simulaciones.

<i>Objetivos estratégicos:</i>	Esta nota de estudio se relaciona con los Objetivos estratégicos de Seguridad operacional y Protección del medio ambiente y Desarrollo sostenible del transporte aéreo.
<i>Repercusiones financieras:</i>	No se aplica
<i>Referencias:</i>	Anexo 14 — <i>Aeródromos</i>

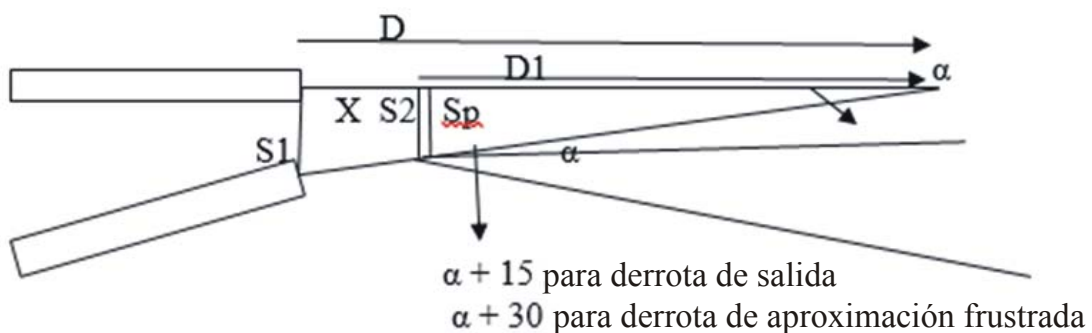
## 1. INTRODUCCIÓN

1.1 El Aeropuerto IGI, Nueva Delhi, ha experimentado un crecimiento del tránsito aéreo de cerca del 300% en los últimos diez años. Para manejar este tránsito creciente de manera segura y eficiente fue necesario aumentar la capacidad del aeropuerto recurriendo a la utilización de las tres pistas casi paralelas en operaciones simultáneas. Antes de que la recientemente construida pista 29 estuviera en condiciones operacionales, las pistas 28 y 27 convergentes y cercanas entre sí se utilizaban en operaciones dependientes segregadas incrementándose la capacidad a 44 movimientos por hora de 35 movimientos por hora usando una sola pista. Cuando la pista 29 estuvo operacional, Las pistas paralelas 28 y 29 se utilizaron en modo mixto y la capacidad aumentó a 65 movimientos por hora. La necesidad de usar pistas casi paralelas surgió en 2009 cuando se previó rehabilitar la pista 28/10 que no estaría disponible para las operaciones por un período prologado, por lo que la reducción de capacidad creó gran preocupación. Ante esta situación, fue necesario realizar operaciones en modo mixto en las pistas 29 y 27 casi paralelas. No obstante, para dar cabida a la demanda creciente del tránsito, se conceptualizaron operaciones simultáneas en las tres pistas. El desafío consistió en llevar a cabo salidas y llegadas en las tres pistas, que incluían las pistas 27 y 28 cercanas entre sí y convergentes, y también el par convergente de las pistas 27 y 29.

1.2 Aunque en el *Manual sobre operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas (SOIR)* (Doc 9643) se proporcionan directrices detalladas sobre las operaciones simultáneas en pistas paralelas, como se indica en la sección 5.1.2 del documento, no se han elaborado procedimientos específicos para las operaciones simultáneas en pistas casi paralelas. Cada situación se considera según el caso y depende de un conjunto de condiciones variables.

1.3 **Modelo matemático:** considerando lo anterior y la necesidad de utilizar las tres pistas de manera eficiente, la Autoridad de aeropuertos de la India ha elaborado un modelo matemático preliminar que se explica a continuación:

**Pistas casi paralelas – Pistas que no se cortan pero cuyas prolongaciones de eje forman un ángulo de convergencia o de divergencia de  $15^\circ$  o menos.**



Sea,  $\alpha$  = ángulo de convergencia entre pistas.

$S_1$  = separación mínima entre pistas en el extremo convergente.

$X$  = distancia mínima desde el extremo de pista antes de cual la aeronave que sale no puede virar, de modo que en este punto, las dos aeronaves llegan a la distancia más cercana  $S_2$ .

$S_2$  = separación mínima entre las prolongaciones de ejes de pista en el extremo convergente en el cual las aeronaves pueden iniciar el viraje. De modo que es la distancia más cercana entre las aeronaves y **por ende es crítica para la seguridad operacional.**

$S_p$  = distancia mínima entre las derrotas de dos aeronaves, cuando las derrotas se vuelven paralelas.

$S_p$  debería ser igual o mayor que la separación mínima entre las pistas paralelas especificadas para una operación simultánea en particular según SOIR.

Dado que el tiempo que transcurre para virar en  $\alpha$  (máx.  $15^\circ$ ) será mucho más breve,  $S_p$  será apenas mayor que  $S_2$ .

**Por lo tanto, si  $S_2$  satisface el requisito de separación mínima entre dos pistas paralelas para una operación simultánea en particular según el Anexo 14, entonces dicha operación puede ser posible.**

$D$  = distancia desde el punto de convergencia hasta el DER (extremo de salida de la pista).

$D_1$  = distancia desde el punto de convergencia hasta punto en el que puede iniciarse el viraje.

$$\tan \alpha = S_1/D = S_2/D_1$$

Conforme a SOIR (Doc 9643), las derrotas de salida deberían divergir en  $15^\circ$  inmediatamente después del despegue. Por lo tanto, en el caso de pistas casi paralelas, las aeronaves que salen deberían divergir en  $\alpha+15^\circ$  inmediatamente después del despegue. De manera similar, en el caso en pistas casi paralelas, las aeronaves que efectúan aproximación frustrada deberían divergir en  $\alpha+30^\circ$  en lugar de  $30^\circ$ .

Idealmente, estas divergencias deberían compartirse entre ambas aeronaves en la medida de lo posible, de modo que la divergencia de las derrotas que se requiere pueda lograrse lo antes posible.

$X = D - D_1$  = Distancia que se requiere para que las aeronaves alcancen la altura mínima para cualquier viraje.

#### **Salida –**

Como no puede esperarse que las aeronaves que salen efectúen un viraje antes de alcanzar una altura de 400 ft sobre el DER, resulta que la distancia mínima requerida en la salida para un viraje con pendiente ascensional media de 7% es  $X = 400/0,07/6076 \text{ NM} = 0,94 \text{ NM} = 1 \text{ nm}$  (aprox.).

Esta distancia  $X$  puede ser **superior al mínimo** debido al margen de franqueamiento de obstáculos, espacio aéreo de usuario especial o requisitos relacionados con el medio ambiente y, en consecuencia, el valor de  $S_2$  cambiará.

#### **Aproximación frustrada –**

Las aeronaves que realizan una aproximación frustrada pueden efectuar un viraje después del comienzo del ascenso (SOC), es decir, cerca del umbral. Este punto de viraje puede variar dependiendo de obstáculos, espacio aéreo de usuario especial, requisitos relacionados con el medio

ambiente u operaciones en pistas múltiples, por ejemplo, se puede requerir que una aeronave que efectúa aproximación frustrada lleve a cabo un viraje únicamente después del extremo de la pista.

1.4 Las características de las tres pistas 27, 28 y 29 y las dependencias se presentan a continuación.

1.4.1 Las características de convergencia de las pistas casi paralelas 27 y 29 son las siguientes:

- a) separación de 3010m y de 3550m en los dos extremos;
- b) ángulo de convergencia de 12°;
- c) las prolongaciones de sus ejes se encuentran a 7,6 NM; y
- d) los umbrales de RWY29 y RWY 27 están escalonados en 2127M (1,15NM).

1.4.2 Las características de convergencia de las pistas casi paralelas 27 y 28 son las siguientes:

- a) separación de 450m y de 1100m en los dos extremos;
- b) ángulo de convergencia de 13°; y
- c) las prolongaciones de sus ejes se encuentran a 1,08 NM.

Aplicando los criterios para las pistas 27 y 29 en Delhi,

$$S_1 = 3010 \text{ M}, \alpha = 12^\circ$$

$$D = 3010 / \tan 12 = 14160 \text{ M}$$

$$D_1 = 14160 - 1852 = 12308 \text{ M}$$

$$S_2 = D_1 * \tan \alpha = 12308 * \tan 12 = 2616 \text{ M} > 1525 \text{ M}$$

1.5 Con el modelo matemático simple anterior y después de los ensayos de simulación, se ha establecido que es factible llevar a cabo operaciones simultáneas en pistas casi paralelas en el aeropuerto de Delhi, con sujeción a otras condiciones mencionadas en SOIR. Sin embargo, considerando las distintas variables que forman parte del proceso, se necesitaría procesamiento matemático más riguroso.

1.6 No obstante, teniendo en cuenta la necesidad de aumentar la capacidad y la seguridad operacional, en el Aeropuerto IGI se han implantado los modos de operación siguientes, utilizando de manera eficaz las tres pistas para circulación en dirección oeste.

- a) RWY 27: únicamente llegadas;
- b) RWY 28: únicamente salidas; y
- c) RWY 29: tanto llegadas como salidas.

Las SID, las derrotas de aproximación frustrada y los procedimientos ATC se modificaron en consecuencia.

1.7 En las pistas 27 y 29 se permiten aproximaciones dependientes. Se mantiene una separación diagonal de 3 NM entre las aeronaves establecida en los localizadores de la pista 27 y la pista 29, en lugar de las 2 NM que se requieren para las aproximaciones dependientes en pistas paralelas.

1.8 Desde las pistas 27 y 29 se efectúan salidas simultáneas independientes. Las SID se han modificado adecuadamente para este fin.

1.9 Las operaciones segregadas en las pistas cercanas entre sí 27 y 28 están permitidas a condición de que la salida desde la pista 28 tenga lugar antes de que la llegada en la pista 27 alcance 3NM, de modo que en caso de procedimiento de “motor y al aire”, se garantice la separación radar de 3NM entre la aeronave que sale y la aeronave que está efectuando una aproximación frustrada.

1.10 Con operaciones simultáneas en pistas casi paralelas según lo descrito más arriba, se han efectuado 76 movimientos por hora y es posible lograr una capacidad de 85 movimientos por hora.

1.11 Sin embargo, para llevar a cabo con confianza estas operaciones simultáneas en pistas casi paralelas, es preciso desarrollar simulaciones y modelos matemáticos para este tipo de operaciones en pistas **casi paralelas** con configuraciones de pistas adecuadas a fin de garantizar el logro del nivel deseado de seguridad operacional y las condiciones en las cuales estas operaciones son posibles.

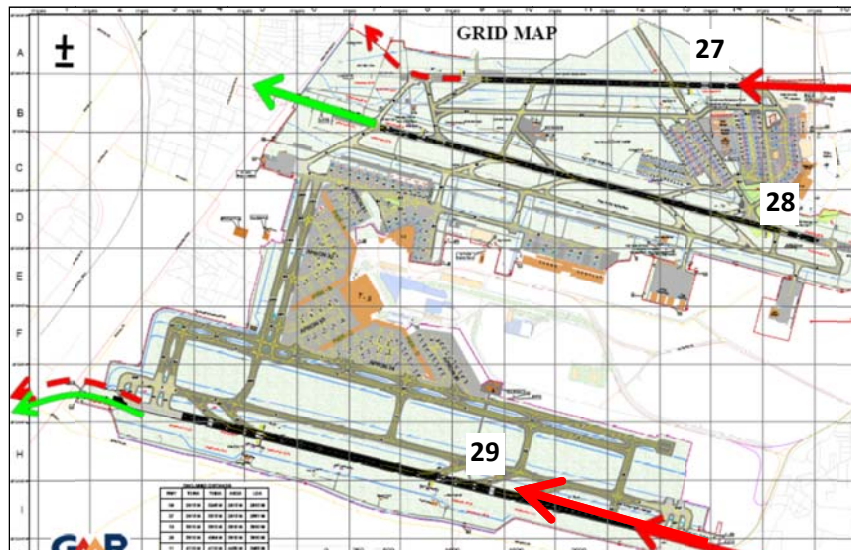


Figura-1