



ASAMBLEA — 42º PERÍODO DE SESIONES

COMISIÓN TÉCNICA

Cuestión 24: Iniciativas prioritarias de seguridad operacional de la aviación y navegación aérea**DEFINICIÓN DE UN MARCO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL PAVIMENTO EN LOS AERÓDROMOS: DIFICULTADES, OPORTUNIDADES Y LA EXPERIENCIA DE LA REPÚBLICA ISLÁMICA DEL IRÁN**

[Nota de estudio presentada por Irán (República Islámica del)]

RESUMEN

El mantenimiento preventivo de los pavimentos constituye una tarea fundamental para reducir el costo del ciclo de vida, ya que en lugar de intervenciones reactivas en respuesta a emergencias se aplican estrategias proactivas basadas en datos. Dada la alta inversión de capital que representan los pavimentos de los aeródromos y el papel fundamental que cumplen para su seguridad operacional y funcionamiento, la aplicación de un enfoque preventivo estructurado arroja beneficios sustanciales, que van desde una mayor seguridad operacional y sostenibilidad medioambiental hasta menores costos y previsibilidad de las operaciones. En esta nota de estudio se examinan las dificultades y oportunidades relacionadas con la implantación de un marco de mantenimiento preventivo de pavimentos y se presenta la experiencia de la Administración de Aviación Civil (CAA) del Irán en la formulación y aplicación de reglamentos sobre esta materia. Si bien en las normas de la OACI estipuladas en el Anexo 14 — *Aeródromos* se hace hincapié en la importancia de la gestión preventiva, no existe una orientación práctica para llevarla a cabo. En esta nota de estudio se propone una estructura integral adaptada a las áreas de movimiento en los aeródromos.

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

- crear un grupo de trabajo que se ocupe de formular un marco, directrices técnicas detalladas y reglamentos para poner en práctica el mantenimiento preventivo de pavimentos en un formato universal;
- encargar al grupo de trabajo la realización de un estudio de factibilidad para la notificación obligatoria a la CAA del índice de condición del pavimento (PCI) de los aeropuertos (como el rango de clasificación del pavimento (PCR) y el formato mundial de notificación (GRF) para evaluar y notificar el estado de la pista, etc.); y
- definir los requisitos de instrucción del personal responsable de realizar el mantenimiento preventivo del pavimento.

*Objetivos
estratégicos:*

Esta nota de estudio se relaciona con el objetivo estratégico: *Todos los vuelos son seguros y protegidos.*

*Repercusiones
financieras:*

<i>Referencias:</i>	Anexo 14 — Aeródromos, Volumen I — <i>Diseño y operaciones de aeródromos</i> <i>Manual de diseño de aeródromos</i> , Parte 3 — <i>Pavimentos</i> (Doc 9157) ASTM-D-5340-03
---------------------	--

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Esta nota de estudio comienza por ilustrar las ventajas y dificultades relacionadas con la aplicación del enfoque de gestión preventiva de pavimentos. Seguidamente se presenta el marco reglamentario elaborado por la Administración de Aviación Civil (CAA) del Irán para aplicar esta metodología, que incluye una definición clara de los requisitos mínimos de las condiciones del pavimento necesarias para mantener la seguridad operacional en los aeródromos. Por último, se resaltan los beneficios secundarios derivados de la recolección sistemática de los datos obtenidos a través del proceso de mantenimiento preventivo.

2. VENTAJAS DE APLICAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE PAVIMENTOS

2.1 *Mejora de la seguridad operacional.* El mantenimiento preventivo del pavimento en las áreas de movimiento reduciría los riesgos de objetos extraños (FOD), contribuiría a la fluidez de las operaciones de las aeronaves durante el despegue, el aterrizaje y el rodaje y mejoraría la resistencia al deslizamiento, al reducir al mínimo los riesgos de hidroplaneo.

2.2 *Beneficios medioambientales.* El mantenimiento preventivo reduce la necesidad de realizar reconstrucciones mayores, lo que se traduce en un menor uso de materiales, menos consumo de energía y menos emisiones y desechos de construcción.

2.3 *Extensión de la vida útil del pavimento.* El mantenimiento preventivo desacelera el deterioro del pavimento, ya que se atienden problemas menores (por ejemplo, pequeñas grietas, desgaste de la superficie) antes de que se conviertan en problemas estructurales importantes. Esto ayuda a maximizar la vida útil del pavimento, a menudo por varios años.

2.4 *Reducción al mínimo de la interrupción de las operaciones aeroportuarias.* El mantenimiento preventivo a menudo puede programarse durante las horas de menor actividad y requiere menos tiempo de inactividad que las reparaciones mayores, lo que reduce al mínimo la interrupción de los horarios de vuelo y también evita los cierres prolongados de pistas o calles de rodaje.

2.5 *Mejora de la gestión de activos.* El mantenimiento preventivo saca provecho de los datos. Esto conduce a una mejor previsión de las necesidades de mantenimiento y un uso eficiente de recursos, y ofrece fundamentos para justificar las necesidades de financiamiento y presupuesto.

2.6 *Rentabilidad durante la vida útil de diseño del pavimento.* Los tratamientos preventivos son considerablemente más económicos que la rehabilitación o la reconstrucción. Invertir en mantenimiento oportuno y de bajo costo (por ejemplo, sellado de grietas, tratamientos de superficies) evita altos costos futuros por reparaciones de emergencia o fallas del pavimento.

3. DIFICULTADES PARA APLICAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS PAVIMENTOS

3.1 *Requisito de reglamentación.* Aunque en el Anexo 14 — *Aeródromos*, capítulo 10, 10.2.1 se destaca la necesidad de contar con un programa de mantenimiento preventivo, no se incluye una definición clara y completa del marco requerido para su implementación. Este vacío a menudo da lugar a interpretaciones subjetivas por las que las medidas reactivas se consideran erróneamente acciones preventivas. El establecimiento de un marco bien definido, sustentado por reglamentos explícitos, ayudaría a cambiar la evaluación de las condiciones del pavimento de un proceso subjetivo a uno objetivo, promoviendo con ello una aplicación uniforme en todos los aeropuertos. Es esencial que los reglamentos nacionales especifiquen claramente umbrales aceptables, tolerables e inaceptables para los indicadores generales de condición del pavimento, así como los niveles permisibles para cada tipo específico de deterioro.

3.2 *Instrucción del personal.* Uno de los elementos principales que deben considerarse en la aplicación de un enfoque preventivo es la capacitación del personal a cargo del mantenimiento preventivo del pavimento. Este requisito se aplica a dos áreas clave: el estudio y monitoreo del deterioro del pavimento (evaluación del estado del pavimento) y la ejecución de medidas correctivas (tareas de mantenimiento y reparación del pavimento). La instrucción es particularmente importante en relación con el personal responsable del estudio, ya que su labor constituye el primer paso en el proceso de gestión preventiva. Las acciones posteriores dependen completamente de la precisión y calidad de los datos de inspección que se han recopilado en esta etapa. Una comprensión profunda de los tipos de problemas del pavimento, los métodos para evaluar la gravedad y la extensión de estos problemas, el registro adecuado de datos y el establecimiento de un sistema de toma de decisiones basado en datos, así como la capacidad de proponer una reparación y rehabilitación adecuadas, son competencias esenciales en las que el personal de inspección de pavimentos debe recibir la debida instrucción.

3.3 *Equipos.* Aunque los enfoques más avanzados requieren el uso de sensores remotos o dispositivos de escaneo con láser, la ausencia de tales herramientas no impide realizar la inspección de los pavimentos. Los métodos de inspección visual por parte de personal capacitado para tales tareas (con herramientas básicas como equipos de medición de distancia, cámara y dispositivos de posicionamiento simples) son suficientes para realizar auditorías de superficie y pueden respaldar adecuadamente el proceso de inspección de los pavimentos.

3.4 *Interrupción del flujo de tráfico durante las inspecciones.* Durante la inspección y el estudio de las áreas de maniobra, ya sea que las inspecciones se realicen visualmente o con vehículos de escaneo de superficies, las superficies deben cerrarse. Sin embargo, debido a que la frecuencia de las inspecciones es mensual, pueden programarse durante los períodos en que las superficies están cerradas (debido a reparaciones, otras inspecciones, razones operacionales, etc.) o cuando el tráfico es mínimo. Además, el uso de equipos digitales de escaneo de superficies reduce considerablemente el tiempo de cierre de superficies que se requiere para las inspecciones.

4. FORMULACIÓN DE REGLAMENTOS SOBRE LA GESTIÓN PREVENTIVA DE PAVIMENTOS

4.1 **Determinar el tipo, la gravedad y la extensión del deterioro y calcular el índice de condición del pavimento (PCI)**

4.1.1 Al elaborar reglamentos para la gestión preventiva de pavimentos, es esencial definir primero los diversos tipos de deterioro del pavimento y establecer criterios claros para determinar su

extensión y gravedad. En consecuencia, con base en las normas ASTM-D-5340-03, se han establecido criterios de diagnóstico para cada tipo de deterioro, incluida la medición de la extensión (tanto lineal como de área) y la clasificación de gravedad (baja, media y alta).

4.1.2 Los tipos de deterioro definidos incluyen 16 categorías para pavimentos flexibles (fisuración irregular (o de piel de cocodrilo), sangrado, agrietamiento de bloques, abultamientos y hundimientos, corrugación, depresión, erosión por chorro de reactores, agrietamiento de reflexión de juntas, agrietamiento longitudinal y transversal, derrame de aceite, parchado, agregado pulido, desintegración lenta, depresión de la superficie, arrastre, desintegración por agentes atmosféricos) y 15 categorías para pavimentos rígidos (levantamiento o voladura, grietas de esquina, fisuras de durabilidad, escalonamiento entre losas, daños en el sello de juntas, resquebrajamiento de juntas, agrietamiento lineal, fisuración en mapa, parchado, desprendimientos, bombeo, raspado, losa dividida, grietas por contracción, resquebrajamiento de superficie).

4.1.3 En el reglamento propuesto, es obligatorio el estudio completo y exhaustivo de estos deterioros; el uso de métodos de muestreo aleatorio –a pesar de que se recomienda en las normas de la ASTM International– no se considera aceptable. La realización de un estudio completo reduciría la incertidumbre en cuanto a los datos y los riesgos operacionales conexos y disminuiría realmente el margen de error.

4.1.4 Debería realizarse un estudio de deterioro para cada segmento, considerando el tipo, la gravedad y la extensión de cada deterioro, y a partir de los cálculos, representar el resultado como un PCI que muestre la condición general del pavimento para cada segmento.

5. CRITERIOS PARA DEFINIR LAS CONDICIONES OPERACIONALES MÍNIMAS DEL ÁREA DE MOVIMIENTO

5.1 Es necesario definir umbrales reglamentarios como medida de mitigación del riesgo en las áreas de movimiento para limitar el nivel de riesgo. Estos umbrales se definen tanto por separado (para cada tipo de deterioro) como por acumulación (un PCI para cada segmento).

5.2 *Condición operacional mínima utilizando el PCI de cada segmento.* La formulación de estos índices tiene en cuenta la sensibilidad, el tipo y la velocidad operacional de las áreas de superficie. Se definen tres categorías de índices en función de las zonas de velocidad operacional:

- a) zonas de velocidad alta, que abarcan las pistas y las calles de rodaje de salida de alta velocidad;
- b) zonas de velocidad media, como las calles de rodaje; y
- c) zonas de velocidad baja, incluidas las plataformas y los puestos de estacionamiento.

5.2.1 Para cada segmento, los umbrales aceptables, tolerables e inaceptables para el PCI se definen como se muestra en la figura 1. Con este criterio se logra que la función general del pavimento esté en condiciones seguras.

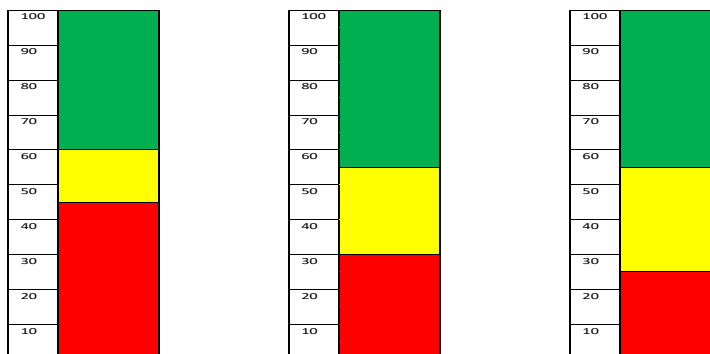


Figura 1. PCI aceptable (verde), tolerable (amarillo) e inaceptable (rojo) para superficies de velocidad alta (izquierda), velocidad media (centro) y velocidad baja (derecha).

5.3 *Restricciones vinculadas a la gravedad del deterioro.* Para cada tipo de deterioro de la superficie, se aplican las siguientes clasificaciones de gravedad:

- a) gravedad baja: aceptable;
- b) gravedad media: tolerable; y
- c) gravedad alta: inaceptable.

5.3.1 Estas limitaciones cuidan de que, además de cada deterioro considerado en el PCI general y su restricción, cada deterioro del pavimento por separado permanezca también dentro de los límites aceptables y el riesgo de operación en pavimento dañado se mantenga en límites tolerables.

6. CONCLUSIÓN

6.1 Hay dos hechos que subrayan la creciente necesidad de hacer más hincapié en los métodos de mantenimiento preventivo del pavimento:

- a) la gran eficiencia y múltiples ventajas de estos métodos: como se mencionó, estos beneficios, que incluyen costos más bajos y menos tiempo de mantenimiento, un mejor rendimiento del pavimento y beneficios medioambientales, demuestran su valor estratégico. Una reducción del 35% al 60% de los costos de mantenimiento del pavimento es un resultado sustancial que no se puede pasar por alto;
- b) la naturaleza fundamental de estos métodos se basa en la inspección visual, que no requiere equipos avanzados ni tecnología compleja. En su lugar, un personal capacitado y equipado con herramientas básicas puede recopilar información valiosa para respaldar la toma de decisiones relativas al mantenimiento del pavimento. Además, muchos de los problemas asociados a los métodos de inspección visual son manejables y pueden tratarse con eficacia en la práctica.

6.2 En el enfoque propuesto, se adaptan normas y definiciones existentes, a las que se suman límites de umbral definidos para cada deterioro individual y el PCI general de cada segmento para crear un marco de evaluación cuantitativa basada en la condición del pavimento. Este marco permite hacer una planificación proactiva del mantenimiento, reduce el riesgo de fallas de pavimento graves y contribuye directamente a mejorar la seguridad operacional.

— FIN —