

# **Instituto Tecnológico de Costa Rica**

## **Escuela de Ingeniería en Construcción**

Sistema de Gestión de Pavimentos en el Aeropuerto Internacional  
Daniel Oduber Quirós

Proyecto final de graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Sidney Patricia Castellón Camacho

Cartago, Diciembre 2007.

# **Sistema de Gestión de Pavimentos en el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber Quirós**



# Abstract

The final graduating project to apply for the degree of Licensure in Construction Engineering has an objective of implementing a tool for the Intervention of Pavements at the Daniel Oduber Quiros International Airport which takes as reference Annex 14 of the Agreement between Civil Aviation and the Organization and the Costa Rican government and the related documents of the following organizations: Department of Transportation of the Federal Aviation Management and the American Society for Experiments and Materials, generating a procedure that will allow the parameters involved in the generation in the decision making according to the structural evaluation and the functionality of it.

The different sections that form the methodology is mainly to revise the international applicable regulations, document and analyze the antecedents related to design and construction of pavements, to make inspection, destructive and non destructive experiments, consider the climate and traffic conditions, determine the index of Condition of the Pavements and the Structural Classification Number and finally propose a tool that will lead to a series of procedures of usage of the different parameters that will let us evaluate the present and future conditions of the pavements

# Resumen

El presente proyecto final de graduación para optar el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción tiene como objetivo implementar un herramienta para la Gestión de Pavimentos del Aeropuerto Internacional Daniel Oduber Quirós (AIDOQ) que toma como referencia el Anexo 14 al Convenio de Aviación Civil suscrito entre la Organización y el Estado costarricense y los documentos afines de los siguientes organismos: Departamento de Transportes de la Administración Federal de Aviación y la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales, generando un procedimiento que permita con los parámetros involucrados tomar decisiones para rehabilitar o conservar un pavimento de acuerdo a la evaluación estructural y funcional del mismo.

Las diferentes secciones que conforman la metodología es primeramente realizar una revisión de las normas internacionales aplicables, documentar y analizar los antecedentes relacionados al diseño y construcción de los pavimentos, realizar inspecciones, ensayos destructivos y no destructivos, considerar las condiciones climatológicas y de tráfico, determinar el índice de condición de los pavimentos y número de clasificación estructural y finalmente proponer una herramienta que conlleve una serie de procedimientos de aplicación para los diferentes

The results of the investigation, the field work, the planning of the methodology will let us establish conclusions and provide recommendations.

Keywords: Intervention of Pavements, asphalt in pavements

parámetros, que permitan evaluar las condiciones actuales y futuras de los pavimentos.

Los resultados de la investigación, el trabajo de campo y el planteamiento de la metodología permiten establecer conclusiones y recomendaciones.

Palabra clave: Gestión de Pavimentos, pavimentos en asfaltos

# **Sistema de Gestión de Pavimentos en el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber Quirós**

# **Sistema de Gestión de Pavimentos en el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber Quirós**

SIDNEY PATRICIA CASTELLÓN CAMACHO

Proyecto final de graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Noviembre del 2007

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

# Contenido

PREFACIO .....	1
RESUMEN EJECUTIVO .....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
METODOLOGÍA.....	5
RESULTADOS .....	6
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	12
CONCLUSIONES.....	14
RECOMENDACIONES.....	16
APÉNDICES .....	17
ANEXOS.....	18
REFERENCIAS .....	19

# Prefacio

La Organización Internacional de Aviación Civil ha encontrado una serie de deficiencias relativas a los pavimentos en los aeropuertos de las Regiones del Caribe, Centroamérica y Sudamérica, debido al no cumplimiento por técnicos de las normas en siete aspectos básicos que podemos mencionar: técnicos que no están capacitados, falta de interés y conocimiento por parte de las administraciones de la importancia del mantenimiento de la infraestructura aeroportuaria, falta de mantenimiento de los pavimentos principalmente el relacionado con la superficie de los mismos, desconocimiento de los principios del Sistema de Gerencia de Pavimentos, desconocimiento de técnicas simples y modernas para la evaluación de pavimentos, falta de interés de las administraciones para la participación de los técnicos de Ingeniería de Pavimentos en cursos, seminarios u otros tipos de entrenamientos y falta de priorizar los recursos financieros para el mantenimiento de los pavimentos.

Ante la ausencia de un Sistema de Gestión de Pavimentos en el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber Quirós surge la necesidad de implementar una herramienta integral que permita a la Autoridad Aeroportuaria un enfoque sistémico de forma que considere el presente estado de los pavimentos y la estimación de la evolución futura de las condiciones, con el propósito de seleccionar una estrategia de mantenimiento y evaluación de las opciones de conservación y restauración, que tome en cuenta las restricciones económicas durante la vida útil de los pavimentos de modo que proporcione buenas condiciones de comodidad y seguridad de los usuarios.

Un agradecimiento a los compañeros de la Unidad de Infraestructura por su apoyo para concluir este proyecto. Al Ing. Jorge Solano Jiménez por su desinteresado aporte, entera disposición y experiencia durante el desarrollo de este trabajo y a todas aquellas

personas que de una y otra forma colaboraron para la realización de este proyecto.

Finalmente este trabajo es dedicado a Dios, por iluminarme el sendero del saber y ser mi bastión principal en la culminación de mis estudios, a Sofia, que es la razón para seguir adelante en mi carrera profesional y a mi madre, por su apoyo en la realización de este trabajo.

# Resumen ejecutivo

El tema del presente proyecto surgió de la necesidad de plantear e implementar una herramienta para la administración de los pavimentos existentes en el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber Quirós, en concordancia con la normativa internacional de la Organización Internacional de Aviación Civil, con el propósito de una mayor eficiencia en el manejo de los recursos y ofrecer mayor seguridad a los usuarios.

Para la Unidad de Infraestructura de la Dirección General de Aviación Civil es de suma importancia disponer de una herramienta sencilla que permita planificar a largo plazo las obras de rehabilitación y conservación de los pavimentos estableciendo las prioridades en la aplicación de los recursos desde la construcción hasta la fase actual, además de predecir las condiciones futuras.

Esta metodología requiere que se indiquen cada paso y permita generar alternativas de estrategias de conservación y reparación en general.

En el momento de iniciar el proyecto la Institución no contaba con ninguna herramienta de planificación de trabajos que identificará las necesidades en los pavimentos, ni el análisis de las distintas alternativas, ni la priorización de los recursos disponibles. Ante este problema el sistema que se planteó permitió definir los procedimientos para obtener los datos del estado actual de los pavimentos de una forma integral, coordinando con los diferentes procesos de la Unidad de Infraestructura los trabajos realizados y además pretendió en primera instancia recomendar una propuesta final de una

rehabilitación de los pavimentos de la pista , espaldones y una conservación en parte de la Plataforma I y calle de Rodaje Charlie.

El trabajo inició con la recopilación de información disponible del diseño y construcción de los pavimentos, esto conllevó que el tiempo programado se duplicara en razón de la ausencia de archivos correspondientes, paralelamente se revisó la literatura disponible relacionadas con pavimentos que incluye la normativa.

Una vez revisada la información disponible se procedió a proponer diagramas de flujo que mostraran la secuencia lógica de la ejecución de los diferentes parámetros; con una propuesta revisada se programó el trabajo de campo para recolectar la información y proponer procedimientos acordes a la realidad.

Como resultado del estudio se desarrollaron los procedimientos tanto para el Sistema Gerencial de Pavimentos como para cada parámetro involucrado y por último se propuso un análisis de los resultados de acuerdo con los parámetros estudiados.

Finalmente con base en el trabajo de campo, análisis y trabajo de oficina se propuso una rehabilitación en la pista y una conservación de los pavimentos para la plataforma oeste y los espaldones.

Para corregir las deficiencias encontradas durante el desarrollo del trabajo se recomienda:

- a) Implementar el sistema propuesto.
- b) Actualizar el sistema propuesto con el desarrollo de los trabajos realizados y los conocimientos adquiridos.
- c) Nombrar un responsable de la Gestión de los pavimentos.
- d) Destinar los recursos económicos, humanos y de tecnología para implementar el Sistema de Gestión de Pavimentos.
- e) Capacitar al personal responsable en la gestión de los pavimentos aeroportuarios.

# Introducción

En las infraestructuras Aeronáuticas se realizan grandes inversiones en el diseño y construcción de los pavimentos de aeropuertos, con el propósito de proveer una adecuada capacidad de carga y una buena calidad de rodamiento de las aeronaves, que permitan una operación segura bajo cualquier condición meteorológica. Estos pavimentos después de construidos sufren deterioro gradual, atribuidos a dos elementos importantes: el envejecimiento/disgregación y la acción del tráfico de aviones. Las fallas en la estructura de los pavimentos son el resultado de exposición al medio ambiente, fatiga, drenaje deficiente y movimiento de subbase luego de un período de tiempo, esto contribuido con técnicas deficientes de construcción, materiales por debajo de especificaciones, construcción sin tomar en cuenta la necesidad actuales en cuanto a peso, incremento considerable en frecuencia de aterrizaje y salidas, un trabajo humano ineficiente, estos factores aceleran el proceso del deterioro del pavimento, es por estas razones que se requiere adoptar una rutina para realizar mejoramiento de los pavimentos existentes, permitiendo así mantener efectiva la preservación de las áreas de movimiento con la implementación de un Sistema de Gestión de Pavimentos que culmina en un programa de mantenimiento.

Este programa de mantenimiento se elabora coordinado, planteado en un cronograma de trabajo, con los recursos necesarios por año de acuerdo a un presupuesto aprobado para la institución, garantizando de esta manera una vigilancia continua, ya que el descuido de esta actividad es muy costoso, lo que conlleva a las Administraciones a invertir sumas de dinero por la falta de una rutina de mantenimiento temprano.

de esta manera la detección y reparación tempranas de fallas es, sin ninguna duda el procedimiento más efectivo.

Las grietas y otros defectos de la superficie son casi imperceptibles en sus primeras etapas que si no son detectadas y reparadas a tiempo generan fallas severas, por lo cual se requiere que se determine sus causas y así corregirlas.

El programa de mantenimiento deberá incluir tanto lo preventivo como correctivo, la selección de un método de rehabilitación deberá considerar tanto la parte de viabilidad económica, como de Ingeniería de Pavimentos, así como los efectos del mantenimiento y reparación, comparándose con otras alternativas de acuerdo con el ciclo de vida de los pavimentos, y determinar las consecuencias económicas de cada uno en el presente y el futuro.

La gestión de los pavimentos busca realizar en una forma sistemática e integral una evaluación estructural y funcional de los pavimentos existentes, que permita a los evaluadores determinar cuáles son las alternativas de intervención para garantizar un funcionamiento con seguridad a los usuarios a un menor costo.

Los objetivos de este proyecto son los siguientes:

General:

- Desarrollar una herramienta que permita un levantamiento sistemático de información y análisis, para optimizar las inversiones y planificar los estudios y obras necesarias durante la vida útil de los pavimentos en el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber Quirós.

Específicos:

- Recolectar investigación de campo y antecedentes existentes de las obras pavimentadas.
- Determinar la Condición de los Pavimentos de las obras existentes.
- Determinar la capacidad estructural de los pavimentos y vida útil para el desarrollo de los modelos de deterioro.
- Proveer información confiable del estado de los pavimentos.
- Realizar las investigaciones para desarrollar un anteproyecto para la rehabilitación y repavimentación de los sectores pavimentados en el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber Quirós.

Con el propósito de cumplir los objetivos se estableció una metodología que admita al Encargado de la Gestión de los Pavimentos disponer de una herramienta con la secuencia lógica de todas las acciones a realizar en las diferentes etapas del ciclo de vida del pavimento, de tal manera que se puedan llevar a cabo las diferentes actividades que permitan priorizar las inversiones generando alternativas técnicas y económicas para cada situación.

# Metodología

El trabajo se inició con la búsqueda de la información referente al diseño y construcción de los pavimentos, así como estudios geológicos realizados, pruebas de coeficiente de fricción, determinación del índice de condición del pavimento, número estructural del pavimento, el tráfico y las operaciones del 2002 al 2007 y la información disponible en la Publicación de Información Aeronáutica. Después de obtener la información relacionada en los casos que se disponía, que llevó aproximadamente tres meses, se procedió a clasificarla. Esta primera etapa consistió en revisar cada elemento fundamentado en las etapas de construcción y ampliación de las diferentes secciones de la pista, plataformas y calles de rodaje, así como entrevistas a funcionarios de la Unidad de Infraestructura de la Dirección General de Aviación Civil y la Administración del Aeropuerto, los resultados permitieron ser una guía para comprender todo el proceso de construcción de los pavimentos en ausencia de las memorias respectivas.

Si bien disponer de un Sistema de Gestión de Pavimentos es preocupación de la Organización de Aviación Civil Internacional por ser una razón básica por la cuales las normas y recomendaciones no se están cumpliendo en lo referente a pavimentos, la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo en los pavimentos y en la actualidad, correctivo, en este Aeropuerto; no disponer de literatura como implementarlo, fue la tarea más importante en el desarrollo de este proyecto, y por ende en las actividades de lectura, análisis de la normativa internacional, así como los elementos fundamentales de la Ingeniería de Pavimentos .

Después del análisis de la información disponible y la revisión de la literatura se

realizaron visitas de campo para revisar las condiciones de los pavimentos.

Con los componentes anteriores se plantearon propuestas de diagramas de flujo con los diferentes parámetros de evaluaciones estructurales y funcionales de los pavimentos, permitiendo después de varios intentos generar el sistema propuesto para definir las estrategias de rehabilitación y conservación de los pavimentos. Posteriormente se propone un procedimiento para el Sistema de Gestión de Pavimento y para cada parámetro indicado en el diagrama en un formato establecido por la Unidad de Control de Calidad de la Dirección General de Aviación Civil.

Para lograr implementar la herramienta se realizaron una serie de evaluaciones en el tiempo propuesto para el desarrollo del proyecto de las siguientes parámetros en la pista: Levantamiento taquimétrico de la superficie de ruedo, ensayos de laboratorio, prueba de coeficiente de fricción, determinación del índice de condición del pavimento y número estructural del pavimento, además del Índice de Condición de los Pavimentos de los espaldones, de la calles de rodaje y plataformas, esto con el propósito de establecer criterios más acertados en los procedimientos y determinar diferentes alternativas para la rehabilitación de la pista como un proyecto de inversión que la Dirección General de Aviación Civil estaba proponiendo para el año 2008.

Se procedió a estandarizar y oficializar el documento y procedimientos que deber ser usados durante la ejecución del Sistema Gerencial por el Director General de Aviación Civil para el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber Quirós.

# Resultados

Según estudio y análisis de los antecedentes y la normativa relacionada con el tema de estudio, se encontró que no está definida por la Dirección General de Aviación Civil una estrategia de rehabilitación o conservación de los pavimentos induciendo a deficiencias, lo cual permitió plantear el objetivo de este proyecto y desarrollar un protocolo de procedimientos para llevar a cabo un Sistema Gerencial de Pavimentos.

Esta propuesta tiene como propósito definir las prioridades de las próximas inversiones y representa un inicio de una estrategia de una planificación en el tiempo y ser una fuente a implementar por la Unidad de Infraestructura.

Los resultados que se muestran son una base que se utilizaron para plantear el manual de procedimientos como el propósito de definir los lineamientos de acorde a una realidad e implementarlos, los cuales son plasmados en tres etapas identificadas como siguen:

**Antecedentes:** Se han analizado todos los antecedentes existentes. Los componentes esenciales del sistema en esta etapa son los bancos de datos, elementos críticos para efectuar un mantenimiento del pavimento y decisiones de reparación: la estructura del pavimento, la historia de construcción y mantenimiento, incluso los costos, los datos de tráfico e información de la condición del pavimento. En el desarrollo de este proyecto esta información fue clave ya que permitió conocer los detalles de la construcción y ampliación de la infraestructura y plantear los diferentes procedimientos descritos en los anexos. Ésta se clasificó y se ordenó, la cual se muestra en el Apéndice 1 para ser consultados por el encargado de pavimentos u otro funcionario de la Dirección General de Aviación Civil, en razón de que no existe información en las unidades involucradas.

**Sistema Gerencial:** Con el propósito implementar el Sistema de Gestión de

se elaboraron las pautas y procedimientos que proveen a la institución un constante, objetivo y sistemático medio para establecer políticas de facilidad, establecer prioridades y recursos en la rehabilitación y conservación de los pavimentos. La información se cuantifica para proveer recomendaciones específicas con el fin de tomar acciones requeridas en el mantenimiento del pavimento, en un nivel aceptable de servicio mientras se minimiza el costo de mantenimiento.

Se confeccionó un diagrama de flujo y el procedimiento con los diferentes parámetros a evaluar, estableciendo cada uno de los requerimientos básicos, lo que permitirá al encargado coordinar y cumplir con la gestión, elaborar un cronograma y un plan de trabajo con costos y responsables. El procedimiento se encuentra en el anexo 1 de este documento.

**Parámetros:** Con el estudio de los antecedentes, el procedimiento del Sistema de Gestión de Pavimentos establecido identifica a cada uno de los parámetros a estudiar, la parte fundamental del desarrollo de este trabajo es proponer el manual de procedimientos el cual se anexa en nueve guías que se detallan en: programa de inspecciones, prueba de coeficiente de fricción, determinación del índice de rugosidad internacional, evaluación estructural, pruebas destructivas, determinación del índice de condición de los pavimentos, la auscultación topográfica de la superficie de los pavimentos, evaluación estructural, pruebas no destructivas, determinación de la textura y el Número de Clasificación de la Aeronave y el Pavimento. Estos procedimientos se anexan a estos resultados con el formato establecido por la institución para implantarlo posterior a la firma del jerarca.

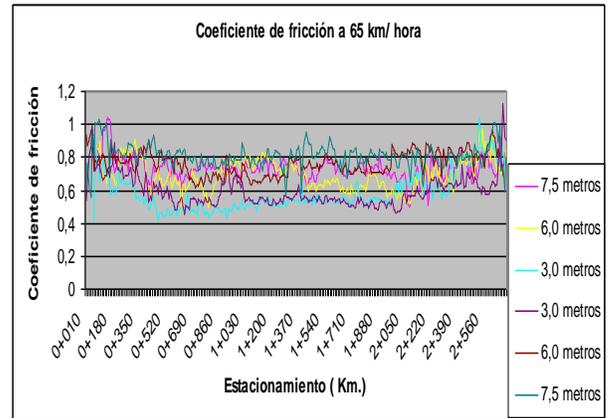
Por el tiempo tan limitado en el desarrollo del proyecto, se analizaron los parámetros que en el diagrama de flujo permitieron el estudio para desarrollar un anteproyecto y definir las

obras de rehabilitación ha realizar en el año 2008, de acuerdo con el presupuesto anual aprobado y los recursos humanos disponibles, además de proponer las guías con parámetros investigados, analizados y confiables del estado actual de los pavimentos y herramientas futuras del desarrollo de obras durante su vida útil.

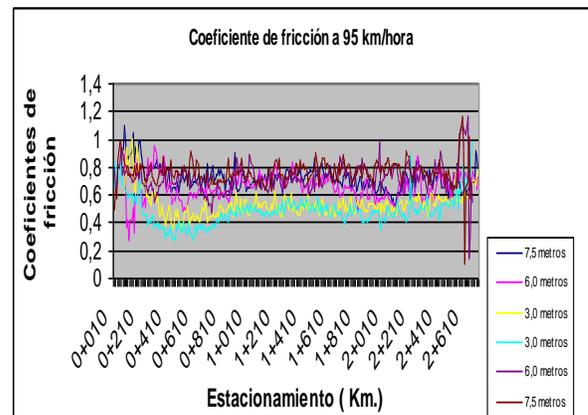
En el cuadro 1 se presentan las condiciones iniciales de inspección de los pavimentos existentes, realizado por tres profesionales de la Unidad de Infraestructura.

<b>Cuadro 1. Inspección a los pavimentos</b>	
Fecha de inspección	9 de agosto del 2007
Áreas pavimentadas	Anotaciones
Pista	Agua empozada, concentración de caucho en zona de contacto en cabecera 07, fisuras longitudinales, espaldones erosionados
Plataforma	Derrames de combustible, deformaciones, baches y grietas en bloques.
Calle de rodaje	Baches, humedad, grietas en bloque.

En las figuras 1 y 2 se muestran los resultados de la prueba de coeficiente de fricción de la pista a velocidades de 65 km/hr y 95 km/hr para las distancias de 3, 6 y 7.5 metros de la línea de centro.

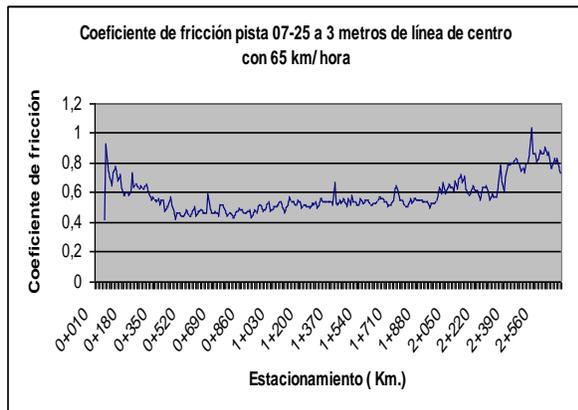


**Figura 1. Resultados del coeficiente de fricción de la pista a 3, 6 y 7.5 metros de la línea de centro a una velocidad de 65 Km/hr.**



**Figura 2. Resultados del coeficiente de fricción de la pista a 3, 6 y 7.5 metros de la línea de centro a una velocidad de 95 Km/hr.**

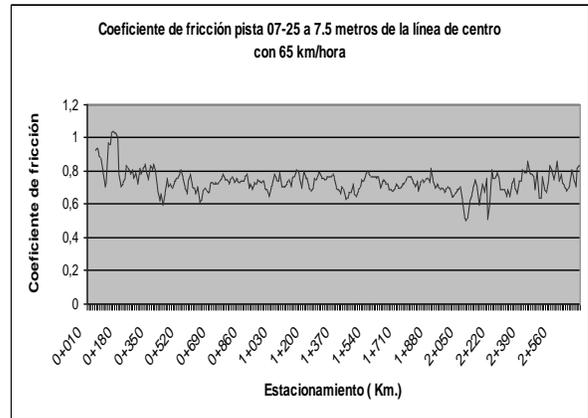
En las figuras 3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 y 14 se muestran los resultados de la prueba de coeficiente de fricción de la pista 07-25 y 25-07 a velocidades de 65 km/hr y 95 km/hr para las distancias de 3, 6 y 7.5 metros de la línea de centro.



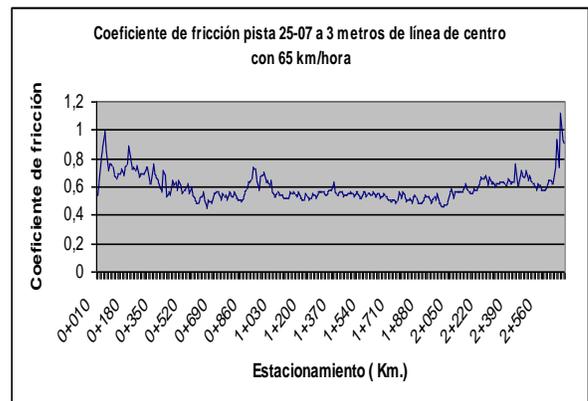
**Figura 3. Resultados del coeficiente de fricción de la pista 07-25 a 3 metros de la línea de centro a una velocidad de 65 Km/hr.**



**Figura 4. Resultados del coeficiente de fricción de la pista 07-25 a 6 metros de la línea de centro a una velocidad de 65 Km/hr.**



**Figura 5. Resultados del coeficiente de fricción de la pista 07-25 a 7.5 metros de la línea de centro a una velocidad de 65 Km/hr.**



**Figura 6. Resultados del coeficiente de fricción de la pista 25-07 a 3 metros de la línea de centro a una velocidad de 65 Km/hr.**

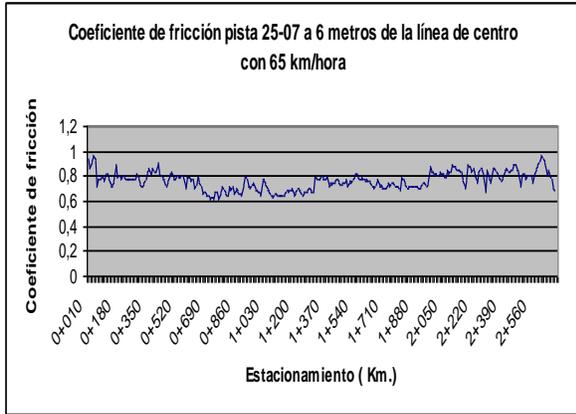


Figura 7. Resultados del coeficiente de fricción de la pista 25-07 a 6 metros de la línea de centro a una velocidad de 65 Km/hr.

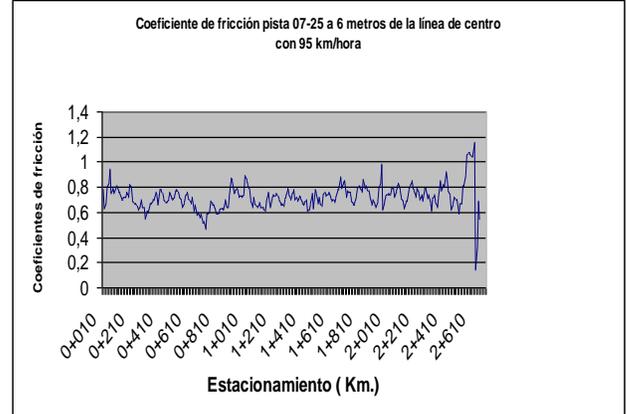


Figura 10. Resultados del coeficiente de fricción de la pista 07-25 a 6 metros de la línea de centro a una velocidad de 95 Km/hr.

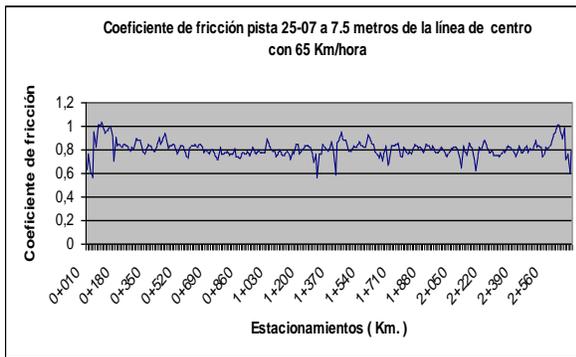


Figura 8. Resultados del coeficiente de fricción de la pista 25-07 a 7.5 metros de la línea de centro a una velocidad de 65 Km/hr.

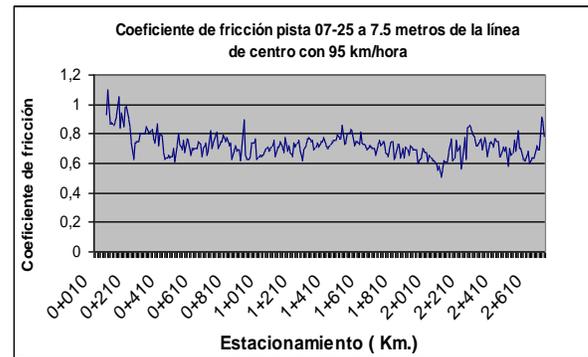


Figura 11. Resultados del coeficiente de fricción de la pista 07-25 a 7.5 metros de la línea de centro a una velocidad de 95 Km/hr.

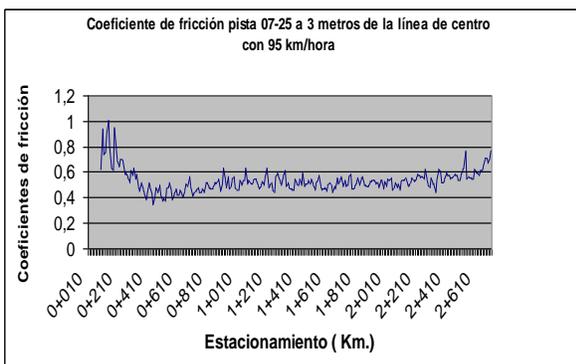


Figura 9. Resultados del coeficiente de fricción de la pista 07-25 a 3 metros de la línea de centro a una velocidad de 95 Km/hr.

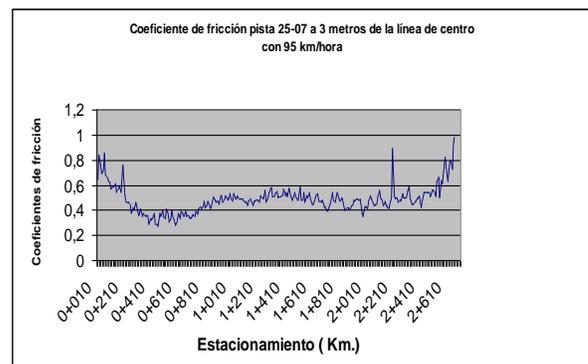
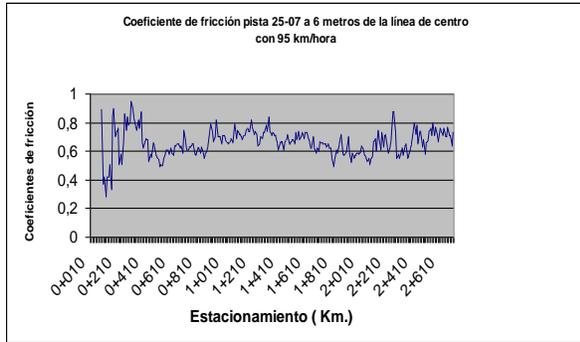
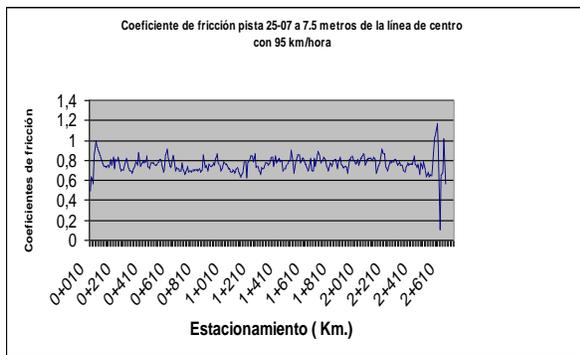


Figura 12. Resultados del coeficiente de fricción de la pista 25-07 a 3 metros de la línea de centro a una velocidad de 95 Km/hr.

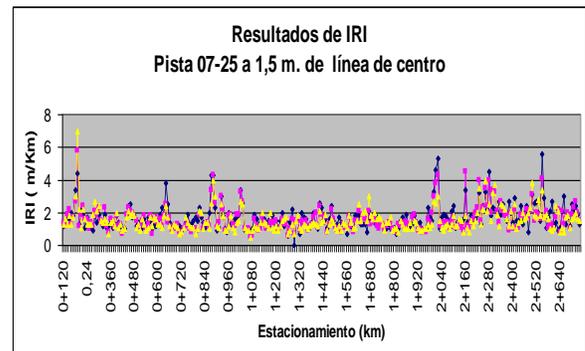


**Figura 13. Resultados del coeficiente de fricción de la pista 25-07 a 6 metros de la línea de centro a una velocidad de 95 Km/hr.**

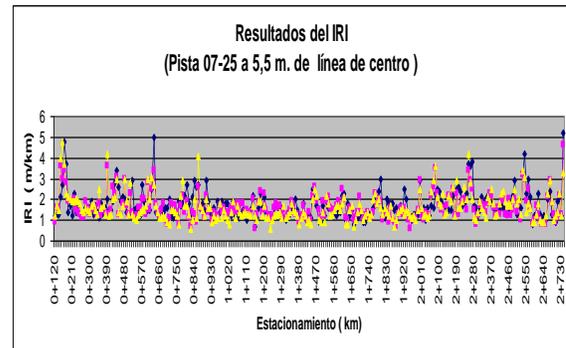


**Figura 14. Resultados del coeficiente de fricción de la pista 25-07 a 3 metros de la línea de centro a una velocidad de 95 Km/hr.**

En las figuras 15 y 16 se muestran los resultados del Índice de Rugosidad para la pista 07-25.



**Figura 15. El Índice de Regularidad Internacional de la pista 07-25 a 1.5 metros de la línea de centro.**



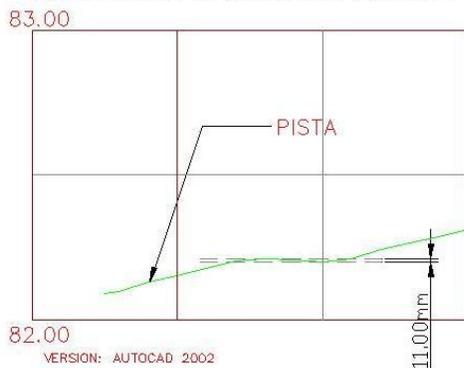
**Figura 16. El Índice de Regularidad Internacional de la pista 07-25 a 5.5 metros de la línea de centro.**

Se muestra en el cuadro 2 los resultados del Índice de Condición de Pavimento para la pista Calle de Rodaje y plataformas.

Cuadro 2. Valores del índice de condición de los pavimentos		
SECCIONES	RANGO	PCI Promedio
Sección I		
Centro de pista activa	43 -76	62 BUENO
Franja Norte pista	30 -70	57 BUENO
Franja Sur pista	43 -64	59 BUENO
Espaldones	28	28 MALO
Sección II		
Centro de pista activa	28 -62	51 REGULAR
Franja Norte pista	25 -85	55 REGULAR
Franja Sur pista	08 -84	57 BUENO
Espaldones	28	28 MALO
Sección III		
Gota 07	22 -58	40 MALO
Sección IV		
Gota 25	29 -59	48 REGULAR
Sección V		
Calle de Rodaje Alfa	82 -100	98 EXCELENTE
Sección VI		
Calle de rodaje Charlie	25 -68	47 REGULAR
Sección VII		
Espaldones de Calle de Rodaje	28	28 MALO
Sección VIII		
Plataforma oeste	29 -72	57 BUENO
Sección IX		
Plataforma central	82 -100	97EXCELENTE
Sección X		
Plataforma este	84 -100	96 EXCELENTE

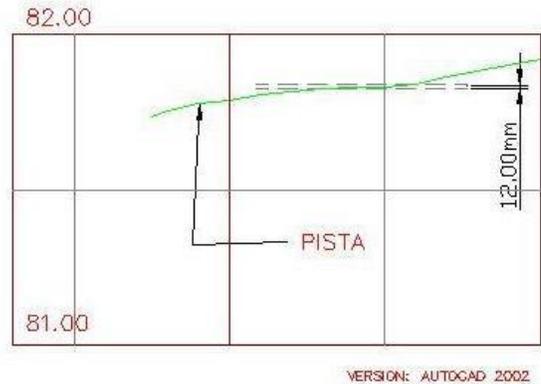
En las figuras 18 y 19 se muestran el agua empozada en la zona de contacto de la pista 07-25.

**SECCION TRANSVERSAL**



**Figura 18. Agua empozada en la estación 0+082 pista 07-25**

**SECCION 0+102**



**Figura 19. Agua empozada en la estación 0+102 pista 07-25**

En el cuadro 3 se indica el Número de Clasificación del pavimento.

Cuadro 3. Número de Clasificación de los pavimentos	
PCN	55/F/D/X/U

En la figura 17 se muestra el resultado del índice de condición de pavimentos en la pista 07-25.

# Análisis de los resultados

Los resultados del proyecto demuestran la necesidad de un banco de datos y estandarizar el proceso de manejo de la documentación en relación con los estudios y trabajos de rehabilitación o conservación de los pavimentos realizados en el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber Quirós.

Los procedimientos son imprescindibles para implementar el Sistema de Gestión de los Pavimentos que incluya además a los parámetros de evaluación: inspección, coeficiente de fricción, deflexiones, Índice de Condición de los Pavimentos, auscultación topográfica, evaluación estructural, textura y determinación del Número de la aeronave y Número de Clasificación de los pavimentos.

El Sistema permite a los responsables de los mantenimientos en los aeropuertos a tomar decisiones acerca del mejoramiento de los pavimentos, basado en las necesidades a largo plazo, justificado y documentado, evaluando la rentabilidad de las alternativas y estrategias que conduzca a un uso de los recursos económicos con mayor eficacia, predicción de las consecuencias de los escenarios.

Los procedimientos permiten estandarizar y facilitar un trabajo coordinado a través del responsable de la gestión, de fácil aplicación, a llevar registro de las diferentes acciones y tomar decisiones durante el ciclo de vida de los pavimentos.

Aplicando la metodología se resumen las medidas de solución implementadas y sus procedimientos para que sirva de base a los diferentes procesos de la Unidad de Infraestructura y determinar el proyecto de rehabilitación de los pavimentos del Aeropuerto.

Los resultados se resumen en la tabla 1 con las medidas recomendadas para implementar en la rehabilitación y conservación de los pavimentos existentes en el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber Quirós.



# Conclusiones

→ Al realizar este proyecto se logró comprobar que no existe un mecanismo para definir las obras de inversión en rehabilitación o conservación de los pavimentos existentes.

→ Con la elaboración del trabajo se aporta una metodología base, para evaluar estructuralmente y funcional los pavimentos y planear alternativas de rehabilitación o conservación.

→ El Sistema Gerencial es una herramienta que permite minimizar las fallas costosas optimizando el momento de mejorar la condición general de los pavimentos circunscribiéndose a un presupuesto.

→ La implementación y seguimiento del sistema propuesto permitirá realizar estudios de cada parámetro en el momento oportuno y definir las obras de conservación o rehabilitación de los pavimentos.

→ La programación de los trabajos de mantenimiento de los pavimentos deberá ser lógico, de acuerdo con el presupuesto anual, y la práctica supervisada para garantizar conocer que sucede en cada momento del ciclo de vida.

→ Los procedimientos planteados son una herramienta muy útil para la Unidad de Infraestructura, ya que éstos se convierten en registros históricos, permitiendo en el futuro una base para el sistema.

→ El Sistema de Gerencia de Pavimentos optimiza los recursos disponibles, ejecutando en primer lugar obras cuya postergación demandaría una inversión sustancialmente mayor.

→ El Sistema Gerencial de Pavimentos provee información confiable del estado de la infraestructura, permitiendo decidir la ejecución de

obras para mantener determinados parámetros dentro de la normativa.

→ El Sistema Gerencial de Pavimentos provee herramientas para evaluar los diferentes escenarios de presupuesto.

→ A pesar de las diferentes dificultades encontradas, se han elaborado diferentes escenarios que permiten tomar las decisiones técnico-económico.

→ El Sistema Gerencial de Pavimentos permite definir políticas de intervención de presupuesto de las obras y por ende definir un programa de inversión a corto, mediano y largo plazo.

→ Con el Sistema Gerencial de Pavimentos se establece un banco de anteproyectos para las primeras intervenciones con estimaciones costosas muy ajustadas.

→ El Sistema Gerencial de Pavimentos permite implementar el Sistema de Gerencia logra detectar a través del tiempo una mejora en el sistema propuesto.

# Recomendaciones

→ Nombrar a un encargado de la Gestión de los Pavimentos, de los profesionales destacados en la Unidad de Infraestructura Aeronáutica, como coordinador del cumplimiento del Sistema.

→ Continuar con los levantamientos topográficos de la pista, calles de rodaje y plataformas y la realización de los otros parámetros que no fueron posibles concluir a esta fecha por falta de tiempo y recursos económicos.

→ Realizar actualizaciones constantes a los procedimientos después de la evaluación de cada parámetro incluido.

→ Promover la capacitación actualizada del personal y el Encargado de la Gestión y Mantenimiento de los pavimentos en las nuevas tecnologías.

→ Comprar el software de MicroPaver como herramienta que permite almacenar el historial de la condición del pavimento, prueba de datos no destructivos, el historial de construcción y mantenimiento con sus costos, permitiendo evaluar la condición presente del pavimento y predecir la futura.

→ Asignar recursos económicos para cumplir con el programa del Sistema de Gestión de Pavimentos Aeroportuario.

→ Crear un Sistema de registro de las acciones realizadas en el mantenimiento de los pavimentos en el campo de vuelo, esto por medio de un programa de cómputo.

→ Reforzar las inspecciones como mecanismos de prioridad de monitoreo del deterioro de los pavimentos.

→ Adquirir software para el estudio y análisis y diseño de pavimentos.

→ Realizar una lista de chequeo para la implementación del Sistema de Gestión de Pavimentos.

→ Programar en un software las actividades a realizar con sus responsables.

→ Se incorpore en el sistema propuesto a los pavimentos rígidos cuando se construyan obras en el Aeropuerto.

→ Las consultorías producto de la gestión de pavimentos se contraten por un período de cinco años.

# Apéndices

Se adjunta un apéndice que se detalla:

- 1) Antecedentes relacionados con las áreas de movimiento del Aeropuerto Internacional Daniel Oduber Quirós.

# Anexos

Se presentan diez anexos que se detallan a continuación:

- 1) Procedimiento del Sistema de Gestión de Pavimentos.
- 2) Procedimiento para Programa de Inspecciones.
- 3) Procedimiento para realizar la prueba de coeficiente de fricción.
- 4) Procedimiento para realizar el índice de rugosidad internacional.
- 5) Procedimiento para la evaluación estructural pruebas destructivas.
- 6) Procedimiento para determinar el índice de condición de los pavimentos.
- 7) Procedimiento para la auscultación topográfica.
- 8) Procedimiento para la evaluación estructural, pruebas no destructivas.
- 9) Procedimiento para determinar la textura.
- 10) Procedimiento para determinar el Número de Clasificación de la Aeronave y el Pavimento.

# Referencias

- ASTM 2005. **D5340 “ÍNDICE DE CONDICIÓN DE LOS PAVIMENTOS”** ASTM, 21 p.
- FAA 1989. **AC-150/5370-6B “CONSTRUCTION PROGRESS AND INSPECTION REPORT-AIRPORTS GRANT PROGRAM”** FAA, 2 p.
- FAA 2005. **AC-150/5370-10B “STANDARDS FOR SPECIFYING CONSTRUCTION OF AIRPORTS”** FAA, 1 p.
- FAA 2005. **AC-150/5370-6A “GUIDELINES AND PROCEDURES FOR MAINTENANCE OF AIRPORT PAVEMENTS”** FAA, 26 p.
- OACI 1983. **MANUAL DE SERVICIO DE AEROPUERTO. PARTE 8. SERVICIOS OPERACIONALES DE AEROPUERTO** OACI, 49 p.
- OACI 1984. **MANUAL DE SERVICIO DE AEROPUERTO. PARTE 9. MÉTODOS DE MANTENIMIENTO DE AEROPUERTOS.** OACI, 46 p.
- OACI 1997. **MANUAL-GUÍA DE ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA** .OACI, 138 p.
- OACI 1999. **EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS DE AREQUIPA** .OACI, 191 p.
- OACI 2002. **MANUAL DE SERVICIO DE AEROPUERTO. PARTE 2. ESTADO DE LA SUPERFICIE DE LA SUPERFICIE DE LOS PAVIMENTOS MÉTODOS DE MANTENIMIENTO DE AEROPUERTOS.** OACI, 121 p.
- OACI 2004. **ANEXO 14 AL CONVENIO DE AVIACIÓN CIVIL .VOLUMEN I.** OACI, 354 p.
- OACI 2006. **GUÍA TÉCNICA PARA ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS EN AERÓDROMOS** .OACI, 121 p.
- Bermejo, M. et al. . 2005. **MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN AEROPORTUARIA. AENA.** No 250 P.
- Carrasco, P. 2002. **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS AEROPORTUARIOS** España: Aena.
- García, M. 1997. **INGENIERÍA AEROPORTUARIA** España: Gráficas Juma.
- Consultas personales**
- Revilla, C. 2007. **GESTIÓN DE PAVIMENTOS.** España. Comunicación personal.
- Rovela, J. 2007. **GESTIÓN DE PAVIMENTOS.** Costa Rica. Comunicación personal.