

**Doc 9906**  
**AN/472**



# **Manual de garantía de calidad para el diseño de procedimientos de vuelo**

---

**Volumen 3**  
**Validación del soporte**  
**lógico para el diseño de**  
**procedimientos de vuelo**

Aprobado por el Secretario General  
y publicado bajo su responsabilidad

Primera edición — 2010

Organización de Aviación Civil Internacional



**Doc 9906  
AN/472**



# **Manual de garantía de calidad para el diseño de procedimientos de vuelo**

---

**Volumen 3  
Validación del soporte  
lógico para el diseño de  
procedimientos de vuelo**

Aprobado por el Secretario General  
y publicado bajo su responsabilidad

Primera edición — 2010

**Organización de Aviación Civil Internacional**

Publicado por separado en español, árabe, chino, francés, inglés y ruso, por la ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL  
999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7

La información sobre pedidos y una lista completa de los agentes de ventas y librerías pueden obtenerse en el sitio web de la OACI: [www.icao.int](http://www.icao.int)

*Primera edición — 2010*

**Doc 9906, Manual de garantía de calidad para el diseño de procedimientos de vuelo**  
**Volumen 3 — Validación del soporte lógico para el diseño de procedimientos de vuelo**

Núm. de pedido. 9906-3  
ISBN 978-92-9231-717-1

© OACI 2011

Reservados todos los derechos. No está permitida la reproducción de ninguna parte de esta publicación ni su tratamiento informático, ni su transmisión de ninguna forma ni por ningún medio, sin la autorización previa y por escrito de la Organización de Aviación Civil Internacional.





## PREFACIO

Este *Manual de garantía de calidad para el diseño de procedimientos de vuelo* (Doc 9906) comprende cuatro volúmenes:

Volumen 1 — *Sistema de garantía de calidad del diseño de procedimientos de vuelo*;

Volumen 2 — *Capacitación de diseñadores de procedimientos de vuelo*;

Volumen 3 — *Validación del soporte lógico para el diseño de procedimientos de vuelo*; y

Volumen 4 — *Construcción del diseño de procedimientos de vuelo*.

Los procedimientos de vuelo por instrumentos que se valen de las ayudas para la navegación convencionales en tierra han exigido siempre un alto grado de atención al control de la calidad. Sin embargo, con la introducción de la navegación de área y sus sistemas de navegación con bases de datos de a bordo, incluso el error más insignificante en los datos puede tener resultados catastróficos. Un tal aumento de las exigencias de calidad de los datos (tanto en términos de precisión como de resolución e integridad) planteó la necesidad de contar con un proceso sistémico para garantizar la calidad. En el volumen II de los *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves* (PANS-OPS, Doc 8168), el capítulo que trata de la garantía de la calidad (Parte I, Sección 2, Capítulo 4) hace referencia a este manual al disponer que los Estados adopten medidas para “controlar” la calidad de los procesos vinculados con la construcción de procedimientos de vuelo por instrumentos. Para ello, la orientación de este manual está dirigida a alcanzar un nivel más alto de garantía de la calidad en el proceso de diseño de los procedimientos. Los cuatro volúmenes que lo componen abordan cuestiones de vital importancia para alcanzar, mantener y elevar continuamente la calidad del diseño de procedimientos. La gestión de la calidad de los datos, la capacitación de los diseñadores de procedimientos y la validación de los soportes lógicos son elementos esenciales de todo programa de garantía de la calidad.

El **Volumen 1** — *Sistema de garantía de calidad del diseño de procedimientos de vuelo* ofrece orientación para la garantía de la calidad de los elementos que intervienen en el diseño de procedimientos, como la documentación del diseño de procedimientos, los métodos de verificación y validación y las directrices sobre adquisición/tratamiento de información/datos de origen. También presenta un diagrama genérico de flujo de procesos para el diseño e implantación de procedimientos de vuelo.

El **Volumen 2** — *Capacitación de diseñadores de procedimientos de vuelo* se ocupa de la instrucción de los diseñadores de procedimientos de vuelo. La capacitación es el punto de partida de todo programa de garantía de la calidad. En este volumen se brinda orientación para el establecimiento de programas de capacitación.

El **Volumen 3** — *Validación del soporte lógico para el diseño de procedimientos de vuelo* contiene orientación para la validación (que no ha de confundirse con la certificación) de las herramientas de diseño de procedimientos, particularmente en relación con los criterios.

El **Volumen 4** — *Construcción del diseño de procedimientos de vuelo* se publicará más adelante.

*Nota.* — Toda vez que en los distintos volúmenes se aluda al “manual” sin otras precisiones, se entenderá que se hace referencia al presente volumen del *Manual de garantía de calidad para el diseño de procedimientos de vuelo*.





# ÍNDICE

	<i>Página</i>
PREFACIO .....	(v)
ÍNDICE .....	(vii)
ABREVIATURAS.....	(ix)
DEFINICIONES .....	(xi)
PRÓLOGO .....	(xiii)
ESTRUCTURA DEL MANUAL .....	(xv)
<b>Capítulo 1. Introducción .....</b>	<b>1-1</b>
1.1 Automatización en el diseño de procedimientos.....	1-1
1.2 Requisito de validación de las herramientas de diseño de procedimientos.....	1-1
1.3 Utilización del manual.....	1-1
<b>Capítulo 2. Alcance .....</b>	<b>2-1</b>
2.1 Objetivo del manual .....	2-1
2.2 Validación funcional.....	2-1
2.3 Validación en función de los criterios.....	2-1
2.4 Datos aeronáuticos y geográficos utilizados en las herramientas de diseño de procedimientos.....	2-2
2.5 Necesidad de validación de las herramientas de diseño de procedimientos.....	2-2
2.6 Informe de la validación en función de los criterios .....	2-3
2.7 Necesidad de validación .....	2-3
2.8 Ambigüedades en los documentos de referencia .....	2-3
<b>Capítulo 3. Introducción a las herramientas de diseño de procedimientos.....</b>	<b>3-1</b>
3.1 Funciones principales de las herramientas de diseño de procedimientos .....	3-1
3.2 Los dos tipos principales de herramienta de diseño de procedimientos.....	3-3
<b>Capítulo 4. Ejecución del programa de validación .....</b>	<b>4-1</b>
4.1 Preparación .....	4-1
4.2 Alcance de la validación de soportes lógicos.....	4-1
4.3 Ensayos.....	4-1
4.4 Metodología de validación .....	4-2
4.5 Documentación de la validación .....	4-2

<b>Capítulo 5. Plataforma de diseño de procedimientos .....</b>	<b>5-1</b>
5.1 Documentación de la herramienta .....	5-1
5.2 Información geográfica .....	5-1
5.3 Cálculos en el WGS-84.....	5-1
5.4 Declinación magnética.....	5-2
<b>Capítulo 6. Datos de entrada .....</b>	<b>6-1</b>
6.1 Integración y actualización de los datos aeronáuticos.....	6-1
6.2 Validación del ingreso de datos sobre el terreno .....	6-2
<b>Capítulo 7. Funciones de diseño de procedimientos.....</b>	<b>7-1</b>
7.1 Aspectos a considerar respecto a las unidades de medida y el redondeo .....	7-1
7.2 Validación de datos y parámetros básicos.....	7-2
7.3 Validación de elementos básicos.....	7-2
7.4 Validación de la caracterización de criterios.....	7-3
7.5 Aplicación del proceso de validación de la caracterización de criterios al diseño y los esquemas (procedimientos convencionales/RNAV).....	7-4
7.6 Aplicación a la validación de caracterización normalizada para los cálculos.....	7-41
7.7 Casos puntuales .....	7-41
<b>Apéndice A. Transformaciones/conversiones de datos geográficos.....</b>	<b>Ap A-1</b>
<b>Apéndice B. Cálculos en el WGS-84.....</b>	<b>Ap B-1</b>
<b>Apéndice C. Datos y parámetros básicos .....</b>	<b>Ap C-1</b>
C-1 Datos de origen y valores de referencia para los cálculos de diseño de procedimientos .....	Ap C-1
C-2 Valores de MOC .....	Ap C-2
<b>Apéndice D. Validación de elementos básicos.....</b>	<b>Ap D-1</b>
D-1 Construcción de puntos de referencia y puntos de recorrido.....	Ap D-1
D-2 Muestra de resultados del cálculo de la TAS.....	Ap D-3
D-3 Construcción de la derrota nominal .....	Ap D-4
D-4 Evaluación de obstáculos en los procedimientos de salida .....	Ap D-5
D-5 Construcción de superficies ILS/MLS .....	Ap D-5
D-6 Evaluación de obstáculos en las aproximaciones ILS/MLS.....	Ap D-6
D-7 Evaluación de obstáculos en las aproximaciones RADAR .....	Ap D-6
D-8 Aproximación directa .....	Ap D-7
D-9 Ajuste de la OCH .....	Ap D-7
D-10 Inclinación de la pendiente y velocidad de descenso .....	Ap D-7
<b>Apéndice E. Modelo de documentación de la validación .....</b>	<b>Ap E-1</b>
<b>Garantía de la calidad — Formulario de envío de comentarios .....</b>	<b>G-1</b>

## ABREVIATURAS

AIXM	Modelo de intercambio de información aeronáutica
ARP	Punto de referencia de aeródromo
ATS	Servicios de tránsito aéreo
ATT	Tolerancia paralela a la derrota
CAD	Diseño asistido por computadora
CMMI	Integración de modelos de madurez de capacidades
CRM	Modelo de riesgo de colisión
CTR	Zona de control
DAFIF	Archivos digitales aeronáuticos de información de vuelo
DME	Equipo radio telemétrico
DTM	Modelo digital del terreno
eTOD	Datos electrónicos sobre el terreno y los obstáculos
FTA	Área de tolerancia del punto de referencia
IAS	Velocidad indicada
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
ILS	Sistema de aterrizaje por instrumentos
LOC	Localizador
MOC	Margen mínimo de franqueamiento de obstáculos
MOCA	Altitud mínima de franqueamiento de obstáculos
MSA	Altitud mínima de sector
NDB	Radiofaro no direccional
OAS	Superficie de evaluación de obstáculos
OCA/H	Altitud/altura de franqueamiento de obstáculos
OLS	Superficie limitadora de obstáculos
PDG	Pendiente de diseño del procedimiento
RNAV	Navegación de área
SI	Sistema internacional de unidades de medida
SIG	Sistema de información geográfica
TACAN	Sistema TACAN de navegación de aérea táctica (UHF)
TMA	Área de control terminal
UTM	(Grilla) transversa universal de Mercator
VOR	Radiofaro omnidireccional VHF
WGS-84	Sistema Geodésico Mundial — 1984
WP	Punto de recorrido
XTT	Tolerancia perpendicular a la derrota



## DEFINICIONES

**Aceptación.** El acto por el cual se acepta y aprueba algo oficialmente (recepción favorable).

**Automatización.** Funcionamiento o control automático de equipo, procesos o sistemas.

**Caracterización de criterios.** Descripción esquemática de los criterios donde se exponen sus propiedades y que puede usarse para estudiar o aplicar sus características.

**Elemento básico.** Objeto de nivel más bajo dentro de una función particular.

**Ensayo.** Fundamento para la evaluación crítica.

**Función de diseño de procedimientos.** Elemento de un soporte lógico para diseño de procedimientos que ejecuta una tarea predefinida y genera un resultado para uso del diseñador de procedimientos.

*Nota.—La descripción de las funciones de diseño de procedimiento debe especificar todos los datos de entrada necesarios (valores, formato, etc.) y describir en forma completa los datos de salida previstos. Por ejemplo:*

- *el resultado de la verificación de los datos ingresados para confirmar que corresponden con el reglamento pertinente*
- *los resultados de distintos cálculos (anchura de área, MOCA, etc.)*
- *trazado del área de protección*

**Herramienta de diseño de procedimientos.** Sistema automatizado que ejecuta cálculos y/o diseños y esquemas de procedimientos.

**Parámetro básico.** Parámetro o valor constante de referencia definido en los criterios a utilizar en los cálculos de diseño de procedimientos.

**Soporte informático.** Plataforma informática necesaria para el funcionamiento de la herramienta automatizada (p. ej. un sistema operativo o sistema de gestión de bases de datos)

**Validación.** Confirmación, sobre la base de pruebas concretas, de que se cumplen los requisitos para un determinado uso o aplicación (véase el Anexo 15 — *Servicios de información aeronáutica*). Actividad por la cual se verifica que el valor de un determinado tipo de datos se corresponda totalmente con la identidad asignada a ese tipo de datos, o que un conjunto de tipos de datos sea aceptable para el uso previsto.

**Validación del soporte lógico.** Confirmación, a partir de una serie de ensayos, de que el sistema automatizado responde a las normas prescritas.

*Validación funcional.* Confirmación de que las funciones automatizadas están correctamente instaladas y de que la interfaz hombre-máquina responde a las necesidades del usuario.

*Validación respecto a los criterios.* Confirmación, a partir de una serie de ensayos, de que los resultados se ajustan a los criterios definidos.

**Verificación.** Confirmación, sobre la base de pruebas concretas, de que se cumplen los requisitos establecidos (véase el Anexo 15). Actividad por la cual se coteja el valor actual de un determinado tipo de datos con el valor originalmente introducido.



## PRÓLOGO

En el preámbulo del volumen II de los *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves* (PANS-OPS, Doc 8168) se señala que “incumbe a los Estados contratantes la implantación de los procedimientos”, lo que supone que, en última instancia, la responsabilidad por los procedimientos publicados dentro del territorio de un Estado recae en sus autoridades nacionales.

Los Estados pueden emprender por sí el proceso de diseñar los procedimientos o delegarlo en terceros, tales como proveedores de servicios de tránsito aéreo (ATS), empresas privadas u otros Estados.

Si en el diseño de procedimientos se usan procesos automatizados, el Estado deberá asegurarse de que se hayan validado las funciones automatizadas para que los resultados finales se ajusten a los criterios establecidos.

La validación puede ser realizada por el Estado o delegarse en un tercero reconocido (otro Estado, un proveedor de ATS, una empresa privada)

Este manual es un texto de orientación que propone un medio entre distintos medios posibles para validar las funciones de las herramientas de diseño de procedimientos. Esta validación también podría realizarse integrando en el sistema de gestión de la seguridad operacional un mecanismo de garantía de la seguridad del soporte lógico (que defina el nivel necesario de calidad del soporte lógico y las garantías de verificación, de gestión de configuración, de control y documentación de requisitos y de validez de los requisitos)

*Nota.— Este manual también puede resultar útil para las empresas dedicadas al desarrollo de programas informáticos que deseen demostrar la conformidad de sus productos con los criterios correspondientes, y en general para todos aquellos que se desempeñen en el campo del diseño de procedimientos.*

En la elaboración de este manual se contó con la activa participación de representantes de la industria de soportes lógicos para el diseño de procedimientos. Se reconoce que existen otros documentos sobre la validación de soportes lógicos que no se aplican específicamente al diseño de procedimientos de vuelo, tales como los publicados por la IEEE, CMMI, EUROCONTROL y RTCA.

Se agradecerán los comentarios de los Estados y de las misiones de cooperación técnica de la OACI, en particular respecto a la aplicación, utilidad y alcance de los contenidos de este manual. Todos los comentarios se tendrán en cuenta en las actualizaciones posteriores. Se ruega dirigir los comentarios sobre este manual a:

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





# ESTRUCTURA DEL MANUAL

Este manual se divide en las siguientes partes:

*Capítulo 1 — Introducción*, donde se describe el proceso de automatización en el diseño de procedimientos y la necesidad de validar las herramientas que se utilizan en dicha tarea, y se exponen los principios básicos que rigen la aplicación de este manual.

*Capítulo 2 — Alcance*, en el que se define el objetivo de este manual y se enumeran los distintos tipos de validación y su aplicación a las herramientas de diseño de procedimientos. Se tratan allí los requisitos de documentación de la validación y el proceso de validación iterativo, y se incluye orientación sobre la notificación de ambigüedades en los PANS-OPS.

*Capítulo 3 — Introducción a las herramientas de diseño de procedimientos*, que brinda información general sobre estas herramientas y sus funciones más importantes, y presenta los principales tipos de herramientas que existen en la actualidad.

*Capítulo 4 — Ejecución del programa de validación*, que contiene orientación práctica para diseñar y llevar a la práctica un programa de validación para herramientas de diseño de procedimientos.

*Capítulo 5 — Plataforma de diseño de procedimientos*, donde se establecen los requisitos generales relativos a la documentación de las herramientas, la gestión de la información geográfica y los cálculos en el WGS-84.

*Capítulo 6 — Datos de entrada*, que se ocupa de los requisitos para el ingreso y la actualización de los datos aeronáuticos y sobre el terreno.

*Capítulo 7 — Funciones de diseño de procedimientos*, la parte principal del manual, que se divide a su vez en cuatro partes: consideraciones relativas a las unidades de medida y el redondeo de valores, validación de parámetros básicos, validación de elementos básicos y validación de la caracterización de criterios.

## Convenciones de redacción

En este manual se usan las siguientes convenciones de redacción:

- el verbo “deber” denota que lo que se indica es un requisito necesario para que pueda cumplirse la especificación;
- el mismo verbo en su forma potencial “debería” denota que lo indicado es una recomendación o mejor práctica; y
- el verbo “poder” denota que lo indicado es un elemento optativo.



# Capítulo 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 AUTOMATIZACIÓN EN EL DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS

1.1.1 Gracias a los últimos adelantos tecnológicos en el campo de la informática, los diseñadores se valen cada vez más de herramientas de diseño de procedimientos para controlar la calidad y reforzar la integridad de sus procesos de diseño.

1.1.2 Una "herramienta de diseño de procedimientos" es todo sistema numérico automatizado que ejecuta cálculos y/o diseños y esquemas de procedimientos, desde una fórmula automatizada dentro de una planilla de cálculo hasta un paquete integrado de programas informáticos diseñados específicamente para esa tarea.

1.1.3 Con sus funciones específicas integradas, las herramientas de diseño de procedimiento ayudan en el diseño de procedimientos de navegación –convencional y de área (RNAV)– para las fases de salida, en ruta, llegada, terminal y aproximación. Su cometido es facilitar la labor de diseño aportando un cierto grado de automatización en los cálculos y la generación de esquemas de procedimientos que respondan a los criterios definidos. La automatización de los cálculos contribuye también a aumentar la integridad de los datos.

1.1.4 Las herramientas de diseño de procedimientos incluyen dispositivos que facilitan la tarea del diseñador a lo largo de todo el proceso de diseño, desde la gestión de los datos hasta el resultado final (preparación de la publicación).

1.1.5 La automatización no puede, sin embargo, sustituir la pericia del diseñador.

### 1.2 REQUISITO DE VALIDACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS

1.2.1 Aun cuando las herramientas de diseño son cada vez más accesibles y capaces de acortar sensiblemente los tiempos de diseño y facilitar la colaboración, también pueden generar confusión si contienen errores o si no todas sus funciones garantizan el cumplimiento de los criterios de diseño establecidos. Esta incertidumbre plantea la necesidad de definir un proceso de validación de las herramientas de diseño de procedimiento. Como ventaja adicional, la validación ayuda a que el usuario se familiarice con la herramienta.

1.2.2 Se recomienda que tanto la entidad diseñadora de procedimientos que utiliza la herramienta como su autor o proveedor participen en su validación.

### 1.3 UTILIZACIÓN DEL MANUAL

1.3.1 Este manual se basa en los criterios definidos por la OACI, particularmente los que figuran en los *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves (PANS-OPS, Doc 8168)*.

*Nota.— Las referencias a los PANS-OPS incluidas en este manual corresponden a la quinta edición de los Volúmenes I y II.*

1.3.2 Las enmiendas de los criterios de referencia deberán reflejarse tan pronto como sea posible en las herramientas informáticas.

1.3.3 Las directrices que se presentan aquí constituyen un marco general adaptable para acoger otros criterios (criterios nacionales, por ejemplo) según corresponda.

---

## Capítulo 2

### ALCANCE

#### 2.1 OBJETIVO DEL MANUAL

2.1.1 Este manual ofrece directrices para la validación de herramientas de diseño de procedimiento en función de los criterios que se definan.

*Nota.— La validación es el reconocimiento de que se cumplen determinados parámetros derivados de una serie de ensayos y no supone el otorgamiento de certificado alguno. Que una herramienta de diseño de procedimientos ha sido validada significa que cumple los parámetros definidos para sus principales usos. La validación presupone la existencia de parámetros aplicables y una metodología dada (orientación y ensayos preestablecidos). La validación puede tener lugar con posterioridad al desarrollo, utilizando programas comerciales.*

2.1.2 El alcance de este manual **no incluye** la certificación de herramientas de diseño de procedimiento.

*Nota.— Se define como certificación el reconocimiento oficial de que se cumplen los parámetros derivados de un procedimiento dado (procedimiento de certificación) y el consiguiente otorgamiento de un certificado de conformidad. En este sentido, la certificación de una herramienta de diseño de procedimientos supone la conformidad con los parámetros previstos en todos los estudios que puedan realizarse con dicha herramienta. La certificación presupone la existencia de parámetros aplicables y un procedimiento de certificación. La certificación debe además abarcar todos los aspectos de la herramienta, incluida la fase de desarrollo informático (siguiendo un proceso similar al descrito en DO-278B), e instrumentarse desde el inicio mismo del desarrollo de la herramienta (elaboración del algoritmo).*

#### 2.2 VALIDACIÓN FUNCIONAL

2.2.1 La validación funcional es la confirmación de que se han instalado correctamente las funciones automatizadas de la herramienta (p. ej., que al seleccionar un elemento en un menú, este elemento aparece) y que la interfaz hombre-máquina responde a las necesidades del usuario. Este tipo de validación dependerá entonces de las necesidades del usuario y podrá efectuarse en la fase de aceptación de parte del usuario final. También cabe señalar que la validación funcional no se interesa en los criterios de diseño de procedimiento sino en las especificaciones generales (interfaz y ergonomía, especificaciones genéricas de las herramientas informáticas, etc.).

2.2.2 Si bien la validación funcional queda fuera del alcance de este manual, no estará de más que se la considere junto con las demás directrices que se proponen aquí.

#### 2.3 VALIDACIÓN EN FUNCIÓN DE LOS CRITERIOS

2.3.1 La validación en función de los criterios consiste en verificar que los resultados obtenidos en una serie de ensayos de la herramienta se correspondan con los criterios definidos. Los ensayos deben comprender todas las funciones pertinentes de la herramienta (incluidas las funciones generales y algunas funciones de entrada/salida). Como parte de los ensayos, deberían compararse los resultados generados por la herramienta con los resultados obtenidos en forma manual o con una herramienta distinta y previamente validada. Los ensayos se realizarán siguiendo una lista y directrices predefinidas.

2.3.2 Las series de ensayos que se recomiendan en este manual deberían tomarse como requisito mínimo, pudiendo requerirse ensayos adicionales según la validación a efectuar.

## **2.4 DATOS AERONÁUTICOS Y GEOGRÁFICOS UTILIZADOS EN LAS HERRAMIENTAS DE DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS**

2.4.1 La calidad del trabajo del diseñador de procedimientos depende en gran medida de la calidad de la información que utiliza. Gracias a la automatización, en la actualidad casi toda la información se almacena en bases de datos, tanto de datos aeronáuticos como geográficos.

2.4.2 Más allá de la calidad de los datos (lo que excede el alcance de este manual), los métodos que se sigan para incorporarlos en la herramienta y actualizarlos pueden determinar que los cómputos automatizados arrojen o no el resultado correcto. Es por ello que se incluye aquí orientación para la validación del ingreso y la actualización de los datos.

2.4.3 El tratamiento de datos aeronáuticos (p. ej., cálculos geodésicos en el WGS-84, conversión entre sistemas de referencia y sistemas de proyección) puede adquirir una importancia vital para la validez del diseño de procedimientos. En este manual se proporciona orientación sobre estos procesos.

2.4.4 Algunas herramientas de diseño de procedimientos usan datos del terreno (modelos digitales, tramas triangulares irregulares, etc.) para representarlos gráficamente, mientras que otras los usan como parte de los cálculos internos y para generar esquemas de procedimientos. La validación del uso de datos sobre el terreno se aplica únicamente a las herramientas que los usan en sus procesos de cálculo. La validación del uso de datos geográficos estrictamente para fines de representación gráfica excede el objeto de este manual.

2.4.5 Se ha demostrado que algunas diferencias en el ingreso de datos sobre el terreno (por falta de uniformidad en las referencias geográficas) pueden pasar inadvertidas por los diseñadores de procedimientos, pero de hecho se producen y pueden provocar grandes discrepancias en los resultados finales si se usan esos datos en los cálculos. Por las posibles consecuencias de tales errores y la dificultad para detectarlos, es necesario proceder con gran cuidado en la validación del ingreso en las herramientas de diseño de procedimientos de los datos sobre el terreno que se utilicen en los cálculos.

## **2.5 NECESIDAD DE VALIDACIÓN DE HERRAMIENTAS DE DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS**

2.5.1 Este manual de validación puede aplicarse a algunas funciones específicas o a la totalidad de una herramienta en particular. Huelga decir que no todas las herramientas contienen todas las funciones necesarias para el diseño de procedimientos, por lo que algunos elementos del proceso de validación se aplicarán a unas y no a otras. Se entiende también que la utilidad de las distintas funciones de una herramienta dependerá de las necesidades del usuario. Por todo ello, la decisión de cuáles elementos de validación aplicar de los aquí descritos debería tomarse al momento de realizar la validación.

2.5.2 Si bien la validación debería abarcar todas las funciones críticas del proceso de diseño de procedimientos, por lo menos en una primera etapa pueden tomarse por válidos algunos elementos de otros campos (p. ej., la calidad de los datos aeronáuticos que provienen de los servicios de información aeronáutica).

2.5.3 Las herramientas deberían validarse para un soporte informático específico [un sistema operativo, una plataforma para un sistema de información geográfica (SIG) o programa de diseño asistido por computadora (CAD), un sistema de gestión de bases de datos, etc.]. Si se cambia posteriormente el soporte informático, puede ser necesario volver a validar la herramienta (véase el párrafo 2.7.3).

## 2.6 INFORME DE LA VALIDACIÓN EN FUNCIÓN DE LOS CRITERIOS

2.6.1 Deberá redactarse un informe del proceso de validación donde se indiquen claramente los criterios que se hayan usado como referencia (con indicación de fechas y mención de la última enmienda considerada) y el grado de conformidad de la herramienta con estos criterios.

2.6.2 El informe individualizará con precisión todos los elementos que se hayan ensayado (con el detalle de los resultados obtenidos) y los que se hubieran excluido del proceso de validación. Se consignará toda limitación de una función dada (p. ej., restricciones de altitud para los circuitos de espera).

2.6.3 El informe de validación incluirá información sobre los ensayos (fechas, nombre de las personas que los realizaron, etc.). También se indicará la versión de la herramienta ensayada, del soporte informático (SIG, CAD, sistema de gestión de bases de datos, etc.) y del sistema operativo utilizado.

2.6.4 Finalmente, el informe debería incluir las notas y comentarios de los usuarios finales respecto a la conformidad de la herramienta con los criterios definidos.

2.6.5 En el Apéndice E figura un modelo de informe de validación.

## 2.7 NECESIDAD DE REVALIDACIÓN

2.7.1 Al actualizarse los criterios que se aplican al diseño de procedimientos, el autor o proveedor del soporte lógico de diseño de procedimientos deberá evaluar en qué medida el cambio afecta a la herramienta de diseño. Si se determina que los cambios afectan a las funciones de diseño de procedimientos, las mismas deberán ser objeto de revalidación.

2.7.2 Ante el lanzamiento de una nueva versión del soporte lógico de diseño, deberán individualizarse y evaluarse las consecuencias de los cambios respecto a la versión anterior. Si la nueva versión incorpora nuevas funciones o modifica las existentes, será preciso revalidar la herramienta.

2.7.3 A medida que vaya evolucionando el soporte informático (sistema operativo, plataforma de SIG o CAD, sistema de gestión de bases de datos, etc.), se deberán en lo posible(\*) individualizar y evaluar las consecuencias. Cuando se considere necesario, se efectuará una revalidación parcial o total.

*(\*) Existe la posibilidad de que algunas actualizaciones no se documenten o notifiquen. En tales casos, tal vez no sea posible detectar y evaluar sus consecuencias.*

## 2.8 AMBIGÜEDADES EN LOS DOCUMENTOS DE REFERENCIA

2.8.1 Se reconoce que el proceso de validación puede dejar en evidencia ambigüedades en los PANS-OPS vigentes.

2.8.2 Todo problema surgido en el proceso de validación que se presuma es consecuencia de ambigüedades en los PANS-OPS debería notificarse a la OACI para su consideración por los canales apropiados.

---





## Capítulo 3

# INTRODUCCIÓN A LAS HERRAMIENTAS DE DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS

### 3.1 FUNCIONES PRINCIPALES DE LAS HERRAMIENTAS DE DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS

#### Introducción

3.1.1 Las herramientas de diseño de procedimientos ofrecen al usuario una serie de funciones que pueden agruparse en tres grandes categorías: plataforma de diseño, entradas y salidas, y diseño de procedimientos propiamente dicho.

#### Plataforma de diseño

3.1.2 La “plataforma de diseño” comprende todos los aspectos generales que el diseñador de procedimientos debe tener en cuenta en su labor pero que no se relacionan específicamente con los criterios normales.

3.1.3 Incluye los siguientes aspectos:

- información geográfica: integración del sistema referencial de coordenadas, cálculos del WGS-84, conversión entre distintos sistemas de referencia, proyecciones cartográficas, etc.;
- herramientas gráficas: creación y gestión de objetos gráficos (segmentos, curvas, texto, etc.), representación bidimensional o tridimensional de información geográfica;
- referencias: acceso directo a los criterios y documentación de referencia utilizados en el diseño;
- grabación y archivo del trabajo del diseñador para estudios posteriores; y
- informes de los estudios vinculados con el diseño de procedimientos.

3.1.4 La correcta instalación de estas funciones contribuye al buen funcionamiento de las herramientas. Esto justifica la necesidad de validar dichas funciones y la inclusión de dicha validación en este manual.

3.1.5 Conviene tener presente que estas funciones provienen en general de otros sistemas validados, como los SIG para la información geográfica, los sistemas tipo CAD para las herramientas gráficas, los archivos digitales de referencias originalmente impresos en papel y las funciones generales de automatización para la grabación y el archivo.

#### Entradas y salidas

3.1.6 Se entiende por entradas y salidas la información y los datos digitales que se ingresan en la herramienta y los que se extraen posteriormente de ella. Las funciones correspondientes abarcan el manejo de los formatos de datos de entrada y salida de algunos de los datos aeronáuticos y sobre el terreno que usan los diseñadores [obstáculos identificados en el modelo de riesgos de colisión (CRM), AIXM, ARINC, 424, DAFIF].

3.1.7 La función de entrada es lo que permite integrar datos e información de utilidad para el diseño de procedimientos. Abarca la adquisición original de información o datos y los procesos de actualización.

3.1.8 Esto incluye los siguientes aspectos:

- incorporación de datos en formato ráster: gráficos en mapa de bits, imágenes, modelos digitales del terreno (DTM), etc.;
- incorporación de archivos en formato vectorial: DTM vectoriales, datos topográficos, etc.; y
- integración, gestión y actualización de información aeronáutica: ayudas para la navegación, aeródromos, obstáculos, espacio aéreo, etc.

3.1.9 El ingreso de datos en una herramienta de diseño de procedimientos puede hacerse mediante la carga automática a partir de una base de datos o por adquisición manual. En ambos casos, resulta de vital importancia que la integridad de los datos que se importan a la herramienta satisfaga los requisitos fijados para los datos en las Normas pertinentes de la OACI (Anexo 11 — *Servicios de tránsito aéreo* y Anexo 14 — *Aeródromos*).

3.1.10 Las funciones de entrada son fundamentales para el buen funcionamiento de las herramientas informáticas. Por ejemplo, un tratamiento incorrecto de las actualizaciones de las bases de datos aeronáuticos puede provocar resultados equivocados al permitir el uso de información de origen desactualizada. Es por este motivo que el manual de validación se ocupa de las funciones de entrada.

3.1.11 Las funciones de salida le permiten al diseñador de procedimientos obtener algunos resultados del diseño (esquemas o archivos), representaciones gráficas de los esquemas, archivos con resultados de cómputos, o la codificación de los procedimientos de diseño según distintos formatos (por ejemplo, ARINC 424). Entre estas funciones se incluyen:

- la representación bidimensional o tridimensional del esquema de diseño del procedimiento;
- la generación de archivos con los resultados de todos los cómputos;
- la representación gráfica de los procedimientos (desde el modo de diseño a la carta aeronáutica); y
- la codificación del procedimiento (ARINC 424, AIXM, etc.).

3.1.12 En el manual de validación las salidas se consideran parte de los resultados que generan las herramientas de diseño de procedimientos. Debe aclararse que la conformidad de la representación gráfica de los procedimientos con las normas aplicables (definidas en el Anexo 4 — *Cartas aeronáuticas*) está fuera del alcance del manual.

### **Diseño de procedimientos**

3.1.13 El “diseño de procedimientos” es el proceso de diseño como tal: comprende el cumplimiento de los criterios de referencia, el trazado de los esquemas de los procedimientos (con plantillas de áreas de protección) y los cálculos correspondientes. Las funciones de que se disponga dependerán de la herramienta utilizada (véase el artículo 3.2).

3.1.14 Esto incluye los siguientes aspectos:

- integración de los parámetros de la OACI para la realización de los cálculos;

- caracterización de los criterios considerados (según corresponda): ejecución de los algoritmos de aplicación de criterios, verificaciones de conformidad, notificación al usuario en caso de inconformidad (mensajes de alerta y error). Algunas herramientas pueden no incluir la caracterización de los criterios o incluirla sólo parcialmente, y en tal caso en lugar de algoritmos habrá herramientas de dibujo con verificaciones de coherencia;
- generación de esquemas de procedimientos en ruta/en área terminal/de aproximación RNAV/convencionales, con áreas de protección, para todos los tipos de procedimiento:
  - circuitos de espera
  - inversiones
  - llegada y salida
  - tramo inicial, intermedio y final
  - aproximación de precisión
  - aproximación frustrada
  - enlaces entre tramos
  - aproximación en circuito
  - rutas asistidas por radiofaro omnidireccional VHF/radiofaro no direccional (rutas VOR/NDB);
- cálculos para los procedimientos en ruta/en área terminal/de aproximación tipo RNAV/convencionales:
  - altitud/altura de franqueamiento de obstáculos (OCA/H)
  - pendientes de diseño de procedimientos
  - inclinación de la pendiente o velocidad de descenso
  - altitudes mínimas de seguridad – altitud de procedimiento
  - otros parámetros tales como la velocidad indicada (IAS), inicio y fin de la altitud del tramo, ángulo de inclinación lateral, etc.;
- cálculos de CRM; y
- cómputo y trazado de las superficies previstas en el Anexo 14 (superficies limitadoras de obstáculos) y su evaluación en términos de obstrucciones y terreno.

3.1.15 El objetivo esencial del proceso de validación es verificar la correcta instalación de las funciones de diseño. La dificultad reside en que el grado de automatización de este tipo de función puede variar mucho entre una herramienta y otra.

## 3.2 LOS DOS TIPOS PRINCIPALES DE HERRAMIENTA DE DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS

3.2.1 Más allá de las distintas funciones que puedan incluir las herramientas de diseño de procedimientos (véase la sección 3.1), se las puede clasificar en dos grandes tipos: las herramientas de ayuda y las herramientas especializadas.

### Herramientas de ayuda

3.2.2 Las herramientas de esta categoría no presentan un alto grado de automatización y cuentan con un número limitado de restricciones respecto a los criterios aplicables, pero ofrecen funciones de ayuda que un usuario con suficientes conocimientos y pericia podrá utilizar para trabajar con mayor velocidad y calidad.

3.2.3 Aún así, en general incluyen algunas pruebas de verificación de que se cumplen las normas generales (longitud máxima de los tramos, alineación del tramo de aproximación final con la pista, etc.).

3.2.4 Puesto que al trabajar con las herramientas de diseño que pertenecen a esta categoría lo que cuenta es la pericia del diseñador, es posible utilizar parámetros menos exhaustivos para el proceso de validación. Sin embargo, no deja de ser necesaria la validación para garantizar que los diseños no se aparten de los criterios a causa de un reglaje incorrecto de las normas generales (como se indica más arriba) o por problemas relativos a la plataforma que sirve de base a la herramienta o a las funciones de entrada/salida (gestión de la información geográfica, integración de datos aeronáuticos y geográficos, etc.).

### **Herramientas especializadas**

3.2.5 En esta categoría se observa un alto grado de automatización. Lo que se persigue es optimizar el cumplimiento de los criterios considerados y que estén incorporados en el soporte lógico mediante su caracterización y la posterior generación de los algoritmos correspondientes.

3.2.6 Las herramientas incluyen un amplio menú de pruebas de verificación que le permiten al usuario asegurarse de que se cumplan estrictamente los criterios, pero también le permiten pasar por alto algunos criterios (a través de dispensas).

3.2.7 Puesto que las herramientas que pertenecen a esta categoría incluyen la caracterización exhaustiva de algunos criterios, su proceso de validación adquiere vital importancia para evitar que se deslicen errores que pudieran pasar inadvertidos incluso por un diseñador experto.

---

## Capítulo 4

# EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE VALIDACIÓN

En este capítulo se ofrece orientación práctica para elaborar y llevar a cabo un programa de validación para herramientas de diseño de procedimientos, ya se trate de la validación inicial como de la revalidación de funciones nuevas o actualizaciones de la herramienta de diseño de procedimientos o el soporte informático en el que esté instalada.

### 4.1 PREPARACIÓN

4.1.1 La validación de herramientas de diseño de procedimientos lleva tiempo y esfuerzo y debe prepararse con suficiente anticipación para su correcta ejecución.

4.1.2 Para ello, se recomienda diseñar un plan de trabajo donde se definan:

- el alcance de la validación;
- el cronograma global previsto;
- los recursos disponibles;
- el equipo que trabajará en el proceso de validación, con indicación de los conocimientos o calificaciones que se requieren en función del alcance de la validación;
- las tareas a realizar;
- las funciones y responsabilidades de cada miembro del equipo respecto a cada una de las tareas; y
- un proyecto detallado del programa de trabajo (tareas y plazos).

### 4.2 ALCANCE DE LA VALIDACIÓN DE SOPORTES LÓGICOS

4.2.1 El alcance de la validación de un soporte lógico corresponde al contenido del programa de validación, que a su vez dependerá de las funciones que contenga la herramienta de diseño de procedimientos que se pretende validar (véase el párrafo 2.5.1)

4.2.2 Así pues, el alcance habrá de definirse para adaptar la validación a la herramienta de diseño específica que se desea validar.

### 4.3 ENSAYOS

4.3.1 En el proceso de validación intervienen diversos ensayos cuyo contenido dependerá del alcance de la validación.

4.3.2 Antes de emprender las tareas de validación es preciso que el autor del soporte lógico de diseño de procedimientos confirme que tanto el equipo como los soportes lógicos están instalados y configurados de conformidad con sus respectivas especificaciones.

4.3.3 En la validación deberían tenerse en cuenta los ensayos que haya efectuado el autor de la herramienta de diseño de procedimientos. Siempre que sea posible, deberían repetirse en la terminal del usuario todas las evaluaciones que hubiera realizado previamente el autor de la herramienta. Para facilitar la tarea, es probable que el autor pueda proporcionar al usuario los conjuntos de datos utilizados en las evaluaciones.

4.3.4 La herramienta debería ensayarse siguiendo un plan concebido de antemano y puesto por escrito, y se debería conservar un resumen de los ensayos y constancia de la aceptación oficial. Los ensayos deberían abarcar todas las condiciones de operación para poder examinar el sistema ante un amplio espectro de situaciones y supuestos y poder así detectar los errores latentes que no se observarían en condiciones normales de actividad.

4.3.5 La herramienta debería ensayarse en el lugar de trabajo del usuario, como mínimo durante parte del programa de validación, utilizando el ambiente de trabajo real que formará parte de la configuración del sistema una vez instalado. La herramienta debería someterse a ensayo en el contexto donde se prevé su utilización. Durante los ensayos en el lugar de trabajo del usuario se llevará un registro del funcionamiento normal del sistema y de todas las fallas que pudieran producirse. La revisión del sistema para corregir las fallas que se detecten en los ensayos en el lugar de trabajo del usuario se realizará siguiendo iguales procedimientos y controles a los utilizados para toda otra modificación de herramientas de diseño de procedimientos.

4.3.6 Para esta tarea se debe contar con conocimientos en la planificación de ensayos, la definición de los resultados que se prevé obtener y el registro de los resultados obtenidos. La asistencia del autor o proveedor del soporte lógico de diseño de procedimientos en estos aspectos será de gran ayuda.

#### **4.4 METODOLOGÍA DE VALIDACIÓN**

La metodología para la validación se presenta en el Capítulo 7. Incluye la validación de los parámetros y elementos básicos y también de la caracterización de los criterios, mediante la evaluación de los métodos y conceptos y los datos de entrada y salida y las verificaciones gráficas.

#### **4.5 DOCUMENTACIÓN DE LA VALIDACIÓN**

4.5.1 Conforme avanza el proceso de validación, deberían documentarse en detalle los ensayos que se llevan a cabo. La documentación debería incluir una narración histórica de los ensayos, con indicación de los datos de entrada y los resultados de las pruebas. En el Apéndice E se incluye un ejemplo de documentación del proceso de validación.

4.5.2 En aras de la mejora continua del soporte lógico, se aconseja que el usuario facilite la documentación del proceso de validación al autor o proveedor del programa de diseño de procedimientos.

---

## Capítulo 5

# PLATAFORMA DE DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS

### 5.1 DOCUMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA

5.1.1 La documentación de la herramienta debería responder a los criterios y documentos técnicos de referencia y ajustarse a la funcionalidad que brinda la herramienta.

5.1.2 La validación de la documentación de la herramienta se efectuará mediante un cuidadoso análisis de los criterios de referencia.

5.1.3 El cotejo con los criterios aplicables permitirá comprobar que no existan discrepancias entre dichos criterios y la documentación de la herramienta. Si las hubiera, los resultados de la validación incluirán una descripción de tales diferencias y las explicaciones correspondientes, debiendo demostrarse que su incidencia en el diseño de procedimientos es aceptable.

### 5.2 INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

5.2.1 La validación de la información geográfica sirve para verificar, cuando corresponda, que la herramienta procesa correctamente los datos geográficos. Según lo dispuesto por la OACI, todas las coordenadas que se utilizan en la navegación aérea deben expresarse en el Sistema Geodésico Mundial WGS-84 [sobre este tema puede obtenerse más información en el *Manual del Sistema Geodésico Mundial — 1984 (WGS-84)* de la OACI (Doc 9674)].

5.2.2 Los parámetros de los sistemas geodésicos de referencia y las proyecciones geográficas deben ajustarse a las normas de referencias geográficas.

5.2.3 También debe verificarse, mediante cotejo con los documentos de referencia, la conformidad de los parámetros de transformación entre distintos sistemas de referencia o coordenadas derivadas de proyecciones. Otra forma de verificar la exactitud de las transformaciones consiste en comparar las coordenadas de una serie dada de puntos conocidos en dos sistemas de referencia o sistemas de proyección con las coordenadas que se obtengan al efectuar su transformación en la herramienta. Este ejercicio debería llevarse a cabo para todos los sistemas de referencia y sistemas de proyección que se utilicen para el diseño de procedimientos.

5.2.4 El Apéndice A presenta tablas de transformaciones entre los sistemas de referencia geodésicos más comunes y tablas de conversión de coordenadas geográficas expresadas en WGS-84 a coordenadas derivadas de proyecciones comunes.

### 5.3 CÁLCULOS EN EL WGS-84

5.3.1 Según corresponda, deberá comprobarse la validez de los cálculos geodésicos en WGS-84 que se computen con la herramienta.

5.3.2 En la comprobación deberán incluirse, como mínimo, los siguientes cálculos geodésicos:

- las coordenadas de un punto determinado por el azimut y la distancia a partir de un punto conocido;
- el azimut y la distancia geodésica entre dos puntos conocidos; y
- las coordenadas de un punto determinado por la intersección de dos líneas geodésicas.

5.3.3 El proceso principal para validar los resultados de los cálculos en WGS-84 consiste en computar una muestra representativa de cálculos de distintos tipos (véase el párrafo 5.3.2). Los resultados que se obtengan deberían compararse con los resultados de levantamientos en el terreno o con información validada por un instituto geodésico oficial, o bien con los resultados de una calculadora geodésica que ya haya sido validada.

5.3.4 En el Apéndice B figuran tablas de cálculos geodésicos con los resultados correspondientes a una muestra de datos de entrada y funciones que pueden ser de utilidad para reforzar los ensayos de validación.

#### **5.4 DECLINACIÓN MAGNÉTICA**

5.4.1 Según corresponda, deberá comprobarse la validez del modelo magnético que utilice la herramienta.

5.4.2 La validación del modelo magnético debería realizarse mediante la evaluación de los valores magnéticos de una muestra representativa de sitios específicos (coordenadas) en fechas determinadas. Los resultados que se obtengan deberían compararse con valores obtenidos de diversas fuentes (p. ej., un modelo nacional o información cartográfica) o los resultados de levantamientos en el terreno.

---



## Capítulo 6

### DATOS DE ENTRADA

#### 6.1 INTEGRACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LOS DATOS AERONÁUTICOS

6.1.1 La validación de la integración de los datos aeronáuticos y sus actualizaciones responde a la necesidad de comprobar que tanto los datos (como sus atributos asociados) provenientes de la base de datos de origen estén correctamente integrados en la herramienta.

6.1.2 Los datos a integrar en las herramientas de diseño de procedimientos deberían incluir todos los datos que puedan utilizarse en el proceso de diseño, tales como:

- ayudas para la navegación — los atributos comprenden el tipo y las coordenadas, y pueden incluir la cobertura operacional declarada si ese dato se usa en la herramienta;
- ayudas para la aproximación — los atributos comprenden el tipo y los elementos [localizador, receptor de trayectoria de planeo, equipo radiotelemétrico (DME), etc.] con sus respectivas coordenadas, así como los atributos adicionales (categoría, ángulo, etc.) si la herramienta los utiliza;
- aeródromos — los atributos comprenden el nombre y/o el indicador de ubicación, las coordenadas del punto de referencia del aeródromo (ARP), la elevación del aeródromo y los indicadores de pista;
- características de la pista — umbrales, extremos, etc. con sus respectivas coordenadas;
- obstáculos — los atributos comprenden las coordenadas, la elevación y la altura (según los casos);
- características del espacio aéreo — límites de las zonas restringidas, zona de control, área de terminal, región de información aérea y demás, con los atributos pertinentes (descriptores de la geometría, etc.); y
- puntos de recorrido, intersecciones, puntos de referencia, puntos de notificación — los atributos comprenden el nombre, el tipo y las coordenadas.

6.1.3 Para asegurar que los datos estén correctamente integrados en la herramienta, se recomienda que la herramienta tenga habilitado el acceso del usuario a los metadatos (los datos sobre los conjuntos de datos de que se trate) asociados con la base de datos. Deberían incluirse como mínimo los siguientes metadatos:

- fuente de los datos;
- sistema de referencia horizontal (p. ej., WGS-84);
- referencia vertical (p. ej., la media del nivel del mar); y
- unidades.

6.1.4 La integración de los datos debe validarse mediante la integración de un conjunto representativo de datos iniciales y su comparación con el conjunto de datos de la herramienta. Los principales factores que pueden generar

diferencias importantes entre ambos conjuntos de datos son las diferencias entre sistemas de referencia o coordenadas derivadas de proyecciones, el redondeo de los valores numéricos y las diferencias en los sistemas de unidades de medida.

6.1.5 La comparación de los datos se procesará para cada elemento por separado, en forma íntegra o por muestreo aleatorio. La tarea puede verse facilitada utilizando funciones tales como “imprimir archivo” u “hoja de control” (*log sheet*).

6.1.6 Para validar el proceso de actualización de datos se procederá de manera similar, comparando el conjunto inicial actualizado con los datos actualizados en la herramienta. Se analizará cada uno de los elementos. Además, se prestará particular atención para evitar que el proceso de actualización altere los datos iniciales, para lo cual también se incluirá en el proceso de comparación la verificación de los datos no actualizados.

6.1.7 Este manual no se ocupa de los efectos que pudiera tener la modificación de datos aeronáuticos en los resultados finales que se obtengan con las distintas funciones de las herramientas.

## 6.2 VALIDACIÓN DEL INGRESO DE DATOS SOBRE EL TERRENO

6.2.1 Esta sección trata sobre la validación de la integración de datos sobre el terreno, pero la validación de los datos como tal queda fuera del alcance de esta obra.

6.2.2 Únicamente corresponderá validar la integración de datos sobre el terreno en las herramientas que los utilicen en el proceso de cálculo para el diseño de procedimientos (p. ej., para determinar el punto más crítico de una zona dada). (Véase también el Capítulo 2, apartado 2.4.4).

6.2.3 Siempre que en una herramienta los cálculos utilicen datos sobre el terreno, deberán indicarse los siguientes atributos: sistema de referencias horizontales y verticales, precisión horizontal y vertical y resolución del conjunto de datos sobre el terreno. Entre los atributos adicionales se incluyen el área de cobertura, la fuente de los datos y los rótulos fechadores. A continuación se brinda más información relativa a los atributos de los datos sobre el terreno:

- el sistema de referencias horizontales o verticales es el datum por referencia al cual se determinan las posiciones horizontales y elevaciones de los puntos de datos;
- la precisión es el grado de conformidad entre el valor estimado o medido y el valor real;
- la resolución de los datos sobre el terreno se define como la distancia media angular o lineal entre dos puntos de elevación adyacentes;
- el área de cobertura es un descriptor de los límites de los datos sobre el terreno;
- la fuente de los datos es el identificador del originador de los datos; y
- los rótulos fechadores brindan información sobre la fecha de origen o modificación de los datos.

6.2.4 Al validar la integración de los datos sobre el terreno en la herramienta de diseño de procedimientos se busca comprobar que los datos sobre el terreno incorporados en la herramienta no difieran de los datos originales. La validación debería realizarse comparando las coordenadas tridimensionales de un conjunto representativo de puntos incorporados en la herramienta con las que figuran en los datos iniciales sobre el terreno mediante un método alternativo (por ejemplo, por cotejo de los dos conjuntos de datos en un SIG). Entre las principales causas de diferencias importantes entre los valores se incluyen los desplazamientos vinculados con los sistemas de referencia o las proyecciones y las variaciones en la resolución de los datos sobre el terreno.

6.2.5 La precisión y la forma en que el soporte lógico gestiona los datos también pueden verificarse examinando la representación gráfica que genera la herramienta de los conjuntos de datos sobre el terreno que se han integrado, por ejemplo, comparándolas con gráficos pertinentes.

6.2.6 El capítulo 10 del Anexo 15, titulado “Datos electrónicos sobre el terreno y los obstáculos (eTOD)”, establece Normas y métodos recomendados en relación con los datos electrónicos sobre el terreno y los obstáculos y proporciona orientación que puede resultar útil en el proceso de validación.

6.2.7 En particular, el Anexo 15 dispone que los conjuntos de datos electrónicos sobre el terreno y los obstáculos deben recopilarse en bases de datos organizadas según las siguientes áreas de cobertura y reunir los requisitos numéricos que se indican en las Tablas A8-1 y A8-2 del Apéndice 8 del Anexo 15 para los datos sobre el terreno y los obstáculos, respectivamente:

- El *área 1* (todo el territorio del Estado) abarcará la totalidad del territorio del Estado, incluidos los aeródromos/helipuertos.
- El *área 2 (área de control terminal)* será la superficie más pequeña entre el área de control terminal conforme figure en la publicación de información aeronáutica (AIP) del Estado y un radio de 45 km a partir del punto de referencia del aeródromo/helipuerto. En los aeródromos/helipuertos que operen con reglas de vuelo por instrumentos (IFR) y donde no se hubiera fijado un área de control terminal, el área 2 será la superficie dentro de un radio de 45 km del punto de referencia del aeródromo/helipuerto.
- En los aeródromos/helipuertos IFR, el *área 3 (área de aeródromo/helipuerto)* abarcará la superficie que se extiende desde el/los borde/s de la/s pista/s hasta 90 m del eje de la pista, y 50 m de los bordes del área o las áreas definidas para todos los demás sectores del área o las áreas de movimiento del aeródromo/helipuerto.
- El *área 4 (área de operaciones de Categoría II o III)* quedará restringida a las pistas habilitadas para las operaciones de aproximación de precisión de Categoría II o III y donde los explotadores deben contar con información detallada sobre el terreno para poder evaluar, con ayuda de un radioaltímetro, la incidencia del terreno en la determinación de la altura de decisión. El área tendrá una anchura de 60 m a cada lado de la prolongación del eje de pista y una longitud de 900 m desde el umbral de la pista medido a lo largo de la prolongación del eje de la pista.

*Notas:*

- *Las disposiciones del Capítulo 10 del Anexo 15 están en vigor desde noviembre de 2008 respecto a las Áreas 1 y 4 y desde noviembre de 2010 para las Áreas 2 y 3.*
  - *Las Directrices para la información cartográfica electrónica sobre el terreno, los obstáculos y los aeródromos (Doc 9881) proporcionan orientación detallada en relación con los datos sobre el terreno y los obstáculos.*
-



## Capítulo 7

# FUNCIONES DE DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS

Este capítulo contiene directrices para la validación de las funciones que integran las herramientas informáticas de diseño de procedimientos. Se entiende por función de diseño de procedimientos el proceso que sigue la herramienta para generar un resultado a partir de un conjunto de datos de entrada.

El capítulo se divide en cuatro partes:

- Aspectos a considerar respecto a las unidades de medida y el redondeo;
- *Validación de los parámetros básicos.* Esta sección y sus apéndices se ocupan de los parámetros y constantes de referencia que intervienen en los cálculos para el diseño de procedimientos;
- *Validación de los elementos básicos.* En esta parte se enumeran los métodos básicos de trazado y cálculo que deben verificarse en forma previa a la validación del resultado final, los que se ilustran con ejemplos en apéndice; y
- *Validación de la caracterización de criterios.* En esta sección se propone una metodología para validar la caracterización de criterios mediante la evaluación de cuatro áreas: métodos y conceptos, datos de entrada, datos de salida y verificaciones gráficas. Se examinan los datos de entrada necesarios y los datos de salida previstos para las distintas funciones de la herramienta de diseño de procedimientos, con ejemplos de salidas gráficas a modo de ilustración.

### 7.1 ASPECTOS A CONSIDERAR RESPECTO A LAS UNIDADES DE MEDIDA Y EL REDONDEO

7.1.1 La mayoría de las herramientas informáticas son capaces de realizar cálculos en cualquier sistema de unidades; sin embargo, por cuestiones de practicidad muchas herramientas (y usuarios) en todo el mundo utilizan el sistema internacional de unidades (SI) para los cálculos, y sólo entonces efectúan la conversión a un sistema de unidades distinto para exponer los resultados. Algunas herramientas pueden efectuar los cálculos en el sistema de unidades que seleccione el usuario. También puede haber diferencias de precisión y resolución en el tratamiento de los datos y diferencias en el redondeo de los valores entre distintas herramientas. Con todo, por lo general las herramientas de diseño de procedimientos brindan mayor precisión en el tratamiento de los valores y los cómputos que los cálculos efectuados en forma manual.

7.1.2 Así, será preciso considerar los sistemas de unidades y factores de conversión utilizados, la precisión y resolución de los datos y las cuestiones de redondeo para planificar la validación y la forma en que se evaluarán los resultados.

7.1.3 La conversión entre sistemas de unidades instalados en el soporte lógico debe ajustarse a lo dispuesto en el Anexo 5 — *Unidades de medida que se emplearán en las operaciones aéreas y terrestres*. En la Tabla 7-1 se presentan los factores de conversión más comúnmente utilizados en el proceso de diseño de procedimientos.

**Tabla 7-1. Factores de conversión comunes**

<i>Factor de conversión</i>	<i>Valor</i>	<i>Fuente</i>
NM a metros (m)	1 852,0	Tabla 3.3 del Anexo 5
* Pies (ft) a metros (m)	0,3048	Tabla 3.3 del Anexo 5
Metros (m) a pies (ft)	= 1 / 0,3048	
Nudos (kt) a m/s	0,514444	Tabla 3.3 del Anexo 5

(\*) Debe tenerse presente que el factor de conversión de pies a metros fue modificado por la Enmienda 13 del Volumen II de los PANS-OPS (Doc 8168).

## 7.2 VALIDACIÓN DE DATOS Y PARÁMETROS BÁSICOS

7.2.1 Se proporcionará la lista de datos de origen y parámetros que la herramienta utiliza para los cálculos. Los valores de los parámetros deberán estar disponibles para su comprobación.

7.2.2 En la sección 1 del Apéndice C figura una muestra representativa de los datos de origen que pueden utilizar las herramientas de diseño de procedimientos y el valor o rango de valores de referencia (en su caso) con los que se asocian.

7.2.3 A su vez, en la sección 2 del mismo apéndice se presentan los valores de los márgenes mínimos para el franqueamiento de obstáculos (MOC) que se incluyen en los PANS-OPS.

## 7.3 VALIDACIÓN DE ELEMENTOS BÁSICOS

7.3.1 En esta sección y el Apéndice D se presentan algunas directrices para la validación de los cálculos que intervienen en la construcción de las áreas y la validación de los conceptos elementales vinculados con el diseño de procedimientos de vuelo por instrumentos. Algunos de estos elementos pueden estar reunidos en una función de la herramienta.

7.3.2 Las funciones piden que se ingresen valores para los datos de entrada y generan un resultado. La herramienta debería comprobar que los valores de estos datos y los resultados generados estén dentro de los límites especificados en los criterios. Si la función permitiera que se ingresen valores fuera de dichos límites, el diseñador de procedimientos debería ser advertido de tal circunstancia.

7.3.3 Durante el proceso de validación deberían comprobarse los siguientes cálculos por referencia a los PANS-OPS:

- consideración de la altitud al efectuar el cálculo de la velocidad verdadera;
- conversión de la velocidad indicada en velocidad verdadera;
- cálculo del radio de viraje;
- cálculo del efecto del viento durante el viraje y su correspondiente trazado;
- cálculo de la deriva del viento a lo largo de una trayectoria recta sin guía y su correspondiente trazado;
- cálculo del área de tolerancia del punto de referencia para la guía vectorial y en la intersección para todos los puntos de referencia conocidos en la navegación convencional; y

- cálculo de la tolerancia perpendicular a la derrota (XTT) y la tolerancia paralela a la derrota (ATT) para todos los tipos de punto de recorrido.

7.3.4 En las secciones 1 a 7 del Apéndice D figuran detalles sobre criterios, valores y fórmulas de referencia para distintas funciones básicas que pueden facilitar la aplicación de la recomendación precedente. Por su parte, las secciones 8 a 10 contienen recomendaciones sobre la determinación de la aproximación directa, los ajustes a la OCH y el cómputo de la pendiente y la velocidad de descenso.

7.3.5 Durante el proceso de validación, debería describirse a solicitud el método empleado para algunos conceptos elementales toda vez que la caracterización de los criterios de referencia resulte particularmente difícil, como puede ser el caso de la aplicación de distancias oblicuas (DME, TACAN), el cálculo de la velocidad de descenso, la división del área asociada con un tramo y la gestión de las altitudes.

## 7.4 VALIDACIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN DE CRITERIOS

7.4.1 La validación de la caracterización de criterios consiste en comprobar que los resultados obtenidos con la herramienta se ajusten a los criterios. En este manual se ofrecen directrices y ejemplos representativos para dicha tarea.

7.4.2 Los ejemplos incluidos aquí son representativos pero no deberían considerarse exhaustivos ni abarcadores de todas las situaciones posibles. Los ejemplos de este manual se basan en un conjunto dado de datos de origen. Si se modifican los datos de origen, podrían obtenerse resultados diferentes en una validación posterior.

7.4.3 La validación de la caracterización de criterios se realizará mediante el cotejo de los resultados obtenidos con la herramienta y los resultados que arroje la aplicación manual de los criterios (dibujos, cálculos, etc.) en ejemplos tomados de situaciones reales. Las diferencias que se observen en dicho cotejo se analizarán para determinar si resultan aceptables o deben rechazarse, sobre la base del asesoramiento de expertos en diseño de procedimientos.

7.4.4 En el análisis de las diferencias se tendrán en cuenta las diversas causas conocidas de diferencias que se indican a continuación:

- *Unidades de medida(\*) utilizadas en los cálculos.* Es sabido que el uso de distintos sistemas de unidades puede generar leves diferencias en los resultados tras la conversión a un sistema único.
- *Factores de conversión entre unidades.* La aplicación de un factor de conversión rígido, sea reglamentario o convencional (p. ej., 984,25 ft en lugar de 1 000 ft como equivalente de 300 m) puede provocar diferencias en los resultados finales.
- *Reglas de redondeo.* Según el proceso de redondeo de que se trate (redondeo del resultado final o múltiples redondeos intermedios), los resultados finales pueden variar ligeramente.
- *Proyección.* La proyección que se utilice para exhibir los resultados puede generar pequeñas diferencias al compararse los resultados de la herramienta con los resultados manuales.
- *Pasos intermedios.* En algunas herramientas automatizadas, la plantilla que se visualiza es un producto matemático computarizado, mientras que el diseño manual por lo común supone que se ejecuten pasos obligatorios para generar las gráficas (las espirales de viento y la plantilla deben calcularse antes de que puedan trazarse y emplearse para el diseño de áreas específicas), lo que puede dificultar la comparación visual directa con un modelo de plantilla.

(\*) Se notará que en el Doc 8168 se han deslizado ambigüedades por no redondearse de manera uniforme las conversiones de unidades del SI a unidades de otros sistemas y viceversa (p. ej., 300 m = 1 000 ft).

7.4.5 También pueden producirse diferencias toda vez que los criterios de referencia no son suficientemente explícitos y dejan margen para distintas interpretaciones(\*). Esta situación reviste particular importancia al introducirse la automatización, dado que los criterios de referencia originalmente concebidos para ser aplicados en forma manual pueden aplicarse a todo tipo de casos, incluso aquellos que no son realistas.

*(\*) Por ejemplo, la consideración de la altitud al calcular la incertidumbre respecto a la vertical de una ayuda para la navegación queda librada a la interpretación y puede llevar a discrepancias en el resultado final.*

7.4.6 El análisis de las diferencias en los resultados finales es una tarea que exige un alto grado de prudencia, ya que no es de esperarse que los resultados que genera una herramienta informática coincidan exactamente con los resultados manuales o con los de otro soporte lógico independiente. No ha de olvidarse, sin embargo, que el objetivo de la comparación es determinar si las diferencias son aceptables o no lo son en atención a las causas conocidas de posibles diferencias. Las diferencias se considerarán aceptables cuando pueda demostrarse que los resultados de la herramienta brindan un grado de protección igual o superior al que se obtiene con el diseño manual o con otra herramienta independiente previamente validada, o bien que las diferencias son insignificantes(\*) y por ende aceptables.

*(\*) Se reconoce que los cómputos de las herramientas informáticas son más precisos y pueden, en algunos casos, arrojar resultados ligeramente más conservadores que los obtenidos manualmente.*

7.4.7 La validación de la caracterización de criterios incluirá ensayos (cotejo de resultados) para cada tipo de diseño, esquema o cálculo que efectúe la herramienta. Los ensayos consignarán en forma sistemática:

- los criterios de referencia, con indicación del número de versión (edición y número de enmienda de los PANS-OPS);
- el párrafo del documento de referencia que contiene la figura o descripción;
- los datos de entrada (datos aeronáuticos y geográficos, en su caso);
- todos los parámetros de construcción; y
- el dato en particular que deba evaluarse.

*Nota.— Cuando se empleen datos sobre el terreno en los ensayos, se marcarán los puntos de los datos sobre el terreno que intervengan en los cómputos.*

7.4.8 Todos los resultados de los ensayos incluirán un listado completo de los principales puntos de datos sobre el terreno o los obstáculos que se hayan utilizado. En la lista se indicarán las coordenadas, la altitud, el MOC necesario (en su caso) y la penetración (en su caso). Debería generarse un archivo de registro histórico para cada ensayo. Para facilitar la verificación, las coordenadas y posiciones dentro de la lista de resultados deberían reflejarse en la gráfica.

7.4.9 En las secciones que siguen, el proceso tipo de validación de la caracterización propuesto se examina con mayor detalle en su aplicación al diseño y los esquemas (sección 7.5), a los cálculos para los procedimientos (sección 7.6) y a casos puntuales (sección 7.7). Allí se incluyen baterías de ensayos para un conjunto representativo de procedimientos en todo el mundo con sus correspondientes datos de entrada (tanto información aeronáutica como geográfica) y resultados detallados.

## **7.5 APLICACIÓN DEL PROCESO DE VALIDACIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN DE CRITERIOS AL DISEÑO Y LOS ESQUEMAS (PROCEDIMIENTOS CONVENCIONALES/RNAV)**

La correcta aplicación del proceso de validación de la caracterización de criterios reposa en tres requisitos esenciales: conocimiento de la reglamentación aplicable, experiencia en el diseño de procedimientos y práctica en el uso de la herramienta que se deba validar. Aun cuando todo proceso general que reúna los tres requisitos podría bastar para



llevar a buen puerto la validación, para lograr un proceso más formal se ha diseñado una metodología paso por paso. Se reconoce, sin embargo, que en la práctica la validación bien puede ser una combinación de ese proceso general y el proceso formal que se describe a continuación.

## 7.5.1 Metodología

### 7.5.1.1 Descripción

7.5.1.1.1 La metodología propuesta no se limita a una comparación visual entre una muestra validada del área de protección de un tramo y el área de protección correspondiente generada por la herramienta informática, sino que también propone un proceso paso a paso donde se comprueban los aspectos y elementos específicos que intervienen en el diseño del área de protección. Se busca con esto asignar a cada tema o elemento verificado un nivel de conformidad o aceptación (sí/no). Dentro de cada uno de estos temas se evaluará o comprobará una lista de parámetros o criterios de acuerdo con un rango de valores de entrada/salida determinado, según el caso.

7.5.1.1.2 Esta metodología puede aplicarse a todas las características de la herramienta. Es responsabilidad del órgano de validación determinar el nivel de detalle que habrá de darse a la metodología.

7.5.1.1.3 Para aplicar esta metodología es preciso utilizar la herramienta que se pretende validar; por este motivo, sólo se ofrecen ejemplos muy generales en este manual.

### 7.5.1.2 Áreas de validación

7.5.1.2.1 Existen cuatro áreas de validación, a cada una de las cuales corresponde una pregunta que, a su vez, determina una calificación. Hay cuatro calificaciones posibles (y excluyentes entre sí):

- sí = el elemento/tema es aceptable;
- no = el elemento/tema no es aceptable;
- desconocido = el elemento/tema no puede evaluarse; y
- fuera del alcance = el elemento/tema no está incluido en el alcance de la validación.

7.5.1.2.2 La determinación del umbral entre “sí” y “no” es responsabilidad del equipo de validación y debería consignarse en el plan de validación.

7.5.1.2.3 Las áreas que se describen a continuación constituyen los requisitos mínimos, pudiendo el órgano de validación ampliarlas cuanto considere pertinente.

*Nota.— Según el tipo de herramienta que se deba validar (especializada o de ayuda), unas u otras áreas pueden no ser pertinentes.*

### 7.5.1.3 Área 1 — Métodos o conceptos que utiliza la herramienta informática

La pregunta es: para un tema dado, ¿se ajusta la caracterización a los criterios reglamentarios? Para responder la pregunta, el equipo de validación investigará la forma en que la herramienta interpreta y usa los criterios reglamentarios que se vinculan con dicho elemento. Sobre la base de esa investigación deberá determinar si la metodología que aplica la herramienta es apropiada para el elemento evaluado (aceptación = sí/no). También evaluará si la herramienta proporciona información satisfactoria suficiente respecto a su método y las posibles diferencias entre tal método y la reglamentación. Esta información puede estar contenida en un documento electrónico o impreso proveniente del

autor/proveedor del soporte lógico, o bien obtenerse de la herramienta misma a través de interfaces exclusivas (paso a paso o generales).

#### **7.5.1.4 Área 2 — Datos de entrada**

Para un dato dado, ¿los valores que propone la herramienta se corresponden con los que se utilizan normalmente? Según el tipo de herramienta de que se trate (especializada o de ayuda), el usuario gozará de más o menos flexibilidad respecto a los valores de los datos de entrada, que pueden ser:

- valores fijos propuestos por la herramienta;
- campos de ingreso de datos controlados, donde los datos que se cargan se someten a verificaciones de coherencia/plausibilidad; y/o
- campos de ingreso de datos no controlados.

*Nota.— En esta área, lo que interesa validar son los valores de entrada y no la interfaz de usuario.*

#### **7.5.1.5 Área 3 — Datos de salida**

7.5.1.5.1 ¿El dato de salida se corresponde con la entrada? ¿O no se dispone de un dato de salida (y por lo tanto no puede evaluarse)?

7.5.1.5.2 Para esta área, el equipo de validación comparará la salida con otros datos que reúnan los requisitos de calidad. Si la herramienta no arroja el resultado para el tema que se evalúa, no puede ser válida la calificación.

*Nota.— Las verificaciones que se efectúen respecto a esta área no deberían impedir que el equipo de validación controle el diseño (véase el área núm. 4).*

#### **7.5.1.6 Área 4 — Verificación gráfica**

7.5.1.6.1 ¿El diseño final propuesto es conforme a los criterios de referencia? Si la herramienta lo permite, podrá efectuarse una verificación gráfica donde se comparen valores específicos, tales como:

- el valor angular de la tolerancia del punto de referencia;
- la longitud de la tolerancia del punto de referencia;
- el valor del ángulo de ensanchamiento del área; y
- la superficie de un área de protección dada.

7.5.1.6.2 La comparación puede efectuarse por distintos métodos, por ejemplo:

- sobre una impresión en papel, utilizando útiles convencionales de dibujo para las mediciones (regla, compás, etc.); y
- directamente en pantalla, utilizando una herramienta informática de medición adecuada.

7.5.1.6.3 Para cada tema, el equipo de validación debería crear y guardar registro de un listado mínimo de elementos pertinentes con sus referencias correspondientes.

**7.5.1.7 Ejecución**

En la práctica, la validación puede llevarse a cabo empleando tablas para la verificación de los temas, como se ilustra a continuación:

A							TEMA GENERAL PARA ENSAYO [TÍTULO]			
A1		Tema [Identificación]				[Descripción sucinta]				
A11		Elemento o parámetro [Identificación]				Documentación de referencia: p. ej., "Doc 8168 – Capítulo XXX"		Versión de la documentación: p. ej., "Enmienda XXX"		
Áreas	Detalles	Calificación				Observaciones				
		Sí	No	Fuera del alcance	Desconocido					
Método/Concepto	...									
Datos de entrada	...									
Datos de salida	...									
Verificación gráfica	...									
Puntaje										
A12		Elemento o parámetro [Identificación]				Documentación de referencia: p. ej., "Doc 8168 – Capítulo XXX"		Versión de la documentación: p. ej., "Enmienda XXX"		
Áreas	Detalles	Calificación				Observaciones				
		Sí	No	Fuera del alcance	Desconocido					
Método/Concepto	...									
Datos de entrada	...									
Datos de salida	...									
Verificación gráfica	...									
Puntaje										

**7.5.2 Aplicación de la metodología**

7.5.2.1 El listado que sigue es una enumeración exhaustiva de las funciones que idealmente deberían incluirse en un programa integral de validación. Es sabido, sin embargo, que no todas las herramientas incorporan todas las funciones correspondientes. Lo que es más, un tal programa integral de validación supondría un volumen de trabajo que difícilmente pueda dedicarse al proceso de validación.

7.5.2.2 Por estos motivos, la lista debería tomarse como el contenido máximo de la validación, quedando a cargo del usuario de este manual determinar cuáles de los elementos enumerados corresponden a la herramienta en cuestión y elegir los más pertinentes para la tarea de validación.

7.5.2.3 Salvo otra indicación, el listado que sigue se aplica tanto a la navegación convencional como la navegación basada en la performance:

- En ruta
- Llegadas
- Altitud mínima del sector (MSA)
- TAA (sólo para RNAV)
- Circuitos de espera
- Inversiones e hipódromos (sólo para la navegación convencional)
- Tramo de aproximación inicial
- Tramo de aproximación intermedia
- Tramo de aproximación final en modo NPA
- Aproximación con guía vertical (sólo para RNAV)
- Tramo de precisión
- Aproximación frustrada
- Aproximación en circuito (sólo para la navegación convencional)
- Salidas
- Conexiones entre tramos

### 7.5.3 Ejemplos

#### 7.5.3.1 Aproximación en circuito

En el siguiente ejemplo se buscará evaluar la aceptabilidad de una aproximación en circuito a partir de los datos y gráficos de salida.

a) *Método/concepto*

Se toma nota del método y los conceptos conforme se describen en la documentación de la herramienta (u otro documento pertinente) para la función de aproximación en circuito. En este ejemplo, la documentación está disponible y se considera aceptable.

<b>OBJETO</b>	APROXIMACIÓN EN CIRCUITO
<b>Documentación de referencia</b>	Doc 8168 — Volumen II — Parte I — Sección 4 — Capítulo 7
<b>Versión de la documentación</b>	Enmienda 13

b) *Datos de entrada*

1) La herramienta pide que se ingresen los siguientes valores:

- categoría de aeronave
- elevación del aeródromo
- temperatura
- tipo de viento
- IAS
- coordenadas del umbral (THR)
- ángulo de inclinación lateral

2) Los valores solicitados figuran en la siguiente tabla:

Datos de entrada					
Coordenadas THR 16	41° 55' 45",8883 N	012° 25' 40",1264 E			
Coordenadas THR 34	41° 53' 44",6216 N	012° 26' 17",9834 E			
Coordenadas THR 35	41° 54' 31",7435 N	012° 24' 40",2610 E			
Coordenadas THR 17	41° 56' 36",7320 N	012° 24' 11",6239 E			
Coordenadas THR 09	41° 54' 58",2541 N	012° 22' 35",0575 E			
Coordenadas THR 27	41° 54' 46",3514 N	012° 25' 03",2384 E			
Temperatura	ISA + 15				
IAS (kt)	100	135	180	205	250
ELEV AERÓDROMO (ft)	313				
Ángulo inclinación lateral (°)	19,3	20	20	20	20
CAT aeronave	A	B	C	D	E

3) *Verificación de la conformidad de la entrada.* Verificar que, si el valor de un dato de entrada no cumple los criterios aplicables, la herramienta lo rechaza o envía una advertencia al usuario. En el ejemplo anterior, los datos de entrada se ajustan a los criterios y por ello la herramienta los aceptó.

	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
<b>Datos de entrada</b>					
Categoría de aeronave	x				
Elevación del aeródromo	x				
Temperatura	x				
Tipo de viento	x				
IAS	x				
Coordenadas de THR	x				
Ángulo de inclinación lateral	x				

c) *Datos de salida*

1) El cómputo en la herramienta arroja el resultado que se resume en los siguientes datos de salida:

- TAS (V);
- Radio de viraje (r);
- Velocidad del viento (W);
- Radio desde el umbral.

CAT aeronave	A	B	C	D	E
Datos de salida					
V + W/V (kt)	128	164	210	236	283
R (°/s)	3,00	2,42	1,89	1,68	1,41
r (NM)	0,68	1,08	1,77	2,23	3,20
Tramo recto (NM)	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Radio desde el umbral (NM)	1,66	2,56	4,04	5,06	7,1
Radio desde el umbral (km)	3,1	4,7	7,5	9,4	13,1

Se tomará nota en la verificación de la falta de uniformidad por el uso de unidades diferentes (NM y km).

	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
<b>Datos de salida</b>					
TAS	x				
Radio de viraje	x				
Velocidad del viento	x				
Radio desde el umbral	x				Falta de uniformidad, NM y km

d) Verificación gráfica

Este paso consiste en analizar la salida gráfica, p. ej., la forma del área, la relación con los umbrales, el uso del umbral y la medición de las distancias (véase la Figura 7-1).

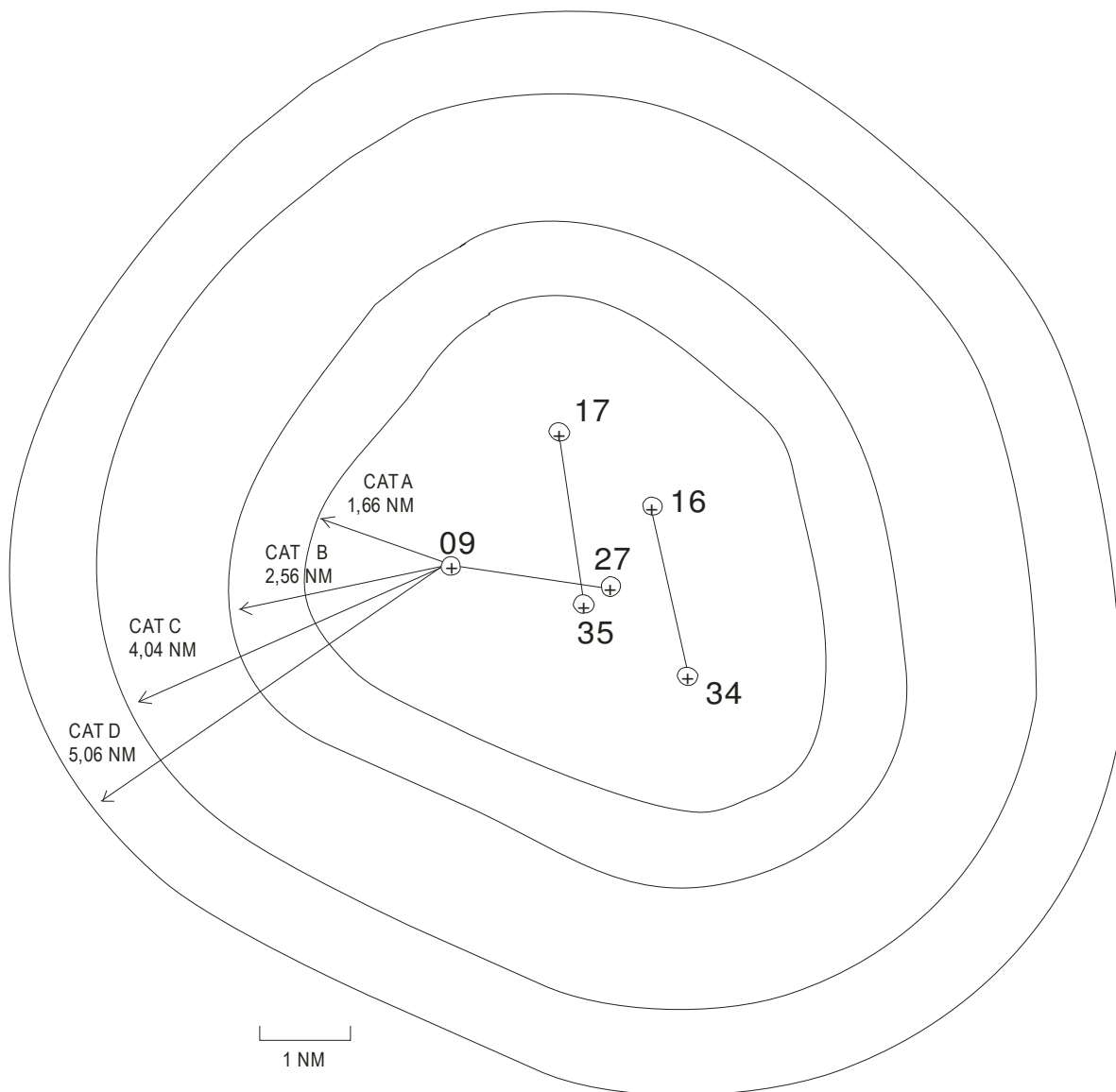


Figura 7-1.

**Circuitos de aproximación A-D**

	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
<b>Verificación gráfica</b>	x				

e) Conclusión

En la siguiente tabla se resumen los resultados de la validación de la función de aproximación en circuito.

OBJETO	APROXIMACIÓN EN CIRCUITO				
<b>Documentación de referencia</b>	Doc 8168 — Volumen II — Parte I — Sección 4 — Capítulo 7				
<b>Versión de la documentación</b>	Enmienda 13				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
<b>Método/concepto</b>	x				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
<b>Datos de entrada</b>					
<i>Categoría de aeronave</i>	x				
<i>Elevación del aeródromo</i>	x				
<i>Temperatura</i>	x				
<i>Tipo de viento</i>	x				
<i>IAS</i>	x				
<i>Coordenadas del THR</i>	x				
<i>Ángulo de inclinación lateral</i>	x				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
<b>Datos de salida</b>					
<i>TAS</i>	x				
<i>Radio de viraje</i>	x				
<i>Velocidad del viento</i>	x				
<i>Radio desde el umbral</i>	x				Falta de uniformidad, NM y km
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
<b>Verificación gráfica</b>	x				
<b>Conclusión</b>	<b>Función de aproximación en circuito aceptada.</b>				

**7.5.3.2 Circuitos de espera**

En el siguiente ejemplo se buscará evaluar la aceptabilidad de la función de generación de plantillas para procedimientos de espera comparando la salida gráfica de la función con un trazado manual.

a) *Método/concepto*

Se toma nota del método y los conceptos conforme se describen en la documentación de la herramienta (u otro documento pertinente) para la función de generación de plantillas para procedimientos de espera. En este ejemplo, la documentación está disponible y se considera aceptable.

b) *Datos de entrada*

1) La herramienta pide que se ingresen los siguientes valores:

- categoría de aeronave;
- IAS;
- temperatura;
- tipo de viento (OACI, estadístico, etc.);
- tiempo de alejamiento; y
- altitud de protección para la espera.

2) *Verificación de la conformidad de la entrada.* Verificar que si el valor de un dato de entrada no cumple los criterios aplicables la herramienta lo rechaza o envía una advertencia al usuario.

c) *Datos de salida*

El cómputo en la herramienta arroja el resultado que se resume en los siguientes datos de salida:

- TAS (V);
- Radio de viraje (r); y
- Velocidad del viento (W).

d) *Verificación gráfica*

Este paso consiste en analizar la salida gráfica.

Para ello, utilizando idénticos datos de entrada se construye la gráfica en forma manual de acuerdo con los criterios previstos en los PANS-OPS (véase más abajo). La comparación se realiza superponiendo la gráfica generada por el soporte lógico a la gráfica manual.

Las diferencias importantes que se observen entre la gráfica manual y la generada por el soporte lógico se investigarán e interpretarán (véase el párrafo 7.4.2).

Para ilustrar el proceso arriba descrito se construyó una gráfica manual a partir de los siguientes datos y cálculos.

DATOS	
	<i>UNIDADES DISTINTAS DEL SI</i>
IAS	230 kt
Altitud	14 000 ft
T	1 min
Temperatura	ISA + 15°C



CÁLCULOS EN UNIDADES DISTINTAS DEL SI			
Línea	Parámetro	Fórmula	Valor
1	K	Factor de conversión para 14 000 ft con ISA + 15°C (véase el Apéndice 2 del Volumen II, Parte 1, Sección 2, Capítulo 1)	1,2755
2	V	$V = K \times IAS^*$	293,4 kt
		* La velocidad verdadera también puede deducirse de la Parte II, Sección 4, Capítulo 1, Apéndice A.	
3	v	$v = V / 3\ 600$	0,0815 NM/s
4	R	$R = 509,26 / V$ , o 3%/s, lo que sea menor	1,722 <sup>o</sup> /s
5	r	$r = V / 62,83 R$	2,71 NM
6	h	en miles de pies	14
7	w	$w = 2h + 47$	75 kt
8	w'	$w' = w / 3\ 600$	0,0208 NM/s
9	E <sub>45</sub>	$E_{45} = 45w' / R$	0,544 NM
10	t	$t = 60T$	60 s
11	L	$L = v t$	4,89 NM
12	ab	$ab = 5v$	0,41 NM
13	ac	$ac = 11v$	0,90 NM
14	gi1 = gi3	$gi1 = gi3 = (t - 5) v$	4,48 NM
15	gi2 = gi4	$gi2 = gi4 = (t + 21)v$	6,60 NM
16	Wb	$Wb = 5w'$	0,10 NM
17	Wc	$Wc = 11w'$	0,23 NM
18	Wd	$Wd = Wc + E_{45}$	0,77 NM
19	We	$We = Wc + 2E_{45}$	1,32 NM
20	Wf	$Wf = Wc + 3E_{45}$	1,86 NM
21	Wg	$Wg = Wc + 4E_{45}$	2,41 NM
22	Wh	$Wh = Wb + 4E_{45}$	2,28 NM
23	Wo	$Wo = Wb + 5E_{45}$	2,82 NM
24	Wp	$Wp = Wb + 6E_{45}$	3,36 NM
25	Wi1 = Wi3	$Wi1 = Wi3 = (t + 6)w' + 4E_{45}$	3,55 NM
26	Wi2 = Wi4	$Wi2 = Wi4 = Wi1 + 14w'$	3,84 NM
27	Wj	$Wj = Wi2 + E_{45}$	4,38 NM
28	Wk = WI	$Wk = WI = Wi2 + 2E_{45}$	4,93 NM
29	Wm	$Wm = Wi2 + 3E_{45}$	5,47 NM
30	Wn3	$Wn3 = Wi1 + 4E_{45}$	5,73 NM
31	Wn4	$Wn4 = Wi2 + 4E_{45}$	6,02 NM
32	XE	$XE = 2r + (t + 15)v + (t + 26 + 195/R)w'$	15,68 NM

33	YE	$YE = 11 v \cos 20^\circ + r(1 + \sin 20^\circ) + (t + 15)v \tan 5^\circ + (t + 26 + 125/R)w'$	8,31 NM
----	----	--	---------

La gráfica resultante que se muestra en la Figura 7-2 podrá luego utilizarse como base para la comparación de las salidas gráficas generadas por el soporte lógico utilizando idénticos datos de entrada.

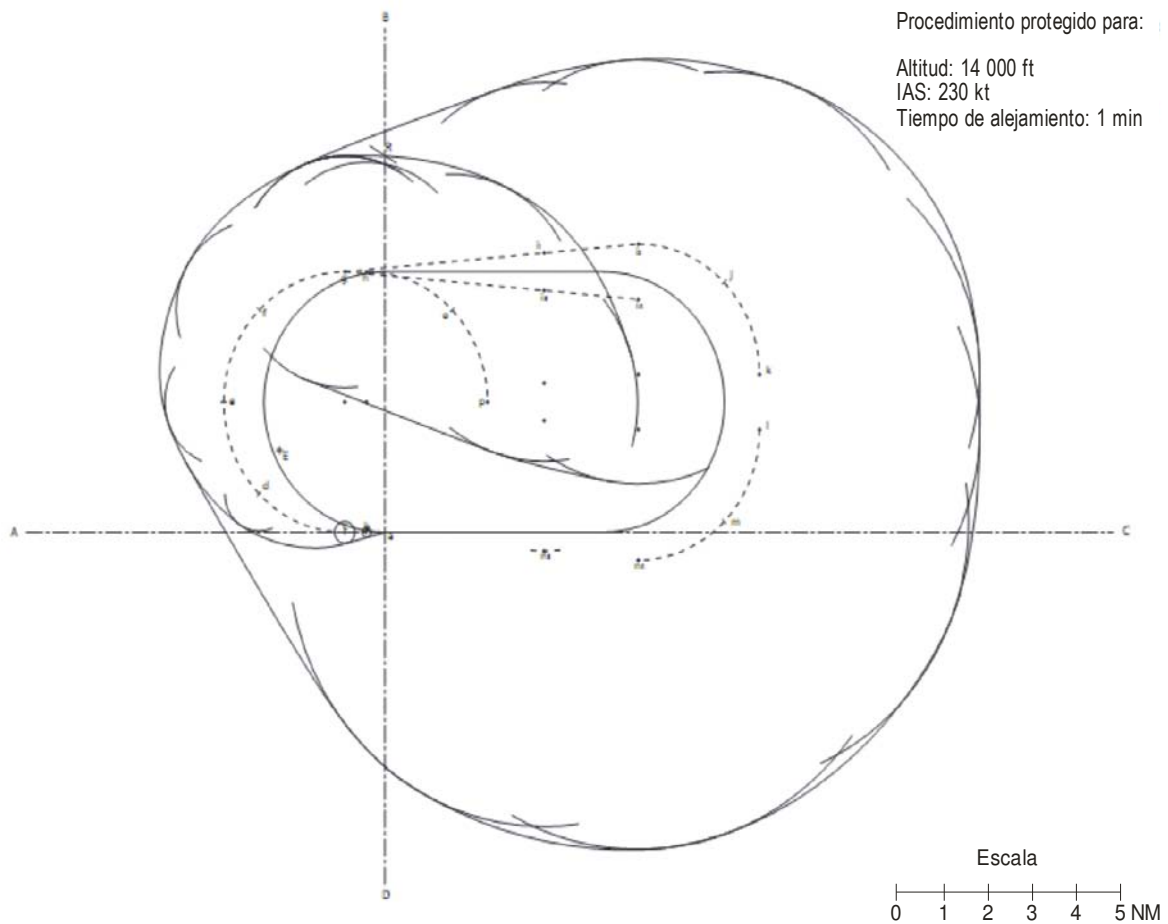


Figura 7-2.

El ejemplo arroja la siguiente conclusión:

OBJETO	Circuito de espera				
Documentación de referencia	Doc 8168 (Quinta edición, 2006) – Volumen II – Parte I – Sección 4 – Capítulo 2 y Parte II – Sección 4				
Versión de documentación	Enmienda 1				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
Método/concepto	x				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
Datos de entrada					
Categoría de aeronave	x				
IAS	x				No hay verificación de conformidad entre IAS y categoría de aeronave
Altitud de protección	x				
Temperatura	x				
Tiempo de alejamiento	x				Se genera una alerta si el tiempo no está conforme con la altitud
Tipo de viento	x				
Derrota de acercamiento				x	
Sentido de viraje				x	A considerarse
Tipo de ayuda para navegación				x	
Entradas requeridas				x	
Altitud ayuda para navegación				x	
Coordenadas ayuda navegación				x	
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
Datos de salida					
TAS	x				
Radio de viraje	x				
Valor de viento	x				
Plantilla (gráfica) de espera	x				
Área básica de espera				x	
Entradas de espera				x	
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
Verificación gráfica	x				
Conclusión	<b>Función aceptada. Se recomienda que se consideren ambos sentidos de viraje.</b>				
	<i>Nota 1.— Se estima altamente conveniente agregar funciones de área básica de espera y entradas.</i>				
	<i>Nota 2.— Se estima conveniente agregar una función de cómputo de la altitud mínima de espera.</i>				

### 7.5.3.3 Inversiones e hipódromos

7.5.3.3.1 *Viraje de base.* En el siguiente ejemplo se buscará evaluar la aceptabilidad de un viraje de base a partir de los resultados de los cálculos y la salida gráfica.

a) *Método/concepto*

Se toma nota del método y los conceptos conforme se describen en la documentación de la herramienta (u otro documento pertinente) para la función de viraje de base. En este ejemplo, la documentación está disponible y se considera aceptable.

b) *Datos de entrada*

La herramienta pide que se ingresen los siguientes valores:

- ISA VAR;
- velocidad indicada y categoría de aeronave;
- velocidad del viento;
- ángulo de inclinación lateral;
- tipo de ayuda para la navegación, coordenadas y elevación;
- sentido de viraje;
- altitud inicial del punto de referencia;
- altitud final del punto de referencia;
- derrota de acercamiento;
- tiempo de alejamiento;
- ángulo de entrada.

Los valores solicitados figuran en la siguiente tabla:

<b>DATOS DE ENTRADA</b>	
ISA VAR	ISA + 15
VELOCIDAD INDICADA	250 kt
VALOR DE VIENTO	58,826 kt
ÁNGULO DE INCLINACIÓN LATERAL	25 grados
TIPO DE AYUDA PARA LA NAVEGACIÓN	VOR
ELEVACIÓN AYUDA NAVEGACIÓN	0 ft
COORDENADAS AYUDA NAVEGACIÓN	41° 48' 13,751" N 12° 14' 15,029" E
SENTIDO DE VIRAJE	Derecha
ALTITUD INICIAL PUNTO REFERENCIA	6 000 ft
ALTITUD FINAL PUNTO REFERENCIA	3 000 ft
DERROTA DE ACERCAMIENTO	305,31 grados
TIEMPO DE ALEJAMIENTO	90 s
ÁNGULO DE ENTRADA	30 grados

c) *Datos de salida*

El cómputo en la herramienta arroja el resultado que se resume en los siguientes datos de salida:

- distancia de acercamiento;
- derrota de alejamiento;
- pendientes de descenso para el acercamiento;
- pendientes de descenso para el alejamiento;
- altitud de viraje;
- radio de viraje; y
- distancia de alejamiento.

DATOS DE SALIDA	
DISTANCIA DE ACERCAMIENTO	7,01 NM
DERROTA DE ALEJAMIENTO	86,64 grados
PENDIENTE DE DESCENSO (Tramo de acercamiento)	802,49 ft/min
PENDIENTE DE DESCENSO (Tramo de alejamiento)	1 197,5 ft/min
ALTITUD DE VIRAJE	4 203,74 ft
RADIO DE VIRAJE	2,462 NM
DISTANCIA DE ALEJAMIENTO	7,01 NM

d) Verificación gráfica

Este paso consiste en analizar la salida gráfica, p. ej., la forma del área, la ubicación de la ayuda para la navegación, la ubicación y longitud del tramo de alejamiento y el radio de viraje (Véase la Figura 7-3).

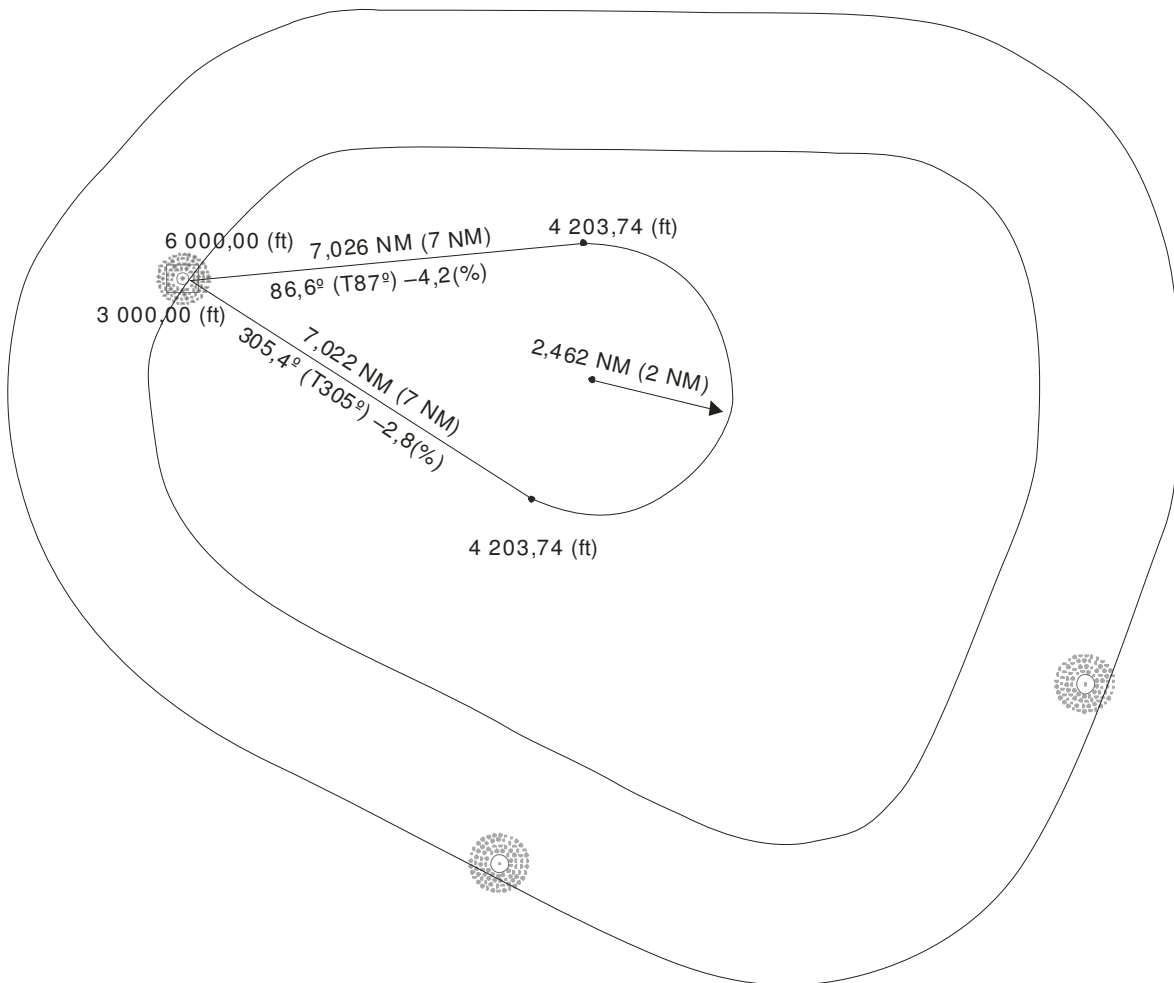


Figura 7-3.

## e) Conclusión

OBJETO	Viraje de base VOR (limitado por el tiempo)				
Documentación de referencia	Doc 8168 — Volumen II — Parte I — Sección 4 — Capítulo 3				
Versión de la documentación	Enmienda 13				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
<b>Método/concepto</b>	x				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
<b>Datos de entrada</b>					
ISA VAR	x				
Velocidad indicada y categoría de aeronave	x				
Velocidad del viento	x				
Ángulo de inclinación lateral	x				
Tipo de ayuda para la navegación, coordenadas y elevación	x				
Sentido de vuelo	x				
Altitud inicial del punto de referencia	x				
Altitud final del punto de referencia	x				
Derrota de acercamiento	x				
Tiempo de alejamiento	x				
Ángulo de entrada	x				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
<b>Datos de salida</b>					
Distancia de acercamiento	x				
Derrota de alejamiento	x				
Pendientes de descenso para el acercamiento	x				
Pendientes de descenso para el alejamiento	x				
Altitud de viraje	x				
Radio de viraje	x				
Distancia de alejamiento	x				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
<b>Verificación gráfica</b>	x				
<b>Conclusión</b>	<b>Función de viraje de base VOR (limitado por el tiempo) aceptada.</b>				

7.5.3.3.2 *Viraje reglamentario.* En el siguiente ejemplo se buscará evaluar la aceptabilidad de un viraje reglamentario a partir de los resultados de los cálculos y la salida gráfica.

a) *Método/concepto*

Se toma nota del método y los conceptos conforme se describen en la documentación de la herramienta (u otro documento pertinente) para la función de viraje reglamentario. En este ejemplo, la documentación está disponible y se considera aceptable.

b) *Datos de entrada*

La herramienta pide que se ingresen los siguientes valores:

- ISA VAR;
- velocidad indicada y categoría de aeronave;
- velocidad del viento;
- ángulo de inclinación lateral;
- tipo de ayuda para la navegación, elevación y coordenadas;
- sentido de viraje;
- tipo de viraje reglamentario;
- altitud inicial del punto de referencia;
- altitud final del punto de referencia;
- distancia del tramo de alejamiento;
- distancia del eje del procedimiento; y
- ángulo del eje del procedimiento.

Los valores solicitados figuran en la siguiente tabla:

<b>DATOS DE ENTRADA</b>	
ISA VAR	ISA + 15
VELOCIDAD INDICADA	250 kt
VELOCIDAD DEL VIENTO	58 826 kt
ÁNGULO DE INCLINACIÓN LATERAL	25 grados
TIPO DE AYUDA PARA LA NAVEGACIÓN	VOR
ELEVACIÓN DE LA AYUDA PARA LA NAVEGACIÓN	0 ft
COORDENADAS DE LA AYUDA PARA LA NAVEGACIÓN	43° 48' 37,503" N 11° 12' 5,4128" E
SENTIDO DE VIRAJE	Derecha
TIPO	80/260 grados
ALTITUD INICIAL DEL PUNTO DE REFERENCIA	6 000 ft
ALTITUD FINAL DEL PUNTO DE REFERENCIA	3 000 ft
DISTANCIA DEL TRAMO DE ALEJAMIENTO	6 NM
DISTANCIA DEL EJE DEL PROCEDIMIENTO	7 NM
ÁNGULO DEL EJE DEL PROCEDIMIENTO	45 grados

c) *Datos de salida*

El cómputo en la herramienta arroja el resultado que se resume en los siguientes datos de salida:

- tiempo del tramo de alejamiento;
- distancia del tramo de acercamiento;
- altitud de viraje;
- pendientes de descenso para el alejamiento; y
- pendientes de descenso para el acercamiento.

DATOS DE SALIDA	
TIEMPO DEL TRAMO DE ALEJAMIENTO	76,930 seg
DISTANCIA DEL TRAMO DE ACERCAMIENTO	12,455 NM
ALTITUD DE VIRAJE	4 208,69 ft
PENDIENTE DE DESCENSO PARA EL ALEJAMIENTO	243,45 ft/NM
PENDIENTE DE DESCENSO PARA EL ACERCAMIENTO	97,04 ft/NM

d) *Verificación gráfica*

Con este paso se busca evaluar la salida gráfica, p. ej., la forma del área, la ubicación de la ayuda para la navegación, la ubicación y longitud del tramo de alejamiento y el sentido y esquema de viraje (Véase la Figura 7-4).

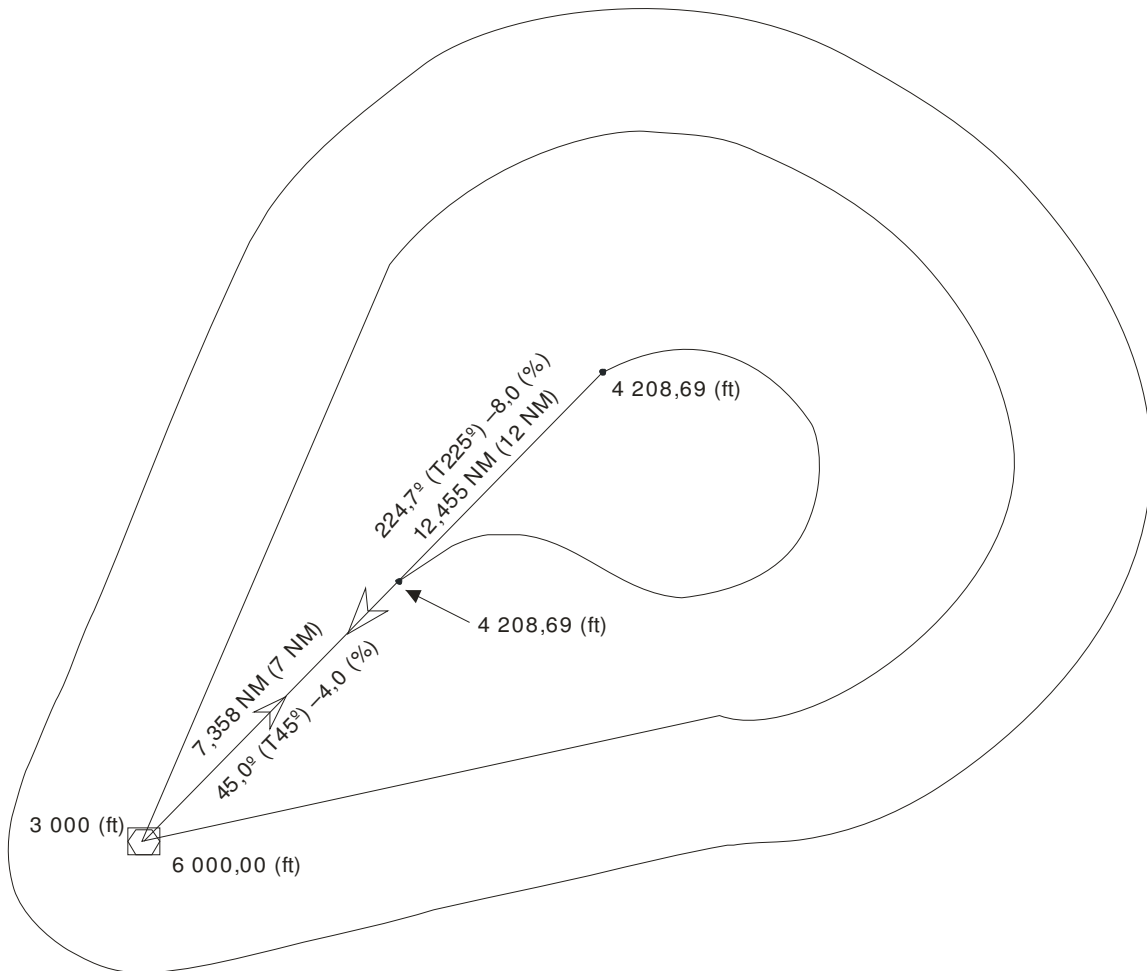


Figura 7-4.



e) Conclusión

OBJETO	Viraje reglamentario VOR/DME (limitado por la distancia)				
Documentación de referencia	Doc 8168 — Volumen II — Parte I — Sección 4 — Capítulo 3				
Versión de la documentación	Enmienda 13				
	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
Método/concepto	x				
	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
Datos de entrada					
ISA VAR	x				
Velocidad indicada y categoría de aeronave	x				
Velocidad del viento	x				
Ángulo de inclinación lateral	x				
Tipo de ayuda para la navegación, coordenadas y elevación	x				
Sentido de vuelo	x				
Tipo de viraje reglamentario	x				
Altitud inicial del punto de referencia	x				
Altitud final del punto de referencia	x				
Distancia del tramo de alejamiento	x				
Distancia del eje de procedimiento	x				
Ángulo del eje del procedimiento	x				
	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
Datos de salida					
Tiempo del tramo de alejamiento	x				
Distancia del tramo de acercamiento	x				
Altitud de viraje	x				
Pendientes de descenso para el alejamiento	x				
Pendientes de descenso para el acercamiento	x				
	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
Verificación gráfica	x				
Conclusión	Función de viraje reglamentario VOR/DME (limitado por la distancia) aceptada.				

7.5.3.3.3 Hipódromo

En el siguiente ejemplo se buscará evaluar la aceptabilidad de un procedimiento de hipódromo a partir de los resultados de los cálculos y la salida gráfica.

a) *Método/concepto*

Se toma nota del método y los conceptos conforme se describen en la documentación de la herramienta (u otro documento pertinente) para la función de hipódromo. En este ejemplo, la documentación está disponible y se considera aceptable.

b) *Datos de entrada*

La herramienta pide que se ingresen los siguientes valores:

- ISA VAR;
- velocidad indicada y categoría de aeronave;
- velocidad del viento;
- ángulo de inclinación lateral;
- tipo de ayuda para la navegación, elevación y coordenadas;
- entrada en la instalación;
- sentido de vuelo;
- altitud inicial del punto de referencia;
- altitud final del punto de referencia;
- tiempo del tramo de alejamiento; y
- ángulo del tramo de alejamiento.

Los valores solicitados figuran en la siguiente tabla:

<b>DATOS DE ENTRADA</b>	
ISA VAR	ISA + 15°
VELOCIDAD INDICADA	240 kt
VELOCIDAD DEL VIENTO	58,826 Kt
ÁNGULO DE INCLINACIÓN LATERAL	25 grados
TIPO DE AYUDA PARA LA NAVEGACIÓN	NDB
ELEVACIÓN DE LA AYUDA PARA LA NAVEGACIÓN	0 ft
COORDENADAS DE LA AYUDA PARA LA NAVEGACIÓN	45° 38' 21,922" N 08° 44' 6,8707" E
ÁNGULO DE ENTRADA	Omnidireccional
SENTIDO DE VUELO	Derecha
ALTITUD INICIAL DEL PUNTO DE REFERENCIA	6 000 ft
ALTITUD FINAL DEL PUNTO DE REFERENCIA	3 000 ft
TIEMPO DEL TRAMO DE ALEJAMIENTO	120 seg
ÁNGULO DEL TRAMO DE ALEJAMIENTO	90 grados

c) *Datos de salida*

El cómputo en la herramienta arroja el resultado que se resume en los siguientes datos de salida:

- distancia del tramo de alejamiento;
- distancia del tramo de acercamiento;
- altitud de viraje;
- pendientes de descenso para el alejamiento; y
- pendientes de descenso para el acercamiento.

DATOS DE SALIDA	
DISTANCIA DEL TRAMO DE ALEJAMIENTO	8,956 NM
DISTANCIA DEL TRAMO DE ACERCAMIENTO	8,953 NM
ALTITUD DE VIRAJE	4 181,10 ft
PENDIENTE DE DESCENSO PARA EL ALEJAMIENTO	909,448 ft/min
PENDIENTE DE DESCENSO PARA EL ACERCAMIENTO	590,551 ft/min

d) Verificación gráfica

Este paso consiste en analizar la salida gráfica, p. ej., la forma del área, la ubicación de la ayuda para la navegación y la ubicación y longitud del hipódromo. (Véase la Figura 7-5).

El proceso de validación puede complementarse comparando los resultados con el *Manual de plantillas para procedimientos de espera, inversión e hipódromo* (Doc 9371).

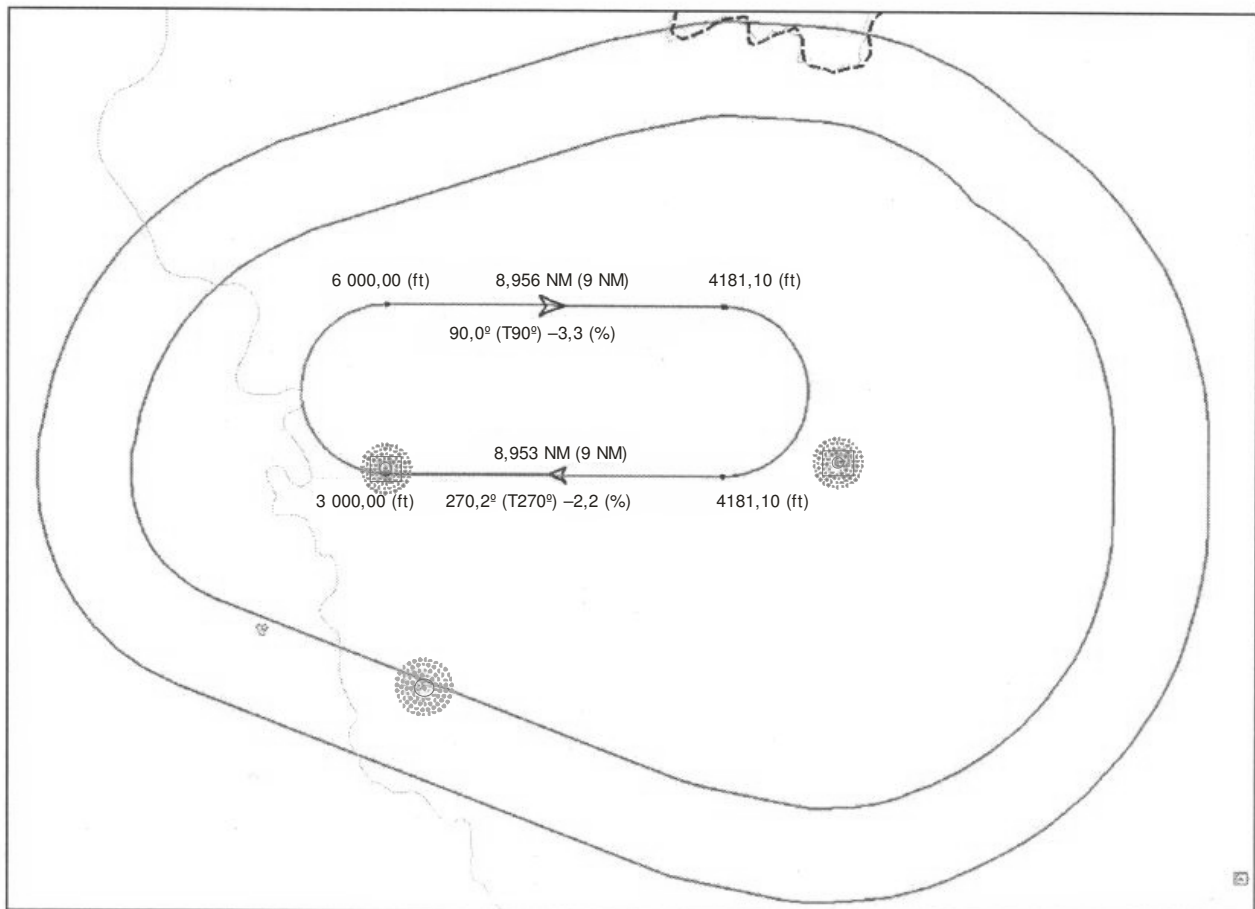


Figura 7-5.

e) *Conclusión*

OBJETO	Hipódromo				
Documentación de referencia	Doc 8168 — Volumen II — Parte I — Sección 4 — Capítulo 3				
Versión de la documentación	Enmienda 13				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
<b>Método/concepto</b>	x				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
<b>Datos de entrada</b>					
ISA VAR	x				
Velocidad indicada y categoría de aeronave	x				
Velocidad del viento	x				
Ángulo de inclinación lateral	x				
Tipo de ayuda para navegación, coordenadas y elevación				x	
Entrada en la instalación				x	
Sentido de vuelo				x	
Altitud inicial del punto de referencia				x	
Altitud final del punto de referencia				x	
Tiempo del tramo de alejamiento				x	
Ángulo del tramo de alejamiento				x	
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
<b>Datos de salida</b>					
Distancia del tramo de alejamiento	x				
Distancia del tramo de acercamiento	x				
Altitud de viraje	x				
Pendientes de descenso para el alejamiento	x				
Pendientes de descenso para el acercamiento	x				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
<b>Verificación gráfica</b>	x				
<b>Conclusión</b>	<b>Hipódromo aceptado.</b>				

**7.5.3.4 TAA**

En el siguiente ejemplo se buscará evaluar la aceptabilidad de un diagrama de TAA. El ejemplo incluye únicamente la salida gráfica.

a) *Método/concepto*

El texto de referencia para el diseño de TAA se encuentra en los PANS-OPS, Volumen II, Parte III, Sección 2, Capítulo 4. En este ejemplo, la documentación está disponible y se considera aceptable.

b) *Datos de entrada*

- tipo de aproximación (en T o en Y);
- coordenadas del IAF (directo, de base derecha y de base izquierda);
- coordenadas del IF;
- coordenadas del FAF;
- marcación de los tramos iniciales;
- marcación de los tramos intermedio y final;
- coordenadas y elevación de los obstáculos/terreno en el área TAA (o archivo eTOD pertinente);
- radio de cada sector; y
- radio del arco interior del escalón de descenso (en su caso).

*Nota.— Se observará que, según la herramienta de que se trate, es posible que no se soliciten todos los datos de entrada indicados arriba.*

c) *Verificación gráfica*

La verificación gráfica debería efectuarse comparando el diseño manual (realizado con ayuda de un programa CAD o similar) con la salida generada por la herramienta de diseño de procedimientos de vuelo. (Véase la Figura 7-6).

Se presentan a continuación ejemplos de datos de entrada de TAA con su correspondiente representación gráfica.

Tipo de TAA	Barra T
Coordenadas del IAF (1) (directo)	41 ° 54' 20,1568" N 012 ° 37' 01,8645" E
Coordenadas del IAF (2) (base izquierda)	41 ° 47' 55,7210" N 012 ° 33' 03,3757" E
Coordenadas del IAF (3) (base derecha)	41 ° 57' 18,8597" N 012 ° 28' 25,2903" E
Coordenadas del IF	41 ° 52' 37,3157" N 012 ° 30' 44,5025" E
Coordenadas del FAF	41 ° 50' 54,1296" N 012 ° 24' 27,4765" E
Marcación del tramo inicial (directo)	250 °
Marcación del tramo inicial (base izquierda)	339,8°
Marcación del tramo inicial (base derecha)	159,7 °
Marcación del tramo intermedio-final	250 °
Coordenadas y elevación del obstáculo/terreno en el sector directo	41 ° 57' 37,4619" N 012 ° 52' 05,0609" E 3 000 ft
Coordenadas y elevación del obstáculo/terreno en el sector derecho	42 ° 02' 50,1827" N 012 ° 10' 57,6461" E 3 500 ft
Coordenadas y elevación del obstáculo/terreno en el sector izquierdo	41 ° 36' 09,7808" N 012 ° 26' 22,0812" E 2 500 ft
TAA mínima para el sector directo	4 000 ft
TAA mínima para el sector derecho	5 500 ft
TAA mínima para el sector izquierdo	3 500 ft

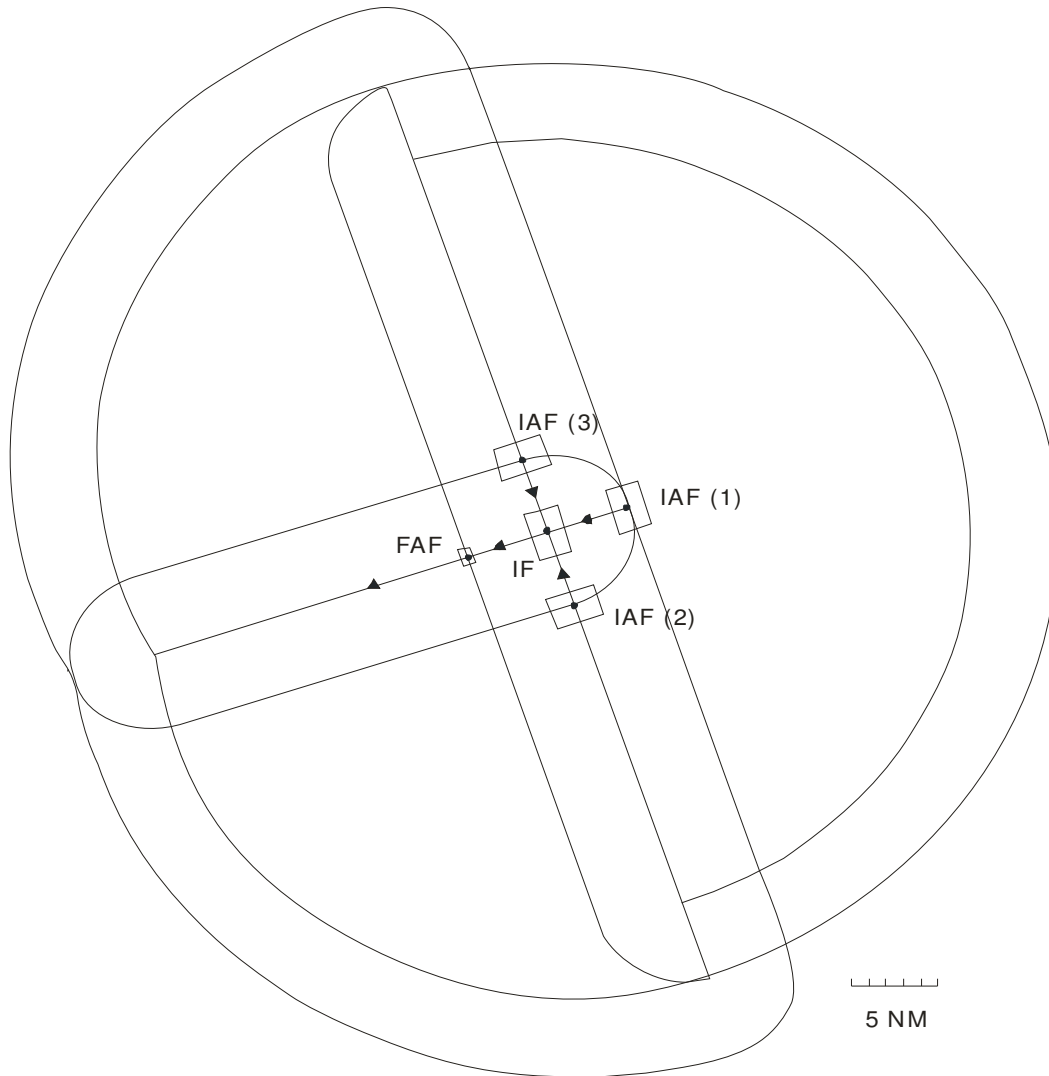


Figura 7-6.

d) *Conclusión*

OBJETO	TAA				
Documentación de referencia	Doc 8168 — Volumen II — Parte III — Sección 2 — Capítulo 4				
Versión de la documentación	Quinta edición – 2006				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
Método/concepto	x				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
Datos de entrada					
Tipo de aproximación	x				
Coordenadas del IAF	x				

Coordenadas del IF	x				
Coordenadas del FAF	x				
Radio del arco de escalón de descenso	x				
Marcación de los tramos iniciales	x				
Coordenadas y elevación de obstáculos/terreno	x				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Datos de salida</b>					
TAA mínima	x				
Salida gráfica	x				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Verificación gráfica</b>	x				
<b>Conclusión</b>	<b>Diseño de TAA aceptado.</b>				

**7.5.3.5 Tramo de aproximación inicial**

En el siguiente ejemplo se buscará evaluar la aceptabilidad de un cálculo de área para el tramo de aproximación inicial. El ejemplo no incluye salida gráfica.

<b>OBJETO</b>	<b>Tramo inicial</b>				
<b>Documentación de referencia</b>	Doc 8168 — Volumen II — Parte III — Capítulo 4				
<b>Versión de la documentación</b>	Enmienda 13				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Método/concepto</b>	x				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Datos de entrada</b>					
Categoría de aeronave	x				
Rango de IAS	x				
Temperatura	x				
Tipo de viento	x				
Altitud máx. de protección	x				
IAS	x				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Datos de salida</b>					
Velocidad del viento	x				
Alcance de la ayuda para la navegación	x				
Tolerancia del punto de referencia de aproximación inicial	x				
Tolerancia del punto de referencia final	x				
Aceptabilidad de los puntos de referencia	x				
Anchura del área de comienzo	x				

Ángulo de ensanchamiento del área	x				
Anchura del área de finalización	x				
Anchura del área primaria/secundaria	x				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
Verificación gráfica				x	Se recomienda generar una salida gráfica
Conclusión	Función de tramo inicial aceptada.				

### 7.5.3.6 Tramo de aproximación intermedio

En el siguiente ejemplo se buscará evaluar la aceptabilidad de un cálculo y trazado de área para el tramo de aproximación intermedio.

OBJETO	Tramo intermedio				
Documentación de referencia	Doc 8168 — Volumen II — Parte III — Capítulo 5				
Versión de la documentación	Enmienda 13				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
Método/concepto	x				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
Datos de entrada					
Categoría de aeronave	x				
Rango de IAS	x				
Tipo de viento	x				
Altitud máx. de protección	x				
IAS	x				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
Datos de salida					
Velocidad del viento	x				
Alcance de la ayuda para la navegación	x				
Longitud mín/máx del tramo	x				
Tolerancia del punto de referencia de aproximación intermedio	x				
Tolerancia del punto de referencia final	x				
Aceptabilidad de los puntos de referencia	x				
Anchura del área de comienzo	x				
Ángulo de ensanchamiento del área	x				
Anchura del área de finalización	x				
Anchura del área primaria/secundaria	x				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
Verificación gráfica		x			Se requiere una salida gráfica
Conclusión	No se acepta la función de tramo intermedio hasta que se proporcione y examine la salida gráfica.				



**7.5.3.7 Tramo de aproximación final en NPA (convencional)**

En el siguiente ejemplo se buscará evaluar la aceptabilidad de un cálculo de área para el tramo de aproximación final en NPA. El ejemplo no incluye salida gráfica.

OBJETO	Tramo final				
Documentación de referencia	Doc 8168 — Volumen II — Parte III — Capítulo 6				
Versión de la documentación	Enmienda 13				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
Método/concepto	x				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
Datos de entrada					
Categoría de aeronave	x				
Rango de IAS	x				
Tipo de viento	x				
Altitud máx. de protección	x				
IAS	x				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
Datos de salida					
Velocidad del viento	x				
Alcance de la ayuda para la navegación	x				
Longitud mín/max del tramo	x				
Tolerancia del punto de referencia de aproximación final	x				
Tolerancia del MAPt		x			La tolerancia del MAPt es inferior a la prevista en los PANS-OPS
Aceptabilidad de los puntos de referencia	x				
Anchura del área de comienzo	x				
Ángulo de ensanchamiento del área	x				
Anchura del área de finalización	x				
Anchura del área primaria/secundaria	x				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
Verificación gráfica				x	
Conclusión	No se acepta la función hasta que se resuelva el problema de la tolerancia del MAPt.				

**7.5.3.8 Tramo de aproximación final en NPA, RNAV con GNSS**a) *Método/concepto*

El texto de referencia para el diseño del procedimiento NPA RNAV con GNSS se encuentra en los PANS-OPS, Volumen II, Parte III, Sección 1, Capítulo 2. En este ejemplo, la documentación está disponible y se considera aceptable.

b) *Datos de entrada*

- coordenadas de los umbrales;
- coordenadas del FAF; y
- coordenadas del MAPt.

Además, para la construcción del límite posterior se considerarán los siguientes datos de entrada:

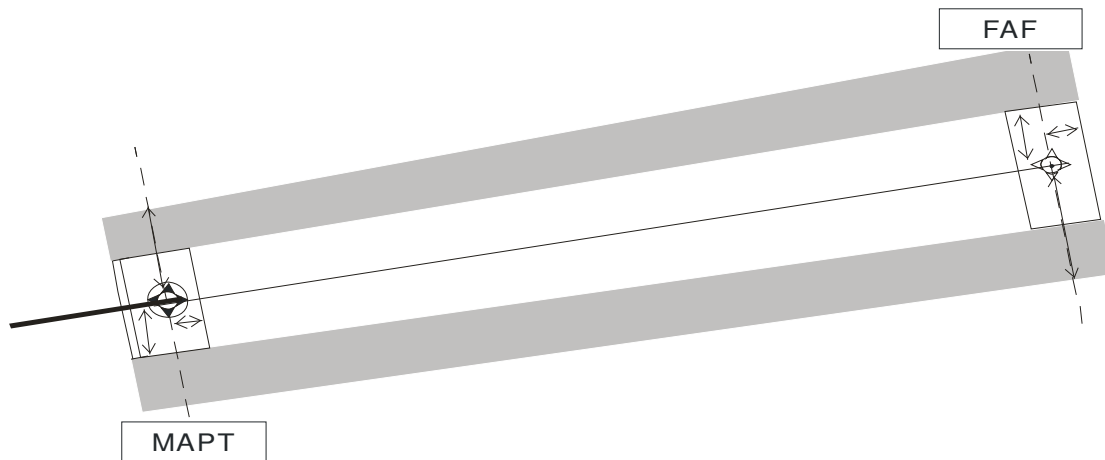
- categoría de aeronave;
- rango de IAS;
- tipo de viento; y
- altitud máxima de protección.

c) *Datos de salida*

- velocidad del viento;
- ATT y XTT del FAF;
- semianchura transversal al FAF;
- semianchura transversal al MAPt;
- anchura del área primaria/secundaria; y
- salida gráfica de los puntos de recorrido, tramo final, tolerancias de los puntos de referencia (ATT/XTT) y áreas de protección.

d) *Verificación gráfica*

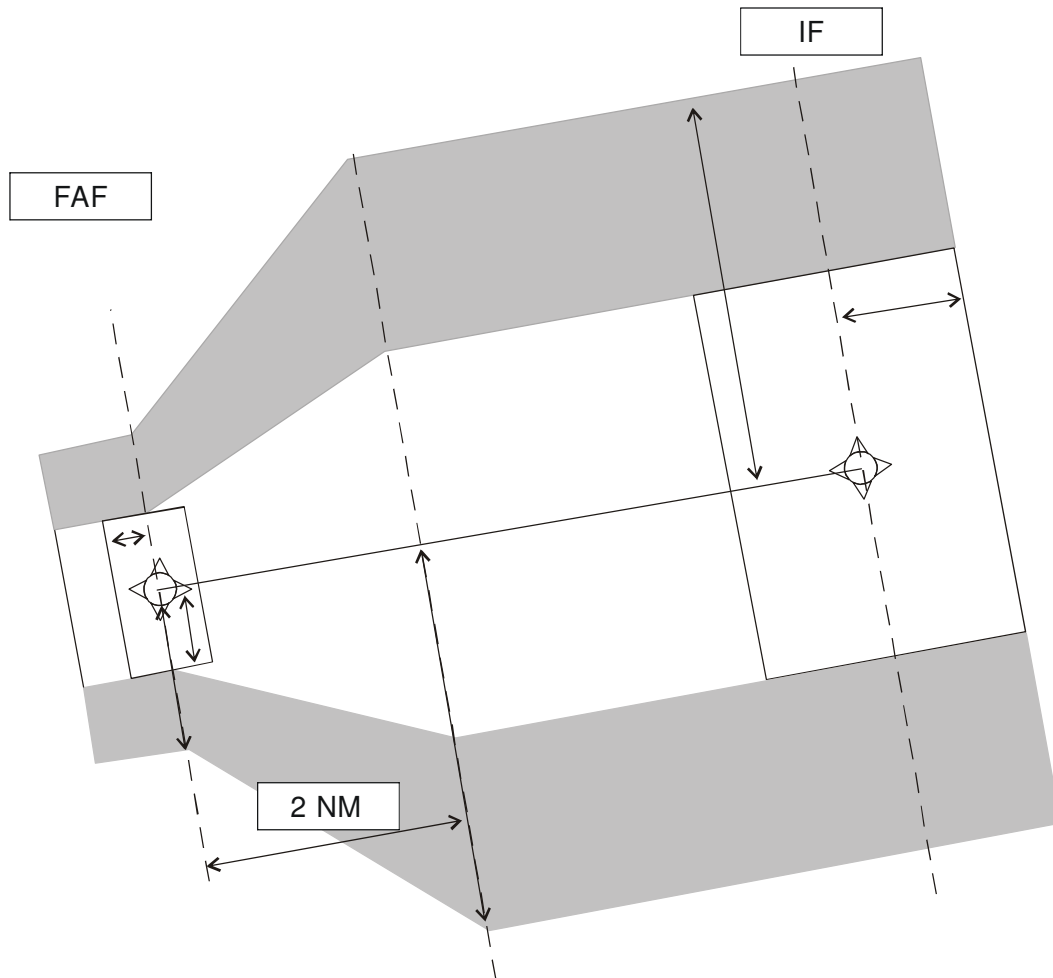
En este paso se evalúan las salidas gráficas, la forma de las áreas de protección, la semianchura de las áreas ( $\frac{1}{2} AW$ ), la ATT/XTT para los FAF y MAPt de cada punto de recorrido (WP) y la longitud mínima/máxima del tramo. (Véase la Figura 7-7).



WP	ATT	XTT	$\frac{1}{2} AW$
FAF	0,3 NM	0,6 NM	1,2 NM
MAPt	0,3 NM	0,5 NM	1,0 NM

Figura 7-7.

Idéntico proceso puede aplicarse a cualquier otro tramo de aproximación RNAV en línea recta, como se ilustra en la Figura 7-8 para el tramo intermedio.



WP	ATT	XTT	½ AW
FAF	0,3 NM	0,6 NM	1,2 NM
IF	1,0 NM	1,5 NM	3,0 NM

Figura 7-8.

e) *Conclusión*

OBJETO	Tramo final				
Documentación de referencia	Doc 8168 — Volumen II — Parte III — Sección 1 — Capítulo 2				
Versión de la documentación	Quinta edición – 2006				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
Método/concepto	x				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
Datos de entrada					
Categoría de aeronave	x				
Rango de IAS	x				
Tipo de viento	x				
Altitud máxima de protección	x				
Coordenadas de los umbrales	x				
Coordenadas del FAF	x				
Coordenadas del MAPt	x				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
Datos de salida					
Velocidad del viento	x				
ATT y XTT del FAF	x				
Semianchura transversal al FAF	x				
Semianchura transversal al MAPt	x				
Anchura del área primaria/secundaria	x				
Salida gráfica	x				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
Verificación gráfica	x				
Conclusión	Función aceptada.				
	<i>Nota.— La conexión con el tramo anterior y el tramo siguiente no forma parte de esta función.</i>				

**7.5.3.9 Aproximación con guía vertical (APV)**

En el siguiente ejemplo se buscará evaluar la aceptabilidad de un tramo final para APV en navegación tipo Baro-VNAV. El ejemplo no incluye salida gráfica.

OBJETO	Tramo final (APV)				
Documentación de referencia	Doc 8168 — Volumen II — Parte III — Sección 3 — Capítulo 4				
Versión de la documentación	Enmienda 13				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
Método/concepto	x				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
Datos de entrada					
Elevación del umbral	x				
Elevación del aeródromo	x				

Categoría de aeronave	x				
IAS	x				
RDH	x				
Altura del FAP por encima del umbral (altura del tramo intermedio)	x				
VPA de diseño	x				
Temperatura mínima probable	x				
MOC para aproximación intermedia	x				
MOC para aproximación final	x				
Sensor	x				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Datos de salida</b>					
Anchura del área FAS OAS (comienzo)	x				
Anchura del área FAS OAS (fin)	x				
Ubicación del FAP/FAF o punto donde la FAS cruza el MOC del tramo precedente	x				
VPA corregido por baja temperatura	x				
Coordenadas de la RDH	x				
Ángulo del FAS	x				
Origen del FAS ( $X_{FAS}$ )	x				
Temperatura mínima promulgada	x				
VPA mínimo	x				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Verificación gráfica</b>		x			
<b>Conclusión</b>	<b>No se acepta la función hasta que pueda generarse una salida gráfica y la misma se verifique.</b>				

### 7.5.3.10 Superficie de tramo visual (VSS)

a) *Método/concepto*

Con este ensayo se buscará validar la VSS para procedimientos de aproximación directa que no son de precisión. El texto de referencia para el diseño de VSS se encuentra en los PANS-OPS, Volumen II, Parte I, Sección 4, Capítulo 5. En este ejemplo, la documentación está disponible y se considera aceptable.

b) *Datos de entrada*

- tipo de procedimiento;
- código de referencia de la pista;
- anchura de la superficie de aproximación interna;
- ángulo de desplazamiento entre la derrota y el eje de la pista (en su caso);
- distancia de desplazamiento entre la derrota y el eje de la pista (en su caso);
- OCH;
- coordenadas y elevación del umbral;

- definición del tramo de aproximación final, incluido el ángulo de aproximación; y
- coordenadas y elevación de los obstáculos/terreno (o archivo eTOD pertinente).

c) *Datos de salida*

- forma de la VSS; y
- obstáculo/terreno que penetra.

d) *Verificación gráfica*

Este paso consiste en analizar la salida gráfica. Incluye la verificación de la VSS como tal, de su posición en relación con la pista, y los obstáculos o terreno que la penetran, en su caso. (Véase la Figura 7-9).

*Nota.— La verificación gráfica puede resultar insuficiente para evaluar la validez del terreno o los obstáculos que penetran en la superficie. Para obtener orientación adicional sobre la validación de los datos sobre el terreno y los obstáculos, véase la sección 6.2.*

A continuación se presenta un ejemplo de construcción de VSS a partir de una serie específica de datos de entrada.

<b>Datos de entrada</b>	
Tipo de procedimiento	<b>NPA directa</b>
Código de referencia de la pista	3 ó 4
Ángulo de desplazamiento entre la derrota y el eje de la pista	0
Distancia de desplazamiento entre la derrota y el eje de la pista	0
Determinación del tramo de aproximación final	Pendiente 3° Marcación 267,763°
OCH	350 ft
Coordenadas de THR	41° 29' 04,9576" N, 010° 27' 44,8054" E
Elevación del THR	0 ft
Coordenadas del obstáculo	41° 29' 07,3272" N, 010° 28' 04,4657" E
Elevación del obstáculo	200 ft
<b>Datos de salida</b>	
Altura por encima del umbral	15 m
Distancia desde el umbral	60 m
Anchura base	300 m (150 m bordeando la prolongación de la pista)
Ángulo de ensanchamiento	15% (bordeando la prolongación de la pista)
Inclinación de la VSS	1,88°
Terminación de la superficie (distancia horizontal desde el THR de aproximación hasta la terminación de la VSS)	3 257 m
Penetración del obstáculo	Sí

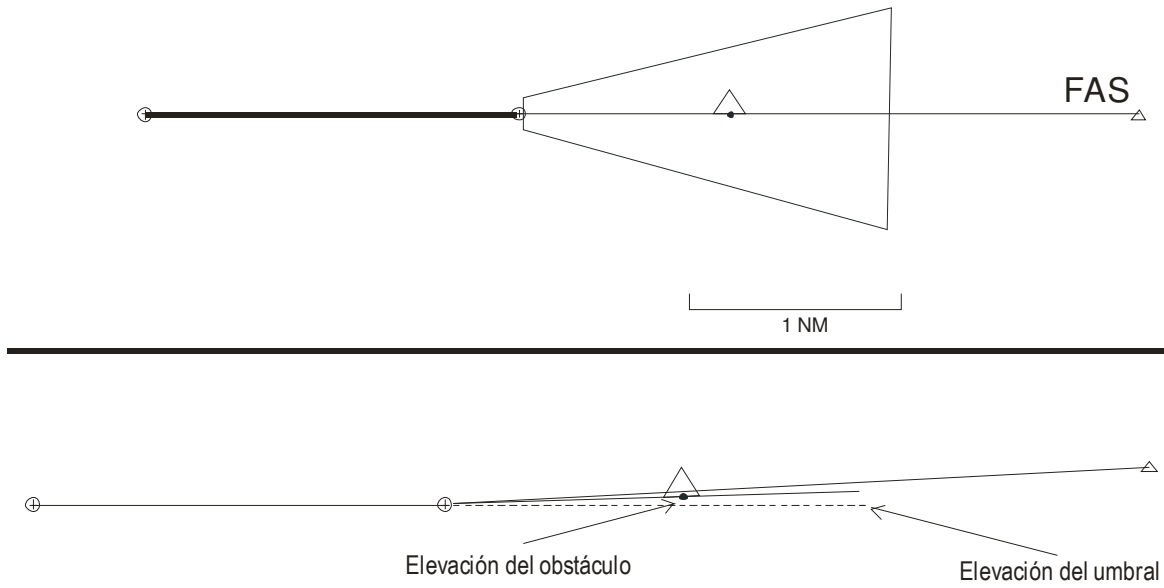


Figura 7-9.

e) Conclusión

OBJETO	VSS				
Documentación de referencia	Doc 8168 — Volumen II — Parte I — Sección 4 — Capítulo 5				
Versión de la documentación	Quinta edición – 2006				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
<b>Método/concepto</b>	x				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
<b>Datos de entrada</b>					
Tipo de procedimiento	x				
Código de referencia de la pista	x				
Anchura de la superficie de aproximación interna	x				
Ángulo de desplazamiento derrota/eje de pista	x				
Distancia de desplazamiento derrota/eje de pista	x				
OCH	x				
Coordenadas y elevación del THR	x				
Tramo de aproximación final	x				
Datos sobre el obstáculo	x				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
<b>Datos de salida</b>					
Forma de la VSS		x			La VSS sólo se genera gráficamente
Obstáculo/terreno que penetra	x				
Salida gráfica	x				

	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
Verificación gráfica	x				
Conclusión	Función aceptada.				
	<i>Nota.— Deberían proporcionarse las coordenadas tridimensionales clave de la VSS.</i>				

### 7.5.3.11 Tramo de aproximación de precisión

En el siguiente ejemplo se buscará evaluar la aceptabilidad de un tramo de aproximación de precisión para aterrizaje por instrumentos (ILS) a partir del método de superficie de evaluación de obstáculos (OAS).

*Nota.— En el ejemplo que sigue, las OAS se basan en la plantilla de OAS, con la diferencia de que las superficies se extienden hasta el FAP.*

#### a) Método/concepto

- 1) En el ejemplo, la documentación de la herramienta describe el método utilizado para computar la extensión de la OAS en el lado final y su limitación en el lado de la aproximación frustrada. También describe los métodos de interpolación utilizados para computar las ecuaciones de las superficies planas, de forma de hacerlas coincidir con la distancia exacta entre la antena del localizador (LOC) y el umbral de la pista.
- 2) El método y los conceptos descritos en la documentación de la herramienta tal como se indica precedentemente se consideran aceptables.

#### b) Datos de entrada

- categoría de aeronave;
- envergadura;
- distancia entre la antena de alineación de trayectoria de planeo y las ruedas de la aeronave;
- orientación del localizador y pista seleccionada;
- coordenadas del umbral;
- elevación del umbral;
- categoría de ILS;
- coordenadas de la antena del LOC (o distancia entre la antena del LOC y el umbral seleccionado);
- anchura del haz del LOC en el umbral;
- LOC desplazado (en su caso);
- ángulo de la trayectoria de planeo;
- altura del datum de referencia (RDH);
- inclinación de la aproximación frustrada;
- altitud del punto de aproximación final (o distancia entre el FAP y el umbral);
- punto de referencia de aproximación final (en su caso); y
- fin del tramo de precisión (en su caso).

*Nota.— Se observará que, según la herramienta de que se trate, es posible que no se soliciten todos los datos de entrada indicados arriba.*

#### c) Datos de salida

- sistema de referencia utilizado para las coordenadas de los puntos que influyen en la OAS;
- coordenadas de los puntos específicos denominados C, D, E y C", D", E";



- ecuaciones de las superficies planas expresadas en un formato específico ( $z = Ax + By + C$ );
- elevación de las superficies planas específicas en los puntos solicitados; y
- salida gráfica de las superficies de evaluación de obstáculos (OAS).

*Nota.— Si se ingresan datos de entrada adicionales (terreno y obstáculos) pueden obtenerse otros datos de salida, tales como:*

- cómputo de la OCA/H del tramo de precisión para cada categoría de aeronave;
- obstáculos ignorados por el uso del FAF;
- obstáculo crítico; y
- ubicación del comienzo del ascenso (SOC) ( $x, y, z$ ).

d) *Verificación gráfica*

Este paso consiste en analizar la salida gráfica, p. ej., la forma de la OAS, la ubicación de la antena del LOC y del FAF, la ubicación del umbral de la pista y el eje final.

A continuación se presenta un ejemplo de construcción de la OAS a partir de una serie específica de datos de entrada.

- categoría de aeronave: Cat D;
- envergadura: 32,5 m;
- distancia entre la antena de trayectoria de planeo y las ruedas de la aeronave: 7 m;
- categoría de ILS: Cat I;
- distancia entre la antena del LOC y el umbral (THR) de aterrizaje: 2 500 m;
- anchura del haz del LOC en el umbral: 210 m;
- ángulo de la trayectoria de planeo: 3°;
- altura del datum de referencia (RDH): 15 m;
- inclinación de la aproximación frustrada: 2,5%;
- altitud del punto de aproximación final: 1 500 ft;
- fin del tramo de precisión: a 1 000 ft por encima del THR; y
- punto de referencia de aproximación final: no se utiliza.

Los datos de salida se indican a continuación:

- sistema de coordenadas: sistema regular de coordenadas  $x, y, z$  a partir de la ubicación del THR (en metros); y
- coordenadas de los puntos específicos denominados C, D, E y C", D", E".

	x	y	z
C	281	49	0
D	-286	135	0
E	-900	205	0
C"	10 807	153	300
D"	5 438	967	300
E"	-12 900	3 058	300

- ecuaciones de las superficies planas expresadas en un formato específico ( $z = Ax + By + C$ );

Superficie	A	B	C
W	0,0285	0	-9,01
X	0,026747	0,176346	-17,60
Y	0,023023	0,201942	-22,33
Z	-0 025	0	-22,50

- elevación de las superficies planas específicas en los puntos solicitados.

Superficie	x	y	z
W	2 000	250	79,98
X	1 200	1 000	207,24
Y	-1 500	1 000	145,08
Z	-2 500	500	40

e) *Conclusión*

OBJETO	Tramo de precisión				
Documentación de referencia	Doc 8168 — Volumen II — Parte II — Sección 1 — Capítulo 1				
Versión de la documentación	Quinta edición – 2006				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
Método/concepto	x				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
Datos de entrada					
Categoría de aeronave	x				
Envergadura	x				
Distancia entre antena de trayectoria de planeo y ruedas	x				
Pista seleccionada y orientación del localizador	x				
Coordenadas de THR	x				
Elevación de THR	x				
Categoría de ILS	x				
Coordenadas de antena LOC	x				
Anchura del haz de LOC	x				
LOC desplazado		x			Verificar la función con un ILS desplazado
Ángulo de antena de trayectoria de planeo	x				
RDH	x				
Inclinación de aproximación frustrada	x				
Coordenadas del FAF	x				
Uso del FAF		x			
Fin del tramo de precisión	x				
	Sí	No	Desconocido	Fuera del alcance	Observaciones
Datos de salida					
Sistema de referencia		x			Verificar coordenadas del THR en este sistema

Coordenadas de puntos específicos	x				
Ecuación de superficies planas	x				
Elevación de superficies planas	x				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
Verificación gráfica		x			
<b>Conclusión</b>	<b>No se acepta la función hasta que pueda efectuarse la verificación gráfica.</b>				

**7.5.3.12 Aproximación frustrada**

En el siguiente ejemplo se buscará evaluar la aceptabilidad de un cálculo de área para el tramo (directo) de aproximación frustrada en NPA. El ejemplo no incluye salida gráfica.

OBJETO	Tramo de aproximación frustrada que no es de precisión (tramo directo)				
Documentación de referencia	Doc 8168 — Volumen II — Parte III — Capítulo 7				
Versión de la documentación	Enmienda 13				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
Método/concepto			x		
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
Datos de entrada					
Categoría de aeronave	x				
Rango de IAS	x				
Tipo de viento	x				
Altitud máx. de protección	x				
IAS	x				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
Datos de salida					
Velocidad del viento	x				
Alcance de la ayuda para la navegación	x				
Tolerancia del MAPt	x				
Tolerancia del punto de referencia de finalización	x				
Aceptabilidad de los puntos de referencia	x				
Posición del SOC	x				
Anchura del área de comienzo	x				
Ángulo de ensanchamiento del área	x				
Anchura del área de finalización	x				
Anchura del área primaria/secundaria	x				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
Verificación gráfica				x	
<b>Conclusión</b>	<b>No se acepta el tramo de aproximación frustrada NPA hasta que se ponga a disposición y se haya examinado la documentación sobre método y concepto.</b>				

### 7.5.3.13 Salidas

En el siguiente ejemplo se buscará evaluar la aceptabilidad de una salida en línea recta con corrección de derrota. El ejemplo sólo incluye salida gráfica.

a) *Método/concepto*

El texto de referencia para este tipo de salidas se encuentra en los PANS-OPS (Doc 8168), Volumen II, Parte I, Sección 3, Capítulo 3 con la figura I-3-3-2.

En este ejemplo, la documentación está disponible y se considera aceptable.

b) *Datos de entrada*

- Ubicación del DER para poder trazar la salida en la ubicación correcta;
- Sentido de dirección de la pista, que se combina con la pendiente de diseño de procedimiento (PDG) para encontrar el punto posterior de corrección de derrota;
- PDG, que se combina con el sentido de dirección de la pista para encontrar el punto posterior de corrección de derrota;
- derrota de salida para poder trazar los bordes exteriores de la salida; y
- distancia de salida.

c) *Verificación gráfica*

Este paso consiste en analizar la salida gráfica; p. ej. los ángulos y las distancias. (Véase la Figura 7-10).

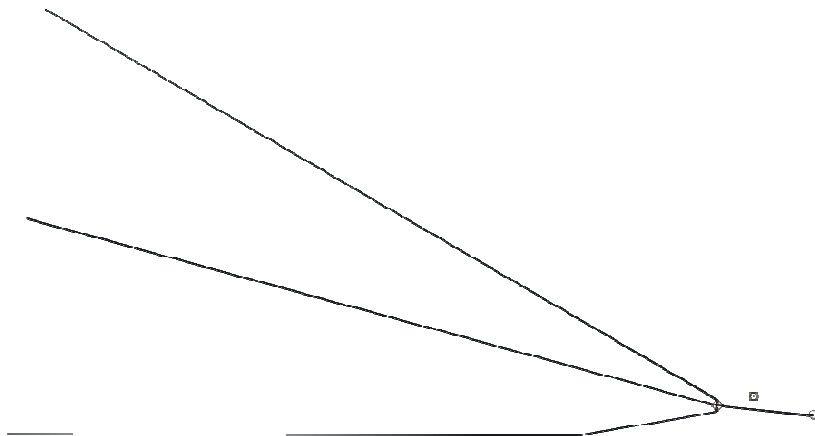


Figura 7-10.

d) *Conclusión*

OBJETO	Salida en línea recta (con corrección de derrota)				
Documentación de referencia	Doc 8168 — Volumen II — Parte I — Sección 3 — Capítulo 3				
Versión de la documentación	Quinta edición – 2006				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Método/concepto</b>	x				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Datos de entrada</b>					
<i>Ubicación del DER</i>	x				
<i>Dirección de la pista</i>	x				
<i>PDG</i>	x				
<i>Derrota de salida</i>	x				
<i>Distancia de salida</i>	x				
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Datos de salida</b>				x	No se dispone de datos de salida (gráficas bidimensionales únicamente)
	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Desconocido</b>	<b>Fuera del alcance</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Verificación gráfica</b>	x				Gráficas bidimensionales únicamente
<b>Conclusión</b>	<b>Salida (bidimensional) aceptada.</b>				

**7.6 APLICACIÓN A LA VALIDACIÓN DE CARACTERIZACIÓN NORMALIZADA PARA LOS CÁLCULOS**

7.6.1 Los cálculos para obtener las altitudes mínimas (o las pendientes mínimas) suponen varios pasos:

- individualización de los datos sobre el terreno y los obstáculos que correspondan para el tramo o procedimiento de que se trate;
- aplicación del MOC que corresponda a los datos sobre el terreno y los obstáculos seleccionados en el paso anterior, tomando en cuenta las diferencias por tratarse de área primaria o secundaria; y
- individualización del obstáculo (o terreno) determinante y cálculo de la MOCA (o la OCA o PDG), atendiendo a las reglas de redondeo previstas en los PANS-OPS.

7.6.2 Estos pasos deberían ser objeto de validación tal como se describe en la sección 7.5, procediendo en su caso a la evaluación del método/concepto, la verificación de los datos de entrada y salida y las verificaciones gráficas.

**7.7 CASOS PUNTUALES**

7.7.1 Se reconoce que la metodología que propone este manual no es suficiente para aquellas funciones que no permitan la realización de ensayos utilizando cálculos manuales o verificaciones visuales o el análisis de puntos clave.

7.7.2 Tal es el caso del CRM y el generador de bloques de datos FAS.

7.7.3 Para estos casos puntuales se requieren procesos de validación externa, tal como el fundado en el Sistema de garantía de la seguridad del soporte lógico.



## Apéndice A

### TRANSFORMACIONES/CONVERSIONES DE DATOS GEOGRÁFICOS

(Referencia: Sección 5.2)

En este apéndice se presentan tablas de transformaciones entre el WGS-84 y los sistemas geodésicos de referencia más comunes y tablas de conversión de coordenadas geográficas expresadas en WGS-84 a coordenadas derivadas de proyecciones comunes. Las tablas contienen una muestra de datos de entrada que pueden utilizarse como parte del proceso de validación.

DATOS DE ENTRADA (WGS-84)		DATOS DE SALIDA (ED50)		MODELO DE CONVERSIÓN (Parámetros)
Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	
41° 0' 0",0	012° 0' 0",0	41° 00' 03",6300	12° 00' 03",5800	Regresión múltiple (Cerdeña)
51° 0' 0"	0° 0' 0",0	51° 00' 03",1417	0° 00' 04",9774	Regresión múltiple (ED50 Reino Unido)
40° 0' 0",0	-5° 0' 0",0	40° 00' 04",3681	-4° 59' 55",2049	Regresión múltiple (ED50 occidental)

Coordenadas proyectadas en WGS-84 a coordenadas WGS-84 en UTM (Grilla transversa universal de Mercator)

DATOS DE ENTRADA WGS-84		ZONA UTM	WGS-84 UTM	
Latitud	Longitud		X	Y
39°00'00,00" N	008°00'00,00" W	29	586592,678	4317252,165
54°00'00,00" N	012°00'00,00" E	33	303379,102	5987687,71
72°00'00,00" N	031°00'00,00" E	36	431030,463	7990077,472

WGS-84 a Sudamericano 1969, Argentina

Datum	Elipsoide	Latitud	Longitud	Altura elipsoidal (m)
WGS-84	WGS-84	S40 04 46,02	W071 09 03,22	0
Sudamericano 1969, Argentina	SAD69	S40 04 44,72	W071 09 00,73	-32

WGS-84 a Norteamericano 1927, México

Datum	Elipsoide	Latitud	Longitud	Altura (m)
WGS-84	WGS-84	N16 45 25,55	W099 45 13,75	0
Norteamericano 1927, México	Clarke 1866	N16 45 22,71	W099 45 12,61	16,3

Coordenadas proyectadas en WGS-84 a coordenadas Cónicas Conformes de Lambert (SAD69, Argentina)

<b>Proyección cartográfica</b>	<b>Elipsoide</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
WGS-84	WGS-84	S40 04 46,02	W071 09 03,22

<b>Datum</b>	<b>Elipsoide</b>	<b>Proyección</b>	<b>Abscisa/Y (m)</b>	<b>Ordenada/X (m)</b>
Sudamericano 1969 Argentina	Sudamericano 1969	Cónica conforme de Lambert	-15644582	6594544,1

---



## Apéndice B

### CÁLCULOS EN EL WGS-84

(Referencia: Sección 5.3)

Este apéndice contiene tablas de cálculos y resultados geodésicos WGS-84 de tres funciones y una muestra de datos de entrada que pueden utilizarse como parte del proceso de validación. Las tres funciones son:

- a) *Función 1* ("Directa"), que presenta el resultado de los cálculos de un punto determinado por el azimut y la distancia a partir de un punto conocido. La muestra de datos de entrada incluye:
- las coordenadas del punto conocido (las celdas con la latitud y la longitud que aparecen junto a los "Datos de entrada") expresadas en grados sexagesimales(\*);
  - los valores de azimut de la muestra (dispuestos en columna), expresados en grados; y
  - las distancias de la muestra (dispuestas en fila), expresadas en millas marinas.

(\*) Por grados sexagesimales se entiende la notación en grados, minutos y segundos.

Los resultados se presentan en las celdas de la tabla; la latitud y longitud del punto resultante están expresadas en grados sexagesimales.

Por ejemplo (como se destaca en ***negrita cursiva*** en la tabla), las coordenadas del punto ubicado a 30° y 10 NM del punto determinado por (latitud N45°00'00,00", longitud E45°00'00,00"") son:

Latitud: N45°08'39,34" – Longitud 045°07'03,86" E.

- b) *Función 2* ("Inversa"), que presenta el resultado de los cálculos del azimut (directo e inverso) y la distancia entre dos puntos. La muestra de datos de entrada incluye:
- las coordenadas del primer punto dado (las celdas con la latitud y longitud que aparecen junto a los "Datos de entrada"), expresadas en grados sexagesimales; y
  - las coordenadas del segundo punto (dispuestas en columna junto a los puntos denominados P1, P2, etc.), expresadas en grados sexagesimales.

Los resultados se presentan en las celdas de la tabla; los azimutes directo e inverso están expresados en grados decimales y la distancia en millas marinas.

Por ejemplo (como se destaca en ***negrita cursiva*** en la tabla), el azimut y la distancia entre el punto determinado por (latitud N45°00'00,00", longitud E45°00'00,00") y el punto determinado por (latitud S000°01'00,00", longitud W000°00'01,00") son:

Azimut directo 234,88° — Azimut inverso 35,40° — Distancia 3598,268 NM

- c) *Función 3 ("Intersección")*, que presenta el resultado de los cálculos del punto definido como la intersección de dos líneas geodésicas (cada una de las cuales está dada por dos puntos que forman parte de la línea). La muestra de datos de entrada incluye:
- las coordenadas de los dos puntos que determinan la primera línea geodésica (las celdas con la latitud y la longitud que aparecen junto a los puntos P1 y P2), expresadas en grados sexagesimales; y
  - las coordenadas de los dos puntos que determinan la segunda línea geodésica (las celdas con la latitud y la longitud que aparecen junto a los puntos P3 y P4), expresadas en grados sexagesimales.

Los resultados se presentan en las celdas de la tabla en la columna designada como "intersección"; la latitud y longitud del punto de intersección resultante están expresadas en grados sexagesimales.

Por ejemplo (como se destaca en ***negrita cursiva*** en la tabla), el punto P está dado por la intersección de la línea geodésica formada por los puntos P1 y P2 y la línea geodésica formada por los puntos P3 y P4. Los datos de entrada son las coordenadas de P1, P2, P3 y P4:

P1: latitud S85°00'00,00", longitud W175°00'00,00"  
P2: latitud S80°30'30,00", longitud W170°50'50,00"  
P3: latitud S87°50'50,50", longitud W179°59'59,00"  
P4: latitud S84°55'55,55", longitud W172°30'30,30"

Los resultados son las coordenadas P: latitud S69°49'50,99" y longitud W168°22'36,58"  
Azimut directo 234,88° — Azimut inverso 35,40° — Distancia 3598,268 NM

#### **Notas importantes:**

Los parámetros WGS-84 utilizados son los que se definen en el *Manual del Sistema Geodésico Mundial — 1984 (WGS-84)* (Doc 9674).

En los ejemplos que se ofrecen en este apéndice, se entiende que las líneas geodésicas se extienden más allá de sus puntos de inicio y fin.

A causa de las operaciones de redondeo, pueden deslizarse ligeras diferencias entre los resultados obtenidos con un sistema automatizado y los que se presentan en las tablas (por lo general, se tratará de diferencias inferiores a una décima de segundo en las coordenadas). Podrán desestimarse los resultados que difieran de la tabla en las unidades de centésimas de segundo (p. ej., W168°22'36,56" en lugar de W168°22'36,57").

Por sus características particulares, los cálculos de valores en las latitudes más altas (>85 grados) pueden requerir más atención y el asesoramiento de expertos en geodesia.

**Función 1 (“Directa”)**

INPUT	LATITUDE LONGITUDE	S85 00 03.00 W175 00 00.00	
Azimuth/Distance	°	10	°00
0	84°58'00,30" S -75°00'00,00" W	84°58'03,04" S 175°00'00,00" W	83°20'30,21" S -75°00'00,00" W
30	84°58'08,28" S -74°54'08,53" W	84°51'20,62" S 174°04'31,14" W	83°30'36,05" S -67°38'41,18" W
60	84°58'30,08" S -74°50'07,84" W	84°54'54,24" S 173°22'46,62" W	83°59'40,28" S -61°08'08,92" W
90	84°58'59,90" S -74°48'35,10" W	84°59'50,13" S 173°05'53,47" W	84°43'56,35" S -56°37'35,26" W
120	85°00'29,77" S -74°50'05,83" W	85°04'50,95" S 173°19'30,52" W	85°35'21,89" S -55°58'57,71" W
150	85°00'51,67" S -74°54'08,57" W	85°08'34,44" S 174°01'14,83" W	86°20'28,02" S -51°53'47,29" W
195	85°00'57,66" S -75°02'57,83" W	85°09'35,94" S 175°30'31,12" W	86°34'25,17" S -47°47'56,73" E
210	85°00'51,67" S -75°06'43,44" W	85°08'34,44" S 175°58'45,18" W	86°20'28,02" S -41°53'47,29" E
225	85°00'42,18" S -75°08'05,43" W	85°08'57,06" S 176°22'38,04" W	85°58'50,64" S -67°57'17,35" E

INPUT	LATITUDE LONGITUDE	S000 01 00.00 W000 00 01.00	
Azimuth/Distance	1	10	100
0	00°03'00,30" N 000°30'01,00" W	00°09'02,96" N 000°00'01,00" W	01°39'29,60" N 000°00'31,00" W
30	00°03'07,78" S 000°30'28,95" E	00°07'42,18" N 000°04'53,46" E	01°28'01,61" N 000°49'54,24" E
60	00°03'28,85" S 000°30'50,87" E	00°04'01,48" N 000°08'37,68" E	00°40'14,60" N 001°26'26,19" E
90	00°01'00,00" S 000°30'58,89" E	00°01'00,00" S 000°09'57,93" E	00°00'59,96" S 001°39'48,25" E
120	00°01'30,15" S 000°30'50,87" E	00°08'01,48" S 000°08'37,68" E	00°51'14,47" S 001°26'26,23" E
150	00°01'52,22" S 000°30'28,95" E	00°09'42,18" S 000°04'53,46" E	01°28'01,60" S 000°48'54,28" E
195	00°01'58,24" S 000°30'16,50" W	00°10'42,42" S 000°02'35,01" W	01°38'04,05" S 000°25'51,55" W
210	00°01'52,22" S 000°30'30,96" W	00°09'42,18" S 000°05'03,46" W	01°28'01,60" S 000°49'56,28" W
225	00°01'42,64" S 000°30'43,35" W	00°08'06,38" S 000°07'04,51" W	01°12'03,26" S 001°10'36,68" W

INPUT	LATITUDE LONGITUDE	N45 00 00.00 E045 00 30.00	
Azimuth/Distance	°	10	°00
0	45°00'59,99" N 045°00'00,00" E	45°09'59,93" N 045°00'00,00" E	48°39'58,49" N 045°00'00,00" E
30	45°00'51,95" N 045°00'42,29" E	45°08'39,34" N 045°07'03,86" E	48°26'12,48" N 046°12'17,43" E
60	45°00'29,99" N 045°01'03,24" E	45°04'59,31" N 045°12'13,36" E	45°48'52,99" N 047°03'49,81" E
90	44°58'59,99" N 045°01'24,58" E	44°59'59,13" N 045°14'05,59" E	44°58'33,07" N 047°20'53,82" E
120	44°59'30,00" N 045°01'03,22" E	44°54'59,38" N 045°12'11,24" E	44°08'56,12" N 047°00'17,44" E
150	44°59'08,04" N 045°00'42,27" E	44°51'20,22" N 045°07'01,74" E	43°33'02,70" N 046°08'44,98" E
195	44°59'02,05" N 044°59'38,12" E	44°50'20,44" N 044°56'21,76" E	43°23'15,82" N 044°24'30,56" E
210	44°59'08,04" N 044°58'07,73" E	44°51'20,22" N 044°52'53,26" E	43°33'02,70" N 043°51'15,02" E
225	44°59'17,57" N 044°59'00,22" E	44°52'55,34" N 044°50'03,30" E	43°48'35,05" N 043°22'20,85" E

**Función 2 (“Inversa”)**

INPUT	LATITUDE LONGITUDE	S85 00 00,00 W176 00 00,00	Forward Azimuth	Reverse azimuth	Distance
2nd POINT					
P1	S75 10 10,00 W145 30 30,00		42,47	193,29	648,588
P2	S60 50 50,50 W100 45 45,00		80,37	187,80	2261,498
P3	S27 27 27,00 W76 30 00,00		102,02	185,53	3816,474
P4	S00 01 00,00 W000 00 01,00		174,98	180,44	5700,026
P5	N000 01 00,00 E000 00 01,00		174,98	100,44	5702,077
P6	N20 20 20,20 E020 20 20,20		185,89	178,54	6905,899
P7	N45 00 00,00 E045 00 00,00		223,53	175,12	8317,37
P8	N65 30 30,30 E 130 59 59,59		313,81	171,27	9131,085
P9	N89 59 30,00 W89 00 00,00		0,10	265,81	10499,692

INPUT	LATITUDE LONGITUDE	S000 01 00,00 W000 00 01,00	Forward Azimuth	Reverse azimuth	Distance
2nd POINT					
P1	S75 10 10,00 W145 30 30,00		188,54	144,84	8134,191
P2	S60 50 50,50 W100 45 45,00		248,79	98,54	5811,213
P3	S27 27 27,00 W76 30 00,00		241,88	83,34	4635,352
P4	S000 01 00,00 W000 00 01,00		0,00	180,00	0
P5	N000 01 00,00 E000 00 01,00		0,90	100,90	1,99
P6	N20 20 20,20 E020 20 20,20		43,32	227,00	1705,719
P7	N45 00 00,00 E045 00 00,00		35,40	234,88	3598,268
P8	N65 30 30,30 E 130 59 59,59		19,00	308,44	6353,785
P9	N89 59 30,00 W89 00 00,00		358,98	91,00	5401,316

INPUT	LATITUDE LONGITUDE	N45 00 00,00 E045 00 00,00	Forward Azimuth	Reverse azimuth	Distance
2nd POINT					
P1	S75 10 10,00 W145 30 30,00		174,79	184,67	6965,874
P2	S60 50 50,50 W100 45 45,00		243,25	91,25	9366,851
P3	S27 27 27,00 W76 30 00,00		269,65	62,90	7610,802
P4	S000 01 00,00 W000 00 01,00		134,66	35,40	3598,268
P5	N000 01 00,00 E000 00 01,00		234,90	35,42	3566,627
P6	N20 20 20,20 E020 20 20,20		277,77	33,88	1818,183
P7	N45 00 00,00 E045 00 00,00		0,00	180,00	0
P8	N65 30 30,30 E 130 59 59,59		33,81	259,43	2914,448
P9	N89 59 30,00 W89 00 00,00		358,98	45,99	2709,324

INPUT	LATITUDE LONGITUDE	N89 59 30,00 W89 00 00,00	Forward Azimuth	Reverse azimuth	Distance
2nd POINT					
P1	S75 10 10,00 W145 30 30,00		238,48	0,83	6908,751
P2	S60 50 50,50 W100 45 45,00		191,78	0,00	8442,951
P3	S27 27 27,00 W76 30 00,00		166,50	360,00	7040,705
P4	S000 01 00,00 W000 00 01,00		91,00	358,98	5401,316
P5	N000 01 00,00 E000 00 01,00		91,00	358,98	5398,926
P6	N20 20 20,20 E020 20 20,20		70,88	348,88	4185,363
P7	N45 00 00,00 E045 00 00,00		45,99	358,98	2709,324
P8	N65 30 30,30 E 130 59 59,59		320,01	0,01	1476,595
P9	N89 59 30,00 W89 00 00,00		0,00	180,00	0

Función 3 ("Intersección")

INPUT DATA		
P1	S85 00 00,00 W175 00 00,00	
P2	S80 30 30,00 W170 50 50,00	
P3	P4	Intersection
S84 48 48,48 W175 00 00,00	S87 50 50,50 W 179 59 59,00	85°07'31,82" S 175°13'35,55" W
S82 30 30,30 W172 30 30,30	S 89 59 30,00 W170 00 02,00	83°01'05,99" S 172°30'29,56" W
<b>S87 50 50,50</b> <b>W 179 59 59,00</b>	<b>S 84 55 55,55</b> <b>W172 30 30,30</b>	<b>69°49'50,99" S</b> <b>168°22'36,58" W</b>
S 84 55 55,55 E180 00 00,00	S85 00 00,00 E180 00 00,00	86°48'14,08" S E180 00 00,00
S 89 59 30,00 W170 00 02,00	S78 25 25,25 E175 50 50,50	87°31'31,84" S 175°53'04,51" E

INPUT DATA		
P1	N45 00 00,00 E045 00 00,00	
P2	N36 30 30,30 E046 00 01,01	
P3	P4	Intersection
N43 50 40,30 E035 00 00,00	N50 00 01,01 E036 45 45,45	61°28'22,87" N 041°45'17,87" E

INPUT DATA		
P1	S000 01 00,00 W000 00 01,00	
P2	N002 02 02,02 E004 04 04,00	
P3	P4	Intersection
S05 05 05,05 W005 40 40,40	N00 00 00,00 E00 00 00,00	00°02'15,57" S 000°02'30,74" W
S03 00 40,00 W000 01 00,00	N03 03 03,03 E003 02 02,02	00°59'27,41" N 001°59'48,49" E
N03 03 03,03 E004 30 30,30	S05 05 05,05 W005 40 40,40	00°54'11,35" N 001°49'21,72" E
N05 05 05,00 E000 00 00,50	S05 05 05,05 E004 30 30,30	00°54'59,32" N 001°50'56,85" E



## Apéndice C

### DATOS Y PARÁMETROS BÁSICOS

(Referencia: Sección 7.2)

**C-1. Datos de origen y valores de referencia para los cálculos de diseño de procedimientos**

Constante	Valor		
PI	3,1416		
Media del radio de la Tierra (Manual del WGS-84, Doc 9674)	6 378 137 m		
Aplastamiento (Manual del WGS-84, Doc 9674)	$\frac{1}{298,257223563}$		
g	9,80665 m/seg <sup>2</sup>		
Milla marina (Tabla 3.3 del Anexo 5)	1 852,0 m		
Presión de referencia para determinar los niveles de vuelo y el QNH (Doc 4444)	1 013,2 hPa		
Pendiente de ascenso en la aproximación frustrada (Z) (Doc 8168, Volumen II, Parte I, Sección 4, Capítulo 6)	Valor por omisión 2,5% Valores adicionales 2%, 3%, 4%, 5%		
Pérdida de altura (HL)	CAT A	Altímetro barométrico (m/ft) 40 (130)	Radioaltímetro (m/ft) 13 (42)
	CAT B	43 (142)	18 (59)
	CAT C	46 (150)	22 (71)
	CAT D	49 (161)	26 (85)
	CAT H	35 (115)	8 (25)
Altitud de la OIS en el DER (H)		5 m (16 ft)	

**C-2. Valores de MOC**

Los valores de MOC incorporados en el soporte lógico pueden ser más altos que los valores que se indican en la tabla siguiente para los distintos tramos de vuelo:

<b>Tramo de vuelo</b>	<b>Valor de MOC en el área primaria</b> (para el área secundaria, se lo reducirá en forma lineal desde el valor entero hasta 0 en el borde exterior del área secundaria)	<b>Zonas montañosas</b>
Tramo de aproximación inicial	984 ft (300 m)	A decisión del diseñador de procedimientos
Tramo de aproximación intermedia	492 ft (150 m)	A decisión del diseñador de procedimientos
Tramo de aproximación final que no es de precisión	246 ft (75 m) o 295 ft (90 m) si no se cuenta con procedimiento FAF	A decisión del diseñador de procedimientos
Tramo de aproximación frustrada	98 ft (30 m) o 164 ft (50 m) según la ubicación del obstáculo en el área de aproximación frustrada	A decisión del diseñador de procedimientos
Salida	$0.008 \cdot D$ , donde D es el mayor valor entre la distancia desde el obstáculo hasta el extremo de salida de la pista (DER) y 295 ft (90 m)	A decisión del diseñador de procedimientos
Llegada	984 ft (300 m)	A decisión del diseñador de procedimientos
En ruta	984 ft (300 m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 450 m (1 476 ft) entre 900 m (3 000 ft) y 1 500 m (5 000 ft)</li> <li>• 600 m (1 969 ft) por encima de 1 500 m (5 000 ft)</li> </ul>



## Apéndice D

### VALIDACIÓN DE ELEMENTOS BÁSICOS

(Referencia: Sección 7.3)

#### D-1. Construcción de puntos de referencia y puntos de recorrido

En la tabla que sigue se describen los parámetros para el cómputo del área de tolerancia del punto de referencia (FTA) para los puntos de referencia convencionales, como se describe en el Doc 8168 — Volumen II — Parte I — Sección 2 — Capítulo 2:

Tipo de ayuda para la navegación	Ángulo de ensanchamiento para construir el área de protección	Derrota	Intersección	FTA en la vertical de la antena
VOR	7,8°	5,2°	4,5°	50°
NDB	10,3°	6,9°	6,2°	40°
LOC	N/A	2,4°	1,4°	N/A
DME	N/A	0,46 km (0,25 NM) + 1,25% de la distancia hasta la antena		N/A

#### Construcción de puntos de referencia convencionales

La siguiente tabla describe la construcción de los WP de conformidad con el Doc 8168, Volumen II, Parte III, Sección 1, Capítulos 2, 3 y 4.

En la tabla se utilizan los siguientes valores:

D	Distancia desde la instalación de referencia hasta el WP = $(D1^2 + D2^2)^{1/2}$
FTT	Tolerancia técnica de vuelo
ST	Tolerancia de cálculo del sistema
VT	$D1 - D \cos(Q + \alpha)$
DT	$DTT \cos Q$
AVT	$D2 - D \sin(Q - \alpha)$
ADT	$DTT \sin Q$
TSE	Error total del sistema

Para los parámetros correspondientes al GNSS se hará referencia al Doc 8168, Volumen II, Parte III, Sección 1, Capítulo 2.

Para el DME/DME, los parámetros se presentan en el Doc 8168, Volumen II, Parte III, Sección 1, Capítulo 3.

Para los parámetros correspondientes al VOR/DME, se hará referencia al Doc 8168, Volumen II, Parte III, Sección 1, Capítulo 4.

Tipo de WP	XTT (KM/NM)	ATT (KM/NM)
VOR/DME	$\pm(VT^2+DT^2+FTT^2+ST^2)^{1/2}$	$\pm(AVT^2+ADT^2+ST^2)^{1/2}$
DME/DME	$\pm(VT^2+DT^2+FTT^2+ST^2)^{1/2}$	$\pm(AVT^2+ADT^2+ST^2)^{1/2}$
DME/DME (para las estaciones DME en funcionamiento a partir del 1 de enero de 1989)	$\pm(TSE^2 + FTT^2 + ST^2)^{1/2}$	$\pm(TSE^2 + ST^2)^{1/2}$
GNSS	7,41/4,00: IAWP ubicado fuera del círculo de 30 NM desde el ARP de aproximación	3,70/2,00: IAWP ubicado fuera del círculo de 30 NM desde el ARP de aproximación
	2,78/1,50: IAF ubicado dentro del círculo de 30 NM desde el ARP de aproximación	1,85/1,00: IAF ubicado dentro del círculo de 30 NM desde el ARP de aproximación
	Punto de referencia 2,78/1,50 en el tramo inicial	Punto de referencia 1,85/1,00 en el tramo inicial
	IF 2,78/1,50	IF 1,85/1,00
	FAF 1,11/0,60	FAF 0,56/0,30
	MAPt 0,93/0,50	MAPt 0,56/0,30
	Punto de referencia en aproximación frustrada 2,78/1,50 ubicado dentro del círculo de 30 NM desde el ARP de aproximación	Punto de referencia en aproximación frustrada 2,78/1,50 ubicado dentro del círculo de 30 NM desde el ARP de aproximación
	Punto de referencia en aproximación frustrada 7,41/4,00 ubicado fuera del círculo de 30 NM desde el ARP de aproximación	Punto de referencia en aproximación frustrada 7,41/4,00 ubicado fuera del círculo de 30 NM desde el ARP de aproximación
RNP	Valor de RNP (de 0,93 km/0,5 NM hasta 0,03 km/0,02 NM)	Valor de RNP (de 0,93 km/0,5 NM hasta 0,03 km/0,02 NM)

**Parámetros para la construcción de puntos de recorrido RNAV**

**D-2. Muestra de resultados del cálculo de la TAS**

A continuación se presentan ejemplos de cálculos de la TAS a diversas altitudes.

IAS	Altitud	ISA + 15	TAS
160	1000	1,0411	166,569460
160	2000	1,0567	169,079422
160	3000	1,0728	171,645361
160	4000	1,0892	174,268937
160	5000	1,1059	176,951871
160	10000	1,1958	191,321781

185	1000	1,0411	192,595939
185	2000	1,0567	195,498081
185	3000	1,0728	198,464949
185	4000	1,0892	201,498459
185	5000	1,1059	204,600601
185	10000	1,1958	221,215810

210	1000	1,0411	218,622417
210	2000	1,0567	221,916741
210	3000	1,0728	225,284536
210	4000	1,0892	228,727980
210	5000	1,1059	232,249331
210	10000	1,1958	251,109838

230	1000	1,0411	239,443599
230	2000	1,0567	243,051669
230	3000	1,0728	246,740206
230	4000	1,0892	250,511597
230	5000	1,1059	254,368314
230	10000	1,1958	275,025061

240	1000	1,0411	249,854190
240	2000	1,0567	253,619133
240	3000	1,0728	257,468042
240	4000	1,0892	261,403406
240	5000	1,1059	265,427806
240	10000	1,1958	286,982672

250	1000	1,0411	260,264782
250	2000	1,0567	264,186596
250	3000	1,0728	268,195877
250	4000	1,0892	272,295214
250	5000	1,1059	276,487298
250	10000	1,1958	298,940283

*Nota.— Toda vez que en los PANS-OPS se exija el uso del número de Mach en lugar de la TAS para la construcción del área de espera (esto es, para el caso puntual de la espera a gran altitud), si el diseño se realiza utilizando la TAS sin considerar esta parte de los criterios el área de espera resultante tendrá un exceso de protección; la función podrá considerarse aceptable aunque el diseño no se ajuste enteramente a los criterios de los PANS-OPS.*

**D-3. Construcción de la derrota nominal**

En la tabla que sigue se describen las fórmulas que se utilizan para computar la derrota nominal (véase el Doc 8168, Volumen II)

**Fórmulas para la construcción de la derrota nominal**

Tramo	Fórmula
Velocidad de viraje R (°/seg)	$R = \frac{3431 \tan \alpha}{\pi V}$ Donde: $\alpha$ = Ángulo de inclinación lateral (°) $V$ = TAS (kt)
Fórmula para calcular la velocidad del viento	$W = 12 h + 87$ Donde: $W$ = Velocidad del viento en km $h$ = Altitud en miles de metros o bien $W = 2 h + 47$ Donde: $W$ = Velocidad del viento en kt $h$ = Altitud en miles de pies
Incidencia del viento durante el viraje. Para un cambio de rumbo de 90°	$E = \frac{W}{40R} \text{ km (NM)}$ $W$ = Velocidad del viento en km/h o (kt)
Divergencia entre el tramo de acercamiento y el tramo de alejamiento de un viraje de base	$\phi = \frac{36}{t}$ para una TAS inferior o igual a 170 kt
	$\phi = \frac{0,215 \cdot TAS}{t}$ para una TAS superior a 170 kt  Donde: $t$ es el tiempo en minutos definido para el tramo de alejamiento y TAS es la IAS máxima definida para el procedimiento
Incidencia del viento en la construcción del área para procedimientos de inversión	$w = (2h + 47) \text{ kt}$ Donde $h$ es la altitud en miles de pies
Anticipación del viraje en virajes de paso	$Y = r \times \tan (0,5 \times \alpha)$ Donde: $Y$ = Distancia de anticipación del viraje $r$ = Radio de viraje $\alpha$ = Cambio del ángulo de derrota (en grados) $120^\circ \geq \alpha$
Radio del área de protección para el viraje DF	$D = \left(\frac{V}{60} + 1,0\right) t + 1,5 \text{ NM}$ Donde: $t$ = Tiempo de alejamiento en minutos $V$ = Velocidad de la aeronave en kt $D$ = Radio en NM

**D-4. Evaluación de obstáculos en los procedimientos de salida**

Esta sección se ocupa de las fórmulas para computar las obstrucciones en los procedimientos de salida.

**Fórmulas de evaluación de obstáculos en los procedimientos de salida**

Cómputo	Fórmula
Salidas con viraje: Obstrucciones en el área de viraje	La altura de los obstáculos no debe superar los 90 m (295 ft)
Salidas con viraje: Franqueamiento de obstáculos en el área de viraje	$PDG (d_r + d_0) + H - MOC$ Donde: $d_r$ = Distancia más corta desde el obstáculo hasta la línea K-K (m o ft) $d_0$ = Distancia horizontal desde el DER hasta la línea K-K (m o ft) $PDG$ = Pendiente promulgada de diseño de procedimiento $H$ = Como se indica en el párrafo 6.1.2 $MOC$ = El mayor valor entre 0,008 ( $d_r + d_0$ ) y 90 m (295 ft) [CAT H 80 m (265 ft)]
Salidas omnidireccionales	La elevación/altitud del obstáculo deberá ser inferior a: $TNA / H + 0,033d_0 - MOC$  CAT H: $90mt + 0,05 d_0 - MOC$

**D-5. Construcción de superficies ILS/MLS**

Esta sección presenta las fórmulas para la construcción de superficies de evaluación de obstáculos (OAS)

**Fórmulas para los procedimientos de aproximación ILS/MLS**

Cómputo	Fórmula
Construcción de superficies	$Z = Ax + By + C$ Donde: A, B, C se toman del Doc 8168, Adj. I de la Parte III
Ajuste de las constantes para condiciones no normalizadas	Superficie W = $C_w - (t - 6)$
	Superficie W* = $C_{w^*} - (t - 6)$
	Superficie X = $C_x - B_x \cdot P$
	Superficie Y = $C_y - B_y \cdot P$
	Donde: $P = \frac{t}{B_x}$ or $s + \frac{t-3}{B_x}$ , la que arroje el valor máximo  Donde: S = Semienvergadura (m) t = Distancia vertical entre las trayectorias de la antena de planeo y la parte más baja de las ruedas (m)
Ajuste del datum de referencia	$C_{corr} = C + (RDH - 15)$ Donde: $C_{corr}$ = Valor corregido del coeficiente C para la superficie apropiada C = Valor tabulado RDH (m)

**D-6. Evaluación de obstáculos en las aproximaciones ILS/MLS**

Esta sección se ocupa de las fórmulas para evaluar las obstrucciones en las aproximaciones ILS/MLS.

**Fórmulas de evaluación de obstáculos en las aproximaciones ILS/MLS**

Cómputo	Fórmula
Altura equivalente de las obstrucciones en el área de aproximación frustrada	$h_a = \frac{h_{ma} \cot Z + (900 + x)}{\cot Z + \cot \theta}$ <p>Donde:</p> <p><math>h_a</math> = Altura del obstáculo de aproximación equivalente  <math>h_{ma}</math> = Altura del obstáculo en la aproximación frustrada  <math>\theta</math> = Ángulo de la trayectoria de planeo  <math>Z</math> = Ángulo de la superficie de aproximación frustrada  <math>x</math> = Distancia del obstáculo respecto del THR</p> <p>Nota:  La fórmula que se utiliza para CAT H es:</p> $h_a = \frac{h_{ma} \cot Z + (700 + x)}{\cot Z + \cot \theta}$
Altitud/altura máxima del obstáculo en la aproximación frustrada en línea recta en tramo de precisión	<p style="text-align: center;">Altitud/altura del obstáculo &lt;  <math>(OCA/H_{ps} - HL) + d_0 \tan Z</math></p> <p>Donde:  <math>OCA/H_{ps}</math> y HL corresponden a lo indicado en el Doc 8168, Tabla II-1-3-2 para una misma categoría de aeronave.  <math>d_0</math> se mide desde el SOC paralelo a la derrota de aproximación frustrada en línea recta.  <math>Z</math> es el ángulo que forman la superficie de aproximación frustrada y el plano horizontal.</p>

**D-7. Evaluación de obstáculos en las aproximaciones RADAR**

En este apartado se tratan las aproximaciones RADAR conforme se las describe en los PANS-OPS.

**Fórmulas para los procedimientos de aproximación RADAR**

Cómputo	Fórmula
Intersección de la superficie de franqueamiento del obstáculo con la superficie horizontal	$D = \frac{98}{\tan 0,6\theta} - \frac{H}{\tan \theta}$ <p>Donde:</p> <p>D = Distancia antes del umbral  H = Altura de la trayectoria nominal de descenso por encima del umbral (m)  <math>\theta</math> = Ángulo de la trayectoria nominal de planeo (°)  <math>0,6 \theta</math> = Ángulo de trayectoria de descenso considerado más desfavorable</p>

### **D-8. Aproximación directa**

Cuando el soporte lógico brinde ayuda para determinar si el eje final seleccionado es un eje de aproximación directa, deberá verificarse que el programa utilice los criterios reglamentarios que se describen en el Doc 8168, Volumen II, Parte I, Sección 4, Capítulo 5.

### **D-9. Ajuste de la OCH**

Si el soporte lógico le ofrece al diseñador información suficiente para identificar las aproximaciones directas, se deberá verificar que el programa tome un valor mínimo de OCH para cada categoría de aeronave.

En caso afirmativo, se verificará que dicho valor mínimo se corresponde con lo prescrito en la tabla incluida en el Doc 8168, Volumen II, Parte I, Sección 4, Capítulo 5.

Si el soporte lógico cumple las condiciones antedichas y considera en sus cálculos o bien permite que se ingrese la inclinación nominal del tramo final, se deberá verificar que el programa alerte al diseñador toda vez que la inclinación sea muy alta y/o compute un valor de OCH mínimo cuando esto ocurra, siguiendo los criterios fijados en el Doc 8168, Volumen II, Parte I, Sección 4, Capítulo 5.

El soporte lógico cotejará el valor de OCH mínimo correcto con la OCH que arroje el examen de los obstáculos en el tramo final. Se verificará que la OCH resultante que el programa asocie con el tramo sea la más alta.

### **D-10. Inclinación de la pendiente y velocidad de descenso**

Cuando el soporte lógico esté diseñado para computar la inclinación, se deberá verificar que dicha inclinación se compute efectivamente entre dos puntos de referencia a lo largo de la trayectoria trazada. La inclinación se computará entre cada posición nominal de los puntos de referencia.

Si el tramo que interviene en los cálculos es el tramo final, la inclinación se computará entre la posición nominal del FAF y el umbral de la pista, suponiendo que la trayectoria pasa 15 m (50 ft) por encima de la ubicación del umbral.

Cuando el programa compute la velocidad de descenso, se la computará a partir del tiempo nominal de vuelo para la IAS establecida.

---





## Apéndice E

### MODELO DE DOCUMENTACIÓN DE LA VALIDACIÓN

(Referencia: Sección 4.5)

Nombre del soporte lógico		Sistema de diseño de procedimientos de vuelo por instrumentos		Versión	1.0	
Nombre del encargado de los ensayos		John Q. Public	Organización/Estado	Administración Federal de Aviación/Estados Unidos de América		
Firma		<i>John Q. Public</i>		Fecha	16 de mayo de 2007	
Ensayo núm.	1	Título	Aproximación en circuito	Objetivo	Validar la construcción del área de aproximación en circuito y la evaluación de obstáculos	
Doc. de referencia		PANS-OPS, Volumen II ( <i>Parte I — Sección 4 — Capítulo 7</i> )				
Ensayo vinculado núm.		Ensayos núm. 7 y 8				
Condiciones iniciales						
La aplicación está abierta y ya se ha cargado el conjunto de datos "A1" de la base de datos. Se ha creado y guardado el procedimiento titulado " <b>Ensayo núm. 8 de aproximación directa VOR/DME final</b> "						
Paso	Acción requerida		Resultados previstos		Satisf.	Insatisf.
1	Área de CAT A		La aplicación construye correctamente el área		x	
2	Evaluación de obstáculos CAT A		La aplicación evalúa correctamente los obstáculos		x	
3	Área de CAT B		La aplicación construye correctamente el área		x	
4	Evaluación de obstáculos CAT B		La aplicación evalúa correctamente los obstáculos		x	
Observaciones						
Ninguna.						





## GARANTÍA DE LA CALIDAD Formulario de envío de comentarios

Se le agradecerá que nos envíe por escrito sus opiniones, comentarios o recomendaciones para mejorar este documento y nos haga saber sus sugerencias de temas nuevos o adicionales.

Asunto: *Manual de garantía de calidad para el diseño de procedimientos de vuelo*  
Volumen 3 — *Validación del soporte lógico para el diseño de procedimientos de vuelo*

A: OACI  
Sección de Gestión del Tránsito Aéreo  
Dirección de Navegación Aérea  
999 University Street  
Montreal, Quebec H3C 5H7  
CANADA

*Sírvase tildar los casilleros que correspondan y reproducir este formulario si fuera necesario.*

- Se ha hallado un error (de fondo o de forma) en el párrafo \_\_\_\_\_ de la página \_\_\_\_\_.
- Se recomienda modificar de la siguiente forma el párrafo \_\_\_\_\_ de la página \_\_\_\_:  
*(agregar páginas si fuera necesario)*
- En una enmienda futura de este documento, se agradecerá incluir el siguiente tema:  
*(descripción sucinta del tema sugerido, incluyendo en lo posible el texto que se recomienda)*
- Otros comentarios:
- LISTADO DE ADJUNTOS [se ruega mencionar todos los adjuntos que se agregan a este formulario].
- Me gustaría dialogar sobre lo aquí indicado. Les agradeceré que se pongan en contacto conmigo.

Enviado por (nombre, organización y dirección): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Núm. de teléfono: \_\_\_\_\_

Dirección electrónica: \_\_\_\_\_

— FIN —





