



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

# **PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE (PITRA)**

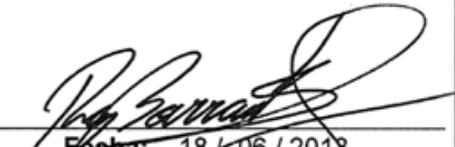
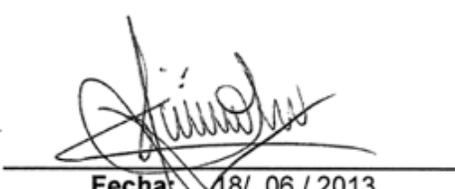
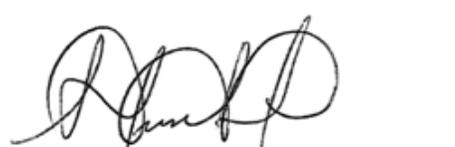
INF-PITRA-003-2013

## **Informe de Evaluación de la Red Vial Nacional pavimentada de Costa Rica Años 2012 -2013**

INFORME FINAL

Preparado por:  
Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional

San José, Costa Rica  
Junio, 2013

<b>1. Informe</b> INF-PITRA-003-2013		<b>2. Copia No.</b> 1
<b>3. Título:</b> INFORME DE EVALUACIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL PAVIMENTADA DE COSTA RICA AÑOS 2012 -2013		<b>4. Fecha del Informe</b> Junio, 2013
<b>7. Organización y dirección</b> Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
<b>8. Notas complementarias</b> No Aplican		
<b>9. Resumen</b> Bajo el marco de la Ley No. 8114, le corresponde al LanammeUCR realizar una evaluación cada dos años del estado de la red vial nacional pavimentada, la cual sirve como instrumento eficaz e imparcial de rendición de cuentas y de planificación técnica para la gestión vial y de la inversión pública realizada. Los parámetros técnicos con los que se realizó la evaluación de la red de carreteras en los años 2012 - 2013 están relacionados directamente con la vida útil o de servicio, con el costo de operación de la flota vehicular que circula y con la seguridad vial al evaluar la fricción de la superficie para facilitar el frenado de los vehículos. Se utilizó el deflectómetro de impacto (FWD), para medir las deflexiones superficiales obtenidas al someter al pavimento a una fuerza que simula cargas de tránsito, lo que permite inferir la capacidad soportante de dicho pavimento, y con ello, la vida útil remanente en dicha estructura. Por otra parte, se utilizó el perfilómetro láser, el cual mide las irregularidades superficiales (IRI) de las vías, que se asocia tanto con el confort que siente el usuario que circula por dicho tramo, como principalmente con los costos de operación de los vehículos que usan las carreteras. En el tema de seguridad vial, el equipo de fricción o agarre (GRIP) permitió medir el coeficiente de rozamiento existente entre el pavimento y las llantas, lo que determina su adherencia a la calzada y que se relaciona directamente con el índice de peligrosidad de una ruta. Adicionalmente, se realizó la evaluación de la inversión realizada entre noviembre del año 2010 y agosto del año 2012 y su efecto en la condición final de la Red Vial Nacional como un indicador de la eficiencia de la inversión, como herramienta para una adecuada rendición de cuentas promoviendo la transparencia y la gestión de la inversión en la Red Vial Nacional.		
<b>10. Palabras clave:</b> Evaluación, red, vial, Nacional, pavimentos, estrategias, gestión	<b>11. Nivel de seguridad:</b> Alto	<b>12. Núm. de páginas</b> 108
<b>13. Preparado por:</b> Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional  Fecha: 18/ 06 / 2013	Ing. Jairo Sanabria Sandino Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional  Fecha: 18/ 06 / 2013	
<b>14. Revisado por:</b> Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR  Fecha: 18/ 06 / 2013	<b>15. Aprobado por:</b> Ing. Guillermo Loria Salazar, Ph.D. Coordinador General PITRA  Fecha: 18 / 06 / 2013	



## TABLA DE CONTENIDO

<b>POTESTADES .....</b>	<b>9</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPITULO 1 .....</b>	<b>12</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	13
1.1.1 <i>DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES DE ANÁLISIS</i> .....	13
1.1.2 <i>OTRAS DEFINICIONES</i> .....	16
1.2 CAPACIDAD ESTRUCTURAL, DEFLEXIONES OBTENIDAS MEDIANTE EL FWD.....	18
1.2.1 <i>CRITERIOS DE DE CLASIFICACIÓN POR DEFLECTOMETRÍA DE IMPACTO (FWD)</i> .....	18
1.2.2 <i>RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA RED VIAL CON EL ENSAYO DE DEFLECTOMETRÍA FWD</i> .....	19
1.2.3 <i>RESULTADOS DE DEFLECTOMETRÍA (FWD) DESGLOSADOS POR PROVINCIA</i> .....	20
1.2.4 <i>RESULTADOS DE DEFLECTOMETRÍA (FWD) DESGLOSADOS POR ZONA CONAVI</i> .....	21
1.2.5 <i>RESULTADOS DE DEFLECTOMETRÍA POR MEDIO DE SIG</i> .....	23
1.3 CAPACIDAD FUNCIONAL, EMPLEANDO EL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)...	24
1.3.1 <i>CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DEL IRI</i> .....	24
1.3.2 <i>RESULTADOS DE REGULARIDAD SUPERFICIAL (IRI)</i> .....	25
1.3.3 <i>RESULTADOS DE IRI DESGLOSADOS POR PROVINCIA</i> .....	26
1.3.4 <i>RESULTADOS DE IRI DESGLOSADOS POR ZONA DE CONSERVACIÓN VIAL</i> .....	27
1.3.5 <i>RESULTADOS DE REGULARIDAD SUPERFICIAL (IRI) POR MEDIO DE LOS SIG</i> .....	29
1.4 CONDICIÓN DE LA RED VIAL SEGÚN COEFICIENTE DE ROZAMIENTO DE PAVIMENTOS (GRIP)30	
1.4.1 <i>CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DEL GRIPNUMBER</i> .....	30
1.4.2 <i>RESULTADOS DE COEFICIENTE DE ROZAMIENTO CON EL ENSAYO DE GRIP</i> .....	31
1.4.3 <i>RESULTADOS DE AGARRE SUPERFICIAL GRIP DESGLOSADOS POR PROVINCIA</i> .....	32
1.4.4 <i>RESULTADOS DE ROZAMIENTO DESGLOSADOS POR ZONA DE CONSERVACIÓN VIAL</i> ..	33
<b>CAPITULO 2 .....</b>	<b>34</b>
2.1 INTRODUCCIÓN .....	35
2.1.1 <i>DEFINICIONES</i> .....	36
2.2 NOTAS DE CALIDAD Q .....	37
2.2.1 <i>DEFINICIÓN DE LAS “NOTAS DE CALIDAD Q” A NIVEL DE RED VIAL NACIONAL</i> .....	37
2.2.2 <i>RESULTADOS DE NOTAS DE CALIDAD PARA LA RED VIAL NACIONAL</i> .....	41
2.3 ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN PARA LA RED VIAL NACIONAL .....	46
2.3.1 <i>DEFINICIONES</i> .....	46



2.3.2	<i>RESULTADOS DE ESTRATEGIAS GENERALES DE INTERVENCIÓN PARA LA RED VIAL NACIONAL.</i>	51
2.3.3	<i>PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN PARA MEJORAMIENTO DEL FRENADO DE LOS VEHÍCULOS EN CARRETERA.</i>	56
2.3.4	<i>APLICACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN PARA MEJORAMIENTO DEL FRENADO DE LOS VEHÍCULOS EN LA RED VIAL NACIONAL.</i>	58
<b>CAPITULO 3</b>		<b>60</b>
3.1	INTRODUCCIÓN	61
3.1.1	<i>DEFINICIONES</i>	62
3.2	ACTIVIDADES DE PROCESAMIENTO BÁSICO DE LAS ESTIMACIONES DE OBRA VIAL	63
3.3	DATOS DERIVADOS DE LA BASE DE DATOS DE ESTIMACIONES DE OBRA VIAL	66
3.3.1	<i>RESULTADOS TOTALES DE INVERSIÓN</i>	68
3.3.2	<i>RESULTADOS POR ZONA DE CONSERVACIÓN</i>	71
3.3.3	<i>RESULTADOS DE INVERSIÓN POR SECCIÓN DE CONTROL</i>	74
3.4	RESUMEN DE INVERSIÓN EMPLEANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	76
3.5	COMPARACION DE RESULTADOS: EVOLUCION DE LA CONDICIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL.	77
3.6	COMPARACIÓN DE LOS INDICADORES DE LA RED VIAL 2010-2011 Y 2012-2013	79
3.6.1	<i>COMPARACIÓN DE INDICADORES DE LA RED VIAL 2010-2011 Y 2012-2013 SEGÚN LA CONDICIÓN DE DEFLEXIONES (FWD)</i>	79
3.6.2	<i>COMPARACIÓN DE INDICADORES DE LA RED VIAL 2010-2011 Y 2012-2013 SEGÚN LA CONDICIÓN DE REGULARIDAD SUPERFICIAL (IRI)</i>	81
3.6.3	<i>COMPARACIÓN DE INDICADORES DE LA RED VIAL 2010-2011 Y 2012-2013 SEGÚN LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO O GRIP NUMBER.</i>	82
3.7	ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL POR ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN Y ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LA INVERSIÓN REALIZADA 2010-2011 Y 2012-2013	84
3.7.1	<i>ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN TOTAL EN RED VIAL COMPARANDO LA CONDICIÓN ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN RECOMENDADAS 2010-2011 VS 2012-2013</i>	85
3.7.2	<i>ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INVERSIÓN CONSIDERANDO LAS ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN RECOMENDADAS EN EL AÑO 2010-2011</i>	92
<b>CAPITULO 4</b>		<b>100</b>
4.1	CONCLUSIONES	101
4.1.1	<i>CAPACIDAD ESTRUCTURAL DE LA RED VIAL NACIONAL</i>	101
4.1.2	<i>CAPACIDAD FUNCIONAL DE LA RED VIAL NACIONAL</i>	101
4.1.3	<i>RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN LA RED VIAL NACIONAL</i>	101
4.1.4	<i>COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE LAS EVALUACIONES 2010 Y 2012</i>	101
4.1.5	<i>CÁLCULO DE LAS NOTAS DE CALIDAD PARA LA RED VIAL NACIONAL</i>	102



4.1.6	<i>DEFINICIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN PARA LA RED VIAL NACIONAL.</i>	103
4.1.7	<i>ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN EN LA RED VIAL NACIONAL</i> .....	103
4.2	RECOMENDACIONES .....	105
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....		<b>106</b>
<b>ANEXO</b> .....		<b>108</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. División del territorio nacional en las 22 zonas de Conservación Vial. ....	15
Figura 2. Estado general de la Red Vial según los valores de deflexión (FWD, 2012-2013) .	19
Figura 3. Estado de la red vial por provincias, según los valores de deflexión obtenidos.....	20
Figura 4. Estado de la red vial por zonas CONAVI, según los valores de deflexión obtenidos. .....	21
Figura 5. Representación gráfica de la condición estructural (FWD) de la Red Vial Nacional	23
Figura 6. Estado de la red vial según el parámetro funcional IRI .....	25
Figura 7. Estado de la red vial por provincias según su regularidad superficial, IRI .....	26
Figura 8. Estado de la red vial por zonas CONAVI según su regularidad superficial IRI. ....	28
Figura 9. Representación gráfica de la condición funcional (IRI) de la Red Vial nacional.....	29
Figura 10. Condición del agarre superficial con base en rangos de clasificación internacional, para los 1 918,24 km evaluados empleando el GRIP Tester.....	31
Figura 11. Estado de la red vial por provincias según su el rozamiento superficial – GRIP...	32
Figura 12. Estado de la red vial por zona CONAVI según su el rozamiento superficial -GRIP .....	33
Figura 13. Notas de calidad Q basadas en categorías de FWD y rangos de IRI. ....	37
Figura 14. Notas de calidad, longitud en kilómetros y porcentaje para la Red Vial.....	42
Figura 15. Notas de calidad para la Red Vial distribución por provincias. ....	43
Figura 16. Notas de calidad por Zona CONAVI.....	44
Figura 17. Mapa de distribución de las notas Q por Zona de Conservación Vial.....	45
Figura 18. Agrupación de las notas de calidad para definición de estrategias.....	49
Figura 19. Ubicación de las notas de calidad dentro de las ventanas de operación.....	50
Figura 20. Estrategias de intervención para la Red Vial Nacional. ....	51
Figura 21. Estrategias de intervención para la Red Vial Nacional distribución por provincias. .....	52
Figura 22. Distribución de estrategias por Zonas del CONAVI.....	53
Figura 23. Mapa de distribución de estrategias de intervención por Provincia. ....	55
Figura 24. Recomendaciones de intervención para atender los distintos niveles de peligrosidad ante carreteras deslizantes. ....	57
Figura 25. Recomendaciones de intervención para atender los distintos niveles de peligrosidad ante carreteras deslizantes. ....	58

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 6 de 108
----------------------------	---------------------------------	-----------------



Figura 26. Recomendaciones de intervención para atender los distintos niveles de peligrosidad ante carreteras deslizantes. Distribución entre Q1 y Q2. ....	59
Figura 27. Esquema de insumos y productos básicos del procesamiento de estimaciones. .	65
Figura 28. Inversión por Zona de Conservación Vial, Base de Datos del LanammeUCR.....	68
Figura 29. Distribución mensual de la inversión total, Base de Datos del LanammeUCR .....	69
Figura 30. Inversión total realizada en los ítems de pago más comunes, Base de Datos del LanammeUCR .....	70
Figura 31. Zona 4-2, Inversión por Sección de Control, Base de Datos del LanammeUCR ..	71
Figura 32. Zona 4-2, distribución mensual de Inversión, Base de Datos del LanammeUCR .	72
Figura 33. Zona 4-2, Ítems por Inversión Total, Base de Datos del LanammeUCR .....	73
Figura 34. Ítems de Zona 4-2 por Inversión Total, Base de Datos del LanammeUCR.....	74
Figura 35. Mapa de inversión relativa por kilómetro de sección de control.....	76
Figura 36. Ejemplo de distribución espacial de mediciones en una ruta de 100 km .....	77
Figura 37. Ejemplo de métodos de análisis temporales de indicadores en ruta de 100 km. ...	78
Figura 38. Evolución del las categorías de deflexión en la Red Vial Nacional.....	80
Figura 39. Evolución del las deflexiones en la Red Vial Nacional .....	81
Figura 40. Evolución del Grip Number en la Red Vial Nacional.....	83
Figura 41. Evolución de las Vías de acuerdo con las Estrategias de Intervención Recomendadas, comparación entre campañas de evaluación 2010-2011 y 2012-2013 .....	91
Figura 42. Análisis de la Inversión Relativa para las secciones control cuya Estrategia de Intervención Recomendada calificó como Mantenimiento de Preservación 2012 .....	93
Figura 43. Análisis de la Inversión Relativa para las secciones control cuya Estrategia de Intervención Recomendada calificó como Mantenimiento de Recuperación IRI 2012.....	94
Figura 44. Análisis de la Inversión Relativa para las secciones control cuya Estrategia de Intervención Recomendada calificó como Rehabilitación Menor 2012 .....	95
Figura 45. Análisis de la Inversión Relativa para las secciones control cuya Estrategia de Intervención Recomendada calificó como Rehabilitación Mayor 2012 .....	96
Figura 46. Análisis de la Inversión Relativa para las secciones control cuya Estrategia de Intervención Recomendada calificó como Reconstrucción 2012.....	97
Figura 47. Mapa de análisis de condición y eficiencia basado en la evolución de las secciones de control con base en las estrategias recomendadas de intervención .....	99



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Longitud evaluada en cada prueba, campaña de evaluación 2012 -2013 .....	10
Tabla 2: División del territorio Nacional en 22 zonas de Conservación Vial .....	14
Tabla 3: Rangos de deflexión según TPD, utilizados para clasificar resultados de FWD .....	18
Tabla 4: Deflexiones FWD obtenidas para la Red Vial, campaña 2012-2013 .....	19
Tabla 5: Rangos de clasificación de regularidad superficial para la red vial (IRI) .....	24
Tabla 6: Resultados obtenidos, regularidad superficial de la red vial .....	25
Tabla 7: Clasificación internacional del pavimento según el GN .....	30
Tabla 8: Resultados obtenidos, rozamiento superficial de la red vial mediante el ensayo GRIP .....	31
Tabla 9: Notas de calidad por sección de control.....	41
Tabla 10: Distribución de contratistas por Zona de Conservación Vial.....	61
Tabla 11: Período y Montos inversión por Zona CONAVI, contrataciones directas .....	66
Tabla 12: Período y Montos inversión por Zona CONAVI, estimaciones de obra vial .....	67
Tabla 13: Distribución mensual de los ítems de conservación sección 60052.....	75
Tabla 14: Distribución mensual de los ítems de conservación sección 60340.....	75
Tabla 15: Resultados obtenidos en FWD, campañas 2010-2011 y 2012-2013 .....	79
Tabla 16: Resultados obtenidos en IRI, campañas 2010-2011 y 2012-2013.....	81
Tabla 17: Resultados obtenidos en Grip Number, campañas 2010-2011 y 2012-2013.....	83
Tabla 18: Resumen de Estrategias de Intervención recomendadas. Campañas de evaluación 2010-2011 y 2012-2013.....	84
Tabla 19: Evolución de secciones recomendadas para Mantenimiento en el 2010.....	86
Tabla 20: Evolución de secciones recomendadas para Rehabilitación o Análisis en el 2010. ....	88
Tabla 21: Evolución de secciones recomendadas para Reconstrucción en el 2010.....	89
Tabla 22: Análisis de la mejoría y la eficiencia en la inversión. Tabla resumen.....	98

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 8 de 108
----------------------------	---------------------------------	-----------------



## POTESTADES

Según se establece en el artículo 5 de la Ley No. 8114 sobre la Simplificación y Eficiencia Tributaria, “*para garantizar la máxima eficiencia de la inversión pública de reconstrucción y conservación óptima de la red vial costarricense...*”, la Universidad de Costa Rica, a través del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (en adelante, LanammeUCR), deberá efectuar una evaluación bienal del estado de la red vial nacional pavimentada. De conformidad con lo señalado, el presente es un informe técnico que se enmarca dentro de las funciones que la citada ley le confiere al LanammeUCR.

El estado de conservación o de deterioro de los pavimentos está relacionado directamente con la gestión vial implementada, y por tanto con el programa de inversiones e intervenciones que se ejecuta en la Red Vial Nacional en un periodo dado. Así, la evaluación bienal del estado de la red vial se convierte en una herramienta eficaz para la rendición de cuentas de la gestión de dicha infraestructura y brinda a los ingenieros de caminos y planificadores viales una base técnica que facilita la toma decisiones en relación con dicha gestión.

La primera campaña de evaluación de la red vial con equipos de alta tecnología se realizó en el año 2002. El principal objetivo de esta campaña fue ajustar los procedimientos de evaluación y la comparación de los resultados con estándares internacionales, por lo que se recorrió un pequeño porcentaje de la Red Vial Nacional pavimentada. La totalidad de la red vial fue evaluada por primera vez en el año 2004, donde fueron evaluados aproximadamente 4 000 kilómetros (4 081,30 km con el perfilómetro láser; 3 776,80 km con el deflectómetro de impacto). Posteriormente, en el año 2006, se realizó la segunda campaña de evaluación, que con los datos adquiridos sobre la extensión de la Red Vial Nacional, así como con la programación de las giras de evaluación y solicitud de permisos, permitió evaluar cerca de 4 400 km de rutas nacionales, también con los parámetros de deflexión ante impacto y regularidad superficial.

Al igual que sucedió con las campañas del año 2006, 2008 y 2010-2011 la presente campaña se instrumentó con el *Sistema de Posicionamiento Global (GPS)*, con el objeto de mejorar la información relacionada con la ubicación de las mediciones. Adicionalmente, el GPS facilita el almacenamiento de datos en los *Sistemas de Información Geográfica (SIG)*, lo que permite un manejo y análisis de la información más ágil.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 9 de 108
----------------------------	---------------------------------	-----------------



Gracias a la colaboración de la oficina de Planificación Sectorial del MOPT, los datos obtenidos en esta campaña cuentan con la información básica de las secciones de control de dicha entidad, lo cual simplifica enormemente el facilitar la información al público.

La Tabla 1 ilustra la longitud total evaluada en cada una de las mediciones realizadas en la campaña de evaluación 2012

Tabla 1: Longitud evaluada en cada prueba, campaña de evaluación 2012 -2013

Tipo de Medición	Longitud (km)
Deflectometría FWD	5 028,30
Regularidad Superficial IRI	5 264,50
Coefficiente de Rozamiento GRIP	1 918,20*

\* Longitud menor debido a la naturaleza del equipo, solo se evalúan rutas con valores de IRI de 4,0 o menor

La longitud evaluada se asocia con las secciones de control que fueron caracterizadas. Por su parte, el equipo que utiliza el LanammeUCR para evaluar el coeficiente de rozamiento (GRIP) de los pavimentos es un equipo delicado, y por recomendación de su fabricante, no puede ser utilizado en rutas que tengan un índice de regularidad superficial mayor a 4,0; de ahí que la extensión de red que puede ser evaluada bajo este parámetro se reduce considerablemente.



## OBJETIVOS DE LA CAMPAÑA DE EVALUACIÓN 2012-2013

### Objetivos generales

Conocer, evaluar y calificar la condición técnica general de la Red Vial Nacional pavimentada<sup>1</sup> en los años 2012-2013 y determinar su evolución o cambio respecto al año 2010-2011.

### Objetivos específicos

- Evaluar la resistencia estructural de los pavimentos de la red vial, con el Deflectómetro de Impacto y clasificarla según los rangos de estado.
- Evaluar el estado de la regularidad superficial de los pavimentos de la red vial, con el Perfilómetro Láser, y clasificarla en rangos de estado.
- Evaluar el coeficiente de rozamiento de la superficie de los pavimentos de la red vial, con el Medidor de Coeficiente de Rozamiento.
- Comparar el estado de los pavimentos de la red vial contrastando los resultados de las evaluaciones efectuadas en los años 2010 y 2011.
- Implementar la metodología definida de calificación de secciones de control para la definición de estrategias de intervención.
- Incorporar el análisis de las inversiones realizadas entre el año 2010 y 2012 y evaluar la efectividad de dichas inversiones en la condición actual de la Red Vial Nacional.
- Mantener una base de datos actualizada, por medio de los sistemas de información geográfica, de los parámetros técnicos de las carreteras que sea útil para la planificación de proyectos destinados al mejoramiento de la red vial.

<sup>1</sup> En adelante, conocida únicamente como Red Vial

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 11 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------



# CAPITULO 1

## CONDICIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL AÑO 2012

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 12 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------



## 1.1 INTRODUCCIÓN

En la presente campaña de evaluación de la red vial, la metodología empleada siguió un modelo similar al utilizado en la campaña del año 2010. Con los conocimientos y experiencia adquiridos en dicha campaña, se procedió a la planificación de las giras de evaluación para cada uno de los equipos. En el caso de las giras de toma de datos de deflectometría, se hizo necesario hacerlas coincidir con el final de la época lluviosa en cada una de las zonas del país, esto con el objeto de que el suelo estuviera en su condición de máxima saturación posible, lo cual arroja las deflexiones más críticas y que reflejan de una manera más real las condiciones de operación de los pavimentos de nuestro país. En esta evaluación los resultados se agrupan también por nivel de tráfico de las vías evaluadas, usando cuatro grupos: Tránsito promedio diario TPD <5 000 vpd, TPD entre 5 000 y 15 000 vpd, TPD entre 15 000 y 40 000 vpd y casos especiales de tránsito pesado intenso. Con estos elementos se definió el cronograma, y se procedió al levantamiento de información de las carreteras con los equipos que se detallan en esta sección.

Los datos recopilados a nivel de Red, con los equipos de medición de alto desempeño, se emplean como indicadores del comportamiento estructural, indicadores funcionales de la regularidad superficial y condición de la resistencia al deslizamiento. Para unificar los diversos datos, se requiere de una unidad de análisis que sea conocida por la Administración y ubicable en forma geográfica, donde la combinación de los diversos indicadores genere la información requerida para definir estrategias generales a nivel de Red, y constituyan un insumo para desarrollar las diversas actividades de gestión.

### 1.1.1 Definición de las unidades de análisis

Para definir las estrategias de intervención a partir de los datos de las evaluaciones bienales que realiza el LanammeUCR, se emplean los tramos de la Red Vial Nacional pavimentada conocidas como “secciones de control”, las cuales están identificadas por un código y constituyen las “unidades de análisis” para este informe. Estas secciones de control fueron definidas por el MOPT y son utilizadas para ubicar geográficamente las labores de intervención que se realizan sobre la Red Vial Nacional.



Adicionalmente, el MOPT – CONAVI ha dividido el territorio nacional en grandes zonas de conservación, que corresponden a zonas que se han asignado a uno o varios contratistas para realizar labores de conservación vial por periodos de tres años. Actualmente la Licitación Pública N° 20009LN-.000003-CV se encuentra vigente y define las 22 Zonas de Conservación que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: División del territorio Nacional en 22 zonas de Conservación Vial

<b>Región</b>	<b>Provincia</b>	<b>Zona</b>
Región I – Subregión San José	San José	1-1
		1-2
		1-3
Región I – Subregión Alajuela	Alajuela	1-4
		1-5
		1-6
Región I – Subregión Cartago	Cartago	1-7
		1-8
Región I - Subregión Heredia	Heredia	1-9
Región II- Chorotega	Guanacaste	2-1
		2-2
		2-3
		2-4
Región III- Pacífico Central	Puntarenas	3-1
		3-2
Región IV- Brunca	San José, Puntarenas	4-1
		4-2
		4-3
Región V- Huetar Atlántico	Limón	5-1
		5-2
Región VI- Huetar Norte	Alajuela	6-1
		6-2

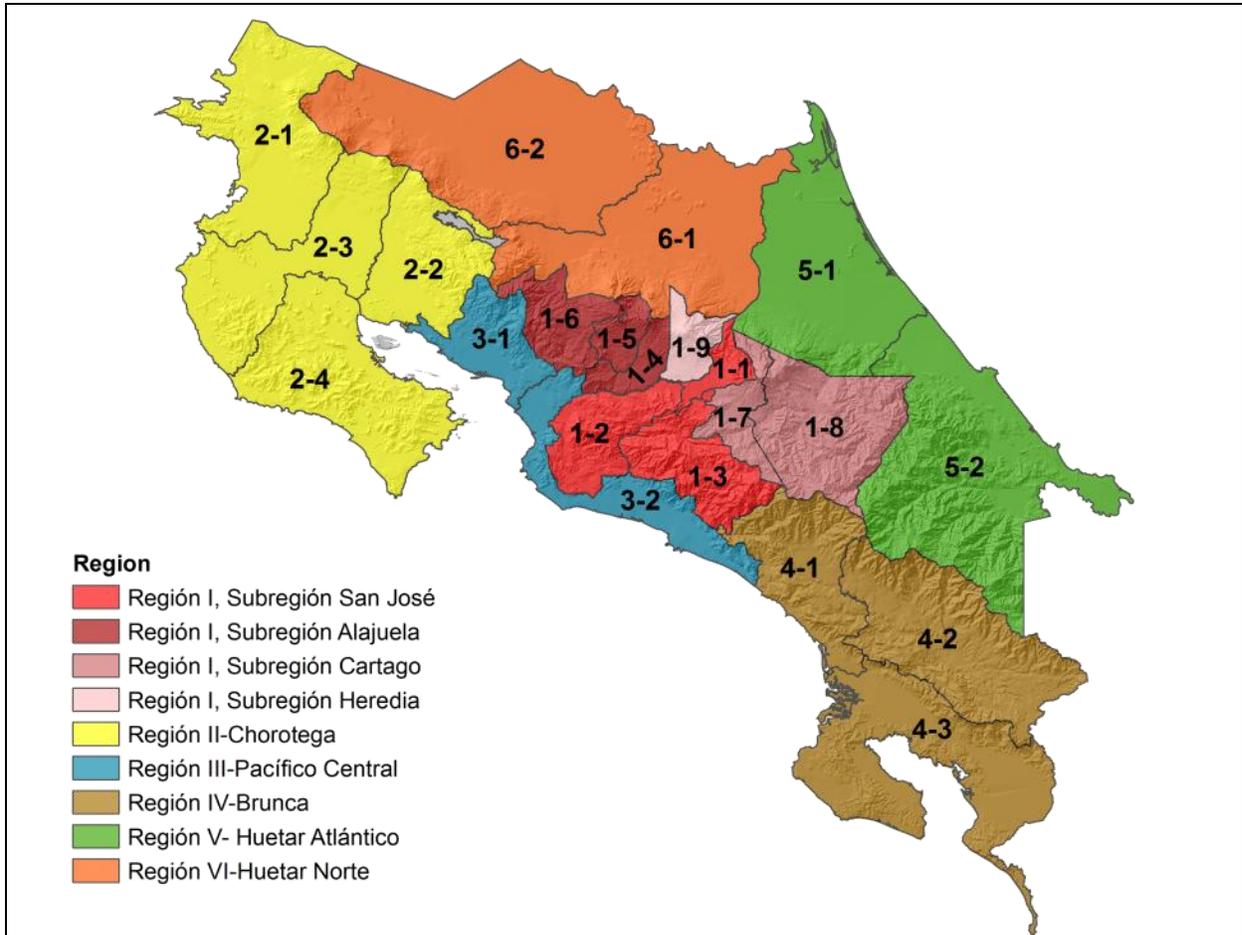


Figura 1. División del territorio nacional en las 22 zonas de Conservación Vial.

En Costa Rica se tiene como base un total de 862 secciones de control que abarcan la Red Vial Nacional Pavimentada. Una vez establecida esta zonificación y definidas las unidades de análisis se incorpora toda la información dentro de los sistemas de información geográfica y se procede a caracterizar, cada una de las secciones de control.

Es a partir del informe de la Red Vial Nacional 2010-2011, que la caracterización final de las secciones de control emplea notas de calidad Q basadas en los indicadores estructurales y funcionales con el respectivo análisis de condición deslizante en condición lluviosa. Finalmente, la sección de control es catalogada como candidato a un tipo generalizado de intervención, tales como mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción, con el fin de brindar a la Administración de una herramienta de gestión fundamentada en información científica que permita mejorar la toma de decisiones y aumente la eficiencia de la inversión en la Red Vial Nacional.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 15 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------



### 1.1.2 Otras Definiciones

Las siguientes definiciones son requeridas para un adecuado entendimiento de los resultados presentes en este capítulo:

**1. Deflectómetro de Impacto:** El deflectómetro de impacto es un equipo de alta tecnología que mide el hundimiento o deflexión instantánea que experimenta el pavimento en un punto, debido al golpe de un peso lanzado desde un mecanismo diseñado específicamente con este propósito, de tal manera que produzca una fuerza de reacción en el pavimento de 40 KN (566 Mpa). Esta carga cae sobre un plato circular cuya área de contacto es similar a la de una llanta de vehículo; las deflexiones obtenidas son registradas por 9 sensores, el primero directamente en el plato de carga, y los demás dispuestos en un arreglo lineal con una longitud máxima de 180 centímetros. Los detalles del Deflectómetro de Impacto empleado, y la metodología seguida de evaluación aparecen en la Ficha Técnica FT – UGERVN – 02 – 13, disponible en el sitio de Internet del LanammeUCR ([www.lanamme.ucr.ac.cr](http://www.lanamme.ucr.ac.cr)).

**2. Capacidad Estructural:** Se puede definir la capacidad estructural como la capacidad del pavimento para soportar las cargas de tránsito durante el período de vida útil. La capacidad estructural puede ser conocida mediante ensayos no destructivos (NDT=non destructive tests). La ventaja de usar los NDT es que se pueden determinar deficiencias estructurales aún antes de que las mismas sean visibles.

**3. Perfilómetro Láser:** El Perfilómetro láser es un equipo de última generación que permite evaluar la condición de regularidad superficial de las carreteras, mediante un índice de estado estandarizado internacionalmente, denominado IRI (Internacional Roughness Index).

**4. Índice de Regularidad Internacional (IRI):** El índice de estado estandarizado internacionalmente, denominado IRI (Internacional Roughness Index) permite cuantificar la regularidad o rugosidad de una carretera y se define como la suma de las irregularidades de la superficie por unidad una de longitud, lo que es percibido por el usuario como el confort de marcha. Sin embargo, el aspecto más importante de la regularidad superficial es que se relaciona directamente con los costos de operación

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 16 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------



del vehículo que circula por dicha carretera, dado que afecta su consumo de combustible y sus costos de mantenimiento. Los detalles del equipo utilizado (Perfilómetro Láser), y la metodología seguida en la evaluación aparecen en la Ficha Técnica FT – UGERVN – 02 – 13, disponible en el sitio de Internet del LanammeUCR ([www.lanamme.ucr.ac.cr](http://www.lanamme.ucr.ac.cr)).

**5. Capacidad Funcional:** Se puede definir la capacidad funcional de un pavimento como la capacidad que tiene el mismo de brindar un adecuado nivel de servicio al usuario. Una buena capacidad funcional está intrínsecamente relacionada con el confort, adecuadas velocidades de circulación, bajo consumo de combustible, bajos costos de operación vehicular por deterioro de los vehículos, durabilidad de los pavimentos por menores cargas dinámicas de los vehículos. En este informe la capacidad funcional se cuantifica por medio del IRI.

**6. Resistencia al deslizamiento:** Se debe interpretar como la capacidad de frenar de un vehículo sobre una superficie de rueda tal como un pavimento asfáltico o hidráulico. Los detalles del equipo de Medición de Rozamiento Superficial o resistencia al deslizamiento, y la metodología seguida de evaluación aparecen en la Ficha Técnica FT – UGERVN – 02 – 13, disponible en el sitio de Internet del LanammeUCR ([www.lanamme.ucr.ac.cr](http://www.lanamme.ucr.ac.cr)).

**7. Costos de Operación Vehicular:** Son los costos en los que incurre el usuario de una carretera por el efecto de las características físicas y la condición de la vía, principalmente sobre la velocidad de operación de su vehículo, sobre el consumo de combustible, lubricantes, requerimientos de mantenimiento, así como valores del tiempo de demora del usuario, contaminación ambiental por gases y sónica o retención de cargas, entre otras. Los costos de operación vehicular se encuentran directamente relacionados con los valores del IRI, a valores de IRI altos mucho mayores costos de operación vehicular y viceversa.

**8. Perfil longitudinal:** Es la representación gráfica de las variaciones del terreno en relación con un plano vertical que contiene al eje longitudinal de nivelación, con esto se obtiene la forma altimétrica del terreno a la largo de la mencionada línea. En este caso el perfil longitudinal se mide directamente con un equipo láser que permite establecer al milímetro las variaciones del terreno.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 17 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------



## 1.2 CAPACIDAD ESTRUCTURAL, DEFLEXIONES OBTENIDAS MEDIANTE EL FWD

### 1.2.1 Criterios de de clasificación por deflectometría de impacto (FWD)

La evaluación de la red vial con el deflectómetro de impacto abarcó 5028,30 km de carreteras pavimentadas, la frecuencia de la medición se determinó en función de la importancia de la ruta, es decir, aquellas rutas con Tránsito Promedio Diario (TPD) altos se evaluaron con mediciones cada 200 metros y aquellas con TPD bajos cada 500 metros. En esta evaluación se garantizó que todas las secciones de control tuvieran al menos 7 mediciones, para que la muestra fuera estadísticamente representativa de la condición estructural de la sección. A su vez, se emplea el rango de deflexiones en función del TPD implementado desde el 2008 (informe N° UI-PE-03-08), estos rangos; que aparecen en la

Tabla 3, tienen por objeto representar más fielmente las condiciones reales de uso de las rutas nacionales.

Tabla 3: Rangos de deflexión según TPD, utilizados para clasificar resultados de FWD

TPD (Tránsito Promedio Diario)	menor a 5 000 vpd**	5 000 – 15 000 vpd	15 000 – 40 000 vpd	Casos Especiales*
Categoría	TPD Bajo	TPD Moderado	TPD Alto	Especiales
Categorías deflexión	Rangos (en mm <sup>-2</sup> )			
Bajas	menor a 76,5	menor a 70,8	menor a 59,2	menor a 48,5
Moderadas	76,5 – 88,5	70,8 – 83,3	59,2 – 69,4	48,5 – 57,6
Altas	88,5 – 115,7	83,3 – 112,9	69,4 – 95,2	57,6 – 80,8
Muy Altas	mayor a 115,7	mayor a 112,9	mayor a 95,2	mayor a 80,8

\* Corresponden con rutas con alto TPD y porcentaje alto de vehículos pesados, las cuales son la ruta 1 Carretera General Cañas, tramo La Uruca – entrada a Naranjo, y la ruta 32, tramo Puente sobre el Río Virilla - Limón

\*\* vpd: vehículos por día

Las rutas de concreto hidráulico se analizan utilizando rangos específicos diseñados para este tipo de pavimento, los rangos presentados en la tabla No.3 no aplican para rutas de concreto hidráulico que constituyen menos del 1% de la Red Vial Nacional evaluada.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 18 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

### 1.2.2 Resultados de la evaluación de la red vial con el ensayo de deflectometría FWD

La Tabla 4 muestra los resultados obtenidos en el parámetro de deflexiones asociadas con la capacidad, para la campaña 2012 – 2013; la Figura 2 muestra en forma gráfica este resultado. En total, se procesaron más de 18 000 mediciones con dicho equipo.

Tabla 4: Deflexiones FWD obtenidas para la Red Vial, campaña 2012-2013

Tipo de Deflexiones	Longitud (km)	Porcentajes (%)
Bajas según rango del TPD	4 418,72	87,9
Moderadas según rango del TPD	257,07	5,1
Altas según rango del TPD	227,98	4,5
Muy altas según rango del TPD	124,57	2,5
<b>Total</b>	<b>5028,34</b>	<b>kilómetros</b>

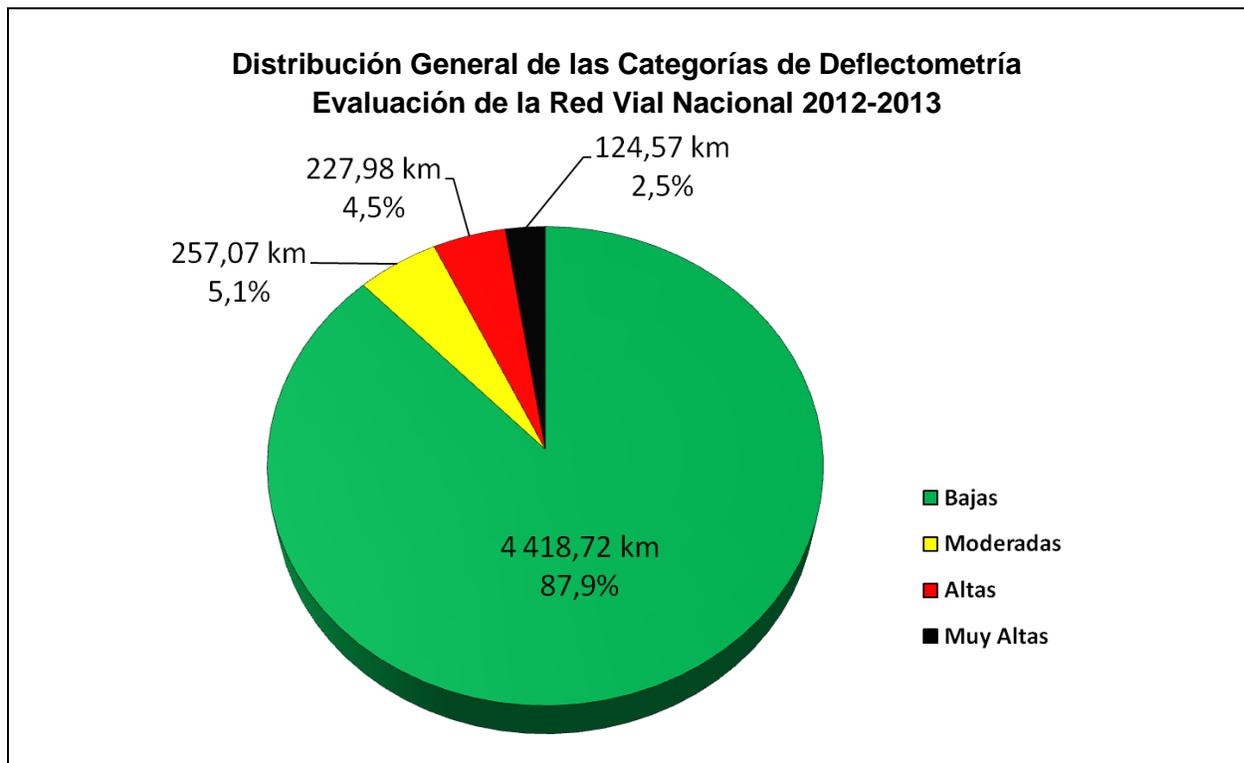


Figura 2. Estado general de la Red Vial según los valores de deflexión (FWD, 2012-2013)

Para la evaluación del 2012 los resultados arrojan que un 87,9% de la red vial evaluada se encuentran en buen estado según el parámetro de deflexión FWD, las deflexiones que superan el estado moderado conforman un 7,0% de la Red Vial.

Es importante destacar que las deflexiones obtenidas como indicadores sirven para inferir la capacidad estructural de un pavimento, más no conforman un parámetro único, dado que se requiere un conocimiento más exhaustivo de la estructura interna del pavimento así como datos del tránsito, para establecer relaciones análisis tendientes al cálculo de capacidad estructural y vida remanente, en conjunto con el alcance de evaluación a nivel de red.

### 1.2.3 Resultados de deflectometría (FWD) desglosados por provincia

Al emplear los sistemas de información geográfica como herramienta de análisis se procedió a distribuir los resultados de la deflectometría por provincia como unidad de división política general. La distribución se muestra en la Figura 3, empleando gráficos y la respectiva tabla.

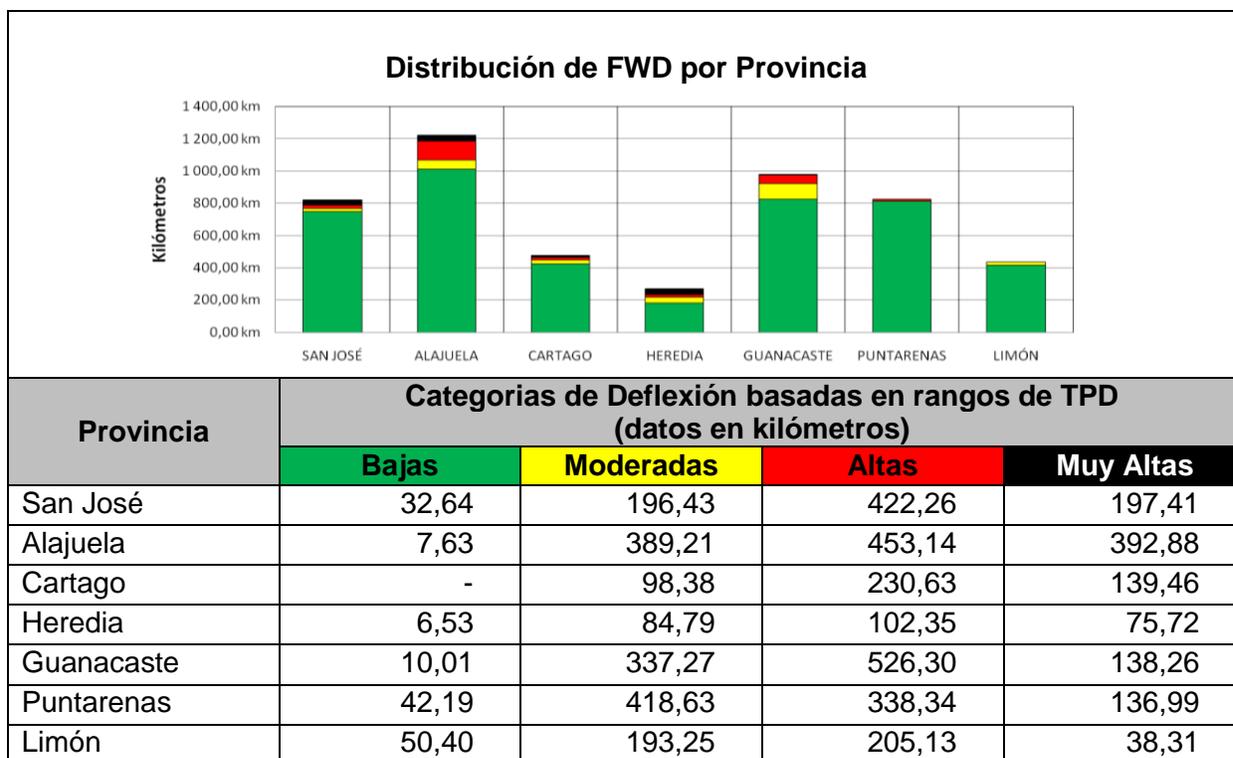


Figura 3. Estado de la red vial por provincias, según los valores de deflexión obtenidos.

De la figura anterior se aprecia que Heredia presenta la mayor cantidad de rutas con deflexiones Muy Altas es decir una muy baja capacidad estructural, donde los 37,31 km equivalen a un 13,8% de la rutas que presentan, seguidas por Alajuela cuyos 37,04 km equivalen a un 3% de las red vial nacional en dicha provincia, Por su parte la mayor cantidad de tramos con deflexiones altas se ubican en Alajuela con 117,13 km y Guanacaste con 48,98 km, Limón y Puntarenas presentan la menor cantidad de rutas con deflexiones altas.

### 1.2.4 Resultados de deflectometría (FWD) desglosados por Zona CONAVI

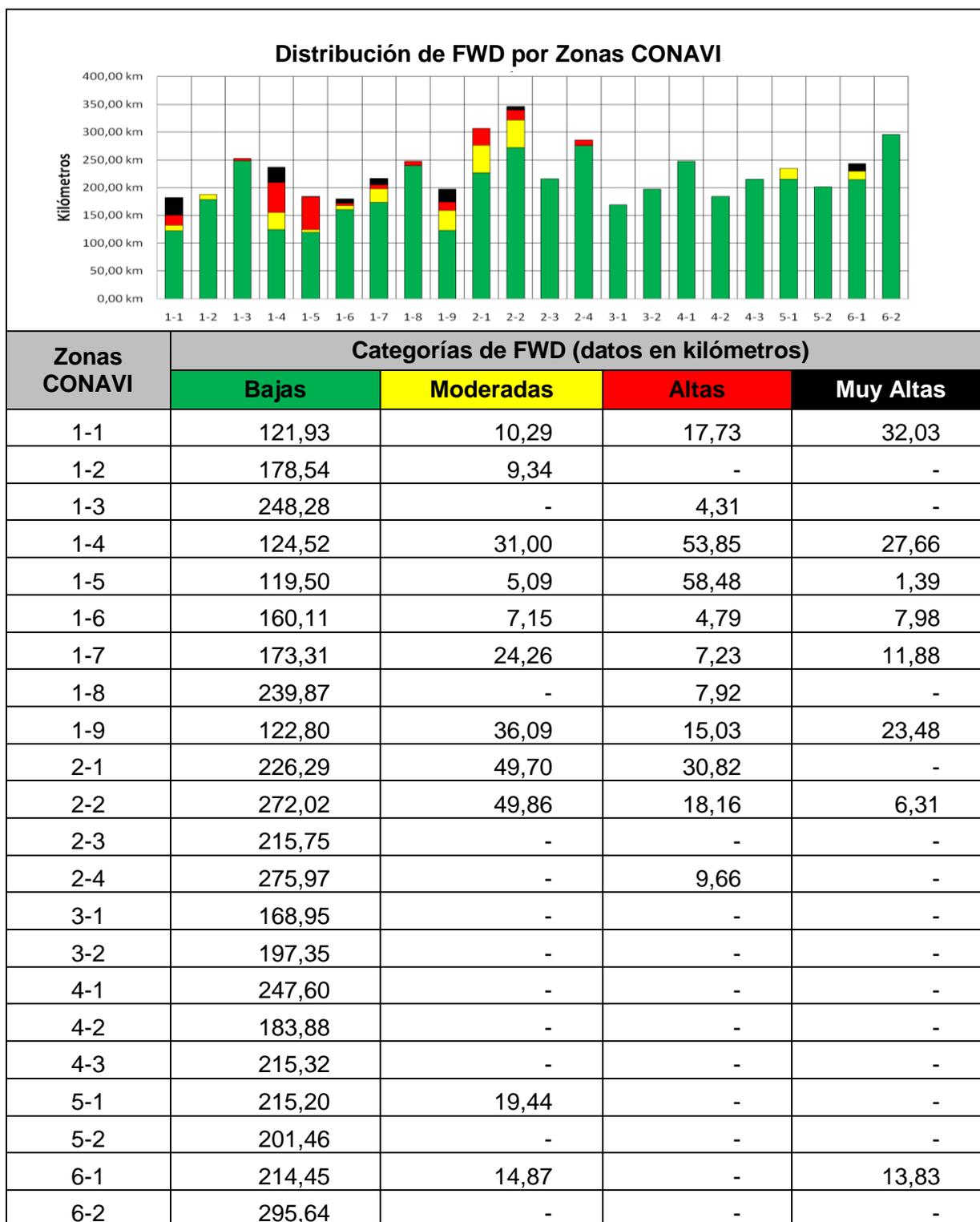


Figura 4. Estado de la red vial por zonas CONAVI, según los valores de deflexión obtenidos.



El análisis mostrado en este apartado corresponde a una medición de la capacidad estructural de las carreteras evaluado por medio de las deflexiones que mide el Deflectómetro de Impacto (FWD) donde una deflexión baja corresponde a una buena capacidad estructural y una deflexión alta a una mala capacidad estructural. En la Figura 4 se presentan los datos desglosados por zona de conservación vial, estas zonas de conservación corresponden a la actual división administrativa de la Red Vial para las labores de mantenimiento, cada una de ellas se adjudica vía Ley de Contratación Administrativa a distintas empresas encargadas de llevar a cabo las labores de conservación y mantenimiento de la Red Vial. Entre otros aspectos se observa que la distribución de kilómetros por Zona de Conservación Vial ronda los 200 km.

La distribución de las deflexiones por zonas de conservación vial (ver Figura 4) permite identificar aquellas zonas donde se ha disminuido la capacidad estructural de las vías y adicionalmente permite administrar con mejor criterio los recursos destinados a conservación y mantenimiento en cada zona. Destacan las zonas 1-1, 1-4 y 1-9 que acumulan la mayor cantidad de deflexiones de categoría muy alta, acumulan 83,17 km que corresponde al 67% de los 125 km de esta categoría. Mientras que las zonas 1-4, 1-5 y 2-5 acumulan 143,15 km que corresponden con el 62,8% del total de 228 km con deflexiones altas.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 22 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

### 1.2.5 Resultados de deflectometría por medio de SIG

En la Figura 5 se presenta la totalidad de los datos de deflectometría en un mapa generado por medio de los sistemas de información geográfica.

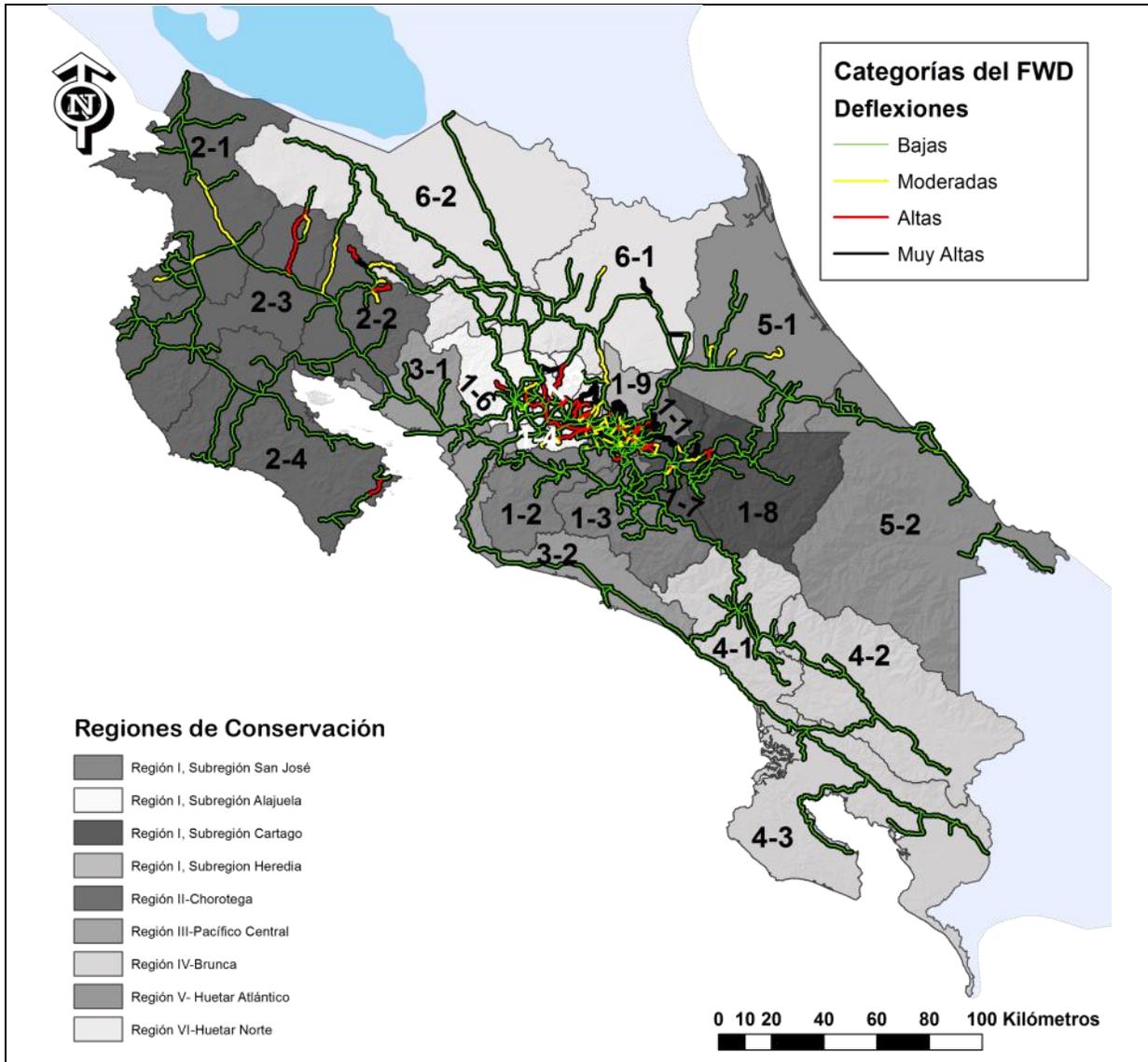


Figura 5. Representación gráfica de la condición estructural (FWD) de la Red Vial Nacional

Tal como se puede ver en la figura 5 toda la información generada es administrada por medio de Sistemas de Información Geográfica (SIG) lo que permite ubicar con la mayor precisión y exactitud los tramos de la Red Vial que presentan los distintos niveles de capacidad estructural.



### 1.3 CAPACIDAD FUNCIONAL, EMPLEANDO EL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

El Índice de Regularidad Internacional (IRI) es uno de los indicadores más importantes de la calidad de una carretera. Se puede interpretar como la regularidad de una vía, es decir, que tanta desviación tiene la superficie de un camino a partir de un plano perfecto, de esta forma una carretera perfectamente plana tiene un valor de IRI de 0, hasta llegar a valores que representan carreteras sumamente irregulares con valores superiores a 3. Existe además una correlación directa entre valores de IRI altos y un aumento en los costos de operación vehicular (ver definición).

#### 1.3.1 Criterios de clasificación del IRI

La evaluación de la red vial con el perfilómetro láser abarcó una longitud de 5 264,54 km de carreteras pavimentadas, aproximadamente 470,64 km más (+9,8 %) que los evaluados en la campaña del año 2010. Esta diferencia se debe en primer lugar, a un conocimiento más extenso obtenido sobre la Red Vial Nacional, así como a la inclusión de nuevos tramos pavimentados, y por tanto evaluables con este parámetro, dentro de dicha red.

Los rangos de regularidad superficial de pavimentos utilizados para clasificación de estado en esta campaña, se muestran en la Tabla 5:

Tabla 5: Rangos de clasificación de regularidad superficial para la red vial (IRI)

Rango de IRI (m / km)	Clasificación
menor a 1,0	regularidad superficial muy buena
entre 1,0 y 1,9	regularidad superficial buena
entre 1,9 y 3,6	regularidad superficial regular
entre 3,6 y 6,4	regularidad superficial deficiente
mayor a 6,4	regularidad superficial muy deficiente

Fuente: Determinación de rangos de clasificación para la red vial nacional, UI-03-08, LanammeUCR, 2008

Los datos del “perfil longitudinal” (ver definición) se emplean en el respectivo cálculo del Índice de Regularidad Internacional, por sus siglas IRI, de las huellas derecha e izquierda, los valores se procesan en tramos de 100 metros de longitud, y el valor representativo es el promedio de los valores del IRI para los sensores izquierdo y derecho del perfilómetro láser; esto debido a que estos sensores son los que toman los datos de la huella de rodamiento de los vehículos en la carretera.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 24 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

### 1.3.2 Resultados de regularidad superficial (IRI)

Del análisis de la totalidad de datos se desprende la Tabla 6 que muestra los resultados obtenidos en la evaluación del IRI con perfilómetro láser de la red vial. La Figura 6 muestra en forma gráfica de dicha condición. En total, se evaluaron y procesaron con este equipo más de 50 000 secciones de 100 metros de longitud en promedio.

Tabla 6: Resultados obtenidos, regularidad superficial de la red vial

Rango de IRI		Longitud (km)	%
Muy Buena	0 - 1,0 m/km	0,00	0,0
Buena	1,0 - 1,9 m/km	149,39	2,8
Regular	1,9 - 3,6 m/km	1 717,95	32,5
Deficiente	3,6 - 6,4 m/km	2 293,53	43,4
Muy Deficiente	mayor a 6,4 m/km	1 119,03	21,2
<b>Total</b>		<b>5 279,9</b>	<b>kilómetros</b>

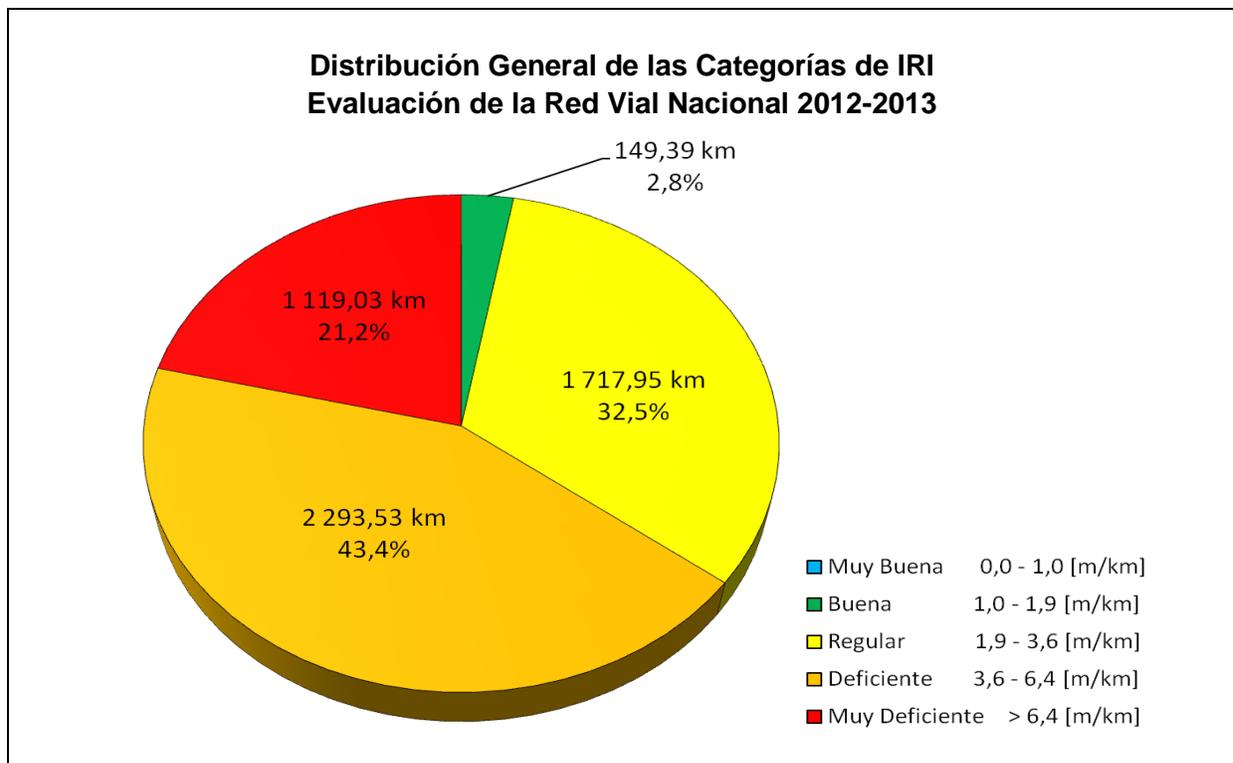


Figura 6. Estado de la red vial según el parámetro funcional IRI

Los resultados muestran que 149,39 km que representan un 2,8% de la Red Vial presentan valores de IRI con regularidad superficial buena, mientras que la categoría de condición

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 25 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

regular abarca 1 717,95 km para un 32,5%, el restante 64,6% de la Red Vial se encuentran en condiciones deficientes y muy deficientes de regularidad superficial. Cabe destacar que ninguna sección de control, califica en la categoría 0,0 – 1,0 m/Km (ideal en carreteras de alto tránsito), pero si existen tramos individuales de 100 m que poseen esta calificación.

### 1.3.3 Resultados de IRI desglosados por provincia

En la Figura 7 se presentan los datos desglosados por provincia, donde se muestra el gráfico y la respectiva tabla de datos asociada.

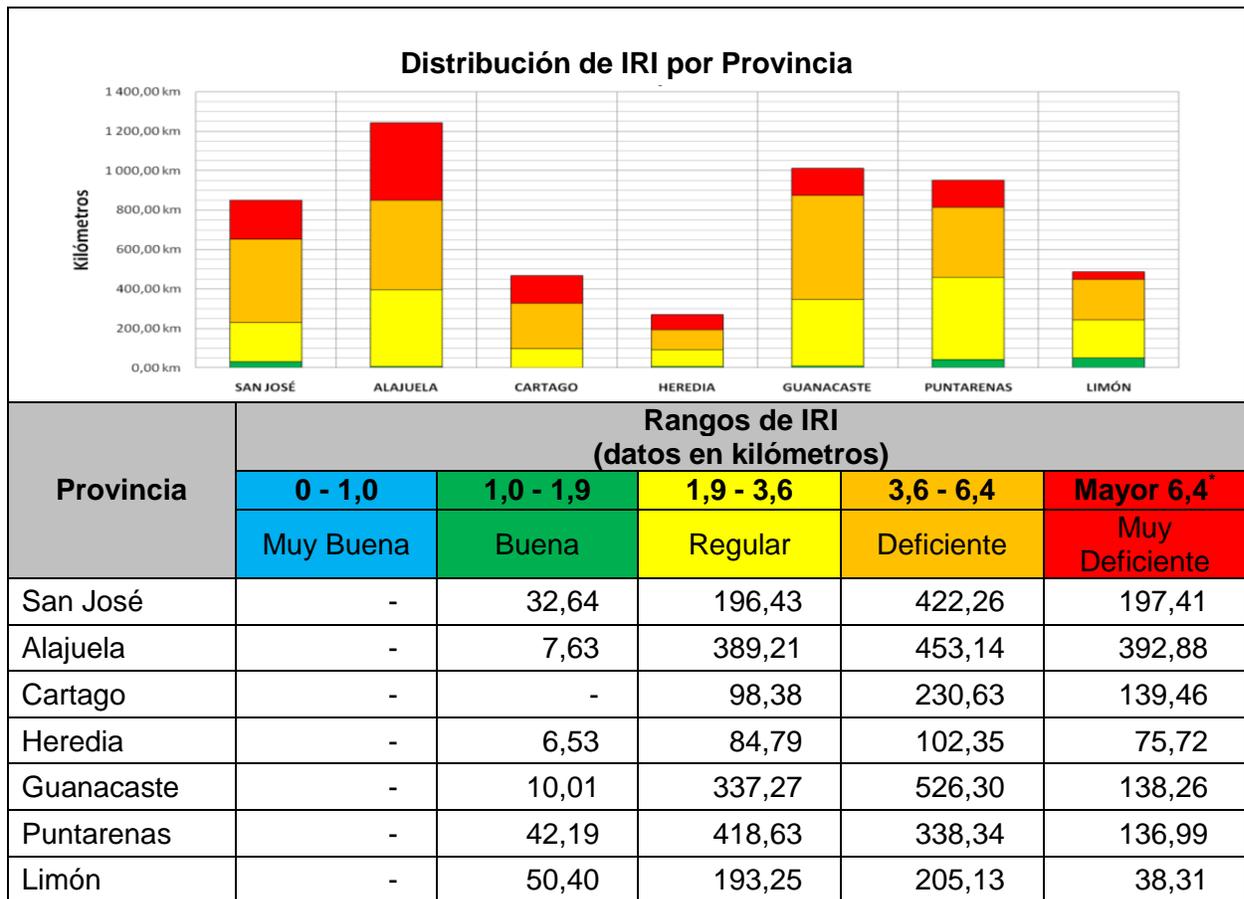


Figura 7. Estado de la red vial por provincias según su regularidad superficial, IRI

La provincia con más kilómetros de red vial es Alajuela, con 1 242,8 km; la segunda en magnitud es Guanacaste (1 011,8 km), sigue Puntarenas (936,2 km) y San José (848,7 km), por debajo de los 500 km tenemos a Limón (487,09 km), Cartago (468,47 km) y Heredia (269,40 km). Al analizar la distribución del IRI por provincia, se puede determinar que los



valores regulares (1,9 – 3,6 m/km) y deficientes (3,6 – 6,4 m/km) dominan la distribución del país con un 75.9% y la tendencia se replica en cada provincia.

Las secciones con valores deficientes y muy deficientes de IRI (>3.6 m/km) representan un 64,6 % de la Red Vial e impactan en forma directa los costos de operación en las secciones analizadas, incrementan el costo de las estrategias de mantenimiento requeridas para su atención y su impacto económico se extiende al deterioro de la flota vehicular que las transita; esta distribución desfavorable se presenta en forma uniforme en todas las provincias.

Porcentualmente, Limón y Puntarenas son las únicas provincias que poseen al menos un 50% de la Red Vial en condiciones de regularidad entre buena y regular, mientras que Cartago porcentualmente es la provincia con la distribución de IRI más deficiente, con 370,09 km para un 79% de tramos en condición deficiente y muy deficiente en dicha provincia.

#### **1.3.4 Resultados de IRI desglosados por zona de conservación vial**

La distribución de los resultados de IRI por zona de conservación vial, le permite al CONAVI identificar aquellas zonas donde se presenta un alto grado de deterioro funcional, algunas de las estrategias de conservación vial que se pueden llevar a cabo inciden directamente en los valores de este parámetro. Las zonas donde se acumulan las secciones de control deficientes y muy deficientes, requieren atención especial para establecer las estrategias de conservación y mantenimiento adecuados para mejorar este aspecto optimizando la designación de recursos.

De forma comparativa, se observa que los resultados por zona de conservación vial para el parámetro de capacidad estructural (FWD) presentaban un alto grado de uniformidad y las secciones con categorías de deflexiones bajas y moderadas explican el 90% de la evaluación estructural analizada a nivel de Red, la alta variabilidad de los valores de IRI requiere una mayor atención para encontrar las estrategias de mantenimiento que atiendan las necesidades de la Red Vial.

Se insiste en la necesidad de realizar el análisis a nivel de proyecto para cada sección de control a fin de establecer las estrategias definitivas para cada caso.

En la Figura 8 se presentan los datos desglosados por zona de conservación vial.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 27 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

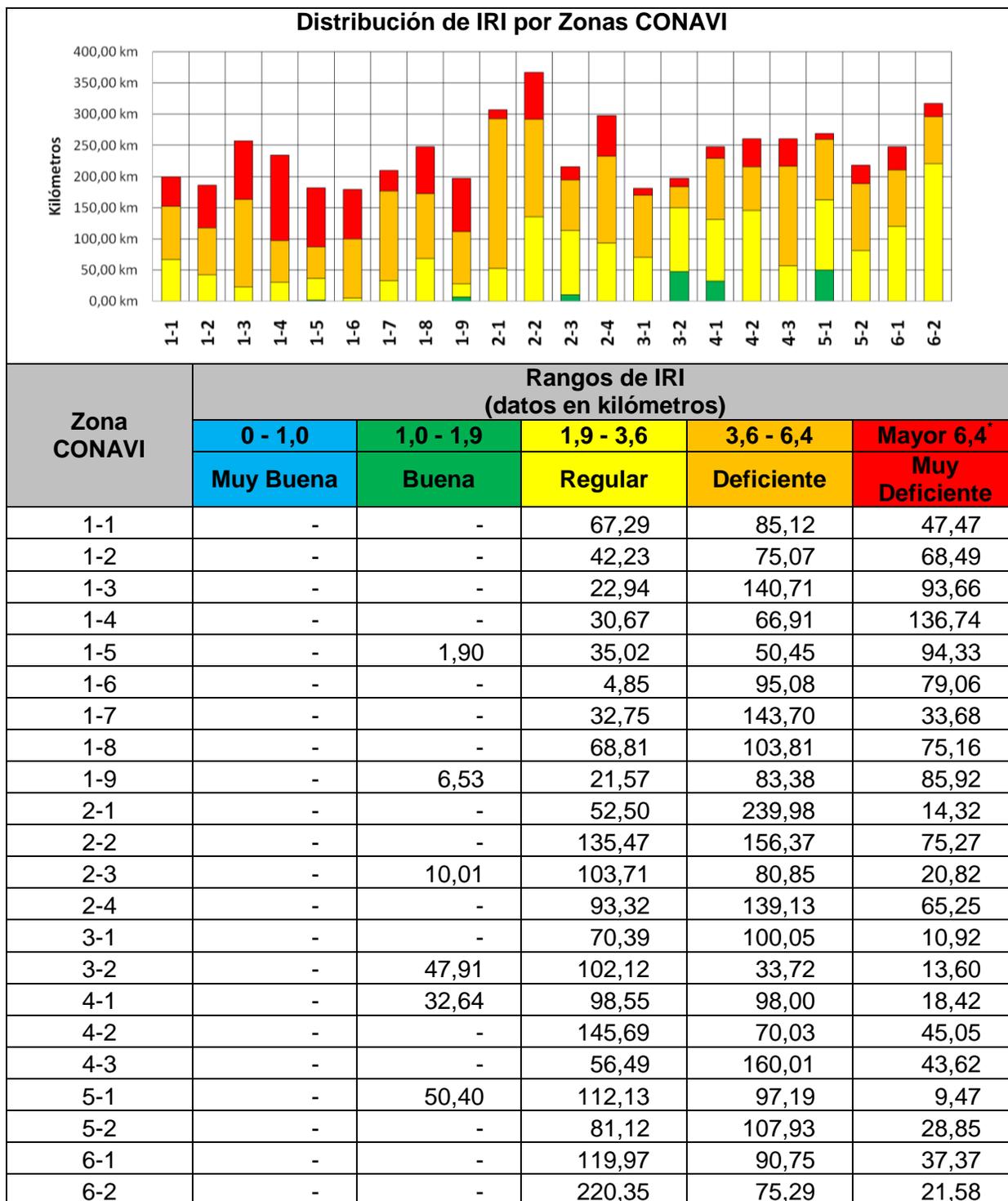


Figura 8. Estado de la red vial por zonas CONAVI según su regularidad superficial IRI.

### 1.3.5 Resultados de regularidad superficial (IRI) por medio de los SIG

En la Figura 9 se presentan los datos totales en un mapa generado por medio de los sistemas de información geográfica, SIG.

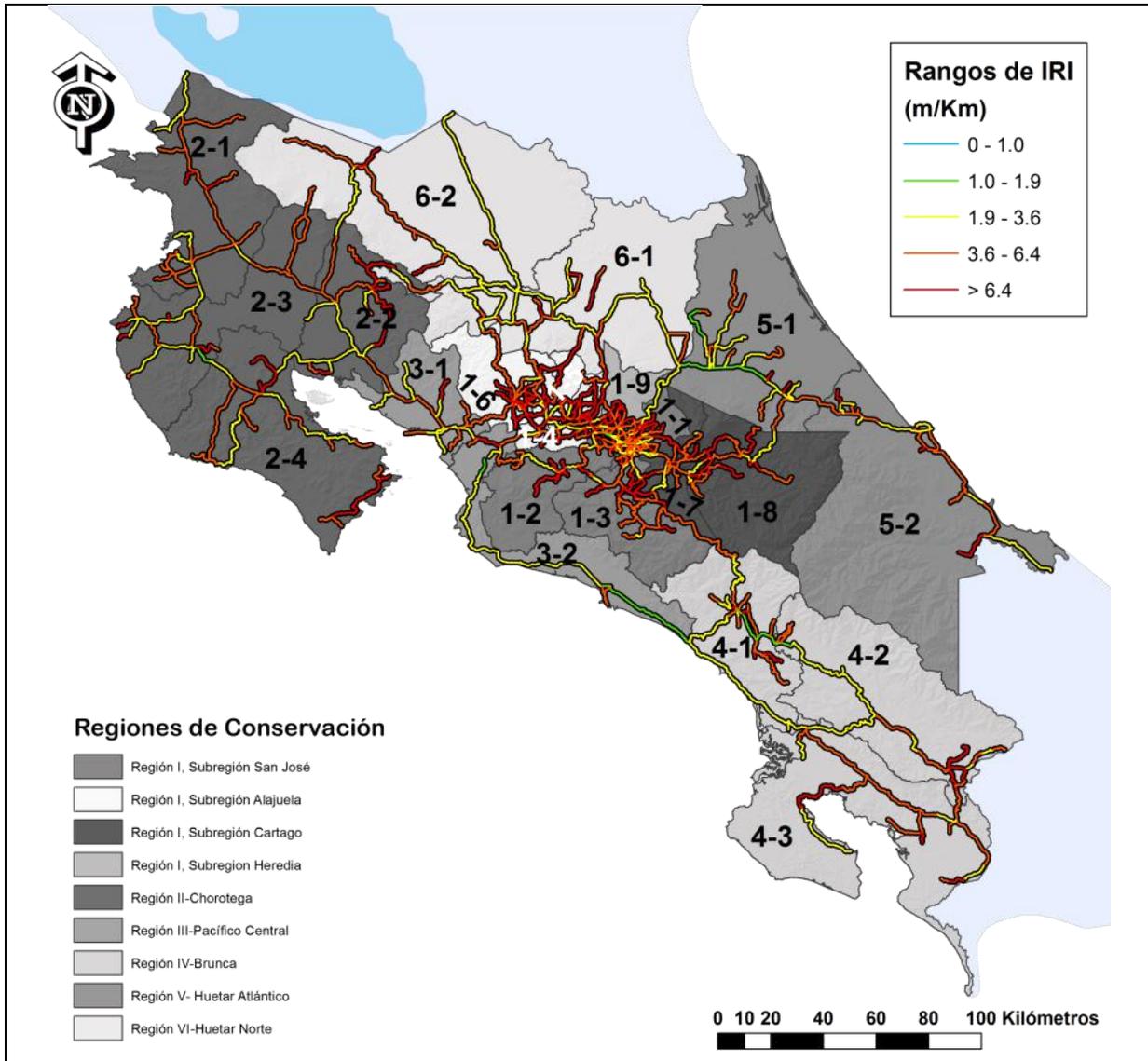


Figura 9. Representación gráfica de la condición funcional (IRI) de la Red Vial nacional

Al igual que en el parámetro de capacidad estructural y tal como se puede ver en la figura 9 toda la información generada es administrada por medio de Sistemas de Información Geográfica lo que permite ubicar los tramos de la Red Vial con alta precisión y exactitud.

## 1.4 CONDICIÓN DE LA RED VIAL SEGÚN COEFICIENTE DE ROZAMIENTO DE PAVIMENTOS (GRIP)

### 1.4.1 Criterios de clasificación del GripNumber

La evaluación de la red vial con el medidor de rozamiento superficial abarcó una longitud de 1918,0 km de carreteras pavimentadas (26% de los 5279,91 km evaluados en IRI); esto debido principalmente a la naturaleza del equipo: para mantener su precisión no puede ser utilizado en tramos que presenten un valor de IRI mayor de 4,0; de no mantener este cuidado, el equipo se podría dañar o perdería su calibración rápidamente. Todas las mediciones se realizan a una velocidad promedio de 50 km/hora.

Para medir la condición de rozamiento en la red vial se utilizó un rango de clasificación que es validado a nivel internacional, el cual relaciona los valores del coeficiente de fricción transversal (CFT) con el valor *Gripnumber* (GN) que arroja la prueba; éste es ilustrado en la Tabla 7.

Tabla 7: Clasificación internacional del pavimento según el GN

GN	Condición	Nivel			Tipo de Pavimento característico
		Deslizamiento	Probabilidad de accidentes	Riesgo medio de accidentabilidad*	
< 0,50	Malo	Muy deslizante	Muy alta probabilidad	mayor a 20	Pavimento flexible compuesto de agregado pulimentable ej: calizo
0,50 – 0,60	Regular	Deslizante	Alta probabilidad	16 a 20	Pavimento flexible con alto grado de exudación y pérdida de textura
0,60 – 0,78	Bueno	Poco deslizante	Moderada probabilidad	10 a 16	Pavimento rígido y flexible con buena textura
> 0,78	Muy Bueno	No deslizante	Poca probabilidad	menor a 10	Pavimento nuevo o sobrecapas

\* Número de accidentes por cada millón de vehículos / kilómetro, en función del coeficiente de fricción, obtenidos en Gran Bretaña, según memorias del 5to Simposio de Características Superficiales de Pavimentos, Toronto, Canadá, 2004. Tabla modificada LanammeUCR 2013.

Aún así, y dada la reciente incorporación de este parámetros a nivel internacional y los constantes descubrimientos sobre el fenómeno de resistencia al deslizamiento los análisis realizados en este informe se expresan en términos de probabilidad, ya que la gran cantidad de factores involucrados hace imposible una correlación directa entre el valor encontrado y las tasas de accidentes en carretera.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 30 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

### 1.4.2 Resultados de coeficiente de rozamiento con el ensayo de GRIP

La Tabla 8 muestra los resultados obtenidos en la evaluación del coeficiente de rozamiento; la Figura 110 muestra en forma gráfica dicho estado. En total, se evaluaron y procesaron con este equipo más de 480 000 secciones de 5 metros de longitud en promedio.

Tabla 8: Resultados obtenidos, rozamiento superficial de la red vial mediante el ensayo GRIP

Rango	Condición*	Longitud (km)	Porcentaje
> 0,78	Muy Bueno (no deslizante)	16,7	0,87
0,6 – 0,78	Bueno (poco deslizante)	1 004,6	52,37
0,5 – 0,6	Regular (deslizante)	587,4	30,62
< 0,5	Malo (muy deslizante)	309,6	16,14
<b>Total</b>		<b>1 918,24</b>	<b>kilómetros</b>

\* Según clasificación internacional

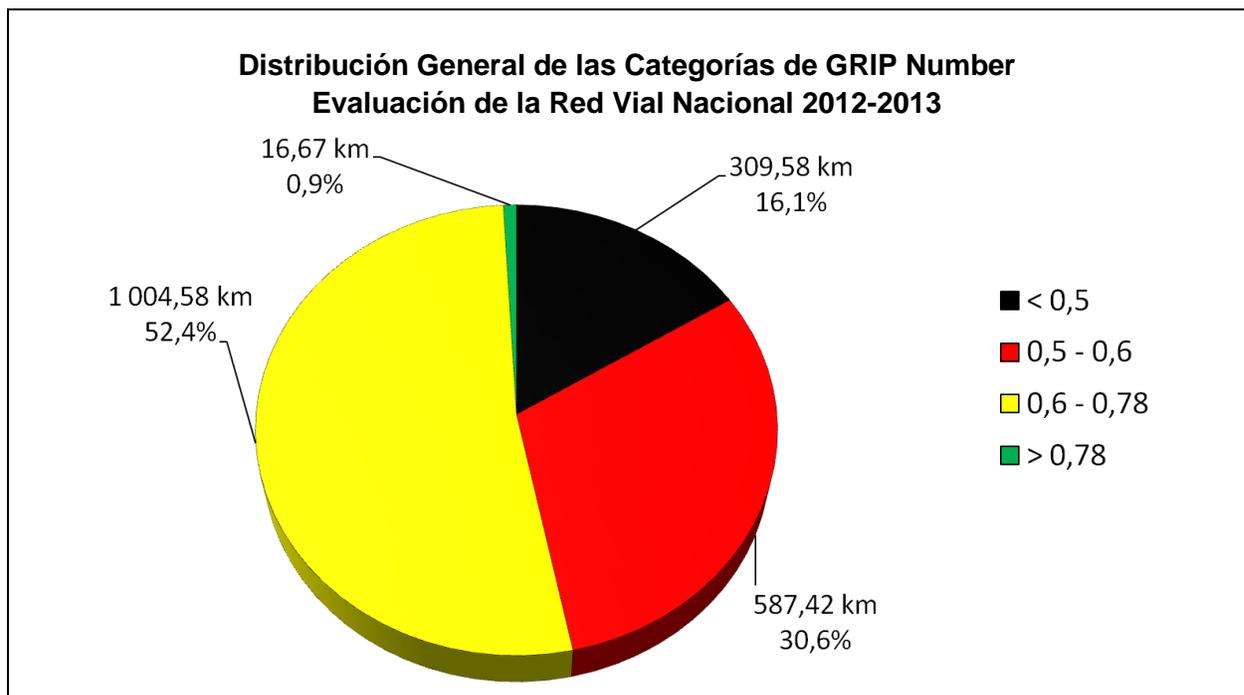


Figura 10. Condición del agarre superficial con base en rangos de clasificación internacional, para los 1 918,24 km evaluados empleando el GRIP Tester.

Se puede apreciar que menos de un 1% de la longitud evaluada, 16,67 km, presentan un nivel de agarre superficial No deslizante. Un 52,4% de la longitud evaluada, 1 004,58 km, presentan una condición buena o poco deslizante; las condiciones deslizantes con 30,6% y muy deslizantes con 16,1%, son secciones con niveles de rozamiento muy bajos, y por tanto

897 km se pueden considerar deslizantes y con una alta probabilidad de presentar condiciones peligrosas para el frenado de los vehículos.

### 1.4.3 Resultados de agarre superficial GRIP desglosados por provincia

En la Figura 11 se presentan la distribución del parámetro GRIP desglosados por provincia, para los kilómetros donde el parámetro de IRI justificaba su medición.

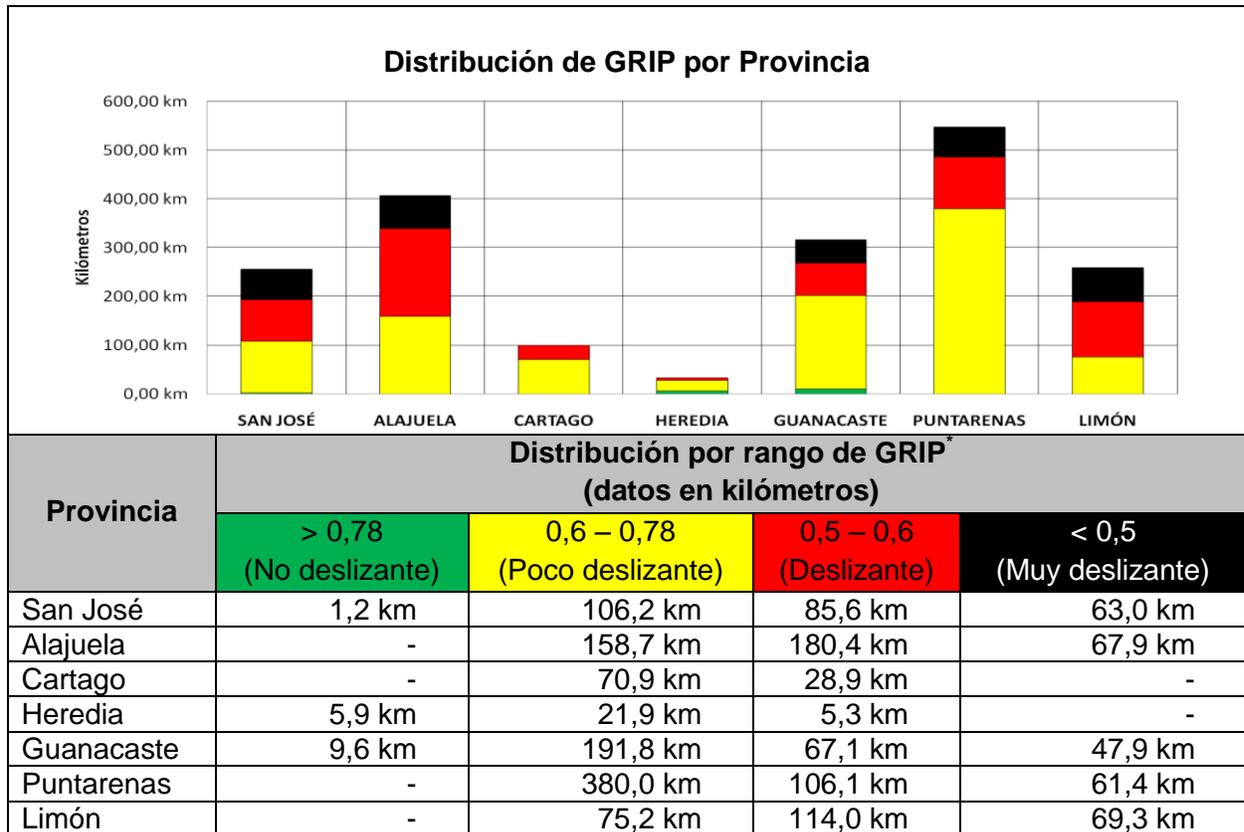


Figura 11. Estado de la red vial por provincias según su el rozamiento superficial – GRIP.

Para los kilómetros que fueron evaluados se observa como la distribución de rangos para este parámetro es similar para todas las provincias, exceptuando las provincias de Cartago y Heredia que presentan menos de 100 km evaluables y no presentan el rango de muy deslizantes.

#### 1.4.4 Resultados de rozamiento desglosados por zona de conservación vial

En la Figura 12 se presentan los datos desglosados por zona de conservación vial.

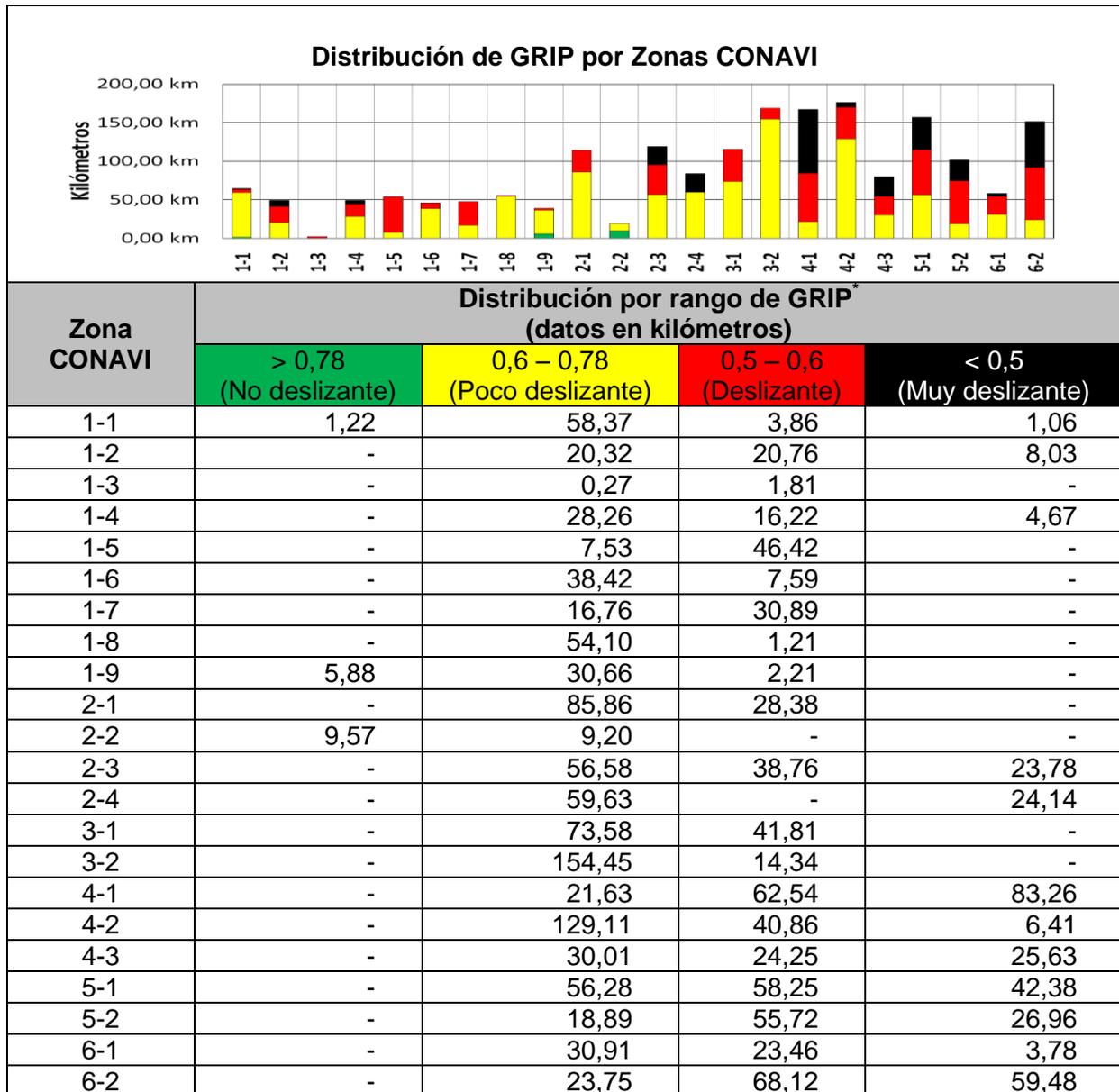


Figura 12. Estado de la red vial por zona CONAVI según su el rozamiento superficial -GRIP

La distribución por zonas de conservación vial permite al CONAVI identificar aquellas zonas donde la condición de peligrosidad por pavimentos deslizantes es más crítica y adicionalmente permite administrar con mejor criterio los recursos destinados a la conservación y mantenimiento de cada zona.



## CAPITULO 2

# ESTRATEGIAS GENERALES DE INTERVENCION RECOMENDADAS AÑO 2012

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 34 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------



## 2.1 INTRODUCCIÓN

A partir de la Evaluación de la Red Vial Nacional del 2010-2011, se agregó el componente de estrategias generales de intervención a nivel de red, donde la caracterización de las secciones de control definidas en la sección 1.1.1 como las “*unidades de análisis*”, implica la asignación de una “nota de calidad Q” basada en la combinación espacial de los resultados de capacidad estructural así como la condición funcional para cada sección de control. En aquellas secciones en que el pavimento posea una condición general aceptable, que se asocian con intervenciones de carácter rutinario, se analizan aspectos complementarios para establecer la probabilidad de problemas de deslizamiento ante condiciones lluviosas. Finalmente, la sección de control es catalogada como candidata a un tipo generalizado de intervención, tales como mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción, con el fin de brindar a la Administración una herramienta de gestión fundamentada en información científica que permita mejorar la toma de decisiones y aumente la eficiencia de la inversión en la red vial nacional.

La definición de las notas de calidad Q, así como la consecuente estrategia de intervención presente en este informe responde a un análisis a nivel de red y establece estrategias de intervención generales que deben ser adaptadas para la toma de decisiones a nivel de proyecto. De esta forma, cuando dos secciones de control son consideradas candidatas a intervenciones tipo “mantenimiento” por ejemplo, se debe tomar en cuenta que dentro de esta definición es posible realizar una amplia gama de tipos de intervención, como pueden ser todos los tipos de “tratamientos de preservación”, tales como tratamientos superficiales “chip seals”, “slurry seals”, “sand seals”, “microsurfacing” y otros.

La elección y realización de intervenciones específicas deberá responder a un análisis de la Administración para cada sección de control por separado, tomando en consideración todos los aspectos propios de una decisión de intervención con el respectivo análisis e información a nivel táctico/operativo, tales como, condiciones de superficie, topografía específica, contenido presupuestario, disponibilidad de materiales adecuados, equipo, experiencia e impacto al entorno urbano y ambiental, entre otros. La definición de estrategias presentada en este informe, sin embargo, sí define el límite entre los distintos tipos de intervención: mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción para cada sección de control y la realización de una actividad distinta a las enmarcadas en estos tres niveles de condición debería ser justificada ampliamente ya que podría resultar en un uso ineficiente de los recursos.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 35 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------



### 2.1.1 Definiciones

Las siguientes definiciones son requeridas para un adecuado entendimiento de los resultados presentes en este capítulo:

**1. Nivel de red:** Incluye fundamentalmente un proceso de observación de un conjunto de pavimentos que conforman una red de caminos, para planificar decisiones para grandes grupos de proyectos o una red de caminos completa a fin de optimizar la asignación de recursos, por ejemplo la Red Vial Nacional.

**2. Nivel de proyecto:** El proceso de análisis u observación es de un proyecto o pavimento en particular, con el propósito de determinar el momento en que se debe realizar el mantenimiento y/o rehabilitación. Usa datos específicos de cada proyecto y otorga varias opciones de acuerdo a los objetivos; los modelos usados a este nivel requieren de información detallada en secciones individuales de un camino.

**3. Vida estructural remanente:** Es la capacidad remanente de una carretera de resistir las cargas de los vehículos. Al inicio de la vida útil de un pavimento la vida remanente es del 100%, conforme el clima y las cargas de los vehículos van afectando el pavimento se va perdiendo esa “vida remanente” hasta que se definen acciones de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción, según corresponda.

**4. Modelo de deterioro:** Un modelo de deterioro corresponde con una expresión matemática que permite predecir la posible evolución del estado del pavimento en el tiempo, en base al conocimiento de las condiciones del mismo al momento de su puesta en servicio y al momento de la realización del análisis; además permite pronosticar los efectos, a corto, y largo plazo del mantenimiento efectuado sobre ellos, con el objetivo de realizar estimaciones razonables tanto de las oportunidades en que sea necesario llevar a cabo alguna conservación, como el nivel de deterioro luego de la misma y su progresión en el tiempo.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 36 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

## 2.2 NOTAS DE CALIDAD Q

### 2.2.1 Definición de las “Notas de calidad Q” a nivel de red vial nacional

Cada una de las secciones de control es calificada por su condición estructural, funcional y de resistencia al deslizamiento de acuerdo a los criterios de evaluación y resultados descritos en CAPITULO 1 de este informe. Posteriormente, para cada una de las secciones de control, se combinan los valores de capacidad estructural y funcional y se define una nueva calificación, conocida como *nota de calidad*, esta nota de calidad establece el diagnóstico final de la condición de la sección y permite establecer una estrategia de intervención final.

Las notas de calidad se establecen de acuerdo a la siguiente matriz de combinación de resultados (Figura 13), generada tomando en consideración los distintos niveles de tránsito vehicular o TPD:

Rangos de TPD		Límites de los valores de deflexión ( $10^{-2}$ mm)				
0 - 5 000		←	76,5	88,5	115,7	→
			BAJAS	MODERADA	ALTAS	MUY ALTAS
5 000 - 15 000		←	70,8	83,3	112,9	→
			BAJAS	MODERADA	ALTAS	MUY ALTAS
15 000 - 40 000		←	59,2	69,4	95,2	→
			BAJAS	MODERADA	ALTAS	MUY ALTAS
Casos Especiales		←	48,5	57,6	80,8	→
			BAJAS	MODERADA	ALTAS	MUY ALTAS

INDICADOR ESTRUCTURAL		CATEGORIAS DE FWD				
		BAJAS	MODERADA	ALTAS	MUY ALTAS	
INDICADOR FUNCIONAL		▼	▼	▼	▼	
Rangos de IRI (m/Km)	< 1,9 (Bueno)	▶	Q1	Q3	Q6	R-1
	1,9 – 3.6 (Regular)	▶	Q2	Q5	Q8	R-2
	3,6 – 6,4 (Malo)	▶	Q4	Q7	Q9	R-3
	> 6,4 (Muy Malo)	▶	M-RF	RH-RF	R-3	NP

Figura 13. Notas de calidad Q basadas en categorías de FWD y rangos de IRI.

La definición de las notas de calidad es la siguiente:

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 37 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------



**Q1:** Esta es la condición ideal de un pavimento desde el punto de vista estructural y funcional. Son pavimentos que se encuentran en un estado temprano de su vida útil y que brindan un buen servicio al usuario, mantienen altos niveles de servicio y bajos costos de operación vehicular. A pesar de esta condición estos pavimentos deben ser evaluados para identificar la presencia de deterioros que puedan afectar la seguridad vial tales como desprendimientos, desnudamiento o exudaciones, los cuales no constituyen deterioros estructurales o de regularidad que puedan ser percibidos por el perfilógrafo (IRI) o por la deflectometría de campo. Estos pavimentos son candidatos a intervenciones de tipo mantenimiento de preservación de bajo costo.

**Q2:** En estos pavimentos la capacidad estructural sigue siendo muy buena, sin embargo el nivel de regularidad superficial se ha desplazado a una condición regular donde la calidad del manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y se pueden presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en los pavimentos flexibles pueden incluir deformaciones en la mezcla asfáltica, baches reparados y agrietamientos de severidad baja. Estos pavimentos son candidatos a intervenciones de tipo mantenimiento de preservación de bajo costo, enfocadas en corregir la pérdida de capacidad funcional.

**Q3:** En estos pavimentos se presenta una pérdida de la capacidad estructural ( 20 – 60% de vida estructural remanente), aunque la capacidad funcional (IRI) se mantiene entre buena y muy buena. En estos casos, la presencia de deterioros funcionales tales como desprendimientos, desnudamiento o exudaciones, los cuales no constituyen deterioros estructurales que puedan ser percibidos por el perfilógrafo (IRI) o por la deflectometría de campo, pueden tener un mayor nivel de severidad o extensión. Estos pavimentos son candidatos a intervenciones de tipo mantenimiento de preservación de bajo costo, enfocadas a atender la pérdida de capacidad estructural y detener o retardar su avance.

**Q4:** En estos pavimentos la calidad de la superficie asfáltica se ha deteriorado hasta un punto donde puede afectarse la velocidad de tránsito, aún en condiciones de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de agregados, agrietamientos y ahuellamientos y ocurre en un 50% o más de la superficie. Aunque la capacidad estructural es buena (se mantiene una buena condición de las capas de subyacentes) la condición de deterioro funcional es de tal severidad que la

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 38 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------



durabilidad de los pavimentos se disminuye, aumentando la tasa de deterioro estructural de forma elevada. Debido al deterioro de la capa de ruedo estos pavimentos pasarán a las categorías **M-RF** o **Q7** en el mediano plazo. Estos pavimentos son candidatos a intervenciones de tipo mantenimiento de mediano costo que deberían estar enfocadas a atender la pérdida de capacidad funcional en el corto plazo.

**M-RF:** Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidades muy reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas en la carpeta asfáltica. El deterioro ocurre en un 75% o más de la superficie, comprometiendo la capacidad estructural del pavimento, la cual se concentra en las capas subyacentes. Debido al deterioro de la capa de ruedo estos pavimentos pasarán a la categoría **RH-RF** en el corto plazo. Estos pavimentos presentan tramos candidatos a intervenciones de tipo mantenimiento de alto costo que deberían estar enfocadas en recuperar la pérdida de capacidad funcional en el corto plazo para evitar mayor deterioro de la capacidad estructural.

**Q5:** Estos pavimentos deben ser sujetos de análisis más detallado a nivel de proyecto por encontrarse en una condición de capacidad estructural y funcional intermedia.

**Q7:** Los pavimentos en esta categoría tienen una condición de ruedo similar a los descritos para la categoría **Q4**, sin embargo, presentan una peor condición estructural (cercana al 60% de vida estructural remanente del pavimento), por lo que la presencia de deterioros como ahuellamientos, agrietamiento por fatiga o agrietamientos transversales y longitudinales es mayor. En estos pavimentos la velocidad del deterioro estructural y funcional se intensifica, por lo que están propensos a pasar a las categorías **RH-RF** o **Q9** en el mediano plazo. Estos pavimentos presentan tramos candidatos a intervenciones de tipo “rehabilitación menor” que deberían estar enfocadas en recuperar la pérdida de capacidad funcional en el mediano plazo con el fin de evitar o retardar un mayor deterioro de la capacidad estructural.

**RH-RF:** Los pavimentos en esta categoría tienen una condición de ruedo similar a los descritos para la categoría **M-RF**, sin embargo, presentan una peor condición estructural (cercana al 20% de vida estructural remanente), por lo que la presencia de deterioros como ahuellamientos, agrietamiento por fatiga o agrietamientos transversales y longitudinales es mayor. En estos pavimentos la velocidad del deterioro estructural y funcional se intensifica aún más, por lo que están propensos a pasar a la categoría **R3** en el corto plazo. Estos

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 39 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------



pavimentos presentan tramos candidatos a intervenciones de tipo “rehabilitación menor” que deberían estar enfocadas en recuperar la pérdida de capacidad funcional y estructural en el corto plazo con el fin de evitar o retardar un mayor deterioro en el pavimento.

**Q6, Q8 y Q9:** Estos pavimentos presentan una condición estructural muy deficiente (vida estructural remanente < 20%). En este grupo de notas de calidad, en el caso de los tramos calificados como **Q6** por ejemplo, donde la calidad del ruedo es buena se debe a la presencia de sobrecapados o tratamientos superficiales recientes pero que no han contribuido a dar aporte estructural significativo, por lo tanto, son trabajos de poca durabilidad y existe una alta probabilidad de una rápida migración a notas como las **Q8 y Q9** donde la capacidad funcional es peor, así como a notas como R-1 donde la capacidad estructural remanente es cercana al 0% de vida útil. La condición de pérdida acelerada de la capacidad estructural y funcional en estos pavimentos los convierte en candidatos a intervenciones de tipo rehabilitación mayor que debería ser atendida en el corto plazo.

**R-1, R-2:** Estos pavimentos presentan una condición estructural muy deficiente (vida estructural remanente 0%). En los tramos clasificados dentro de este grupo de notas y que tengan una buena calidad de ruedo es debido a la presencia de sobrecapas o tratamientos superficiales recientes pero que no han contribuido a dar aporte estructural significativo, por lo tanto, son trabajos de poca durabilidad y existe una rápida migración a notas como **R-3** o NP donde la única alternativa de intervención es la reconstrucción total del pavimento. La condición de pérdida acelerada de la capacidad estructural y funcional en estos pavimentos los convierte en candidatos a intervenciones de tipo rehabilitación mayor que debería ser atendida de forma inmediata.

**R-3, NP:** Estos pavimentos presentan un altísimo nivel de deterioro. Donde la transitabilidad y la capacidad estructural son inferiores a los niveles aceptables para una carretera pavimentada. En estas rutas, el riesgo para el usuario es muy alto por el nivel de deterioro mostrado. La única alternativa de intervención posible es la de reconstrucción total del pavimento y por tratarse de rutas nacionales deben ser intervenidas urgentemente con soluciones que restituyan el nivel mínimo de seguridad vial, minimizando la posibilidad de accidentes por deterioros y planificando dentro de un esquema de gestión de redes la recuperación de la vía en un plazo razonable. Las intervenciones en estos tramos son las de más alto costo dentro de un sistema de gestión de pavimentos.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 40 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

### 2.2.2 Resultados de Notas de calidad para la Red Vial Nacional

Una vez establecidos los criterios técnicos para evaluar los distintos tramos de la Red Vial se procede a caracterizar las distintas secciones de control de acuerdo a lo definido en la matriz para definición de notas de calidad (Figura 13).

Se evalúan todas las secciones de control que pueden ser caracterizadas en función de la capacidad estructural y capacidad funcional, y se identifican con su correspondiente nota de calidad. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 9, así como el respectivo gráfico de Notas de Calidad Q para la evaluación 2012-2013 en la Figura 14:

Tabla 9: Notas de calidad por sección de control

Nota de Calidad	Longitud (km)	Porcentaje (%)	Cantidad de secciones de control
Q1	133,6	2,7	16
Q2	1 621,4	32,5	199
Q4	1 922,1	38,5	291
Q5	2,0	0,0	2
Q7	171,1	3,4	34
Q8	27,7	0,6	4
Q9	80,2	1,6	21
M-RF	713,0	14,3	143
RH-RF	81,2	1,6	22
R-2	8,3	0,2	1
R-3	131,9	2,6	35
NP	102,8	2,1	25
<b>Total</b>	<b>4 995,3 kilómetros</b>		<b>793</b>

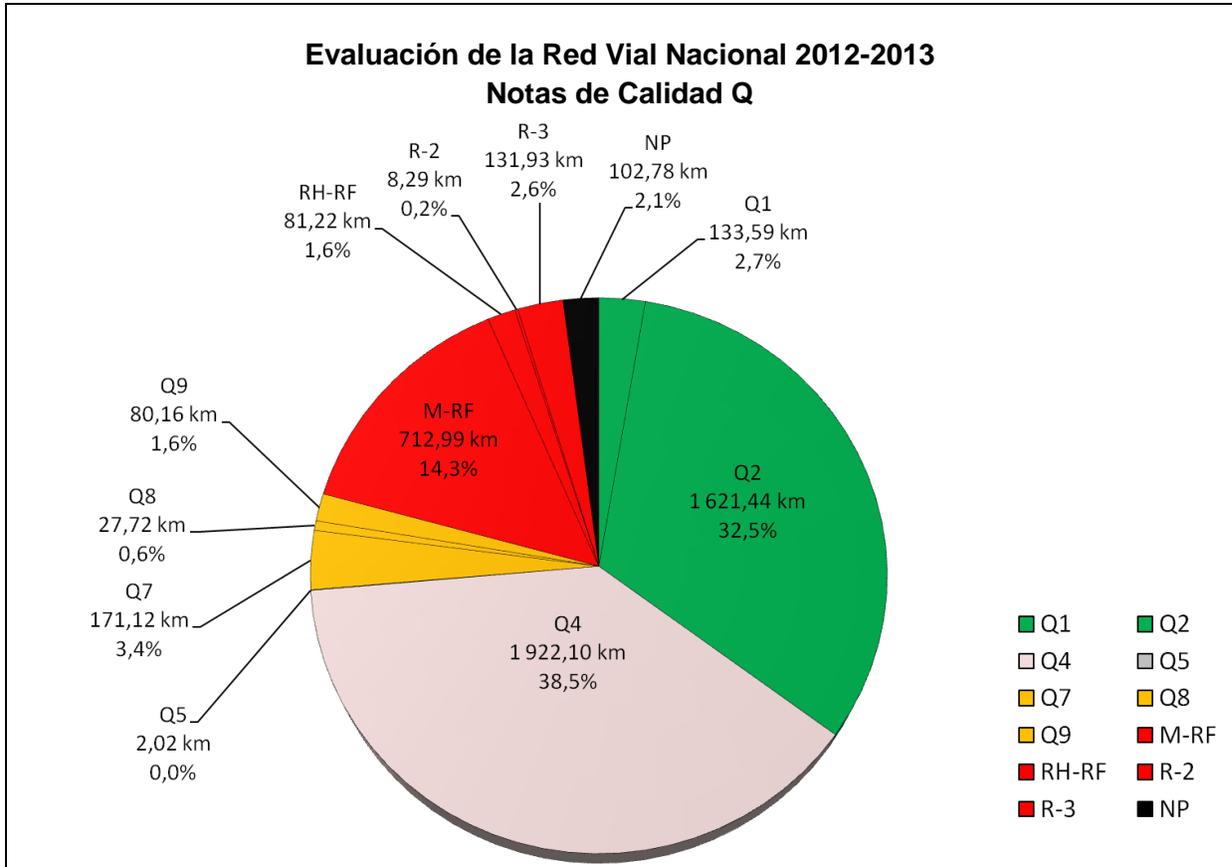


Figura 14. Notas de calidad, longitud en kilómetros y porcentaje para la Red Vial.

La clasificación de la red vial por las notas de calidad revela una red vial que concentra un 35,2% en las categorías Q1 y Q2, un 38,5% en las notas Q4 y Q5, un 5.6% en las notas Q7, Q8 y Q9, un 16.1% en las notas M-RF, RH-RF y R-2; un 4.7% en las notas R-3 y NP.

Este análisis de la condición de la red vial nacional pavimentada por medio de las notas de calidad permite un diagnóstico más preciso de la condición de las rutas, ya que cada sección tiene asociada una calificación específica que la caracteriza.

Distribuyendo esta misma información por provincias tenemos el siguiente comportamiento:

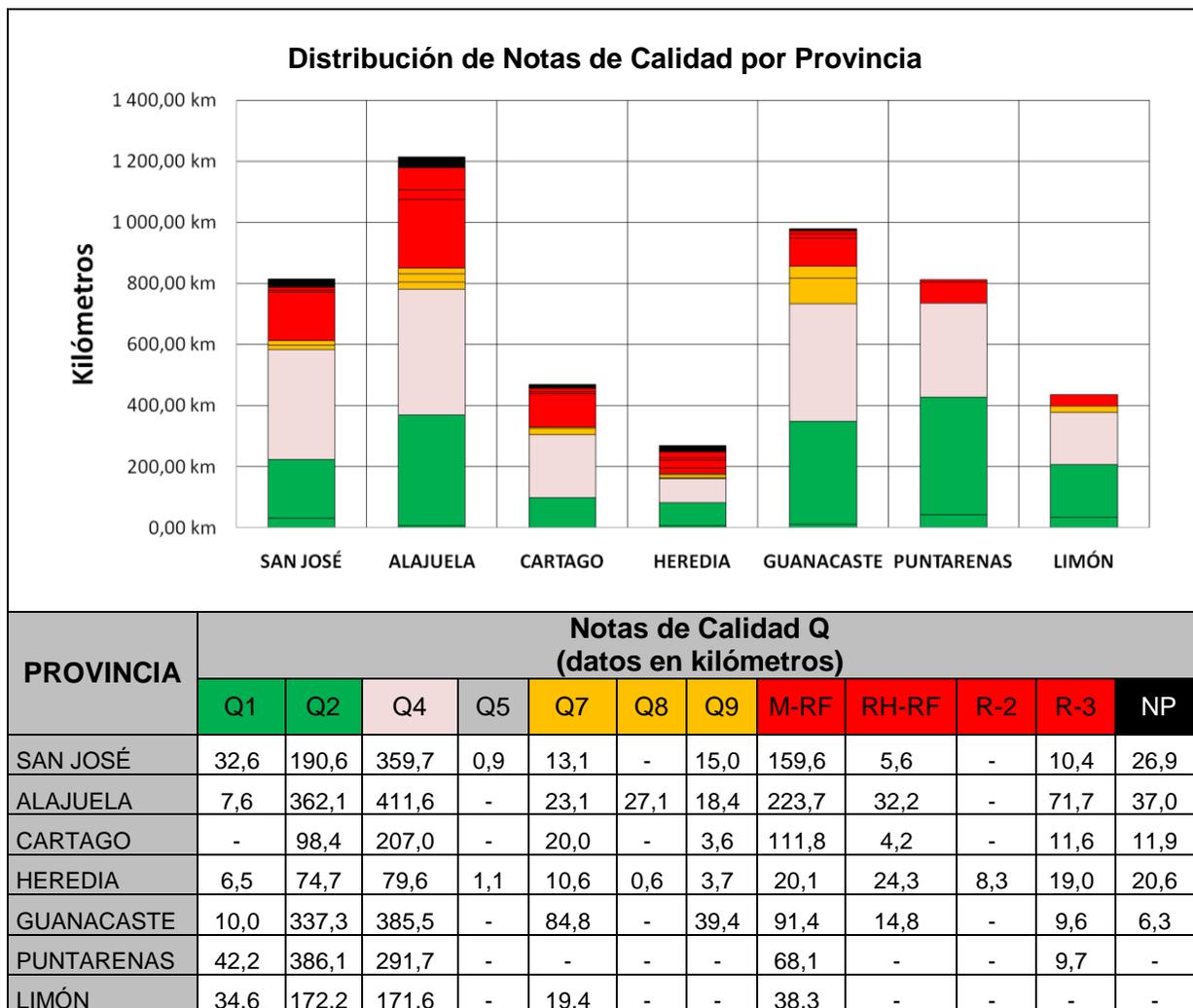


Figura 15. Notas de calidad para la Red Vial distribución por provincias.

En la Figura 15 se observa como las provincias de Alajuela y San José acumulan la mayor cantidad de kilómetros y secciones de control que presentan las notas Q tipo **M-RF**, **RH-RF**, **R-2**, **R-3**, **NP** y poseen la mayor densidad de red vial nacional por kilómetro cuadrado de superficie, es de esperarse estrategias de intervención más agresivas en estas dos provincias. Como tendencia general se observa como la Nota Q4 equivale a un 38,29% de la red evaluada en el país, la distribución de esta nota abarca al menos la tercera parte de cada provincia, por lo tanto, se podría esperar que la selección de las estrategias a nivel táctico/operativo por parte de la Administración para recuperar esta condición generarán el mayor impacto y la mayor inversión de recursos en la red vial.

Adicionalmente en la Figura 16 se muestra la distribución de las notas Q a nivel de red en sus respectivas “zonas de conservación”. El análisis de esta distribución por zona de conservación es de suma importancia para evaluar el grado de efectividad de las labores realizadas por cada una de las empresas contratistas encargadas de la conservación y mantenimiento de cada una de ellas.

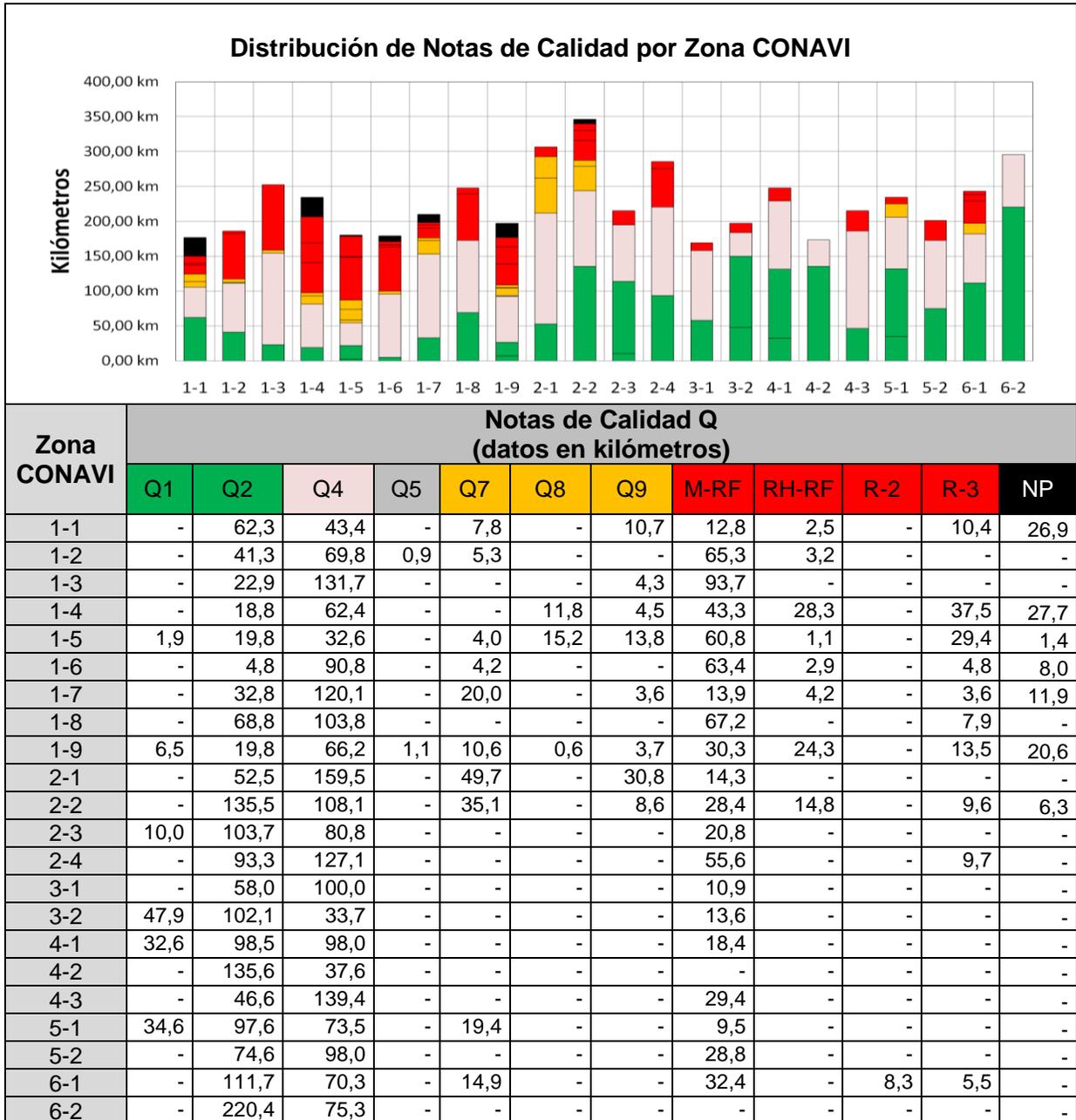


Figura 16. Notas de calidad por Zona CONAVI.

Como se mencionó en la sección 1.1.1 el contrato de conservación y mantenimiento vigente en el año 2012 - 2013 corresponde a la Licitación Pública N° 20009LN-.000003-CV por el periodo contractual correspondiente. En este sentido, se pueden observar las zonas 1-1, 1-4, 1-5 y 1-9, las cuales presentan los mayores niveles de deterioro, por lo que sería necesario un mayor nivel de inversión en estas zonas para lograr una recuperar la Red Vial.

Toda la información de las notas de calidad para cada una de las secciones de control, provincias y zonas de conservación vial, es administrada por medio de sistemas de información geográfica, convirtiéndola en información accesible, fácil de actualizar y con un alto nivel de precisión. La Figura 17 muestra el mapa generado con esta información.

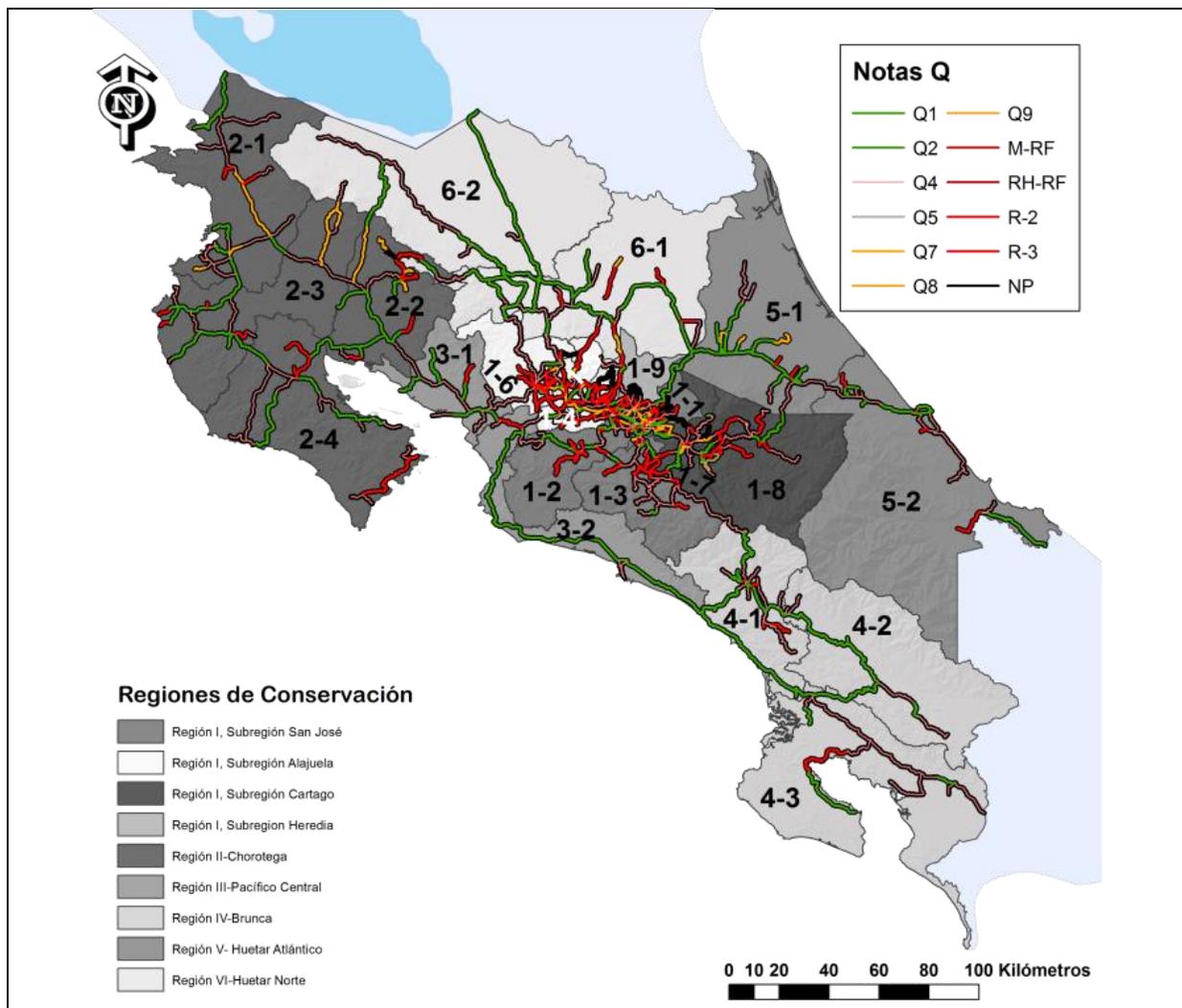


Figura 17. Mapa de distribución de las notas Q por Zona de Conservación Vial.



## 2.3 ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN PARA LA RED VIAL NACIONAL

La definición de las notas de calidad en la sección 2.2.1 permite establecer estrategias de intervención generales a nivel de red. Estas estrategias de intervención constituyen la parte más importante de la evaluación de la Red Vial Nacional que realiza el LanammeUCR cada dos años, son de carácter recomendativo y constituyen un aporte muy importante en la generación de estrategias de recuperación de la Red Vial Nacional Pavimentada.

Las estrategias de intervención presentes en este informe de evaluación deberían ser ajustadas a nivel táctico-operativo por parte de la Administración, con el objetivo de definir los planes de trabajo y los alcances de los contratos de conservación vial o reconstrucción de vías.

### 2.3.1 Definiciones

Las estrategias de intervención definidas en este informe son:

- Mantenimiento de preservación.
- Mantenimiento de recuperación funcional.
- Análisis a nivel de proyecto.
- Rehabilitación menor.
- Rehabilitación mayor.
- Reconstrucción.

De forma general se definen de la siguiente forma:

**1. Mantenimiento de preservación:** Son intervenciones de bajo costo relativo y constituyen principalmente intervenciones para mantener las rutas en buen estado, tanto en su parte funcional como estructural. Dentro de este tipo de intervenciones califican los sellos de preservación tipo sand seal, sellados de grietas, slurry seals, fog seals, chip seals y micropavimentos entre otros. Este tipo de actividades buscan aumentar la vida útil de los pavimentos en buen estado, conservando la integridad estructural y funcional de las rutas, adicionalmente, corrigen de forma eficiente deterioros funcionales de ocurrencia temprana como, desprendimientos de agregados, desnudamiento, exudación o fisuramiento superficial leve.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 46 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------



**2. Mantenimiento de recuperación funcional:** Son intervenciones que no tienen como propósito adicionar capacidad estructural al pavimento, el objetivo principal de este tipo de intervenciones es recuperar la capacidad funcional, ya que los pavimentos presentan niveles de irregularidad altos (valores de IRI  $>3.6$ ). En estos casos se pueden considerar labores de sustitución de las superficies de ruedo, recuperando los espesores existentes con material nuevo. Estas labores se pueden acompañar de la colocación de geotextiles para retardar el reflejo de grietas y una labor de perfilado o recuperación de la calzada. Debido al alto deterioro de la regularidad de las vías las intervenciones deberían ser ejecutadas con una prioridad alta, con el fin de evitar un posterior daño en la capacidad estructural.

**3. Análisis a nivel de proyecto:** Este tipo de estrategia sugiere realizar una evaluación más detallada y complementarla con una auscultación visual del pavimento con el fin de definir la mejor estrategia de intervención.

**4. Rehabilitación menor:** Este tipo de estrategias sugieren intervenciones que permitan recuperar la capacidad estructural en niveles intermedios así como la capacidad funcional en niveles críticos. Debido a que la capacidad estructural remanente es aún entre 20 – 60% las labores pueden circunscribirse a intervenciones a nivel de la superficie de ruedo. Un perfilado y la colocación de una nueva sobrecapa con un aporte estructural significativo, de acuerdo a un diseño estructural que tome en consideración la capacidad estructural remanente de la sección existente, así como un nuevo periodo de diseño, puede ser un ejemplo de este tipo de estrategia de intervención.

**5. Rehabilitación mayor:** En este caso es necesario realizar una importante recuperación de la capacidad estructural por lo que el tipo de intervención debería abarcar labores a nivel de la capa de base existente. Labores de sustitución o estabilización de la base existente en combinación con la colocación de nuevas sobrecapas con periodos de diseño apropiados son ejemplo de este tipo de estrategia de intervención. Se podrían realizar labores de sustitución de la base o su estabilización, en combinación con la colocación de una nueva capa asfáltica cuyos espesores provean el aporte estructural requerido, de acuerdo con los estudios técnicos que se deben realizar al respecto, mismos que deberán considerar la



capacidad remanente de la sección existente, así como el nuevo periodo de diseño. En el caso de pavimento rígido, las labores de rehabilitación mayor comprenden la sustitución de la losa existente. En el caso de las rehabilitaciones es recomendable una auscultación previa de los espesores existentes para posteriormente justificar la demolición parcial requerida, con el objeto de ajustar la capacidad estructural y la calidad de ruedo, de acuerdo con las solicitudes de carga actuales, de manera que estas intervenciones garanticen el peralte transversal requerido y acorde con el diseño geométrico.

**6. Reconstrucción:** Renovación completa de la estructura del camino, con previa demolición total de la estructura del pavimento. Por tratarse de rutas nacionales deben ser intervenidas urgentemente con soluciones que restituyan el nivel mínimo de seguridad vial, minimizando la posibilidad de accidentes por deterioros y planificando dentro de un esquema de gestión de redes la recuperación de la vía en un plazo razonable. Las intervenciones en estos tramos son las de más alto costo dentro de un sistema de gestión de pavimentos.

Una vez definidas las distintas estrategias generales de intervención a nivel de red se procede a agrupar las notas de calidad definidas en la sección 6.3, con el fin de identificar aquellas secciones de control que sean candidatas a los distintos tipos de intervención.

Las notas de calidad se agruparon de acuerdo a lo mostrado en el siguiente esquema:

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 48 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

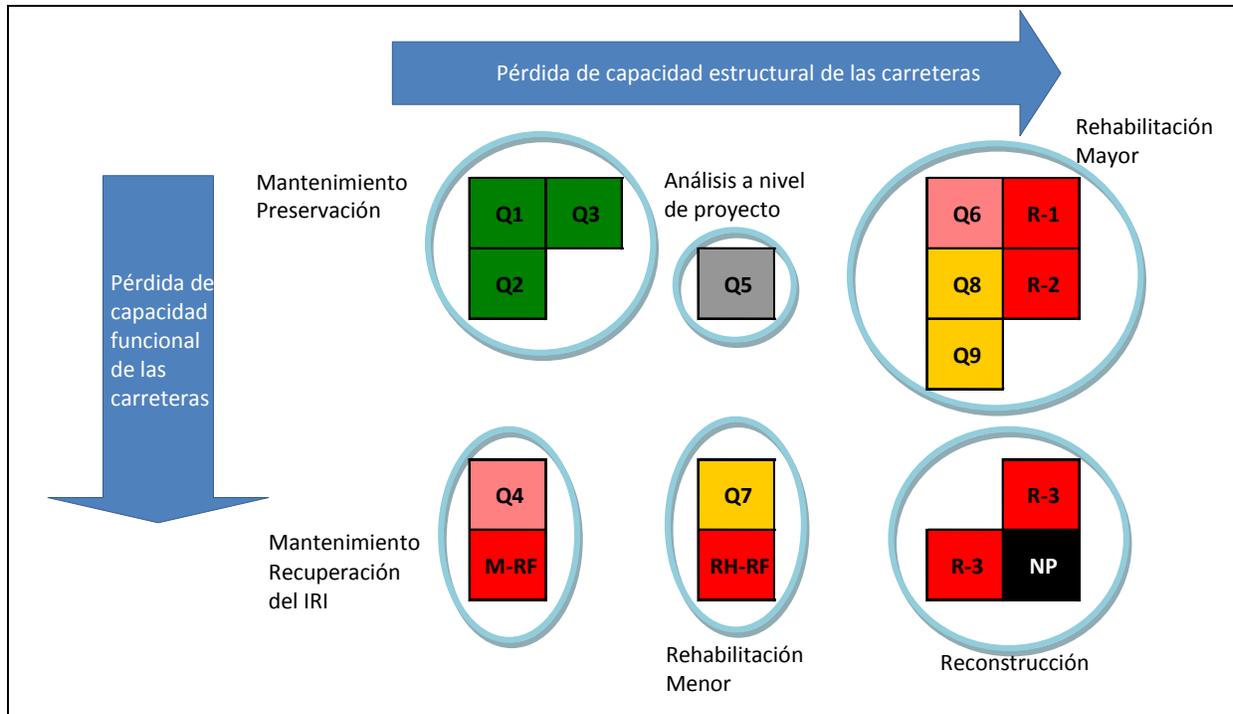


Figura 18. Agrupación de las notas de calidad para definición de estrategias.

Se reconocen en esta distribución tres grandes “ventanas de operación”:

1. La ventana de operación de la **conservación vial** (notas Q1, Q2, Q3, Q4 y M-RF), las cuales se asignan a tramos de carretera que pueden atenderse por medio de labores como “mantenimiento rutinario” o “mantenimiento periódico” (Definición presente en la ley 7798, Ley de creación del Consejo Nacional de Vialidad).
2. La segunda ventana de operación, corresponde a actividades de “**rehabilitación menor**” y “**rehabilitación mayor**” (notas Q6, Q7, Q8, Q9, RH-RF, R-1 y R-2), estas secciones deben incorporarse dentro de un nuevo esquema contractual, distinto al vigente en el año 2013, que permita su implementación de forma eficiente ya que actualmente este tipo de intervención se maneja dentro del alcance de los proyectos de conservación vial y sólo son justificadas cuando se trata de “intervenciones selectivas”. Los resultados mostrados en la figura 20 demuestran que cerca de un 7% de la Red Vial Nacional es candidato a este tipo de intervención, por lo tanto, no se podrían considerar intervenciones selectivas, por el contrario, se debería planificar este tipo de intervención y ajustar el contenido presupuestario para tal condición.

3. La tercera ventana de operación es la definida como “reconstrucción” (notas R-3 y NP). Toda sección de la Red Vial Nacional que califique dentro de esta ventana de operación debería ser intervenida con actividades propias de este tipo de labor, tomando en consideración que toda labor de “reconstrucción” es sumamente costosa, con magnitudes que podría incluso llegar hasta el orden de 10 veces mayores que aquellas de “mantenimiento rutinario” o “mantenimiento periódico”. No se deben llevar a cabo reconstrucciones dentro de un marco contractual de mantenimiento debido a la diferencia de alcances, costos y actividades permitidas por el contrato.

En la Figura 19 se muestra la distribución de las distintas notas de calidad dentro de un esquema de modelo de deterioro de una carretera.

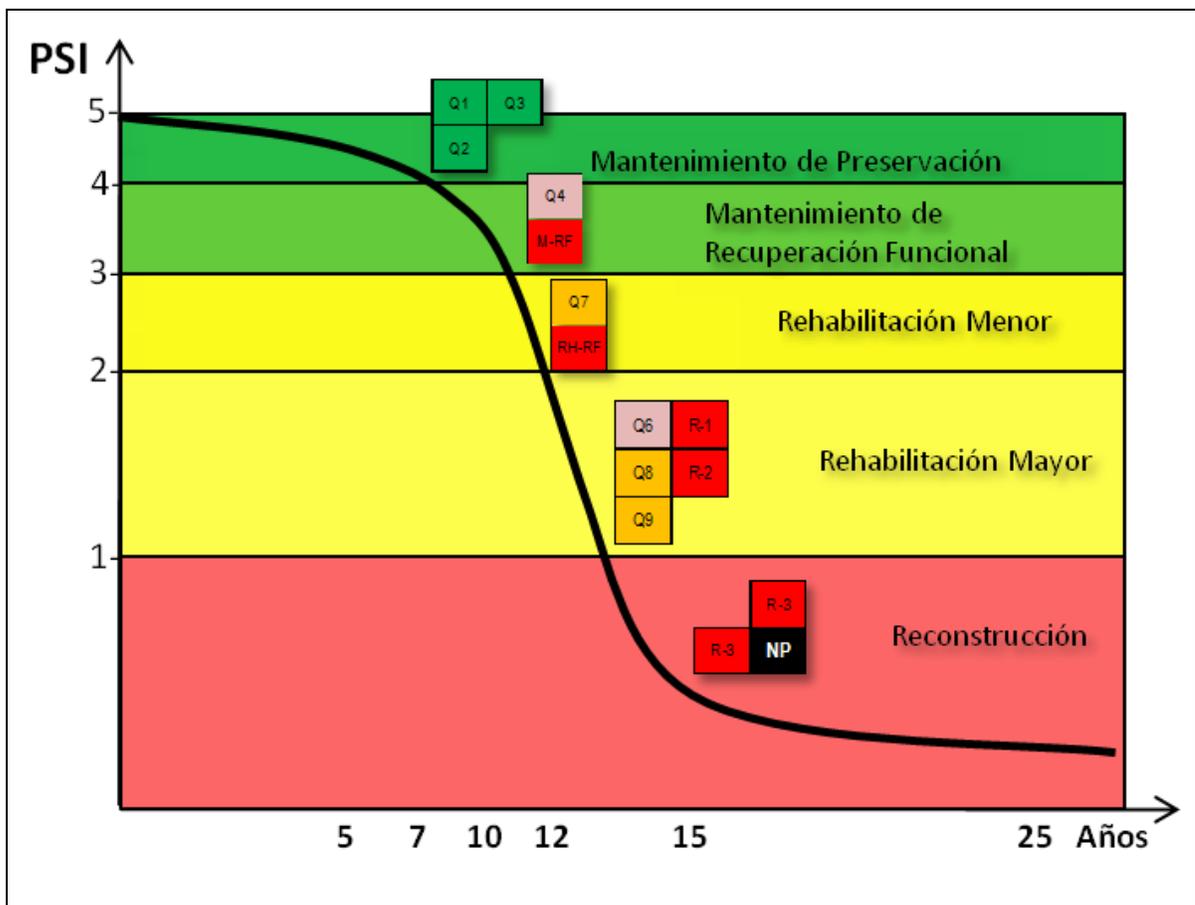


Figura 19. Ubicación de las notas de calidad dentro de las ventanas de operación.

### 2.3.2 Resultados de Estrategias Generales de Intervención para la Red Vial Nacional.

Una vez agrupadas las notas de calidad se procesa la información para las secciones de control evaluadas y se obtienen los siguientes resultados para la Red Vial Nacional pavimentada.

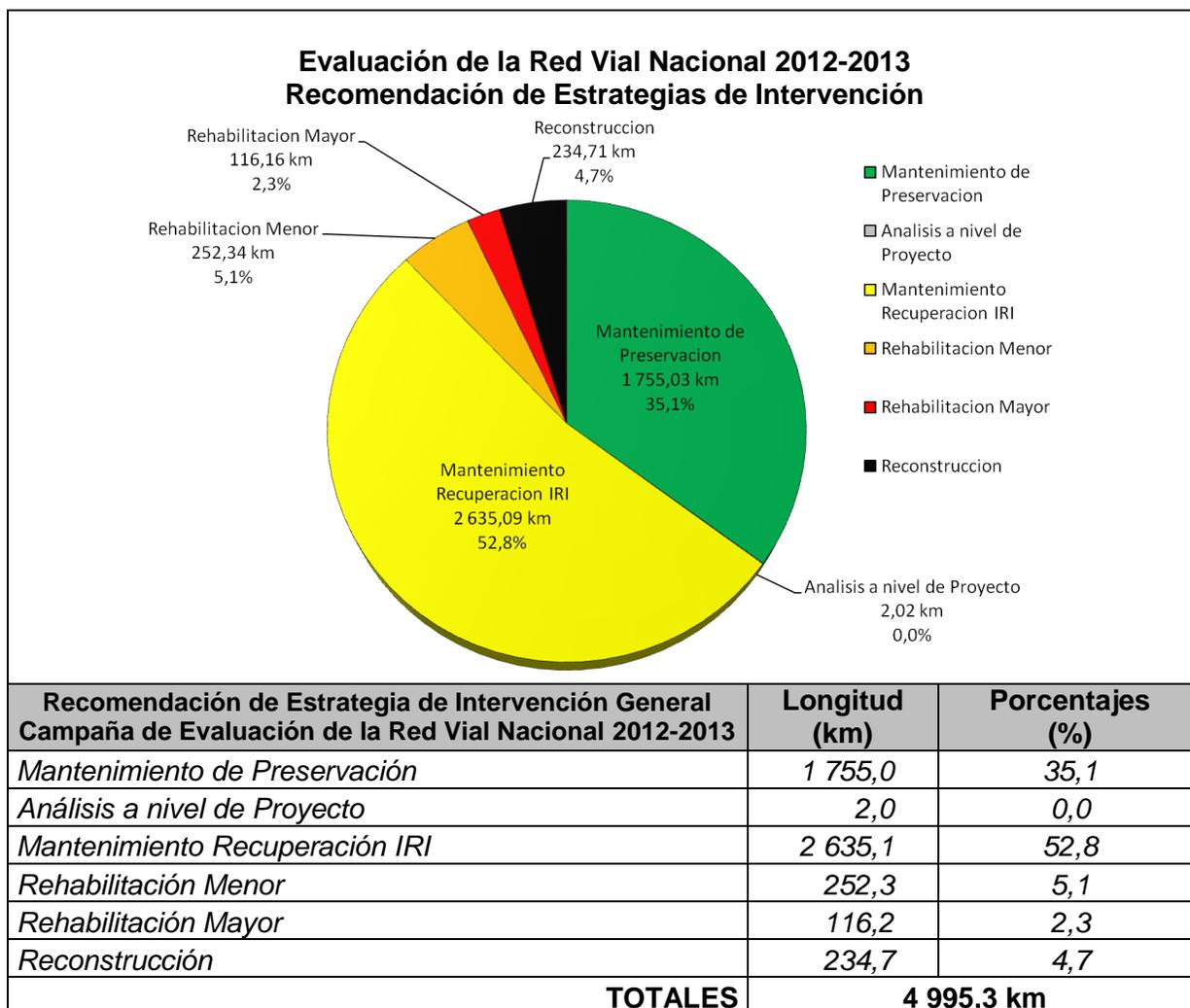


Figura 20. Estrategias de intervención para la Red Vial Nacional.

Los resultados revelan una red vial con alto porcentaje de secciones candidatas a intervenciones del tipo mantenimiento de preservación (35,1%) lo cual indica una buena oportunidad de introducir en Costa Rica actividades del tipo sellos asfálticos, como las mencionadas en la definición de “mantenimiento de preservación” presente en esta misma sección del informe. Adicionalmente un importante porcentaje 52,8% son candidatos a intervenciones que deben tender a una recuperación de la capacidad funcional, es decir,

mejorar el confort, disminuir el impacto en los costos de operación vehicular para el usuario, mejorar las condiciones de ruedo para seguridad vial y las velocidades de circulación así como en la disminución de contaminación por gases, congestión y por exceso de ruido. De la misma manera las labores de rehabilitación mayor, menor y reconstrucción suman aproximadamente un 12,1% de las rutas nacionales.

Este panorama general de la red vial muestra muy claramente los lineamientos que puede servir de base y guía en la definición de estrategias a nivel de red por parte de la Administración.

La información de las estrategias de intervención es procesada por provincia y por zona de conservación vial y presenta los siguientes resultados:

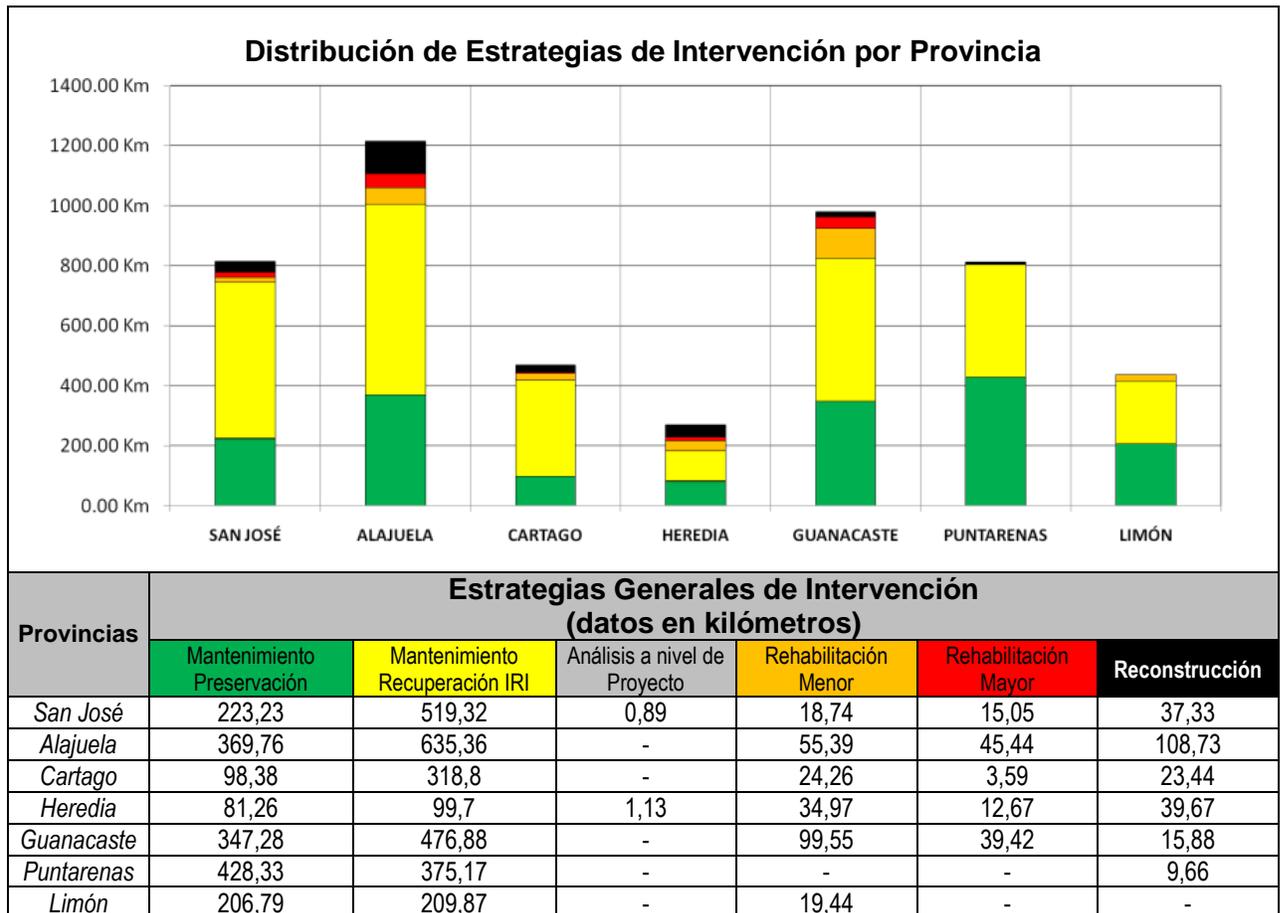


Figura 21. Estrategias de intervención para la Red Vial Nacional distribución por provincias.

Consecuente con las notas Q, la agrupación por estrategias generales de intervención a nivel de red, apuntan a las provincias de Alajuela y Heredia con la mayor cantidad de tramos candidatos a reconstrucción, mientras que las rehabilitaciones mayores se distribuyen entre Alajuela y Guanacaste.

Se procede en la Figura 22 a mostrar la distribución de las estrategias de intervención recomendadas a nivel de red en sus respectivas “zonas de conservación”, como la unidad geográfica de análisis y se genera la siguiente distribución:

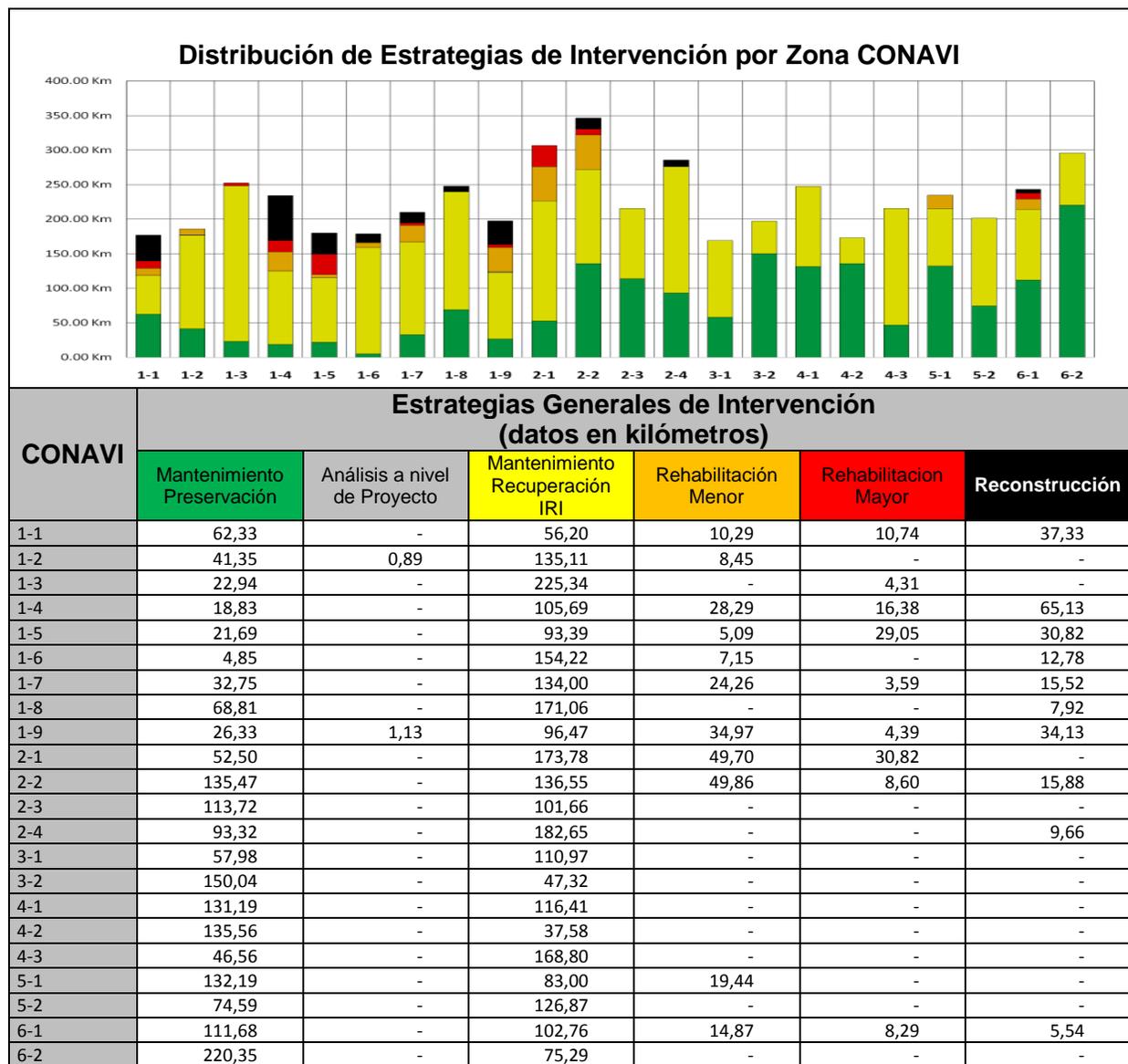


Figura 22. Distribución de estrategias por Zonas del CONAVI



Este análisis de la información permite brindar a la Administración una guía de cuáles podrían ser los lineamientos generales para intervenir las distintas zonas de conservación vial, así como una distribución racional y científica de los fondos públicos destinados a intervenir las carreteras nacionales.

De esta forma podemos identificar zonas como la zona 3-1 perteneciente a la provincia de Puntarenas en el pacífico central, donde las labores de intervención se pueden concentrar en actividades de mantenimiento (57,98 km) y recuperación de IRI (110,97 km) en contraste con una zona como la 1-4 de la provincia de Alajuela, donde las labores varían desde mantenimiento de preservación (18,83 km) y recuperación de IRI (105,69 km) hasta rehabilitaciones o reconstrucciones (109,8 km).

Con esta información es posible delimitar las actividades por ejecutar, ya que una labor de mantenimiento realizada en una sección candidata a rehabilitación o reconstrucción puede resultar en un gasto importante, ya que no responde a la verdadera necesidad de la vía y podrían resultar en inversiones ineficientes y de poca durabilidad.

Cabe destacar que **las estrategias de intervención mostradas en este informe no deben ser utilizadas para justificar labores de intervención a nivel de proyecto.** Tal como se comentó al inicio de la sección 2.3 de este informe, toda decisión de intervención en un frente de obra debe surgir de un ajuste de las estrategias presentadas a la condición específica de cada sección de la carretera. De esta forma, queda claro que dos tramos de vía, aunque sean calificados como candidatos para ser intervenidos por el mismo tipo de estrategia, por ejemplo “mantenimiento”, deben ser analizados de forma independiente ya que la actividad de mantenimiento que requiera un tramo puede diferir completamente de la del otro tramo, es decir, un tramo podría requerir de un “perfilado” y “sobrecapa” y el otro de un “sellado de grietas”, siendo ambas actividades de mantenimiento.

Toda la información suministrada en este informe constituye el pilar fundamental de un proceso de planificación estratégica y de un sistema de administración de pavimentos, sin embargo, es altamente recomendable incorporarla dentro de un proceso formal de implementación de dicho sistema, con el fin de lograr la eficiencia en la inversión de los fondos públicos.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 54 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

La delimitación de las estrategias de intervención en las distintas zonas de conservación vial se administra por medio de sistemas de información geográfica lo que permite ubicar con precisión las distintas secciones de control con su correspondiente estrategia de intervención.

La Figura 23 muestra el mapa generado con esta información.

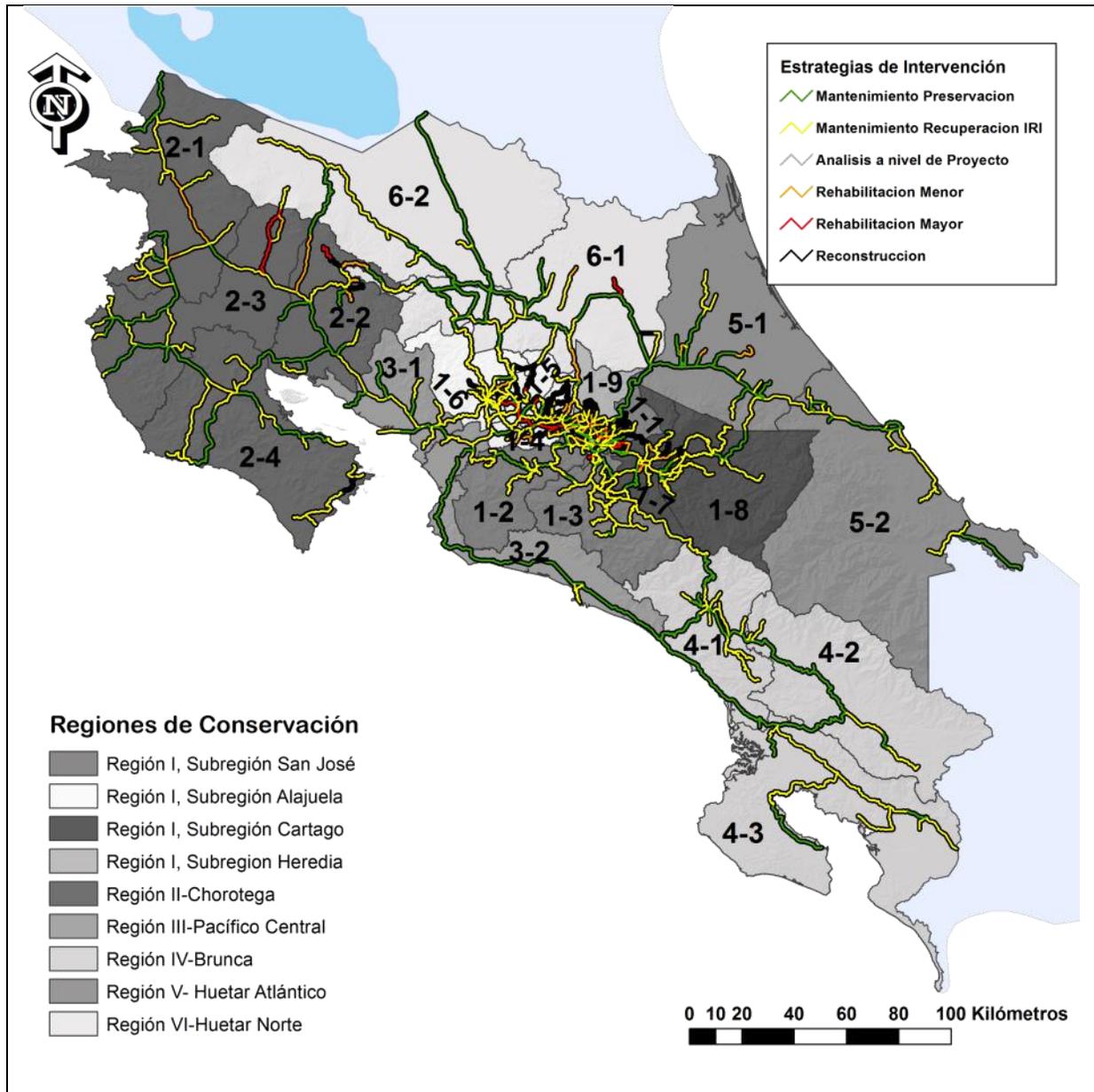


Figura 23. Mapa de distribución de estrategias de intervención por Provincia.



### **2.3.3 Propuestas de intervención para mejoramiento del frenado de los vehículos en carretera.**

En esta misma evaluación de la red vial se determinó el grado de peligrosidad de las rutas nacionales pavimentadas relacionada con la capacidad de las rutas de brindar un buen agarre con las llantas de los vehículos. Esta condición de seguridad vial es conocida como “resistencia al deslizamiento” y solo puede ser medida en rutas que presentan una buena - regular condición funcional, es decir valores del índice de regularidad internacional (IRI) menores a 4 m/km. En aquellas rutas donde el IRI es superior a 4 m/km el equipo no puede ser utilizado para medir esta condición de la superficie pues sufre daños y pérdida de su calibración, adicionalmente, en rutas con este grado de deterioro las velocidades se ven disminuidas considerablemente por lo que la resistencia al deslizamiento disminuye su impacto en la seguridad vial del usuario.

Por efecto de la irregularidad de las rutas solo fue posible evaluar un total de 1918,44 km es decir un 36,3% de los 5279,91 km evaluados para determinar el IRI en la Red Vial Nacional. Un total de 1315,36 km se categorizaron con las “notas de calidad” Q1, Q2 y Q3, es decir, corresponden a rutas donde la calidad del ruedo es buena y se admiten intervenciones de tipo “mantenimiento de preservación”. La condición general de la Red Vial Nacional en cuanto a la resistencia al deslizamiento se encuentra detallada en la sección 1.4.2 de este informe.

Los distintos niveles encontrados en la Red Vial Nacional en cuanto a la peligrosidad al deslizamiento están asociados con la presencia de deterioros superficiales de tipo funcional, es decir, deterioros como exudación o desnudamiento de los agregados, estos deterioros de la superficie facilitan condiciones de riesgo por deslizamientos, por lo tanto, las estrategias de intervención recomendadas para corregir este problema son de los tipos recomendados para “mantenimiento de preservación”, es decir, “Fog seals”, “slurry seals”, “chip seals” o “micro-pavimentos”. Una definición de cada una de estas técnicas de mantenimiento se puede encontrar en el CR-2010, sección 400.

Las recomendaciones generales para corregir los distintos niveles de peligrosidad ante deslizamiento en las rutas nacionales se encuentra en la Figura 24.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 56 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

Grip Number	Posibilidades de Intervención en función de la Nota Q		
	Q1	Q2	Q3
> 0,78	N.I.	N.I.	SS ChS1 (TS1)
0,6 - 0,78	N.I.	SS ChS1 (TS1)	ChS2 (TS2) ChS3 (TS3)
0,5 - 0,6	SS ChS1 (TS1)	ChS2 (TS2) ChS3 (TS3)	ChS2 (TS2) ChS3 (TS3) Slurry
< 0,5	ChS2 (TS2) ChS3 (TS3) Slurry	ChS2 (TS2) ChS3 (TS3) Slurry	ChS2 (TS2) ChS3 (TS3) Slurry Micropavimentos

Figura 24. Recomendaciones de intervención para atender los distintos niveles de peligrosidad ante carreteras deslizantes.

En la Figura 24 se muestra un esquema que presenta los distintos rangos de resistencia al deslizamiento, desde “> 0,78” considerado como muy bueno hasta “< 0,5” considerado como muy malo; adicionalmente se presentan algunas recomendaciones de intervención, dentro de las muchas opciones existentes para tratamientos de preservación, que pueden ser valoradas para atender y minimizar los distintos niveles de peligrosidad ante resistencia al deslizamiento, estas recomendaciones se definen así:

N.I.: No intervención. El nivel de resistencia al deslizamiento es muy bueno y no requiere de intervenciones para atender la resistencia al deslizamiento.

SS: Sand Seal o sello de arena. Aplicación de una emulsión asfáltica o asfalto diluido sobre la superficie del pavimento a una tasa de colocación definida, posteriormente se aplica una capa de arena graduada para mejorar o retardar condiciones de desprendimientos, desnudamientos o sellado de fisuras menores.

ChS1, 2 y 3: Chip seal o sello de agregado, también conocido como “tratamientos superficiales” del tipo 1 (TS-1), tipo 2 (Ts-2) y tipo 3(TS-3). Aplicación de una emulsión asfáltica o asfalto diluido sobre la superficie del pavimento a una tasa de colocación definida, posteriormente se aplica una capa de agregado graduado en capas desde 1 a 3 variando el tamaño del agregado para mejorar o retardar condiciones de desprendimientos, desnudamientos exudación, mala fricción o sellado de fisuras menores.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 57 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

Slurry seal: Sello de lechada asfáltica. Aplicación de una mezcla de emulsión asfáltica combinada con un agregado fino, por medio de equipos especializados puede ser utilizada para mejorar o retardar condiciones de desprendimientos, desnudamientos exudación, mala fricción o sellado de fisuras menores.

Micro-pavimentos: Es un tipo de slurry seal que utiliza una emulsión modificada con polímeros plásticos, agregados de alta calidad y aditivos especiales.

### 2.3.4 Aplicación de las propuestas de intervención para mejoramiento del frenado de los vehículos en la red vial nacional

Las propuestas de intervención a nivel de red presentes en esta sección surgen del análisis de los distintos niveles de “Grip Number” para aquellas secciones con notas de calidad Q1, Q2 y Q3 y presentan los siguientes resultados:

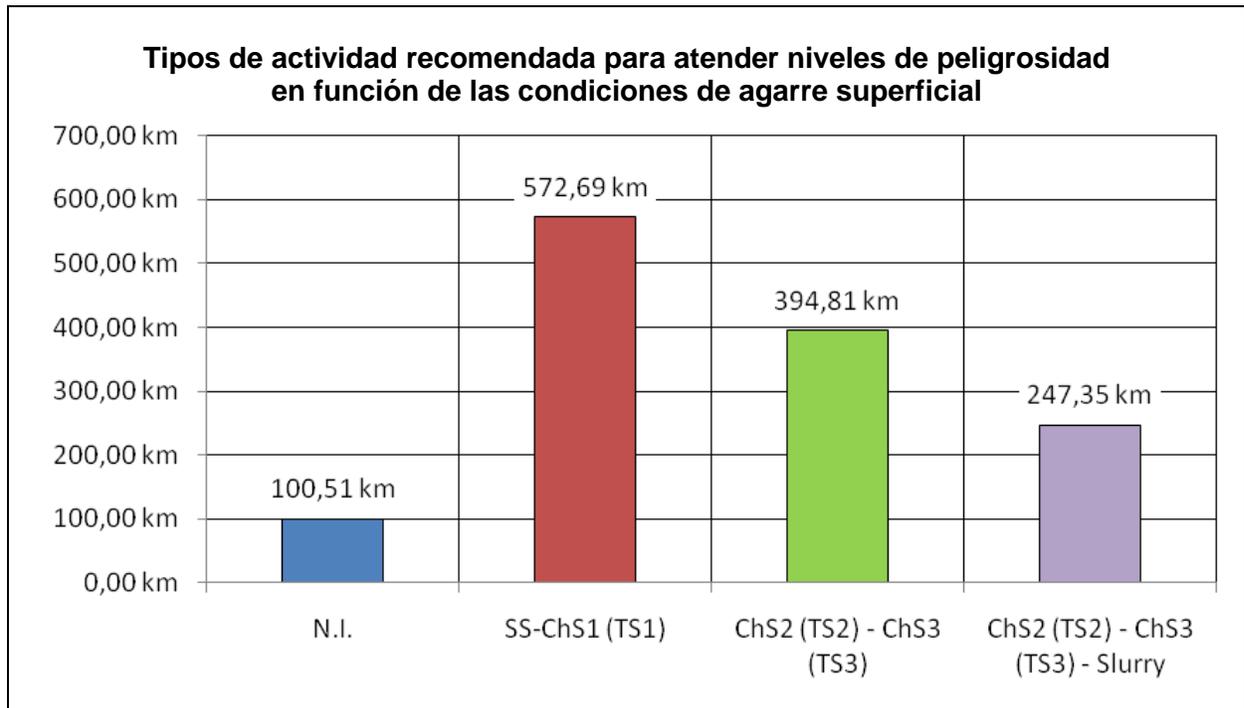


Figura 25. Recomendaciones de intervención para atender los distintos niveles de peligrosidad ante carreteras deslizantes.

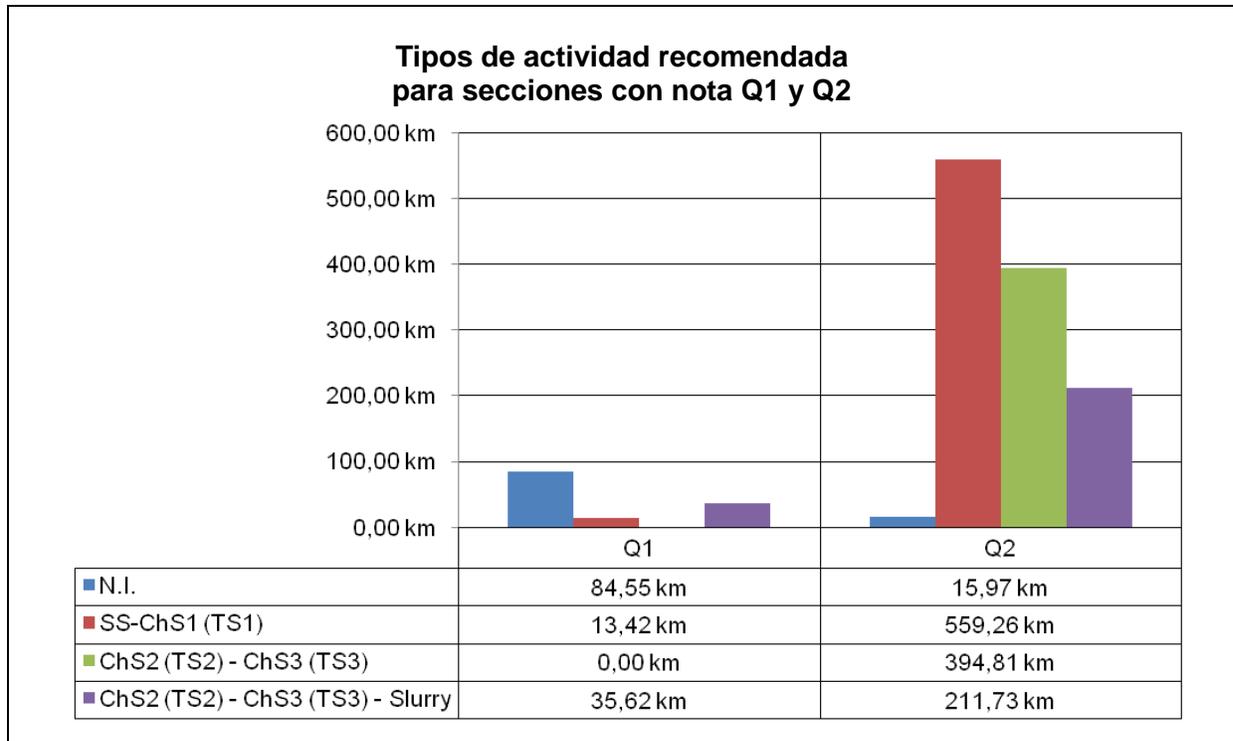


Figura 26. Recomendaciones de intervención para atender los distintos niveles de peligrosidad ante carreteras deslizantes. Distribución entre Q1 y Q2.

Los tramos de la red vial nacional identificados con las notas de calidad Q1 y Q2 se encuentran ubicados con precisión en las bases de datos y en los archivos de los programas de posicionamiento global que acompañan este informe, de esta forma, las propuestas de intervención para atender situaciones de peligrosidad ante deslizamientos de los vehículos en condiciones húmedas puede ser analizada con facilidad por la Administración y ser utilizada como una herramienta en la mejora de los criterios de intervención de la Red Vial Nacional.



## CAPITULO 3

# EFFECTO DE LA INVERSIÓN EN LA CONDICIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL PAVIMENTADA.

AÑOS 2012-2013

Una herramienta para la transparencia y  
la rendición de cuentas.

### 3.1 INTRODUCCIÓN

Para llevar a cabo las labores de Mantenimiento y Conservación de Vías el CONAVI emplea una división administrativa de 22 zonas que abarcan la Red Vial Nacional Pavimentada, tal como se detalla en la sección 1.1.1 del presente informe.

Mediante Licitación Pública, las empresas constructoras de obras viales nacionales e internacionales registradas en el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos participan en la designación de las zonas de conservación, las cuales se asignan con el fin de ejecutar obras de mantenimiento y busca establecer una correcta gestión de los recursos. La conservación vial se basa en la asignación y disponibilidad presupuestaria, así como con el inventario de vías cubiertas actualmente rige el Cartel de Licitación Pública N° 2009LN-000003-CV y la asignación de empresas asociadas se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10: Distribución de contratistas por Zona de Conservación Vial

REGIÓN	PROVINCIA	ZONA	EMPRESA
<i>Región I, Subregión San José</i>	<i>San José</i>	<b>1-1</b>	<i>Constructora Hernán Solís S.R.L</i>
		<b>1-2</b>	<i>Constructora Hernán Solís S.R.L</i>
		<b>1-3</b>	<i>Constructora Hernán Solís S.R.L</i>
<i>Región I, Subregión Alajuela</i>	<i>Alajuela</i>	<b>1-4</b>	<i>CONANSA</i>
		<b>1-5</b>	<i>Constructora Hernán Solís S.R.L</i>
		<b>1-6</b>	<i>MECO</i>
<i>Región I, Subregión Cartago</i>	<i>Cartago</i>	<b>1-7</b>	<i>Grupo Orosi Siglo XXI</i>
		<b>1-8</b>	<i>Constructora Hernán Solís S.R.L</i>
<i>Región I, Subregión Heredia</i>	<i>Heredia</i>	<b>1-9</b>	<i>MECO</i>
<i>Región II-Chorotega</i>	<i>Guanacaste</i>	<b>2-1</b>	<i>Constructora Hernán Solís S.R.L</i>
		<b>2-2</b>	<i>Constructora Hernán Solís S.R.L</i>
		<b>2-3</b>	<i>Constructora Hernán Solís S.R.L</i>
		<b>2-4</b>	<i>Constructora Hernán Solís S.R.L</i>
<i>Región III-Pacífico Central</i>	<i>Puntarenas</i>	<b>3-1</b>	<i>Constructora Hernán Solís S.R.L</i>
		<b>3-2</b>	<i>MECO</i>
<i>Región IV-Brunca</i>	<i>San José, Puntarenas</i>	<b>4-1</b>	<i>Quebradores del Sur</i>
		<b>4-2</b>	<i>Constructora Hernán Solís S.R.L</i>
		<b>4-3</b>	<i>Constructora Hernán Solís S.R.L</i>
<i>Región V- Huetar Atlántico</i>	<i>Limón</i>	<b>5-1</b>	<i>MECO</i>
		<b>5-2</b>	<i>MECO</i>
<i>Región VI-Huetar Norte</i>	<i>Alajuela</i>	<b>6-1</b>	<i>MECO</i>
		<b>6-2</b>	<i>Constructora Hernán Solís S.R.L</i>



### 3.1.1 Definiciones

Las siguientes definiciones son requeridas para un adecuado entendimiento de los resultados presentes en este capítulo:

**1. Estimaciones de pago:** Conjunto de documentos que sirven de respaldo para la Administración en los trámites de control y pago de las labores de conservación vial del CONAVI. Las estimaciones de pago pueden contener, pero sin limitarse a, la siguiente información: a) Facturas de pago presentadas por los contratistas de cada una de las zonas de conservación vial, b) descriptiva de la estimación donde se ubican las labores, c) controles de calidad realizados y d) notas, memoranda u oficios de relevancia.

**2. Ítem de pago:** También conocido como renglón de pago. Corresponde con las especificaciones de las distintas actividades definidas en los carteles de licitación para los contratos de Licitación Pública N° 2009LN-000003-CV. En estos ítems de pago se establecen especificaciones básicas sobre el tipo de labor, materiales, responsabilidades y forma de pago, existen un total de 120 renglones de pago para estas contrataciones y con base en estos renglones de pago los contratistas presentan sus ofertas de servicio al CONAVI.

**3. Contrataciones directas:** La contratación directa es el procedimiento mediante el cual se celebran los contratos autorizados por el numeral 4º del artículo 2º de la ley 1150 de 2007, sin que sea necesaria la obtención previa de varias ofertas. Por esta razón este procedimiento ha sido denominado de “libre selección del contratista”. El citado procedimiento se emplea en los casos de: i) urgencia manifiesta; ii) empréstito; iii) contratos interadministrativos; iv) contratación reservada del sector defensa y el DAS; v) contratos para el desarrollo de actividades científicas y tecnológicas definidas por el decreto 591 de 1991; vi) contratos de encargo fiduciario (leyes 550 de 1999 y 617 de 2000); vii) cuando no exista pluralidad de oferentes en el mercado; viii) prestación de servicios profesionales y de apoyo a la gestión, así como para la ejecución de trabajos artísticos que sólo pueden encomendarse a determinadas personas naturales; ix) arrendamiento o adquisición de inmuebles.

**4. Eficiencia de la inversión:** Para efectos de este informe la eficiencia se define como el logro de las metas con la menor cantidad de recursos posibles, así entonces,

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 62 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------



el logro de una “mejoría” o “mejoría parcial” en la condición de una vía solo podría ser considerada eficiente si la inversión realizada logró efectivamente llevar a la vía a un estado de condición equivalente a la de la ventana de operación de la conservación vial ( ver sección 5.3 de este informe) pero con una baja inversión. El efecto de intervenir rutas que requieren reconstrucción o rehabilitación con labores de mantenimiento no genera una inversión eficiente pues no se logra la mejoría o se logra con una altísima inversión en actividades poco duraderas como bacheos.

### **3.2 ACTIVIDADES DE PROCESAMIENTO BÁSICO DE LAS ESTIMACIONES DE OBRA VIAL**

Para la obtención de datos de conservación, se recurre a las estimaciones de pago del CONAVI. La información derivada de cada estimación de obra vial, es de carácter público y se encuentra asociada a una zona de conservación específica, agrupa las actividades realizadas en un mes, donde se desglosan los ítems, definidos en el cartel de licitación, que han sido ejecutados por la empresa en su zona asignada.

El documento entregado a CONAVI por parte de la ingeniería de proyecto de cada zona, para cada estimación, agrupa documentación impresa, copias de facturas comerciales, e impresiones de los cuadros de estimación descriptivos, así como elementos de correspondencia y notas de aclaración que presentan las empresas encargadas de la zona, requeridos para justificar las facturas de cobro. Sin embargo, los documentos presentados por cada empresa difieren tanto en el nivel de detalle como en elementos de formato. Para generar una base de datos unificada de las estimaciones de obra vial, se procedió a la adquisición de las estimaciones impresas en distintas dependencias del CONAVI para iniciar un proceso de digitalización manual a través de archivos tipo “PDF” o imágenes escaneadas, recopilación de las bases de datos parciales y búsqueda de información en formato digital, para su posterior extracción en bases de datos de fácil acceso y análisis. Cabe destacar que no existe un sistema automatizado de control y registro de pagos en el CONAVI que permita una adecuada trazabilidad de la información y un claro manejo de los montos invertidos en conservación vial. Debido a esto, la información presente en este informe corresponde con la que el LanammeUCR, como ente fiscalizador, pudo recopilar y procesar y no es posible garantizar la existencia de información adicional o complementaria que modifique los resultados obtenidos.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 63 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------



Para el procesamiento de las estimaciones, se identifican las principales actividades en la creación de la base de datos, esto para una posterior combinación de las diversas fuentes de información:

- En el cartel de licitación se determinan con los diversos ítems de pago, las unidades de medición asociadas, lo cual constituye el documento de referencia para analizar las actividades de conservación.
- La asignación de las secciones de control, rutas y zonas de conservación, conforman los elementos necesarios para ubicar en forma geográfica la información “alfanumérica” derivada del procesamiento básico y análisis espaciales de los datos.
- Los renglones de pago conforman la información detallada de las actividades de conservación realizadas por las empresas, detallando cantidades, precios unitarios, costos totales, rutas, fechas de intervención y otros.
- Ordenamiento del material analizado mediante la asignación uniforme de nombres o códigos con un mismo formato, que además permite el rastreo eficiente de los archivos originales utilizados para la obtención inicial de información.

En total se procesaron 364 estimaciones de pago en un periodo que abarca de noviembre del año 2010 hasta agosto del año 2012.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 64 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

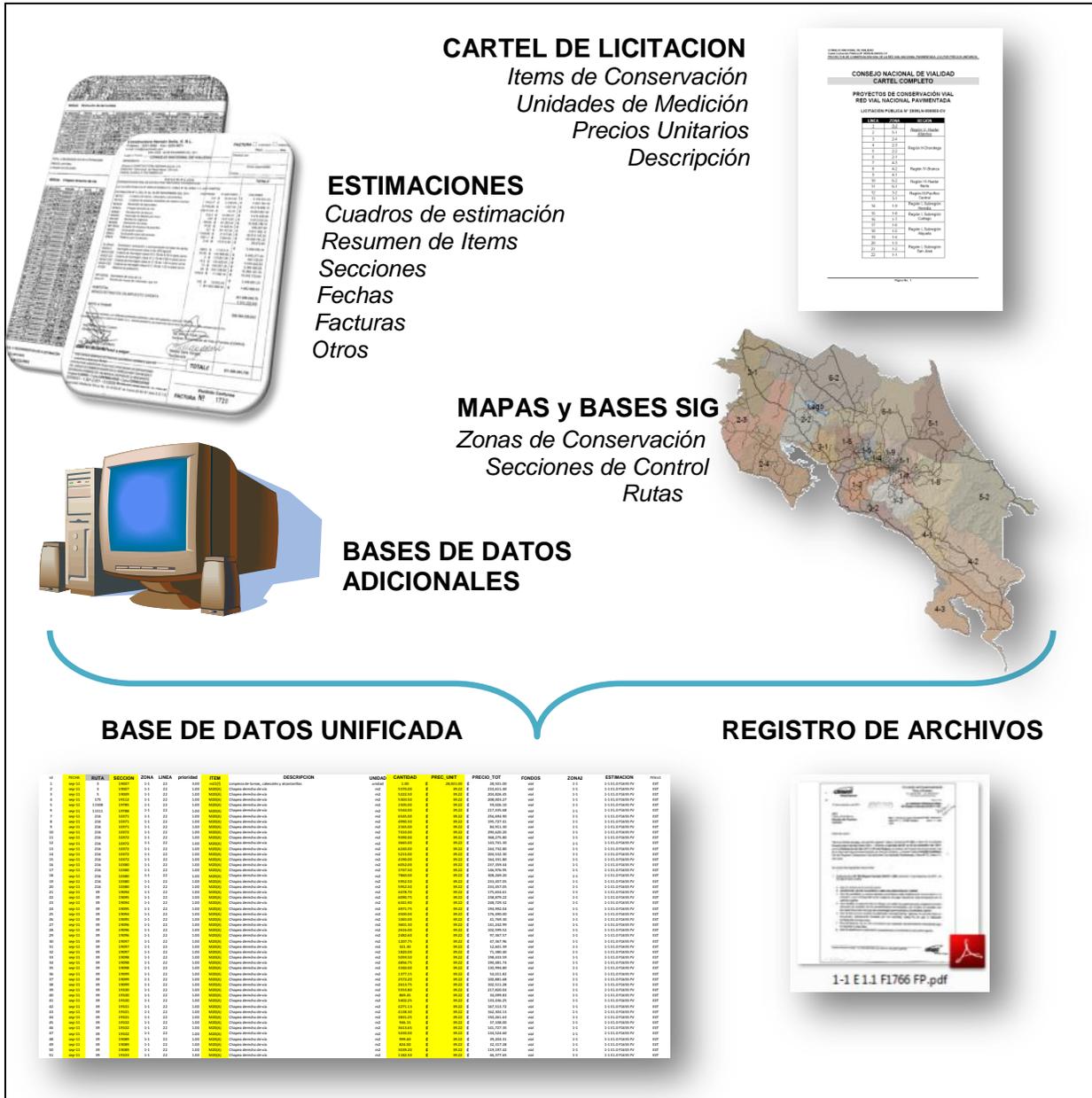


Figura 27. Esquema de insumos y productos básicos del procesamiento de estimaciones.



### 3.3 DATOS DERIVADOS DE LA BASE DE DATOS DE ESTIMACIONES DE OBRA VIAL

Una vez ingresada la información en la base de datos, se puede proceder a realizar diversos tipos de análisis, entre ellos mapas de distribución de inversión, gráficos de resumen de inversión, revisiones de ítems específicos, así como la comparación de indicadores de desempeño, para establecer si el grado de inversión promueve o no la mejora de las condiciones de la Red Vial Nacional y generar herramientas para llevar a cabo el respectivo control y fiscalización de los recursos empleados.

La información de la base de datos derivada incluye: Contrataciones Directas y Estimaciones de Obra Vial, así como la subdivisión en Fondos Viales y Fondos de Peajes asociada con la presente contratación pública y realizadas desde el año 2010, la información recopilada se muestra en la Tabla 11 y 12, donde los datos son asociados a cantidades colocadas y costos unitarios por zona, y para su análisis, los datos se relaciona con los montos de las facturas pagadas a las empresas a cargo de la Zona CONAVI.

Tabla 11: Período y Montos inversión por Zona CONAVI, contrataciones directas

<b>Contrataciones Directas</b>				
<b>Zona</b>	<b>Fondo</b>	<b>Mes Inicial</b>	<b>Mes Final</b>	<b>Monto Inversión</b>
<b>1-1</b>	Peaje	jun 2011	ago 2011	₡ 190 617 124,00
	Vial	mar 2011	ago 2011	₡ 351 976 399,00
<b>1-2</b>	Vial	ene 2011	ene 2011	₡ 44 174 864,00
<b>1-5</b>	Peaje	nov 2010	nov 2010	₡ 35 322 496,00
	Vial	nov 2010	ago 2011	₡ 517 241 984,00
<b>1-7</b>	Peaje	ago 2011	ago 2011	₡ 48 714 334,00
	Vial	mar 2011	abr 2012	₡ 601 074 323,00
<b>1-9</b>	Vial	ago 2011	ago 2011	₡ 79 508 520,00
<b>Monto Total de Inversión</b>				<b>₡ 1 868 630 045,00</b>

Se observan de la Tabla 11 las actividades que se realizaron previo al arranque oficial de los contratos de Licitación Pública N° 2009LN-000003-CV, el monto ₡1 868 millones, lo que equivale al 2.8% de los montos mostrados en la Tabla 12 de estimaciones de obra vial. Este monto es similar a la inversión realizada en la zona 1-6, de ₡ 1 839 millones, para el periodo entre setiembre 2011 – julio 2012.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 66 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

Tabla 12: Período y Montos inversión por Zona CONAVI, estimaciones de obra vial

Estimaciones de Obra Vial				
Zona	Fondo	Mes Inicial	Mes Final	Monto Inversion
1-1	Peaje	Sep 2011	Ago 2012	₡ 246 095 729,00
	Vial	Sep 2011	Ago 2012	₡ 3 543 707 453,00
1-2	Vial	Sep 2011	Ago 2012	₡ 1 298 042 068,00
1-3	Vial	Sep 2011	Ago 2012	₡ 1 991 787 247,00
1-4	Vial	Sep 2011	Ago 2012	₡ 3 632 232 732,00
1-5	Peaje	Sep 2011	Jul 2012	₡ 3 542 102 636,00
	Vial	Sep 2011	Jun 2012	₡ 560 012 614,00
1-6	Vial	Sep 2011	Jul 2012	₡ 1 839 463 363,00
1-7	Peaje	Sep 2011	Jul 2012	₡ 453 805 515,00
	Vial	Sep 2011	Ago 2012	₡ 2 748 338 797,00
1-8	Vial	Sep 2011	Jul 2012	₡ 1 709 659 185,00
1-9	Peaje	Sep 2011	Jul 2012	₡ 4 583 980 383,00
	Vial	Sep 2011	Jul 2012	₡ 1 022 879 556,00
2-1	Vial	Sep 2011	May 2012	₡ 1 132 166 506,00
2-2	Vial	Sep 2011	Jun 2012	₡ 1 137 248 425,00
2-3	Vial	Sep 2011	Jul 2012	₡ 4 370 665 793,00
2-4	Vial	Sep 2011	Jun 2012	₡ 2 488 492 097,00
3-1	Vial	Sep 2011	Jun 2012	₡ 1 775 166 347,00
3-2	Vial	Sep 2011	Jul 2012	₡ 4 643 193 374,00
4-1	Vial	Sep 2011	Ago 2012	₡ 2 176 283 298,00
4-2	Vial	Sep 2011	Ago 2012	₡ 6 563 647 930,00
4-3	Vial	Sep 2011	Ago 2012	₡ 5 104 463 113,00
5-1	Vial	Sep 2011	Ago 2012	₡ 3 379 597 166,00
5-2	Vial	Sep 2011	Ago 2012	₡ 2 633 466 888,00
6-1	Vial	Sep 2011	Ago 2012	₡ 1 977 742 498,00
6-2	Vial	Sep 2011	Jul 2012	₡ 1 685 915 422,00
<b>Total de Peajes</b>				₡ 8 825 984 263,00
<b>Total de Fondo Vial</b>				₡ 57 414 171 874,00
<b>Monto Total de Inversión</b>				₡ 66 240 156 136,00

Con la información recabada, se realizó un análisis general de los datos recopilados en la Base de Datos de Estimaciones de Obra Vial. Para tal efecto se emplearon resultados totales, desgloses por ítems, fecha, y diversos productos secundarios, a fin de establecer el comportamiento de las actividades de mantenimiento en el tiempo. Los análisis derivados del uso de bases de datos unificadas de estimaciones de obra vial, logró evidenciar la importancia de las estimaciones para la planificación, fiscalización y gestión.

### 3.3.1 Resultados Totales de Inversión

El primer producto que se deriva de la información de estimaciones corresponde a datos totales de inversión para las distintas zonas de Conservación Vial del CONAVI, los datos se presentan desglosando las Contrataciones Directas de las Estimaciones de Obra y si los fondos provienen de ingresos por peajes o fondo vial. El resultado de este análisis se muestra en la Figura 28, donde se resumen los resultados de la Tabla 11 y Tabla 12.

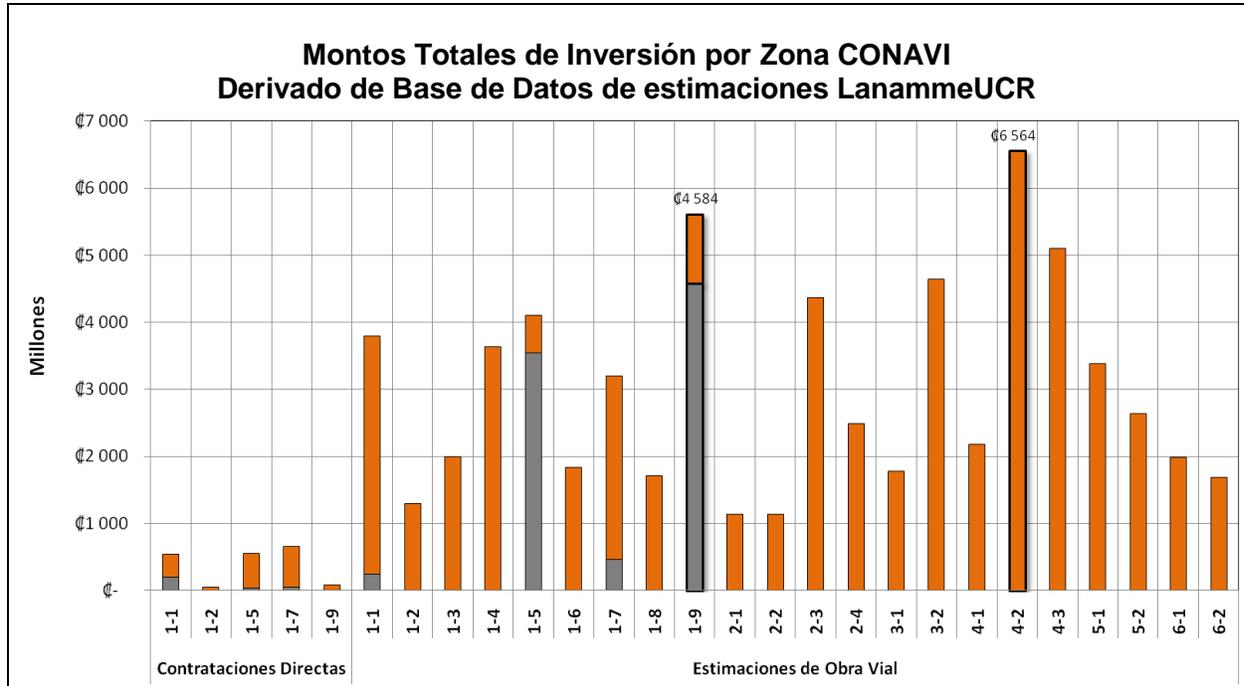


Figura 28. Inversión por Zona de Conservación Vial, Base de Datos del LanammeUCR

La Figura 28 muestra la distribución por zona de fondos invertidos en conservación vial, y se muestra como en la zona de conservación 4-2 se han invertido \$ 6 564 millones, el cual corresponde al mayor nivel de inversión para el período analizado. En la zona 1-9 se han invertido \$ 4 584 millones, pero a diferencia de la zona 4-2 una parte proviene del fondo de peaje y el resto del fondo vial.

Para establecer el uso del dinero de forma temporal se graficaron los totales de inversión asociados a cada estimación en función del mes en el cual se llevaron a cabo las actividades de mantenimiento, tal y como se muestra en la Figura 29.

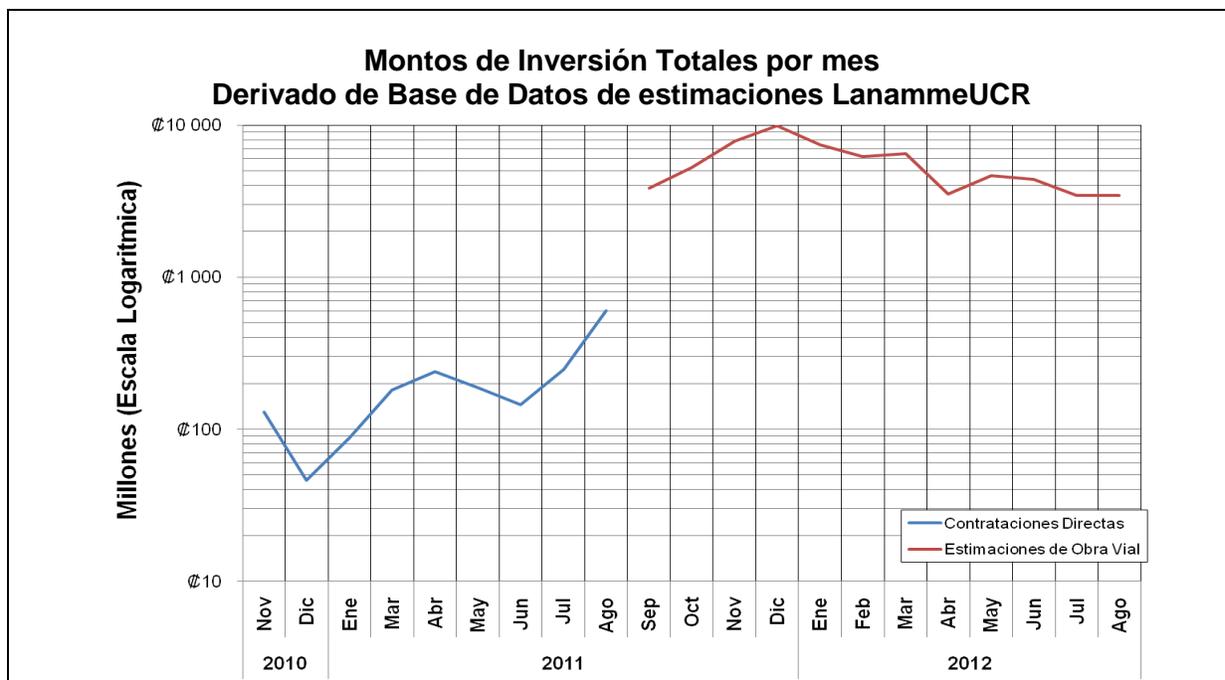


Figura 29. Distribución mensual de la inversión total, Base de Datos del LanammeUCR

De la Figura 29 se puede interpretar que las contrataciones directas presentan montos de inversión por debajo de ₡ 1 000 millones, lo cual es consecuente la naturaleza de estos trabajos, las cuales responden a necesidades puntuales de conservación. En el mes de agosto del 2011 se registra el pico de las actividades de contratación directa con ₡ 604 millones, posteriormente, en el mes de setiembre del 2011 inician oficialmente los contratos de conservación de la licitación pública N° 2009LN-000003-CV. En el primer mes de los contratos se invierten ₡ 3 853 millones lo cual equivale a 6 veces la inversión de agosto del mismo año. En el mes de diciembre del 2011 se registra un pico de inversión con ₡ 9 858 millones lo cual equivale a 2,5 veces la inversión de setiembre del 2011, este mes incluye algunos adelantos en compra de mezcla asfáltica cuya colocación se registra en los meses posteriores.

En la Figura 30 se puede observar los montos totales de inversión mostrando los 15 ítems en los cuales se ha invertido más cantidad de recursos, y agrupando las restantes actividades en un grupo de resumen. Los ítems de mayor inversión son el “M45(A)” pavimento bituminoso en caliente y el “M41(A)” bacheo con mezcla asfáltica en caliente que conforman el 37% del monto invertido en la Red Vial Nacional.

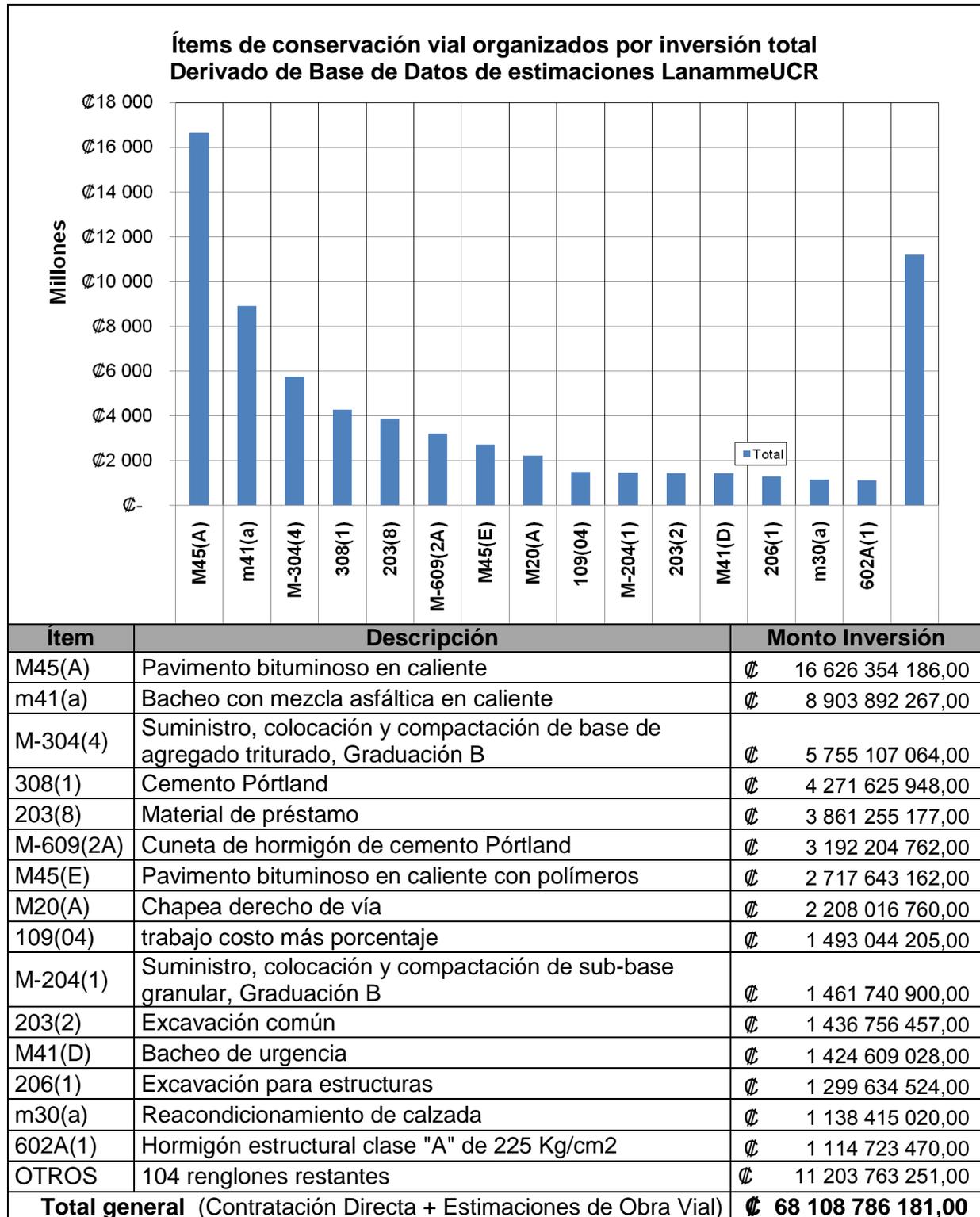


Figura 30. Inversión total realizada en los ítems de pago más comunes, Base de Datos del LanammeUCR

Este informe se concentrará en el análisis de los ítems de mantenimiento y conservación derivados de la Figura 30, la cual resume en 16 los 119 elementos de conservación derivados de la Licitación Pública N° 2009LN-000003-CV. En otras palabras, se analizarán los 16 ítems de mayor inversión de los 119 ítems tipificados en el cartel de licitación.

En el presente informe se muestra un resumen de los datos recabados, sin embargo, la Base de Datos de Estimaciones del LanammeUCR, contiene el desglose completo de todos los ítems de conservación que se han ejecutado en el periodo de tiempo de análisis y presenta un mayor nivel de detalle.

### 3.3.2 Resultados por Zona de Conservación

De los montos totales de inversión se puede extraer la información específica para las Zonas de Conservación del CONAVI. En este sentido, se plantea como ejemplo la Zona 4-2 donde se detectó la mayor inversión. Se recuerda que en la sección 1.1.1 se definieron las secciones de control como las unidades de análisis y se procedió a determinar en cuales secciones de control de la zona 4-2 se llevaron a cabo las labores particulares de mantenimiento y conservación, para los que hubo erogaciones de fondos públicos. Los resultados se muestran en la Figura 31.

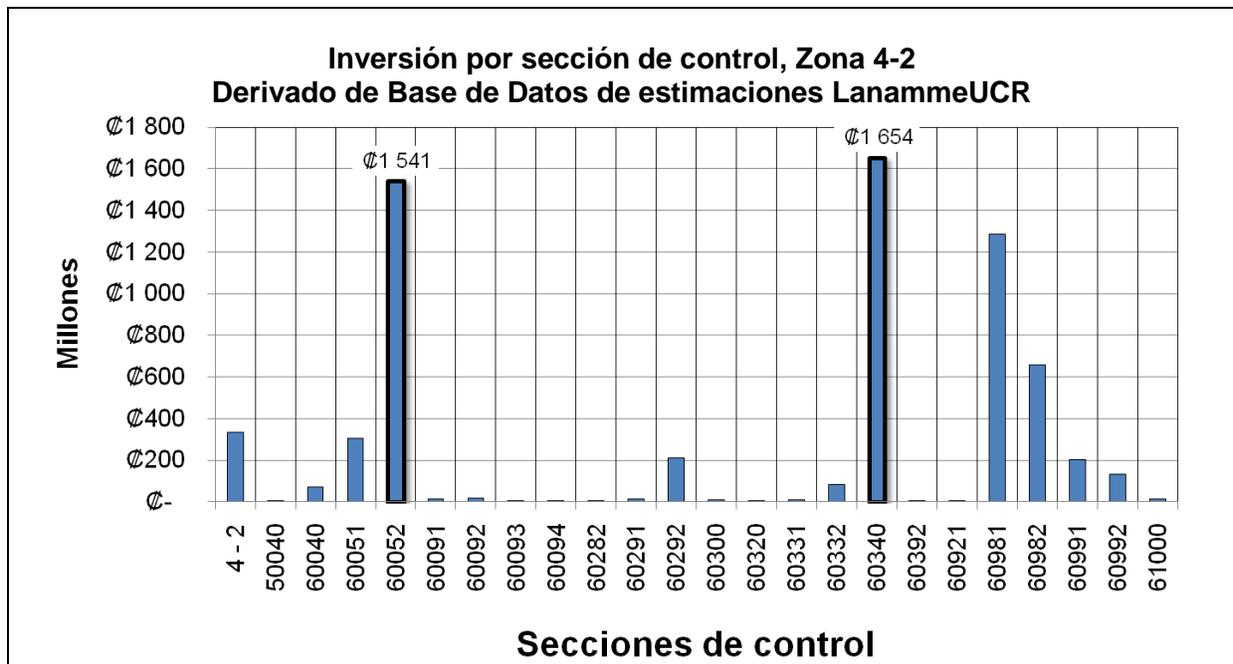


Figura 31. Zona 4-2, Inversión por Sección de Control, Base de Datos del LanammeUCR

Las secciones 60052 y 60340 destacan como las secciones de mayor inversión, y corresponden a las rutas 2 y 237 de la provincia de Puntarenas, con 24,16 km y 17,98 km de longitud respectivamente, cerca de las comunidades de Buenos Aires y San Vito en la zona sur. Hay una sección denominada como “4-2” que corresponde con elementos dentro de las estimaciones que debido a la falta de información, o por la naturaleza de los ítems no fue posible ubicar.

El siguiente paso para la Zona 4-2 consiste en definir una distribución mensual de inversiones, la Figura 32 resume estos resultados.

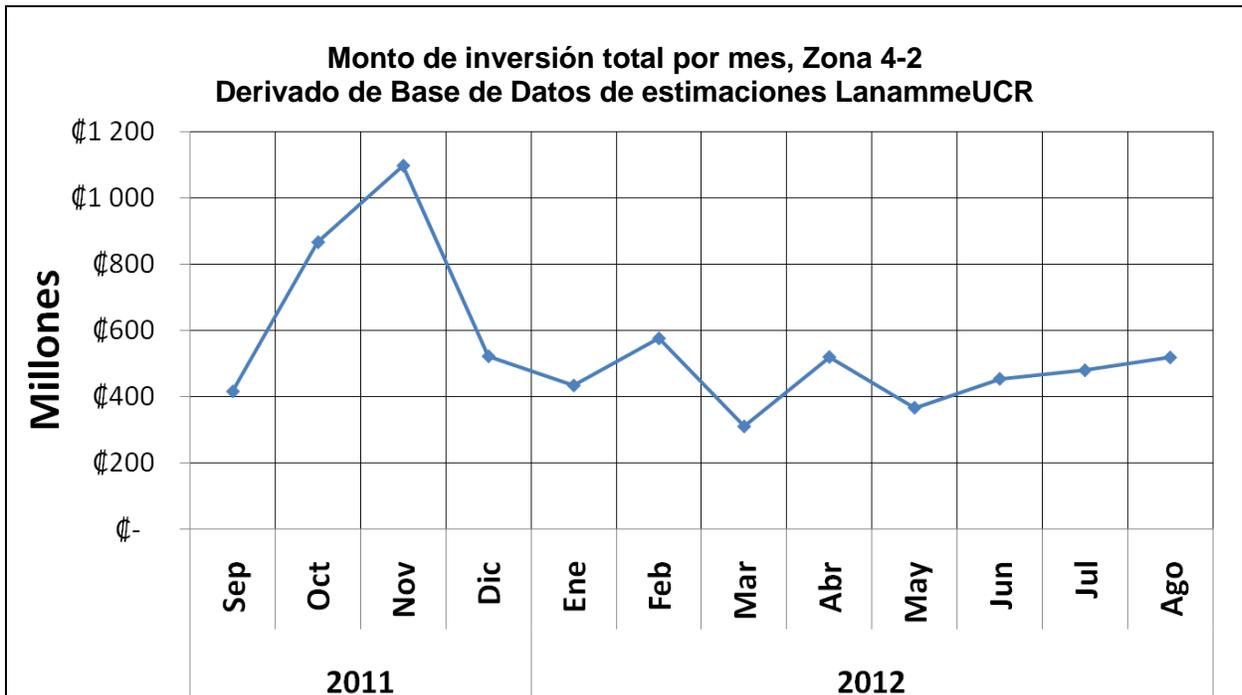


Figura 32. Zona 4-2, distribución mensual de Inversión, Base de Datos del LanammeUCR

Se debe prestar atención al comportamiento de inversión de la Zona 4-2 donde el máximo de inversión se da en el mes de noviembre del 2011 superando los ₡ 1 000 millones, mientras que la media de inversión se concentra por debajo de ₡ 600 millones con excepción de los meses de octubre y noviembre del 2011.

Empleando la agrupación definida en la Figura 30, se muestra el monto invertido por ítem en la Figura 33, para la Zona 4-2.

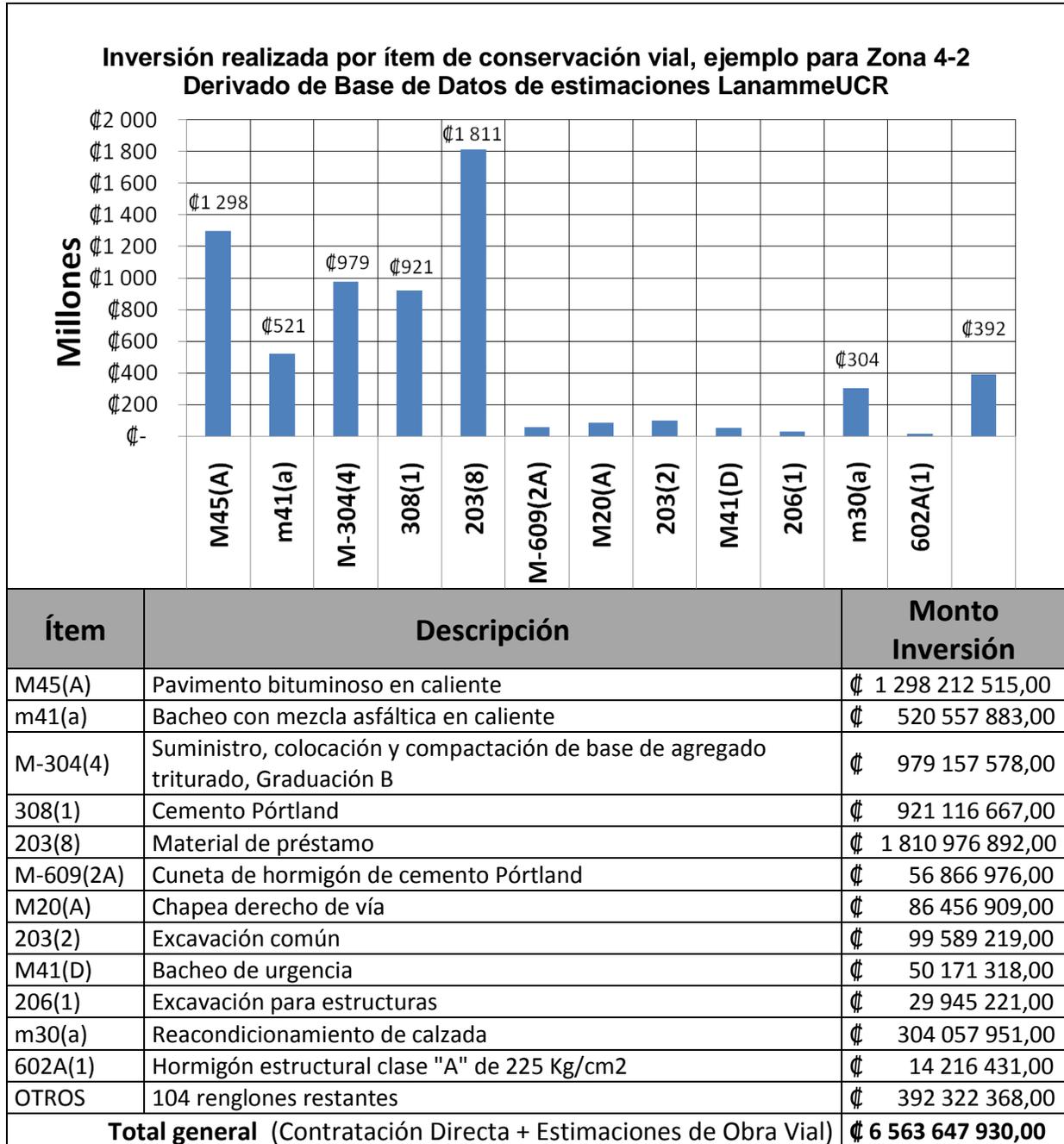


Figura 33. Zona 4-2, Ítems por Inversión Total, Base de Datos del LanammeUCR

La principal inversión en la Zona 4-2 corresponde al “ítem 203(8)” material de préstamo, con ₡ 1 810 millones, seguido del “M45(A)” Pavimento bituminoso en caliente.

### 3.3.3 Resultados de inversión por Sección de Control

El último nivel de detalle es el análisis de inversión por sección de control. Para la zona 4-2 se observa que las secciones 60052 y 60340 equivalen al 48 % de la inversión realizada y se procede con el análisis de ítems de acuerdo con la agrupación empleada en la Figura 30.

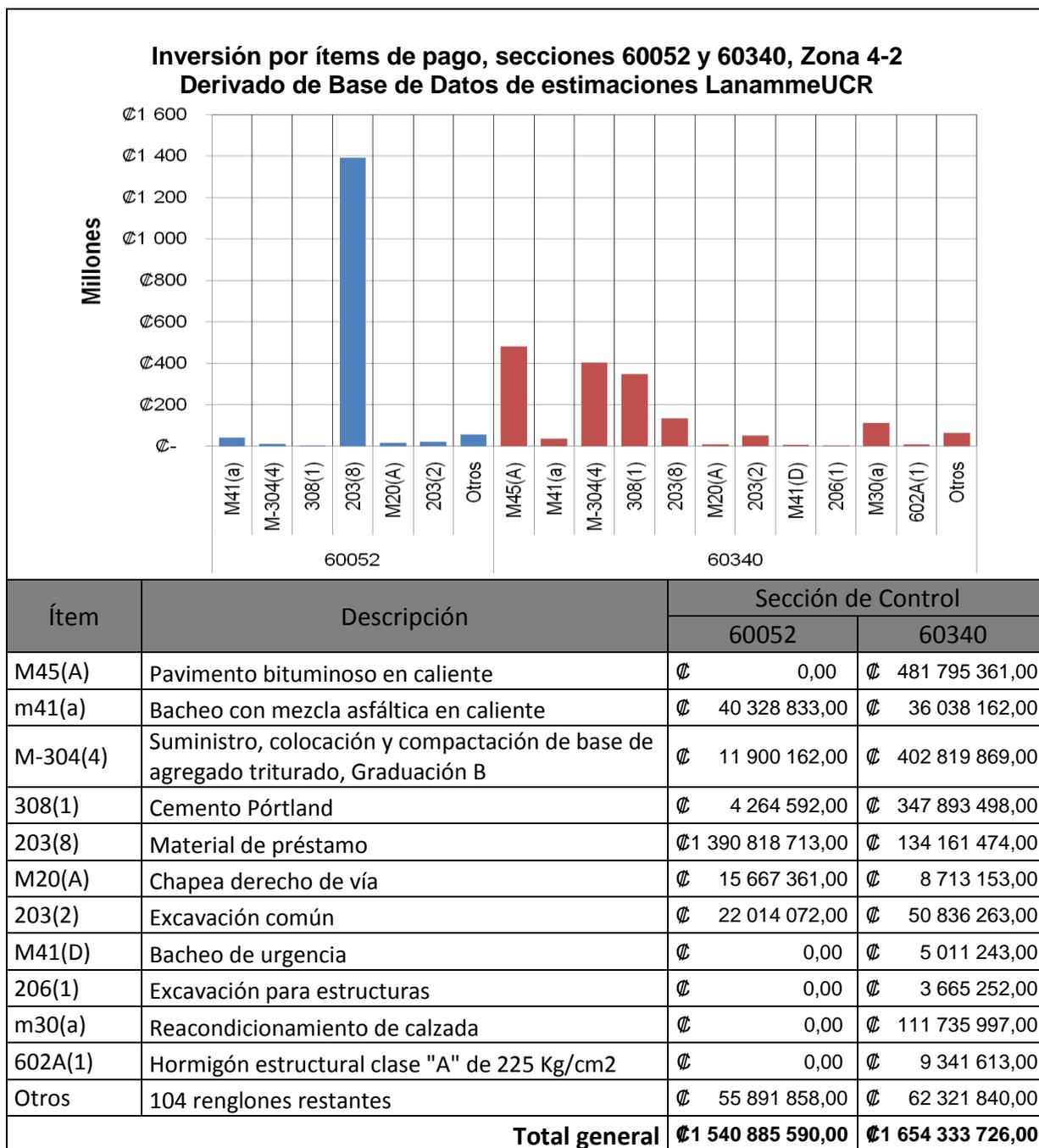


Figura 34. Ítems de Zona 4-2 por Inversión Total, Base de Datos del LanammeUCR

Como un detalle adicional se muestra la Tabla 13 y Tabla 14, que presentan los meses en los cuales se llevaron a cabo las inversiones mostradas en la Figura 34.

Tabla 13: Distribución mensual de los ítems de conservación sección 60052.

ITEM		Sección de Control 60052 (montos en millones)						
		MES	m41(a)	M-304(4)	308(1)	203(8)	M20(A)	203(2)
2011	Sep	-	-	-	-	-	-	₡ 0,72
	Oct	-	-	-	₡ 300,57	₡ 4,81	₡ 20,15	₡ 1,60
	Nov	-	₡ 2,97	-	₡ 831,69	-	₡ 1,87	₡ 6,53
	Dic	-	₡ 6,48	-	₡ 31,05	-	-	-
2012	Ago	-	₡ 0,36	₡ 1,07	₡ 1,03	-	-	₡ 24,87
	Jul	-	₡ 0,16	₡ 3,20	₡ 1,24	₡ 6,00	-	₡ 21,76
	Jun	-	₡ 0,67	-	₡ 25,24	-	-	-
	May	-	-	-	-	-	-	-
	Abr	-	-	-	-	-	-	-
	Mar	₡ 27,85	-	-	-	-	-	₡ 0,41
	Feb	-	-	-	-	₡ 4,17	-	-
	Ene	₡ 12,48	₡ 1,24	-	-	₡ 0,68	-	-
<b>Totales</b>		<b>₡ 40,3</b>	<b>₡ 11,9</b>	<b>₡ 4,3</b>	<b>₡ 1 390,8</b>	<b>₡ 15,7</b>	<b>₡ 22,0</b>	<b>₡ 55,9</b>

Tabla 14: Distribución mensual de los ítems de conservación sección 60340.

ITEM		Sección de Control 60340 (montos en millones)												
		MES	M45(A)	m41(a)	M-304(4)	308(1)	203(8)	M20(A)	203(2)	M41(D)	206(1)	m30(a)	602A(1)	OTROS
2011	Sep	-	₡ 4,54	₡ 1,26	-	-	₡ 1,59	₡ 0,38	-	-	-	-	-	
	Oct	-	-	₡ 19,77	-	-	₡ 2,09	-	₡ 2,38	-	-	-	₡ 0,05	
	Nov	-	-	₡ 6,57	₡ 67,75	-	-	-	-	-	-	₡ 19,29	-	₡ 10,34
	Dic	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	₡ 0,97
2012	Ago	₡ 5,69	-	₡ 0,24	-	₡ 1,43	₡ 1,14	-	₡ 2,63	-	-	₡ 2,63	₡ 0,57	
	Jul	-	-	₡ 0,05	-	₡ 13,76	-	₡ 0,92	-	-	₡ 2,96	₡ 2,09	₡ 0,86	
	Jun	₡ 83,40	₡ 12,12	₡ 39,08	₡ 82,47	₡ 4,18	-	₡ 22,48	-	₡ 0,19	₡ 23,40	₡ 3,45	₡ 9,23	
	May	₡ 34,06	₡ 17,26	₡ 49,46	₡ 41,07	₡ 75,60	-	₡ 5,78	-	₡ 2,87	₡ 11,53	₡ 1,18	₡ 17,75	
	Abr	₡ 203,7	-	₡ 81,76	₡ 3,44	₡ 39,19	-	₡ 21,28	-	₡ 0,61	₡ 10,72	-	₡ 5,47	
	Mar	₡ 49,37	-	₡ 19,64	-	-	-	-	-	-	-	-	₡ 3,52	
	Feb	-	₡ 2,11	₡ 76,00	₡ 153,1	-	-	-	-	-	₡ 43,83	-	₡ 13,56	
	Ene	₡ 105,6	-	₡ 109,0	-	-	₡ 3,89	-	-	-	-	-	-	
<b>Totales</b>		<b>₡ 481,8</b>	<b>₡ 36,0</b>	<b>₡ 402,8</b>	<b>₡ 347,8</b>	<b>₡ 134,1</b>	<b>₡ 8,7</b>	<b>₡ 50,8</b>	<b>₡ 5,0</b>	<b>₡ 3,6</b>	<b>₡ 111,7</b>	<b>₡ 9,3</b>	<b>₡ 62,3</b>	

### 3.4 RESUMEN DE INVERSIÓN EMPLEANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La información generada cuenta con datos de sección de control y ruta que permiten generar mapas que resuman la inversión realizada en el país, así como la valoración de inversión relativa. La Figura 35 muestra la relación entre la inversión total por sección de control y se divide entre el respectivo largo de cada sección para establecer la inversión relativa llevada a cabo en cada sección de control, este tipo de análisis se puede llevar a cabo para cada ítem o elemento de interés.

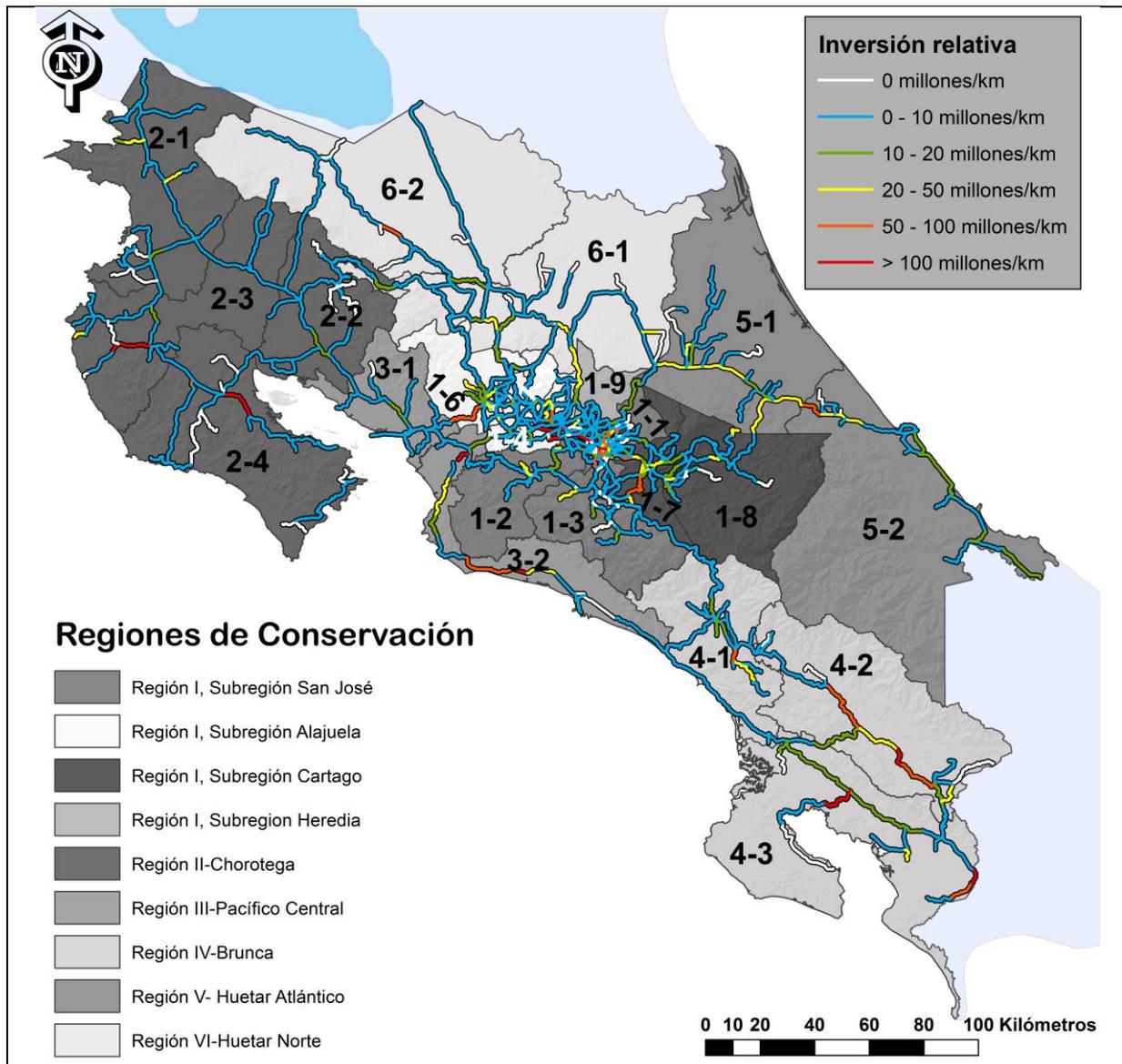


Figura 35. Mapa de inversión relativa por kilómetro de sección de control



### 3.5 COMPARACION DE RESULTADOS: EVOLUCION DE LA CONDICIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL.

Para llevar a cabo comparaciones de resultados, normalmente se emplea la comparación entre los parámetros técnicos evaluados entre una campaña de evaluación previa y la actual. Este procedimiento de análisis se ha realizado en el pasado por medio de comparaciones de crecimiento o decrecimiento general sin analizar la condición inicial o de referencia de las secciones de control.

En el presente informe se ha modificado la metodología de análisis y se ha incorporado el factor de inversión realizada con el fin de evidenciar de mejor manera el verdadero efecto de la gestión realizada y su impacto en la calidad actual de la Red Vial Nacional; medida a través de parámetros o indicadores de desempeño (i.e. capacidad estructural). Para ejemplificar el tipo de análisis a emplear en el presente informe se presenta el esquema de la Figura 36, en el cual se muestra una ruta hipotética de 100 km, la cual se subdivide en 5 secciones de control y para cada sección de control se asigna una categoría.

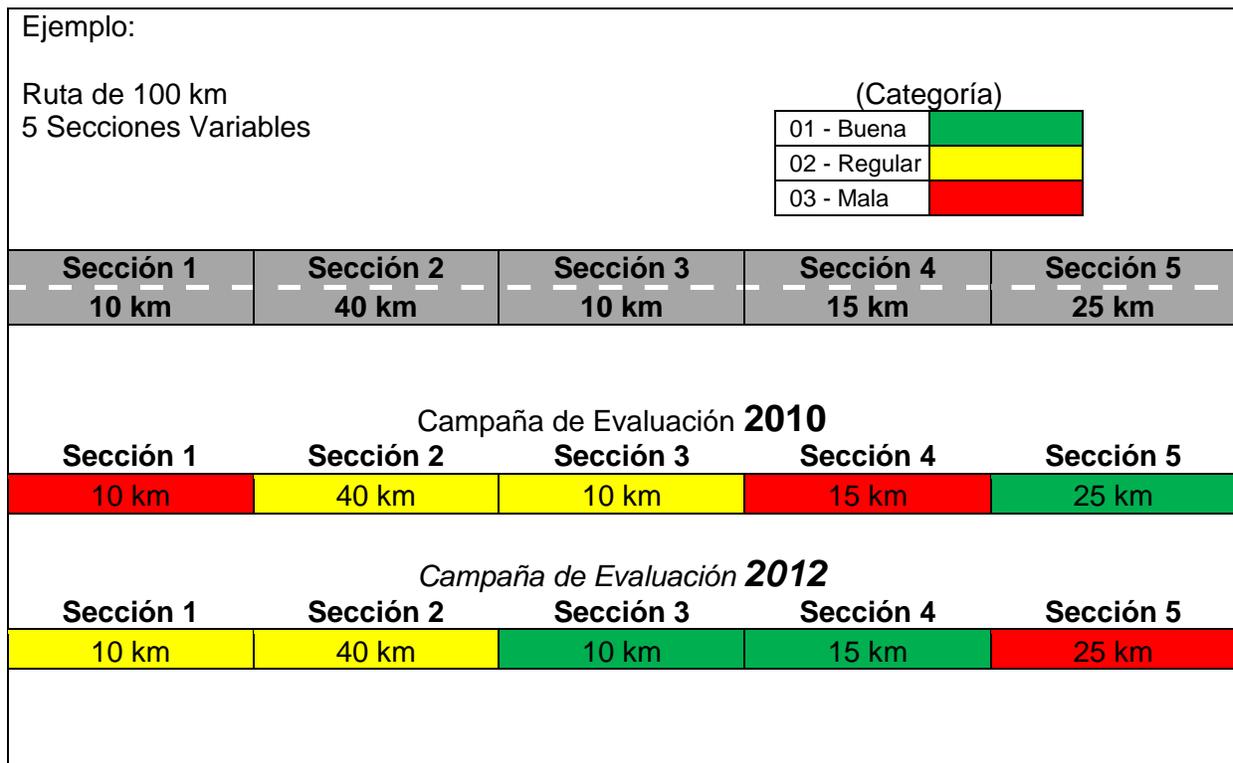


Figura 36. Ejemplo de distribución espacial de mediciones en una ruta de 100 km

Como se puede observar en la figura anterior la única sección que mantiene su condición inicial es la Sección 2 de 40 km, las secciones 1, 3 y 4 mejoran su condición en 1 o 2 categorías según sea el caso. Del ejemplo se desprende que este nivel de detalle implicaría la revisión de más de 800 secciones de control que componen la Red Vial Pavimentada.

Para establecer la evolución de las condiciones de la ruta de 100 km en el tiempo, se ejemplifica a través de la Figura 37, donde se comparan metodologías para analizar en forma temporal los indicadores asociados a cada sección de la ruta.

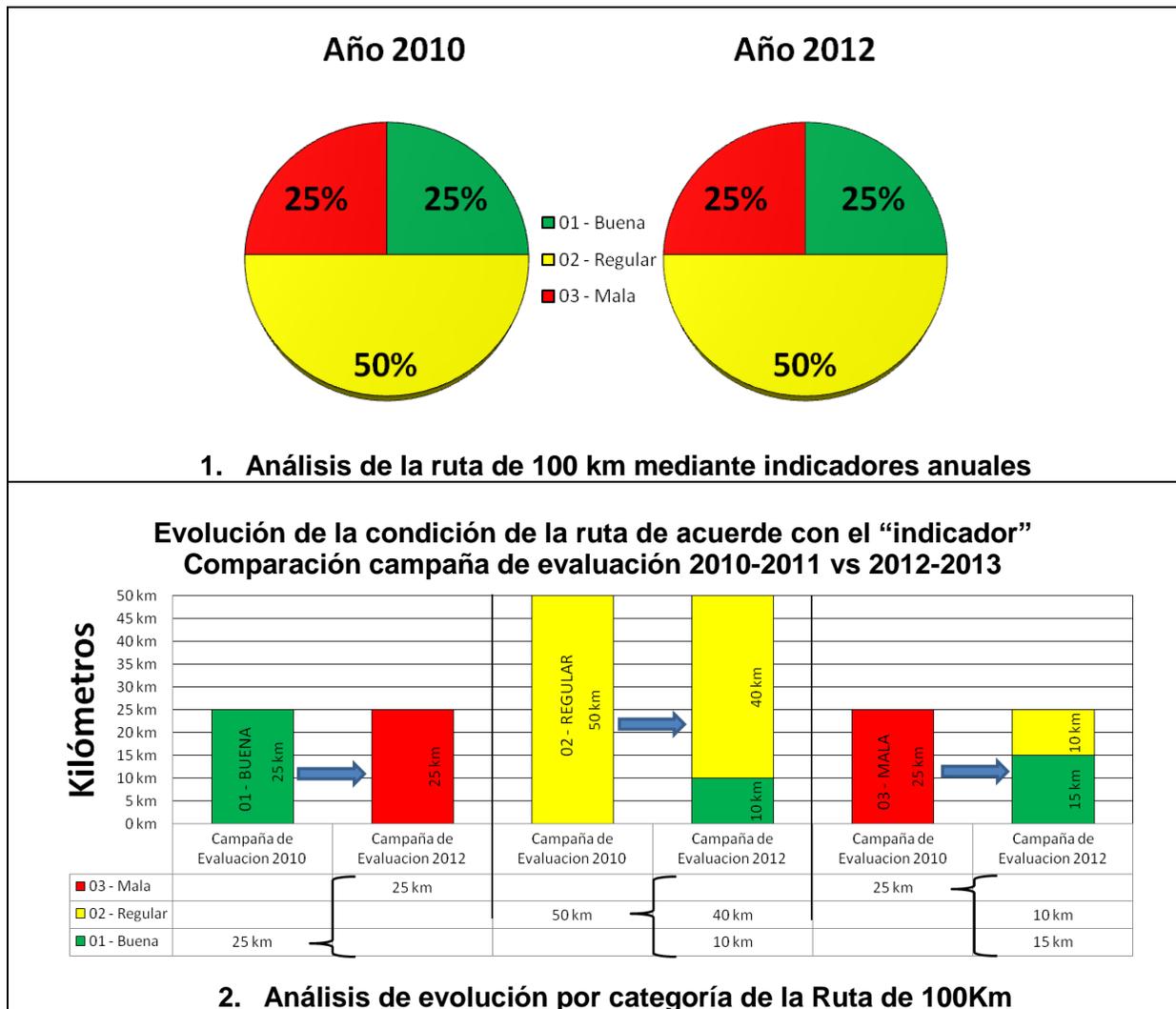


Figura 37. Ejemplo de métodos de análisis temporales de indicadores en ruta de 100 km.

En la Figura 37, se observa cómo si analizamos el resultado de la condición por medio de gráficas generales de pastel podríamos interpretar que no ha habido cambio alguno en la condición de la ruta, sin embargo, el análisis de evolución por categoría muestra como los 25 km que se encontraban en buena condición en el 2010 se deterioraron por completo en el 2012; de los 50 km en condición regular en el 2010 se observa como 10 km se lograron mejorar a condición buena, los restantes 40 km mantuvieron la condición regular. Finalmente de los 25 km que se encontraban en mala condición en el 2010, 10 km pasaron a una condición moderada y 15 km a buena. Al emplear el segundo tipo de análisis, se busca dar una mejor interpretación del dinamismo presente en la Red Vial Nacional Pavimentada.

### 3.6 COMPARACIÓN DE LOS INDICADORES DE LA RED VIAL 2010-2011 Y 2012-2013

En este apartado se procede con el análisis de los indicadores de la red vial derivados de los equipos de medición de alto desempeño.

#### 3.6.1 Comparación de indicadores de la red vial 2010-2011 y 2012-2013 según la condición de deflexiones (FWD)

Para el análisis de las categorías de deflexiones, la Tabla 15 muestra los datos totales de cada categoría de deflexión en la Red Vial Nacional, se puede observar como las longitudes evaluadas difieren entre evaluaciones, generalmente un mejor conocimiento de la red permite incrementar las secciones que se incluyen en el análisis.

Tabla 15: Resultados obtenidos en FWD, campañas 2010-2011 y 2012-2013

Rango de deflexiones FWD	Campaña 2010-2011		Campaña 2012-2013		
	km Comparables	%	km Comparables	km Nuevos	%
Bajas	3 960,92	85,0	4 126,10	292,62	87,9
Moderadas	307,20	6,6	212,37	44,70	5,1
Altas	238,78	5,1	219,06	8,92	4,5
Muy Altas	154,58	3,3	103,94	20,63	2,5
Longitud Total	4 661,48 km		5 028,34 km		

La Figura 38. muestra el comportamiento y evolución de las categorías de deflexión tomando como base los resultados que se obtuvieron en la campaña de evaluación 2010-2011 y se contrastan con los resultados obtenidos en la evaluación 2012-2013.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 79 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

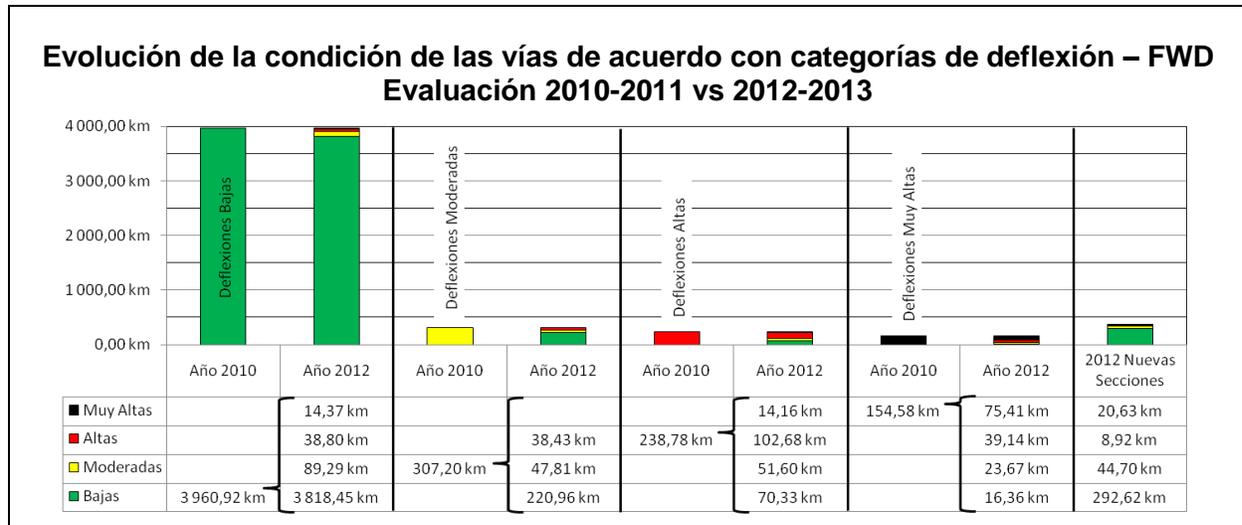


Figura 38. Evolución de las categorías de deflexión en la Red Vial Nacional

Del análisis de la Figura 38 se observa que de 3 960,92 km que presentaban bajas deflexiones en el año 2010, solamente 3 818,45 km lograron mantener su condición. Los restantes 142,46 km se deterioraron acorde con la siguiente distribución: 89,29 km presentan actualmente deflexiones moderadas, 38,8 km perdieron capacidad estructural y se presentan condiciones de muy baja capacidad estructural en los restantes 14,37 km.

Al agrupar los 307,20 km que presentaban capacidad estructural moderada (deflexiones moderadas) en el año 2010, se observa como 47,81 km mantuvieron esta condición, se deterioraron 38,43 km con deflexiones altas en el 2012 y los restantes 220,96 km caen en la categoría de bajas deflexiones lo cual implica una mejora de la condición en estos kilómetros para el 2012.

De los 238,78 km que en el 2010 poseían la categoría de deflexiones altas se lograron mejorar 70,33 km a la condición de deflexiones bajas en el 2012. Con un grado menor de mejora se tienen 51,60 km con deflexiones moderadas; se deterioraron 14,16 km que calificaron con deflexiones muy altas en el 2012; y los restantes 102,68 km mantuvieron la condición de deflexión alta.

Finalmente se tienen los 154,58 km con deflexiones muy altas en el 2010, donde las mejoras se dieron en 16,36 km con deflexiones bajas y 23,67 km con deflexiones moderadas en el 2012, los 39,14 km que pasaron a deflexiones altas puede considerarse que recibieron una mejora en su categoría pero su impacto real debe analizarse en función de la eficiencia en el uso de recursos.

Al comparar las evaluaciones 2010-2011 y 2012-2013 podemos establecer que 4 044,35 km mantuvieron su condición independiente de la categoría, se presentó un deterioro real de 195 06 km y una mejora de las condiciones de deflexión en 422,06 km; en el año 2012 se evaluaron un total de 366,87 km más que en la evaluación 2010-2011.

### 3.6.2 Comparación de indicadores de la red vial 2010-2011 y 2012-2013 según la condición de regularidad superficial (IRI)

La Tabla 16 muestra los resultados obtenidos en ambas evaluaciones, y la Figura 39 muestra la evolución de la condición en la red vial relacionado con los rangos de IRI.

Tabla 16: Resultados obtenidos en IRI, campañas 2010-2011 y 2012-2013

Rango IRI	Campaña 2010-2011		Campaña 2012-2013		
	Km Comparables	%	km Comparables	km Nuevos	%
0 - 1,0 m/km	0	0	0		0
1,0 - 1,9 m/km	69,33	1,4	149,39		2,8
1,9 - 3,6 m/km	1 750,45	34,2	1623,88	94,07	32,6
3,6 - 6,4 m/km	2 288,37	44,7	2257,87	35,66	43,3
Mayor 6,4 m/km	1 007,25	19,7	1084,25	34,78	21,3
<b>Longitud Total</b>	<b>5115.39 km</b>		<b>5279,90 km</b>		

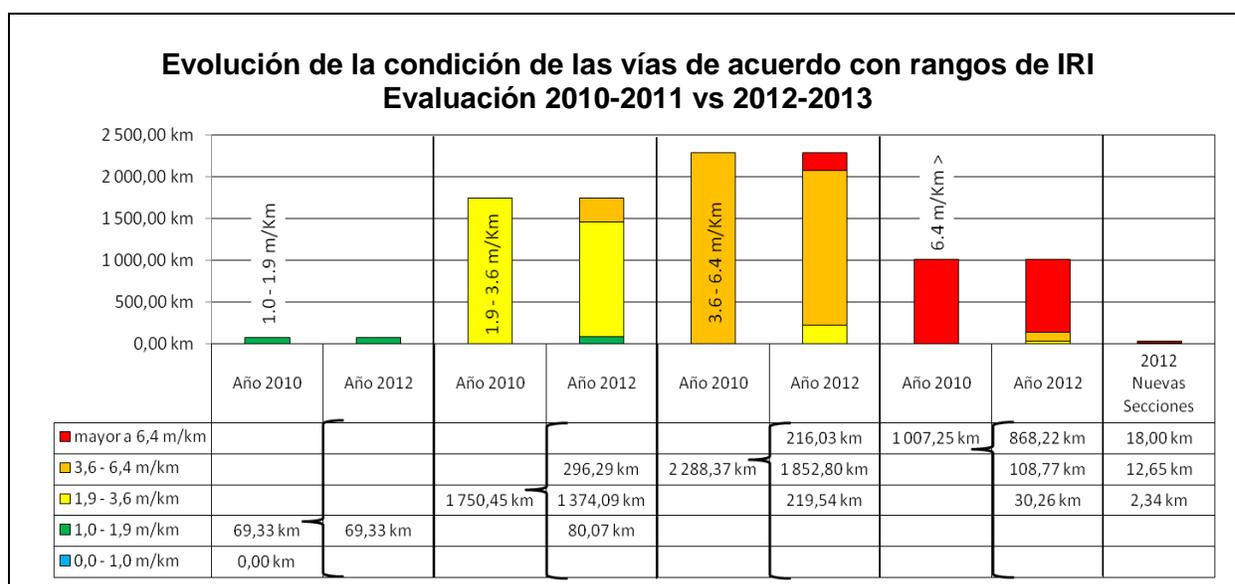


Figura 39. Evolución de las deflexiones en la Red Vial Nacional

De la Figura 39 se concluye que los 69,33 km que se encontraban entre 1,0 - 1,9 m/km en el 2010, se mantuvo constante esta condición. El rango definido entre 1,9 - 3,6 m/km muestra



variaciones de deterioro en 296,29 km, se consiguen mantener 1 374,09 km y se mejoran 80,7 km. Para los 2 288,37 km que se encontraban entre 3,6 - 6,4 m/km en el 2010, se observa un deterioro de 216,03 km, se mantienen 1 852,8 km en el mismo rango del 2010 y se logra una mejora de 219,54 km. De las secciones de control que presentaron valores de IRI superiores a 6,4 m/km en el 2010, un total de 30,26 km presentaron una mejora sustancial, cerca de 108,77 km presentan una mejora parcial pero aún muestran valores de IRI inaceptables para una ruta nacional, los restantes 868,22 km se mantienen en rangos de IRI superiores a 6,4 m/km equivalentes a una condición funcional muy deficiente.

Se puede resumir que, en la campaña de evaluación 2012-2013 con respecto a la campaña 2010-2011, mantuvieron su rango de IRI al menos 4 164,44 km, se presentó un deterioro general de 512,32 km y se mejoró un total de 438,63 km. En la presente evaluación se contabilizan 164,51 km que no fueron valorados en la campaña 2010-2011.

### ***3.6.3 Comparación de indicadores de la red vial 2010-2011 y 2012-2013 según la resistencia al deslizamiento o Grip Number.***

Como parámetro el Grip Number se asocia con elementos de seguridad, pero su análisis a Nivel de Red y las características de este ensayo solo permiten evaluar aquellas secciones o rutas donde la regularidad lo permita, es decir, en rutas o secciones con valores de IRI inferiores a 4,0 m/km.

En la campaña de evaluación 2010-2011 se registran 2 392,56 km y en la campaña de evaluación del año 2012-2013 un total de 1 918,24 km lo cual es consistente con los resultados de IRI obtenidos en la evaluación del año 2012-2013, ya que se ha presentado un deterioro de la condición superficial que impide la realización del ensayo de resistencia en las mismas secciones y consecuentemente se evalúan nuevas secciones.

La Tabla 17 muestra los resultados obtenidos en ambas evaluaciones. Se observa que en la campaña 2010-2011 la segunda columna de kilómetros evaluados en el 2010 no se puede comparar con los resultados de la evaluación 2012-2013 debido a que el valor de IRI de esas secciones supero el límite de 4,0 m/km y se consideran kilómetros no evaluables para el 2012.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 82 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

Tabla 17: Resultados obtenidos en Grip Number, campañas 2010-2011 y 2012-2013

Rango de Grip Number	Campaña 2010-2011			Campaña 2012-2013		
	Km Comparables	Km 2010	%	Km Comparables	Km Nuevos	%
> 0,78	107,46	111,93	9,2	0,73	15,97	0,87
0,6 - 0,78	386,51	418,26	33,6	677,40	327,20	52,4
0,5 - 0,6	451,71	301,80	31,5	425,26	162,14	30,6
< 0,5	401,60	213,29	25,7	243,94	65,66	16,1
Longitud Total	2,392.56 km			1,918.24 km		



Figura 40. Evolución del Grip Number en la Red Vial Nacional

En la Figura 40 solamente se grafican los 1 347,28 km comparables. Los nuevos kilómetros evaluados para el 2012 equivalen a 570,96 km. En la Figura 40 no se grafican los 1 045,28 km restantes de Tabla 17 puesto que no fueron evaluables en el 2012 y no se puede establecer su evolución.

De los 107,46 km que presentaban valores de Grip Number > 0,78 en la evaluación del 2010-2011, solamente se mantuvieron 700 metros, los restantes 106,77 km muestran deterioro en este indicador. Para los 386,51 km con Grip Number entre 0,6 - 0,78 en el 2010, se logra mantener esta condición en 298,17 km, los restantes 88,34 km se deterioraron y perdieron capacidad de colaborar con el frenado de los vehículos. Para los 451,71 km con valores de Grip Number entre 0,5 - 0,6 se logra una mejora de 208,94 km, mantienen su condición 212,52 km y se da un deterioro de 30,25 km. Los 401,6 km que se encontraban por debajo de < 0,5 en Grip Number se relacionan con una mala condición agarre superficial y mantienen esta categoría 185,69 km; se logran mejoras en los restantes 215,91 km.

### 3.7 ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL POR ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN Y ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LA INVERSIÓN REALIZADA 2010-2011 Y 2012-2013

A diferencia de los análisis anteriores realizados con base en los indicadores de condición de la red vial de forma independiente, este apartado se concentra en emplear las herramientas de gestión del apartado 0, donde se analiza la condición y evolución de las vías de acuerdo con las Estrategias Generales de Intervención Recomendadas y se combina con la inversión total derivada de la Base de Datos de Estimaciones de Obra Vial desarrollada en el LanammeUCR, a fin de establecer la evolución de la Red Vial y el nivel de inversión realizado para obtener la condición descrita por los indicadores a nivel de Red. De esta forma se puede correlacionar de forma directa el efecto real de la inversión con la condición de la red vial. Es posible entonces determinar la eficiencia de las labores realizadas tales como bacheos y sobrecapas; y valorar si este tipo de intervenciones resultan en una adecuada estrategia para rescatar la red vial, o de lo contrario, brindar información para que la Administración pueda reformular el plan de intervención, orientándolo hacia actividades más acordes con las verdaderas necesidades de las carreteras y aumentar la eficiencia de la inversión.

Tabla 18: Resumen de Estrategias de Intervención recomendadas. Campañas de evaluación 2010-2011 y 2012-2013

Estrategia de Intervención Recomendada	2010-2011		2012-2013		
	Km Comparables	%	Km Comparables	Km Nuevos	%
Mantenimiento Preservación	1616,98	35,2	1597,63	157,40	35,1
Mantenimiento Recuperación IRI	2306,00	50,2	2469,35	165,74	52,8
Análisis a nivel de Proyecto	57,93	1,3	2,02		0,04
Rehabilitación Menor	246,56	5,4	203,85	48,48	5,1
Rehabilitación Mayor	113,56	2,5	107,24	8,92	2,3
Reconstrucción	253,11	5,5	214,08	20,63	4,7
<b>Longitud Total</b>	<b>4594.17 km</b>		<b>4995.34 km</b>		

La base del análisis se centra en los valores de la Tabla 18. La tabla muestra la cantidad de kilómetros y sus respectivos porcentajes con las diferentes recomendaciones del tipo de intervención para la cual eran candidatos los distintos tramos de la Red Vial Nacional, tanto para los años 2010 – 2011 como para los años 2012-2013.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 84 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------



En términos generales se puede observar cómo la Red Vial Nacional se mantiene prácticamente igual de una evaluación a otra, sin embargo, al realizar un análisis de la inversión ejecutada para lograr este efecto se puede evaluar la efectividad real de la misma.

### **3.7.1 Análisis de la Inversión total en Red Vial comparando la condición Estrategias de Intervención Recomendadas 2010-2011 vs 2012-2013**

Para mantener un esquema de análisis similar al de los indicadores se tomará como base los resultados de la campaña de evaluación 2010-2011 y se compararán con los nuevos datos obtenidos en la campaña 2012-2013. Las 6 actividades generales de intervención se desglosarán de la siguiente forma:

- Tabla 19: Contiene los datos de las secciones de control cuya estrategia general de intervención recomendada en los años 2010-2011, calificaba como Mantenimiento de Preservación o Mantenimiento de Recuperación de IRI.
- Tabla 20: Contiene los datos de las secciones de control cuya estrategia general de intervención recomendada en los años 2010-2011, calificaba como Rehabilitación Menor o Rehabilitación mayor.
- Tabla 21: Contiene los datos de las secciones de control cuya estrategia general de intervención recomendada en los años 2010-2011, calificaba como Reconstrucción y muestra las secciones que no fueron calificadas mediante estrategias en la campaña 2010-2011.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 85 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

Tabla 19: Evolución de secciones recomendadas para Mantenimiento en el 2010.

Estrategia Recomendada de Intervención 2010		Estrategia Recomendada de Intervención 2012	Longitud (km)	Conteo de Secciones	Inversión (millones)	Inversión Total (millones)	Inversión Relativa (millones/km)
1 616,98 km Mantenimiento Preservación	▶	Mantenimiento Preservación	1 358,60	165	₡ 13 764,20	₡ 15 634,10	₡ 10,13
	▶	Mantenimiento Recuperación IRI	216,70	26	₡ 1 782,00		₡ 8,22
	▶	Rehabilitación Menor	33,40	3	₡ 87,80		₡ 2,62
	▶	Rehabilitación Mayor	8,28	1	-		-
2 306,01 km Mantenimiento Recuperación IRI	▶	Mantenimiento Preservación	185,84	26	₡ 10 256,30	₡ 32 837,10	₡ 55,18
	▶	Mantenimiento Recuperación IRI	2 019,34	325	₡ 21 604,50		₡ 10,70
	▶	Análisis a nivel de Proyecto	1,13	1	-		-
	▶	Rehabilitación Menor	54,81	19	₡ 661,00		₡ 12,06
	▶	Rehabilitación Mayor	31,26	6	₡ 57,10		₡ 1,83
	▶	Reconstrucción	13,63	4	₡ 258,20		₡ 18,94

De la Tabla 19 se observa que 1617 km calificaban como Mantenimiento de Preservación en el año 2010. Se puede observar que con base a la inversión realizada, 1358.62 km lograron mantener esta condición y equivalen a 165 secciones de control. La inversión total realizada de acuerdo con la base de datos del LanammeUCR fue de ₡ 13 764,20 millones. La inversión relativa fue de ₡ 10.13 millones/kilómetro. Los restantes 258.3 km equivalen a 30 secciones de control que recibieron una inversión total de ₡1 869,80 millones sin lograr mantener la condición de mantenimiento de preservación.

En forma similar los 2 306,01 km que calificaron para Mantenimiento de Recuperación de IRI en el 2010, lograron mejorar 185,84 km, equivalentes a 26 secciones de control. La inversión total realizada para obtener esta mejora equivale a ₡ 10 256,30 millones y la tasa de inversión relativa fue de ₡ 55.18 millones/kilómetro. Por su parte 2 019,34 km, equivalentes a 325 secciones de control, mantuvieron la condición del 2010 al invertir ₡ 21 604,50 millones, con una tasa de inversión de ₡ 10.7 millones/kilómetro. Los restantes 100,83 km, equivalentes a 30 secciones de control, recibieron una inversión total de ₡ 976,3 millones y



mostraron un mayor deterioro, adicionalmente la inversión de ₡ 258,2 millones destinados a 13,63 km que pasan a una condición de reconstrucción a pesar de la inversión realizada, mostrando una pérdida tanto de capacidad estructural como funcional.

Los resultados mostrados en la Tabla 20 requieren de un análisis más detallado, ya que las estrategias de mantenimiento y conservación tienen por objetivo mantener y mejorar la condición de la Red Vial Nacional en aquellas rutas cuya condición permita labores de ese tipo. Una mejora se ha considerado como aquella inversión que consiguió pasar de la ventana de operación de “rehabilitación” a la ventana de operación de “mantenimiento”, donde se logró una mejora significativa en la capacidad estructural y el valor de IRI mejoró logrando un aumento en la capacidad funcional de la vía; la condición de Mantenimiento de Preservación reúne estas características, por su parte la ventana de operación de Mantenimiento de Recuperación de IRI tiene una capacidad estructural adecuada pero la condición funcional no es la óptima, por lo que se ha denominado esta evolución como una mejora parcial.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 87 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

Tabla 20: Evolución de secciones recomendadas para Rehabilitación o Análisis en el 2010.

Estrategia Recomendada de Intervención 2010		Estrategia Recomendada de Intervención 2012	Longitud (km)	Conteo de Secciones	Inversión (millones)	Inversión Total (millones)	Inversión Relativa (millones/km)
57,93 km Análisis a nivel de Proyecto	▶	Mantenimiento Preservación	33,29	6	₡ 340,10	₡ 520,60	₡ 10,22
	▶	Mantenimiento Recuperación IRI	15,43	1	₡ 129,20		₡ 8,37
	▶	Rehabilitación Menor	0,45	1	₡ 0,20		₡ 0,44
	▶	Rehabilitación Mayor	8,75	2	₡ 51,10		₡ 5,84
246,56 km Rehabilitación Menor	▶	Mantenimiento Preservación	15,88	2	₡ 1 401,00	₡ 2 553,20	₡ 88,22
	▶	Mantenimiento Recuperación IRI	156,36	33	₡ 841,70		₡ 5,38
	▶	Rehabilitación Menor	44,64	11	₡ 114,20		₡ 2,55
	▶	Rehabilitación Mayor	14,52	5	₡ 176,50		₡ 12,16
	▶	Reconstrucción	15,16	7	₡ 19,70		₡ 1,30
113,56 km Rehabilitación Mayor	▶	Mantenimiento Preservación	0,88	1	₡ 2,60	₡ 3 518,70	₡ 2,95
	▶	Mantenimiento Recuperación IRI	25,15	6	₡ 89,20		₡ 3,55
	▶	Análisis a nivel de Proyecto	0,89	1	₡ 6,50		₡ 7,30
	▶	Rehabilitación Menor	18,16	6	₡ 159,60		₡ 8,79
	▶	Rehabilitación Mayor	39,13	8	₡ 2 918,80		₡ 74,59
	▶	Reconstrucción	29,36	4	₡ 342,00		₡ 11,65

De los 57,93 km que calificaron como análisis a nivel de proyecto; 33,29 km mejoraron su condición hasta ser candidatos a mantenimiento de preservación, en este caso la inversión alcanzó los ₡ 340,10 millones. Para una sección de 15,43 km, la inversión fue de ₡ 129,2 millones, donde una mejora en la condición funcional pasa a ser la principal necesidad. Los restantes 9,20 km se deterioraron a pesar de una inversión de ₡ 51,3 millones.

De los 246,56 km que se recomendaron para rehabilitaciones menores en el 2010, lograron mejorar 15.9 km, con una inversión realizada que alcanza los ₡ 1 401,00 millones y una inversión relativa de ₡ 88,22 millones/kilómetro lo cual constituye el valor más alto de inversión relativa registrada en este informe. Adicionalmente 156.4 km pasaron a la ventana

de Mantenimiento de Recuperación de IRI con una inversión de ₡ 841,7 millones y una inversión relativa de ₡ 5,4 millones/kilómetro, así mismo, 44.6 km mantuvieron una condición de Rehabilitación Menor y la inversión fue de ₡ 114,2 millones. Finalmente 29,7 km se deterioraron con respecto a la condición de rehabilitación menor luego de una inversión de ₡ 196,2 millones distribuidos en 12 secciones de control.

En relación con las labores de rehabilitación mayor recomendadas en el informe de evaluación del año 2010, y por el grado de deterioro de las rutas, era necesario un nivel de intervención mayor, el cual no está comprendido en las labores de normales de mantenimiento y conservación que realiza el CONAVI. Debido a esto, un total de 7 secciones que abarcan 26,03 km recibieron inversiones de ₡ 91.7 millones y su nueva calificación recae en labores de mantenimiento. Además se llevaron a cabo inversiones por un monto de ₡ 3,067.8 millones, los cuales se distribuyeron en 39.13 y la condición de rehabilitación mayor se mantuvo constante, con una inversión relativa de ₡ 78.4 millones/kilómetro.

Tabla 21: Evolución de secciones recomendadas para Reconstrucción en el 2010

Estrategia Recomendada de Intervención 2010		Estrategia Recomendada de Intervención 2012	Longitud (km)	Conteo de Secciones	Inversión (millones)	Inversión Total (millones)	Inversión Relativa (millones/km)
253,11 km Reconstrucción	▶	Mantenimiento Preservación	3,12	1	₡ 146,30	₡ 2 909,70	₡ 46,89
	▶	Mantenimiento Recuperación IRI	36,34	10	₡ 1 699,20		₡ 46,76
	▶	Rehabilitación Menor	52,44	6	₡ 247,30		₡ 4,72
	▶	Rehabilitación Mayor	5,29	2	₡ 90,40		₡ 17,09
	▶	Reconstrucción	155,93	38	₡ 726,50		₡ 4,66
401,17 km Secciones no valoradas mediante estrategias en el 2010	▶	Mantenimiento Preservación	157,40	14	₡ 208,20	₡ 1 771,00	₡ 1,32
	▶	Mantenimiento Recuperación IRI	165,74	33	₡ 1 022,40		₡ 6,17
	▶	Rehabilitación Menor	48,48	10	₡ 478,10		₡ 9,86
	▶	Rehabilitación Mayor	8,92	2	₡ 0,50		₡ 0,06
	▶	Reconstrucción	20,63	7	₡ 61,90		₡ 3,00



En la tabla Tabla 21 se muestra con base en los datos del año 2010, 253,11 km fueron recomendados para reconstrucción. Un total de 39.4 km, equivalentes a 11 secciones de control, pasan a la ventana de operación de mantenimiento, empleando inversiones relativas de ₡ 46,83 millones/kilómetro con una inversión total de ₡ 1 845,50 millones. Los restantes 213,64 km se distribuyen en rehabilitación menor (52,44 km), rehabilitación mayor (5,29 km) o se mantienen en reconstrucción (155,93 km). Los montos invertidos suman ₡ 1 064,2 millones.

Para observar de forma gráfica la información recopilada en la Tabla 19, Tabla 20 y Tabla 21 se emplea la Figura 41 que resume la evolución de la condición de las vías en función de las estrategias de intervención recomendadas comparando las propuestas derivadas de la información evaluada en la campaña 2010-2011 vs la campaña de evaluación 2012-2013.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 90 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

**Evolución de la condición de las vías de acuerdo con las Estrategias Generales de Intervención  
Evaluación 2010-2011 vs 2012-2013**

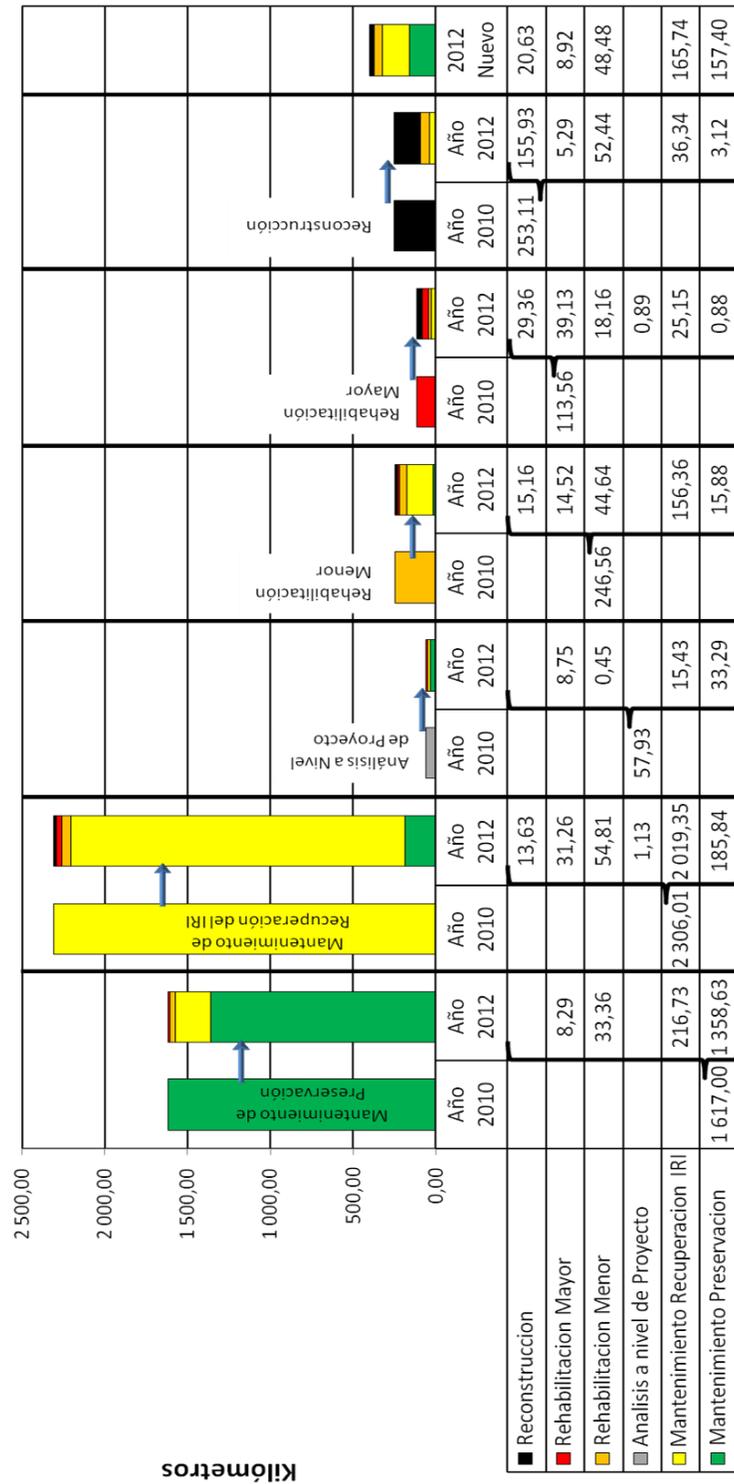


Figura 41. Evolución de las Vías de acuerdo con las Estrategias de Intervención Recomendadas, comparación entre campañas de evaluación 2010-2011 y 2012-2013



Luego de analizar la evolución en la condición de las rutas y la inversión realizada se puede observar que aunque la condición global de la Red Vial Nacional se mantiene prácticamente invariable desde el año 2010, los efectos de la inversión revelan deficiencias significativas en la gestión de la inversión y el mantenimiento de los activos viales. Así se evidencia que las labores de conservación vial que realiza el CONAVI han logrado “estabilizar” la condición de la Red Vial Nacional, pero en algunos casos se han invertido enormes cantidades de dinero en rutas cuya condición final es de alta fragilidad o con altos niveles de deterioro, logrando apenas una mejora parcial, esto debido a que requerían de otro tipo de intervención tales como reconstrucciones o rehabilitaciones y en muchos casos, se evidencia cómo las labores de conservación, por medio de sobrecapas delgadas y bacheos, no logran un efecto real en la recuperación de la Red Vial Nacional.

En el siguiente apartado se puede observar el efecto logrado con las inversiones realizadas y permite establecer la eficiencia de la inversión, mediante la Figura 42, Figura 43, Figura 44, Figura 45 y Figura 46.

### ***3.7.2 Análisis del efecto de la inversión considerando las Estrategias de Intervención Recomendadas en el año 2010-2011***

Este apartado muestra la nueva condición de las carreteras en el período 2012-2013 y se verifica la inversión total empleada para obtener el estado actual de la Red Vial.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 92 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

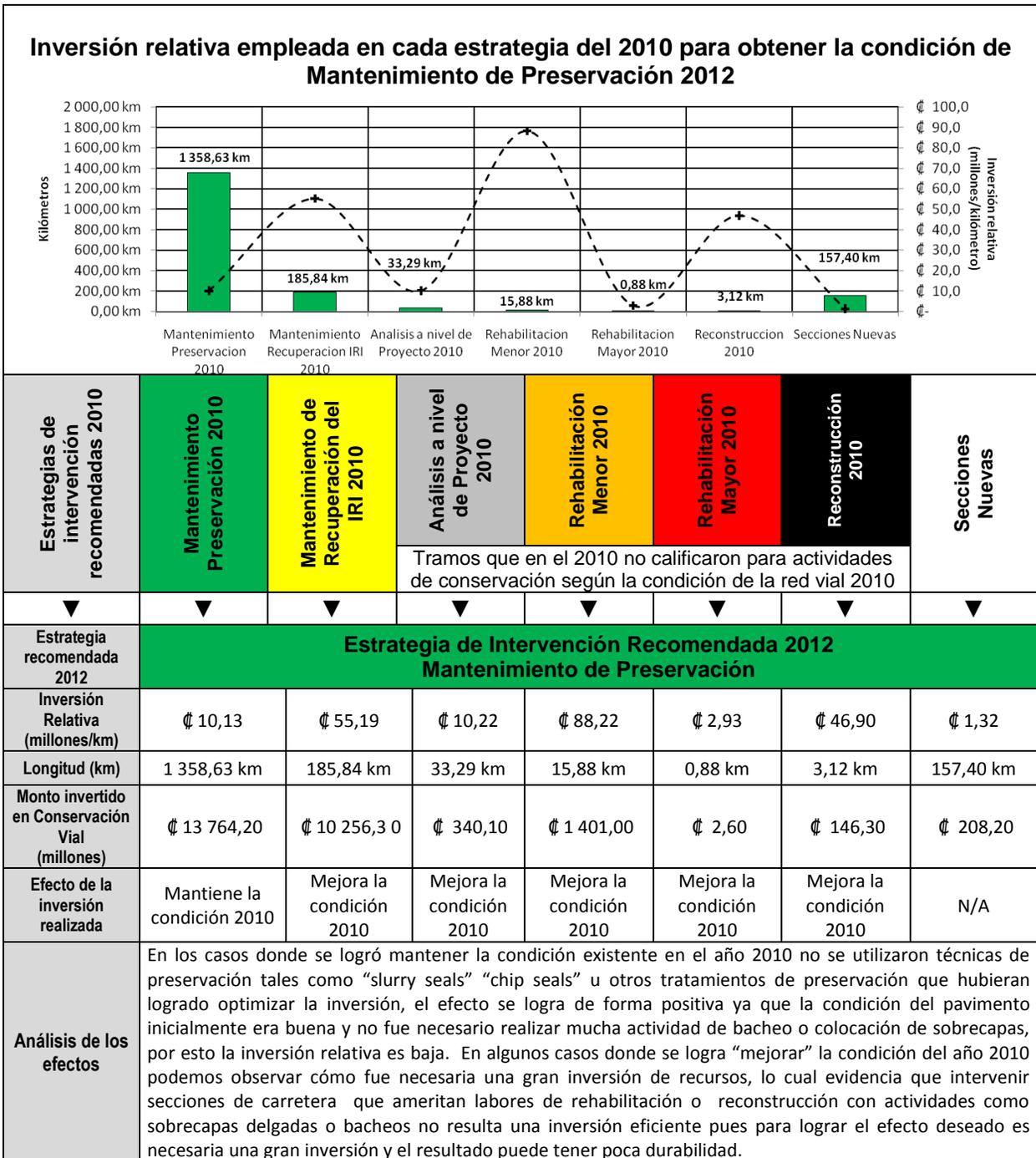


Figura 42. Análisis de la Inversión Relativa para las secciones control cuya Estrategia de Intervención Recomendada calificó como Mantenimiento de Preservación 2012

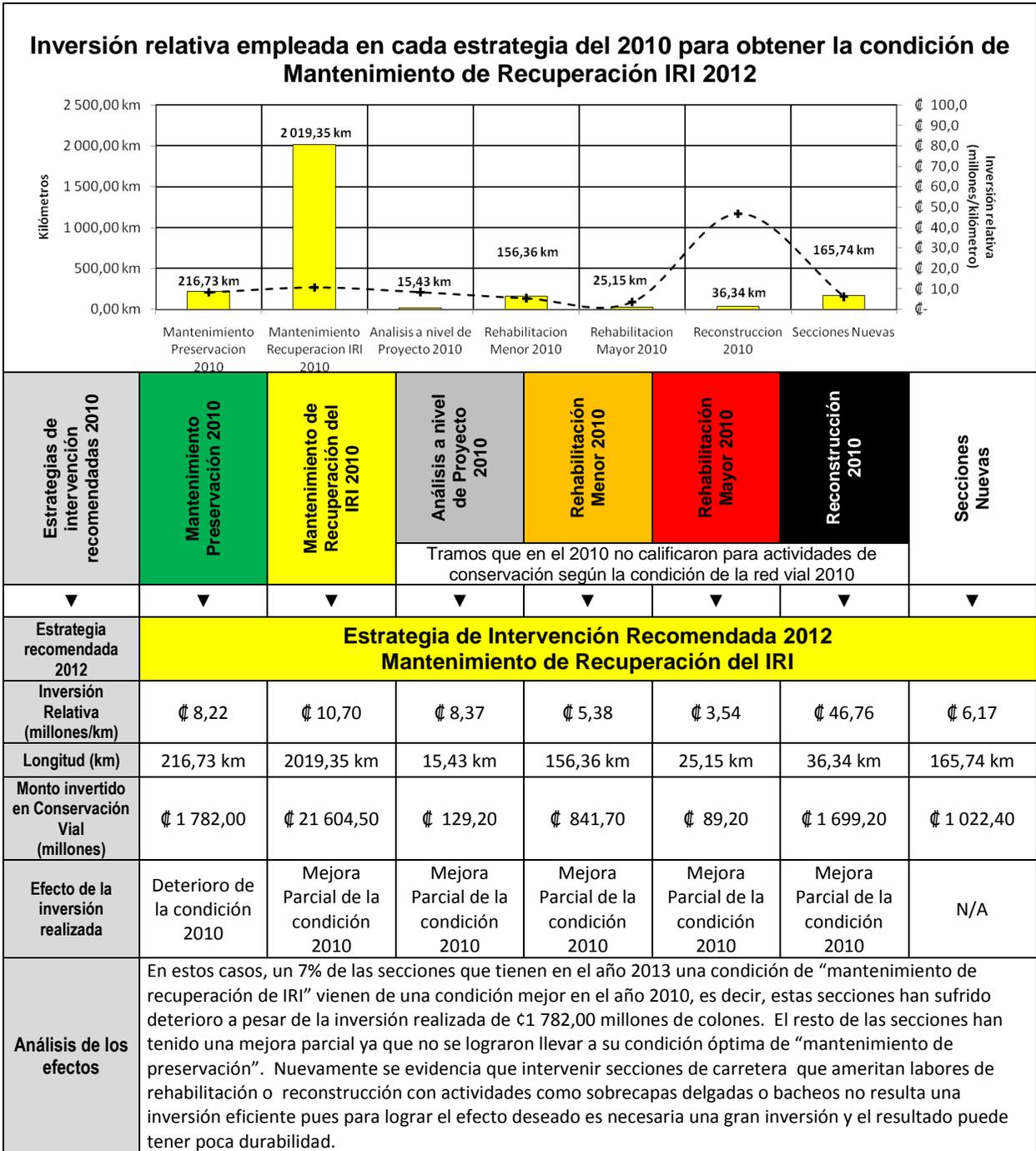


Figura 43. Análisis de la Inversión Relativa para las secciones control cuya Estrategia de Intervención Recomendada calificó como Mantenimiento de Recuperación IRI 2012

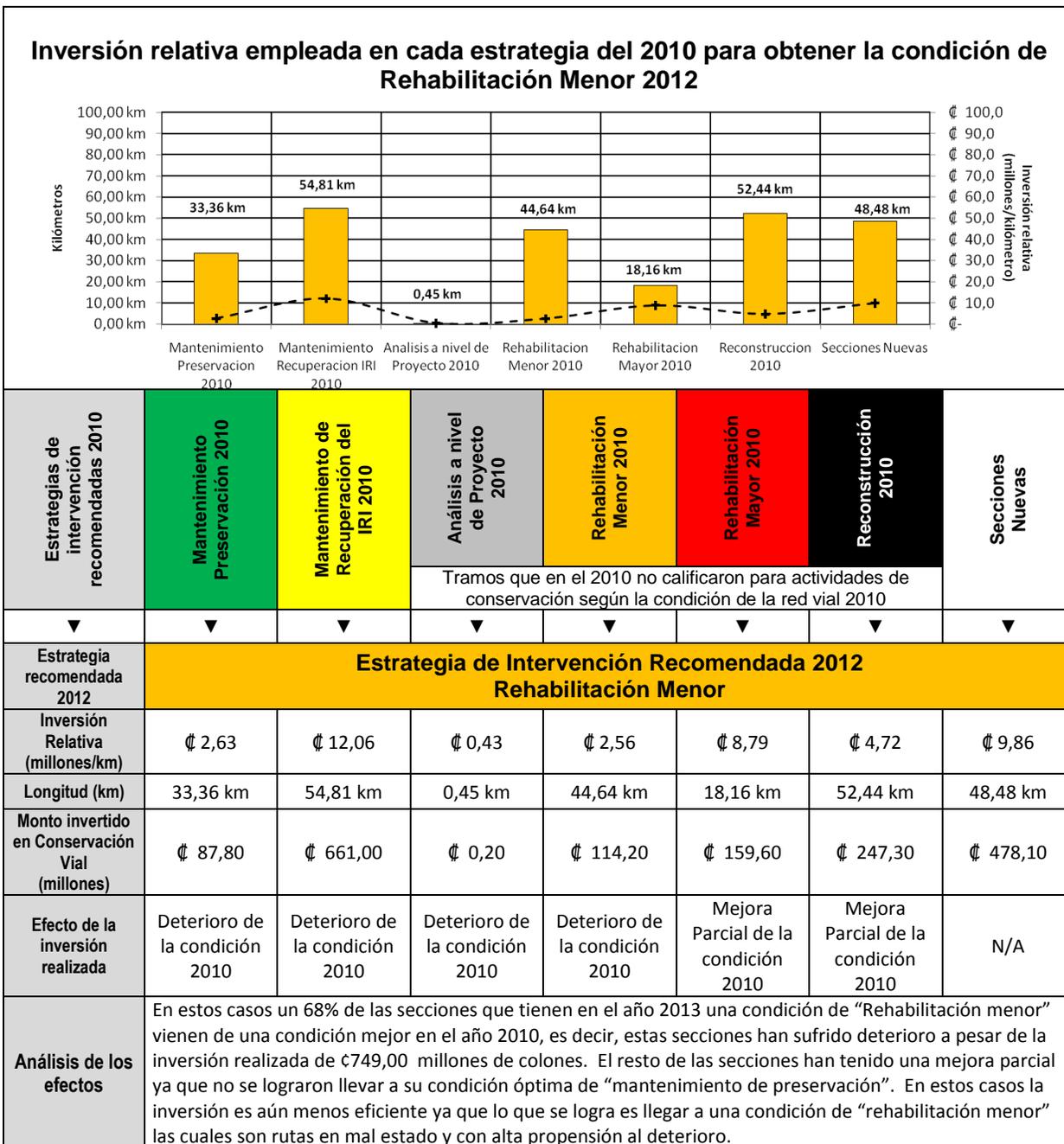


Figura 44. Análisis de la Inversión Relativa para las secciones control cuya Estrategia de Intervención Recomendada calificó como Rehabilitación Menor 2012

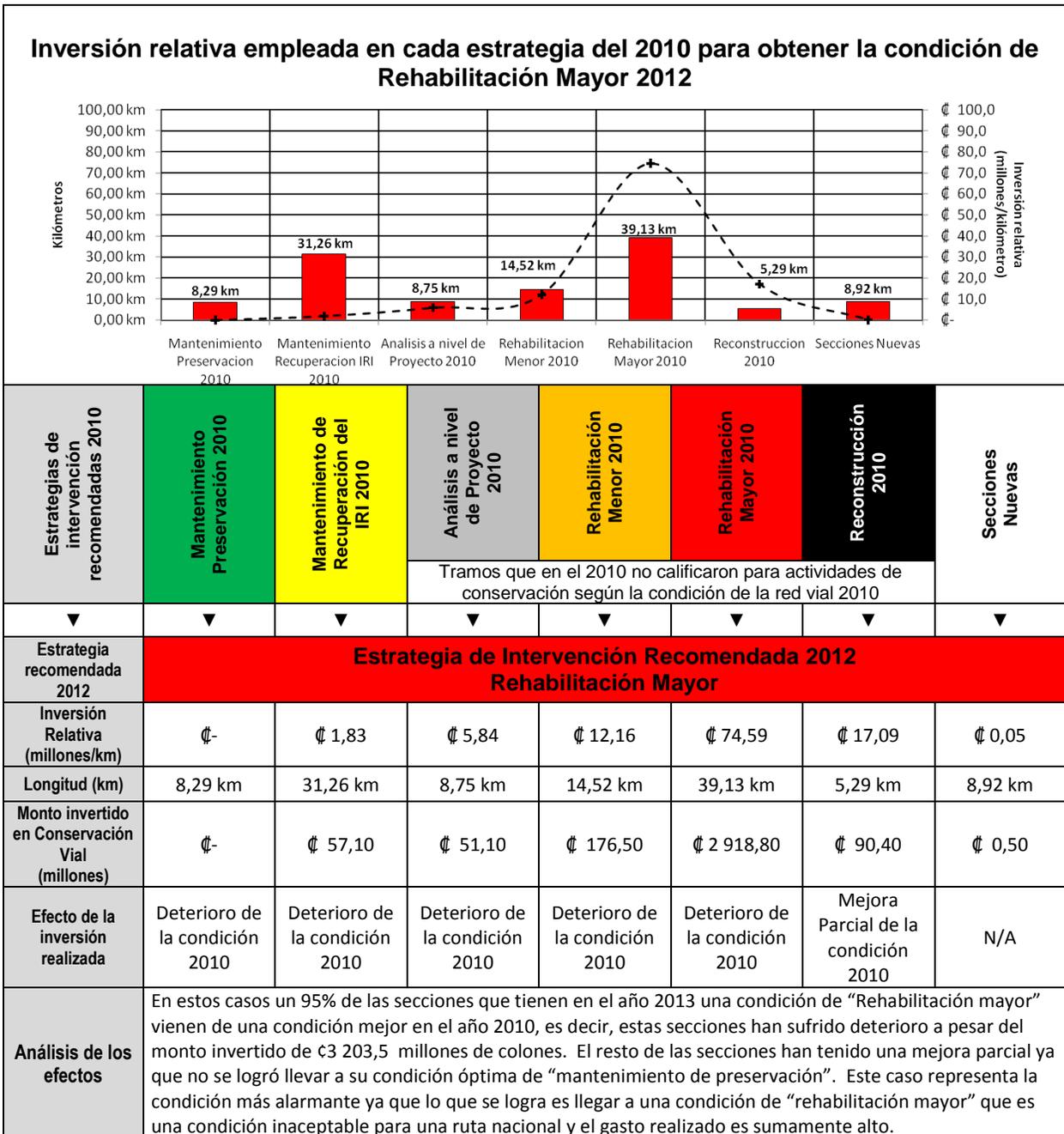


Figura 45. Análisis de la Inversión Relativa para las secciones control cuya Estrategia de Intervención Recomendada calificó como Rehabilitación Mayor 2012

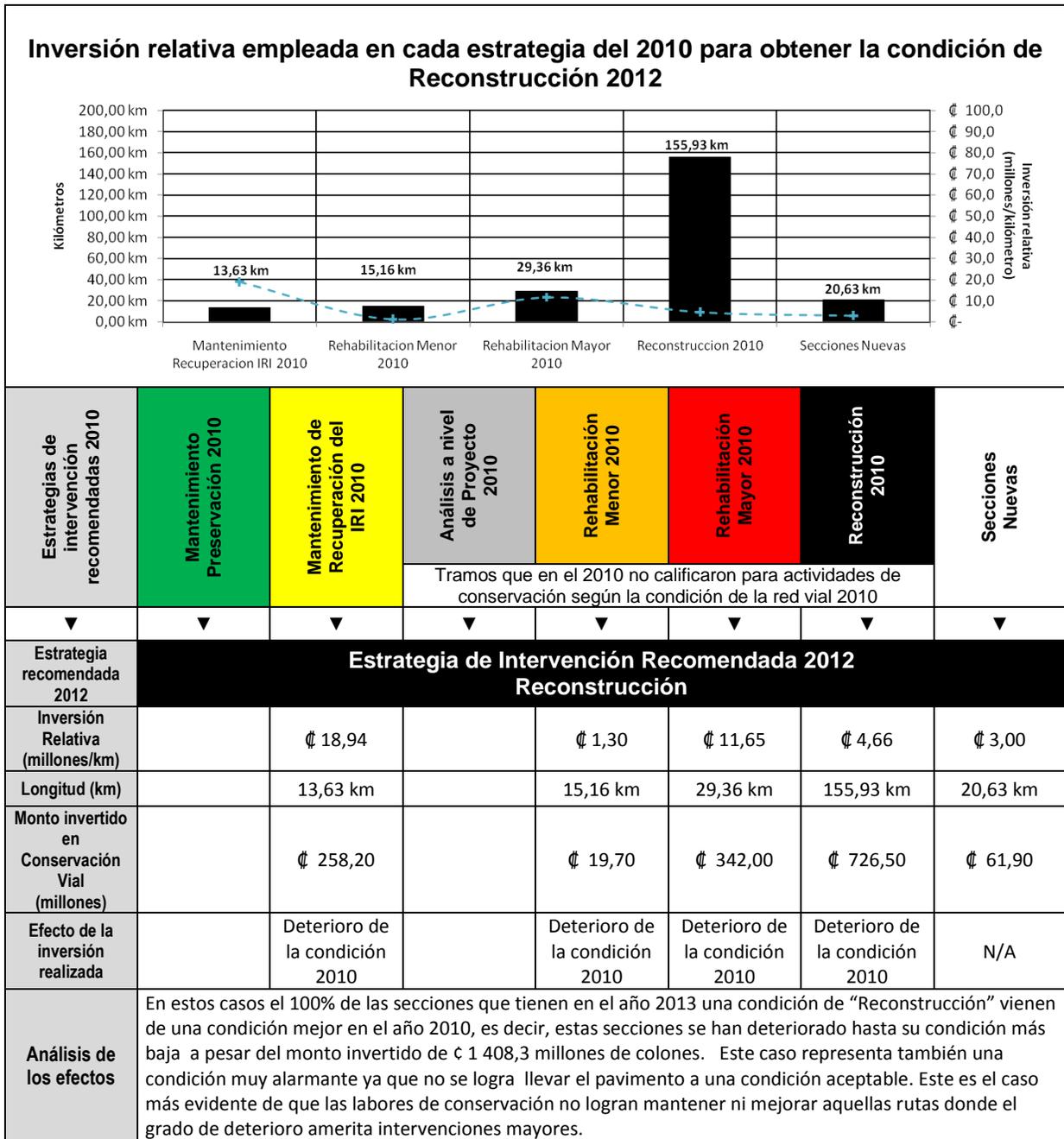


Figura 46. Análisis de la Inversión Relativa para las secciones control cuya Estrategia de Intervención Recomendada calificó como Reconstrucción 2012

Tabla 22: Análisis de la mejoría y la eficiencia en la inversión. Tabla resumen.

ANALISIS MEJORA	Inversión que logra efectos positivos en la Red Vial Nacional		Inversión que no logra los efectos deseados en la condición de la Red Vial Nacional (posibilidad de mejoras en el proceso de gestión de la Red Vial Nacional)		TOTALES (km)
	Longitud (km)	Inversión (miles de millones)	Longitud (km)	Inversión (miles de millones)	
MANTIENE LA CONDICION	1 358,60	¢ 13,8	-	-	1 358,6
MEJORA LA CONDICION	185,80	¢ 10,3	53,2	¢ 1,9	239,0
MEJORA PARCIAL DE LA CONDICION	2 019,30	¢ 21,6	310,1	¢ 3,3	2 329,4
DETERIORO DE LA CONDICION	-	-	667,1	¢ 7,2	667,1
Totales Generales	<b>3 563,70 km</b>	<b>¢ 45,7</b>	<b>1 030,4 km</b>	<b>¢ 12,4</b>	<b>4 594,2</b>

En la Tabla 22 se puede observar cómo 1 030,4 km de la Red Vial Nacional (22.4%) la inversión realizada de ¢ 12 400,00 millones, un 22% del total de la inversión en los proyectos de conservación vial, no logra los efectos deseados en cuanto a la recuperación de la Red Vial Nacional. Aunque se pueden observar algunas mejorías, éstas se logran en rutas donde la condición de deterioro ameritaba intervenciones mayores, tales como rehabilitaciones o reconstrucciones y que fueron intervenidas básicamente con actividades de conservación tales como sobrecapas delgadas o bacheos, lo cual implicó una enorme inversión. Dado que existen actividades mucho más eficientes para mantener y recuperar una red vial como la Red Vial Nacional, no se pueden considerar estas mejoras como una inversión óptima de los recursos, así mismo, las mejoras observadas se concentraron mayoritariamente en actividades que impactan solo la superficie del pavimento, por lo que existe una gran fragilidad de las rutas y una alta probabilidad que estas intervenciones no tengan la durabilidad deseada.

Tomando en consideración el efecto de las inversiones, la longitud de las vías y la cantidad de dinero invertido es posible establecer niveles de eficiencia de la inversión, tal como se muestra en el mapa siguiente:

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 98 de 108
----------------------------	---------------------------------	------------------

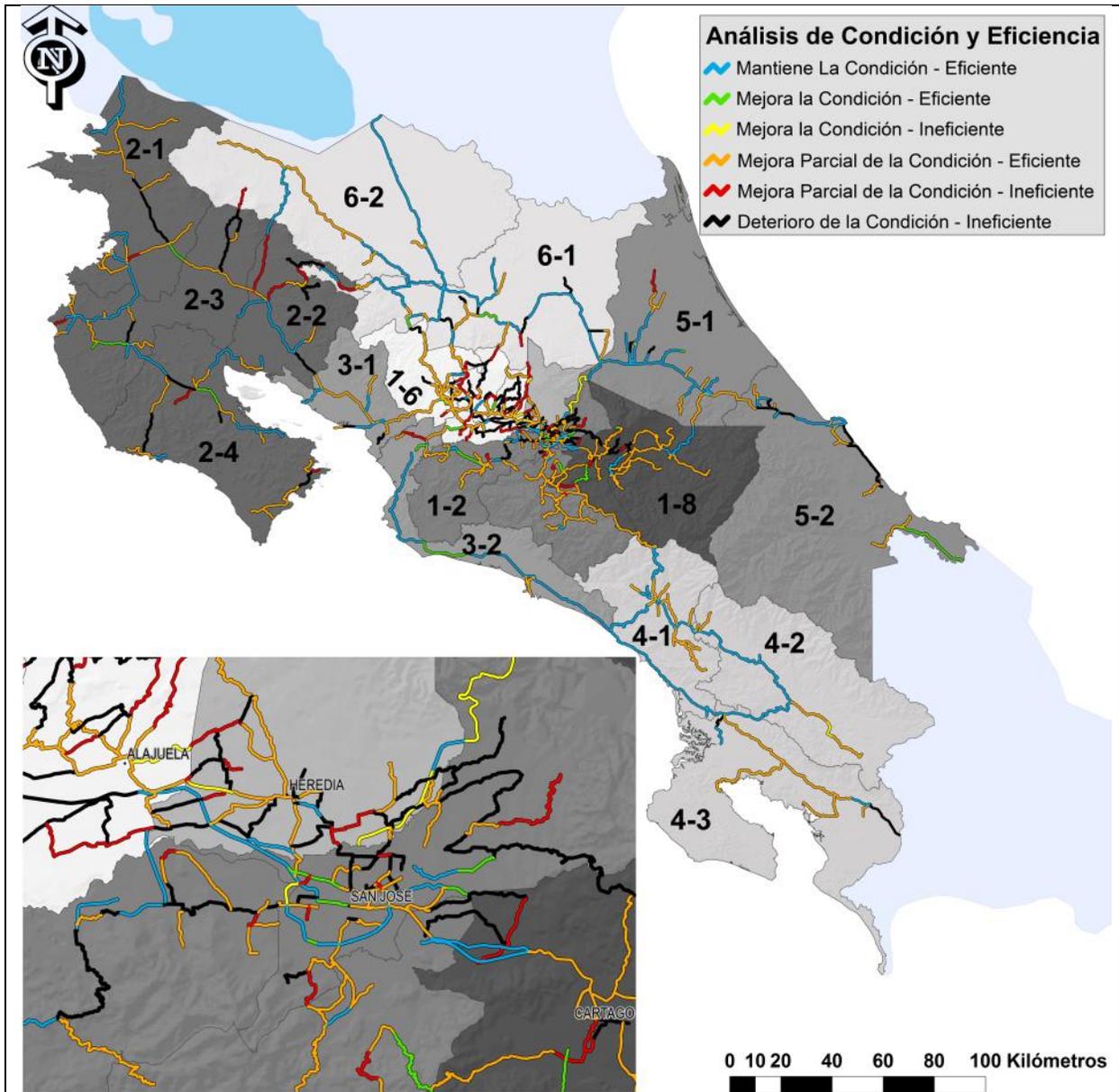


Figura 47. Mapa de análisis de condición y eficiencia basado en la evolución de las secciones de control con base en las estrategias recomendadas de intervención



# CAPITULO 4

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 100 de 108
----------------------------	---------------------------------	-------------------



## 4.1 CONCLUSIONES

### 4.1.1 *Capacidad estructural de la Red Vial Nacional*

La capacidad estructural de la Red Vial Nacional, es decir, la capacidad que tienen las carreteras de resistir las cargas de los vehículos sin fallar es en la mayoría de sus rutas aceptable. Un 87,9% de la red presenta una buena capacidad estructural y el restante 12,1% si requiere de intervenciones importantes y de alto costo para recuperar la capacidad de las vías.

### 4.1.2 *Capacidad funcional de la Red Vial Nacional*

La capacidad funcional de las vías es medida mediante los valores del índice de regularidad internacional (IRI). Los resultados de la evaluación revelan que la Red Vial Nacional posee muy bajos estándares de regularidad, los cuales están asociados a elevados costos de operación vehicular para los usuarios, bajas velocidades de operación y altos niveles de congestión y de contaminación ambiental.

### 4.1.3 *Resistencia al deslizamiento en la Red Vial Nacional*

La evaluación de la resistencia al deslizamiento solo puede evaluarse en pavimentos con bajos niveles de deterioro superficial, en esta evaluación solo pudieron evaluarse 1 918,2 km ya que los restantes 3 361,71 km tenían elevados niveles de deterioro que impedían su evaluación con Grip tester. Los resultados muestran un 16,1% de la Red Vial en condiciones de muy deslizante ante la presencia de humedad, un 30,6% en condición deslizante, un 52,4% en condición poco deslizante y un 0,87% en buena condición.

### 4.1.4 *Comparación de resultados entre las evaluaciones 2010 y 2012*

La comparación de resultados muestra una red vial que en términos generales ha mantenido su condición casi sin variaciones importantes desde el año 2010, sin embargo, el análisis de la evolución de la Red Vial Nacional muestra la misma tendencia que en el año 2010, con una lenta propensión al deterioro, condición que queda evidenciada en el tipo de deterioros que se han presentado y por el elevado monto de las inversiones necesarias para mantener la condición actual.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 101 de 108
----------------------------	---------------------------------	-------------------



#### **4.1.5 Cálculo de las notas de calidad para la red vial Nacional**

La aplicación de la metodología para definición de notas de calidad en los distintos tramos de la red vial nacional reveló que un 35.2% califican como Q1 y Q2 y presentan una condición en su mayoría de pavimentos donde la capacidad estructural sigue siendo muy buena, sin embargo, el nivel de regularidad superficial se ha desplazado a una condición de “regular” donde la calidad del manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y se pueden presentar problemas para transitar a altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en los pavimentos flexibles pueden incluir deformaciones en la mezcla asfáltica, parches y agrietamientos de severidad baja. Estos pavimentos son candidatos a intervenciones de tipo mantenimiento de preservación de bajo costo, enfocadas en corregir la pérdida de capacidad funcional, tales como tratamientos de preservación tipo “slurry seals”, “chip seals” o micropavimentos.

Adicionalmente, un 38.5% de las rutas presentan pavimentos donde la calidad de la superficie asfáltica se ha deteriorado hasta un punto en que puede afectarse la velocidad de tránsito, aún en condiciones de flujo libre. Bajo estas circunstancias, las capas de ruedo de mezcla asfáltica caliente (M.A.C.), pueden tener grandes baches y grietas profundas; incluyendo pérdida de agregados, agrietamientos y ahuellamientos, lo que ocurre en más de un 50% de la superficie. Aunque la capacidad estructural es buena (se mantiene un buena condición de las capas de subyacentes) la condición de deterioro funcional es de tal severidad que la durabilidad de los pavimentos se disminuye, aumentando la tasa de deterioro estructural de forma elevada. Debido al deterioro de la capa de ruedo estos pavimentos pasarán a las categorías **M-RF** o **Q7** en el mediano plazo. Estos pavimentos son candidatos a intervenciones de tipo mantenimiento de mediano costo que deberían estar enfocadas a atender la pérdida de capacidad funcional en el corto plazo.

El restante 26.3% de la red vial presenta condiciones variadas que representan en su mayoría pavimentos en una situación de extremo deterioro. Dichos caminos pueden ser transitados a velocidades muy reducidas y con considerables problemas de manejo, debido a que existen grandes baches y grietas profundas en la carpeta asfáltica.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 102 de 108
----------------------------	---------------------------------	-------------------



#### **4.1.6 Definición de las estrategias de intervención para la red vial Nacional**

Los resultados revelan una red vial con alto porcentaje de secciones candidatas a intervenciones del tipo mantenimiento de preservación (35.2%) lo cual indica una buena oportunidad de introducir y fomentar en Costa Rica actividades del tipo sellos asfálticos, como las mencionadas en la definición de “mantenimiento de preservación”. Adicionalmente un importante porcentaje (>52%) son candidatos a intervenciones que deben tender a una recuperación de la capacidad funcional, es decir, mejorar el confort, disminuir el impacto en los costos de operación vehicular para el usuario, mejorar las condiciones de ruedo para seguridad vial y las velocidades de circulación así como en la disminución de contaminación por gases, congestión y por exceso de ruido. De la misma manera las labores de rehabilitación mayor, menor y reconstrucción suman aproximadamente un 12% de las rutas nacionales.

#### **4.1.7 Análisis de la inversión en la Red Vial Nacional**

El estudio realizado muestra un total de 364 estimaciones de pago, realizadas por el CONAVI, que suman un monto total de inversión de ₡ 66 393 308 633,00 en el periodo comprendido entre noviembre del año 2010 y agosto del año 2012. La siguiente información se puede extraer de los datos recabados:

- La zona de conservación vial donde se dio la mayor inversión es la correspondiente a la zona 4-2, ubicada en la Región IV-Brunca, provincia de Puntarenas y asignada a la empresa Constructora Hernán Solís. La inversión realizada corresponde a un total de ₡ 6 563 647 930,00; concentrada básicamente en actividades de colocación de material de préstamo (203(8)) por un total de ₡ 1 810 976 892,00; colocación de sobrecapas (M45 (A)) por un total de ₡1 298 212 515,00 y bacheos con mezcla asfáltica en caliente (M41(a)) por un total de ₡520 557 883,00.
- La mayor inversión se concentró en las actividades de colocación de sobrecapas y bacheo con mezcla asfáltica en caliente, cerca del 38.5% del total de la inversión, las cuales constituyen actividades destinadas a conservación vial con poca capacidad de lograr efectos positivos en rutas donde la condición amerita intervenciones mayores, del tipo de rehabilitación o de reconstrucción.
- La mayor inversión proveniente del fondo vial se dio entre los meses de agosto y noviembre del año 2011, es decir, al finalizar la época lluviosa, donde se esperaría

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 103 de 108
----------------------------	---------------------------------	-------------------



una condición de mayor deterioro de la red vial, lo cual no se considera como lo óptimo ya que es una época de difícil coordinación de las labores y que tiende a minimizar el rendimiento y la calidad de las obras por efectos del agua de la lluvia.

- En términos generales se puede evidenciar que las intervenciones en la Red Vial Nacional no responden a una estrategia clara de rescate de la condición de las vías. No se ha incorporado el concepto básico de “ventanas de operación” el cual establece que aquellas rutas calificadas como candidatos a intervenciones tipo rehabilitación o reconstrucción no deberían ser intervenidas con labores de conservación vial ya que esto implica una alta inversión con resultados poco durables y por lo tanto, poco eficientes, esto queda claramente evidenciado ya que cerca de un 22% del total de la inversión en los proyectos de conservación vial, no logran los efectos deseados en cuanto a la recuperación de la Red Vial Nacional, pues se pasó de una condición mejor en el 2010 a una peor en el 2012, a pesar de la inversión realizada. Dado que existen actividades mucho más eficientes para mantener y recuperar una red vial como la Red Vial Nacional, no se pueden considerar las mejoras detectadas como una inversión óptima de los recursos, así mismo, las mejoras observadas se concentraron en actividades que impactan solo la superficie del pavimento, por lo que existe una gran fragilidad de las rutas y una alta probabilidad que estas intervenciones no tengan la durabilidad deseada.
- Los resultados demuestran la urgente necesidad de iniciar el proceso de implementación de un sistema de gestión de activos, iniciando por su principal elemento, que es la gestión de pavimentos, tal como lo indicó la Contraloría General de la República en el informe conjunto CGR- LanammeUCR del 21 de diciembre de 2007 (DFOE-OP-14-2007). Los datos demuestran que las inversiones realizadas no tienen un impacto real y sostenible en la recuperación de la Red Vial Nacional y queda aún mucho camino por delante en la búsqueda de la eficiencia de la inversión en carreteras.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 104 de 108
----------------------------	---------------------------------	-------------------



## 4.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda al MOPT, CONAVI, COSEVI y otras entidades relacionadas con el sector vial implementar un sistema de gestión vial, efectivo, con el debido soporte técnico y programa de inversión a largo plazo, que garantice la recuperación, desarrollo, la sostenibilidad del patrimonio vial y una mayor seguridad vial en un umbral de 10 años, objetivo que requiere el país para dar soporte a su desarrollo económico y social. No se podrá mejorar la calidad de la inversión realizada en la red de carreteras con el mismo estilo de gestión que se ha venido utilizando hasta ahora, ya que el presente informe demuestra un avance casi nulo para recuperar la red vial pavimentada entre 2010 y 2012.

Se recomienda definir las políticas de gestión de infraestructura vial con una visión de largo plazo, que trasciendan los periodos de gobierno (4 años), y que plantee objetivos para la infraestructura vial de manera integrada; no enfocándose únicamente en los pavimentos y obras asociadas, sino buscando que el transporte terrestre se convierta en un sistema ágil, económico, eficiente, seguro y suficiente para impulsar el desarrollo nacional y la calidad de vida de los costarricenses.

Es importante que las instituciones MOPT-CONAVI-COSEVI empiecen a analizar los tramos de pavimento deslizante que se han detectado en esta evaluación para aplicar tecnología moderna como lechadas asfálticas, nuevas mezclas asfálticas o mejoramientos de la superficie de ruedo que permitan a los vehículos y a sus conductores, contar con mejor rozamiento para el frenado y la estabilidad en curvas. Esto contribuiría sensiblemente a reducir los accidentes de tránsito en nuestro país.

Es importante la implementación de bases de datos unificadas que permitan una adecuada trazabilidad de las inversiones y de esta forma poder evaluar la efectividad de las mismas en la condición de la red vial. Estos sistemas deben ser endémicos del CONAVI y deben ser sostenibles en el tiempo de forma que se promueva la transparencia de la inversión de los fondos públicos.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 105 de 108
----------------------------	---------------------------------	-------------------



## BIBLIOGRAFIA

1. Aguilar, I. (1997) "Análisis de vulnerabilidad hidrológica de la carretera Interamericana, tramo La Georgina-San Isidro". Tesis. UCR.
2. Chacón, G. (2000) "Zonificación de la amenaza en la Carretera Interamericana Sur por deslizamiento de suelo y roca, asociados con lluvias intensas y sismos" Informe Final del Proyecto de Graduación, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.
3. Kanji, M. (2001) "Metodología para estimar la vulnerabilidad del terreno con relación a flujos de detritos". I Simposio Internacional de Movimientos en masa, Cuenca-Ecuador. Mayo.
4. LanammeUCR, Informe Proyecto N° UI-PE-03-08, Variaciones a los rangos de clasificación de la red vial nacional de Costa Rica, Unidad de Investigación, Año 2008.
5. LanammeUCR, Informe de Evaluación del la Red Vial Nacional año 2006, Pitra, años 2006, 2008, 2010.
6. López, W. (Agosto 2005) "Vulnerabilidad ante amenazas naturales de la Ruta Nacional No.32, Sección Siquirres-Limón". Informe final de proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciado en Ingeniería Civil. Universidad de Costa Rica.
7. Ulloa, A., Vargas, W.; Garro, J. (2007) "Vulnerabilidad Geotécnica de Rellenos en Carreteras de Montaña de Costa Rica" XIV CILA Habana, Cuba,.
8. Umaña, C. (Setiembre 2003) "Vulnerabilidad ante amenazas naturales de la Ruta Nacional No.10, tramo Turrialba-Siquirres". Informe final de proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciado en Ingeniería Civil. Universidad de Costa Rica.
9. Risk Management Solutions, Inc., 1997, Earthquake Loss Estimation Methodology - HAZUS97 Technical Manual, Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., USA.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 106 de 108
----------------------------	---------------------------------	-------------------



10. Rodríguez, E. (Agosto, 1989) “Revisión de métodos de Diseño hidrológico e hidráulico de alcantarillas para carreteras”. Informe final de proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciado en Ingeniería Civil. Universidad de Costa Rica.
11. Vargas, W. (2002) “Guía para elaborar perfiles de vulnerabilidad de infraestructura vial ante amenazas naturales” LANAMME. UCR.
12. Vargas, W.; Garro, J. (2003) “Gestión de riesgos naturales en infraestructura vial” LANAMME. UCR.
13. Vargas, W.; Garro, J. (2004) “Vulnerabilidad a deslizamientos, carretera interamericana sur, tramo San Isidro de Cartago – San Isidro de Perez Zeledón” Informe Final, LANAMME. UCR.
14. Vargas, W.; Garro, J. (2008) “Relación entre las características geométricas y la vulnerabilidad de algunas rutas de montaña en Costa Rica” I Congreso Ibero-Americano de Seguridad Vial (I CISEV). Costa Rica.

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 107 de 108
----------------------------	---------------------------------	-------------------

## ANEXOS

Se adjunta un disco compacto donde se resume la información de las secciones de control evaluadas y los datos recopilados durante la campaña de evaluación de la red vial nacional 2012-2013. Se muestra como ejemplo los datos recopilados para la sección 19002 que equivale a la primer sección de control de la ruta nacional 1.

<b>Información General</b>	<i>Sección de Control</i>	19002
	<i>Ruta</i>	1
	<i>Descripción</i>	SABANA ESTE(R.2)(R.27)(C.42)-LA URUCA(R.3)(HOTEL IRAZU)
	<i>Zona de Conservación</i>	1-9
	<i>LARGO</i>	2.489 km
<b>Indicadores y estrategias generales</b>	<i>Sensor D0 - FWD</i>	24.63
	<i>Valor IRI</i>	2.02
	<i>Grip Number</i>	0.65
	<i>Nota Q</i>	Q2
	<i>Estrategia Recomendada</i>	Mantenimiento Preservación
	<i>Estrategia Basada en Grip Number</i>	SS-ChS1 (TS1)
<b>Condición Inversión</b>	<i>Inversión relativa</i>	₡ 186.5 millones/Km
	<i>Inversión Total</i>	₡ 464.2 millones
	<i>Análisis de Condición</i>	MANTIENE LA CONDICION
	<i>E_Q_TEXT</i>	Q2 se mantiene
<b>Ítems de conservación vial derivados de la referencia. del Informe INF-PITRA-003-2013</b>	<i>M45_A</i>	₡ 435.9 millones
	<i>m41_a</i>	₡ 0.0 millones
	<i>M_304_4</i>	₡ 0.0 millones
	<i>308_1</i>	₡ 0.0 millones
	<i>203_8</i>	₡ 0.0 millones
	<i>M_609_2A</i>	₡ 0.0 millones
	<i>M45_E</i>	₡ 0.0 millones
	<i>M20_A</i>	₡ 3.0 millones
	<i>109_04</i>	₡ 0.0 millones
	<i>M_204_1</i>	₡ 0.0 millones
	<i>203_2</i>	₡ 0.0 millones
	<i>M41_D</i>	₡ 0.3 millones
	<i>206_1</i>	₡ 0.0 millones
	<i>m30_a</i>	₡ 0.0 millones
	<i>602A_1</i>	₡ 0.0 millones
<i>OTROS</i>	₡ 25.0 millones	

Informe INF-PITRA-003-2013	Fecha de emisión: junio de 2013	Página 108 de 108
----------------------------	---------------------------------	-------------------