Doc 9643
AN/941

Manual sobre operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas (SOIR)

Aprobado por el Secretario General
y publicado bajo su responsabilidad

Primera edición — 2004

Organización de Aviación Civil Internacional

Doc 9643
AN/941

Manual sobre operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas (SOIR)

Aprobado por el Secretario General
y publicado bajo su responsabilidad

Primera edición — 2004

Organización de Aviación Civil Internacional

PREÁMBULO

A solicitud de la Comisión de Aeronavegación (ANC), la Secretaría de la OACI ha preparado un informe sobre operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas, en el que se incluyen propuestas relativas a las distancias mínimas entre las pistas de vuelo por instrumentos. En 1980, la ANC, reconociendo la dificultad de determinar distancias aceptables entre pistas de vuelo por instrumentos paralelas, examinó el informe y convino en la necesidad de que la OACI estudiara más a fondo el asunto. Se invitó a los Estados y a determinadas organizaciones internacionales a que proporcionaran información sobre las prácticas vigentes y otras cuestiones relativas a las distancias mínimas entre pistas paralelas para uso simultáneo de conformidad con las reglas de vuelo por instrumentos (IFR).

Cuatro Estados indicaron que tenían experiencia en las operaciones simultáneas en pistas paralelas de vuelo por instrumentos y que habían realizado estudios al respecto. La necesidad de utilización simultánea de tales pistas era considerable y se marcaba el apoyo a la OACI en cuanto a elaborar especificaciones y emprender la labor en este tema.

La Comisión, atendiendo a las opiniones expresadas por determinados Estados y organizaciones internacionales sobre distancias mínimas entre pistas de vuelo por instrumentos utilizadas en operaciones simultáneas, observó la naturaleza compleja del tema y el hecho de que se cubrían muchas disciplinas en el campo de la navegación aérea. También convino en que eran necesarios textos de orientación por razón de la complejidad del tema. En enero de 1981 la Comisión decidió seguir adelante con el estudio y autorizó el establecimiento de un grupo de estudio de navegación aérea, denominado Grupo de estudio sobre operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas (SOIR) con el mandato de prestar asistencia a la Secretaría en su labor.

Más tarde, a solicitud de la ANC, la Secretaría de la OACI, con la asistencia del grupo de estudio, preparó este manual sobre operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas.

La información que figura en este manual se hace eco de la experiencia acumulada en varios Estados y tiene como finalidad facilitar la aplicación de las disposiciones afines del Anexo 14 — *Aeródromos*, Volumen I — *Diseño y operaciones de aeródromos*, Capítulos 1 y 3; *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo* (PANS-ATM, Doc 4444), Capítulo 6; y *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves* (PANS-OPS, Doc 8168), Volumen I, Parte I, Capítulo 1, y Volumen II, Parte II, Capítulo 6.

Después de ser actualizadas las disposiciones de la OACI relativas a operaciones SOIR, con fecha de aplicación del 9 de noviembre de 1995, el Grupo de estudio SOIR continuó prestando asistencia en cuanto a evaluar el uso de nuevas tecnologías, tales como el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS), con miras a prestar apoyo a las operaciones IFR simultáneas en pistas paralelas poco distantes entre sí, a fin de actualizar, en la medida necesaria, las disposiciones y los textos de orientación pertinentes.

El objetivo del presente manual es el de constituir un documento vivo. Se publicarán enmiendas periódicas o nuevas ediciones en base a la experiencia adquirida y a los comentarios y sugerencias recibidos de los usuarios del presente manual. Se invita, por consiguiente, a los lectores a que dirijan sus comentarios, opiniones y sugerencias a la siguiente dirección:

Secretario General
Organización de Aviación Civil Internacional
999 University Street
Montreal, Quebec H3C 5H7
Canadá

ÍNDICE

Página

Glosario de términos, expresiones y abreviaturas/acrónimos . . . . . (vii)

Capítulo 1. Conceptos y aspectos operacionales 1-1

1.1 Generalidades 1-1
1.2 Modos de operación 1-1
1.3 Factores que influyen en las operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas 1-2

Capítulo 2. Aproximaciones simultáneas a pistas paralelas (Modos 1 y 2) 2-1

2.1 Generalidades 2-1
2.2 Aproximaciones por instrumentos paralelas independientes (Modo 1) 2-1
2.2.1 Requisitos y procedimientos 2-1
2.2.2 Zona inviolable (NTZ) 2-3
2.2.3 Zona normal de operaciones (NOZ) . . . 2-4
2.2.4 Combinación de las zonas normales de operaciones y de las zonas inviolables 2-4
2.2.5 Requisitos de separación en el caso de aproximaciones de vuelo por instrumentos paralelas independientes 2-6
2.2.6 Cuestiones relacionadas con la seguridad operacional que afectan a las aproximaciones independientes a pistas de vuelo por instrumentos paralelas poco distantes entre sí 2-7
2.3 Aproximaciones de vuelo por instrumentos paralelas dependientes (Modo 2) 2-9
2.3.1 Generalidades 2-9
2.3.2 Requisitos y procedimientos 2-9
2.3.3 Cuestiones relacionadas con la seguridad operacional que afectan a las aproximaciones dependientes a pistas de vuelo por instrumentos paralelas poco distantes entre sí 2-9
2.4 Diferencias entre aproximaciones paralelas independientes y dependientes 2-10

Capítulo 3. Salidas de vuelo por instrumentos independientes desde pistas paralelas (Modo 3) 3-1

3.1 Generalidades 3-1
3.2 Requisitos y procedimientos 3-1
3.3 Separación entre pistas 3-1

Capítulo 4. Operaciones segregadas en pistas paralelas (Modo 4) 4-1

4.1 Generalidades 4-1
4.2 Requisitos y procedimientos 4-1
4.3 Separaciones entre pistas 4-1

Capítulo 5. Pistas casi paralelas 5-1

5.1 Generalidades 5-1
5.2 Equipo de tierra 5-2

Capítulo 6. Instrucción del personal ATS 6-1

6.1 Generalidades 6-1
6.2 Instrucción para controladores de aproximación 6-1
6.3 Instrucción para controladores de aeródromo 6-1

Capítulo 7. Implantación 7-1

7.1 Ensayos 7-1
7.2 Implantación 7-1

Apéndice A — Dispositivos monitores de pistas de precisión y cuestiones de seguridad operacional relacionadas con aproximaciones paralelas independientes a pistas de vuelo por instrumentos paralelas poco distantes entre sí . . . . . AP A-1

Apéndice B — Ejemplo de separación entre pistas y procedimientos ATC aplicados en Francia . . . . . AP B-1

GLOSARIO DE TÉRMINOS, EXPRESIONES Y ABREVIATURAS/ACRÓNIMOS

Los términos y expresiones que están definidos en las Normas y métodos recomendados (SARPS) y en los Procedimientos para los servicios de navegación aérea (PANS) se utilizan de conformidad con los significados y usos indicados en los mismos. Sin embargo, en el presente manual hay varios otros términos y expresiones para describir instalaciones, servicios, procedimientos, etc., relacionados con las operaciones de los aeródromos y con los servicios de tránsito aéreo que todavía no han sido incluidos en los Anexos ni en documentos PANS. Se indican a continuación esos términos, expresiones y abreviaturas, incluidas las definiciones que figuran en el Anexo 14, los PANS-ATM, y los PANS-OPS.

TÉRMINOS Y EXPRESIONES

Sistema anticolisión de a bordo (ACAS). Sistema de aeronave basado en señales de transpondedor del radar secundario de vigilancia (SSR) que funciona independientemente del equipo instalado en tierra para proporcionar aviso al piloto sobre posibles conflictos entre aeronaves dotadas de transpondedores SSR.

Zona de corrección. Parte adicional del espacio aéreo que se proporciona para fines de resolución de conflictos.

Tiempo total de reacción. El tiempo total necesario para que el controlador de tránsito aéreo reaccione, coordine y comunique una orden apropiada al piloto, para que el piloto la entienda y actúe y para que la aeronave empiece a acusar la respuesta.

Aproximaciones paralelas dependientes. Aproximaciones simultáneas a pistas de vuelo por instrumentos, paralelas o casi paralelas, cuando se prescriben mínimos de separación radar entre aeronaves situadas en las prolongaciones de ejes de pista adyacentes.

Alerta de desviación. Alarma sonora y visual indicando situaciones en las que una aeronave se desvía hacia la zona inviolable (NTZ) establecida entre aproximaciones a pistas paralelas.

Aproximaciones paralelas independientes. Aproximaciones simultáneas a pistas de vuelo por instrumentos, paralelas o casi paralelas, cuando no se prescriben mínimos de separación radar entre aeronaves situadas en las prolongaciones de ejes de pista adyacentes.

Salidas paralelas independientes. Salidas simultáneas desde pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas.

Distancia de evasión. La distancia mínima lateral lograda cuando las derrotas de ambas aeronaves son paralelas después de que la aeronave amenazada haya ejecutado la maniobra de evasión en el análisis de desviación.

Operaciones paralelas mixtas. Mezcla de aproximaciones simultáneas y de salidas simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas.

Pistas casi paralelas. Pistas que no se cortan pero cuyas prolongaciones de eje forman un ángulo de convergencia o de divergencia de 15° o menos.

Zona normal de operaciones (NOZ). Parte del espacio aéreo de dimensiones definidas que se extiende a uno u otro lado del eje de rumbo del localizador ILS o de la derrota de aproximación final MLS. En las aproximaciones paralelas independientes solamente se tiene en cuenta la mitad interior de la zona normal de operaciones.

Zona inviolable (NTZ). En el contexto de las aproximaciones paralelas independientes, un corredor del especio aéreo de dimensiones definidas centrado entre las prolongaciones de los ejes de las dos pistas en el que una penetración por parte de una aeronave requiere la intervención del controlador para dirigir las maniobras de cualquier aeronave amenazada en la aproximación adyacente.

Monitor de precisión en las pistas (PRM). Sistema del radar secundario de vigilancia para control de aeronaves que

realizan aproximaciones por instrumentos independientes simultáneas hacia pistas paralelas distantes entre sí menos de 1 525 m (5 000 ft) pero no menos de 1 035 m (3 400 ft). El equipo debería tener una precisión mínima en azimut de 0,06° (un sigma), un período de actualización de 2,5 segundos o menos, y una presentación de alta resolución con predicción de la posición y alerta en caso de desviación.

Operaciones paralelas segregadas. Operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos, paralelas o casi paralelas, cuando una de las pistas se utiliza exclusivamente para aproximaciones y la otra exclusivamente para salidas.

Operaciones paralelas semimixtas. Operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas cuando una de las pistas se utiliza exclusivamente para salidas y la otra se utiliza para aproximaciones y salidas, o cuando una pista se usa exclusivamente para aproximaciones y la otra para aproximaciones y salidas.

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ATC	control de tránsito aéreo
ATIS	servicio automático de información de terminal
ATS	servicio de tránsito aéreo
GNSS	sistema mundial de navegación por satélite
IFR	reglas de vuelo por instrumentos
ILS	sistema de aterrizaje por instrumentos
MLS	sistema de aterrizaje por microondas
mrad	milirradián (es)
NOZ	zona normal de operaciones
NTZ	zona inviolable
PGDP	probabilidad de obtener un punto bueno de datos
PRM	monitor de precisión en las pistas
s	segundo(s)
SOIR	operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas
SSR	radar secundario de vigilancia
VMC	condiciones meteorológicas de vuelo visual.

Capítulo 1

CONCEPTOS Y ASPECTOS OPERACIONALES

1.1 GENERALIDADES

1.1.1 El uso de pistas paralelas o casi paralelas para elevar al máximo la capacidad de los aeródromos es ya un concepto antiguo. En el Anexo 14, Volumen I, Capítulo 3, 3.1.10, se recomienda que allí donde haya pistas paralelas para uso simultáneo, solamente en condiciones meteorológicas de vuelo visual (VMC), la distancia mínima entre sus ejes debería ser de 210 m (690 ft) cuando las pistas estén destinadas a ser utilizadas por aviones de tamaño medio o pesado. De conformidad con las reglas de vuelo por instrumentos (IFR), no obstante, la seguridad de las operaciones en pistas paralelas está afectada por varios factores, tales como la precisión del sistema monitor del radar de vigilancia, la capacidad de los controladores en cuanto a intervenir cuando una aeronave se desvíe del rumbo del localizador en el sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS) o de la derrota de aproximación final en el sistema de aterrizaje por microondas (MLS), la precisión con la cual puede navegar la aeronave hacia la pista y los tiempos de reacción del controlador, del piloto y de la aeronave.

1.1.2 El impulso para considerar operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas en condiciones IFR proviene de la necesidad de aumentar la capacidad en los aeródromos de mucho tránsito. Este aumento de la capacidad puede lograrse, ya sea utilizando las actuales pistas paralelas con más eficiencia, ya sea construyendo nuevas pistas. El costo de las últimas puede ser muy elevado; pero por otro lado, en un aeródromo que ya tenga pistas paralelas, cada una equipada con sistemas ILS o MLS, pudiera aumentarse su capacidad si estas pistas pudieran utilizarse con seguridad simultánea e independientemente en condiciones IFR. Sin embargo, otros factores, tales como la guía y control del movimiento en la superficie, las consideraciones ambientales, y la infraestructura de la parte pública y de la parte aeronáutica, pueden oponerse a las ventajas que se obtendrían de las operaciones simultáneas.

1.2 MODOS DE OPERACIÓN

1.2.1 *Aproximaciones paralelas simultáneas*

Son posibles dos modos básicos de operaciones:

— Modo 1, *aproximaciones paralelas independientes*: aproximaciones simultáneas a pistas de vuelo por instrumentos, paralelas o casi paralelas, cuando **no se** prescriben mínimos de separación radar entre aeronaves situadas en las prolongaciones de ejes de pista adyacentes; y

— Modo 2, *aproximaciones paralelas dependientes:* aproximaciones simultáneas a pistas de vuelo por instrumentos, paralelas o casi paralelas, cuando **se** prescriben mínimos de separación radar entre aeronaves situadas en las prolongaciones de ejes de pista adyacentes.

1.2.2 *Salidas paralelas simultáneas*

— Modo 3*, salidas paralelas independientes:* salidas simultáneas desde pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas.

Nota.— Cuando la separación entre dos pistas paralelas sea inferior al valor especificado que dicten consideraciones tales como la turbulencia de estela, las pistas se consideran como una sola pista en cuanto a la separación entre aeronaves que salen.

1.2.3 *Aproximaciones/salidas paralelas segregadas*

— Modo 4, *operaciones paralelas segregadas:* operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos, paralelas o casi paralelas, cuando una de las pistas se utiliza exclusivamente para aproximaciones y la otra exclusivamente para salidas.

1.2.3.1 En el caso de aproximaciones y salidas paralelas segregadas (Modo 4), pudiera haber operaciones semimixtas, es decir, una pista se utiliza exclusivamente para salidas

mientras que la otra pista se utiliza para una mezcla de aproximaciones y salidas; o, una pista se utiliza exclusivamente para aproximaciones mientras que la otra se utiliza para una mezcla de aproximaciones y salidas. También pudiera haber operaciones mixtas, es decir, aproximaciones paralelas simultáneas con salidas que se intercalan en ambas pistas. En todo caso, sin embargo, las operaciones semimixtas o mixtas pueden estar relacionadas con los cuatro modos básicos enumerados en 1.2.1, 1.2.2 y 1.2.3 de la forma siguiente:

	Modo
a) *Operaciones paralelas semimixtas*	
1) Una pista se utiliza exclusivamente para aproximaciones mientras que:	
— se realizan las aproximaciones a la otra pista, o	1 ó 2
— salidas en curso en la otra pista.	4
2) Una pista se utiliza exclusivamente para salidas mientras que:	
— se realizan aproximaciones a la otra pista, o	4
— salidas en curso en la otra pista.	3
b) *Operaciones paralelas mixtas* Son posibles todos los modos de operaciones.	1, 2, 3, 4

1.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS OPERACIONES SIMULTÁNEAS EN PISTAS DE VUELO POR INSTRUMENTOS PARALELAS

1.3.1 En el caso de aproximaciones paralelas simultáneas a dos pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas, cada una con un procedimiento asociado de aproximación por instrumentos, no se influye en las mínimas de aproximación de cada pista. Las mínimas de utilización aplicadas son idénticas a las correspondientes a operaciones con una sola pista.

1.3.2 Hay algunos procedimientos especiales que han sido promulgados en Estados que utilizan aproximaciones paralelas independientes. Para que las tripulaciones de vuelo sean conscientes de la importancia de realizar maniobras precisas para interceptar y seguir de cerca el rumbo del localizador ILS o la derrota de aproximación final MLS, se informa a las tripulaciones de vuelo antes del inicio de la aproximación que están en curso aproximaciones simultáneas a pistas de vuelo por instrumentos paralelas. Mediante este procedimiento se da también la alerta a las tripulaciones de vuelo acerca de la posibilidad de una maniobra de evasión inmediata (interrupción) en caso de que una aeronave se haya desviado de la prolongación del eje de pista adyacente.

1.3.3 Los estudios teóricos indican que puede lograrse la máxima capacidad de llegadas mediante aproximaciones paralelas independientes seguidas de aproximaciones paralelas dependientes. Sin embargo, estas ganancias teóricas pueden frecuentemente ser muy inferiores en la práctica debido a dificultades asociadas a su aplicación.

1.3.4 Pueden surgir otras reducciones de la capacidad teórica por falta de familiaridad de los pilotos con los procedimientos en los aeródromos en los que hay una elevada proporción de vuelos no regulares. La falta de familiaridad puede también llevar a la selección de frecuencias ILS o MLS incorrectas, además de que las dificultades idiomáticas, en particular, la falta de un conocimiento suficiente del idioma inglés, pueden dar lugar a problemas de comunicaciones entre los controladores y los pilotos.

1.3.5 Cuando hay aeronaves que salen durante operaciones mixtas o semimixtas, se crean intervalos en la circulación de aeronaves en el aterrizaje. La consecuencia es una reducción de la capacidad de llegadas a fin de dar cabida a las salidas, por lo que esto es un factor crítico al determinar la capacidad máxima de las pistas. Además, cuando se realizan salidas en la pista de aterrizaje, aumenta la probabilidad de aproximaciones frustradas con la disminución correspondiente de la capacidad.

1.3.6 Los factores que pueden influir en la capacidad máxima o en la conveniencia de realizar operaciones simultáneas a pistas paralelas no se limita a considerar lo relativo a las pistas. La configuración de las calles de rodaje y el emplazamiento de las terminales de pasajeros en relación con las pistas pueden hacer que sea necesario que el tránsito cruce pistas activas, lo cual es una situación que puede llevar no solamente a demoras, sino también a una reducción del nivel de seguridad por la posibilidad de incursiones en las pistas. El entorno total de movimientos en la superficie debe ser cuidadosamente evaluado al determinar la forma de utilizar determinadas pistas paralelas.

1.3.7 La decisión de implantar operaciones simultáneas en un emplazamiento particular depende de todos los factores precedentes, así como de otras limitaciones tales como las relacionadas con el medio ambiente.

Capítulo 2

APROXIMACIONES SIMULTÁNEAS A PISTAS PARALELAS (MODOS 1 Y 2)

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 Existen procedimientos para aproximaciones independientes y dependientes a pistas paralelas en condiciones IFR. Una ampliación de estos procedimientos a separaciones reducidas entre pistas puede facilitar una aplicación más amplia. En este capítulo se presentan los requisitos para tales reducciones de separación en aproximaciones ILS o MLS a pistas paralelas.

2.1.2 Los conceptos, procedimientos y dimensiones aplicables a las aproximaciones paralelas independientes y dependientes se basan y se aplican a los procedimientos ILS o MLS con piloto automático o por medios manuales. El uso de otra tecnología de ayudas para aproximaciones de precisión no está cubierto en este manual pues pudiera requerir cambios de la separación y de los requisitos de separación para operaciones en pistas paralelas.

2.1.3 El objetivo primario de autorizar las operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas es aumentar la capacidad de las pistas. Se logra el máximo aumento de capacidad de llegadas mediante el uso de aproximaciones independientes (Modo 1) a pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas.

2.1.4 Un problema que puede estar asociado a una separación menor entre pistas es la posibilidad de que una aeronave realice la aproximación a una pista errónea. Puede haber dos modos por los que se presente esta situación:

a) El piloto puede interpretar erróneamente la autorización de aproximación o utilizar la carta de aproximación incorrecta y alinearse con el localizador ILS o con la derrota de aproximación final MLS incorrectos. Puede evitarse esta situación si se establecen procedimientos que requieran confirmar la asignación de pista, es decir verificar de palabra la frecuencia del localizador ILS o del MLS. Con tales procedimientos disminuiría pero no se eliminaría el riesgo de que una aeronave inicie la aproximación a la pista errónea.

b) El piloto en una aproximación por instrumentos, después de llegar a condiciones visuales, capta visualmente y se alinea con la pista errónea. Esta situación implica una aproximación correcta pero con una captación visual de la pista errónea. Tal caso pudiera ocurrir con demasiada rapidez y tan cerca del umbral que el controlador no pueda detectarlo y resolverlo de forma fiable. Si se determina que esta situación constituye un problema pueden requerirse medios para mejorar la identificación visual de la pista.

2.1.5 A medida que disminuye la separación entre pistas paralelas, cada vez resulta más difícil para el controlador de las aproximaciones determinar a partir de una presentación en pantalla del radar convencional si una aeronave está correctamente alineada. Errores, tanto en la vigilancia como en la navegación, contribuyen a la incertidumbre relativa a las intenciones de la aeronave. Pueden, por consiguiente, requerirse mejoras de la actuación tanto para la vigilancia como para la navegación, para asegurarse de que es muy bajo el número de alarmas falsas.

2.1.6 Además de ayudar a resolver el problema de identificar erróneamente la pista, un mejor sistema de vigilancia puede influir en la distancia resultante de aproximación frustrada en el caso de una desviación. Cualquier infracción de la separación requerida sería detectada más pronto con lo que el controlador tendría más tiempo para intervenir.

2.2 APROXIMACIONES POR INSTRUMENTOS PARALELAS INDEPENDIENTES (MODO 1)

2.2.1 Requisitos y procedimientos

Nota.— Véanse los Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo (PANS-ATM, Doc 4444)*, Capítulo 6, 6.7.3.2.*

2.2.1.1 Las aproximaciones paralelas independientes pueden llevarse a cabo hacia pistas paralelas, siempre que:

a) los ejes de las pistas estén separados por la distancia indicada en el Anexo 14, Volumen I, y:

1) cuando los ejes de las pistas están separados por menos de 1 310 m (4 300 ft) pero no menos de 1 035 m (3 400 ft), se disponga de radar secundario de vigilancia (SSR) adecuado con una precisión mínima en azimut de 0,06° (un sigma), un período de actualización de 2,5 segundos o menos y una pantalla de alta resolución con predicción de la posición y alerta sobre desviaciones; o

2) cuando los ejes de las pistas están separados por menos de 1 525 m (5 000 ft) pero no menos de 1 310 m (4 300 ft), pueda aplicarse equipo SSR con especificaciones de actuación diferentes a las anteriores a condición de que sean iguales o mejores que las indicadas en el inciso 3), y cuando se determina que la seguridad de las operaciones de las aeronaves no se verá afectada adversamente; o

3) cuando los ejes entre ejes de pista sea de 1 525 m (5 000 ft) o más, se disponga de radar de vigilancia apropiado con una precisión mínima en azimut de 0,3° (un sigma) o mejor, y un período de actualización de 5 segundos o menos;

Nota.— Puede consultarse en el Apéndice A la información sobre antecedentes relacionados con cuestiones de seguridad y sistemas de vigilancia de pistas de precisión (PRM) necesarios para la implantación de aproximaciones independientes a pistas de vuelo por instrumentos paralelas poco distantes entre sí.

b) se efectúen aproximaciones ILS o MLS a ambas pistas;

Nota.— Es preferible que un ILS o MLS que presta servicios a una pista utilizada para aproximaciones paralelas simultáneas esté en emplazamiento común con equipo telemétrico de precisión (DME).

c) la derrota de aproximación frustrada de una aproximación tenga una divergencia mínima de 30° con respecto a la derrota de aproximación frustrada adyacente;

d) se hayan hecho el estudio y la evaluación que correspondan de los obstáculos en las zonas adyacentes a los tramos de aproximación final;

e) se notifique a las aeronaves, tan pronto como sea posible, la identificación de la pista y la frecuencia del localizador ILS o del MLS;

f) se utilice la guía vectorial radar para interceptar el rumbo del localizador ILS o la derrota de la aproximación final MLS;

g) se establezca una zona inviolable (NTZ) de por lo menos 610 m (2 000 ft) de anchura, equidistante entre las prolongaciones de los ejes de las pistas, y que aparezca en la presentación radar;

h) controladores radar independientes vigilen las aproximaciones hacia cada pista y se aseguren de que cuando se reduzca la separación vertical de 300 m (1 000 ft):

1) las aeronaves no penetren en la NTZ representada en pantalla; y

2) que se mantenga la separación longitudinal mínima aplicable entre aeronaves en el mismo rumbo del localizador ILS o en la misma derrota de aproximación final MLS; e

i) si no se dispone de canales de radio especializados para que los controladores radar controlen la aeronave hasta el aterrizaje:

1) se transfiera la comunicación con la aeronave a la frecuencia del controlador de aeródromo respectivo antes de que la que se halle más alta de dos aeronaves en derrotas de aproximación final adyacentes, intercepte la trayectoria de planeo ILS o el ángulo de elevación MLS especificado; y

2) los controladores radar que vigilan las aproximaciones hacia cada pista estén autorizados para invalidar las transmisiones del control de aeródromo hechas en los canales de radio correspondientes a cada corriente de llegadas.

2.2.1.2 Lo antes posible, después de que una aeronave haya establecido comunicación con el control de aproximación, se notificará a la aeronave que están en vigor las aproximaciones paralelas independientes. Esta información puede proporcionarse mediante las radiodifusiones del servicio automático de información terminal (ATIS).

2.2.1.3 Siempre que se realicen aproximaciones paralelas, controladores radar independientes deberían asumir la responsabilidad de la secuencia y separación de las aeronaves que llegan a cada pista.

2.2.1.4 Cuando se da guía vectorial a una aeronave para que intercepte el rumbo del localizador ILS o la derrota de aproximación final MLS, el vector final será tal que la aeronave pueda interceptar el rumbo del localizador ILS o la

derrota de aproximación final MLS a un ángulo no superior a 30° y proporcionar por lo menos 2 km (1,0 NM) de vuelo en línea recta y horizontal antes de interceptar el rumbo del localizador ILS o la derrota de aproximación final MLS. Los vectores serán tales que la aeronave pueda establecerse en el rumbo del localizador ILS o en la derrota de aproximación final MLS en vuelo horizontal por lo menos 3,7 km (2,0 NM) antes de interceptar la trayectoria de planeo ILS o el ángulo de elevación MLS especificado.

2.2.1.5 Se proporcionará una separación vertical mínima de 300 m (1 000 ft) de o, a reserva de las capacidades del sistema radar y de la presentación en pantalla radar, una separación vertical mínima de 5,6 km (3,0 NM), por lo menos hasta una distancia de 19 km (10 NM) del umbral y hasta que la aeronave se establezca:

a) en acercamiento en el rumbo del localizador ILS o en la derrota de aproximación final MLS; y

b) dentro de la zona normal de operaciones (NOZ).

2.2.1.6 A reserva de las de las capacidades del sistema radar y del sistema de presentación en pantalla radar, se proporcionará una separación radar mínima de 5,6 km (3,0 NM) entre las aeronaves en el mismo rumbo del localizador ILS o en la misma derrota de aproximación final MLS, a menos que se requiera mayor separación longitudinal debido a turbulencia de estela o a otros motivos.

2.2.1.7 Cada par de aproximaciones paralelas tiene un "lado superior" y un "lado inferior" para la guía vectorial a fin de proporcionar separación vertical hasta que las aeronaves se hayan establecido en acercamiento en sus respectivos rumbos de localizador ILS paralelos o derrotas de aproximación final MLS. La altitud del lado inferior debería ser tal que la aeronave se establezca en el rumbo del localizador ILS o en la derrota de aproximación final MLS mucho antes de interceptar la trayectoria de planeo ILS o el ángulo de elevación MLS especificado. La altitud del lado superior debería ser de 300 m (1 000 ft) por encima de la del lado inferior, por lo menos hasta una distancia de 19 km (10 NM) del umbral.

2.2.1.8 Si se observa que una aeronave se desvía de su rumbo hacia el límite de la NTZ, el controlador de vigilancia apropiado dará instrucciones a la aeronave para que retorne inmediatamente al rumbo del localizador ILS o a la derrota de aproximación final MLS correctos. En el caso de que se observe que una aeronave penetra en la NTZ, el controlador de vigilancia apropiado dará instrucciones a la aeronave que esté en el rumbo del localizador ILS o en la derrota de aproximación final MLS adyacentes a que inmediatamente ascienda y vire hasta la altitud y el rumbo asignados a fin de evadir a la aeronave que se ha desviado. Cualesquier instrucción de rumbo no excederá de una diferencia entre derrotas de 45° con el rumbo del localizador ILS o con la derrota de aproximación final MLS. Cuando se apliquen criterios para superficies de evaluación de obstáculos para aproximaciones paralelas (PAOAS) a la evaluación de los obstáculos, el controlador de tránsito aéreo no expedirá la instrucción de rumbo a la aeronave por debajo de una altura de 120 m (400 ft) por encima de la elevación del umbral.

2.2.1.9 La vigilancia radar no terminará:

a) hasta aplicar la separación por medios visuales, a condición de que los procedimientos garanticen que se informe a ambos controladores radar cuando se aplica la separación por medios visuales; o

b) hasta el aterrizaje de la aeronave o, en el caso de una aproximación frustrada, hasta que la aeronave esté por lo menos a una distancia de 2 km (1,0 NM) más allá del extremo de salida de la pista y se haya establecido una separación adecuada con cualquier otro tránsito.

Nota.— No existe requisito alguno de notificar a la aeronave que se ha dado por terminada la vigilancia radar.

2.2.2 Zona inviolable (NTZ)

2.2.2.1 Puesto que no se proporciona separación radar entre el tránsito en las prolongaciones de ejes de pista adyacentes en aproximaciones en Modo 1, debe haber medios establecidos para determinar si una aeronave se ha desviado demasiado del rumbo del localizador ILS o de la derrota de aproximación final MLS. Esto se logra mediante el concepto de la NTZ (véase la Figura 2-1).

2.2.2.2 La NTZ es un corredor de espacio aéreo equidistante entre dos prolongaciones de eje de pista. La NTZ tiene una anchura mínima de 610 m (2 000 ft) y se prolonga desde el umbral más cercano hacia fuera hasta el punto en el que se reduce la separación vertical de 300 m (1 000 ft) entre aeronaves en la prolongación de los ejes de pista adyacentes. La importancia de la NTZ es que los controladores de vigilancia radar deben intervenir para establecer la separación entre aeronaves siempre que se observe que cualquier aeronave penetra en la NTZ. La anchura de la NTZ depende de los cuatro factores siguientes:

a) *Zona de detección.* Debe permitirse un margen de espacio aéreo para las limitaciones del sistema de vigilancia y para el tiempo de observación y de reacción del controlador en cuanto a detectar aeronaves que se desvían. El margen depende del régimen de actualización y de la precisión del sistema radar y de la resolución de la presentación en pantalla radar utilizada.

b) *Tiempo de retardo/tiempo de reacción.* Debe preverse un margen de espacio aéreo para tener en cuenta:

1) el tiempo de reacción de los controladores, para determinar la maniobra de resolución apropiada y comunicar instrucciones apropiadas a fin de lograr la separación;

2) el tiempo que el piloto requiere para comprender las instrucciones y reaccionar; y

3) el tiempo para que la aeronave responda a las instrucciones de control.

c) *Zona de corrección.* Debe preverse un margen de espacio aéreo adicional para completar la maniobra de resolución por parte de la aeronave amenazada.

d) *Distancia de evasión.* En el análisis de desviación, debe preverse un margen para la separación adecuada entre derrotas. Debe incluirse la separación lateral y un margen por el hecho de que la aeronave amenazada pudiera no estar exactamente en la prolongación del eje de la pista adyacente.

2.2.2.3 La determinación de los márgenes de espacio aéreo en la zona de detección, del tiempo de retardo/tiempo de reacción, de la zona de corrección y de la distancia de evasión se basa en varias hipótesis. Una de las tareas más complicadas e importantes del controlador de vigilancia radar es determinar la maniobra apropiada para la aeronave amenazada, después de que la aeronave desviada no haya vuelto a su rumbo de localizador ILS o a su derrota de aproximación final MLS apropiados. Virando para apartarse de la aeronave amenaza pudiera no siempre proporcionar la separación óptima. Por consiguiente, la cantidad de tiempo asignada al controlador para determinar la maniobra de resolución apropiada debe ser bastante amplia.

2.2.3 Zona normal de operaciones (NOZ)

2.2.3.1 La NOZ es el espacio aéreo en el que se prevé que la aeronave realice operaciones cuando maniobre para interceptar y volar hacia el rumbo del localizador ILS o hacia la derrota de aproximación final MLS (véase la Figura 2-1).

2.2.3.2 Hay una NOZ asociada a cada prolongación de eje de pista. La NOZ está centrada en la prolongación del eje de la pista y su anchura total es doble a la distancia desde la prolongación del eje de la pista hasta el borde más cercano de la NTZ. Por lo tanto, el espacio aéreo entre dos prolongaciones de ejes de pista está constituido por la NTZ y las dos mitades interiores de la NOZ asociadas a cada prolongación de eje de pista. Se prevé que la aeronave, una vez establecida en el rumbo del localizador ILS o en la derrota de aproximación final MLS, continúe dentro de la NOZ sin ninguna intervención de controladores radar.

2.2.3.3 La NOZ se prolonga desde el umbral hacia afuera hasta el punto en el que la aeronave intercepta la prolongación del eje de la pista. Se determina la anchura de la NOZ teniéndose en cuenta los sistemas de guía implicados y la precisión de mantenerse en la derrota de la aeronave; cuanto mayor sea la precisión de las ayudas para la navegación y de mantenimiento de la derrota, tanto más estrecha será la NOZ.

2.2.3.4 La anchura de la NOZ es tal que sea muy pequeña la probabilidad de que cualquier aeronave que está realizando operaciones normales se salga de la NOZ. Esto ayuda a mantener baja la carga de trabajo del controlador y da confianza a los pilotos de que cualesquiera medidas adoptadas por el controlador de vigilancia son absolutamente necesarias y no el resultado de una alarma molesta. El resto de la separación entre las derrotas de aproximación, es decir, la NTZ, debe seguidamente proporcionar un margen para la resolución de posibles conflictos en condiciones de seguridad.

2.2.4 Combinación de las zonas normales de operaciones y de las zonas inviolables

La magnitud de las NOZ y NTZ se determina en función de la situación de las pistas. En el caso de pistas paralelas existentes, se determina en primer lugar la anchura de la NTZ en base a las consideraciones en materia de seguridad anteriormente descritas. Seguidamente puede asignarse el resto del espacio aéreo a las dos mitades interiores de la NOZ asociadas a cada prolongación de eje de pista. Los resultados dictan seguidamente el nivel requerido de precisión del sistema de guía de aproximación que sea necesario. Cuando solamente hay una pista y la pregunta es acerca de la distancia mínima a la que pudiera construirse una pista paralela, la respuesta se obtiene de modo similar: en primer lugar se determina la anchura deseada de la NTZ en base a consideraciones de seguridad; seguidamente se determinan las anchuras deseadas de las mitades interiores de las dos NOZ. Por lo tanto, la separación lateral de la nueva pista sería la suma de la anchura de la NTZ y la anchura de las dos mitades interiores de la NOZ. En la Figura 2-2 se muestra un ejemplo utilizándose una separación entre pistas de 1 310 m (4 300 ft).

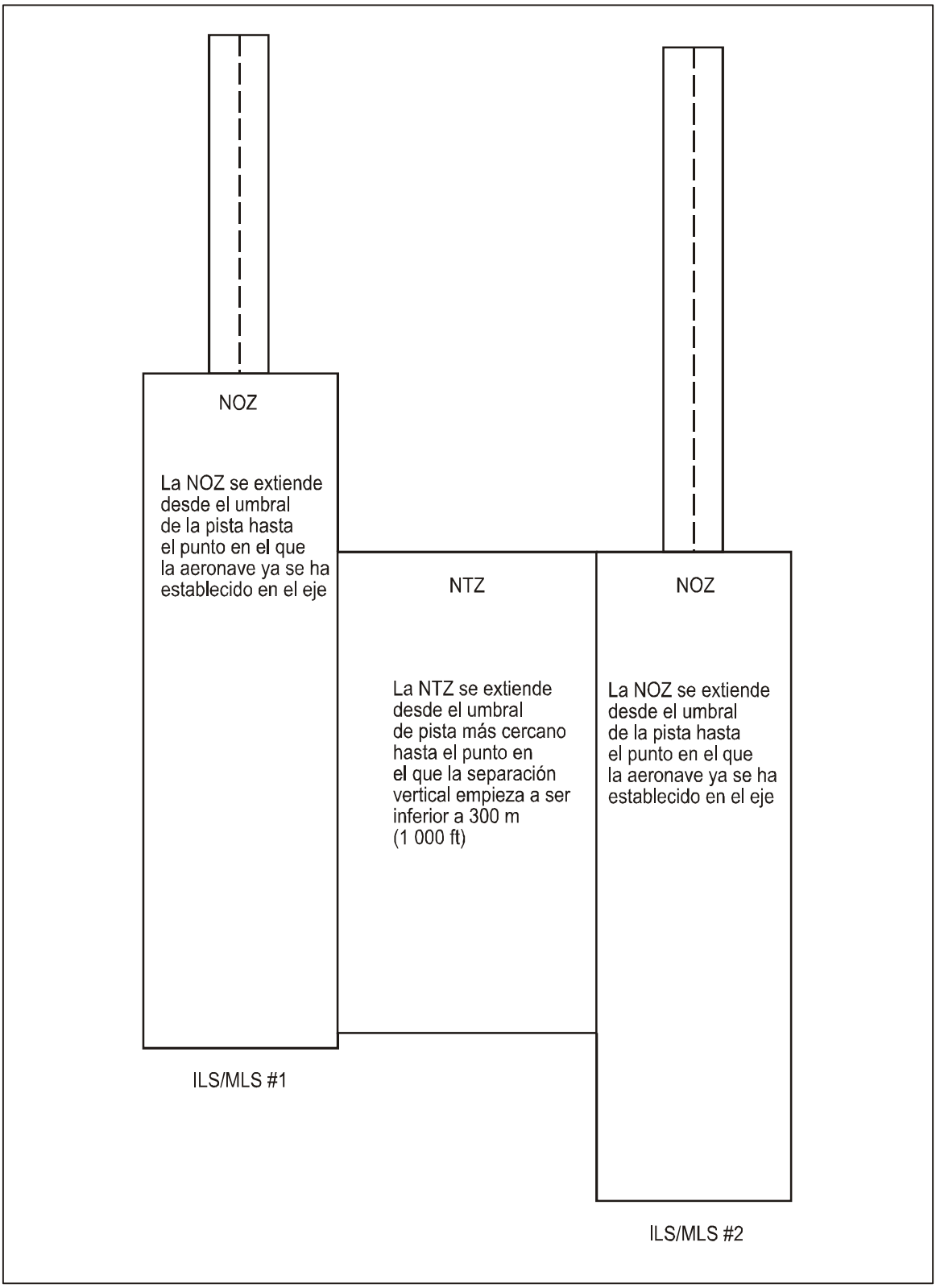


Figura 2-1. Ejemplo de zonas normales de operaciones (NOZ) y zonas inviolables (NTZ)

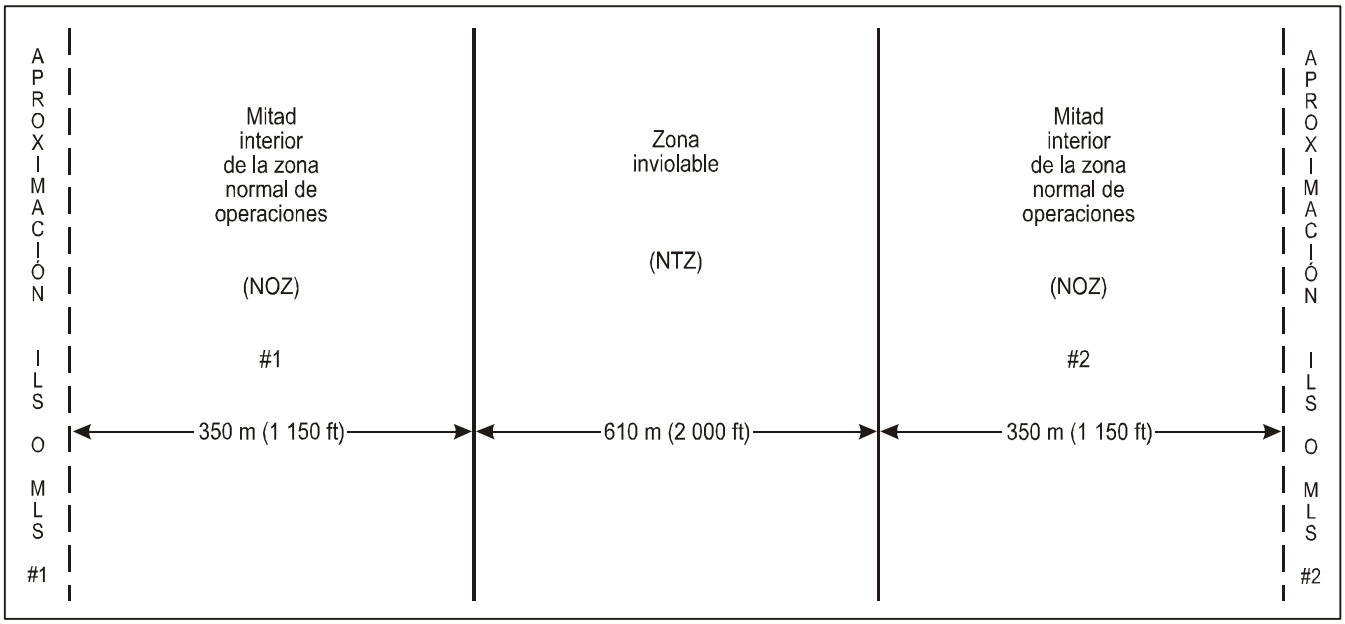


Figura 2-2. Ejemplo de separación de NOZ y NTZ

2.2.5 Requisitos de separación en el caso de aproximaciones de vuelo por instrumentos paralelas independientes

2.2.5.1 Con la NTZ debe preverse la resolución de conflictos posibles en condiciones de seguridad. En el escenario de desviación, se supone que la aeronave que se desvía penetra en la NTZ a un ángulo de 30° y prosigue en esta derrota acercándose a la aeronave en la aproximación adyacente. Se proporciona guía vectorial a la aeronave amenazada para que se aparte a fin de lograr la separación y el análisis de desviación termina cuando la aeronave amenazada haya logrado un cambio de derrota de 30° para colocarse en sentido paralelo a la derrota de la aeronave intrusa. Entre otras suposiciones iniciales en el escenario de desviación se incluyen las siguientes:

a) velocidades de las aeronaves de 278 km/h (150 kt);

b) régimen de viraje de recuperación de 3° por segundo;

c) precisión de la navegación de 46 m (150 ft) (un sigma) a una distancia de 19 km (10 NM); y

d) la precisión de la navegación de la aeronave que no se desvía le permite mantenerse dentro del valor de tres sigma en cuanto a la precisión neta de mantener la posición.

2.2.5.2 Los valores correspondientes utilizados para asegurarse de la validez de una separación de 1 310 m (4 300 ft) entre las pistas son:

a) *zona de detección:* 275 m (900 ft) utilizando radar de vigilancia con una precisión mínima en azimut de 0,3° (un sigma) y un régimen de actualización de 5 segundos o menos;

b) *tiempo de retardo*: 8 segundos que corresponde a 300 m (1 000 ft), suponiéndose un controlador de vigilancia radar especializado con la capacidad de radiodifusión a una frecuencia que se anteponga a cualquier otra;

c) *zona de corrección*: 180 m (600 ft) con un régimen supuesto de corrección de 3 grados-por-segundo por parte de la aeronave amenazada;

d) *distancia de evasión:* 60 m (200 ft) con una zona intermedia para la navegación de 140 m (450 ft), lo cual significa que se supone que una aeronave amenazada no estará separada por más de 140 m (450 ft) de su eje en el momento de la amenaza, a diferencia de estar dentro de su propia NOZ; y

e) *mitad interna de la NOZ*: un valor de 350 m (1 150 ft) que es la anchura de la mitad interna de la NOZ de la aeronave que se desvía. Esto se basa en los siguientes factores:

1) *guía:* el rumbo frontal ILS o MLS se mantiene en vuelo por medios manuales o con piloto automático; y

2) *precisión del vuelo:* un análisis de una serie de datos radar asociados a aproximaciones ILS o MLS.

2.2.6 Cuestiones relacionadas con la seguridad operacional que afectan a las aproximaciones independientes a pistas de vuelo por instrumentos paralelas poco distantes entre sí

Nota.— Puede consultarse en el Apéndice A la información sobre antecedentes relacionados con cuestiones de seguridad y con los sistemas de vigilancia de precisión en las pistas (PRM) para la implantación de aproximaciones independientes a pistas de vuelo por instrumentos paralelas poco distantes entre sí.

Las operaciones independientes en pistas paralelas poco distantes entre sí son extremadamente críticas en cuanto a la seguridad y deberían solamente realizarse después de que se haya dedicado considerable atención a diversas cuestiones relacionadas con la seguridad. En particular, es necesario considerar antes de cualquier implantación las siguientes cuestiones.

a) *Limitaciones meteorológicas.* Las aproximaciones por instrumentos independientes a pistas paralelas con una separación entre sus ejes menor de 1 525 m (5 000 ft) pero no menor de 1 035 m (3 400 ft) deberían suspenderse, según lo prescriba la autoridad competente de los servicios de tránsito aéreo (ATS), en determinadas condiciones meteorológicas adversas (p. ej., cizalladura del viento, turbulencia, corrientes descendentes, viento de costado y condiciones meteorológicas fuertes tales como tormentas) las cuales pudieran hacer que aumenten las desviaciones del rumbo del localizador ILS o de la derrota de aproximación final MLS hasta tal punto que pueda ponerse en peligro la seguridad o que generarían un número inaceptable de alertas de desviación. Las autoridades ATS deberían establecer los criterios para la suspensión de operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas en estas condiciones y deberían asegurarse de que sólo se realizan aproximaciones paralelas independientes o dependientes cuando las aeronaves pueden adecuadamente seguir el rumbo del localizador ILS o la derrota de aproximación final MLS. Debe prestarse atención a las características meteorológicas de cada uno de los aeródromos.

b) *Error técnico de vuelo ILS o MLS.* Las aeronaves que utilizan las señales del rumbo de localizador ILS o de la derrota de aproximación final MLS están sometidas a errores procedentes de varias fuentes, incluidas la precisión de la señal, la precisión del equipo de a bordo y la capacidad del piloto o del piloto automático de seguir la guía para la navegación [error técnico de vuelo (FTE)]. Las desviaciones del rumbo del localizador ILS o de la derrota de aproximación final MLS pueden variar en función de las características de las pistas. Es, por consiguiente, esencial que se mida el FTE en cada instalación y que se adapten los procedimientos para asegurar que se mantienen a un mínimo las alertas falsas de desviación.

c) *Comunicaciones.* Cuando hay una gran desviación de la derrota de aproximación final, es crítico que se mantengan las comunicaciones entre los controladores y pilotos implicados. En el caso de aproximaciones paralelas independientes se requieren dos controladores de aeródromo, uno para cada pista, con frecuencias distintas a la de control de aeródromo. Los dos controladores de vigilancia pueden transmitir en una u otra de estas frecuencias, predominando automáticamente a las transmisiones de los controladores de aeródromo, o pueden usar canales de radio especializados, si se dispone de los mismos. Es esencial verificar la capacidad de predominar en cada posición de controlador antes de que los controladores radar de vigilancia asuman la responsabilidad en esa posición. Las autoridades ATS deberían adoptar medidas para asegurarse de que en el caso de una desviación el controlador radar de vigilancia será capaz de ponerse en contacto inmediatamente con la aeronave que se desvía y con la aeronave en peligro. Esto implicará un estudio de la parte del tiempo durante el cual están bloqueadas las comunicaciones.

d) *Evaluación de obstáculos.* Puesto que pudiera ser necesario que la aeronave vire alejándose de la derrota de aproximación final en cualquier punto durante la aproximación, debe completarse un levantamiento topográfico de obstáculos y una evaluación del área opuesta a la otra pista paralela a fin de salvaguardar los virajes anteriores requeridos para evitar la posibilidad de que una aeronave se entrometa en la aproximación final adyacente. Puede realizarse esta verificación utilizándose un conjunto definido de superficies de evaluación de obstáculos para aproximaciones paralelas (PAOAS). Cualquier obstáculo que en opinión de la autoridad ATS competente influya adversamente debe estar representado en pantalla durante aproximaciones paralelas independientes a pistas paralelas poco distantes entre sí para ayudar al controlador de vigilancia radar.

Nota.— Se incluye en los PANS-OPS, Volumen II, Parte III, un ejemplo de método para evaluar estos obstáculos. En el documento de la FAA Order 8260.41 figuran criterios detallados sobre el levantamiento topográfico para franqueamiento de obstáculos en el tramo de aproximación final.

e) *Instrucción de los pilotos.* Los explotadores deberían asegurarse de que las tripulaciones de vuelo que realizan aproximaciones independientes simultáneas a pistas paralelas están adecuadamente instruidos. Las maniobras de interrupción inmediata que se realizan por instrucción del control de tránsito aéreo son distintas de los procedimientos de aproximación frustrada en los que los pilotos son ya competentes. Los Estados y los explotadores han de definir los parámetros para la maniobra, los requisitos de instrucción de los pilotos y los de verificación periódica de la competencia. Las desviaciones pueden llevar a que el controlador radar expida instrucciones de volver al rumbo del localizador ILS o a la derrota de aproximación final MLS con capacidad de anteponerse a la frecuencia de control del aeródromo. Debe ser claro para el piloto al mando que la palabra "inmediatamente" utilizada por el controlador radar de vigilancia indica una maniobra de emergencia que debe realizarse en ese mismo instante para mantener la separación de otra aeronave.

f) *Instrucción de los controladores.* Los controladores de tránsito aéreo antes de que sean asignados a funciones de vigilancia deben recibir instrucción, incluida la correspondiente a funciones concretas requeridas de un controlador radar de vigilancia.

g) *Análisis de riesgo.* Un análisis de riesgo utilizándose los datos disponibles indicaba que se preveía que la probabilidad de llegar a una distancia de evasión entre aeronaves inferior a 150 m (500 ft) era inferior a 1 por cada 56 000 000 aproximaciones, es decir, $1{,}8 \times 10^{-8}$. Esto ha sometido a prueba el concepto pero no ha demostrado que todas las operaciones en cualquier parte del mundo sean seguras. Es, por consiguiente, esencial que allí donde se realicen aproximaciones independientes a pistas paralelas poco distantes entre sí, deba completarse un análisis de riesgos para cada lugar con miras a garantizar niveles satisfactorios de seguridad operacional.

h) *Sistema anticolisión de a bordo (ACAS).* Durante las evaluaciones operacionales del ACAS II, ocurrieron algunas aproximaciones frustradas innecesariamente como resultado de avisos de resolución (RA) "molestos". Para poner remedio a esta situación, se introdujeron varias modificaciones a la lógica anticolisión. Sin embargo, con estas modificaciones no se eliminaron por completo estos acaecimientos. Por consiguiente, el uso del modo de "aviso de tránsito (TA) solamente" durante operaciones de aproximación a pistas paralelas debería ser recomendado e indicado en las cartas de aproximación publicadas.

i) *Falla del respondedor.* El SSR y el PRM dependen del transpondedor de la aeronave para detectar y presentar la aeronave en la pantalla del controlador radar de vigilancia. Si una aeronave llega a un aeródromo sin un transpondedor en funcionamiento, el controlador de tránsito aéreo (ATC) creará un intervalo en la corriente de llegadas de forma que esa aeronave no necesite vigilancia. Si un transpondedor de aeronave falla durante una aproximación por instrumentos, el controlador radar de vigilancia dará instrucciones a todas las aeronaves adyacentes para que interrumpan la aproximación.

j) *Aeronaves rápidas/lentas.* Si una aeronave rápida se desvía hacia una aeronave más lenta en la aproximación adyacente, la aeronave más lenta quizás no pueda escaparse con la rapidez suficiente para asegurar una separación segura. El ATC creará un intervalo en la corriente de llegadas para salvaguardar las aproximaciones de las aeronaves más lentas.

k) *Anotación en la carta de aproximación.* Las cartas en las que se muestran procedimientos de aproximación por instrumentos a pistas que se utilicen para operaciones simultáneas paralelas de vuelo por instrumentos deberían indicar tales operaciones, particularmente utilizando la expresión "pistas paralelas poco distantes entre sí". La terminología debería indicarse en el título de la carta de aproximación incluyéndose la identificación de las pistas.

l) *Interrupciones innecesarias.* Una interrupción innecesaria es una situación por la cual el controlador radar de vigilancia inicia una interrupción y la aeronave que se desvía continúa subsiguientemente en la NOZ. El número de alertas, tanto verdaderas como falsas, debería vigilarse como método para evaluar la actuación del sistema. Pudiera ser necesario enmendar los parámetros del mecanismo de alerta si se observan demasiadas alertas falsas.

m) *Piloto automático.* Los pilotos automáticos más antiguos que estaban predominantemente en uso en aeronaves de más edad no proporcionan una reducción significativa del FTE. Los pilotos automáticos fabricados hoy en día son considerablemente más avanzados y pueden reducir el FTE si se utilizan en operaciones simultáneas ILS/MLS.

2.3 APROXIMACIONES DE VUELO POR INSTRUMENTOS PARALELAS DEPENDIENTES (MODO 2)

2.3.1 Generalidades

2.3.1.1 Si la separación entre los ejes de pistas no es adecuada para aproximaciones paralelas independientes, pudieran utilizarse procedimientos de aproximación dependientes cuando la distancia entre las pistas sea de 915 m (3 000 ft) o más. En estas situaciones se disminuyen los requisitos de vigilancia del controlador y se reduce la separación entre pistas por comparación con los requisitos para aproximaciones paralelas independientes.

2.3.1.2 En aproximaciones paralelas dependientes, la separación radar entre aeronaves en aproximaciones adyacentes constituye una medida de protección que proporcionan la NOZ y la NTZ para aproximaciones paralelas dependientes; por consiguiente, pueden realizarse aproximaciones paralelas dependientes a pistas menos distantes entre sí que en el caso de aproximaciones paralelas independientes.

2.3.2 Requisitos y procedimientos

Nota.— Véanse los Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo (PANS-ATM, Doc 4444)*, Capítulo 6, 6.7.3.4.*

2.3.2.1 Las aproximaciones paralelas dependientes pueden llevarse a cabo hacia pistas paralelas, siempre que:

a) los ejes de las pistas estén separados por la distancia indicada en el Anexo 14, Volumen I;

b) las aeronaves reciben guía vectorial radar para interceptar la derrota de aproximación de controladores radar independientes quienes son responsables de la secuencia y de la separación entre las aeronaves que llegan a cada pista;

c) se disponga de radar de vigilancia adecuado con una precisión mínima en azimut de 0,3° (un sigma) y un período de actualización de 5 segundos o menos;

d) se efectúen aproximaciones ILS o MLS hacia ambas pistas;

Nota.— Es preferible que un ILS o MLS que presta servicios a una pista utilizada para aproximaciones paralelas simultáneas esté en emplazamiento común con equipo telemétrico de precisión (DME).

e) se notifique a las aeronaves que se efectúan aproximaciones hacia ambas pistas (esta información puede proporcionarse mediante ATIS);

f) la derrota de aproximación frustrada de una aproximación tenga una divergencia mínima de 30° con respecto a la derrota de aproximación frustrada adyacente; y

g) la dependencia de control de aproximación tenga la capacidad de anteponer su frecuencia a la de las transmisiones de la dependencia de control de aeródromo.

2.3.2.2 La separación radar mínima que ha de proporcionarse entre las aeronaves establecidas en el rumbo del localizador ILS o en la derrota de aproximación final MLS, será de:

a) 5,6 km (3,0 NM) entre aeronaves en el mismo rumbo del localizador ILS o en la misma derrota de aproximación final MLS, a menos que se requiera mayor separación longitudinal por razón de turbulencia de estela; y

b) 3,7 km (2,0 NM) entre aeronaves sucesivas en rumbos adyacentes del localizador ILS o en derrotas adyacentes de aproximación final MLS (véase la Figura 2-3).

2.3.2.3 Se proporcionará una separación vertical mínima de 300 m (1 000 ft) o una separación radar mínima de 5,6 km (3,0 NM) entre aeronaves durante el viraje a rumbos del localizador ILS o a derrotas de aproximación final MLS paralelos.

2.3.2.4 Cada par de aproximaciones paralelas tiene un "lado superior" y un "lado inferior" para la guía vectorial a fin de proporcionar separación vertical hasta que las aeronaves se hayan establecido en acercamiento en sus respectivos rumbos de localizador ILS paralelos o derrotas de aproximación final MLS. La altitud del lado inferior debería ser tal que la aeronave se establezca en el rumbo del localizador ILS o en la derrota de aproximación final MLS mucho antes de interceptar la trayectoria de planeo ILS o el ángulo de elevación MLS especificado. La altitud del lado superior debería ser de 300 m (1 000 ft) por encima de la del lado inferior, por lo menos hasta una distancia de 19 km (10 NM) del umbral.

2.3.2.5 No se requieren controladores de vigilancia por separado. En su lugar, el controlador de aproximación radar vigila las aproximaciones para evitar infracciones de la separación requerida.

2.3.3 Cuestiones relacionadas con la seguridad operacional que afectan a las aproximaciones dependientes a pistas de vuelo por instrumentos paralelas poco distantes entre sí

2.3.3.1 La separación mínima entre dos aeronaves en el caso de que una se desvíe se calcula utilizando técnicas similares a las utilizadas para aproximaciones paralelas independientes. Los procedimientos en vigor permiten aproximaciones

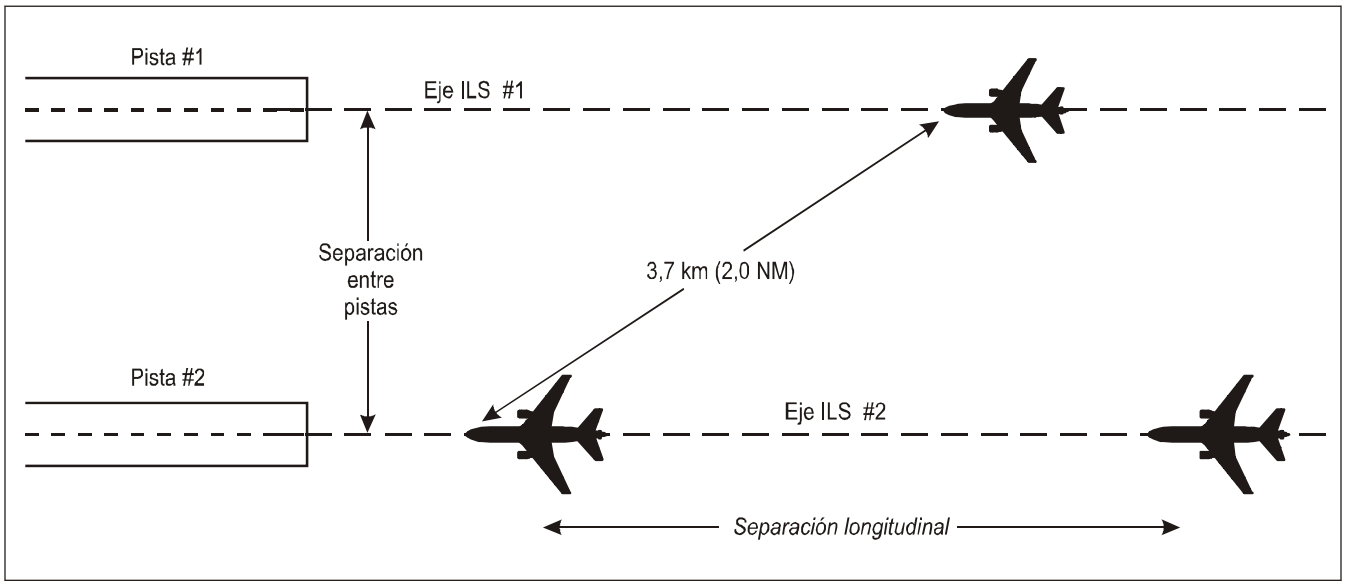


Figura 2-3. Aproximaciones paralelas dependientes

paralelas dependientes a pistas que estén a distancias entre sí tan pequeñas como 915 m (3 000 ft). La distancia mínima entre aeronaves en el caso de una desviación, con una separación entre pistas de 915 m (3 000 ft), es superior a la de las pistas con una separación de 1 310 m (4 300 ft). A medida que disminuye la separación entre pistas, aumenta la distancia mínima entre aeronaves (véase la Tabla 2-1). Se aplican dos factores:

a) puesto que la separación radar se aplica diagonalmente, una menor distancia entre pistas significa una distancia mayor en la secuencia de aeronaves; y

b) una distancia menor entre pistas significa también que la aeronave que se desvía cruza con más rapidez la derrota de aproximación adyacente.

2.3.3.2 Antes de que pueda reducirse la separación entre pistas requerida para aproximaciones paralelas dependientes deben resolverse otros posibles problemas. En la actualidad, por motivos de estela turbulenta, las pistas paralelas separadas por menos de 760 m (2 500 ft) se consideran como una sola pista. Por consiguiente, las llegadas alternadas deberían estar separadas en función de las mínimas de separación para una sola pista.

Nota.— Véanse los PANS-ATM, Capítulo 8, 8.7.4.4, respecto a las mínimas de separación radar por estela turbulenta.

2.4 DIFERENCIAS ENTRE APROXIMACIONES PARALELAS INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES

2.4.1 Las diferencias en los conceptos y en la geometría de las aproximaciones paralelas independientes y dependientes han llevado a diferencias en las hipótesis y ocasionalmente en las metodologías de los análisis de los dos modos de operaciones. Por ejemplo, se utilizan distintos criterios para definir si ha ocurrido una desviación; para aproximaciones paralelas independientes una aeronave que entra en la NTZ entre las dos pistas constituye una desviación mientras que para aproximaciones paralelas dependientes una infracción de la separación diagonal entre aeronaves en aproximaciones adyacentes constituye una desviación. Se resumen las diferencias en la Tabla 2-2.

2.4.2 Varios de los datos de entrada y los análisis de desviación difieren en los dos casos por razón del uso de métodos distintos de activación. Puesto que la salida lateral desde el eje es indicación de una desviación en el caso de aproximaciones paralelas independientes, el error lateral (en azimut) del radar y la presentación en pantalla constituyen un dato de entrada. Para las aproximaciones paralelas dependientes, la separación diagonal entre las aeronaves es importante; aunque hay un componente lateral de esta separación, es principalmente una medida de separación

longitudinal. Por consiguiente, una combinación del error telemétrico del radar y de los errores de presentación en sentido longitudinal, son datos de entrada para el análisis de aproximaciones paralelas dependientes.

2.4.3 Para aproximaciones paralelas independientes se ha determinado el tamaño de la NOZ. Se requieren para esta determinación el error de navegación en sentido lateral y el régimen aceptable de alertas falsas (para desviaciones que van más allá de la mitad interna de la NOZ). En los cálculos para aproximaciones paralelas independientes no es necesario considerar una NOZ lateral puesto que se utiliza una activación longitudinal.

2.4.4 Otras diferencias en los datos de entrada corresponden al hecho de que se requieren dos controladores radar de vigilancia para aproximaciones paralelas independientes (pero no para las dependientes). Se supone, por consiguiente, que cualquier penetración en la NTZ sería inmediatamente detectada. Para aproximaciones paralelas dependientes sin controladores radar de vigilancia por separado, la atención del controlador de aproximación radar estaría a veces dirigida a otros problemas. Por este motivo, se asignó al PGDP un valor de 0,5.

2.4.5 La ausencia de puestos de vigilancia por separado lleva a una diferencia en los tiempos de retardo utilizados en los cálculos. Se supone que se necesitarán 8 segundos para que reaccione el controlador de vigilancia, se coordine con el otro controlador de vigilancia y determine la maniobra apropiada de resolución y comunique las instrucciones para lograr la separación y para que respondan el piloto y la aeronave. Para aproximaciones paralelas dependientes, se supone que el controlador esperaría a la siguiente actualización para verificar si en realidad ha ocurrido una desviación.

2.4.6 Solamente se considera el componente lateral de la separación entre derrotas en el caso de aproximaciones paralelas independientes; no obstante puede existir también un componente longitudinal pero éste no es pertinente para el cálculo. La posición longitudinal inicial de la aeronave no es fija. Por consiguiente, pudiera calcularse el valor previsto de separación longitudinal aunque requeriría tener datos sobre la posición relativa probable al inicio de la desviación.

2.4.7 El análisis de aproximaciones paralelas dependientes se basa en la separación mínima entre aeronaves en el caso de una desviación puesto que se conocen las posiciones iniciales tanto en sentido lateral como longitudinal de la aeronave.

Tabla 2-1. Distancia mínima entre aeronaves en el caso de una desviación para aproximaciones paralelas dependientes

Separación entre pistas	*Distancia mínima*
1 310 m (4 300 ft)	2 135 m (7 000 ft)
915 m (3 000 ft)	2 300 m (7 550 ft)

Nota.— Velocidades aerodinámicas = 278 km/h (150 kt).

Tabla 2-2. Resumen de diferencias entre aproximaciones paralelas independientes y dependientes

Situación	*Aproximaciones paralelas independientes*	*Aproximaciones paralelas dependientes*
Desviación	Infracción de la NTZ (límite lateral)	Infracción de la separación (principalmente longitudinal)
Datos de entrada al análisis	Error en azimut (radar y presentación)	Error de distancia y azimut combinado (en su mayoría en la presentación)
	Error de navegación lateral	El error de navegación lateral no se considera
	Régimen de alarmas falsas	El régimen de alarmas falsas no se considera explícitamente
	PGDP* = 1,0 (implícito)	PGDP* = 0,5 (datos de entrada)
	2 controladores de vigilancia	No hay controladores de vigilancia por separado
	Retardo de control de 8 segundos	Retardo de control de 12 segundos
Criterios de resolución de desviación	Distancia de evasión	Separación mínima entre aeronaves

* Punto de probabilidad de buenos datos (PGDP) — La probabilidad de que se obtendrá un retorno radar bueno será presentada en pantalla y reconocida por los controladores.

Capítulo 3

SALIDAS DE VUELO POR INSTRUMENTOS INDEPENDIENTES DESDE PISTAS PARALELAS (MODO 3)

3.1 GENERALIDADES

Pueden utilizarse pistas paralelas para salidas de vuelo por instrumentos independientes de las formas siguientes:

a) se utilizan ambas pistas exclusivamente para salidas (salidas independientes);

b) una pista se utiliza exclusivamente para salidas mientras que la otra pista se utiliza para una mezcla de llegadas y salidas (operación semi-mixta); y

c) se utilizan ambas pistas para llegadas y salidas mixtas (operaciones mixtas).

3.2 REQUISITOS Y PROCEDIMIENTOS

Pueden realizarse salidas IFR independientes desde pistas paralelas a condición de que:

a) los ejes de las pistas estén separados por la distancia especificada en el Anexo 14, Volumen I;

b) las derrotas de salida divergen por lo menos en 15° inmediatamente después del despegue;

c) se dispone de un radar de vigilancia conveniente capaz de identificar la aeronave a una distancia inferior a 2 km (1,0 NM) desde el extremo de la pista; y

d) los procedimientos operacionales ATS aseguran que se logra la divergencia requerida entre derrotas.

3.3 SEPARACIÓN ENTRE PISTAS

3.3.1 No hay ningún requisito, excepto el de contar con radiocomunicaciones satisfactorias en ambos sentidos, para cualquier otra forma especializada de control o instalación de ayudas para la navegación, en la realización de salidas de vuelo por instrumentos independientes cuando la separación entre pistas paralelas sea de 1 525 m (5 000 ft) o más, y pueda lograrse una divergencia de rumbos después del despegue de 45° o más (véase la Figura 3-1).

3.3.2 Se autorizan los despegues simultáneos de aeronaves que salen en el mismo sentido desde pistas paralelas, si la separación entre ejes de pistas es por lo menos de 760 m (2 500 ft), se dispone de radar de vigilancia conveniente, y los rumbos divergen en 15° o más inmediatamente después de la salida (véase la Figura 3-2).

Nota.— Los procedimientos para salidas de vuelo por instrumentos independientes desde pistas paralelas figuran en los PANS-ATM, Capítulo 6, 6.7.

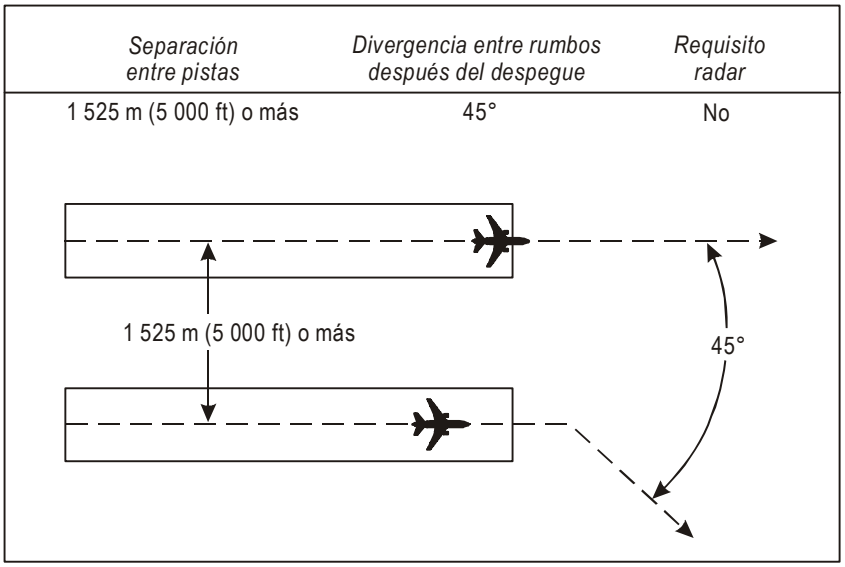


Figura 3-1. Salidas independientes por instrumentos cuando la separación entre pistas paralelas es de 1 525 m (5 000 ft) o más

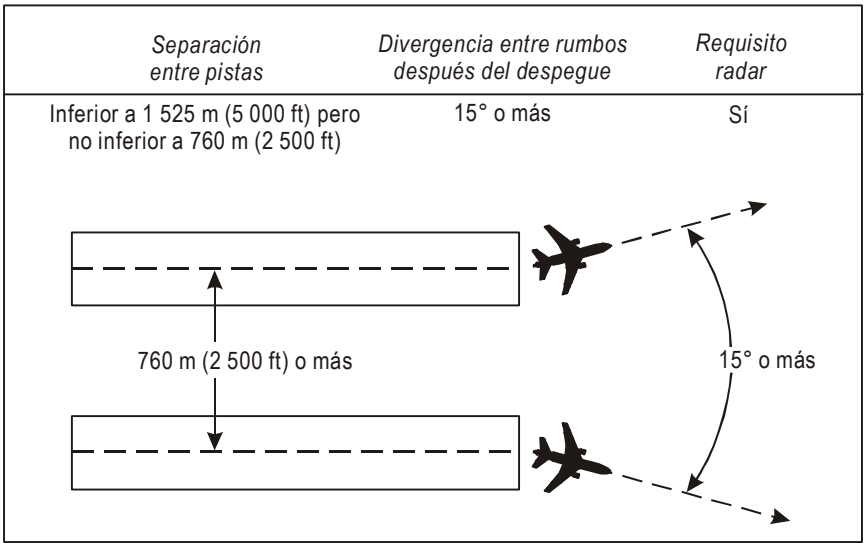


Figura 3-2. Salidas independientes por instrumentos cuando la separación entre pistas paralelas es de menos de 1 525 m (5 000 ft) pero no inferior a 760 m (2 500 ft)

Capítulo 4

OPERACIONES SEGREGADAS EN PISTAS PARALELAS (MODO 4)

4.1 GENERALIDADES

4.1.1 Varios estudios teóricos y ejemplos prácticos indican que puede lograrse la máxima capacidad en los aeródromos mediante el uso de pistas paralelas en un modo mixto de operaciones. Sin embargo, en muchos casos la capacidad que se logra es inferior por razón de otros factores (tales como la infraestructura de la parte pública y de la parte aeronáutica, la mezcla de tipos de aeronaves y consideraciones ambientales).

4.1.2 Otros factores (tales como la no disponibilidad de ayudas para el aterrizaje en una de las pistas paralelas o longitudes limitadas de las pistas) pueden impedir la realización de operaciones mixtas en un aeródromo particular.

4.1.3 Por estas limitaciones, en algunos casos solamente puede lograrse la máxima capacidad de las pistas adoptando un modo de operaciones plenamente segregadas, es decir, una pista se utiliza exclusivamente para aterrizajes mientras que la otra se utiliza exclusivamente para salidas.

4.1.4 Las ventajas que se logran en operaciones paralelas segregadas, por comparación con las operaciones paralelas mixtas, son las siguientes:

a) no se requieren controladores de vigilancia por separado;

b) no hay ninguna interacción entre las aeronaves que llegan y las aeronaves que salen en la misma pista y, por consiguiente, se reduce el número de posibles aproximaciones frustradas;

c) un entorno ATC menos complejo en general, tanto para los controladores de aproximación radar, como para los controladores de aeródromo; y

d) una posibilidad menor de errores del piloto por haber seleccionado la frecuencia ILS o MLS errónea.

4.2 REQUISITOS Y PROCEDIMIENTOS

4.2.1 Las operaciones paralelas segregadas pueden llevarse a cabo en pistas paralelas, siempre que:

a) los ejes de las pistas estén separados por la distancia especificada en el Anexo 14, Volumen I; y

b) la derrota de salida nominal diverge inmediatamente después del despegue por lo menos en 30° de la derrota de aproximación frustrada de la aproximación adyacente.

4.2.2 Pueden llevarse a cabo los tipos siguientes de aproximaciones en operaciones paralelas segregadas, siempre que el radar de vigilancia adecuado y las instalaciones terrestres apropiadas se ajusten a la norma necesaria para el tipo específico de aproximación:

a) aproximaciones ILS o MLS;

b) aproximación con radar de vigilancia o con radar de aproximación de precisión; y

c) aproximación visual.

4.3 SEPARACIONES ENTRE PISTAS

4.3.1 Cuando los umbrales de las pistas paralelas son horizontales y los ejes de pista están separados por lo menos por 760 m (2 500 ft), pueden autorizarse operaciones simultáneas entre una aeronave que sale de una pista y una aeronave en la aproximación final hacia otra pista paralela, si el rumbo de salida diverge inmediatamente después del despegue por lo menos en 30° de la derrota de aproximación frustrada en la aproximación adyacente, hasta que se aplica otra clase de separación (véase la Figura 4-1).

4.3.2 Puede disminuirse la distancia mínima entre ejes de pistas paralelas para operaciones paralelas segregadas a una distancia de 30 m (98 ft) por cada 150 m (500 ft) por los que la pista de llegada está escalonada en el sentido de la aeronave que llega, hasta un mínimo de 300 m (984 ft) (véase la Figura 4-2), y debería aumentarse en 30 m (98 ft) por cada 150 m (500 ft) por los que la pista de llegada está escalonada en el sentido opuesto al de las aeronaves que llegan (véase la Figura 4-3).

Nota 1.— En el caso de una aproximación frustrada de una aeronave pesada, debería aplicarse la separación por estela turbulenta o, como alternativa, deberían adoptarse medidas para asegurar que la aeronave pesada no adelanta a una aeronave que sale de la pista paralela adyacente.

Nota 2.— Los procedimientos para operaciones paralelas segregadas figuran en los PANS-ATM, Capítulo 6, 6.7.3.5, y en los PANS-OPS, Volumen I, Parte VII, Capítulo 1.

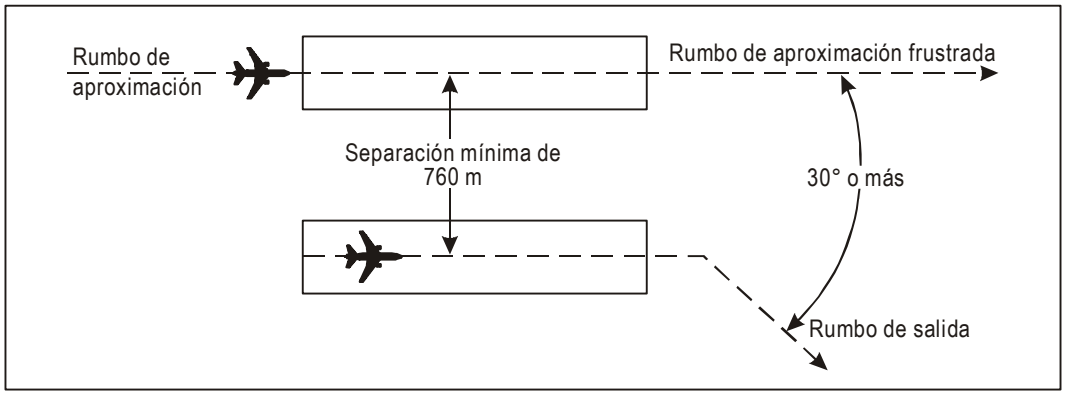


Figura 4-1. Operaciones paralelas segregadas cuando los umbrales están parejos

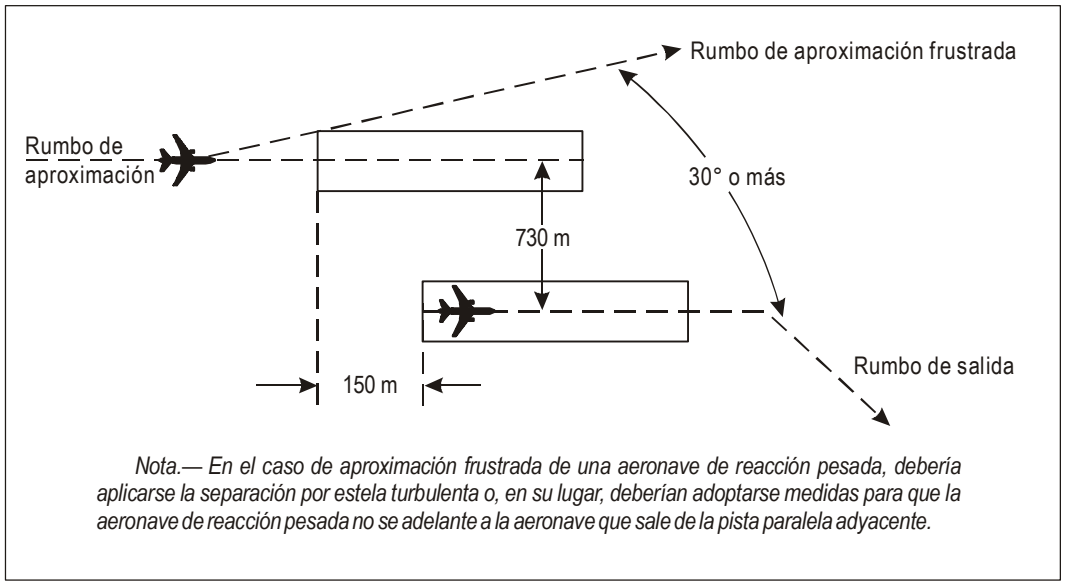


Figura 4-2. Operaciones paralelas segregadas cuando las pistas están escalonadas

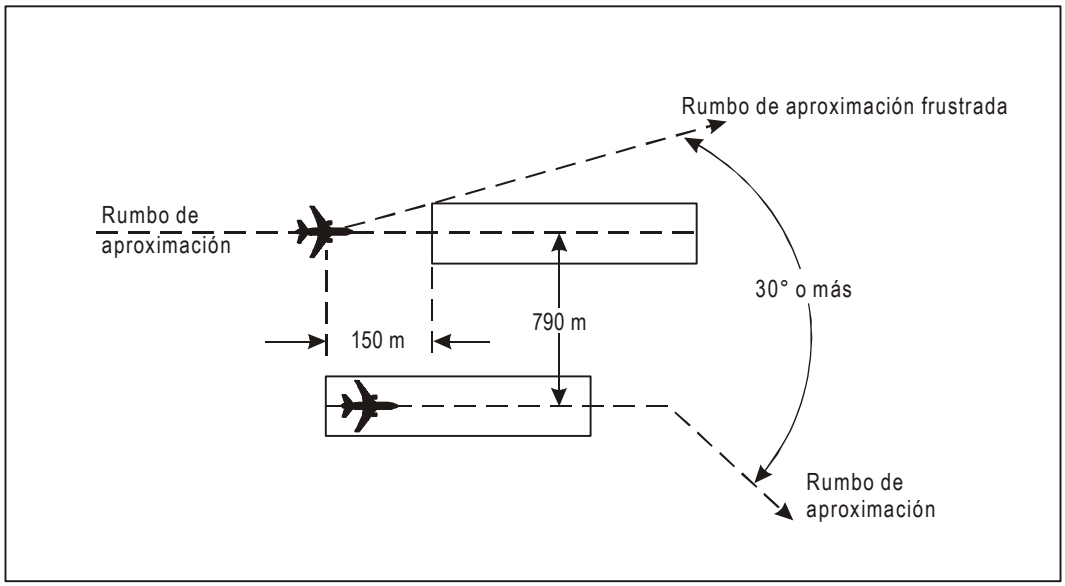


Figura 4-3. Operaciones paralelas segregadas cuando las pistas están escalonadas

Capítulo 5

PISTAS CASI PARALELAS

5.1 GENERALIDADES

5.1.1 Las pistas casi paralelas son pistas que no se cortan pero cuyas prolongaciones de eje forman un ángulo de convergencia o de divergencia de 15° o menos.

5.1.2 No se han elaborado procedimientos especiales para operaciones simultáneas en pistas casi paralelas. Se considera cada situación caso por caso y ello depende de varias condiciones variables.

5.1.3 El factor más importante por considerar al prepararse procedimientos para operaciones simultáneas en pistas casi paralelas es el punto en el que convergen los ejes de pista. Este punto depende de la posición relativa de las dos pistas (en línea horizontal o escalonadas) y del ángulo de convergencia.

5.1.4 Es también importante considerar si se usan simultáneamente las dos pistas en el sentido en el que convergen o en el que divergen. En el sentido en el que divergen las dos pistas casi paralelas, no es posible realizar aproximaciones independientes cuando las trayectorias de aproximación se cortan. Por otro lado, para salidas independientes o para operaciones segregadas, el sentido en el que divergen lleva a una separación lateral natural y es aceptable (véase la Figura 5-1). En el Apéndice B figura un ejemplo de operaciones en pistas que convergen o divergen.

5.1.5 Deberían considerarse también los diversos modos de operaciones descritos en los capítulos precedentes para operaciones en pistas casi paralelas. Debe realizarse un estudio para cada modo de operación en cada aeródromo concreto antes de que se pongan en práctica tales procedimientos.

5.2 EQUIPO DE TIERRA

El equipo de tierra debería conformarse a la norma necesaria para el tipo de aproximaciones realizadas en el aeródromo. Debería requerirse equipo radar de vigilancia.

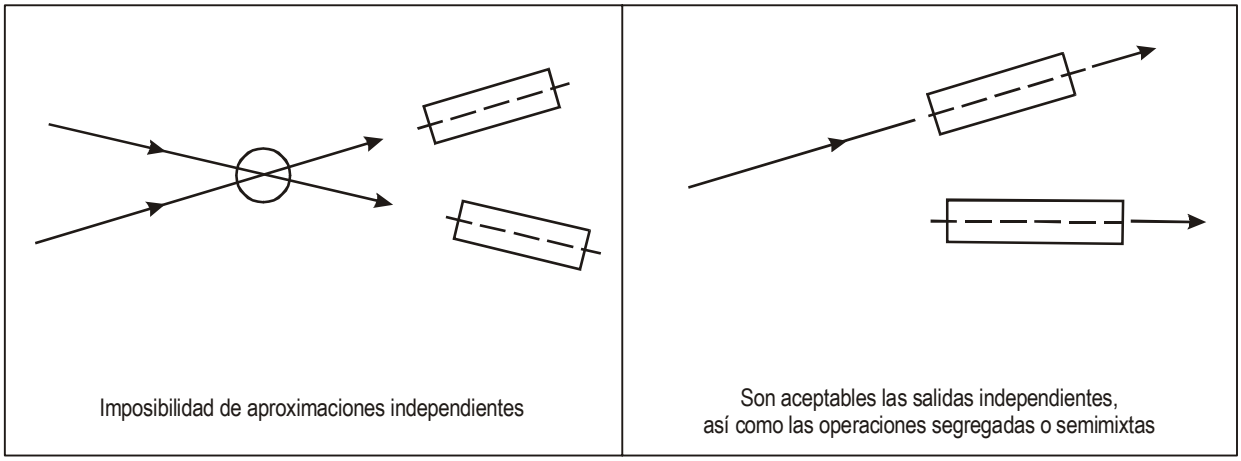


Figura 5-1. Operaciones en pistas casi paralelas

Capítulo 6

INSTRUCCIÓN DEL PERSONAL ATS

6.1 GENERALIDADES

6.1.1 La instrucción del personal ATS es un prerrequisito para la introducción de operaciones en pistas de vuelo por instrumentos paralelas. En este capítulo se describe solamente la instrucción adicional que debería impartirse a los controladores de aeródromo en dependencias en las que puede asignárseles una responsabilidad limitada en cuanto a la separación de vuelos IFR. En el caso de controladores de aproximación, solamente se describen aquellas medidas adicionales que son propias de las operaciones paralelas simultáneas.

6.1.2 Cuando se prevé la realización de aproximaciones paralelas, en el plan de instrucción debería incluirse la instrucción en simulador de forma que los controladores aprendan a observar, detectar y reaccionar en situaciones en las que las aeronaves se desvían.

6.1.3 Debería incorporarse la instrucción al plan de instrucción de la dependencia y debería demostrarse satisfactoriamente a la autoridad competente que se tienen los niveles requeridos de conocimientos y pericia.

6.1.4 La instrucción debería subdividirse en dos categorías: instrucción de controladores de aproximación e instrucción de controladores de aeródromo.

6.2 INSTRUCCIÓN PARA CONTROLADORES DE APROXIMACIÓN

Puesto que los controladores de aproximación ya están plenamente calificados tanto en procedimientos radar como no radar, la única instrucción adicional que requieren sería la siguiente:

a) una explicación de las adiciones y modificaciones a los procedimientos y acuerdos entre la dependencia de control de aproximación y la torre de control de aeródromo;

b) instrucciones sobre la aplicación de la separación vertical hasta que la aeronave esté por lo menos a una distancia de 19 km (10 NM) del umbral y esté dentro de la NOZ, establecida en el rumbo de localizador ILS o en la derrota de aproximación final MLS;

c) instrucciones sobre la vigilancia de aeronaves en las aproximaciones para asegurarse de que se mantienen dentro de la NOZ y apartadas de la NTZ;

d) instrucciones relativas a las medidas por adoptar si la aeronave se desvía del rumbo del localizador ILS o de la derrota de aproximación final MLS; y

e) instrucciones en los procedimientos a seguir en caso de una aproximación frustrada.

6.3 INSTRUCCIÓN PARA CONTROLADORES DE AERÓDROMO

Los controladores de aeródromos en los que hayan de realizarse aproximaciones o salidas paralelas simultáneas, pueden proporcionar la separación, dentro de límites prescritos, entre aeronaves en vuelos IFR. Por consiguiente, será necesario instruirlos en algunas, o en todas, las siguientes áreas:

a) teoría radar básica;

b) funcionamiento, reglaje y alineación del equipo radar utilizado en la dependencia;

c) identificación de las aeronaves;

d) mínimas de separación radar y su aplicación;

e) disposiciones relativas a franqueamiento del terreno;

f) suministro de información sobre vectores radar y posición radar, incluido lo siguiente:

1) cuando los vectores puedan o deban de ser utilizados;

2) métodos para guía vectorial de las aeronaves; y

3) terminación de la guía vectorial;

g) medidas por adoptar en caso de falla del radar o de las comunicaciones, incluido lo siguiente:

1) procedimientos en caso de falla de las comunicaciones aire-tierra;

2) procedimientos en caso de falla de las comunicaciones durante la guía vectorial radar;

h) medidas por adoptar e instrucciones por impartir en el caso de una aproximación frustrada; e

i) los términos, procedimientos y acuerdos (y su aplicación) entre la dependencia de control de aproximación y la torre de control de aeródromo. En particular, deberían conocer las disposiciones que rigen la autorización de salidas IFR sucesivas (si están permitidas) y la autorización de salidas paralelas independientes con referencia a la aeronave que llega (incluidas las que realizan aproximaciones frustradas).

Capítulo 7

IMPLANTACIÓN

7.1 ENSAYOS

7.1.1 Solamente debería adoptarse una decisión, acerca de implantar operaciones independientes o dependientes en pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas, después de un período de ensayos y de familiarización durante el cual se demuestre satisfactoriamente que están adecuadamente integrados al sistema general todos los elementos, tales como el equipo de tierra, la calificación del personal y los procedimientos ATC.

7.1.2 Los ensayos deberían ser supervisados por un grupo en el que deberían incluirse expertos ATS, representantes de los explotadores y autoridades de aeródromos. El período de ensayos debería extenderse a un número suficiente de aproximaciones en diversas condiciones, de forma que el grupo de supervisión pueda evaluar el nivel de riesgo de una intrusión inadvertida en la NTZ por una aeronave y la capacidad del ATC en cuanto a reaccionar adecuadamente ante tal situación. Por ejemplo, en el período de ensayos deberían incluirse varias operaciones en condiciones de viento adverso a fin de evaluar la habilidad del personal ATC de enfrentarse a las desviaciones. En los ensayos debería también determinarse la habilidad del personal ATC en cuanto a establecer y mantener la separación radar requerida, mientras vigilan las operaciones en diversas condiciones meteorológicas.

7.1.3 Es aconsejable durante el período de ensayos especificar las condiciones meteorológicas que se permiten en la primera etapa de los ensayos de forma que el piloto pueda aplicar el principio de "ver y evadir". Estas condiciones meteorológicas deberían seguidamente ser reducidas con precaución y progresivamente a medida que avanzan satisfactoriamente los ensayos.

7.2 IMPLANTACIÓN

7.2.1 Antes de implantar operaciones en pistas de vuelo por instrumentos paralelas, debería garantizarse que:

a) estas pistas están adecuadamente equipadas;

b) se han determinado y sometido a ensayos los procedimientos correspondientes a tales operaciones; y

c) las dependencias ATC locales están adecuadamente equipadas y su personal está adecuadamente instruido.

7.2.2 Debería promulgarse el procedimiento mediante el sistema AIRAC, con una antelación de 56 días y debería incluir los siguientes elementos:

a) pistas implicadas con sus respectivas características ILS o MLS (frecuencia, identificación, categoría);

b) una descripción general de la utilización de las pistas;

c) períodos de disponibilidad;

d) situación especial (p. ej., en etapa de ensayos, con limitaciones meteorológicas), de haberla;

e) descripción de la NOZ y de la NTZ (solamente para aproximaciones paralelas independientes);

f) requisitos del equipo de a bordo; y

g) descripción de los procedimientos, incluida la vigilancia radar, los procedimientos de aproximación frustrada, y medidas de asesoramiento y correctivas del ATC respecto a una o ambas aeronaves cuando se observa que una aeronave se aleja del rumbo del localizador ILS o de la derrota de aproximación final MLS o se aproxima al borde de la NOZ o penetra en la NTZ.

Nota.— En el caso de aproximaciones paralelas independientes, ha de hacerse particular hincapié en los niveles para la interceptación de la trayectoria de planeo ILS o del ángulo de elevación MLS ("lado superior" y "lado inferior") y en el requisito de mantener estos niveles hasta que la aeronave se haya establecido tanto en el rumbo del localizador como en la trayectoria de planeo ILS o tanto en la derrota de

aproximación final como en el ángulo de elevación MLS.

7.2.3 La autoridad ATS competente debería proporcionar información y guía a los pilotos, pertinentes a los modos seleccionados de operaciones asociados al uso de pistas de vuelo por instrumentos paralelas y casi paralelas. Después de los ensayos, debería incluirse en la publicación de información aeronáutica (AIP) la información relativa a los modos de operaciones simultáneas seleccionados.

7.2.4 Las cartas de aproximación por instrumentos para una pista en la que se permiten aproximaciones paralelas simultáneas independientes o dependientes deberían incluir una nota indicando claramente las pistas implicadas y si son pistas paralelas “poco distantes entre sí”.

7.2.5 En las radiodifusiones ATIS debería incluirse el hecho de que están en marcha aproximaciones paralelas independientes o salidas paralelas independientes, especificándose las pistas implicadas.

Apéndice A

DISPOSITIVOS MONITORES DE PISTAS DE PRECISIÓN Y CUESTIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL RELACIONADAS CON APROXIMACIONES PARALELAS INDEPENDIENTES A PISTAS DE VUELO POR INSTRUMENTOS PARALELAS POCO DISTANTES ENTRE SÍ

1. DISPOSITIVO MONITOR DE PRECISIÓN EN LAS PISTAS (PRM)

1.1 Los estudios teóricos indican que en las operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos paralelas poco distantes entre sí pudieran aplicarse con éxito las nuevas tecnologías de sistemas radar y de presentación radar. Para convalidar la viabilidad de su implantación se inició un programa de demostraciones de los nuevos sensores para dispositivo monitor de precisión en las pistas (PRM). Se demostró lo relativo a nuevos equipos y procedimientos en dos aero-puertos internacionales con pistas paralelas que tenían respec-tivamente una separación entre sus ejes de 1 035 m (3 400 ft) y de 1 065 m (3 500 ft). El objetivo de las demos-traciones era determinar la viabilidad y los requisitos para implantar aproximaciones de vuelo por instrumentos indepen-dientes en aeropuertos en los que las pistas paralelas existentes no habían sido utilizadas con eficiencia en condiciones IMC debido a su poca separación.

1.2 En el programa de demostración PRM se incluyeron tres actividades importantes:

a) una actividad para prueba del concepto en la que estaba implicado el desarrollo y ensayos de dos sistemas PRM de prototipo de ingeniería para establecer su viabilidad técnica;

b) demostraciones operacionales para que los controla-dores de tránsito aéreo, los representantes de la indus-tria de las líneas aéreas y los pilotos tuvieran la oportunidad de observar los sistemas PRM en funcio-namiento; y

c) una evaluación de la actuación para medir la eficacia del sistema.

1.3 Para prestar apoyo a una separación reducida entre pistas paralelas, se llegó a la conclusión de que se requerirían varias mejoras técnicas, es decir, mejor precisión en azimut del SSR, mejor régimen de actualizaciones SSR, presenta-ciones en pantalla radar de más resolución y alertas auto-máticas en caso de desviación. Durante la actividad para prueba del concepto de PRM, se instalaron dos sistemas SSR candidatos y se sometieron a ensayos. Un radar de barrido electrónico en serie circular proporcionaba una precisión en azimut de 0,06° (1 sigma) y un régimen de actualización de 0,5 segundos o menos. Un segundo radar candidato, basado en un interrogador de tierra en modo S, proporcionaba la misma precisión en azimut. El radar existente tenía una antena SSR y un período de actualización de 4,8 segundos. Para el programa de demostración PRM se añadió una segunda antena SSR detrás de la antena existente con lo que se podía actualizar cada 2,4 segundos la posición de la aeronave.

1.4 Se utilizó como parte de la actividad para prueba del concepto una nueva presentación en pantalla en colores de nueva tecnología y alta resolución, que permitía a los contro-ladores radar de vigilancia detectar desviaciones del eje tan pequeñas como de 30 m (98 ft). Además, al sistema de pre-sentación en pantalla se incorporaban alertas automáticas, diseñadas para concentrar la atención del controlador en una desviación posible antes de que la aeronave penetrara en la NTZ que era de una anchura de 610 m (2 000 ft) para una separación entre ejes de pistas de 1 035 m (3 400 ft). Por lo demás, el sistema predecía la posición de cada aeronave en los siguientes diez segundos. Si esta predicción indicara que la aeronave penetraría en la NTZ en un plazo de diez segundos, se generaba una “alerta de precaución”, se mostraba el sím-bolo de posición radar de la aeronave en color amarillo y se emitía una alerta sonora. Si la aeronave penetraba en la NTZ se generaba un segundo nivel de alerta (aviso) y se mostraba el símbolo de posición radar de la aeronave en rojo. La escala

del eje perpendicular a las pistas era cuatro veces mayor que la escala del eje a lo largo de las derrotas de aproximación, con lo cual el controlador del radar de vigilancia observaba con más claridad las desviaciones laterales respecto al eje.

1.5 En las demostraciones operacionales se realizaron ensayos en vuelo real y con simuladores de aeronaves en pleno movimiento que volaban en escenarios predeterminados de desviación para que los controladores, los pilotos y los representantes de la industria de las líneas aéreas pudieran observar y tener experiencia en el funcionamiento del sistema PRM. Se analizaron las radiocomunicaciones para proporcionar los datos de retardo de las comunicaciones. Se midieron los tiempos de reacción de piloto y aeronave utilizándose simuladores de vuelo en pleno movimiento para los tipos de aeronaves B 27 y DC 10.

1.6 En la actividad de evaluación de la actuación del sistema se utilizó un modelo estadístico de riesgo de colisión preparado durante el programa PRM. En este modelo se utilizaban los datos durante el programa y se proporcionaban estimaciones de la probabilidad de distancia de evasión inferior a 150 m (500 ft) que ocurría debido a una desviación no resuelta. En el modelo se simulaba un gran número (100 000) de desviaciones que representaban los casos más desfavorables (desviaciones de 30°, suponiéndose que solamente en 1% de tales desviaciones el piloto sería incapaz de responder a una instrucción del controlador de volver al eje) y se medía la distancia mínima para cada caso. En el modelo se indicaba que aproximadamente en una de 250 desviaciones de los casos más desfavorables se llegaría a una separación mínima inferior a 150 m (500 ft). Combinada con un objetivo de una desviación en 25 millones de aproximaciones del "peor de los casos", podría tolerarse una desviación de 30° en 1 000 o más pares de aproximaciones paralelas independientes.

1.7 En la Tabla A-1 se muestran las especificaciones para los dispositivos monitores de pistas de precisión.

2. ANTECEDENTES SOBRE CUESTIONES RELACIONADAS CON LA SEGURIDAD OPERACIONAL

2.1 *Error técnico de vuelo ILS o MLS.* Se recopiló una cantidad significativa de datos del error total del sistema de navegación (TNSE) (es decir, desviaciones agregadas de aeronaves respecto a la prolongación del eje de la pista), principalmente a una distancia inferior a 19 km (10 NM) del umbral de la pista. Se llegó a la conclusión de que si se mantenía la separación vertical por lo menos hasta una distancia de 19 km (10 NM) del umbral de la pista, el número TNSE obtenido era aceptable para aproximaciones paralelas independientes. Se realizó la recopilación de datos de TNSE durante vuelos IFR en los que se realizó el seguimiento hasta una distancia de 74 km (40 NM) del umbral de la pista. Se comprobó que el TNSE aumenta en función de la distancia y que los controladores de aproximación pueden tener que intervenir para reducir a un mínimo las perturbaciones a las operaciones. La seguridad operacional y el éxito de las aproximaciones independientes en pistas paralelas poco distantes entre sí depende críticamente de la habilidad de la aeronave en cuanto a seguir de cerca el rumbo del localizador ILS o la derrota de aproximación final MLS. Obviamente, grandes desviaciones son una amenaza para las aeronaves en aproximaciones adyacentes, pero pequeñas desviaciones pueden también ocasionar un número inaceptable de alertas falsas y, por consiguiente, influir en el recorrido sin perturbaciones de la operación. Las mediciones de las desviaciones respecto al rumbo del localizador ILS o a la derrota de aproximación final MLS son críticas en la preparación de procedimientos operacionales.

2.2 *Comunicaciones.* El controlador radar de vigilancia no puede anteponerse a una transmisión de una aeronave. Para tener esto en cuenta en el modelo de riesgo de colisión, se grabaron las comunicaciones de control de aeródromo en tres aeropuertos principales en condiciones meteorológicas de vuelo por instrumentos. Un análisis indicaba que las situaciones de comunicaciones bloqueadas ocurrirían solamente en el 4% de las desviaciones del "peor de los casos" y, por consiguiente, no modificarían los cálculos generales del riesgo en los que se basaban las operaciones. La probabilidad de falla de comunicaciones debido a micrófonos estancados en ambas frecuencias al mismo tiempo que ocurría una desviación de 30° era extremadamente remota. La combinación de bloqueos de comunicaciones mientras se estaba a una distancia entre aeronaves de cuasicolisión de menos de 150 m (500 ft) durante las operaciones se esperaba que no fuera superior a un caso por 1 400 000 000 de aproximaciones ILS simultáneas, es decir, 7×10^{-10}.

2.3 *MLS y nuevas tecnologías*. El MLS, cuando se utiliza para aproximaciones directas, proporciona por lo menos la misma precisión de sistema que el ILS de CAT I. Por consiguiente, los datos de los resultados de la evaluación de datos TNSE para el ILS son igualmente aplicables a las aproximaciones MLS. En cuanto a las nuevas tecnologías de ayudas para aproximaciones de precisión, incluido el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS), se está trabajando para evaluar esos sistemas con miras a prestar apoyo a operaciones de vuelo por instrumentos simultáneas en pistas paralelas poco distantes entre sí.

2.4 *Interrupciones innecesarias*. Una interrupción innecesaria es una situación en la que el controlador radar de vigilancia inicia una interrupción y la aeronave que se desvía continúa subsiguientemente en la zona normal de operaciones.

Esto puede ocurrir cuando una aeronave actúa como si penetrara en la NTZ y genera una alerta PRM pero subsiguientemente completa su aproximación sin entrar en la NTZ. Si ocurren con frecuencia interrupciones innecesarias, se percibe que el sistema genera demasiadas alertas falsas y puede no creerse en los avisos, poniendo en peligro la seguridad operacional. Además, las interrupciones innecesarias hacen que disminuyan las ganancias de eficiencia obtenidas mediante la implantación de aproximaciones de vuelo por instrumentos paralelas independientes.

Tabla A-1. Especificaciones para el dispositivo monitor de pistas de precisión

Tipo	Radar secundario de vigilancia de monoimpulso (MSSR) para control de tránsito aéreo civil.
Función	Los transpondedores interrogan en Modo A y Modo C. Se reciben y procesan las respuestas. Se mide la distancia al blanco, el ángulo de azimut y la amplitud de la respuesta. Se presenta en pantalla la información sobre el blanco en una presentación de alta resolución.
Frecuencia	1 030 MHz (transmisión), 1 090 MHz (recepción)
Modos de funcionamiento	Modo A, Modo C, puede elevarse la categoría a Modo S
Transmisor	Estado sólido, máximo de 1 100 watts, variable
Frecuencia de repetición de impulsos	Máximo de 450
Tamaño de antena	Diámetro circular de 5,2 m (17,1 ft), altura de 1,6 m (5,1 ft)
Elementos de antena	128 columnas, cada una con 10 radiadores de dipolos
Ganancia de antena	21 dB ±0,3 dB en una cobertura de 360° en la horizontal
Forma del haz de antena	Suma (☜) y diferencia (Ⓓ)
Anchura del haz de la antena (azimut) (elevación)	Normal, 3,2° 11°
Cobertura (azimut) (elevación)	360° en 4 096 posiciones discretas del haz Hasta de 40°
Precisión en azimut	Dentro de 0,057° (un sigma)
Resolución en azimut	Resuelve trazas radar con una separación lateral de 183 m (600 ft) a una distancia de 19 km (10 NM).
Cobertura de distancia	Superior a 59 km (32 NM), ampliable hasta 370 km (200 NM).
Precisión de distancia	Mejor que ±18,3 m (60 ft) con exclusión de errores de sesgo del transpondedor.
Resolución de distancia	Menor de 185 m (0,1 NM).
Receptor por monoimpulsos	Digital (12 bit A/D), autocompensación para errores de fase y amplitud entre canales de suma y de diferencia.
Seguimiento de traza radar	Más de 25 trazas radar a un régimen de actualización de 1,0 segundos al mismo tiempo que se hace la búsqueda para nuevas trazas.
Presentación en pantalla	Dispositivos monitores en color de alta resolución.
Ensayo incorporado	Ensayo pleno incorporado iniciado a la puesta en marcha. Cada segundo se programa un mínimo de 450 ms para ensayo incorporado. Un dispositivo monitor detecta fallas en la columna particular de la antena.
Dispositivo monitor	Presentación en pantalla para mantenimiento e impresora disponible tanto en la caseta para el equipo como en el sitio de operaciones.

Apéndice B

EJEMPLO DE SEPARACIÓN ENTRE PISTAS Y PROCEDIMIENTOS ATC APLICADOS EN FRANCIA

1. CONFIGURACIÓN DE LAS PISTAS

Se realizan operaciones simultáneas en pistas casi paralelas en el Aeropuerto Orly de París, Francia. Las pistas están orientadas a 07/ 25 y 08/26 (véase la Figura B-1).

2. OPERACIONES

2.1 Se utilizan las dos pistas 07/25 y 08/26 que están a un ángulo de convergencia de 13° para operaciones independientes segregadas:

— dirección este: 07 para aterrizajes, 08 para despegues;

— dirección oeste: 26 para aterrizajes, 25 para despegues.

2.2 Para salidas en la dirección este (07/08), se consieran las dos pistas como independientes pues la divergencia lleva a una separación lateral natural (véase la Figura B-2).

2.3 En la dirección oeste (25/26), hay alguna dependencia puesto que las pistas convergen. Ha de mantenerse la separación adecuada entre el rumbo de despegue por la pista 25 y el rumbo de aproximación frustrada por la pista 26 (véase la Figura B-3). Cuando las condiciones meteorológicas son favorables, se realizan operaciones en las dos pistas como si fueran pistas independientes puesto que en la fase inicial de la aproximación frustrada puede mantenerse el contacto visual con la aeronave que despega de la otra pista. En condiciones meteorológicas en las que la visibilidad es inferior a 2 000 m (6 500 ft) y la base de las nubes está por debajo de 150 m (500 ft), cuando una aeronave en la aproximación final está a 3,7 km (2,0 NM) del umbral, no se autorizan los despegues hasta que el controlador tiene confianza de que no ocurrirá ninguna aproximación frustrada.

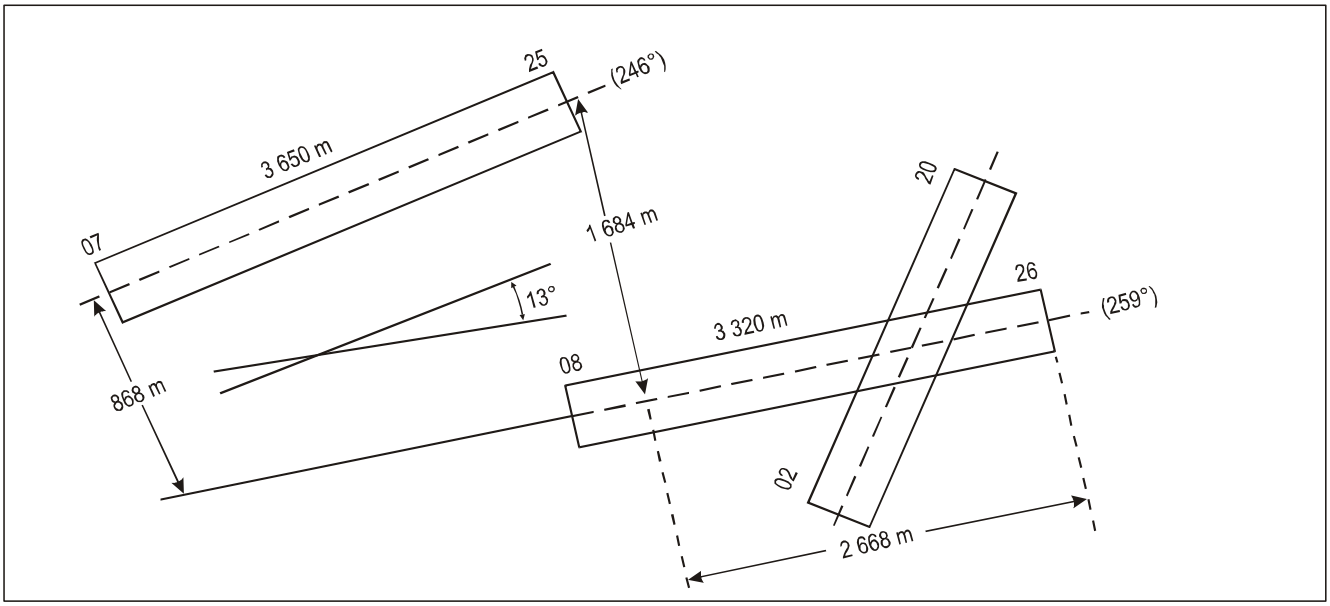
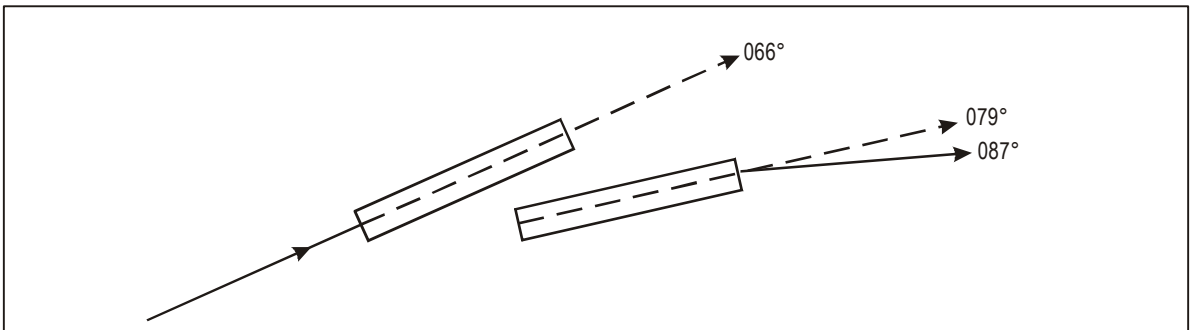


Figura B-1. Operaciones simultáneas en pistas casi paralelas



Nota.— El ángulo de divergencia de 8 enel rumbo de salida de una pista es para fines de atenuación del ruido y para atender a la necesidad de mejorar la separación entre salidas.

Figura B-2. Salidas hacia el este (pistas independientes)

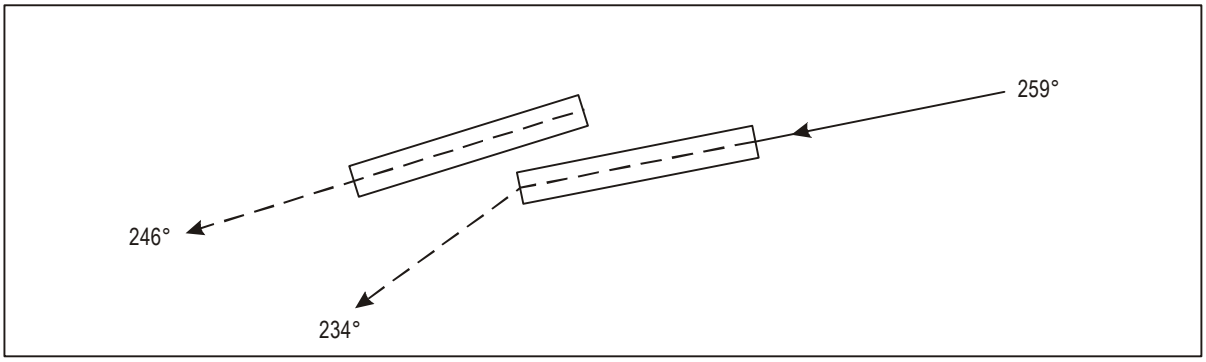


Figura B-3. Salidas hacia el oeste (pistas convergentes)

— FIN —

© OACI 2004
9/04, S/P1/270

Núm. de pedido 9643
Impreso en la OACI

ISBN 92-9194-372-X