

Experiencia en la implementación de sistemas de administración de pavimentos urbanos en Sud África.

A.T. Visser.

Profesor de Ingeniería Civil, Universidad de Pretoria, Pretoria 0001, Sud África.

M.J.J. Van Heerden

Director, Van Heerden & Van der Vyver Inc, P. O. Box 95256, Waterkloof, 0145, Sud África.

I,C Van Der Vyver

Director, Van Heerden & Van der Vyver Inc, P. O. Box 95256, Waterkloof, 0145, Sud África.

RESUMEN: desde que se introdujo por primera vez un Sistema de Administración de Pavimentos (PMS: Pavement Management System) en Johannesburg a fines de 1970, se han registrado grandes avances en el uso de los PMS en las zonas urbanas de Sud África. En la actualidad, muchos municipios pequeños están usando PMS con gran éxito. Los autores tuvieron participación en la aplicación e implementación de sistemas similares para más de 50 instituciones de pavimentos urbanos. El propósito de este artículo es transmitir la experiencia obtenida en implementaciones exitosas, para el beneficio de los profesionales del área. Primeramente, el artículo presenta las necesidades más usuales experimentadas por las autoridades de pavimentos urbanos, y las ventajas de un PMS para resolverlas. Posteriormente, se dan ejemplos de cómo se han manejado estas necesidades por medio de un PMS. Finalmente, se discuten los puntos que deberían ser considerados para una implementación exitosa.

I.INTRODUCCION

Los ingenieros de las instituciones de pavimentos urbanos, adquieren la experiencia en todos los aspectos generales de la ingeniería municipal, pero rara vez tienen un íntimo y detallado conocimiento de áreas específicas. Por ejemplo, ellos pueden carecer de aspectos detallados de administración relacionados con la mantención y rehabilitación de calles. Consecuentemente, la determinación del presupuesto anual de mantención, puede llevar a una serie de supuestos. Por un lado, se hace evidente que se puede incurrir en una pérdida de fondos con una excesiva mantención, malgastando los recursos que pueden ser urgentemente requeridos por otros proyectos. Por otro, la necesidad de una mantención oportuna de las calles, usualmente causa molestias al público. Los pavimentos rara vez fallan en forma repentina, pudiendo soportar tráfico mucho tiempo después de que llegan a estar severamente dañados y llaman la atención sólo una vez que la mantención normal ya no resulta efectiva.

La estrategia óptima para la mantención y rehabilitación para un pavimento específico de una calle es en sí misma una cuestión técnicamente compleja. En las zonas urbanas, el problema se amplifica cuando se considera un extenso número de calles y variedad de pavimentos en una red típica. Sin una suficiente asistencia, resulta dificultoso para una autoridad local, determinar con confiabilidad las siguientes interrogantes:

- ¿Qué nivel de recursos de conservación es apropiado?
- ¿Qué significará en el corto y largo plazo el hecho de restringir el presupuesto?
- ¿Cuáles pavimentos tendrían la más alta prioridad para conservación, bajo presupuestos restringidos?
- ¿Cuál es la conservación óptima para cada situación?
- ¿Las decisiones tomadas han mejorado o empeorado la situación total?

Las respuestas satisfactorias a estas interrogantes son sólo posibles con una evaluación objetiva de la información acerca de la condición de la red, que es recogida en forma sistemática. El conjunto de procedimientos designados para asistir estas funciones son denominadas PMS (1 y 2). Muchos ingenieros de caminos en Sud África han considerado estos sistemas como herramientas esenciales de planificación y diseño, desde que estos principios fueron probados e implementados exitosamente en Johannesburg (3).

El objetivo de este artículo, es demostrar como la función de la administración de pavimentos, provista como un servicio hacia las autoridades de caminos urbanos, resuelve las interrogantes descritas anteriormente. Se presentan ejemplos de información preparada para un análisis detallado, para los ingenieros de caminos ³ para los que toman las decisiones. Basados en la experiencia de implementar sistemas similares en más de 50 zonas en Sud África., se discuten

los problemas más comunes que se encontraron y sus soluciones. Finalmente, se entregan recomendaciones para una implementación exitosa de un PMS en zonas urbanas.

II. ESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACION DE PAVIMENTOS

2.1 Esquema de la estructura

El diseño correcto de un tratamiento de conservación puede ser frecuentemente un problema difícil de ingeniería, que requiere detallada información acerca del estado del pavimento. Los ensayos extensivos son muy costosos, sin embargo, no son necesarios para la mayor parte de los pavimentos de la red, con respecto a las decisiones de planificación en las cuales están involucrados. Los PMS operan, por lo tanto, en un número diferentes de niveles, de acuerdo al tipo y alcance del cálculo necesario y sólo se recolecta la información con el detalle correspondiente a cada nivel (4).

En la Figura N°1 se presentan los diferentes niveles involucrados, entregando los objetivos de cada uno y mostrando las relaciones entre ellos. El proceso completo es implementado en las siguientes etapas:

- evaluación de la red
- proyecto de diseño
- ejecución
- comentario a los costos y uso de la información

2.2 Etapas de evaluación de la red:

Los objetivos de la etapa 1 son:

- Realizar una evaluación general de la condición de la red y estimar niveles de desembolsos que podrían ser apropiados para las presentes y futuras conservaciones.
- Identificar proyectos de conservación, establecer un programa apropiado al presupuesto, los recursos físicos, y las políticas de la institución respectiva.
- Establecer una base de datos permanente, en la cual se puedan registrar las evaluaciones anuales de la condición de la red.

La información de la condición del pavimento se obtiene en su totalidad por medio de la inspección visual y este proceso es el primero que debe ser computarizado. Sin embargo, antes de que puedan finalizar los respectivos programas de conservación, las evaluaciones de los proyectos seleccionados deberán ser ratificados por inspecciones en terreno y además deberán tomarse en cuenta, toda consideración política adicional.

La estructura básica de la base de datos es una labor que se realiza de una sola vez, y solamente se requieren efectuar ajustes menores en los años siguientes. Si el usuario lo requiere, se puede realizar un monitoreo selectivo de la red, en base a la condición del pavimento evaluada el año anterior. Esto reducirá aún más los costos de las actividades en la etapa 1, después de la primera implementación.

2.3 Etapa de proyecto de diseño

El objetivo de esta segunda etapa es el diseño detallado de proyectos individuales de conservación. Para determinar y presupuestar un programa anual de conservación en zonas urbanas, es generalmente suficiente efectuar un control a nivel de la red. Sin embargo, el diseño de la conservación óptima en cada caso, requiere un análisis más detallado a nivel de proyecto. Los mismos principios se aplican tanto a las opciones de sellado como de rehabilitación, pero ésta última, frecuentemente requerirá un análisis más exhaustivo.

Para preservar la integridad de la superficie se usa como medida preventiva el sellado. La solución elegida dependerá de factores tales como la condición del pavimento y el tráfico solicitante, para lo cual hay un extenso número de opciones, de las cuales se dan algunos ejemplos en la Tabla N° 1. Un reducido estudio en el terreno puede ser requerido para determinar la mejor alternativa.

Tabla N°1 Opciones de Sellado

- Rejuvenecedor
- Lechada asfáltica
- Tratamiento simple
- Tratamiento doble
- Carpeta asfáltica

Las opciones básicas de rehabilitación están dadas en la Tabla N°2. Sin embargo, para cada una de ellas existen muchas alternativas de acuerdo con los materiales y espesor de las capas. Una importante opción es no hacer nada en el período, con el objeto de conservar los fondos. Invariablemente, las decisiones sobre el diseño de la rehabilitación tienen importantes implicancias económicas.

Tabla N°2 Opciones de Rehabilitación

- Reemplazar capas
- Rehabilitar capas
- Agregar capas de refuerzo

Algunas veces la rehabilitación más apropiada es obvia, pero frecuentemente se requieren ensayos adicionales. A pesar de que muchas opciones pueden proveer una solución ingenieril adecuada, la elección final es obtenida a partir de análisis económicos.

Existen muchos ensayos, equipos de medición y técnicas de evaluación disponibles para proveer soluciones. Se requiere una experiencia considerable e ingenieros expertos en pavimentos con el objeto de:

- Hacer un uso criterioso de estas facilidades y efectuar los ensayos dentro de las limitaciones económicas.
- Hacer una adecuada ingeniería y valorización económica de los proyectos de rehabilitación.

Si tales expertos no están disponibles en los respectivos organismos, las actividades en caminos generalmente solicitan los servicios a consultores de firmas acreditadas.

2.4 Etapa de Ejecución

El objetivo de la tercera etapa es el de asegurar que los proyectos sean construidos de acuerdo a los requerimientos especificados en el diseño.

Una vez que el plan ha sido definido y diseñado, éste se programa para su ejecución y los contratistas son designados tanto por propuesta como por invitación. Las autoridades tienen entonces la responsabilidad de preparar, frecuentemente con la ayuda de consultores, especificaciones apropiadas y supervisar adecuadamente la ejecución, para asegurar que el proyecto sea construido en forma satisfactoria.

La supervisión tiene dos importantes funciones:

- el control de calidad de la construcción, de acuerdo a las especificaciones
- realizar los ajustes en el terreno para lograr los requerimientos, en el caso de que ocurran problemas imprevistos.

El control de calidad usualmente involucra ensayos simples de rutina los que se aplican de la manera normalizada. Sin embargo, se necesitará un gran número de ensayos y el uso de métodos estadísticos para lograr una adecuada interpretación de los resultados.

2.5 Comentarios a los costos y uso de la Información

Los distintos niveles de un PMS se apoyan completamente en el procesamiento formal de información objetiva. Sin embargo, debido a su costo, la recopilación de datos es cuidadosamente estructurada para obtener la información necesaria en cada nivel. Esto se ilustra en la Figura N°2.

- Al nivel de red, se realizan evaluaciones generales para ésta como un todo y por lo tanto se usan métodos rápidos y poco costosos de adquisición de datos.
- El programa de conservación preliminar es una lista corta de secciones del pavimento seleccionadas para su estudio y se verifican mediante cuidadosas inspecciones en terreno.
- Los diseños de rehabilitación requieren el examen cuidadoso de los proyectos individuales. Se pueden justificar ensayos muy sofisticados para asegurar que se encuentre la solución más apropiada y económica. Usualmente, un procedimiento de un diseño empírico simple será suficiente (ej: método basado en el penetrómetro de cono dinámico); en casos excepcionales se justifican mecanismos de análisis más sofisticados.
- En el período de ejecución las evaluaciones pueden tener implicaciones legales importantes y frecuentemente se exigen ensayos intensivos con descripción exacta de los resultados para los procesos de control de calidad. Normalmente los contratistas aplicarán sus propios procesos de control para asegurar una producción óptima.

De esta manera el costo de la información es cuidadosamente controlado para la precisión requerida por la evaluación.

Además, no obstante, el resultado de un análisis formal tiene una gran importancia para el administrador en cada nivel, lo que en ningún caso puede ser usado en forma independiente del ingeniero. En efecto, la ventaja total de este procedimiento solo puede alcanzarse con la contribución de un sólido juicio ingenieril. Tanto el desarrollo de los procesos de evaluación y el criterio de intervención del ingeniero dependen de una buena comprensión de la naturaleza de los factores que controlan el comportamiento del pavimento. A pesar de que las fases de diseño y supervisión generalmente no son consideradas como parte de un sistema de administración de pavimentos; éstas forman una parte integral del procedimiento de administración de los pavimentos, y se consideran para presentar un cuadro completo.

III. ETAPA 1: EVALUACION DE LA RED

3.1 Generalidades

Los objetivos de la implementación de esta fase son proveer una base de datos de mediciones para una red definida y caracterizada, y aplicar procesos de evaluación para:

- determinar la condición de la red y una adecuada política de fondos de conservación.
- identificar y programar adecuadamente proyectos de conservación.

Los pasos básicos para una implementación son los siguientes:

- Definición y caracterización de la red
- Seguimiento del pavimento
- Procesamiento de datos
 - Evaluación
 - Verificación en el terreno
 - Presentación de programas de conservación
 -

3.2 Definición y caracterización de la red

Debe ser posible en cada pavimento, asociar en forma segura y permanente la totalidad de los datos, tales como: categoría de la calle, tránsito y evaluación. Cada sección de pavimento en la red deberá ser por lo tanto definida en forma única e identificable en el terreno.

Para las vías urbanas, las secciones del pavimento se definen usualmente de acuerdo a la longitud de las cuadras en términos del nombre de la calle y los nombres de las calles que cruzan cada intersección. Para los municipios más extensos, las secciones del pavimento están asociadas con sus características particulares.

Una vez que la red ha sido definida, se deben determinar y codificar las distintas características pertinentes para la evaluación de cada sección. Estas características se dan en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3 Características del pavimento

- Categoría
- Largo y ancho
- Tipo de superficie
- Tránsito
- Clima

3.3 Seguimiento del Pavimento

La auscultación a nivel de red se diseña en líneas generales para realizar una evaluación lo más rápida y barata que sea posible, siendo uso principalmente de inspección visual. La evaluación debe ser hecha, no obstante, completa y cuidadosamente. La característica principal de las valorizaciones es que sean hechas de acuerdo a reglas estrictas que permitan la comparación objetiva entre diferentes pavimentos o entre la condición particular de un pavimento entre un año y el próximo.

El formato común de evaluación, como se muestra en la Figura N°3, está dividido para la condición estructural y funcional. El propósito de la evaluación de la condición funcional es el de valorar cuan bien se comporta el pavimento para satisfacer los requerimientos de los usuarios. La condición estructural por otra parte, valora los defectos que contribuyen al deterioro del pavimento en el futuro con un resultado final de una mala calidad de nivel de servicio al usuario y un alto costo en su rehabilitación.

La evaluación de la condición estructural que está en el formato, se divide en defectos superficiales y estructurales. Para cada tipo de defecto el grado (ej: magnitud) y la extensión (ej: superficie sobre la sección) son evaluados en una escala de cinco puntos.

La evaluación de la condición funcional está dado en términos de la valoración de los distintos aspectos que determinan el nivel de servicio ofrecido al usuario. Estos aspectos son:

1. calidad de rodado, que describe lo suave o áspero que resulta el rodado sobre la superficie del pavimento;
2. resistencia al deslizamiento, una importante razón de seguridad;
3. drenaje superficial, el que describe como se previene de la formación de pozas de agua en la superficie del pavimento. (Lo cual no es en si mismo peligroso pero afecta la resistencia al deslizamiento y facilita la filtración de agua en la estructura a través de grietas);
4. condición de la solera, lo cual tiene implicaciones tanto estéticas como funcionales.

Adicionalmente, el formato tiene espacio disponible para codificar en terreno los datos de las dimensiones de la sección, el clima, la clasificación del camino y el tránsito, si estas características no fueran conocidas de antemano.

3.4 Procesamiento de datos.

No existe todavía una receta con base científica para deducir el tratamiento óptimo de conservación a partir de los datos valorados de la condición. La formulación de los modelos de evaluación tienen aún que fiarse extensamente en la experiencia del ingeniero y en la comprensión de los mecanismos de comportamiento del pavimento.

El modelo de evaluación usa una aproximación en la cual los puntos se atribuyen a determinadas secciones del pavimento y sus necesidades de conservación se deducen de la suma ponderada de las calificaciones individuales. En el PMS usado por los autores, las distintas ponderaciones han sido asignadas de un modo equitativo para proveer un resultado realista, en base a la experiencia personal en la conservación de pavimentos. El modelo es por lo tanto bastante simple en un principio. A pesar que no hace uso de modelos formales de optimización, es práctico. Su valor está en la presentación de los resultados de un modo que puede fácilmente ser revisado por los clientes y consultores, con los cuales se puede determinar la confiabilidad o posibles modificaciones.

Un esquema general del proceso se muestra en la Figura N° 4. Primero se hace una evaluación funcional, asignando un valor total a la combinación de la valorización funcional

individual de la calidad de rodado, resistencia al deslizamiento, etc., en relación con la clasificación funcional y el tránsito que solicita el pavimento. Segundo, se realiza una evaluación de la condición estructural, relacionando la evaluación estructurales individuales con la capacidad de la estructura de resistir las solicitaciones del tránsito y clima, por consideraciones, tales como:

- fallas que permiten el ingreso de agua, produciendo una disminución de la resistencia estructural (e.g. agrietamiento y bombeo de material fino);
- fallas que indican una inadecuada resistencia estructural (e.g. deformación);
- fallas que indican una disminución en la integridad superficial (e.g. pérdida de áridos, parches superficiales).

La severidad de estos defectos se pondera de acuerdo al clima y tránsito que solicita al pavimento. Consecuentemente con lo anterior se da una calificación de fallas para la superficie y la estructura del pavimento. Estas calificaciones son entonces combinadas con las calificaciones funcionales lo que da una evaluación final de las necesidades relativas de conservación. Para determinar el tipo más apropiado de conservación se toman en cuenta varios factores, tales como tipo de falla, propiedades de la superficie y estructura del pavimento.

IV. PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

En la aplicación de un PMS a redes de pavimentos urbanos se recoge un gran volumen de datos. La única manera factible de manejar estos datos para las redes de ciudades y pueblos pequeños es por medios computacionales. No obstante es imperativo que los datos puedan ser fácilmente accesibles en formatos preparados y entendibles. Consecuentemente, se deben diseñar listados de salida para proveer la información específicamente requerida por los distintos niveles de administración; por ejemplo, el ingeniero de conservación requiere detalles más específicos que el ingeniero de ciudad, el cual a su vez requiere información más detallada que el comité administrativo. En esta sección se presentan los tipos de información de salida correspondientes en estos niveles de administración.

4.1 Presentación detallada

Esta consiste en un formato tabular comprensible como se muestra en la Tabla N°4. Muestra el puntaje de la condición y la asignación del tratamiento recomendado por el algoritmo para cada tramo de las calles ordenadas en orden alfabético, para cada barrio.

La información básica, tal como la identificación del tramo, clasificación, longitud, ancho y tipo de calzada está contenida en las primeras columnas. Luego se presenta la evaluación funcional, en un rango de 0 a 100, donde los valores más altos indican mejores condiciones funcionales. En las siguientes columnas se muestra la valorización de la condición estructural de la superficie, la estructura y la condición general del pavimento. Las evaluaciones son en una escala de 0 (excelente) a 1000 (muy malo). Mientras mayor el valor de esta evaluación más serias están las fallas y por lo tanto es prioritaria su conservación. El algoritmo también prioriza las necesidades, de acuerdo a una calificación de estrellas (****tiene más prioridad que **) además de una estimación del costo del tratamiento. Un formato adicional de presentación sirve para agrupar aquellas secciones de los pavimentos con cada tratamiento de conservación propuesto, para permitir una expedita comparación en una tabla separada.

Tabla N° 4 detalle de la salida del sistema

CENTRAL (CBD) CENTRAL (CBO) CENTRAL (CBO) CENTRAL (CBO)										
STREET: ALEXANDRA										
LINK (FROM - TO)	AVER. LENGTH	EXISTING SURFACE	GENERAL SURFACE	CONDITION RATE	ATTENTION REBUILD	SEAL	TYPE	FINANCIAL YEAR		
								FIRST	SECOND	
STREET: ALEXANDRA										
- PERCY	P 195	11,6	CAPE	58	261(VP)1	271 P1	374	92/937	ASPHALT	22420
- MOK	P 170	11,6	CAPE	34	423(VP)1	241	116	###	SLUR(F)	9544
- PIET UYS	T 170	9,0	CAPE	22	400(VP)1	100(VG)1	116	###	SLUR(F)	2086
STREET: BAUENHORST										
- DIL DE SAC	S 520	7,5	13,2+6,7	34	353(VP)1	3161 P1	216	92/947	ASPHALT	39720
STREET: BELL										
STREET: BELMOUT										
- VOME	T 100	12,0	CAPE	18	277 (F)1	51(VG)1	46	##		
- PERCY	T 195	7,5	13,2+6,7	21	69(VG)1	20(VG)1	36			
- MOK	T 165	8,0	13,2+6,7	23	37(VG)1	30(VG)1	36			
- PIET UYS	T 195	8,0	13,2+6,7	23	409(VP)1	82(VG)1	99	####	SLUR(F)	1782
- DUINKER	T 75	10,0	13,2+6,7	14	87(VG)1	31(VG)1	46			
STREET: BERTHA FRANE										
STREET: SAPHIEL										
- BRUIS/TEER	S 1100	4,5	CAPE	38	723(VP)1	404(VP)1	376	92/957	ASPHALT	71300
STREET: ELAND										
STREET: ESTERNHUYSE										
- ERASPUIS	T 120	8,0	12,2+6,7	18	87(VG)1	9(VG)1	32			
- DUINKER	T 190	11,0	CAPE	26	322(F)1	43(VG)1	71	##		
- PIET UYS	T 80	16,0	SLUR(F)	22	277 (F)1	23(VG)1	77	###	SLUR(F)	2822
- SHORT	T 85	16,0	SLUR(F)	21	404(VP)1	80(VG)1	61	###	SLUR(F)	1728
- MOK	T 80	14,0	CAPE	21	244 (G)1	28(VG)1	50	###	SLUR(F)	1824
- SOUTHEY	T 190	15,0	CAPE	21	125(VG)1	24(VG)1	50	##		
- VOME	T 95	15,0	CAPE	21	125(VG)1	24(VG)1	50	###	SLUR(F)	3948
- BELMOUT	T 95	15,0	CAPE	19	125(VG)1	24(VG)1	46	##		

Tabla N°4 detalle de la salida del sistema

4.2 Histogramas y Mapas

El histograma es una forma valiosa de presentación para los niveles de administración superior y resume la información detallada. Estos histogramas pueden ser compilados para varias regiones o para varias categorías de caminos o para una red completa. Un ejemplo de este histograma se da en la Figura N° 5. Este provee un resumen de tres tipos de información:

- Condición general de la superficie y estructura del pavimento
- Resumen de las fallas registradas
- Condición promedio de los diferentes componentes del pavimento.

A pesar de tener condensada la información detallada de salida en esta presentación gráfica, se puede recoger una abundante información de la red mediante una cuidadosa interpretación. Por ejemplo, el estado de diferentes categorías de caminos o calles en diferentes sectores puede ser comparado o se puede observar un tipo general de problemas a simple vista.

La representación de la información de la condición en un mapa es un método adicional, para permitir a la administración superior, asimilar la información de la condición. Las calles son resaltadas con los mismos colores del histograma (rojo = deteriorado a verde = bueno) y da una indicación visual directa de los lugares donde se requiere atención.

4.3 Información para la administración superior

Nivel apropiado de fondos de conservación. En el cálculo de los requerimientos de los fondos de conservación se usa una aproximación del presupuesto partiendo de cero; por ejemplo, en vez de usar los gastos del año anterior actualizados se calculan las necesidades reales de conservación. Se calculan costos estimados para los diferentes tipos de tratamientos de conservación o rehabilitación, por regiones. Estos requerimientos pueden ser resumidos en un formato tabulado o por medio de histogramas para que sean fácilmente entendibles.

Consecuencias de las restricciones de presupuesto. Los algoritmos para identificar necesidades de conservación se basaron en la probada efectividad de los gastos conservación preventiva y fueron desarrollados usando la experiencia de la ingeniería. Consecuentemente, las necesidades de conservación son el mínimo absoluto requerido sin incurrir en la penalización de los costos. Por ejemplo, se ha encontrado que posponiendo la conservación preventiva, los costos de rehabilitación suben por sobre cuatro veces los de conservación dentro de algunos años (5).

Prioridades de conservación. Las prioridades se definen por medio de la calificación de estrellas, explicada anteriormente. En caso de una severa disminución de fondos, y una apreciación de las penalidades que se podrían incurrir, estas pueden ser minimizadas atendiendo aquellas calles con la más alta prioridad.

Tratamientos óptimos de conservación. Se calculan para cada sección de la calle, los costos del ciclo de vida para un rango de combinaciones de conservación y rehabilitación y se selecciona la combinación de tratamientos más económica. De esta manera, los gastos de las autoridades pueden calcularse cuidadosamente, sin descuidar los costos de los usuarios.

Efectos de políticas históricas. A partir la información en detalle recogida por un ciclo de uno o dos años, se puede evaluar el impacto de las políticas de conservación. Adoptadas una manera de presentar esta información es comparando las condiciones medias discutidas anteriormente, como se muestra en la Figura N° 6. El cambio en la condición de la red se puede apreciar a simple vista. Si se aprecia un decrecimiento gradual en la condición de la red, será claramente una consecuencia de políticas inadecuadas, mientras que lo contrario mostraría gastos excesivos. De esta manera el administrador tendrá un cuidadoso respaldo para fin andamiento e información pertinente para presentar al comité administrativo.

V. IMPLEMENTACION

Lo anteriormente descrito se basó en un sistema que provee como un servicio a las autoridades de transporte urbano. Existe una tendencia mundial de firmas especialistas a dar este servicio.

En un seminario de administración de pavimentos (6) de la NITRR en 1986 Haas, considerado como uno de los padres de la administración de pavimentos, advierte que los clientes no debieran caer en la trampa de pensar que pueden ahorrarse dinero haciendo ellos mismos los desarrollos. Hay sin embargo, puntos importantes con respecto a los roles de conjuntos de clientes y de consultores, los cuales se señalan a continuación.

El rol de los clientes debería ser:

- proveer un claro y comprensible "llamado a propuesta"
- evaluar un futuro consultor
- seguir el desarrollo del trabajo
- asegurar que el sistema se ajusta a las necesidades, en vez de adquirir una "caja negra", y
- asegurar que su equipo de trabajo tenga un entrenamiento adecuado.

La función del consultor es :

- suplir los recursos escasos
- asegurar la continuidad de operación y del personal experimentado para el seguimiento anual.
- proveer experiencia especializada
- aportar objetividad
- traer la experiencia alcanzada en desarrollos similares
- facilitar desarrollos a bajos costos
- permitir la aceleración y flexibilidad del desarrollo.
- proveer módulos utilizables en un plan por etapas.

Haas también destaca que una adecuada documentación tiene una importancia crucial.

VI. RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACION

Muchos de los puntos para asegurar una implementación exitosa fueron descritos en las secciones previas. Lo más importante es un claro entendimiento de los alcances de un PMS y una buena relación entre cliente y consultor. Otros puntos incluyen:

- un claro entendimiento de los propósitos y resultados del sistema.
- coleccionar solo los datos esenciales para el propósito de un PMS (archivar los datos coleccionados y almacenar los costos monetarios).
- afinar los procesos de recolección de datos para la capacidad de procesamiento y tener formatos simples de planillas de terreno.
- tener secciones tan homogéneas como sea posible y dividir las en caso de duda.
- es esencial un entrenamiento adecuado para asegurar la calibración de los indicadores para permitir la comparación de evaluaciones en diferentes áreas y a través del tiempo.
- los evaluadores deben tener descansos regulares para estar capacitados de mantener el requerido nivel de concentración
- los procesos de ingreso de datos deben estar definidos para eliminar errores de entrada.
- durante el proceso de un PMS, que puede extenderse por varios años, se deben validar los resultados del PMS, y ajustar los algoritmos donde fuera necesario. 4 validar los resultados del PMS, y ajustar los algoritmos donde fuera necesario.
- no se debe intentar desarrollar "el sistema perfecto", lo cual puede tomar muchos años conseguirlo. La implementación debería ser complementada dentro de 12 a 18 meses, ya que la falta de información relevante podría resultar en una falta de interés e impulso, por lo tanto la implementación ciertamente fallará.

A menudo es posible llevar a cabo un estudio piloto en una porción de la red. De esta manera se pueden incorporar en los algoritmos y listados consideraciones especiales o políticas dependientes de las autoridades. Esto también considera la comunicación entre el cliente y consultor y todo lo concerniente con el conocimiento exacto lo que ocurrirá después de una implementación a gran escala.

Basado en la experiencia de la implementación de PMS en un extenso número de organizaciones de vialidad urbana en Sud Africa, el valor de estos sistemas está siendo apreciado. Las autoridades que todavía no aplican estos sistemas, deberían fuertemente considerar esta implementación.

REFERENCIAS

1. Haas, R. y Hudson, W. R., Pavement Management Systems, McGraw Hill, Nueva York, 1976.
2. Bester, C. J, Curtayne, P. C. y Visser, A.T., Road Management Systems, NITRR ad-hoc. Report A/PAD/17, Notas de la disertación para la séptima convención quinquenal del SAICE, Cape Town, Octubre 1983.
3. Scullion, T. y Curtayne, P. C., The implementation of Pavement Management Systems for the City of Johannesburg, NITRR Technical Report RC/3/80, CSIR, Pretoria, 1980.
4. Van der Vyver, I. C, y Vlock, C, Plaveiselbestuurstelsel vir binne stedelike paaie. Memorias de la XI Reunión Técnica Anual del Instituto de Ingenieros Municipales de Sud Africa, Port Elizabeth, 1987.
5. Transportation Research Board, Consequences of Deferred Maintenance. Synthesis of Highway Practice 58, National Co-operative Highway Research Program, Washington, DC, 1979.
6. Yorke-Hart, M. A. editor. Memorias de un seminario sobre administración de pavimentos realizado en NITRR, Report A/PAD/44.1, CSIR Pretoria, Agosto 1986.

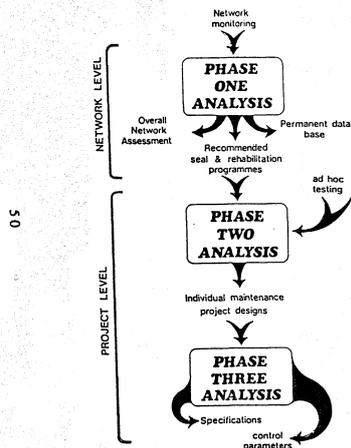


Figura N°1 Estructura de un sistema de administración de pavimentos

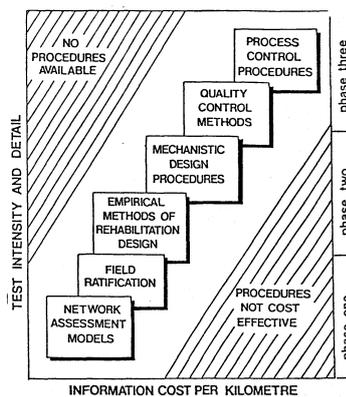


Figura N°2 Progresión del procesamiento de datos en la administración de pavimentos

Figura 1 Estructura de un sistema de administración de pavimentos

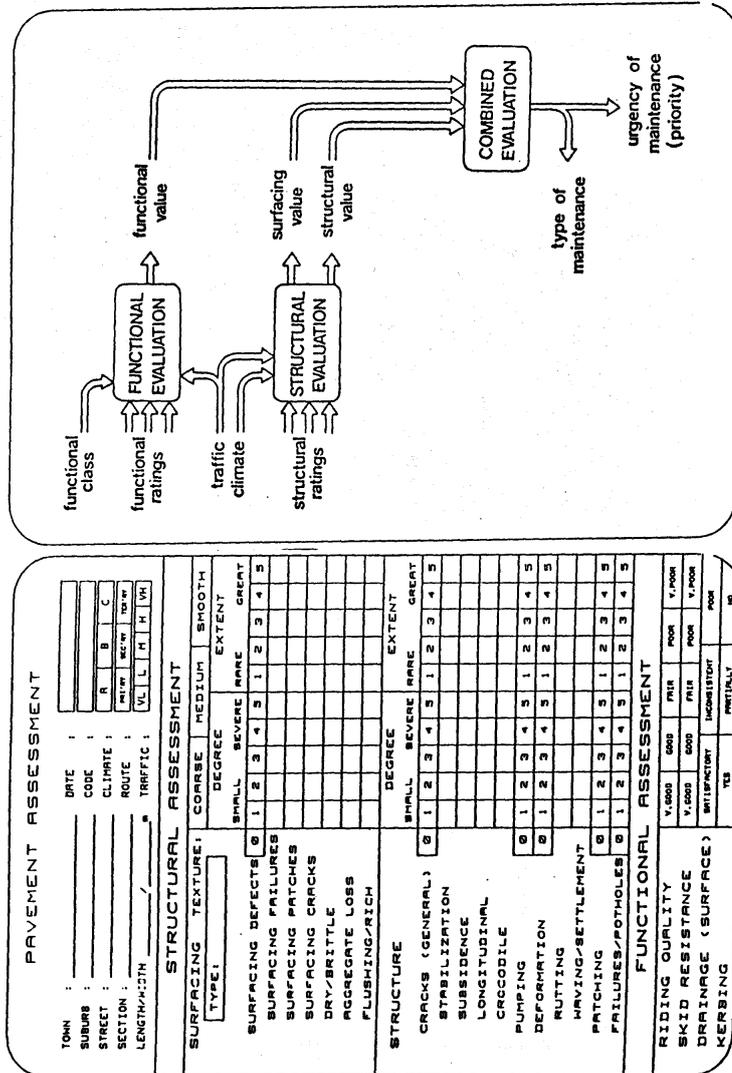


Figura N°4 Diagrama del modelo de evaluación del pavimento

PAVEMENT ASSESSMENT

TOWN : _____ DATE : _____
 SUBURB : _____ CODE : _____
 STREET : _____ CLIMATE : _____
 SECTION : _____ ROUTE : _____
 LENGTH: MTH _____ TRAFFIC : _____

TYPE: _____	SMOOTH	EXTENT	GREAT
	DEGREE	MEDIUM	SMALL
	1	2	3
	4	5	1
	2	3	4
	5	1	2
	3	4	5

STRUCTURAL ASSESSMENT

SURFACING DEFECTS	0	1	2	3	4	5
SURFACING FAILURES						
SURFACING PATCHES						
SURFACING CRACKS						
DRY/BRITTLE						
AGGREGATE LOSS						
FLUSHING/RICH						

STRUCTURE

CRACKS (GENERAL)	0	1	2	3	4	5
STABILIZATION						
SUBSIDENCE						
LONGITUDINAL						
CORROSION						
PUMPING	0	1	2	3	4	5
DEFORMATION	0	1	2	3	4	5
RUTTING						
HAVING/SETTLEMENT						
PATCHING	0	1	2	3	4	5
FAILURES/POTHoles	0	1	2	3	4	5

FUNCTIONAL ASSESSMENT

RIDING QUALITY	Y-GOOD	GOOD	FAIR	POOR	V-POOR
SKID RESISTANCE	Y-GOOD	GOOD	FAIR	POOR	V-POOR
DRAINAGE (SURFACE)	SATISFACTORY	GOOD	POOR	INDETERMINATE	POOR
KERBING	YES	PARTIALLY	NO		

Figura N°3 Ficha de calificación del pavimento

Figura 3 Ficha de calificación del pavimento

52

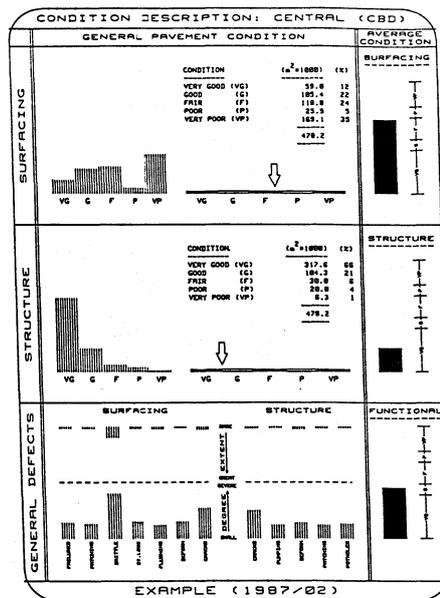


Figura N°5 Ejemplo de los histogramas

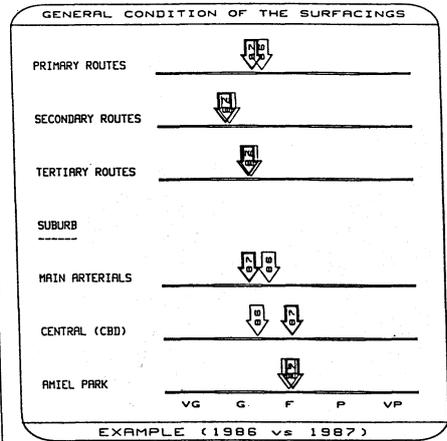


Figura N°6 Comparación de los aspectos generales de dos evaluaciones diferentes

Revista de Ingeniería de Construcción N° 6, Enero - Junio 1989