

## SISTEMA DE GESTION VIAL: APLICACIÓN EN LA CIUDAD DE MAR DEL PLATA

Daguerre Lisandro, Capra Bernardino, Frígoli Albert Elisa, Larsen Diego, Williams Eduardo <sup>(1)</sup>  
Tidone Leda, Faiella Pablo <sup>(2)</sup>, Bolgeri Fernando <sup>(3)</sup>, Schwartzer Fabián <sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Lab. de Pavimentos e Ingeniería Vial (La.P.I.V.) Fac.de Ingeniería – Univ. Nac. La Plata  
lapiv@ing.unlp.edu.ar; Tel: +54 221 4236687

<sup>(2)</sup> Ente Municipal de Vialidad y Alumbrado (EMVIAL)-Munic. Gral.Pueyrredón;

<sup>(3)</sup> Docente U.N.MdP., Jefe de Departamento Zona X Mar del Plata, DPVBA

<sup>(4)</sup> Docente Univ. Buenos Aires, Maestría Vial Univ. Nac. La Plata

Palabra clave: sistema de gestión vial, metodología pci, paver

### **INTRODUCCION**

La ciudad de Mar del Plata es un importante centro balneario y puerto argentino ubicado en la costa del mar Argentino, en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Es la cabecera del Partido de Gral. Pueyrredón y la urbe turística más importante de la Argentina tras Buenos Aires, ya que en época de verano puede aumentar su población más de un 300%. Según el Censo 2010, posee unos 614.350 habitantes, (3<sup>ra</sup> en la Pcia Bs. As. luego de La Matanza y La Plata). La ciudad se desarrolla en forma irregular sobre una superficie estimada de 80km<sup>2</sup>. Cuenta actualmente con unas 10000 calles pavimentadas de las cuales un 40% son de Hormigón y las restantes de Concreto Asfáltico.

La problemática y complejidad de la red vial municipal, muchas veces hacen que la metodología de intervención aplicada, no responda desde el punto de vista técnico y económico a las realidades y necesidades integrales. Con el objetivo de mejorar esta situación, es que se plasmó un convenio entre la Municipalidad de General Pueyrredón con la Facultad de Ingeniería U.N.L.P., para realizar un plan de acción que permitiese implementar un *Sistema de Gestión Vial* (SGV) que sirviera -entre otros- para sistematizar y mejorar racionalmente el destino de las partidas presupuestarias asignadas.

Un Sistema de Gestión Vial es una herramienta de apoyo, que sobre la base del conocimiento integral del estado de situación en que se encuentran las diferentes arterias de la ciudad, posibilita la toma de decisiones de intervención con fundamento técnico-económico.

El Objetivo Principal ha sido determinar planes de intervención a mediano y largo plazo, tanto en tareas de Construcción, Rehabilitación como de Mantenimiento Vial de acuerdo al grado de deterioro encontrado en las calles urbanas.

Asimismo se ha tenido también como Objetivo Especifico de importancia, la de capacitar y generar los cuadros técnicos necesarios dentro del municipio, para que los mismos puedan tomar las acciones de intervención técnicas con el paso del tiempo y que en definitiva sirvan para retroalimentar el sistema o inventario generado, actualizándolo en forma periódica, de

acuerdo al estado y a la importancia de las distintas calles que forman la red vial pavimentada de la ciudad

Uno de los antecedentes considerados como referencia para comenzar con la implementación del SGV, es el llevado a cabo años anteriores en la ciudad de Buenos Aires <sup>(1)</sup>. En el citado trabajo el Ing. F. Schvartzer plantea la metodología para efectuar el relevamiento de las calles siguiendo el sistema desarrollado por el Ing. M. Shahin del Cuerpo de Ingeniero de los Estados Unidos<sup>(2)</sup>.

### **METODOLOGÍA e IMPLEMENTACION DEL PLAN DE GESTION**

En un principio y visto la necesidad de disponer de información sistematizada, se decidió llevar a cabo un inventario vial considerando inicialmente la siguiente información:

- a.- Clasificación de la red por tipología de calle: Hormigón, Asfalto
- b.- Elementos de geometría, ancho, largo, existencia de cunetas, tipo de cordón, sumideros, tapas, etc.
- c.- Estado de la condición superficial, identificación de fallas, densificación.
- d.- Barrios, densidad poblacional

Obtenida la citada información para unas 10000 arterias y esquinas de la ciudad, la misma fue volcada en una base de datos y procesada a través del Software MICROPAVER 6.5, desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EEUU, y que está siendo implementado en Aeropuertos y Ciudades con mucha aceptación alrededor del mundo(3)(4).

A través de este, es posible calcular un Índice de Condición de Pavimento (PCI), con el que se califica en orden ascendente el estado de las calles pavimentadas, entre 0 (intransitable) y 100 (calzada nueva) puntos.

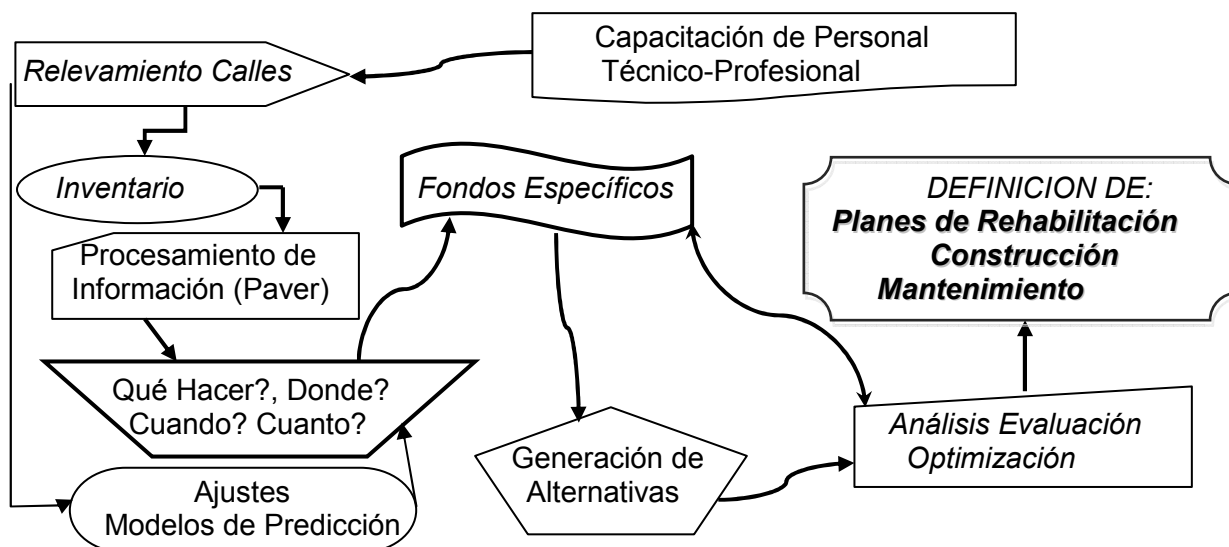
PCI (ASTM 6433)	
100	Bueno a Excelente
70	Bueno
60	Regular
40	Mal Estado
0	

También es factible cuantificar en base a las mediciones efectuadas, y teniendo en cuenta los costos unitarios de diferentes ítems, la inversión necesaria ya sea para realizar trabajos de reparación puntual como por ejemplo en los baches detectados, o definir planes de intervención en el tiempo de acuerdo a distintos escenarios que se puedan plantear y poder así elevar a rangos aceptables el PCI de cada calle.

Las diferentes etapas en que se desarrolló el plan de trabajo para la implementación del SGV se esquematiza de la siguiente manera:

## SISTEMA DE GESTION VIAL (SGV)

El diagrama de flujo con las distintas etapas intervinientes en el sistema de gestión vial se lo resume seguidamente:



### Inventario, condición de estado de los pavimentos, análisis técnicas de necesidades, priorización, impacto de las decisiones de financiamiento, retroalimentación

#### 1.- Gerenciamiento: que hacer, para que, cuando

Una serie de charlas sobre concientización general del sistema a implementar fue dirigida a funcionarios y técnicos de la repartición municipal para hacerlos partícipes e integrarlos en la toma de decisiones.

#### 2.- Personal

A través del Ente Vial Municipal (Emvial), se realizó una selección de estudiantes avanzados en las carreras de Arquitectura e Ingeniería de la Univ. Nac. de Mar del Plata, siendo contratados como pasantes catorce (14) alumnos de cada Unidad Académica.

Se les efectuó la Capacitación teórica y práctica como relevadores de campo, se les hizo entrega de Manuales de relevamiento, con las tipificaciones de las fallas tanto para pavimentos flexibles como rígidos, la Metodología de evaluación, y las Planillas tipo. Algunos de ellos formaron parte del grupo que volcó y procesó la información levantada.

#### 3.- Tareas de Campo

Se determinó un plazo para la realización del relevamiento. Se armaron grupos de dos y tres personas y se planificó la ciudad dividiéndola en 9 zonas. El trabajo de campo realizado fue revisado sistemáticamente con profesionales del La.P.I.V. y particularmente en la organización diaria a través del EMVIAL, con la supervisión integral de la Ing. Leda Tidone, y la colaboración del Ing. Pablo Faiella y del Ing. Fernando Bolgeri.

Las tareas de evaluación superficial de las calzadas tienen por objetivo determinar la *tipología, la cantidad y densidad* de las fallas de los pavimentos de asfalto como de hormigón.

Siguiendo la metodología indicada según el PCI y normalizada por ASTM, se reconocen unas 39 fallas diferentes con distinto grado de severidad. Cada una de las fallas es identificada con un número, su severidad mensurada como alta (high), media (médium) o baja (low) y la densidad con la que se la encuentra, varía según la falla, midiéndose en general en ml o como un porcentaje del área afectada o relevada.

#### 4.- Software

En tres notebooks, se integró el software MicroPaver adquirido. Con el apoyo de personal de Catastro, de la Subsecretaría de Informática Municipal, profesionales de informática del EMVIAL y del Ing. A. Iregui, se fue adaptando el mismo a las necesidades locales y a la configuración de red que posee el EMVIAL.

#### 5.- Generación de Base de Datos. ¿Cómo ha sido procesada la información de campo?

Las calles relevadas por su tipología son:

- CONCRETO ASFALTICO (AC) y de HORMIGON (PCC)

Estas arterias se identifican por un código de Rama que proviene y coincide con el GIS de Catastro municipal, Asimismo se realizó un trabajo diferencial y específico con las particularidades que ofrece la geometría irregular de las esquinas.

#### 6.- Visualización gráfica del Índice de Condición del Pavimento (PCI), mediante el software ArcView GIS.

Determinadas las diferentes patologías, cuadra por cuadra, su severidad y densidad es posible calcular un índice de comportamiento del pavimento PCI, para cada calle y generar su salida numérica y gráfica.

#### 7.- Análisis técnico económico.

Con la información relevada y luego del procesamiento de los datos, se ha podido diagramar un plan de acción, contemplando la intervención en función de las necesidades técnicas y de la disponibilidad económica. En este sentido han sido analizados distintos escenarios considerando diferentes variables como zonas de circulación del tránsito pesado, turístico, colectivos, arterias principales, secundarias (según el Cod. de Ordenamiento Territorial), accesos a escuelas, hospitales, salas de primeros auxilios, tipos de fallas con prioridad de intervención para elevar el PCI de la cuadra etc.

#### PARTE EXPERIMENTAL

Inicialmente para ajustar la metodología de trabajo, se llevó a cabo una Prueba Piloto o Testigo en un sector de la ciudad que comprendía unas 2100 calles.

En 1328 calles con Hormigón, el PCI medio fue de 62.5 con un dSt 15.3 y COV 24.4%, Max. absoluto de 100 y min absoluto de 13. En 866 calles con Concreto Asfáltico el PCI medio resultó ser de 68.7, el dSt 22.5, COV 32.7 Max. absoluto de 100 y Min absoluto de 6.

Como conclusión, para elevar a más de 70 el PCI tanto en los cruces de esquinas como en las calzadas de las cuadras, las tareas contempladas abarcan a:

Reparación Pavimento Flexible (Asfalto), Bacheo Superficial, Bacheo Profundo; Fresado y recapado; Reparación Pavimento Rígido (H°), Sellado de juntas, Bacheo (Reposición parcial o total de losa).

La intervención económica se calculó en las calles con Concreto Asfáltico en \$ 8.750.000 y en las de Hormigón \$47.000.000.- (Base: Precio Conc. Asf. \$/tn800 y el H° 450\$/m<sup>3</sup>).

#### Barrios

Con la finalidad de tener en cuenta otras variables a la hora de realizar un análisis integral, ha sido procesada la información teniendo en cuenta la situación de los distintos barrios de la ciudad, su población (último censo 2010) y la superficie que esta ocupa (densidad poblacional), Se ha obtenido el costo de inversión a efectuar en cada uno de ellos, considerando como criterio básico elevar el estado de la red vial a un PCI mayor a 70.

En la tabla siguiente sintéticamente y a modo de ejemplo, se indican *algunos de los mas de 50 barrios*, con su población y densidad por ha, costos de inversión en calles, cruce de esquinas y totales, expresada en Módulos al que hay que multiplicar por el costo de la tonelada de mezcla asfáltica, para llevarlo a una unidad de valor monetario.

DATOS POBLACIONALES				PRESUPUESTO		
BARRIO	Población 2010	Superficie Ha.	Densidad Poblacional	Calles	Esquinas	TOTAL
9 de Julio	7791	79,4	98,12	6.585	2.668	9.253
Aeroparque	4965	74,3	66,82	1.924	780	2.704
Constitución	8964	109,5	81,86	12.079	4.895	16.974
El Martillo	4536	42	108,00	4.849	1.965	6.815
El Progreso	8536	78	109,44	6.375	2.583	8.958

### MATERIALIZACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Las acciones llevadas a cabo desde el municipio y que se enuncian a continuación han tenido como base el SGV implementado durante el año 2012:

**A.-** Barrio Peralta Ramos Oeste, reparación de las fallas principales, en un total de 32 cuadras.

**B.-** Barrio Constitución: Dado que la mayoría de las Calles de este Barrio cuentan con PCI  $\leq 50$ , se tomó la decisión de efectuar tareas de Fresado y colocación de carpeta de concreto asfáltico en 5 cm, las mismas se realizan por Administración con Maquinaria y personal del EMVIAL, y cuya primera etapa se encuentra en ejecución.

**C.-** Se prevé intervenir en el Barrio LÓPEZ DE GOMARA, a efectos de reparar las calles con PCI  $< 40$ .

**D.-** Se están realizando de manera periódica por Administración, con fusoras y personal del EMVIAL, tareas de mantenimiento preventivo, que consiste en el sellado de juntas en distintos Barrios de la ciudad, teniendo en cuenta todas las calles de hormigón relevadas que requieren de la ejecución de este tipo de obra.

**E.-** En función de la disponibilidad de fondos públicos es que se decidió sobre la base de los datos recolectados llevar a cabo una licitación en un sector prioritario definido por los cuadros técnicos y la administración municipal. El mismo ha alcanzado zonas principales de circulación de colectivos dentro de la ciudad y calles de circulación primaria, totalizando unas 192 cuadras. Los criterios básicos persiguen elevar el PCI existente a valores superiores a 70.

### CONSIDERACIONES FINALES

- A la fecha se encuentran relevadas en campo el 100 % de las cuadras pavimentadas, de las cuales un 90 % han sido cargadas en el software, y el resto están siendo procesadas. Ya concluida esta tarea inicial, se ha podido computar, planificar y presupuestar el Monto de Inversión necesario, para llegar a un nivel de servicio aceptable en la red vial pavimentada, con plazos predecibles en función de la posibilidades de financiación.
- De acuerdo a lo expresado, puede observarse que este Plan de Gestión Vial no resulta estático, sino que requiere una actualización continua en el tiempo, conforme se vayan

ejecutando obras, evolucionen las fallas existentes o se generen nuevas, a fin de contar con la información actualizada del estado de transitabilidad de las calles, como herramienta de gestión para la implementación de un Plan de Mantenimiento Correctivo en la actualidad y Preventivo a futuro.

- La capacitación y formación de cuadros técnicos, ha repercutido favorablemente al generarse nuevas inquietudes, formas de administrar y gerenciar sobre la base del conocimiento real del estado de situación en que se encuentran los pavimentos.
- El inicio de la implementación de un Sistema de Gestión Vial, con asistencia técnica desde la Universidad al estado municipal, ha demostrado ser una vía factible para mejorar y fortalecer la administración y recursos de los organismos públicos.

### **BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA**

- (1) Sistema de Gerenciamiento de Pavimentos en la ciudad de Buenos Aires. Ing. Fabián Schvartzer et all 2006 CPA Mar del Plata
- (2) Shahin, M.Y., Walther, J.A., (1990) Pavement Maintenance Management for Roads and Streets Using the Paver System. Technical Report nro M-90/05, U.S. Army Construction Engineering Laboratory, July
- (3) Programs developed by US Army Corps of Engineers, Engineer Research And Development Center
- (4) Norma ASTM D6433-09 PCI™ for roads and parking lots

### **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

- Mantenimiento de Pavimentos de Hormigon en calles de la ciudad de Rosario. Ing. Grosman, Ing. A. Caballero .1998 1er Provia Rosario Argentina
- Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras. Ing. Esp. L. R. Vásquez Varela. Febrero 2002. Ingepav.
- Comparison of Automated Pavement Distress Data Collection Procedures for Local Agencies in the San Francisco Bay Area. Carlos M. Chang Albitres et all. TRB 07-1151. Enero 2007