

# **CONTRATACION DE LA CONSERVACION EN CAMINOS SIN PAVIMENTO MEDIANTE EL CONTROL DE RUGOSIDAD**

**EGON WOLF MIRANDA, Ingeniero Civil**

Dirección de Vialidad, VIII Región, Chile. [egonw@telsur.cl](mailto:egonw@telsur.cl)

**MAURICIO PRADENA MIQUEL, Ingeniero Civil**

[mauprade@hotmail.com](mailto:mauprade@hotmail.com)

## **RESUMEN**

Este trabajo propone una forma de ejecutar y controlar la conservación de caminos sin pavimento mediante nivel de servicio, centrada principalmente en la medición de IRI. Se plantean formulas de pago para diferentes condiciones, basadas en mediciones de rugosidad realizadas en la VIII Región de Chile. La mayoría de las relaciones de pago se han encontrado mediante el software DETOUR, que incluye el modelo de deterioro del HDM para caminos no pavimentados.

Mediante esta modalidad se entrega una mayor responsabilidad a los contratistas o a una determinada organización, quien será la que tendrá que definir la oportunidad y las acciones de conservación tendientes a maximizar su beneficio económico, pero continuamente proporcional al resultado que entreguen a través de un adecuado IRI, objetivo coincidente con el de los usuarios y con el de la sociedad.

## **1. INTRODUCCION**

### **1.1 La red de caminos sin pavimento**

La red vial de Chile comprende aproximadamente 80.000 km, de estos solo un 16% está pavimentado y el restante 84% se encuentra sin pavimentar. En particular la Región del Bío-Bío, esta constituida por 13.054 km de caminos, de los cuales 1.907 km están pavimentados y 11.147 km no lo están. La red vial de un país resulta clave para el intercambio de bienes y servicios, contribuyendo así al desarrollo de una nación. Una gran proporción de ellos son de ripio o tierra, aportando gran parte del flujo a los caminos principales, constituyéndose así en un importante factor en la generación de beneficios económicos y sociales, tales como el acceso a la salud, educación, cultura e integración de la comunidad. El estado de esta red es de mucha importancia y queda determinado principalmente por las acciones de conservación que sobre ella se desarrollen.

### **1.2 Modalidades de conservación utilizados en Chile**

### **1.2.1 Conservación por Administración Directa**

La Dirección de Vialidad administra personal, maquinarias y equipos con que realiza directamente determinadas operaciones como perfiladuras, limpieza de faja, recibos de carpeta granulares, bacheos asfálticos, etc. A pesar de su limitado ámbito, su presencia es muy importante sobre todo en situaciones de emergencias y por su capacidad de respuesta bajo condiciones especiales o de escasez de recursos, así como reguladora de precios en determinadas operaciones y circunstancias.

### **1.2.2 Conservación por contratos tradicionales**

En esta modalidad las actividades de conservación se efectúan mediante una empresa constructora. Las obras a ejecutar son definidas por la Dirección de Vialidad, tanto en cantidad como en sus especificaciones técnicas y se pagan por la modalidad de precios unitarios; además fija el tiempo de ejecución y el lugar dónde deben ser realizadas las obras, generalmente éstas corresponden a un tramo de un camino. Principalmente corresponden a la confección de carpetas granulares y sus obras anexas.

### **1.2.3 Contratos de Conservación Globales**

Los contratos globales cubren una red de 400 a 600 km, formando preferentemente circuitos. La definición de las obras es hecha por Vialidad y son pagadas por la modalidad de precios unitarios, por lo que el contratista maximiza su utilidad mientras más obra ejecuta. También, se han desarrollado dos contratos enfocados principalmente a la red pavimentada, por la modalidad de niveles de servicio, en los cuales el contratista asume cierta responsabilidad de mantener una red definida bajo ciertos parámetros especificados. El pago se realiza mediante suma alzada, por lo que el contratista maximiza sus utilidades mientras menos obras ejecuta.

## **1.3 Motivación del trabajo**

### **1.3.1 Hacer una conservación más dirigida a los usuarios**

Actualmente se realiza basada en la ejecución de obras que han sido definidas en base a la experiencia de los profesionales encargados de esta materia y generalmente se limitan a acciones que son físicamente medibles y posibles de fiscalizar, muy influenciada por asegurar transitabilidad, dejando en plano inferior el confort. Esta modalidad no facilita aprovechar ventajas que podrían obtener los contratistas en determinadas circunstancias si la definición de las obras dependiera de ellos. Por otra parte importantes operaciones contratadas como reperfilados son fuente de disconformidades.

Si la conservación no se limitara a aquellas acciones físicamente medibles, se podrían generar prácticas más productivas o rentables, bajando los costos de la conservación en el mediano a largo plazo y por consecuencia se podría aumentar la cobertura a estándares adecuados. Creemos que se debe modificar la modalidad en uso acercándola a un proceso más continuamente cercano a los usuarios, considerándole a éstos su derecho a transitar siempre por vías en buen estado, que

le entreguen comodidad y seguridad. Aparte de la seguridad, los aspectos más sensibles para el usuario son el costo de operación de su vehículo y el confort, ambos directamente relacionados con la rugosidad.

### **1.3.2 La disponibilidad de instrumentos para medir IRI**

La rugosidad puede ser cuantificada, a través del IRI, Índice de Rugosidad Internacional. En la actualidad existen instrumentos que permiten en forma relativamente sencilla, generar controles regulares en caminos no pavimentados. Este control es más sencillo ya que no hay que medir cada una de las partidas involucradas. Los inconvenientes que ahora surgen tienen que ver más con el cambio, por ser esta medición un tema relativamente nuevo, especialmente cuando tendrá carácter contractual.

### **1.3.3 Posibilidad de evaluar la Administración Directa**

Una aplicación de esta modalidad podría ser usada en la medición objetiva del nivel de eficiencia de una determinada organización, como por ejemplo la Administración Directa, toda vez al intentar evaluarla tiene más sentido referirse a cobertura, costos, cantidades de obras, etc. si se contrasta simultáneamente con la calidad o el estándar del producto final desde la perspectiva de los usuarios.

## **2. DESARROLLO**

La modalidad que se expone más adelante, permite reemplazar las especificaciones de los contratos actualmente en vigencia. Esta forma no se refiere a cómo realizar los trabajos o cómo ellos deben quedar terminados, ni qué materiales utilizar, sino que será el contratista quien tendrá la libertad para definir, programar y realizar las obras que estime conveniente para mantener las vías en un determinado estado.

Este procedimiento se aplicaría a aquellos contratos de conservación para ser cancelados mediante nivel de servicio y se complementara con algunas obras que en menor cuantía se requiera contratar mediante la modalidad de Precios Unitarios o Suma Alzada. De hecho no se abordan en este trabajo la conservación de la señalización y la infraestructura de los puentes.

### **2.1 Detour**

Detour es una herramienta de simulación que implementa las relaciones del HDM en Excel, fue desarrollada por Rodrigo Archondo-Callao del Banco Mundial. Tiene la propiedad que permite visualizar en el tiempo, en forma directa como será el desarrollo de la rugosidad, espesor de la carpeta y los costos de conservación y de la sociedad asociados, en función de las propiedades del camino, tráfico y políticas de conservación. Dispone de una visualización gráfica y de herramientas adicionales en la búsqueda de las soluciones óptimas.

### **2.2 La propuesta del procedimiento de medición y pago**

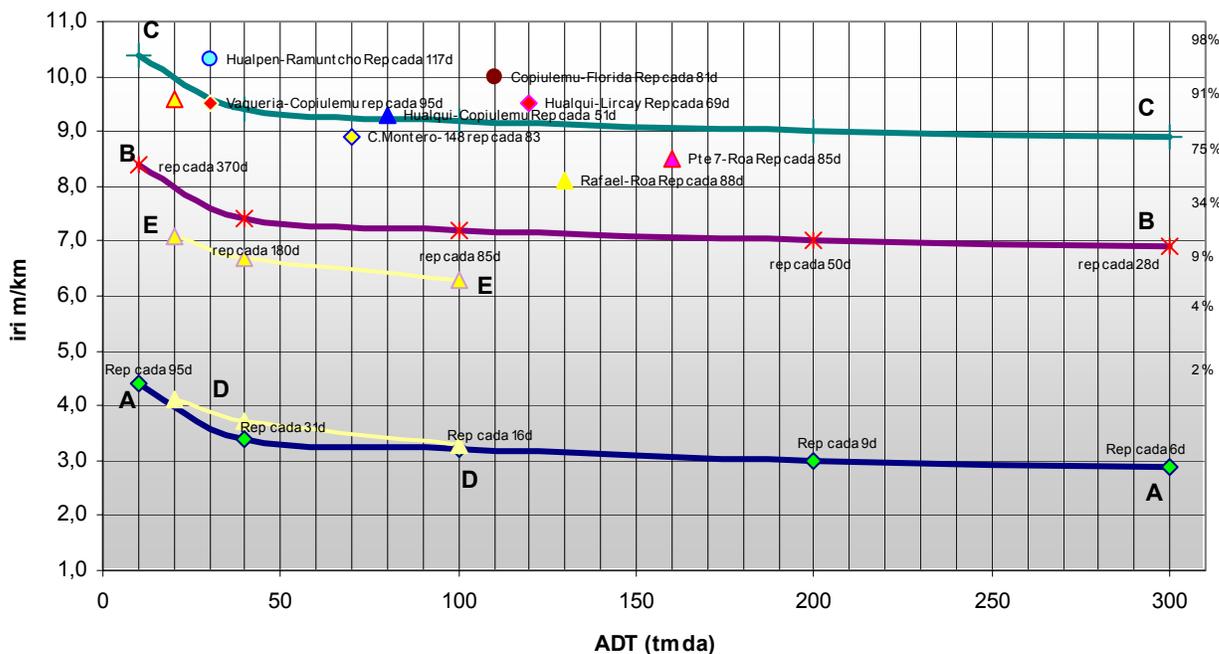


En este caso los niveles de rugosidad son inferiores al IRI de referencia; esta es una condición deseable para los usuarios. Sin embargo bajo la condición de presupuesto restringido no es una condición deseable, aun así, si no existiera este límite, no es posible pagar  $C_i$  + los beneficios adicionales obtenidos por los usuarios por circular a un nivel superior al de referencia, porque se perdería la rentabilidad social, luego corresponde solo pagar los costos  $C_i$ . Hay que tener en consideración que éstos incluyen gastos generales y utilidades, los que también se incrementarían en este caso.

### 2.3 Rugosidad de referencia

La búsqueda del nivel de rugosidades recomendables de establecer para cada camino de una red, debiera ser, en estricto rigor, el resultado del análisis específico de un grupo de caminos para una disponibilidad financiera particular. Como el objetivo propiamente tal de este trabajo no está centrado en este tipo de determinaciones, se eligió un mecanismo más empírico, basado en una combinación de los niveles teóricos óptimos sin restricción presupuestaria, de una red modelada para la VIII región, en la cual se obtuvieron los niveles de óptimos para caminos de ripio y tierra. A estos valores se les superpuso los valores de rugosidad obtenidos en mediciones realizadas en caminos de la provincia de Concepción y que son parte del contrato de conservación global de esta provincia. Para elegir el nivel de IRI de referencia se eligió una curva envolvente, de la misma forma de la óptima, la que implicará una mejoría razonable de los niveles actuales, según se muestra en el gráfico n°2.

Gráfico n° 2: Niveles de Rugosidad vs tráfico



La curva A-A refleja el nivel de IRI óptimo en m/km asociado a diferentes niveles de tráfico en caminos de ripio, los valores se obtuvieron mediante DETOUR para diferentes políticas de conservación, sin restricción presupuestaria.

La curva C-C es la proyección de A-A sobre los valores promedios de las mediciones de rugosidad realizadas en caminos de la provincia de Concepción.

La curva B-B es la curva elegida para definir los valores de IRI de referencia a exigir para cada camino, tiene la característica de ser una proyección de A-A envolviendo el 91% de los valores de IRI obtenidos.

La curva D-D refleja el nivel de IRI en m/km asociado a diferentes niveles de tráfico en caminos de tierra, los valores se obtuvieron, mediante DETOUR, corresponden a valores promedio anuales, y se varió la frecuencia de reperfilado, hasta encontrar el menor costo para la sociedad sin restricción presupuestaria, operando en temporada de verano.

La curva E-E es la curva elegida para definir los valores de referencia de IRI a exigir para cada camino, tiene la característica de ser una proyección de D-D.

En el eje vertical derecho se indica la distribución de los valores puntuales de IRI obtenidos en las mediciones de terreno.

Se puede visualizar que a lo menos bajo la condición de no tener limitación presupuestaria, el valor óptimo de IRI no varía sensiblemente con el nivel de tráfico.

## **2.4 Relación de pago**

Los pagos se realizarán mensualmente, en conformidad al control de los parámetros realizados en cada uno de los caminos, en el mes anterior al de pago, control que debe obedecer a una metodología transparente, objetiva, representativa y segura. El pago se realizará obedeciendo a una fórmula del tipo:

$$P_m = f_r * f_{tp} * f_a * f_t * f_o * L$$

$P_m$  = Pago mensual por la conservación de camino o tramo, en unidades monetarias.

$L$  = Longitud del camino o de un tramo, expresada en km.

Factores que ajustan y determinan el pago de la conservación:

Factor	Nombre del factor
$f_r$	Factor de pago por rugosidad (\$/km)
$f_{tp}$	Factor de tráfico pesado y precipitación
$f_a$	Factor de ancho de calzada
$f_t$	Factor de presentación y terminación
$f_o$	Ajuste de la oferta económica del contratista

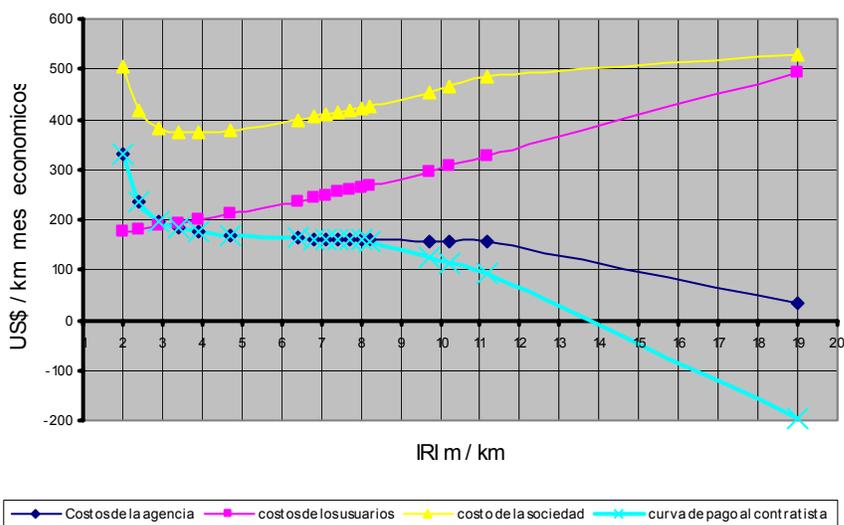
Luego el pago total será el correspondiente a la suma de los tramos o caminos contratados bajo esta modalidad, más las eventuales obras contratadas a precios unitarios o a suma alzada. Las obras contratadas a suma alzada o a precios unitarios, que puedan afectar directamente a la serviciabilidad del camino y se generen como obras extraordinarias o como una modificación del contrato, deberán analizarse cuidadosamente y de ser preciso sacar el tramo de esta modalidad de pago, de tal forma que el contratista no puede verse afectado o beneficiado por ello.

En caso de obras como recibos, en los cuales el contratista tenga que realizar inversiones más importantes, es conveniente se estudie realizar adelantos de pago en un porcentaje previamente definido, cuyo monto máximo se establecerá de forma tal que se incentive al contratista a realizar este tipo de obras si le fuese conveniente.

## 2.5 El factor de pago por rugosidad $f_r$

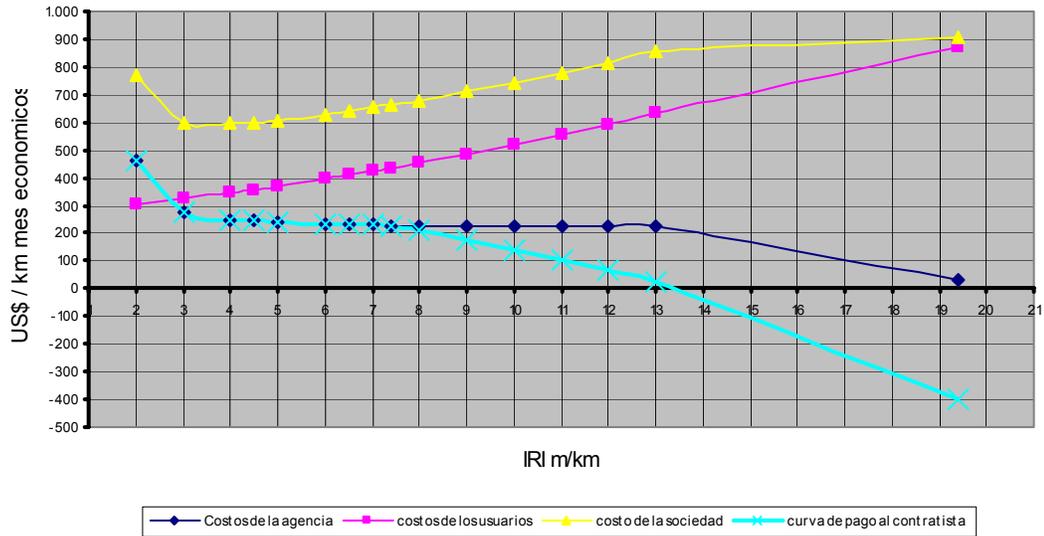
En rigor este factor debería ser particular para cada camino, pero se ha simplificado y calculado modelando la red y calculándolo para algunos grupos de caminos referenciados por su nivel de tráfico. Los cálculos se han realizado utilizando DETOUR y se expresan en US\$/km mes.

Grafico n° 3: Curva de pago  $f_r$ , para TMDA=20



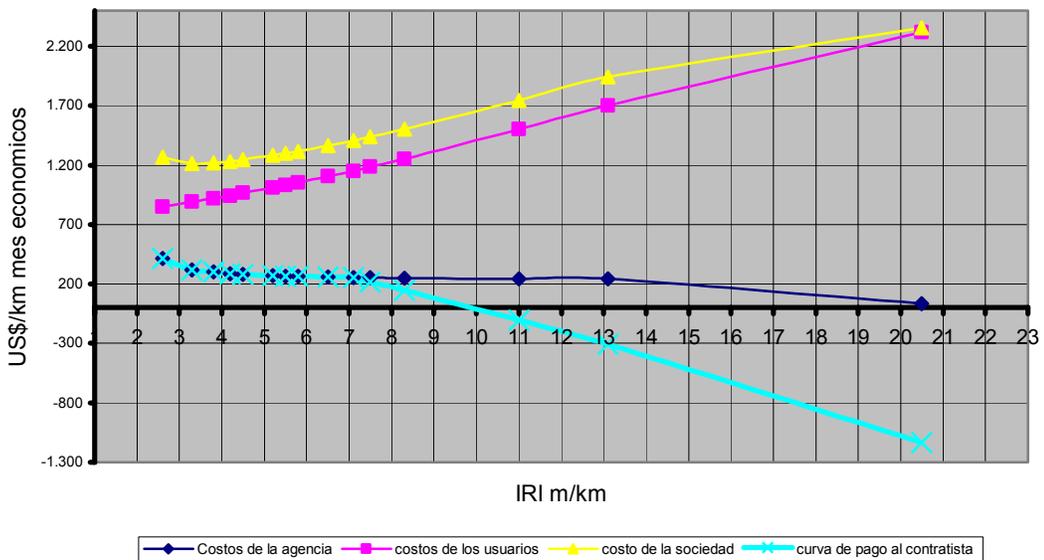
Es así que para características similares, a mayor tráfico, un mismo nivel de rugosidad será más difícil de alcanzar para el contratista, por lo que se pagará más por dicho nivel, a su vez se generan flujos negativos al no cumplir los niveles exigidos, dependiendo de la importancia del camino ya que los costos que involucran los usuarios son también mayores.

**Grafico nº 4 : Curva de pago fr , para TMDA=40**



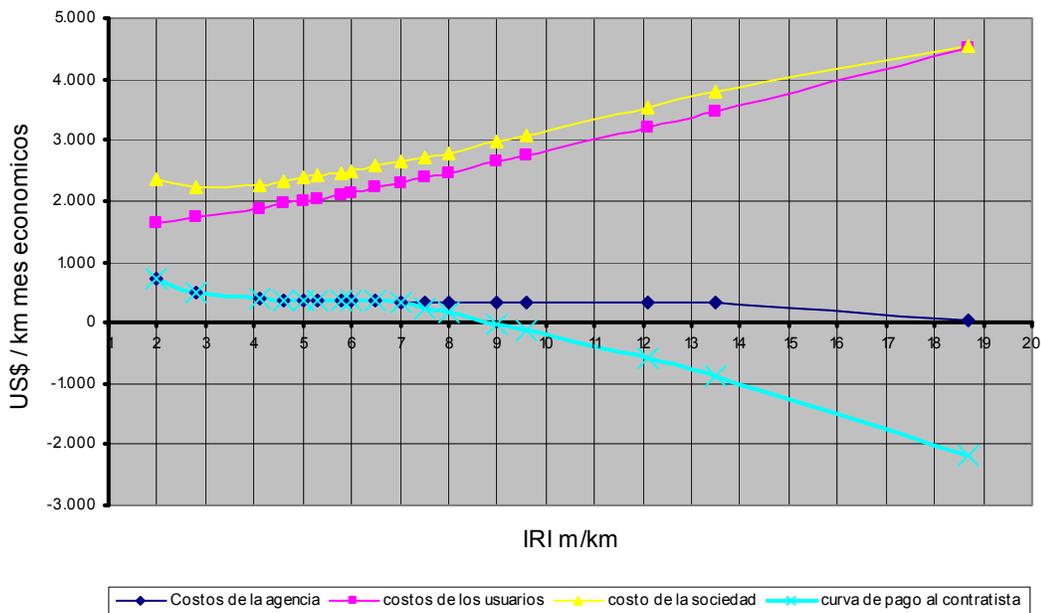
Cada curva lleva implícita las estrategias de conservación más económicas, se muestra que existe un nivel de rugosidad en el cual el pago es cero y a partir de éste el pago es negativo.

**Grafico nº 5 : Curva de pago fr , para TMDA = 100**

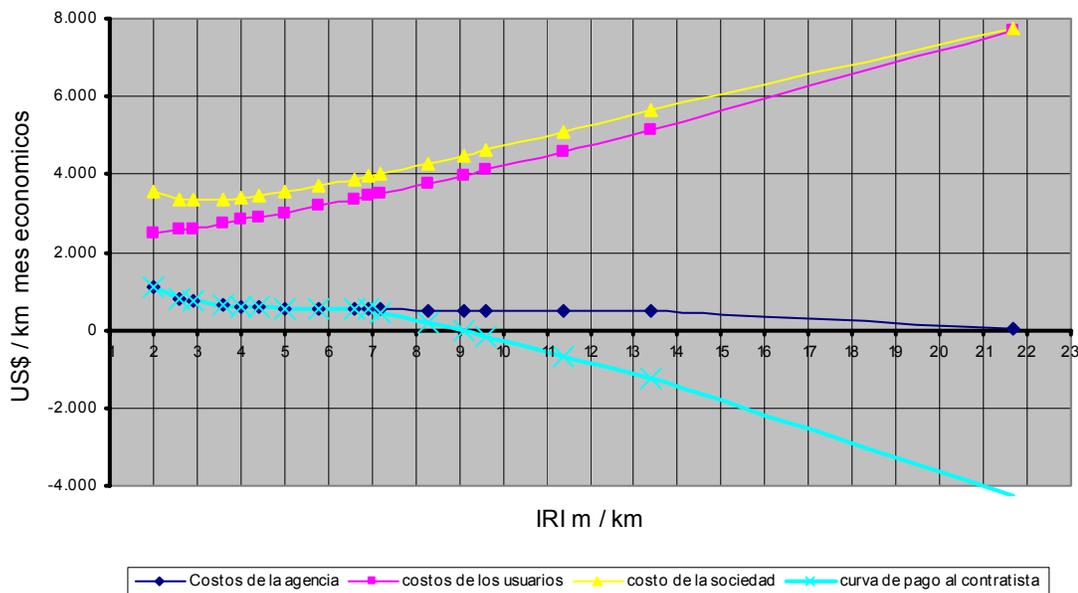


Este factor es el principal en presente proposición, debido a que representa, básicamente, para cada rugosidad el costo de obtenerla. Su base teórica está en las curvas de costos versus rugosidad de un camino, ó sea los costos de operación y de las obras.

**Grafico nº 6 : Curva de pago fr , para TMDA = 200**

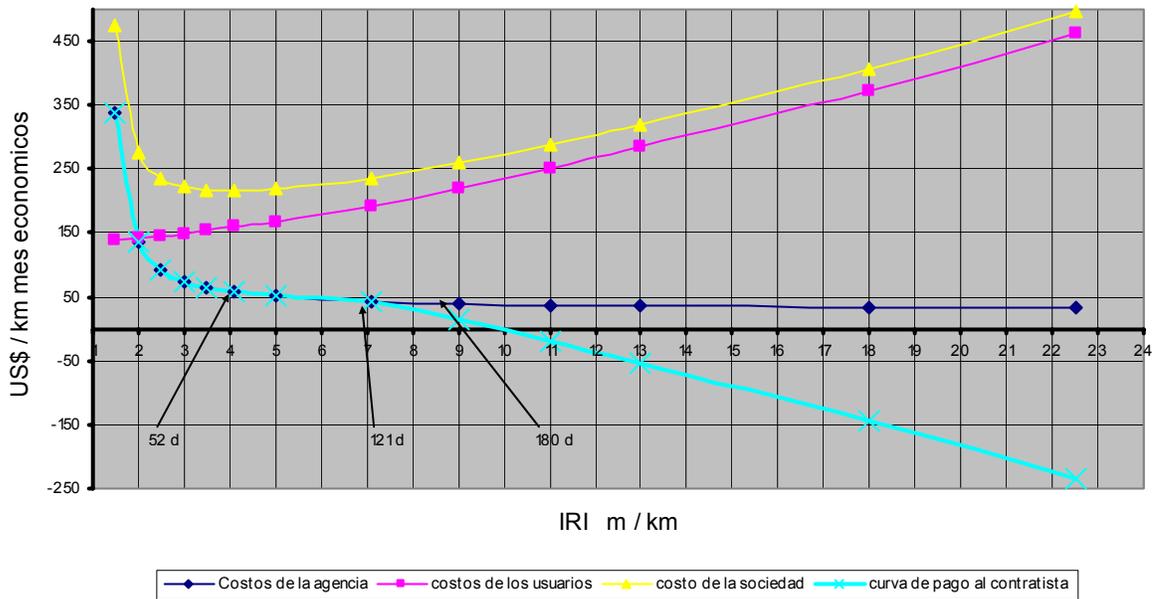


**Grafico nº 7 : Curva de pago fr , para TMDA = 300**



Los gráficos n° 8, 9 y 10 corresponden a caminos de tierra, en temporada de Verano.

**Grafico n° 8: Curva de pago fr camino tierra, TMDA=20**



**Grafico n° 9 : Curva de pago fr camino tierra, TMDA = 40**

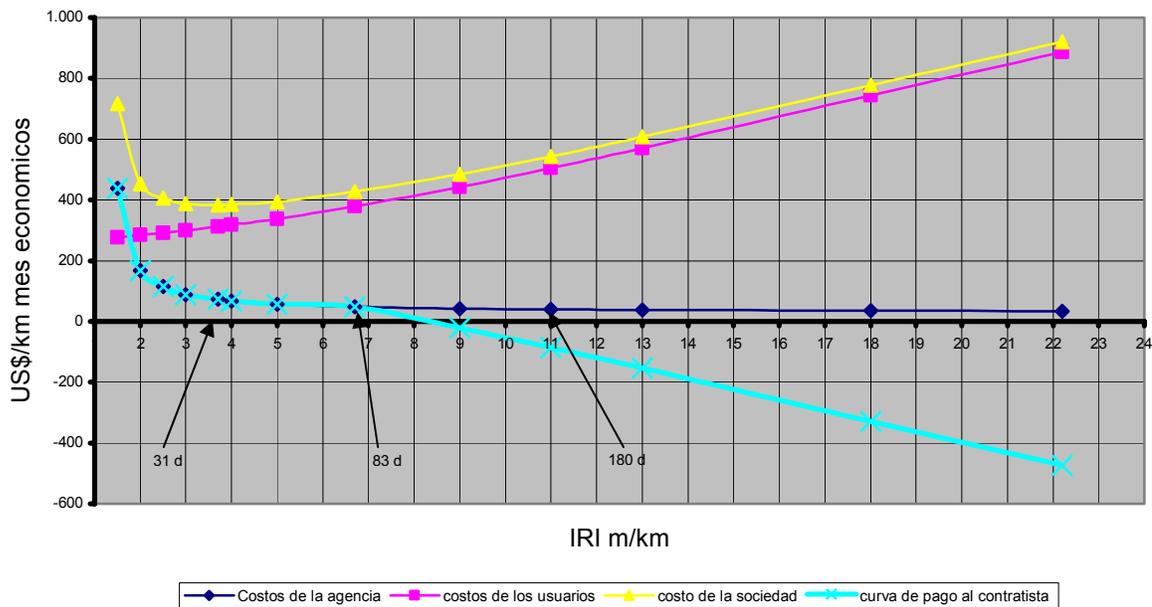
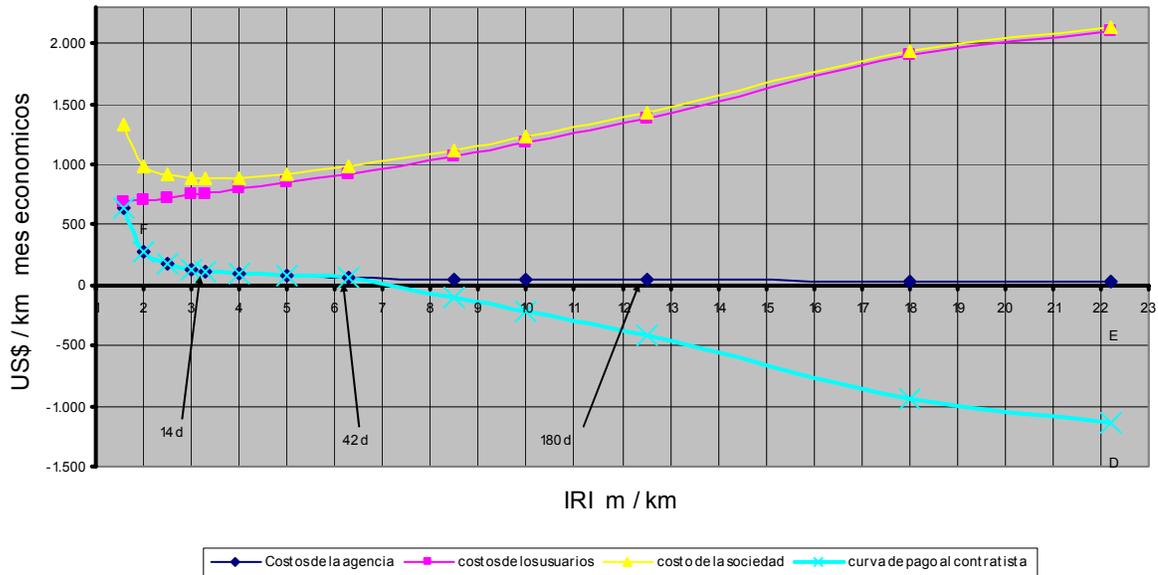


Grafico n° 10 : Curva de pago fr camino tierra, TMDA = 100



## 2.6 Factores de ajuste por tipo de tráfico y precipitaciones $f_{tp}$

Las relaciones del HDM no incorporan convenientemente las condiciones de precipitaciones ya que trabajan con promedios anuales, no considerando la estacionalidad, aspecto que es muy relevante en este tipo de caminos, por lo que se hace un planteamiento que no proviene de dicho modelo sino que es una hipótesis, que se debe investigar mejor, esta asume que hay una relación de mayores costos de conservación proporcionales a la mayor composición simultanea de vehículos pesados y a la precipitación.

$$f_{tp} = k_0 + ADH/TMDA \times (MMP \times k_1 + k_2)$$

ADH = Promedio diario anual, vehículos pesados, sobre 3500 kg.

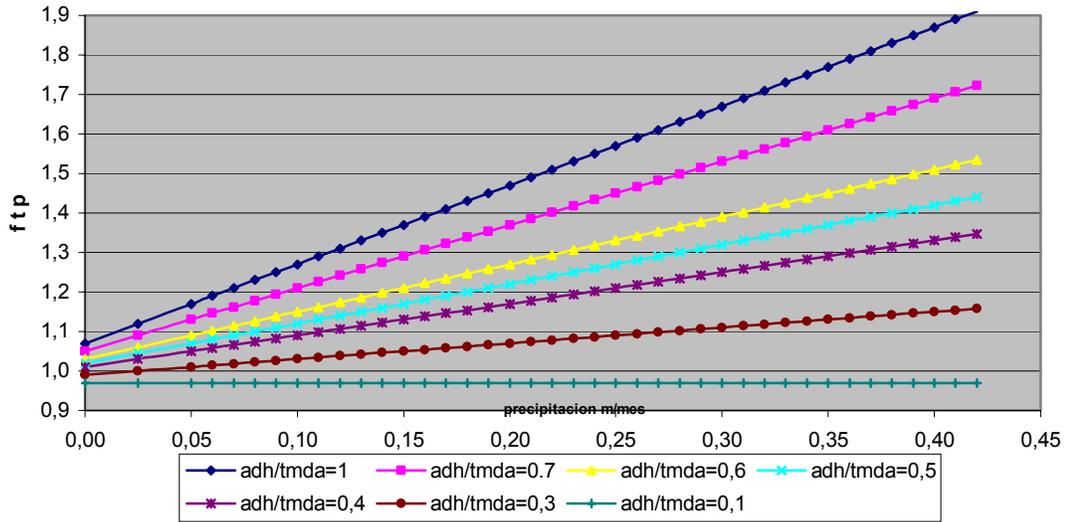
TMDA = Transito promedio diario anual.

MMP = Precipitación mensual

$k_0$ ,  $k_1$  y  $k_2$  son factores de calibración.

Este factor se debe interpretar como el aumento en los costos de conservación mensual que provoca un determinado trafico bajo condiciones de precipitaciones diferente al del promedio anual para mantener el camino en el IRI de referencia. La determinación del TMDA y de ADH no se realizará mediante mediciones mensuales, sino que se tomará como referencia el valor entregado en los antecedentes de licitación. Si Vialidad o el contratista detectan variaciones de importancia, por ejemplo sobre un 25%, en conjunto con el contratista se realizarán censos, resultados que se aplicarán por un periodo mínimo predeterminado. El grafico n° 11 ha sido construido con  $k_0 = 0,97$ ,  $k_1=2$  y  $k_2=0,1$ .

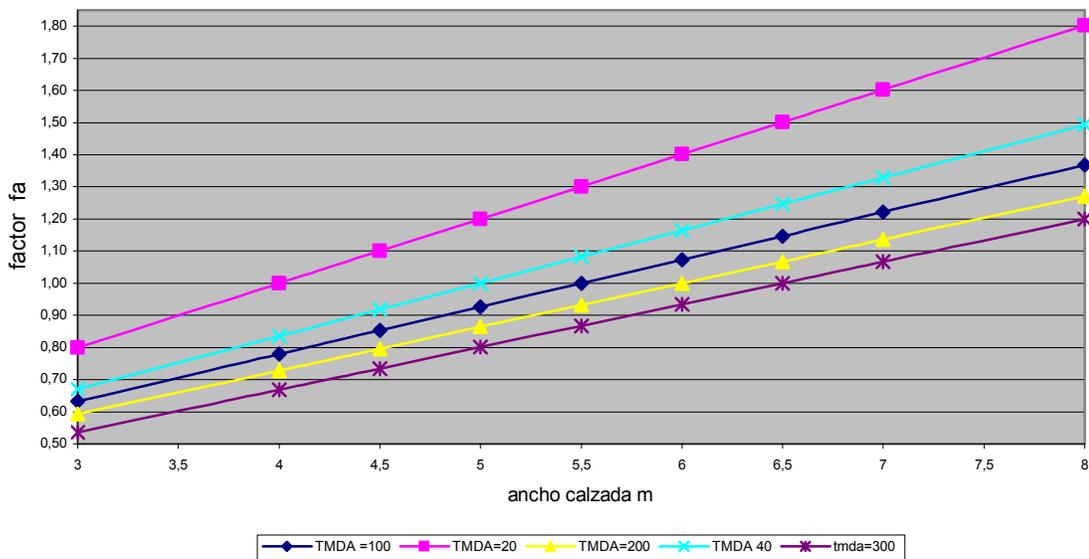
Grafico n° 11 : factor de ajuste por trafico pesado y precipitaciones ftp



## 2.7 Ajuste por el ancho de la calzada $f_a$

Este factor ajusta el efecto de los diferentes anchos de los caminos y los consiguientes mayores costos de conservación que implican. Si en un tramo se encuentran diferentes anchos se realizará el promedio ponderado con la longitud de cada ancho para determinar el ancho definitivo del tramo.

Grafico n° 11: factor ajuste por ancho,  $f_a$



La determinación de este factor se obtuvo mediante DETOUR para cada camino de diferentes TMDA.

## 2.8 Factor por presentación y terminación $f_t$

Existen otros aspectos que afectan al nivel de servicio de un camino y que por lo tanto corresponderá estimularlos y controlarlos, por ejemplo las siguientes:

- La vegetación de la faja.
- Estado del saneamiento.
- Existencia de derrumbes.
- Retiro de basuras y escombros.

Salvo en situaciones especiales y extremas la falta de roce puede llegar a afectar la rugosidad de la calzada. De igual forma el saneamiento deficiente en situaciones medianas o extremas podrá llegar a afectar a la calzada, sin embargo es razonable estimular mejores niveles de saneamiento más profundos. La forma de medir el cumplimiento de estas actividades, requiere de una evaluación por parte de la inspección o de la comisión de recepción, mediante una acción que puede calificarse de subjetiva, sin embargo se pueden definir criterios para minimizar ese carácter. El factor ajuste de pago por este concepto se denomina  $f_t$  y se calcula asignando un puntaje a cada tramo evaluado según cada sub-factor, como a continuación se indican:

$$n = \sum k_{ci} \times P_i$$

$n$  = Nota del tramo en evaluación

$k_{ci}$  = Coeficiente de ajuste del sub-factor  $i$ , inicialmente todos igual a 1, mínimo 0 y máximo 1.

$P_i$  = Calificación del sub-factor  $i$ , mínimo 0, máximo 100

$$f_t = \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\max(n)} \times n + \alpha_1$$

$\alpha_2$  = Coeficiente de ajuste, corresponde al mayor valor de incidencia máximo

$\alpha_1$  = Coeficiente de ajuste, corresponde al menor valor de incidencia mínimo, inicialmente se propone  $\alpha_2 = 1,2$  y  $\alpha_1 = 0,8$ .

Debe notarse que en la condición más desfavorable, cuando  $n = 0$ , no es necesariamente condición de no pago de la conservación rutinaria, ya que al menos en este trabajo todos los cálculos contemplaron un valor constante por km en el cálculo de  $f_t$ .

## 2.9 Factor de ajuste de la oferta del contratista $f_0$

Este factor expresa la oferta económica del contratista, frente al presupuesto oficial, que corresponde a las fórmulas de pago y los factores de ajuste antes indicados. Luego cada pago será afectado por su oferta con  $f_0$ .

## 2.10 La medición de la rugosidad

Se realizaron mediciones de IRI utilizando un rugosímetro MIS II, con el objetivo entre otros de verificar los valores de IRI de la red en consideración, rendimientos, determinar el procedimiento de toma y control de datos y verificar algunas relaciones del modelo del HDM.



En función de estos resultados se propone para la toma de datos el procedimiento que se incluye en el apéndice n° 4.2

## 3. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

Algunos aspectos no abordados en este trabajo, como la señalización y la atención de la infraestructura de los puentes, podrían ser resueltos mediante otros mecanismos como son el pago tradicional a precios unitarios. Condiciones de fuerza mayor como derrumbes mayores o inundaciones no atribuibles al contratista, se pueden cubrir mediante un seguro o retirando de evaluaciones el tramo afectado.

La modalidad de pago cancelando mediante el cumplimiento de “umbrales”, no la creemos adecuado ya que el contratista intentará forzar el sistema para alcanzarlos a cualquier costo o deberá someterse a multas u otros castigos y todas sus implicancias.

Esta modalidad también podría aplicarse en caso de concesiones asimiladas a peaje sombra, ya que el control directo del tráfico es difícil de medir en este tipo de caminos y como también deben estar referidas a un estándar mínimo, el control de IRI se puede transformar en la forma de pago, lo que también disminuye la incertidumbre al calcular la demanda. Su aplicación a caminos pavimentados se visualiza también como posible, pero con más dificultades, por el mayor ciclo de vida de estas estructuras, debiendo complementarse con otros parámetros de control, por ejemplo deflexiones.

La duración de los contratos debe ser de varios años, a lo menos de 4 o 6 años, de no ser así, no se amortiza las inversiones propias de este tipo de caminos y se limita el uso de nuevas prácticas y tecnologías, inclusive la posibilidad de pavimentar determinados caminos, aspecto que puede tener un tratamiento especial que lo estimule.

Los valores de pago obtenidos en nuestros cálculos, se observan altos respecto a los que se están pagando actualmente, esto se debe a que los valores obtenidos corresponden a IRI mejores y no se ha incluido las optimizaciones que los contratistas debieran generar. Los verdaderos costos, o dicho de otra forma  $f_0$ , no lo conocen los contratistas ni Vialidad, por lo que es importante hacer *un proyecto piloto preferentemente por administración directa*, en una zona delimitada y con recursos adecuados, para así poder acercarse a ellos y poder difundirlos para utilizarlos en contratos a licitar en el futuro mediante esta modalidad. Se deberá también, en este piloto, definir más detalladamente los procedimientos de auscultación.

Esta modalidad implica un radical cambio a la forma en que hemos venido abordando la conservación, especialmente para los contratistas quienes están llamados a innovar, desde aspectos técnicos y fundamentalmente en transformarse en una empresa de gestión de la conservación. Ellas deberán ser capaces de prever las necesidades de los caminos y tomara las decisiones de qué hacer y en qué momento. El tomar más responsabilidades les abrirá una fuente más amplia para obtener utilidades, pero de igual forma si sus decisiones son erradas sus ingresos se minimizarán.

## 4. APENDICES

### 4.1 Evaluaciones de la terminación y presentación

#### 4.1.1 Roce y despeje de la faja

Calculo de $P_1$	En ningún sector	Puntualmente	En varios sectores	Generalizado	Incidencia
<b>Vegetación<sup>1</sup> cubre parte de la calzada.</b>	100	80	40	0	35%
<b>Vegetación afecta visibilidad o señales.</b>	100	80	40	0	35%
<b>La Vegetación cubre saneamiento.</b>	100	80	40	0	20%
<b>Hay vegetación en el resto de la faja.</b>	100	80	40	0	10%

<sup>1</sup> Se entiende por vegetación aquella que sobrepasa los 25cm de altura.

#### 4.1.2 Estado del saneamiento<sup>2</sup>

Cálculo de P <sub>2</sub>	En ningún sector	Puntual-ente	En varios sectores	Generalizado	Incidencia
Obras de arte embancadas.	100	80	40	0	50%
Saneamiento insuficientes o embancado	100	80	40	0	50%

#### 4.1.3 Existencia de derrumbes

Similar esquema se puede aplicar a la existencia de derrumbes.

#### 4.1.4 Basuras y escombros

Igualmente se puede aplicar a la existencia de basuras y escombros

#### 4.2 Procedimiento para la toma de datos de IRI con MIS II

Esta medición se efectuará con la mayor frecuencia posible durante el mes anterior al de la fecha del estado de pago, el momento de realizar la medición será determinado de acuerdo a un procedimiento establecido en las bases de licitación, que asegure transparencia, objetividad, seguridad y representatividad; en éste además se determinarán los plazos para realizar esta medición. Vialidad, podrá efectuar mediciones en el momento que estime conveniente, las que se promediarán. Cada medición corresponderá a una lectura en cada sentido y su promedio respectivo; ésta se realizará con la rueda exterior a 40 cm del borde de la calzada, independiente del ancho del camino, manteniendo constante esta distancia durante todo el recorrido a auscultar. El cálculo de IRI se realizará cada 500 m, se calculará el promedio final de ambos sentidos, incluyendo los puentes<sup>3</sup>, la cual será la información a considerar para el cálculo de la fórmula de pago.

---

<sup>2</sup> Si el tramo a evaluar es muy extenso se recomienda sectorizar y promediar los resultados.

<sup>3</sup> Implica que el contratista se hace responsable de la conservación del rodado y el acceso a los puentes, aspecto que normalmente es crítico en estos caminos.

### 4.3 Ejemplo de cálculo

	<b>Camino 1</b>	<b>Camino 2</b>	<b>Camino 3</b>	<b>Camino 4</b>	<b>Total</b>
Longitud km	42	27	12	19	100
Estándar	Ripio	Ripio	Ripio	Tierra	
Ancho calzada m	7	6	5	5,5	
TMDA	<b>100</b>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	
ADH/TMDA	0,5	0,5	0,5	0,6	
IRI* m/km	<b>7,2</b>	<b>7,4</b>	<b>8</b>	<b>6,7</b>	
Oferta contratista fo	0,7	0,7	0,7	0,7	
<b>Marzo</b>					
IRI m/km	7,6	7,1	8,5	7,1	
fr us/km-mes	256	228	150	40	
Fa	1,13	1,17	1,2	1,09	
ppm (m/mes)	0,01	0,01	0,01	0,01	
ftp	1,02	1,02	1,02	1,02	
f <sub>t</sub>	1	0,9	1,2	0,9	
Pago Pm US\$/km	202	168	151	27	
Pago Pm US\$	8.505	4.538	1.814	522	
Valor financiero Pm/0,75 \$ c/IVA	7.824.445	4.174.581	1.669.248	480.141	<b>14.148.415</b>
<b>Abril</b>					
IRI m/km	7,5	6,8	7,9	6,5	
fr us/km-mes	250	230	150	40	
fa	1,13	1,17	1,2	1,09	
ppm (m/mes)	0,02	0,02	0,02	0,02	
ftp	1,05	1,05	1,05	1,06	
f <sub>t</sub>	0,9	0,8	1	1	
Pago Pm US\$/km	178	151	126	31	
Pago Pm US\$	7.475	4.069	1.512	580	
Valor financiero Pm/0,75 \$ c/IVA	6.876.954	3.743.289	1.391.040	533.490	<b>12.544.772</b>
<b>mayo</b>					
IRI m/km	8	8,5	10		
fr us/km-mes	250	190	120	0	
fa	1,13	1,17	1,2	1,09	
ppm (m/mes)	0,25	0,25	0,25	0,25	
ftp	1,27	1,27	1,27		
f <sub>t</sub>	0,9	0,8	1	1	
Pago Pm US\$/km	178	124	101	0	
Pago Pm US\$	7.475	3.361	1.210	0	
Valor financiero Pm/0,75 \$ c/IVA	6.876.954	3.092.282	1.112.832	0	<b>11.082.068</b>

## 5. REFERENCIAS

Pradena, M., “Análisis de rugosidad en caminos no pavimentados”, Memoria de Título, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción, 2001.

Watabatada T., Paterson W. Bhandari A., “The Highway Design and Maintenance Standards Model, HDM-III Model”, The World Bank, 1987.

Solint, “Estudio Diseño de Contrato de Concesión de Conservación y Explotación de Red Caminos”, Soluciones Integrales S.A., 2001, Dirección de Vialidad, MOP, Chile, 2001.

Bull A., Zietlow G., “Contratos de Conservación Vial por Niveles de Servicio ó Estándares, Experiencias de América Latina”, 14th IRF Road World Congress, 2001.

Archondo-Callao R., “Typical unpaved Roads Roughness Predicted by the HDM-III Model”, The World Bank”, 1999. Archondo-Callao R., “Unpaved Roads Roughness Estimation by Subjective Evaluation”, The World Bank”, 1999.