

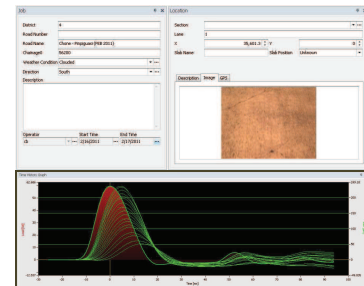
**PIONEERS AND LEADERS, BUILDING ADVANCED TECHNOLOGY TRADITION FOR GROUND ENGINEERING**  
**PIONEIROS E LIDERES, CONSTRUÇÃO DE UMA TRADIÇÃO DE TECNOLOGIA AVANÇADA PARA ENGENHARIA DA TERRA**  
**AT QUITO - ECUADOR AND MERCOSUR**      **EM QUITO - EQUADOR E O MERCOSUL**



**ESTUDIO:**

**RELEVAMIENTO DEFLECTOMÉTRICO CON SHWD,  
 AUSCULTACION DE CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES Y PROFUNDAS, DIAGNÓSTICO Y  
 EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS, RUTAS 21 y 24**

**INFORME FINAL**



**INFORME FINAL – ERLEVAMIENTO DE CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES, SUPERFICIALES, PROFUNDAS DE LOS PAVIMENTOS RUTAS 21 Y 24 - URUGUAY**

## INFORME FINAL

INDICE	PAGINA
<b>VOLUMEN 1</b>	
<b>1 ANTECEDENTES</b>	<b>02</b>
<b>2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS Y COMPLEMENTARIOS</b>	<b>03</b>
<b>3 ALCANCE</b>	<b>05</b>
<b>4 TECNOLOGIA</b>	<b>06</b>
<b>5 MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS TRABAJOS</b>	<b>07</b>
<b>6 RESULTADOS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES, SUPERFICIALES Y PROFUNDAS</b>	<b>11</b>
6.1 RESUMEN EJECUTIVO	11
6.2 DEFLEXIONES	12
6.3 IRI	15
6.4 SURCO DE HUELLA	18
6.5 ESPESORES	19
<b>7 RESULTADOS RETROCALCULO</b>	<b>45</b>
7.1 MODULOS DE ELASTICIDAD, VALOR K, EFICIENCIA DE JUNTAS Y PRESENCIA DE HUECOS	46
7.2 ZONIFICACION DE PAVIMENTOS	88
- TRAMOS HOMOGENEOS	
- IDENTIFICACION DE ZONAS DE CARACTERISTICAS SINGULARES	
7.3 RETROCÁLCULO ASISTIDO POR PROGRAMA DE ORDENADOR	93
- PARAMETROS, ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROGRAMA	
- MODULOS DE ELASTICIDAD	
- IDENTIFICACION DE CAPA CRÍTICA	
- CALCULO DE VIDA REMANENTE	
- EJEMPLOS NO VINCULANTES DE DISEÑO ASISTIDO DE REHABILITACION	
<b>8 MATRIZ DE ENTRADAS EVALUACION TECNICO - ECONOMICA</b>	<b>175</b>
<b>9 INVENTARIOS</b>	<b>177</b>
<b>10 CONCLUSIONES</b>	<b>183</b>
<b>VOLUMEN 2</b>	
ANEXOS AL INFORME FINAL	
1 ANEXO FOTOGRAFICO	
2 MANUAL EN ESPAÑOL DE LA METODOLOGIA	
3 MANUAL EN ESPAÑOL DEL PROGRAMA DE RETROCALCULO	
4 DOCUMENTOS DE CALIBRACION DE LOS EQUIPOS	
5 BITACORA DE OBRA	
6 RELACION DE CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE TRABAJO	
<b>VOLUMEN 3</b>	
REPORTES	
TOMO I RUTA 21	
1 DEFLEXIONES	
2 IRI	
3 SURCO DE HUELLA	
4 ESPESORES	
TOMO II RUTA 24	
1 DEFLEXIONES	
2 IRI	
3 SURCO DE HUELLA	
4 ESPESORES	

## INFORME FINAL

### 1. ANTECEDENTES

La CORPORACIÓN NACIONAL PARA EL DESARROLLO, es una persona jurídica de derecho público no estatal que tiene el encargo y las competencias por parte del estado uruguayo, para promover determinados proyectos de inversión, como son aquellos orientados a favorecer la funcionalidad e implantación de las actividades económicas en el territorio, mediante infraestructuras del transporte, sustentables en el mediano y largo plazos, destinadas a mejorar las diferentes realizaciones de la movilidad, tanto de personas, como de mercancías e información.

El Poder Ejecutivo de la República Oriental del Uruguay ha encomendado a la Corporación Nacional para el Desarrollo, la misión de desarrollar e impulsar un conjunto de proyectos para ser licitados en la modalidad regulada por la Ley Nº 18.786 de Participación Público Privada.

En ese contexto, un equipo de técnicos de la CND está analizando varios circuitos de carreteras actualmente gestionadas por la Dirección Nacional de Vialidad, para eventualmente incluirlos en esta nueva modalidad de contratos.

Es así que, mediante convenio suscrito con el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, la CND otorga asesoramiento para identificar áreas de oportunidad para la estructuración de proyectos de contratos de participación públicos privados. Así mismo y en orden de prioridades, lleva a efecto los estudios de factibilidad para el corredor vial que involucra los tramos de la Ruta 21, en el itinerario Nueva Palmira – Dolores – Mercedes; y, Ruta 24, entre las rutas 2 y 3.

En el marco de esas tareas, la CND requiere de la realización de un relevamiento del estado deflectométrico de algunos de esos circuitos, a los efectos de nutrirse de la información necesaria para los futuros diseños.

Mediante la aplicación de procedimientos en vigor, la CND realiza la invitación a ofertar a la compañía ECUATEST MERCOSUR LIMITADA, a fin de que, con base a la utilización de tecnología de punta que ha ingresado en el medio local y cumpliendo los criterios de calificación requeridos; resuelve su contratación para realizar el relevamiento y posterior análisis de la información de campo acerca del aporte estructural de los pavimentos existentes, mediante la medición de deflexiones de campo a nivel de proyecto y más objetivos complementarios, en un todo y de acuerdo a lo previsto en los Términos de Referencia.

## INFORME FINAL

Los trabajos, en cumplimiento con las obligaciones prescritas, se desarrollaron en el campo, en gabinete y en las oficinas de la CND, contando para ello con la supervisión técnica y la administración directa del contrato de consultoría, haciendo énfasis en el cumplimiento de plazos y la entrega de los productos establecidos.

El presente informe resume los alcances y contenidos de los estudios solicitados, incluyendo sus aspectos descriptivos, metodológicos y más aplicaciones tecnológicas, experimentales, teóricas y prácticas, en las que se fundamenta el conocimiento especializado en esta materia, de manera que se constituya en una herramienta efectiva para el trabajo interdisciplinario en materia de otras actividades de planificación, evaluación, prediseño, diseño e ingeniería de valor; tanto en el entorno de la actual Ley de Participación Público Privada, como de cualquier otra fuente de financiamiento.

Sin perjuicio de lo establecido en este documento y su carácter no vinculante para terceros, especialmente interesados en diligenciar procesos de contratación con el estado, el autor ofrece las explicaciones y aclaraciones a que hubiere lugar, respecto a sus contenidos, siempre a través de la CND y condicionado por la cláusula de confidencialidad que le obliga por contrato. Las autoridades, responsables de considerar, informar o habilitar la implementación de los proyectos materia de estudio, podrán solicitar la ampliación de los mismos o la realización de informes adicionales, siempre que los objetivos y alcances establecidos en el contrato y los términos de referencia, así lo permitan.

Se advierte que la información capturada como parte de las diferentes campañas de auscultación, solo corresponde a las rutas indicadas y a las condiciones en que se encontraron los pavimentos entre los meses de febrero y marzo de 2012, sin que sus resultados se puedan extrapolar en términos de temporalidad y para condiciones distintas a las que responden los reportes, aunque la explotación de los datos permita variadas posibilidades interpretativas

## 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS Y COMPLEMENTARIOS

El servicio de consultoría tendrá como objetivo asistir a la CND y a sus asesores técnicos en el relevamiento y posterior análisis de la información de campo acerca del aporte estructural del pavimento, mediante la medición de deflexiones a nivel proyecto.

Concretamente, se procura relevar los tramos correspondientes a la ruta 21 desde la ciudad de Nueva Palmira hasta la ciudad de Mercedes, y a la ruta 24 desde ruta 2 hasta ruta 3, de acuerdo a lo establecido en los Términos de Referencia del contrato.

## INFORME FINAL

### “ÍTEM 1: RELEVAMIENTO DEFLECTOMÉTRICO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y RÍGIDO

*El presente estudio contempla la medición de la deflexión del pavimento de los tramos de carreteras seleccionados. El consultor tomará 1700 medidas de deflexión en pavimento asfáltico y 100 en pavimento de hormigón con equipo FWD, siguiendo las indicaciones dadas en la norma NLT-338-07.*

*El Consultor deberá relevar conjuntamente la temperatura del pavimento y las condiciones de humedad de la subrasante para luego poder realizar las correcciones de las mediciones con una metodología propuesta por él y aprobada por la DNV. También deberá relevar aquellos eventos como alcantarillas, puentes, postes kilométricos, etc. que luego permitan ubicar las mediciones.*

*El Consultor deberá verificar la calidad de las mediciones y procesar la información obtenida.*

### ÍTEM 2: ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y RÍGIDO

*Este estudio debe de comprender los siguientes conceptos:*

- *Determinación de las deflexiones producidas en el pavimento de los tramos mencionados mediante un deflectómetro de impacto FWD, a partir de las cuales se podrán obtener los respectivos módulos de elasticidad de cada una de las capas del pavimento incluyendo la capa subrasante, mediante la técnica de retrocálculo.*
- *Zonificación de los pavimentos en tramos homogéneos, teniendo en cuenta las estructuras de los pavimentos y las deflexiones obtenidas. El Consultor, a partir de la información deflectométrica que brinda el cuenco o curva de deflexión y valiéndose de algún programa comercial que realice retrocálculo automático obtendrá los módulos de las distintas capas que componen el pavimento para cada tramo de comportamiento homogéneo, con el objetivo de que la CND pueda evaluar la vida útil remanente y calcular los espesores del refuerzo de pavimento.*

*La información en cuanto a los espesores de las distintas capas que componen el pavimento será suministrada por la DNV. Esta tarea (procesamiento de la información deflectométrica) se realizará en las oficinas de la CND adecuadas para tal fin, será llevada a cabo por el consultor y contará con la presencia de personal de la CND.”*

El Consultor, como complemento a los objetivos específicos realizó la determinación de los distintos espesores del paquete estructural que componen el firme de pavimento, a fin de ampliar la captura de información y así optimizar el objetivo central de la consultoría.

La determinación se efectuó por medio del georadar. La incorporación al contrato de este objetivo complementario solicitado por la CND se realiza en arreglo a la propuesta del Consultor que termina siendo la aplicación de técnicas de electromagnetismo, integradas en un vehículo con antenas de emisión – recepción especialmente diseñadas para pavimentos; es decir, con frecuencias lo suficientemente sensibles para este tipo de trabajo, de manera de obtener un perfil continuo de espesores por cada trocha de circulación en dos direcciones.

En cumplimiento a la oferta presentada y como objetivos complementarios adicionales que no comprende el contrato, ni los términos de referencia; ECUATEST MERCOSUR LTDA., por esta sola ocasión, sin costos adicionales y en línea de introducir al mercado nuevos productos tecnológicos que se encuentran operativos en los tres

## INFORME FINAL

vehículos que conforman su flota multifunción para el Mercosur, proporciona información relacionada con la regularidad superficial de los perfiles de pavimentos existentes, mediante determinaciones del Índice de Regularidad Internacional y del Surco de huella, medidas obtenidas mediante técnicas dinámicas de emisión láser y ultrasonido, respectivamente.

Asimismo, se añade información relevante que aporta el proceso de retrocálculo y que aún en el caso de información no vinculante, es útil para orientar evaluaciones técnicas, operativas y económicas, con respecto a conceptos mecanicistas de comportamiento de los pavimentos y vida remanente, tanto como reportes alternativos de visualización y cálculos de secciones homogéneas, módulos de elasticidad e inclusive entradas de datos para paquetes de computación como el HDM-4.

### 3. ALCANCE DEL ESTUDIO

El alcance y profundidad del estudio, de manera general se encuentran dimensionados cualitativa y cuantitativamente, en la descripción y contenido de cada uno de los productos. En cumplimiento de los términos de referencia y sin limitarse a ellos, los alcances se resumen así:

#### **“ÍTEM 1: RELEVAMIENTO DEFLECTOMÉTRICO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y RÍGIDO**

*El consultor presentará al término del estudio un informe final (original y copia), en el que incluya los valores obtenidos de las deflexiones de todos los sensores, así como un anexo fotográfico de la realización de los trabajos.*

*El informe deberá ser presentado en forma impresa y en formato electrónico en Excel, Word o pdf.*

*El formato del reporte deberá ser acordado oportunamente con la contraparte. Además, el consultor entregará al contratante un disco compacto con el archivo electrónico que contenga los valores obtenidos. Los archivos serán en una base de datos en formato DBF.*

*Los estudios de factibilidad técnico, financiero, económico y ambiental seguirán criterios y metodologías apropiadas de evaluación de proyectos, teniéndose en cuenta tanto la práctica usual, como los nuevos desarrollos en la materia.*

*La estructura de la base de datos, las características de cada campo y las claves de los diferentes tramos se le entregarán a la empresa seleccionada para efectuar los trabajos.*

*La CND proporcionará las claves a utilizar, para la identificación de los tramos, así como los números de campos y sus características.*

#### **ÍTEM 2: ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y RÍGIDO**

*El Consultor deberá entregar:*

- *Manual en español con la metodología planteada para procesar la información.*
- *Manual en español del programa comercial de retro cálculo que se pretende utilizar.*

## INFORME FINAL

- **Informe final (original y copia).**

**Contendrá la descripción de los módulos de las distintas capas que componen el pavimento para cada tramo de comportamiento homogéneo así como los valores del cuenco de deflexiones obtenidos en la medición con el obtenido en el modelo.**

### ÍTEM 3: DETERMINACION DE PERFIL CONTINUO DE ESPESORES

**El consultor deberá entregarán en formato \*.xls un cuadro que contenga el nombre de la carretera, nombre del tramo, ubicación en que se efectuó la determinación de espesores, capas del pavimento y espesor de cada capa.**

**Estos formatos se deberán entregar de forma impresa y archivo electrónico en formato xls con toda la metodología y evidencia de los cálculos para obtener los reportes solicitados.”**

Los informes y reportes de los trabajos realizados en concordancia con los requerimientos exigibles que constan en los documentos contractuales, se han estructurado en tres volúmenes de contenidos, detallados cada uno en el índice correspondiente, a saber:

- Volumen 1: INFORME FINAL – TOMO 1.
- Volumen 2: ANEXOS AL INFORME FINAL – TOMO 1.
- Volumen 3: REPORTES DE ENSAYOS – TOMOS 1 y 2.

## 4. TECNOLOGÍA

### 4.1. Resumen ejecutivo

La tecnología aplicada para este tipo de estudios corresponde a lo que se ha dado por denominar como instrumentos de última generación o tecnología de punta, originaria de los principales centros mundiales de investigación y desarrollo de técnicas aplicadas para ensayos de alto rendimiento en pruebas no destructivas, conocidas por sus siglas en inglés como NDT, orientadas a la especialidad de la ingeniería vial.

Los instrumentos y las tecnologías se encuentran integrados en vehículos de auscultación, reuniendo todas las características exigibles que se conocen en el mundo moderno de la carretera, desde sus fases de diseño, construcción y montaje, hasta la calibración, operación y mantenimiento; de manera de garantizar la captura y procesamiento de datos con alta repetitividad, exactitud, referenciación y confiabilidad que se pueda esperar para instrumentos “Clase 1”, identificados por las agencias internacionales dedicadas a regular este tipo de aplicaciones.

La automática industrial que interviene en estos instrumentos y vehículos, es una suma interdisciplinaria de ingeniería mecánica, electrónica, civil y de pavimentos, sistemas de control, señales y software de automatización; cubre una amplia gama de instrumentos que trabajan con técnicas geofísicas, ópticas, etc., con emisiones de ondas de impacto, electromagnetismo, láser y ultrasonido; interfaces de comunicaciones, odometría de alta precisión y posicionamiento global (GPS). Estos variados elementos, componentes y sistemas, están integrados en tres vehículos con funciones bien definidas; dos de función dedicada como son a) el Súper

## INFORME FINAL

HWD, deflectómetro de impacto, para simulación de cargas y medida del cuenco de deformaciones de la estructura de pavimento, con un diseño operativo único, seguro y avanzado, con capacidades extraordinarias a las conocidas en el mercado y de construcción embebida (sin remolque) ; b) GPR, radar penetrante de tierra, para determinación de espesores construidos; y, un vehículo multifunción, con dos sistemas de inventarios, instrumentados con tres perfilómetros, 2 odómetros, 2 GPSs diferenciales, cinco cámaras de video para registro de inventarios de eventos y deterioros de pavimentos, incluyendo un gabinete interior de captura y procesamiento de datos e imágenes con siete (7) pantallas de visualización.

Esta tecnología permite en poco tiempo obtener cientos de miles de datos e imágenes, a altas velocidades de relevamiento. Sin embargo de que se incorporan los correspondientes documentos de calibración de cada vehículo, en los anexos se insertan algunas fichas técnicas y fotografías de los trabajos que corresponden a los sistemas e instrumentos que se utilizaron y que, reúnen la características de reciente fabricación y montaje, los cuales se encuentran emplazados en la República Oriental del Uruguay, para el Mercosur.

### 5. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS TRABAJOS

#### 5.1. Resumen ejecutivo

Los trabajos se efectuaron de acuerdo a lo establecido en el cronograma de ejecución de los trabajos, veamos:

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS						
item	Descripción			SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3
1	Relevamiento deflectométrico de pavimento flexible.					
2	Estudio de evaluación de pavimento flexible.					
3	Relevamiento deflectométrico de pavimento rígido.					
4	Estudio de evaluación de pavimento rígido.					
5	Determinación de espesores. GPR, en Km. Perfil continuo. *					
6	Reportes e informes finales					

\*En todas las secciones representativas

\*\*En la segunda semana se proporcionará asistencia en la CND para el procesamiento con software

Veamos a la luz de los objetivos y alcances de este trabajo, las recomendaciones principales para la aplicación de las metodologías de captura de información.

#### “1.6 RECOMENDACIONES.

- **Las mediciones se harán de preferencia durante el día y en períodos en los que no se presenten altos volúmenes de tránsito, que puedan interferir con la seguridad de los usuarios.**
- **Tanto el equipo como el personal deberá contar con los elementos de señalización y dispositivos de seguridad y protección necesarios a fin de evitar accidentes.**
- **El Consultor establecerá estrecha coordinación con Policía Caminera.”**



## INFORME FINAL

Tomando en consideración las recomendaciones especiales contenidas en el numeral 1.6 de los Términos de Referencia, mismas que se transcribieron y que son de obligatorio cumplimiento; y, en atención tanto a las dos reuniones preparatorias con los técnicos de la CND, antes de salir a la campaña de auscultación en campo, se pusieron en perspectiva los siguientes temas de carácter técnico que influyeron en la operatividad de la campaña y en los alcances del trabajo; así como las contingencias que escapan del control de la CND y del Consultor y a las que este último no puede resistir, como son esencialmente el entorno climático y las condicionantes de tráfico y estado de los pavimentos.

- a) Los alcances de los ensayos FWD establecidos en los términos de referencia y presupuestos para pavimentos rígidos en la Ruta 24, difieren en cantidad y tipo con lo que supone la aplicación de la norma NLT-338-07 para ensayos de deflexiones, en aspectos como:
  - Tres escenarios de carga (7, 10 y 13 Ton.) en el mismo sitio del “drop” de prueba, para evaluación del apoyo de las losas, todas distintas a la carga prevista de 63,77 KN establecida para el ensayo estándar, lo cual triplica adicionalmente el trabajo previsto en inicio.
  - Ensayos adicionales en cada dovela de prueba con posicionamiento en la junta para determinar la eficiencia de la transferencia de carga a la dovela yuxtapuesta, con asistencia del visualizador (cámara) colocado cerca del plato de carga, a fin de ubicar en norma la posición de los geófonos 16, 17 y 18, en el segmento -X de la disposición existente en la regla contenedora del conjunto.
- b) Las restricciones para las aplicaciones de carga en pavimentos flexibles, por efecto de la temperatura superficial y la acumulación de calor en la mezcla de concreto asfáltico, impide en esta época del año (verano) que se puedan realizar ensayos FWD explotando la totalidad del horario diurno, debido a la existencia de temperaturas sobre los 35°C, de manera que esto obliga a utilizar algunas horas nocturnas, especialmente en la noche y madrugada para cumplir con el objeto del contrato;
- c) La fusión en algunos casos y alternada en otros, entre horas y días, con alto impacto solar, precipitaciones pluviométricas copiosas y tormentas, con acumulación de agua, especialmente en roderas; impide el normal desenvolvimiento de las campañas de auscultación, en cuanto a relevamiento de deflexiones, perfiles y espesores, eventos que además influyen en la corrección de la deflexión por temperatura;
- d) Determinación de las cargas de prueba si se quiere aplicar diseños para repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 Ton., establecidos en la norma AASHTO; al menos en algún tramo específico, para poder realizar extrapolaciones de carga y calcular deflexiones correspondientes, en un contexto objetivo y medible.
- e) Relativización de los efectos de la temperatura en la captura de datos de las deflexiones en los casos de existencia de tratamientos superficiales bituminosos, que permiten que la base granular existente trabaje como capa de carga directa. Este es el caso, en general, de una sección final de aproximadamente 6 Km del tramo 358 y de la integralidad de los tramos 359 y 360, solamente en la Ruta 24.

Las condiciones imperantes en el mes de febrero en la zona de enclave de los proyectos, Rutas 21 y 24, impidieron un normal desarrollo de las auscultaciones por las razones expuestas en los literales a), b), c), d) y e),

## INFORME FINAL

suscitando que el trabajo de campo deba extenderse de una semana a dos, con un rendimiento promedio de aproximadamente un 50% del tiempo útil de la jornada diaria de trabajo; con lo cual se debió recurrir incluso a jornadas extraordinarias, especialmente en materia de realización de deflexiones, sin que esto signifique ningún perjuicio con respecto a la calidad de la información.

La Bitácora de Obra, recoge los principales acontecimientos diarios en la ejecución de los trabajos.

Se organizaron tres grupos de captura de datos, para un número similar de vehículos de auscultación, operados y dirigidos por los ingenier@s María Fernanda Bravo, Sergio Páez Moreno y Sergio Páez Bimos, organizados, controlados, coordinados y supervisados por este último, quién además de reunir la experiencia suficiente en planificación, gestión de calidad y ejecución de ensayos, tiene el dominio y la preparación para examinar el desempeño de todos los instrumentos electrónicos y mecánicos que se utilizan.

Las aplicaciones de estas pruebas de carretera se realizaron al amparo de las siguientes actuaciones de planificación y ejecución:

- i) Reconocimiento de las condiciones de operatividad y estado de las rutas, con vehículos de reconocimiento, no de auscultación. Se realizaron tres recorridos ida y vuelta a cada una de las rutas de manera previa y concurrente con los tres ingenieros encargados del monitoreo.
- ii) Revisión e identificación de la información indirecta del proyecto, proporcionada por la CND y existente en el web-site del MTOP.
- iii) Identificación de los tramos de prueba y de los puntos de localización referencial para el inicio, desarrollo y finalización de los tramos y secciones. Identificación de los hitos de la carretera, como postes de kilometraje, puentes, estructuras, bifurcaciones, enlaces de otras infraestructuras viales, travesías y variantes de población, etc.
- iv) Planificación de las actividades de campo, identificación y selección del tipo de logísticas necesarias; horarios de movilización e inicio de los trabajos, definición de las actuaciones de seguridad y más dotaciones para contingencias e imprevistas. Determinación de la lista de chequeos sobre inventarios y eventos colaterales.
- v) Ejecución de la puesta a punto de los vehículos y los abastecimientos de los monitores.
- vi) Inicio de los trabajos; monitoreo de fiabilidad de los equipos y registro de eventos sustanciales que determinan la continuidad o interrupción de la campaña, reporte oral de acontecimientos y revisión de los parámetros y supuestos de prueba, que definen la calidad del trabajo y el producto, así como el cumplimiento de especificaciones.
- vii) Consulta y valoración diaria de los trabajos, determinación de rendimientos y prospectiva para el día siguiente.
- viii) Reuniones al final de la jornada para coordinación y eventual resolución de contingencias. Preparación de lista de chequeos para la jornada siguiente.

## INFORME FINAL

### 5.2. Ensayos de deflexión de impacto con el SHWD.

Los ensayos FWD se realizaron resolviendo los aspectos de aplicación de la norma NLT-338-07 y los temas planteados en perspectiva que constan en la página nº 8 de este mismo informe, referidos a pruebas localizadas en los dos carriles de tráfico, reconocidos como C0 ó carril derecho (CD) o lado derecho (LD), en el sentido de avance de las progresivas; y, C1 ó carril izquierdo (CI) ó lado izquierdo (LI) en el sentido inverso al avance de las progresivas.

En la Ruta 21, tramo 344, C0 se realizaron aplicaciones de 8,2 Ton y en todo el resto de esta ruta, siguiendo lo establecido en la norma invocada. En todos los casos sobre pavimentos flexibles que tienen concreto asfáltico en calidad de capa de rodadura

En la Ruta 24, se realizaron aplicaciones distintas, dependiendo de la tipología existente de pavimentos, rígidos o flexibles. En el caso de flexibles se realizó una aplicación extensiva de los ensayos según norma NLT-338-07 en ambos sentidos. Ningún ensayo se realizó en banquina y no fue solicitada la evaluación en estas zonas de la sección transversal.

En la Ruta 24, tramo 357, existe una sección de 225 m desde el enlace con la R2 que todavía no es materia de intervenciones de rehabilitación. A partir de esta progresiva en adelante hasta la 2+270, se ensayaron los dos carriles sobre una losa de "whitetopping" de concreto hidráulico de reciente construcción, con 15 cm de espesor. De la abscisa 2+270 hasta la 4+492 en el C0 se ensayó sobre un acondicionamiento de cepillado existente en la mezcla de concreto asfáltico, previo a la rigidización de la estructura, en cambio en las mismas posiciones pero por el carril C1 en sentido inverso al avance de las progresivas, también se ensayó sobre dovelas de pavimento rígido. A partir del 4+492 al 11+700 se ensayó íntegramente en concreto asfáltico y así mismo desde esta progresiva hasta la 21+400 íntegramente en pavimento de hormigón de cemento tipo Portland.

En la Ruta 24, a partir de las posiciones 21+400 a 48+600 se ensayó sobre pavimento flexible, dotado de concreto asfáltico en la capa de rodadura y desde allí hasta el final en la progresiva 94+100 la capa de rodadura es un tratamiento superficial bituminoso que, generalmente no se considera como capa de aporte estructural.

### 5.3. Ensayos de perfiles e inventarios.

Las capturas de información fueron realizadas de manera continua y los datos existentes corresponden a recorridos realizados con mucha discontinuidad, debido a las condiciones climáticas. El exceso de sol perjudica por reflexión al trabajo de los dispositivos láser, así como la existencia de películas de agua impidió las medidas ininterrumpidas del surco de huella. Del mismo modo la visibilidad deseada para la grabación de videos georeferenciados y captura de imágenes de fisuras, debió esperar las mejores condiciones de luminosidad, contraste, enfoque, brillo y eliminación de sombras.

Se lograron capturas de datos de una huella por carril del IRI, perfiles transversales de 2m de ancho para determinación del surco de huella. Se debe reconocer que la técnica láser tiene mejor y superior desempeño para pavimentos de reciente construcción y trabajos muy finos, de alto record de calidad. En todos los casos, aunque con algunas dificultades en los sitios particulares con roderas, desplazamientos, deformaciones y corrugaciones del concreto asfáltico, los levantamientos de información pueden considerarse satisfactorios y

## INFORME FINAL

tienen atributos de medidas de cada metro en el perfil longitudinal y que permiten procesamientos en una gama amplia de presentación de resultados, como se puede obtener en los reportes.

### 5.4. Ensayos del Radar Penetrante de Tierra para espesores.

Generalmente se reconoce que ninguna evaluación o diseño de pavimentos podrá considerarse bien fundamentado, si no se realiza con información abundante y lo suficientemente confiable, a parte de la calidad que aporta una buena medida de la deflexión; si no utiliza datos abundantes y confiables de tráfico y espesores.

En este sentido, las ventajas de obtener un perfil continuo de los espesores existentes en el pavimento, ayuda a un refinamiento sin par de los contenidos incluidos en un documento de evaluación y diseño. En realidad los equipos que se utilizaron para este tipo de relevamiento, son altamente estables y muy productivos, aun sabiendo que no pueden operar en condiciones de lluvia o muy importante fenómenos de evapotranspiración.

Se efectuaron dos capturas completas de datos, en toda la extensión de estas rutas por los dos sentidos de circulación, más allá y con creces, de lo que obliga el contrato. La información disponible es muy confiable y subsiste con suficiencia, cualquier contraste realizado de manera distintiva con información de apiques u otro tipo de método exploratorio invasivo.

Las capturas se realizaron a lo largo e íntegramente en las dos rutas que forman parte del objeto del contrato de consultoría.

## 6. RESULTADOS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES, SUPERFICIALES Y PROFUNDAS

### 6.1. Resumen ejecutivo

Los resultados de los diferentes ítems de ensayo, responden única y exclusivamente a las condiciones objetivas de estado en que se encontraron los pavimentos a la fecha en que se ejecutaron las campañas de medida y no a otras condiciones supuestas o proyectadas.

Las deflexiones como dato crudo y solo, transmiten muy poco en materia de diagnóstico, análisis y proyecto. La abundancia de datos y sus posibilidades de explotación, incluso junto a información de tráfico, se multiplican sin ninguna competencia sobre cualquier otra herramienta de diagnóstico o ensayo existente en el mercado. En este caso se usó la información para obtener valores representativos de la capacidad portante de los pavimentos, por secciones homogéneas y por condiciones particulares o “singulares”, construyendo visualizaciones muy ilustrativas sobre la localización de estas condiciones y, sus demandas de soluciones puntuales y previsiones que esto comporta cuando se disponen actuaciones de rehabilitación estructural, superficial o mantenimiento.

Como hemos dicho junto a información directa o indirecta de tráfico y espesores se han obtenido parámetros resistentes de las capas que constituyen la estructura del firme, la identificación de la capa crítica desde el punto de vista esfuerzo – deformación, la vida remanente que tiene el pavimento y hasta las necesidades de refuerzo.

Para todo lo dicho anteriormente se utilizan ayudas computacionales que brindan la oportunidad de realizar cálculos completos y largos en muy poco tiempo. Se han empleado hojas de cálculo electrónico y software comercial.

**INFORME FINAL**

Los comentarios generales realizados con relación a las medidas de deflexiones, son comunes para la determinación de las características superficiales como son el IRI y el Surco de Huella y, así mismo, para la obtención de datos de espesores, aunque las implementaciones de cálculo y reportes sean diferentes.

Los datos que se insertan en estas páginas son de resumen y los reportes en extenso del Volumen 3, permiten mirar el detalle. ECUATEST MERCOSUR LTDA., puede ofrecer algunas variantes de presentación de resultados y atributos de detalle que están incluso fuera del contexto de las obligaciones de contrato. Veamos el resumen, empezando por la Ruta 21.

**6.2. DEFLEXIONES RUTAS 21 Y 24**

EQUIPO UTILIZADO		PROYECTO										ABSCISA		LONGITUD (m)		FECHA	
DEFLECTOMETRO DE IMPACTO		Ruta 21 (Nueva Palmira - Arroyo Arenal Grande)										278+800 - 298+400		20600		06/02/2012	
Abscisa	D(1) (um)	D(2) (um)	D(3) (um)	D(4) (um)	D(5) (um)	D(6) (um)	D(7) (um)	D(8) (um)	D(9) (um)	D(10) (um)	D(11) (um)	D(12) (um)	D(13) (um)	D(14) (um)	D(15) (um)		
<b>Tramo 344. Sección 1.</b>																	
278+800-289+300 DER	461	353	288	235	194	162	136	114	98	85	76	59	53	40	35		
278+800-289+300 IZQ	486	390	326	270	225	187	158	132	112	96	84	65	56	44	38		
PROM	473	372	307	252	210	174	147	123	105	91	80	62	54	42	37		
<b>Tramo 344. Sección 2.</b>																	
289+300-298+400 DER	581	462	384	317	264	219	184	153	129	111	97	74	64	49	42		
289+300-298+400 IZQ	603	488	409	340	284	235	198	166	139	119	104	80	68	54	46		
PROM	592	475	397	329	274	227	191	159	134	115	100	77	66	51	44		

EQUIPO UTILIZADO		PROYECTO										ABSCISA		LONGITUD (m)		FECHA	
DEFLECTOMETRO DE IMPACTO		Ruta 21 (Arroyo Arenal Grande - Dolores)										298+400 - 320+000		21600		06/02/2012	
Abscisa	D(1) (um)	D(2) (um)	D(3) (um)	D(4) (um)	D(5) (um)	D(6) (um)	D(7) (um)	D(8) (um)	D(9) (um)	D(10) (um)	D(11) (um)	D(12) (um)	D(13) (um)	D(14) (um)	D(15) (um)		
<b>Tramo 345. Sección 1.</b>																	
298+400-310+000 DER	557	441	366	301	250	207	173	143	121	103	90	68	59	44	38		
298+400-310+000 IZQ	658	517	427	349	287	233	194	160	133	114	100	77	67	53	45		
PROM	607	479	397	325	268	220	183	152	127	109	95	73	63	49	42		
<b>Tramo 345. Sección 2.</b>																	
310+000-314+000 DER	708	565	469	386	320	265	220	183	154	131	115	86	73	54	47		
310+000-314+000 IZQ	686	547	455	373	307	249	207	170	140	119	103	79	67	52	44		
PROM	697	556	462	379	313	257	214	176	147	125	109	82	70	53	45		
<b>Tramo 345. Sección 3.</b>																	
314+000-319+464 DER	535	431	362	300	251	209	175	147	125	107	94	71	62	47	41		
314+000-319+464 IZQ	607	483	402	329	270	219	182	149	123	105	92	71	61	48	41		
PROM	571	457	382	315	260	214	178	148	124	106	93	71	61	47	41		

**INFORME FINAL**

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO																
Ruta 21 (Nueva Palmira - Dolores - Mercedes)																
*Conforme tramitación DNV																
Módulo de Administración de Documentos																
ENSAYOS DE DEFLEXION (SECCIONES)																
EQUIPO UTILIZADO		PROYECTO						ABCISA				LONGITUD (m)			FECHA	
DEFLECTOMETRO DE IMPACTO		Ruta 21 (Dolores - Mercedes)						3200+000 - 357+500				37500			06/02/2012	
Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	D(10)	D(11)	D(12)	D(13)	D(14)	D(15)	
<b>Tramo 346. Sección 1.</b>																
322+000-327+000 DER	550	412	326	258	208	170	141	119	102	89	80	63	56	43	37	
322+000-327+000 IZQ	598	457	368	293	238	193	160	133	113	98	87	69	60	48	42	
PROM	574	434	347	275	223	181	151	126	108	93	83	66	58	45	39	
<b>Tramo 346. Sección 2.</b>																
327+000-330+500 DER	725	536	411	310	237	183	146	118	99	86	77	60	54	42	36	
327+000-330+500 IZQ	808	598	458	348	270	210	169	138	116	101	90	74	66	53	46	
PROM	767	567	434	329	254	197	157	128	108	93	84	67	60	47	41	
<b>Tramo 346. Sección 3.</b>																
330+500-348+500 DER	532	408	325	255	203	162	133	109	91	78	69	53	46	36	31	
330+500-348+500 IZQ	577	444	355	280	222	176	142	116	95	81	71	55	48	38	33	
PROM	555	426	340	268	213	169	137	112	93	80	70	54	47	37	32	
<b>Tramo 346. Sección 4.</b>																
348+500-357+585 DER	674	503	389	300	238	190	157	131	111	97	87	69	60	47	41	
348+500-357+585 IZQ	878	636	488	364	284	221	179	147	123	106	93	74	64	51	45	
PROM	776	569	438	332	261	205	168	139	117	101	90	72	62	49	43	

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO																		
Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Ruta 20 Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)																		
Tramo 357 - Ruta 2 Liebigs - Ruta 20 Nuevo Berlin (0 Km - 21.6 Km)																		
Módulo de Administración de Documentos																		
RESULTADOS DE LA DEFLEXION PROMEDIO EN LAS SECCIONES HOMOGÉNEAS																		
EQUIPO UTILIZADO		SENTIDO						ABCISA				LONGITUD (m)					FECHA	
DEFLECTOMETRO DE IMPACTO		Ruta 24 (Ruta 2 Liebigs - Ruta 20 Nuevo Berlin)						0+000 - 21+600				21600					31/01/2012	
Abscisa	D(1) (um)	D(2) (um)	D(3) (um)	D(4) (um)	D(5) (um)	D(6) (um)	D(7) (um)	D(8) (um)	D(9) (um)	D(10) (um)	D(11) (um)	D(12) (um)	D(13) (um)	D(14) (um)	D(15) (um)	D(16) (um)	D(17) (um)	D(18) (um)
<b>Tramo 357. Sección 1.</b>																		
0+000-2+270 DER	190	173	162	149	138	127	116	106	96	86	78	62	51	37	30	180	169	156
0+000-2+270 IZQ	178	168	158	148	138	129	119	109	100	91	84	68	57	42	34	170	161	151
PROM	184	170	160	148	138	128	118	108	98	89	81	65	54	40	32	175	165	153
<b>Tramo 357. Sección 2.</b>																		
2+270-11+700 DER	672	501	392	304	241	190	155	127	107	92	82	66	57	46	40	472	381	303
PROM	672	501	392	304	241	190	155	127	107	92	82	66	57	46	40	472	381	303
2+270-4+492 IZQ	145	130	122	113	104	97	90	83	76	70	64	53	45	35	30	140	129	119
PROM	145	130	122	113	104	97	90	83	76	70	64	53	45	35	30	140	129	119
4+492-11+700 IZQ	565	451	369	297	240	194	162	136	116	101	90	73	62	49	42	434	361	295
PROM	565	451	369	297	240	194	162	136	116	101	90	73	62	49	42	434	361	295
<b>Tramo 357. Sección 3.</b>																		
11+700-21+600 DER	215	198	187	174	162	150	139	128	117	107	98	80	68	52	43	211	200	186
11+700-21+600 IZQ	169	160	152	145	137	130	123	114	103	95	89	74	63	49	40	163	155	148
PROM	192	179	170	159	149	140	131	121	110	101	93	77	66	50	42	187	177	167
<b>Tramo 357. Sección 4.</b>																		
21+400-21+600 DER	735	565	461	371	306	250	209	176	149	130	116	96	85	70	60	548	453	371
21+400-21+600 IZQ	536	403	321	268	226	188	161	136	115	99	87	69	58	47	40	367	309	263
PROM	635	484	391	320	266	219	185	156	132	115	102	82	71	58	50	458	381	317

**INFORME FINAL**

**CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**

**Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Ruta 20 Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)**

**Tramo 358 - Ruta 20 Nuevo Berlin -Tres Bocas (21.6 Km - 54.0 Km)**

Módulo de Administración de Documentos

**RESULTADOS DE LA DEFLEXION PROMEDIO EN LAS SECCIONES HOMOGÉNEAS**

EQUIPO UTILIZADO		SENTIDO																ABSCISA		LONGITUD (m)		FECHA	
DEFLECTOMETRO DE IMPACTO		Ruta 24 (Ruta 20 Nuevo Berlin - Tres Bocas)																21+600 - 54+000		32400		31/01/2012	
Abscisa	D(1) (um)	D(2) (um)	D(3) (um)	D(4) (um)	D(5) (um)	D(6) (um)	D(7) (um)	D(8) (um)	D(9) (um)	D(10) (um)	D(11) (um)	D(12) (um)	D(13) (um)	D(14) (um)	D(15) (um)	D(16) (um)	D(17) (um)	D(18) (um)					
<b>Tramo 358. Sección 1.</b>																							
21+600-29+600 DER	742	568	449	350	277	219	180	148	124	108	96	78	68	55	48	534	434	348					
21+600-29+600 IZQ	790	580	446	343	273	217	178	147	123	106	94	74	63	50	43	550	434	339					
PROM	766	574	448	347	275	218	179	147	124	107	95	76	66	53	45	542	434	343					
<b>Tramo 358. Sección 2.</b>																							
29+600-42+000 DER	893	700	564	443	349	272	220	177	146	125	109	87	77	63	55	668	548	439					
29+600-42+000 IZQ	900	659	501	378	293	229	185	151	126	108	95	76	66	53	46	618	482	371					
PROM	897	679	532	410	321	251	202	164	136	116	102	81	71	58	50	643	515	405					
<b>Tramo 358. Sección 3.</b>																							
42+000-48+600 DER	713	550	444	353	282	225	184	151	125	108	95	75	66	53	46	526	434	351					
42+000-48+600 IZQ	956	669	480	347	262	200	161	131	112	97	88	71	64	51	44	621	457	338					
PROM	834	609	462	350	272	212	172	141	119	103	91	73	65	52	45	573	445	344					
<b>Tramo 358. Sección 4.</b>																							
48+600-54+000 DER	1083	696	489	362	282	222	183	150	127	110	98	76	65	51	44	630	459	346					
48+600-54+000 IZQ	1087	686	481	362	286	230	192	160	137	119	106	84	72	56	47	615	442	335					
PROM	1085	691	485	362	284	226	187	155	132	114	102	80	69	54	46	622	450	340					

**CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**

**Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Ruta 20 Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)**

**Tramo 359 - Tres Bocas - Arroyo Negro - (54.0 Km - 83.3 Km)**

Módulo de Administración de Documentos

**RESULTADOS DE LA DEFLEXION PROMEDIO EN LAS SECCIONES HOMOGÉNEAS**

EQUIPO UTILIZADO		SENTIDO																ABSCISA		LONGITUD (m)		FECHA	
DEFLECTOMETRO DE IMPACTO		Ruta 24 (Ruta 20 Nuevo Berlin - Tres Bocas)																21+600 - 54+000		32400		31/01/2012	
Abscisa	D(1) (um)	D(2) (um)	D(3) (um)	D(4) (um)	D(5) (um)	D(6) (um)	D(7) (um)	D(8) (um)	D(9) (um)	D(10) (um)	D(11) (um)	D(12) (um)	D(13) (um)	D(14) (um)	D(15) (um)	D(16) (um)	D(17) (um)	D(18) (um)					
<b>Tramo 359. Sección 1.</b>																							
54+000-83+300 DER	1129	763	562	428	339	271	225	187	159	138	123	97	83	66	57	699	527	406					
54+000 - 83+300 IZQ	1248	850	623	473	374	298	247	204	173	149	133	104	89	70	60	770	576	442					
PROM	1189	807	592	450	357	285	236	195	166	143	128	101	86	68	59	734	551	424					

**CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**

**Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Ruta 20 Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)**

**Tramo 360 - Arroyo Negro - San Manuel (83.3 Km - 94.1 Km)**

Módulo de Administración de Documentos

**RESULTADOS DE LA DEFLEXION PROMEDIO EN LAS SECCIONES HOMOGÉNEAS**

EQUIPO UTILIZADO		SENTIDO																ABSCISA		LONGITUD (m)		FECHA	
DEFLECTOMETRO DE IMPACTO		Ruta 24 (Arroyo Negro - San Manuel)																83+300 - 93+400		10100		31/01/2012	
Abscisa	D(1) (um)	D(2) (um)	D(3) (um)	D(4) (um)	D(5) (um)	D(6) (um)	D(7) (um)	D(8) (um)	D(9) (um)	D(10) (um)	D(11) (um)	D(12) (um)	D(13) (um)	D(14) (um)	D(15) (um)	D(16) (um)	D(17) (um)	D(18) (um)					
<b>Tramo 360. Sección 1.</b>																							
83+300-93+500 DER	953	639	466	356	285	230	194	163	141	124	112	90	78	62	54	585	441	338					
83+300 - 93+500 IZQ	1089	731	532	404	321	257	215	179	153	134	119	94	81	63	55	668	497	378					
PROM	1021	685	499	380	303	244	204	171	147	129	116	92	79	63	54	627	469	358					

**INFORME FINAL**

**6.3. INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI mm/m)**

<b>CND   Ruta 21</b>				
<b>Tramo 344</b>				
Módulo de Administración de Documentos				
ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL				
Indice de Regularidad Internacional				
EQUIPO UTILIZADO	TRAMO	LONGITUD	FECHA	
Perfilometro Laser Clase I	278.8 km - 298.4 km	19600,00 m	13/02/2012	
LADO: Derecho		SENTIDO: Nueva Palmira - A° Arenal Grande		
ABSCISA	DESDE	HASTA	VELOCIDAD(Km/h)	IRI(m/Km)
		PROMEDIO:	41,85	2,11
		PERCENTIL 85:	45,40	2,47
Análisis de Criterios por hectómetros				
		Criterio	Porcentaje	
		< 2	52,04	
		>= 2 y <=2.5	34,69	
		>2.5 y <=3	9,18	
		> 3	4,08	

<b>Tramo 345</b>				
Módulo de Administración de Documentos				
ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL				
Indice de Regularidad Internacional				
EQUIPO UTILIZADO	TRAMO	LONGITUD	FECHA	
Perfilometro Laser Clase I	298.4 km - 320.3 km	21900,00 m	13/02/2012	
LADO: Derecho		SENTIDO: A° Arenal Grande - Dolores		
ABSCISA	DESDE	HASTA	VELOCIDAD(Km/h)	IRI(m/Km)
		PROMEDIO:	46,99	2,59
		PERCENTIL 85:	51,00	3,22
Análisis de Criterios por hectómetros				
		Criterio	Porcentaje	
		< 2	34,70	
		>= 2 y <=2.5	26,94	
		>2.5 y <=3	18,26	
		> 3	20,09	



**INFORME FINAL**

<b>Tramo 346</b>				
Módulo de Administración de Documentos				
ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL				
Indice de Regularidad Internacional				
EQUIPO UTILIZADO		TRAMO	LONGITUD	FECHA
Perfilometro Laser Clase I		322 km - 357.3 km	35500,00 m	13/02/2012
LADO: Derecho		SENTIDO: Dolores - Mercedes		
ABSCISA	DESDE	HASTA	VELOCIDAD(Km/h)	IRI(m/Km)
		PROMEDIO:	46,61	2,64
		PERCENTIL 85:	50,80	3,20
Análisis de Criterios por hectómetros				
		Criterio	Porcentaje	
		< 2	20,23	
		>= 2 y <=2.5	35,90	
		>2.5 y <=3	23,93	
		> 3	19,94	

<b>CND   Ruta 24</b>				
<b>Tramo 357</b>				
Módulo de Administración de Documentos				
ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL				
Indice de Regularidad Internacional				
EQUIPO UTILIZADO		TRAMO	LONGITUD	FECHA
Perfilometro Laser Clase I		0.0 km - 21.6 km	21600,00 m	13/02/2012
LADO: Derecho		SENTIDO: Ruta 2 - Ruta 20 (Nuevo Berlin)		
ABSCISA	DESDE	HASTA	VELOCIDAD(Km/h)	IRI(m/Km)
		PROMEDIO:	42,23	2,88
		PERCENTIL 85:	50,68	3,79
Análisis de Criterios por hectómetros				
		Criterio	Porcentaje	
		< 2	26,39	
		>= 2 y <=2.5	21,30	
		>2.5 y <=3	14,81	
		> 3	37,50	

**INFORME FINAL**

<b>Tramo 358</b>				
Módulo de Administración de Documentos				
ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL				
Indice de Regularidad Internacional				
EQUIPO UTILIZADO		TRAMO	LONGITUD	FECHA
Perfilometro Laser Clase I		21.6 km - 54.0 km	32400,00 m	13/02/2012
LADO: Derecho		SENTIDO: Ruta 20 (Nuevo Berlin) - Tres Bocas		
ABSCISA	DESDE	HASTA	VELOCIDAD(Km/h)	IRI(m/Km)
		PROMEDIO:	43,05	3,01
		PERCENTIL 85:	48,70	4,88
Análisis de Criterios por hectómetros				
		Criterio	Porcentaje	
		< 2	41,80	
		>= 2 y <=2.5	22,91	
		>2.5 y <=3	4,64	
		> 3	30,65	

<b>Tramo 359</b>				
Módulo de Administración de Documentos				
ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL				
Indice de Regularidad Internacional				
EQUIPO UTILIZADO		TRAMO	LONGITUD	FECHA
Perfilometro Laser Clase I		54.0 km - 83.3 km	29300.00 m	13/02/2012
LADO: Derecho		SENTIDO: Tres Bocas - A° Negro		
ABSCISA	DESDE	HASTA	VELOCIDAD(Km/h)	IRI(m/Km)
		PROMEDIO:	47,51	5,01
		PERCENTIL 85:	52,34	6,48
Análisis de Criterios por hectómetros				
		Criterio	Porcentaje	
		< 2	0,00	
		>= 2 y <=2.5	1,71	
		>2.5 y <=3	4,45	
		> 3	93,84	

<b>Tramo 360</b>				
Módulo de Administración de Documentos				
ENSAYO DEL PERFIL LONGITUDINAL				
Indice de Regularidad Internacional				
EQUIPO UTILIZADO		TRAMO	LONGITUD	FECHA
Perfilometro Laser Clase I		83.3 km - 94.1 km	10800.00 m	13/02/2012
LADO: Derecho		SENTIDO: A° Negro - San Manuel		
ABSCISA	DESDE	HASTA	VELOCIDAD(Km/h)	IRI(m/Km)
		PROMEDIO:	48,32	3,33
		PERCENTIL 85:	53,00	4,52
Análisis de Criterios por hectómetros				
		Criterio	Porcentaje	
		< 2	8,41	
		>= 2 y <=2.5	19,65	
		>2.5 y <=3	23,17	
		> 3	48,78	

**INFORME FINAL**
**6.4. IRI (mm/m) y SURCO DE HUELLA (mm) EN DOS SENTIDOS DE LAS RUTAS**

EQUIPO UTILIZADO		PROYECTO										
EQUIPOS MULTIFUNCION		TRAMOS Y SECCIONES HOMOGÉNEAS										
Progresivas	Deflexion D(1) (um)	IRI_LD (mm/m)	IRI_LI (mm/m)	IRI (mm/m)	Surco de HueLLa_LD (mm)	Surco de HueLLa_LI (mm)	Surco de HueLLa (mm)	% Fisuras ó m/m <sup>2</sup>	Ancho de Calzada (m)	Ancho de Banquina (m)	Espesor Rodadura (mm)	Espesor Capas Granulares (mm)
<b>RUTA 21</b>												
<b>Tramo 344. Sección 1.</b>		<b>NUEVA PALMIRA - ARENAL GRANDE</b>										
278+800 - 289+300	473	1,95	2,26	2,11	13,60	12,94	13,27					
<b>Tramo 344. Sección 2.</b>		<b>NUEVA PALMIRA - ARENAL GRANDE</b>										
289+300 - 298+400	592	2,30	2,46	2,38	14,00	12,83	13,42					
<b>Tramo 345. Sección 1.</b>		<b>ARENAL GRANDE - DOLORES</b>										
298+400 - 310+000	607	2,04	2,48	2,26	11,40	11,75	11,58					
<b>Tramo 345. Sección 2.</b>		<b>ARENAL GRANDE - DOLORES</b>										
310+000 - 314+000	697	2,49	2,18	2,34	11,14	10,13	10,64					
<b>Tramo 345. Sección 3.</b>		<b>ARENAL GRANDE - DOLORES</b>										
314+000 - 319+464	571	3,03	2,35	2,69	10,96	9,08	10,02					
<b>Tramo 346. Sección 1.</b>		<b>DOLORES - MERCEDES</b>										
322+000 - 327+000	574	2,57	2,55	2,56	4,10	11,09	7,60					
<b>Tramo 346. Sección 2.</b>		<b>DOLORES - MERCEDES</b>										
327+000 - 330+500	767	2,64	2,00	2,32	3,13	10,81	6,97					
<b>Tramo 346. Sección 3.</b>		<b>DOLORES - MERCEDES</b>										
330+500 - 348+500	555	2,43	1,72	2,08	4,96	11,47	8,22					
<b>Tramo 346. Sección 4.</b>		<b>DOLORES - MERCEDES</b>										
348+500 - 357+585	776	3,18	3,35	3,27	3,16	11,23	7,20					

EQUIPO UTILIZADO		PROYECTO										
EQUIPOS MULTIFUNCION		TRAMOS Y SECCIONES HOMOGÉNEAS										
Progresivas	Deflexion D(1) (um)	IRI_LD (mm/m)	IRI_LI (mm/m)	IRI (mm/m)	Surco de HueLLa_LD (mm)	Surco de HueLLa_LI (mm)	Surco de HueLLa (mm)	% Fisuras ó m/m <sup>2</sup>	Ancho de Calzada (m)	Ancho de Banquina (m)	Espesor Rodadura (mm)	Espesor Capas Granulares (mm)
<b>RUTA 24</b>												
<b>Tramo 357. Sección 1.</b>		<b>RUTA 2 (LIEBIGS) - RUTA 20 NUEVO BERLIN</b>										
0+000 - 2+270	184	2,25	2,26	2,26	6,00	10,95	8,48					
<b>Tramo 357. Sección 2.</b>		<b>RUTA 24 (LIEBIGS) - RUTA 20 NUEVO BERLIN</b>										
2+270 - 11+700 CD	672	3,38		3,38	5,50		5,50					
<b>Tramo 357. Sección 2.</b>		<b>RUTA 2 (LIEBIGS) - RUTA 20 NUEVO BERLIN</b>										
2+270 - 4+492 CI	145		2,21	2,21		10,48	10,48					
<b>Tramo 357. Sección 2.</b>		<b>RUTA 2 (LIEBIGS) - RUTA 20 NUEVO BERLIN</b>										
4+492 - 11+700 CI	565		2,73	2,73		12,40	12,40					
<b>Tramo 357. Sección 3.</b>		<b>RUTA 2 (LIEBIGS) - RUTA 20 NUEVO BERLIN</b>										
11+700 - 21+400	192	2,53	2,03	2,28	5,89	10,84	8,37					
<b>Tramo 357. Sección 4.</b>		<b>RUTA 2 (LIEBIGS) - RUTA 20 NUEVO BERLIN</b>										
21+400 - 21+600	635	3,89	4,08	3,99	4,22	15,70	9,96					
<b>Tramo 358. Sección 1.</b>		<b>RUTA 20 NUEVO BERLIN - TRES BOCAS RUTA 25</b>										
21+600 - 29+600	766	1,90	2,94	2,42	3,90	13,88	8,89					
<b>Tramo 358. Sección 2.</b>		<b>RUTA 20 NUEVO BERLIN - TRES BOCAS RUTA 25</b>										
29+600 - 42+000	897	1,96	2,90	2,43	4,34	13,06	8,70					
<b>Tramo 358. Sección 3.</b>		<b>RUTA 20 NUEVO BERLIN - TRES BOCAS RUTA 25</b>										
42+000 - 48+600	834	3,44	3,11	3,28	5,26	14,04	9,65					
<b>Tramo 358. Sección 4.</b>		<b>RUTA 20 NUEVO BERLIN - TRES BOCAS RUTA 25</b>										
48+600 - 54+000	1085	6,68	4,64	5,66	4,48	9,41	6,95					
<b>Tramo 359. Sección 1.</b>		<b>TRES BOCAS RUTA 25 - ARROYO NEGRO</b>										
54+000 - 83+300	1189	5,01	4,16	4,59	4,20	10,40	7,30					
<b>Tramo 360. Sección 1.</b>		<b>ARROYO NEGRO - SAN MANUEL</b>										
83+300 - 94+100	1021	3,33	3,58	3,46	3,90	10,45	7,18					

Las evaluaciones del Índice de Regularidad Internacional, fueron realizados por hectómetros, de acuerdo a los criterios de la norma PG-3 española y se reportan con las tolerancias establecidas en la Orden Circular respectiva en tres grandes segmentos para firmes rehabilitados. En cuanto al surco de huella los valores son crudos y corresponden a cifras promedio.

INFORME FINAL

6.5. ESPEORES DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO

# Corporación Nacional Para el Desarrollo

# CND

## INFORME DE HALLAZGOS

### RADAR DE PENETRACIÓN TERRESTRE

### Ruta 21

### Tramo 344, 345 y 346

Desde Ciudad Nueva Palmira hasta la Ciudad de Mercedes

278+800 – 357+500

Febrero de 2012

**ECUATEST**  
MERCOSUR LTDA.  
TECNOLOGIA INTELIGENTE

## INFORME FINAL

### Contenidos

<b>Sección</b>	<b>Página</b>
Reporte de Espesores por Secciones Homogéneas	21
Introducción a la Tecnología GPR	26
Detalle de Hallazgos	27
Referencias	32
Tabla Informativa de Anexos	32



**INFORME FINAL**
**Reporte de Espesores por Secciones Homogéneas**

En el presente informe se ha realizado un análisis de los datos colectados por el Radar de Penetración Terrestre y procesados por las herramientas computacionales correspondientes. Las propiedades de los materiales de las estructuras estudiadas nos han permitido llegar a una profundidad de 1.5 m.

De los datos procesados se obtiene el siguiente cuadro resumen:

**TRAMO 344. CIUDAD NUEVA PALMIRA – PUENTE ARROYO ARENAL GRANDE  
(278+800 – 298+400)**
**Sección I (278+800 – 289+300)**
**Profundidades Promedio Sección I (278+800 – 289+300)**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE LA CIUDAD NUEVA PALMIRA – PUENTE ARROYO ARENAL GRANDE</b>		
<b>0.171</b>	<b>0.353</b>	<b>0.553</b>

**Profundidades de capas en relación al percentil 85 Sección I (278+800 – 289+300)**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE LA CIUDAD NUEVA PALMIRA – PUENTE ARROYO ARENAL GRANDE</b>		
<b>0.185</b>	<b>0.376</b>	<b>0.560</b>

**Sección II (289+300 – 298+400)**
**Profundidades Promedio Sección II (289+300 – 298+400)**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE LA CIUDAD NUEVA PALMIRA – PUENTE ARROYO ARENAL GRANDE</b>		
<b>0.171</b>	<b>0.337</b>	<b>0.565</b>

**Profundidades de capas en relación al percentil 85 Sección II (289+300 – 298+400)**

**INFORME FINAL**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE LA CIUDAD NUEVA PALMIRA – PUENTE ARROYO ARENAL GRANDE</b>		
<b>0.187</b>	<b>0.361</b>	<b>0.594</b>

El tramo 344 tanto para la sección I como para la sección II se encuentra en sentido de la Ciudad Nueva Palmira hacia el Puente Arroyo Arenal Grande

Podemos observar de los cuadros presentados las profundidades de las distintas capas, en base al promedio y al percentil 85 para cada capa. Adicionalmente hay que considerar:

- Capa 1: Es la capa asfáltica que aparece identificada a lo largo de de todo el tramo 344 tanto para la sección I como para la sección II, la cual se observa en forma continua.
- Capa 2: Esta es una capa que corresponde a un primer material granular el cual se observa en las dos secciones.
- Capa 3: Esta es una capa que corresponde a un segundo material granular el cual se observa en las dos secciones.

**TRAMO 345. PUENTE ARROYO ARENAL GRANDE – CIUDAD DE DOLORES**  
**(298+400 – 320+600)**

**Sección I (298+400 – 310+000)**

**Profundidades Promedio Sección I (298+400 – 310+000)**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE EL PUENTE ARROYO ARENAL GRANDE – CIUDAD DE DOLORES</b>		
<b>0.162</b>	<b>0.347</b>	<b>0.551</b>

**Profundidades de capas en relación al percentil 85 Sección I (298+400 – 310+000)**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE EL PUENTE ARROYO ARENAL GRANDE – CIUDAD DE DOLORES</b>		
<b>0.175</b>	<b>0.370</b>	<b>0.557</b>

**Sección II (310+000 – 314+000)**

**INFORME FINAL**
**Profundidades Promedio Sección II (310+000 – 314+000)**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE EL PUENTE ARROYO ARENAL GRANDE – CIUDAD DE DOLORES</b>		
<b>0.153</b>	<b>0.336</b>	<b>0.552</b>

**Profundidades de capas en relación al percentil 85 Sección II (310+000 – 314+000)**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE EL PUENTE ARROYO ARENAL GRANDE – CIUDAD DE DOLORES</b>		
<b>0.165</b>	<b>0.358</b>	<b>0.560</b>

**Sección III (314+000 – 319+464)**
**Profundidades Promedio Sección II (314+000 – 319+464)**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE EL PUENTE ARROYO ARENAL GRANDE – CIUDAD DE DOLORES</b>		
<b>0.154</b>	<b>0.330</b>	<b>0.548</b>

**Profundidades de capas en relación al percentil 85 Sección II (314+000 – 319+464)**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE EL PUENTE ARROYO ARENAL GRANDE – CIUDAD DE DOLORES</b>		
<b>0.166</b>	<b>0.351</b>	<b>0.553</b>

El tramo 345 tanto para la sección I, II y III se encuentra en sentido del Puente Arroyo Arenal Grande hacia la ciudad de Dolores.

Podemos observar de los cuadros presentados las profundidades de las distintas capas, en base al promedio y al percentil 85 para cada capa. Adicionalmente hay que considerar:



**INFORME FINAL**

- Capa 1: Es la capa asfáltica que aparece identificada a lo largo de de todo el tramo 345 tanto para la sección I, sección II y sección III, la cual se observa en forma continua.
- Capa 2: Esta es una capa que corresponde a un primer material granular el cual se observa en las tres secciones.
- Capa 3: Esta es una capa que corresponde a un segundo material granular el cual se observa en las tres secciones.

**TRAMO 346. CIUDAD DE DOLORES – CIUDAD DE MERCEDES  
(322+000 – 357+500)**
**Sección I (322+000 – 327+000)**
**Profundidades Promedio Sección I (322+000 – 327+000)**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE CIUDAD DE DOLORES – CIUDAD DE MERCEDES</b>		
0.125	0.311	0.559

**Profundidades de capas en relación al percentil 85 Sección I (322+000 – 327+000)**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE CIUDAD DE DOLORES – CIUDAD DE MERCEDES</b>		
0.139	0.337	0.616

**Sección II (327+000 – 330+500)**
**Profundidades Promedio Sección II (327+000 – 330+500)**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE CIUDAD DE DOLORES – CIUDAD DE MERCEDES</b>		
0.120	0.326	0.530

**Profundidades de capas en relación al percentil 85 Sección II (327+000 – 330+500)**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE CIUDAD DE DOLORES – CIUDAD DE MERCEDES</b>		
0.129	0.351	0.560

**INFORME FINAL**

**Sección III (330+500 – 348+500)**

**Profundidades Promedio Sección III (330+500 – 348+500)**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE CIUDAD DE DOLORES – CIUDAD DE MERCEDES</b>		
<b>0.122</b>	<b>0.326</b>	<b>0.559</b>

**Profundidades de capas en relación al percentil 85 Sección III (330+500 – 348+500)**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE CIUDAD DE DOLORES – CIUDAD DE MERCEDES</b>		
<b>0.133</b>	<b>0.356</b>	<b>0.569</b>

**Sección IV (348+500 – 357+585)**

**Profundidades Promedio Sección IV (348+500 – 357+585)**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE CIUDAD DE DOLORES – CIUDAD DE MERCEDES</b>		
<b>0.119</b>	<b>0.358</b>	<b>0.585</b>

**Profundidades de capas en relación al percentil 85 Sección IV (348+500 – 357+585)**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE CIUDAD DE DOLORES – CIUDAD DE MERCEDES</b>		
<b>0.130</b>	<b>0.382</b>	<b>0.619</b>

El tramo 346 tanto para la sección I, II, III y IV se encuentra en sentido de la ciudad de Dolores hacia la ciudad de Mercedes.

Podemos observar de los cuadros presentados las profundidades de las distintas capas, en base al promedio y al percentil 85 para cada capa. Adicionalmente hay que considerar:

## INFORME FINAL

- Capa 1: Es la capa asfáltica que aparece identificada a lo largo de todo el tramo 346 tanto para la sección I, sección II, sección III y sección IV, la cual se observa en forma continua.
- Capa 2: Esta es una capa que corresponde a un primer material granular el cual se observa en las cuatro secciones.
- Capa 3: Esta es una capa que corresponde a un segundo material granular el cual se observa en las cuatro secciones.

Por favor refiérase a la sección “**Detalle de Hallazgos**” y a los anexos para detalles específicos de este estudio.

### Introducción a la Tecnología GPR

El Radar de Penetración Terrestre (GPR por sus siglas en inglés) hace uso de un método electromagnético de alta frecuencia para la detección de elementos que se encuentran en el subsuelo, el uso de este método permite realizar colección de información con una alta repetitividad en periodos cortos de tiempo.

Los sistemas GPR funcionan transmitiendo y recibiendo señales electromagnéticas, las cuales tienen una frecuencia fija y viajan a través de los materiales. Lo que detecta este tipo de dispositivos son los cambios de las propiedades electromagnéticas de los materiales que penetra.

Las propiedades de los materiales y las características particulares de la onda que se ha usado, son los que determinan la propagación de energía en el medio. Obteniendo estos parámetros se puede llegar a dimensionar en base al tiempo de propagación de la onda la distancia recorrida por la misma en cada uno de los diferentes materiales que atraviesa.

Existen diversas aplicaciones para los sistemas de Radar de Penetración Terrestre, el uso de este tipo de tecnología se ha venido haciendo más común. Entre las áreas de operación donde se encuentran estos sistemas tenemos; ingeniería y construcción, estudios geológicos y arqueológicos, evaluaciones industriales y auditorías medio ambientales. (Wikipedia, 2011)

El sistema utilizado para este estudio consta de dos antenas (GPR) montadas sobre un vehículo, las cuales tienen un transmisor y un receptor. Estas antenas funcionan a frecuencias de 2 GHz (Delantera) y 400 MHz (Posterior), cada una está diseñada de diferente manera, por lo cual permiten obtener diferente información de la vía, así bien la antena delantera nos permite llegar hasta 50 cm de profundidad y tener una mayor exactitud en el cálculo de la profundidad, la antena posterior nos permite llegar entre 1.5 m y 3 m dependiendo de las propiedades de la estructura (esta antena tiene una menor resolución).

Las antenas en combinación con la unidad manejadora de datos (cerebro) del sistema, forman el sistema GPR para carreteras utilizado en este estudio, el cual por las características del método base que usa, hace ensayos para la determinación de espesores y evaluaciones de capas con una alta repetitividad. Se puede realizar entre 1 – 15 ensayos por metro recorrido, a velocidades de circulación normal (mientras más escaneos realiza por metro más lento debe ir el vehículo de auscultaciones).

El software de procesamiento de datos permite la identificación de las capas, la creación de una base de datos con la información de referencia, la aplicación de filtros para mejorar la identificación de los

## INFORME FINAL

materiales y el mejoramiento del cálculo de profundidad en base a información de núcleos en caso de existir, esto entre otras poderosas características.

### Detalle de Hallazgos

#### Identificación de los tramos ensayados

Los siguientes tramos fueron utilizados para el procesamiento:

#### Tramo 344. (278+800 – 298+400)

Línea	Longitud (m)	Observaciones
L1	19600m Desde la Ciudad Nueva Palmira hasta la Puente Arroyo Arenal Grande	Se analizó la línea L1 en 2 secciones homogéneas

#### Tramo 345. (298+400 – 320+600)

Línea	Longitud (m)	Observaciones
L1	22200m Desde el Puente Arroyo Arenal Grande hasta la ciudad de Dolores	Se analizó la línea L1 en 3 secciones homogéneas

#### Tramo 346. (322+000 – 357+500)

Línea	Longitud (m)	Observaciones
L1	35500m Desde la ciudad de Dolores hasta la ciudad de Mercedes	Se analizó la línea L1 en 4 secciones homogéneas

#### Acerca del Estudio

La información ha sido colectada con el GPR el 30 de Enero de 2012, bajo condiciones climáticas que permiten el correcto funcionamiento de los equipos y la confiabilidad en los datos adquiridos, esto es en un clima sin lluvia. Se ha adquirido una (2) muestra por metro para este estudio.

## INFORME FINAL

El vehículo de auscultación fue conducido de forma habitual conforme a la circulación en esta vía, es decir las líneas que se han levantado con información de espesores, están ubicadas en el centro de cada carril (puesto que las antenas se encuentran montadas en el centro del vehículo).

### Detalles Generales del Levantamiento y Procesamiento

#### Representación de Capas

##### Tramo 344. (278+800 – 298+400)

- Capa 1: Capa asfáltica que se identifica en todo el tramo.
- Capa 2: Capa que corresponde a un primer material granular.
- Capa 3: Capa que corresponde a un segundo material granular.

##### Tramo 345. (298+400 – 320+600)

- Capa 1: Capa asfáltica que se identifica en todo el tramo.
- Capa 2: Capa que corresponde a un primer material granular.
- Capa 3: Capa que corresponde a un segundo material granular.

##### Tramo 346. (322+000 – 357+500)

- Capa 1: Capa asfáltica que se identifica en todo el tramo.
- Capa 2: Capa que corresponde a un primer material granular.
- Capa 3: Capa que corresponde a un segundo material granular.

Existen irregularidades en términos de los espesores de las capas a lo largo de la calle, dichos cambios son los que se expresan de manera detallada en la sección pertinente de este informe.

### Cálculo de Promedios

Los promedios y espesores se han calculado sin incluir el valor cero, el software de procesamiento arroja una tabla donde hay varios valores de cero (puesto que es una tabla multidimensional donde se muestran todas las capas y los puntos para cada capa no aparecen exactamente en las mismas posiciones en el eje longitudinal).

Además se ha calculado el percentil 85 para el espesor de cada capa, este parámetro quiere decir que el 85 por ciento de los valores de espesores para esa capa están por debajo del valor indicado.

### Identificación de Cambios en la Condición de la Vía

Este estudio debe ser correlacionado con cambios eventuales en las condiciones superficiales del pavimento, para lo cual en el caso de este proyecto se ha utilizado las imágenes registradas por nuestros sistemas multifunción.

**INFORME FINAL**
**Detalles Específicos**
**TRAMO 344**
**Sección I (278+800 – 289+300)**
**TABLA RESUMEN DE RESULTADOS PARA EL TRAMO 344 SECCION I**

	Capa 1	Capa 2	Capa 3
Profundidad Promedio (m)	0.171	0.353	0.553
Profundidad Percentil 85 (m)	0.185	0.376	0.560
Espesor Promedio (m)	0.171	0.182	0.200
Espesor Percentil 85 (m)	0.185	0.191	0.184

Nota: En la determinación de promedios y percentiles se excluyeron los valores iguales a cero.

**Sección II (289+300 – 298+400)**
**TABLA RESUMEN DE RESULTADOS PARA EL TRAMO 344 SECCION II**

	Capa 1	Capa 2	Capa 3
Profundidad Promedio (m)	0.171	0.337	0.565
Profundidad Percentil 85 (m)	0.187	0.361	0.594
Espesor Promedio (m)	0.171	0.166	0.228
Espesor Percentil 85 (m)	0.187	0.174	0.233

Nota: En la determinación de promedios y percentiles se excluyeron los valores iguales a cero.

**TRAMO 345**
**Sección I (298+400 – 310+000)**
**TABLA RESUMEN DE RESULTADOS PARA EL TRAMO 345 SECCION I**

	Capa 1	Capa 2	Capa 3
Profundidad Promedio (m)	0.162	0.347	0.551
Profundidad Percentil 85 (m)	0.175	0.370	0.557
Espesor Promedio (m)	0.162	0.186	0.204
Espesor Percentil 85 (m)	0.175	0.195	0.187

Nota: En la determinación de promedios y percentiles se excluyeron los valores iguales a cero.

**INFORME FINAL**
**Sección II (310+000 – 314+000)**
**TABLA RESUMEN DE RESULTADOS PARA EL TRAMO 345 SECCION II**

	Capa 1	Capa 2	Capa 3
Profundidad Promedio (m)	0.153	0.336	0.552
Profundidad Percentil 85 (m)	0.165	0.358	0.560
Espesor Promedio (m)	0.153	0.183	0.216
Espesor Percentil 85 (m)	0.165	0.193	0.202

Nota: En la determinación de promedios y percentiles se excluyeron los valores iguales a cero.

**Sección III (314+000 – 319+464)**
**TABLA RESUMEN DE RESULTADOS PARA EL TRAMO 345 SECCION III**

	Capa 1	Capa 2	Capa 3
Profundidad Promedio (m)	0.154	0.330	0.548
Profundidad Percentil 85 (m)	0.166	0.351	0.553
Espesor Promedio (m)	0.154	0.175	0.219
Espesor Percentil 85 (m)	0.166	0.185	0.202

Nota: En la determinación de promedios y percentiles se excluyeron los valores iguales a cero.

**TRAMO 346**
**Sección I (322+000 – 327+000)**
**TABLA RESUMEN DE RESULTADOS PARA EL TRAMO 346 SECCION I**

	Capa 1	Capa 2	Capa 3
Profundidad Promedio (m)	0.125	0.311	0.559
Profundidad Percentil 85 (m)	0.139	0.337	0.616
Espesor Promedio (m)	0.125	0.185	0.284
Espesor Percentil 85 (m)	0.139	0.198	0.279

Nota: En la determinación de promedios y percentiles se excluyeron los valores iguales a cero.

**INFORME FINAL**
**Sección II (327+000 – 330+500)**
**TABLA RESUMEN DE RESULTADOS PARA EL TRAMO 346 SECCION II**

	Capa 1	Capa 2	Capa 3
Profundidad Promedio (m)	0.120	0.326	0.530
Profundidad Percentil 85 (m)	0.129	0.351	0.560
Espesor Promedio (m)	0.120	0.207	0.204
Espesor Percentil 85 (m)	0.129	0.222	0.209

Nota: En la determinación de promedios y percentiles se excluyeron los valores iguales a cero.

**Sección III (330+500 – 348+500)**
**TABLA RESUMEN DE RESULTADOS PARA EL TRAMO 346 SECCION III**

	Capa 1	Capa 2	Capa 3
Profundidad Promedio (m)	0.122	0.326	0.559
Profundidad Percentil 85 (m)	0.133	0.356	0.569
Espesor Promedio (m)	0.122	0.204	0.234
Espesor Percentil 85 (m)	0.133	0.223	0.213

Nota: En la determinación de promedios y percentiles se excluyeron los valores iguales a cero.

**Sección IV (348+500 – 357+585)**
**TABLA RESUMEN DE RESULTADOS PARA EL TRAMO 346 SECCION III**

	Capa 1	Capa 2	Capa 3
Profundidad Promedio (m)	0.119	0.358	0.585
Profundidad Percentil 85 (m)	0.130	0.382	0.619
Espesor Promedio (m)	0.119	0.239	0.227
Espesor Percentil 85 (m)	0.130	0.252	0.237

Nota: En la determinación de promedios y percentiles se excluyeron los valores iguales a cero.



## INFORME FINAL

### Referencias

Wikipedia. (9 de Febrero de 2011). Georradar. *Radares de penetración terrestre*. Accesada el 21 de Febrero de 2011, [http://es.wikipedia.org/wiki/Radares\\_de\\_penetraci%C3%B3n\\_terrestre](http://es.wikipedia.org/wiki/Radares_de_penetraci%C3%B3n_terrestre).

### ANEXOS

Los anexos se encuentran distribuidos en forma digital, ya sea a través del espacio en internet del proyecto o del soporte digital adjunto. Los anexos entregados responden a la siguiente tabla informativa.

Nombre del Archivo	Descripción
RUTA 21 INF. DE HALLAZGOS.pdf	Este Informe de Hallazgos en versión digital.
GPR_RUTA 21_T344.xlsx	Tramo 344   Reporte de Espesores
GPR_RUTA 21_T345.xlsx	Tramo 345   Reporte de Espesores
GPR_RUTA 21_T346.xlsx	Tramo 346   Reporte de Espesores

INFORME FINAL

# Corporación Nacional Para el Desarrollo

## CND

### INFORME DE HALLAZGOS

RADAR DE PENETRACIÓN TERRESTRE



Ruta 24

Tramos 357, 358, 359 y 360

Desde Intersección con Ruta 2 hasta San Manuel

0+000 – 94+100

Febrero de 2012

**ECUATEST**  
MERCOSUR LTDA.  
TECNOLOGIA INTELIGENTE

## INFORME FINAL

### Contenidos

<b>Sección</b>	<b>Página</b>
Reporte de Secciones Homogéneas	2
Detalle de Hallazgos	7
Referencias	12
Tabla Informativa de Anexos	13



### Reporte de Espesores por Secciones Homogéneas

## INFORME FINAL

En el presente informe se ha realizado un análisis de los datos colectados por el Radar de Penetración Terrestre y procesados por las herramientas computacionales correspondientes. Las propiedades de los materiales de las estructuras estudiadas nos han permitido llegar a una profundidad de 1.5 m.

De los datos procesados se obtiene el siguiente cuadro resumen:

### TRAMO 357. CIUDAD INTERSECCIÓN RUTA 2 – INTERSECCIÓN A NUEVO BERLÍN (0+000 – 21+600)

#### Sección I (0+090 – 2+270)

##### Profundidades Promedio Sección I (0+090 – 2+270)

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE INTERSECCIÓN CON RUTA 2 HACIA NUEVO BERLÍN</b>		
<b>0.127</b>	<b>0.239</b>	<b>0.432</b>

##### Profundidades de capas en relación al percentil 85 Sección I (0+090 – 2+270)

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE INTERSECCIÓN CON RUTA 2 HACIA NUEVO BERLÍN</b>		
<b>0.143</b>	<b>0.259</b>	<b>0.444</b>

La sección I se encuentra en sentido de la Intersección con Ruta 21 hacia el Nuevo Berlín.

Podemos observar de los cuadros presentados las profundidades de las distintas capas, en base al promedio y al percentil 85 para cada capa. Adicionalmente hay que considerar:

- Capa 1: Esta es una capa de pavimento rígido que aparece identificada a lo largo de toda la sección I en forma continua.
- Capa 2: Es una capa asfáltica que se encuentra debajo de la capa de pavimento rígido.
- Capa 3: Esta es una capa que corresponde a un material granular.

#### Sección II (2+270 – 11+700)

##### Profundidades Promedio Sección II (2+270 – 11+700)

Capa 1 (m)	Capa 3 (m)	Capa 4 (m)
<b>DESDE INTERSECCIÓN CON RUTA 2 HACIA NUEVO BERLÍN</b>		
<b>0.136</b>	<b>0.322</b>	<b>0.538</b>

**INFORME FINAL**

**Profundidades de capas en relación al percentil 85 Sección II (2+270 – 11+700)**

Capa 1 (m)	Capa 3 (m)	Capa 4 (m)
<b>DESDE INTERSECCIÓN CON RUTA 2 HACIA NUEVO BERLÍN</b>		
<b>0.147</b>	<b>0.355</b>	<b>0.560</b>

La sección II se encuentra en sentido de la Intersección con Ruta 21 hacia el Nuevo Berlín.

Podemos observar de los cuadros presentados las profundidades de las distintas capas, en base al promedio y al percentil 85 para cada capa. Adicionalmente hay que considerar:

- Capa 1: Es la capa asfáltica que aparece identificada a lo largo de toda la sección II, la cual se observa en forma continua.
- Capa 3: Esta es una capa que corresponde a un primer material granular.
- Capa 4: Esta es una capa que corresponde a un segundo material granular.

**Sección III (11+700 – 21+400)**

**Profundidades Promedio Sección III (11+700 – 21+400))**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE INTERSECCIÓN CON RUTA 2 HACIA NUEVO BERLÍN</b>		
<b>0.138</b>	<b>0.246</b>	<b>0.440</b>

**Profundidades de capas en relación al percentil 85 Sección III (11+700 – 21+400)**

Capa 1 (m)	Capa 2 (m)	Capa 3 (m)
<b>DESDE INTERSECCIÓN CON RUTA 2 HACIA NUEVO BERLÍN</b>		
<b>0.150</b>	<b>0.266</b>	<b>0.482</b>

La sección III se encuentra en sentido de la Intersección con Ruta 21 hacia el Nuevo Berlín.

Podemos observar de los cuadros presentados las profundidades de las distintas capas, en base al promedio y al percentil 85 para cada capa. Adicionalmente hay que considerar:

## INFORME FINAL

- Capa 1: Esta es una capa de pavimento rígido que aparece identificada a lo largo de toda la sección III en forma continua.
- Capa 2: Es una capa asfáltica que se encuentra debajo de la capa de pavimento rígido.
- Capa 3: Esta es una capa que corresponde a un material granular.

### TRAMO 358. INTERSECCIÓN A NUEVO BERLÍN – CIUDAD DE TRES BOCAS

(21+600 – 54+000)

Sección IV (21+400 – 42+000)

#### Profundidades Promedio Sección IV (21+400 – 42+000)

Capa 1 (m)	Capa 3 (m)	Capa 4 (m)
<b>DESDE NUEVO BERLÍN HACIA TRES BOCAS</b>		
<b>0.136</b>	<b>0.312</b>	<b>0.516</b>

#### Profundidades de capas en relación al percentil 85 Sección IV (21+400 – 42+000)

Capa 1 (m)	Capa 3 (m)	Capa 4 (m)
<b>DESDE NUEVO BERLÍN HACIA TRES BOCAS</b>		
<b>0.148</b>	<b>0.345</b>	<b>0.553</b>

La sección IV se encuentra dentro del Tramo 357(Ruta 2 – Nuevo Berlín) y Tramo 358 (Nuevo Berlín – Tres Bocas).

Podemos observar de los cuadros presentados las profundidades de las distintas capas, en base al promedio y al percentil 85 para cada capa. Adicionalmente hay que considerar:

- Capa 1: Es la capa asfáltica que aparece identificada a lo largo de de toda la sección IV, la cual se observa en forma continua.
- Capa 3: Esta es una capa que corresponde a un primer material granular.
- Capa 4: Esta es una capa que corresponde a un segundo material granular.

### TRAMO 359. CIUDAD DE TRES BOCAS – PUENTE ARROYO NEGRO

(54+000 – 83+300)

### TRAMO 360. PUENTE ARROYO NEGRO – SAN MANUEL

**INFORME FINAL**
**(83+300 – 94+100)**
**Sección V (42+000 – 93+450)**
**Profundidades Promedio Sección V (42+000 – 93+450)**

Capa 1 (m)	Capa 3 (m)	Capa 4 (m)
<b>DESDE TRES BOCAS HACIA SAN MANUEL</b>		
<b>0.053</b>	<b>0.305</b>	<b>0.546</b>

**Profundidades de capas en relación al percentil 85 Sección V (42+000 – 93+450)**

Capa 1 (m)	Capa 3 (m)	Capa 4 (m)
<b>DESDE TRES BOCAS HACIA SAN MANUEL</b>		
<b>0.081</b>	<b>0.349</b>	<b>0.560</b>

La sección V se encuentra dentro del Tramo 358 (Nuevo Berlín – Tres Bocas), Tramo 359 (Tres Bocas – Arroyo Negro) y Tramo 360 (Arroyo Negro – San Manuel).

Podemos observar de los cuadros presentados las profundidades de las distintas capas, en base al promedio y al percentil 85 para cada capa. Adicionalmente hay que considerar:

- Capa 1: Es una capa que corresponde a un doble tratamiento superficial que aparece identificada a lo largo de la sección V.
- Capa 3: Esta es una capa que corresponde a un primer material granular.
- Capa 4: Esta es una capa que corresponde a un segundo material granular.

**Sección VI (93+450 – 94+100)**
**Profundidades Promedio Sección VI (93+450 – 94+100)**

Capa 1 (m)	Capa 3 (m)	Capa 4 (m)
<b>DESDE ARROYO NEGRO HACIA SAN MANUEL</b>		
<b>0.111</b>	<b>0.316</b>	<b>0.539</b>

**Profundidades de capas en relación al percentil 85 Sección VI (93+450 – 94+100)**

## INFORME FINAL

Capa 1 (m)	Capa 3 (m)	Capa 4 (m)
<b>DESDE ARROYO NEGRO HACIA SAN MANUEL</b>		
<b>0.151</b>	<b>0.360</b>	<b>0.547</b>

La sección VI se encuentra dentro del Tramo 358 (Nuevo Berlín – Tres Bocas), Tramo 359 (Tres Bocas – Arroyo Negro) y Tramo 360 (Arroyo Negro – San Manuel).

Podemos observar de los cuadros presentados las profundidades de las distintas capas, en base al promedio y al percentil 85 para cada capa. Adicionalmente hay que considerar:

- Capa 1: Es la capa asfáltica que aparece identificada a lo largo de de la sección VI.
- Capa 3: Esta es una capa que corresponde a un primer material granular.
- Capa 4: Esta es una capa que corresponde a un segundo material granular.

Por favor refiérase a la sección “*Detalle de Hallazgos*” y a los anexos para detalles específicos de este estudio.

### Detalle de Hallazgos

#### Identificación de los tramos ensayados

Los siguientes tramos fueron utilizados para el procesamiento:

#### Tramo 357 (0+000 – 21+600)

Longitud (m)	Observaciones
21600m Desde Intersección Ruta 2 hasta Intersección Nuevo Berlín	Se analizó en 3 secciones homogéneas

#### Tramo 358 (21+600 – 54+000)

Longitud (m)	Observaciones
32400m Desde Intersección Nuevo Berlín hasta la Ciudad de Tres Bocas	Se analizó 1 sección homogénea con parte del Tramo 357



## INFORME FINAL

### Tramo 359 (54+000 – 83+300)

Longitud (m)	Observaciones
29300m Desde la Ciudad de Tres Bocas hasta el Puente Arroyo Negro	Se analizó 1 sección homogénea con parte del Tramo 358, 359 y 360

### Tramo 360 (83+300 – 94+100)

Longitud (m)	Observaciones
10800m Desde el Puente Arroyo Negro hasta San Manuel	Se analizó 1 sección homogénea

#### Acerca del Estudio

La información ha sido colectada con el GPR el 30 de Enero de 2012, bajo condiciones climáticas que permiten el correcto funcionamiento de los equipos y la confiabilidad en los datos adquiridos, esto es en un clima sin lluvia. Se ha adquirido una (2) muestra por metro para este estudio.

El vehículo de auscultación fue conducido de forma habitual conforme a la circulación en esta vía, es decir las líneas que se han levantado con información de espesores, están ubicadas en el centro de cada carril (puesto que las antenas se encuentran montadas en el centro del vehículo).

#### Detalles Generales del Levantamiento y Procesamiento

##### Representación de Capas

##### Sección I (0+090 – 2+270)

- Capa 1: Pavimento Rígido.
- Capa 2: Capa asfáltica debajo de la capa de pavimento rígido.
- Capa 3: Capa que corresponde a un material granular.

##### Sección II (2+270 – 11+700)

- Capa 1: Capa asfáltica.
- Capa 3: Capa que corresponde a un primer material granular.
- Capa 4: Capa que corresponde a un segundo material granular.

##### Sección III (11+700 – 21+400)

## INFORME FINAL

- Capa 1: Pavimento Rígido.
- Capa 2: Capa asfáltica debajo de la capa de pavimento rígido.
- Capa 3: Capa que corresponde a un material granular.

### Sección IV (21+400 – 42+000)

- Capa 1: Capa asfáltica.
- Capa 3: Capa que corresponde a un primer material granular.
- Capa 4: Capa que corresponde a un segundo material granular.

### Sección V (42+000 – 93+450)

- Capa 1: Capa de doble tratamiento superficial.
- Capa 3: Capa que corresponde a un primer material granular.
- Capa 4: Capa que corresponde a un segundo material granular.

### Sección VI (93+450 – 94+100)

- Capa 1: Capa asfáltica.
- Capa 3: Capa que corresponde a un primer material granular.
- Capa 4: Capa que corresponde a un segundo material granular.

Existen irregularidades en términos de los espesores de las capas a lo largo de la calle, dichos cambios son los que se expresan de manera detallada en la sección pertinente de este informe.

### Cálculo de Promedios

Los promedios y espesores se han calculado sin incluir el valor cero, el software de procesamiento arroja una tabla donde hay varios valores de cero (puesto que es una tabla multidimensional donde se muestran todas las capas y los puntos para cada capa no aparecen exactamente en las mismas posiciones en el eje longitudinal).

Además se ha calculado el percentil 85 para el espesor de cada capa, este parámetro quiere decir que el 85 por ciento de los valores de espesores para esa capa están por debajo del valor indicado.

### Identificación de Cambios en la Condición de la Vía

Este estudio debe ser correlacionado con cambios eventuales en las condiciones superficiales del pavimento, para lo cual en el caso de este proyecto se ha utilizado las imágenes registradas por nuestros sistemas multifunción.

### Detalles Específicos

**INFORME FINAL**
**Sección I (0+090 – 2+270)**
**TABLA RESUMEN DE RESULTADOS PARA LA SECCION I**

	Capa 1	Capa 2	Capa 3
Profundidad Promedio (m)	0.127	0.239	0.432
Profundidad Percentil 85 (m)	0.143	0.259	0.444
Espesor Promedio (m)	0.127	0.112	0.192
Espesor Percentil 85 (m)	0.143	0.116	0.185

Nota: En la determinación de promedios y percentiles se excluyeron los valores iguales a cero.

**Sección II (2+270 – 11+700)**
**TABLA RESUMEN DE RESULTADOS PARA LA SECCION II**

	Capa 1	Capa 3	Capa 4
Profundidad Promedio (m)	0.136	0.322	0.538
Profundidad Percentil 85 (m)	0.147	0.355	0.560
Espesor Promedio (m)	0.136	0.187	0.216
Espesor Percentil 85 (m)	0.147	0.208	0.205

Nota: En la determinación de promedios y percentiles se excluyeron los valores iguales a cero.

**Sección III (11+700 – 21+400)**
**TABLA RESUMEN DE RESULTADOS PARA LA SECCION III**

	Capa 1	Capa 2	Capa 3
Profundidad Promedio (m)	0.138	0.246	0.440
Profundidad Percentil 85 (m)	0.150	0.266	0.482
Espesor Promedio (m)	0.138	0.108	0.194
Espesor Percentil 85 (m)	0.150	0.116	0.216

Nota: En la determinación de promedios y percentiles se excluyeron los valores iguales a cero.

**Sección IV (21+400 – 42+000)**

**INFORME FINAL**
**TABLA RESUMEN DE RESULTADOS PARA LA SECCION IV**

	Capa 1	Capa 3	Capa 4
Profundidad Promedio (m)	0.136	0.312	0.516
Profundidad Percentil 85 (m)	0.148	0.345	0.553
Esesor Promedio (m)	0.136	0.176	0.204
Esesor Percentil 85 (m)	0.148	0.197	0.208

Nota: En la determinación de promedios y percentiles se excluyeron los valores iguales a cero.

**Sección V (42+000 – 93+450)**
**TABLA RESUMEN DE RESULTADOS PARA LA SECCION V**

	Capa 1	Capa 3	Capa 4
Profundidad Promedio (m)	0.053	0.305	0.546
Profundidad Percentil 85 (m)	0.081	0.349	0.560
Esesor Promedio (m)	0.053	0.252	0.241
Esesor Percentil 85 (m)	0.081	0.268	0.211

Nota: En la determinación de promedios y percentiles se excluyeron los valores iguales a cero.

**Sección VI (93+450 – 94+100)**
**TABLA RESUMEN DE RESULTADOS PARA LA SECCION VI**

	Capa 1	Capa 3	Capa 4
Profundidad Promedio (m)	0.111	0.316	0.539
Profundidad Percentil 85 (m)	0.151	0.360	0.547
Esesor Promedio (m)	0.111	0.205	0.223
Esesor Percentil 85 (m)	0.151	0.209	0.187

Nota: En la determinación de promedios y percentiles se excluyeron los valores iguales a cero.

## INFORME FINAL

### Referencias

Wikipedia. (9 de Febrero de 2011). Georradar. *Radars de penetración terrestre*. Accesada el 21 de Febrero de 2011, [http://es.wikipedia.org/wiki/Radares\\_de\\_penetraci%C3%B3n\\_terrestre](http://es.wikipedia.org/wiki/Radares_de_penetraci%C3%B3n_terrestre).

### ANEXOS

Los anexos se encuentran distribuidos en forma digital, ya sea a través del espacio en internet del proyecto o del soporte digital adjunto. Los anexos entregados responden a la siguiente tabla informativa.

Nombre del Archivo	Descripción
RUTA 24 INF. DE HALLAZGOS.pdf	Este Informe de Hallazgos en versión digital.
GPR_ RUTA 24_T357.xlsx	Sección I, II y III   Reporte de Espesores
GPR_ RUTA 24_T357-358.xlsx	Sección IV   Reporte de Espesores
GPR_ RUTA 24_T358-359-360.xlsx	Sección V y VI   Reporte de Espesores

## INFORME FINAL

### 7. RESULTADOS DEL RETROCÁLCULO

El retrocálculo es un proceso que partiendo de los resultados de la deflexión recuperable de un pavimento ensayado bajo carga dinámica, utiliza un conjunto de relaciones o algoritmos matemáticos sustentados en la teoría elástica de pavimentos, para obtener los parámetros resistentes de cada una de las capas o del conjunto de capas de un firme o del firme y el pavimento en conjunto.

Estos cálculos relativamente complejos que aprovechan miles de resultados de las pruebas deflectométricas, se realizan en corto tiempo gracias a la ayuda de hojas electrónicas e incluso software especializado, o los dos tipos de herramientas, con el fin de automatizar el procesamiento, que sin ellas sería inimaginablemente demorado.

En general este informe recoge la aplicación en tres aspectos:

- Determinación de Módulos de Elasticidad por capa, valor “K” y evaluaciones de estado para losas de pavimento rígido;
- Zonificación de pavimentos; y,
- Retrocálculo asistido por programa de ordenador.

Se hace notar que la fundamentación metodológica de este proceso se encuentra convenida en la práctica internacional, debido a que utiliza leyes, principios y conceptos ampliamente reconocidos y aceptados, los cuales forman parte de metodologías de evaluación y diseño de pavimentos en vigor bajo normas como las dictadas por la AASHTO, la Unión Europea, el Banco Mundial, etc., de las que hoy no existe abstracción posible, dado que los documentos exigibles en materia de servicios de consultoría, de una u otra manera, están referidos a este tipo de regulaciones.

De otra parte, muchos procedimientos de administración de la información, presentación y visualización de resultados de deflexiones, que no se refieren directamente a la determinación de parámetros resistentes o de capacidad portante de un pavimento; ayudan complementariamente a incrementar la capacidad interpretativa de resultados por parte de los diseñadores de pavimentos; por ejemplo, la determinación de secciones homogéneas por condición o estado, a lo largo del perfil longitudinal de la carretera, permiten sin mayor margen de dudas, identificar la condición dominante y/o la presencia de zonas particulares, específicas, singulares de comportamiento que deben ser advertidas en el marco de las soluciones de rehabilitación estructural, superficial o sencillamente de actividades de conservación.

Precisamente en este último sentido, el informe y los reportes contienen información relevante para los especialistas de diseño, construcción y mantenimiento, a fin de que puedan administrar de manera bastante objetiva sus decisiones a nivel de planificación, programación y ejecución de inversiones.

Las hojas electrónicas utilizadas en el procesamiento de resultados de esta consultoría fueron desarrolladas por los técnicos de ECUATEST CIA. LTDA. y ECUATEST MERCOSUR LTDA., en atención a las demandas de información de los clientes y usuarios, productos que se encuentran bajo régimen de propiedad intelectual y cláusulas contractuales de confidencialidad.

## INFORME FINAL

El software de automatización que se utiliza en el presente caso, con los mismos fundamentos explicados anteriormente, corresponde al programa Rosy Design, totalmente compatible con el programa de captura de datos de deflexión, es producido por la casa Carl Bro – Gronmij, de origen danés, que además fabrica el SHWD que se utilizó en la campaña de auscultación.

### 7.1. Determinación de Módulos de Elasticidad por capa, valor “K” y evaluaciones de estado para pavimentos flexibles y losas de pavimento rígido.

En el presente documento se presentan los resultados obtenidos en cuanto a la determinación del módulo de resiliente ( $M_r$ ) de la subrasante, del módulo elástico del pavimento flexible en su conjunto ( $E_p$ ) así como del Número Estructural (SN) del pavimento, empleando procedimientos de retrocálculo a partir de las mediciones de deflexión con equipo FWD.

La metodología de cálculo que se empleó es la recomendada en AASHTO 93, según se establece en la Parte III, Capítulo 5, Sección 5.4. Las expresiones de cálculo son:

MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE,  $M_r$  (psi):

Se calcula de acuerdo a la expresión:

$$M_r = \frac{C(0.24P)}{dr \cdot r}$$

C: Factor de corrección.

P: Carga aplicada, libras.

dr: Deflexión a la distancia r del centro de la carga, pulgadas.

r: Distancia del centro de carga, pulgadas. Debe de cumplirse además que:

$$r \geq 0.7 ae$$

donde:

$$ae = \sqrt{a^2 + \left( D \sqrt[3]{\frac{E_p}{M_r}} \right)^2}$$

ae: Radio del bulbo de presiones en la interfase pavimento-subrasante, pulgadas.

a: Radio del plato de carga del NDT, pulgadas.

D: Espesor total de las capas del pavimento por encima de la subrasante, pulgadas.

$E_p$ : Módulo efectivo de todas las capas del pavimento encima de la subrasante, psi.

## INFORME FINAL

### MÓDULO EFECTIVO DEL PAVIMENTO, EP (psi).

Se determina a partir de la deflexión medida bajo el centro de la placa de carga,  $d_o$ , corregida a 20 °C, en pulgadas.

$$d_o = 1.5pa \left\{ \frac{1}{Mr \sqrt{1 + \left( \frac{D}{a} \sqrt[3]{\frac{E_p}{Mr}} \right)^2}} + \frac{\left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left( \frac{D}{a} \right)^2}} \right]}{E_p} \right\}$$

donde:

p: Presión ejercida por el plato de carga en el NDT, psi.

a: Radio del plato de carga del NDT, pulgadas.

D: Espesor total de las capas del pavimento por encima de la subrasante, pulgadas.

Mr: Módulo resiliente de la subrasante, psi.

Ep: Módulo efectivo de todas las capas del pavimento por encima de la subrasante, psi.

### NÚMERO ESTRUCTURAL EFECTIVO SEGÚN NDT, S<sub>Nef</sub>.

Se determina de acuerdo a la ecuación siguiente:

$$S_{Nef} = 0.0045 D^3 \sqrt{E_p}$$

Las variables y unidades involucradas ya son conocidas.



**INFORME FINAL**

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO		Módulo de Administración de Documentos								
<b>Corporación Nacional Para El Desarrollo</b>										
<b>RUTA 21 (NUEVA PALMIRA - DOLORES - MERCEDES)</b>										
<b>ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEFLECTOMÉTRICO SEGÚN CRITERIOS DE AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES</b>										
RUTA:	21	CARRILES:	AMBOS							
TRAMO:	344	SECCIÓN:	1 (278+800 - 289+300)							
<b>DATOS DEFLECTOMÉTRICOS:</b>										
DEFLEXIÓN	DEFLEXIONES (µm)									CARGA
PROMEDIO	D1	D2	D3	D6	D9	D11	D13	D14	D15	KN
TRAMO	288	287	237	135	81	62	42	33	28	40,00
do (µm)=	288	do (pulg)=	0,0113							
Ecuación comprobación:			0,0113							
ae (pulg)=	34,2									
0.7 x ae=	24,0									
r (pug)=	81,9	Por lo que:	r > 0.7xae							
CAPAS:	hi, cm									
CA (cm):	17,1	CA: Capa asfáltica								
CG 1 (cm):	18,2	CG: Capas granulares								
CG 2 (cm):	20,0									
Total, D (cm):	55,3									

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO		Módulo de Administración de Documentos								
<b>Corporación Nacional Para El Desarrollo</b>										
<b>RUTA 21 (NUEVA PALMIRA - DOLORES - MERCEDES)</b>										
<b>ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEFLECTOMÉTRICO SEGÚN CRITERIOS DE AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES</b>										
RUTA:	21	CARRILES:	AMBOS							
TRAMO:	344	SECCIÓN:	2 (289+300 - 298+400)							
<b>DATOS DEFLECTOMÉTRICOS:</b>										
DEFLEXIÓN	DEFLEXIONES (µm)									CARGA
PROMEDIO	D1	D2	D3	D6	D9	D11	D13	D14	D15	KN
TRAMO	360	358	307	176	104	77	51	40	34	40,00
do (µm)=	360	do (pulg)=	0,0142							
Ecuación comprobación:			0,0142							
ae (pulg)=	34,3									
0.7 x ae=	24,0									
r (pug)=	81,9	Por lo que:	r > 0.7xae							
CAPAS:	hi, cm									
CA (cm):	17,1	CA: Capa asfáltica								
CG 1 (cm):	16,6	CG: Capas granulares								
CG 2 (cm):	22,8									
Total, D (cm):	56,5									

**INFORME FINAL**

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEFLECTOMÉTRICO SEGÚN CRITERIOS DE AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

**RUTA:** 21      **CARRILES:** AMBOS      **TRAMO:** 345      **SECCIÓN:** 1 (298+400 - 310+000)

**DATOS DEFLECTOMÉTRICOS:**

DEFLEXIÓN PROMEDIO	DEFLEXIONES (µm)									CARGA KN
	D1	D2	D3	D6	D9	D11	D13	D14	D15	
TRAMO	367	365	310	172	99	74	49	38	33	40,00

**Módulo resiliente de la subrasante, Mr.**

$$Mr = (0.24 \times P) / (dr \times r)$$

Mr: Módulo resiliente de la subrasante, psi.

P: carga aplicada, libras.

dr: deflexión a una distancia r del centro de la carga, pulgadas.

r: distancia del centro de carga, pulgadas.

$$r > \delta = 0.7 \times a_e$$

$a_e$  (pulg)= función (a, D, Ep y Mr)

a: radio del plato de carga del FWD, pulg.

D: espesor total del pavimento, pulg.

Ep: módulo efectivo del pavimento sobre la subrasante, psi.

Ep se calcula por un proceso de tanteos =>

$$d_0 (\mu m) = 367 \quad d_0 (\text{pulg}) = 0,0144$$

Ecuación comprobación: 0,0144

$$a_e (\text{pulg}) = 32,9$$

$$0.7 \times a_e = 23,0$$

$$r (\text{pulg}) = 81,9 \quad \text{Por lo que: } r > 0.7 \times a_e$$

P (KN)=	40,00	P (libras)=	9.000
dr (µm)=	33	dr (pulg)=	0,0013
r (cm)=	208	r (pulg)=	81,9
<b>Mr(kg/cm2)=</b>	<b>1421</b>	<b>Mr (psi)=</b>	<b>20.302</b>

a (cm)=	15,00	a (pulg)=	5,9
D (cm)=	55,1	D (pulg)=	21,7
<b>Ep(kg/cm2)=</b>	<b>4.725</b>	<b>Ep (psi)=</b>	<b>67.500</b>

**Estructura del pavimento existente:**

CAPAS:	hi, cm	
CA (cm):	16,2	CA: Capa asfáltica
CG 1 (cm):	18,5	CG: Capas granulares
CG 2 (cm):	20,4	
Total, D (cm):	55,1	

**Número Estructural Efectivo, SN eff. (NDT).**

$$SN \text{ eff} = 0.0045 \times D \times (Ep^{1/3})$$

**SN eff = 4,0**      NDT: Nondestructive Deflection Test

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEFLECTOMÉTRICO SEGÚN CRITERIOS DE AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

**RUTA:** 21      **CARRILES:** AMBOS      **TRAMO:** 345      **SECCIÓN:** 2 (310+000 - 314+000)

**DATOS DEFLECTOMÉTRICOS:**

DEFLEXIÓN PROMEDIO	DEFLEXIONES (µm)									CARGA KN
	D1	D2	D3	D6	D9	D11	D13	D14	D15	
TRAMO	424	421	354	197	113	83	53	41	35	40,00

**Módulo resiliente de la subrasante, Mr.**

$$Mr = (0.24 \times P) / (dr \times r)$$

Mr: Módulo resiliente de la subrasante, psi.

P: carga aplicada, libras.

dr: deflexión a una distancia r del centro de la carga, pulgadas.

r: distancia del centro de carga, pulgadas.

$$r > \delta = 0.7 \times a_e$$

$a_e$  (pulg)= función (a, D, Ep y Mr)

a: radio del plato de carga del FWD, pulg.

D: espesor total del pavimento, pulg.

Ep: módulo efectivo del pavimento sobre la subrasante, psi.

Ep se calcula por un proceso de tanteos =>

$$d_0 (\mu m) = 424 \quad d_0 (\text{pulg}) = 0,0167$$

Ecuación comprobación: 0,0167

$$a_e (\text{pulg}) = 31,6$$

$$0.7 \times a_e = 22,1$$

$$r (\text{pulg}) = 81,9 \quad \text{Por lo que: } r > 0.7 \times a_e$$

P (KN)=	40,00	P (libras)=	9.000
dr (µm)=	35	dr (pulg)=	0,0014
r (cm)=	208	r (pulg)=	81,9
<b>Mr(kg/cm2)=</b>	<b>1340</b>	<b>Mr (psi)=</b>	<b>19.142</b>

a (cm)=	15,00	a (pulg)=	5,9
D (cm)=	55,2	D (pulg)=	21,7
<b>Ep(kg/cm2)=</b>	<b>3.920</b>	<b>Ep (psi)=</b>	<b>56.000</b>

**Estructura del pavimento existente:**

CAPAS:	hi, cm	
CA (cm):	15,3	CA: Capa asfáltica
CG 1 (cm):	18,3	CG: Capas granulares
CG 2 (cm):	21,6	
Total, D (cm):	55,2	

**Número Estructural Efectivo, SN eff. (NDT).**

$$SN \text{ eff} = 0.0045 \times D \times (Ep^{1/3})$$

**SN eff = 3,7**      NDT: Nondestructive Deflection Test

**INFORME FINAL**

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEFLECTOMÉTRICO SEGÚN CRITERIOS DE AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

RUTA: 21 CARRILES: AMBOS TRAMO: 345 SECCIÓN: 3 (314+000 - 319+464)

**DATOS DEFLECTOMÉTRICOS:**

DEFLEXIÓN PROMEDIO	DEFLEXIONES (µm)									CARGA KN
	D1	D2	D3	D6	D9	D11	D13	D14	D15	
TRAMO	349	346	291	163	94	70	47	36	31	40,00

**Módulo resiliente de la subrasante, Mr.**

$$Mr = (0.24 \times P) / (dr \times r)$$

Mr: Módulo resiliente de la subrasante, psi.

P: carga aplicada, libras.

dr: deflexión a una distancia r del centro de la carga, pulgadas.

r: distancia del centro de carga, pulgadas.

$$r > \acute{o} = 0.7 \times a_e$$

a<sub>e</sub> (pulg)= función (a, D, Ep y Mr)

a: radio del plato de carga del FWD, pulg.

D: espesor total del pavimento, pulg.

Ep: módulo efectivo del pavimento sobre la subrasante, psi.

Ep se calcula por un proceso de tanteos =>

$$d_0 (\mu m) = 349 \quad d_0 (\text{pulg}) = 0,0137$$

Ecuación comprobación: 0,0137

$$a_e (\text{pulg}) = 32,5$$

$$0.7 \times a_e = 22,8$$

$$r (\text{pulg}) = 81,9 \quad \text{Por lo que: } r > 0.7 \times a_e$$

P (KN)=	40,00	P (libras)=	9.000
dr (µm)=	31	dr (pulg)=	0,0012
r (cm)=	208	r (pug)=	81,9
<b>Mr(kg/cm2)=</b>	<b>1513</b>	<b>Mr (psi)=</b>	<b>21.612</b>

**Estructura del pavimento existente:**

CAPAS:	hi, cm	
CA (cm):	15,4	CA: Capa asfáltica
CG 1 (cm):	17,6	CG: Capas granulares
CG 2 (cm):	21,8	
Total, D (cm):	54,8	

**Número Estructural Efectivo, SN eff. (NDT).**

$$SN \text{ eff} = 0.0045 \times D \times (Ep^{1/3})$$

**SN eff = 4,0** NDT: Nondestructive Deflection Test

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEFLECTOMÉTRICO SEGÚN CRITERIOS DE AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

RUTA: 21 CARRILES: AMBOS TRAMO: 346 SECCIÓN: 1 (322+000 - 327+000)

**DATOS DEFLECTOMÉTRICOS:**

DEFLEXIÓN PROMEDIO	DEFLEXIONES (µm)									CARGA KN
	D1	D2	D3	D6	D9	D11	D13	D14	D15	
TRAMO	367	332	266	139	82	64	44	35	30	40,00

**Módulo resiliente de la subrasante, Mr.**

$$Mr = (0.24 \times P) / (dr \times r)$$

Mr: Módulo resiliente de la subrasante, psi.

P: carga aplicada, libras.

dr: deflexión a una distancia r del centro de la carga, pulgadas.

r: distancia del centro de carga, pulgadas.

$$r > \acute{o} = 0.7 \times a_e$$

a<sub>e</sub> (pulg)= función (a, D, Ep y Mr)

a: radio del plato de carga del FWD, pulg.

D: espesor total del pavimento, pulg.

Ep: módulo efectivo del pavimento sobre la subrasante, psi.

Ep se calcula por un proceso de tanteos =>

$$d_0 (\mu m) = 367 \quad d_0 (\text{pulg}) = 0,0144$$

Ecuación comprobación: 0,0144

$$a_e (\text{pulg}) = 31,9$$

$$0.7 \times a_e = 22,3$$

$$r (\text{pulg}) = 81,9 \quad \text{Por lo que: } r > 0.7 \times a_e$$

P (KN)=	40,00	P (libras)=	9.000
dr (µm)=	30	dr (pulg)=	0,0012
r (cm)=	208	r (pug)=	81,9
<b>Mr(kg/cm2)=</b>	<b>1563</b>	<b>Mr (psi)=</b>	<b>22.332</b>

**Estructura del pavimento existente:**

CAPAS:	hi, cm	
CA (cm):	12,5	CA: Capa asfáltica
CG 1 (cm):	18,6	CG: Capas granulares
CG 2 (cm):	24,8	
Total, D (cm):	55,9	

**Número Estructural Efectivo, SN eff. (NDT).**

$$SN \text{ eff} = 0.0045 \times D \times (Ep^{1/3})$$

**SN eff = 4,0** NDT: Nondestructive Deflection Test

**INFORME FINAL**

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEFLECTOMÉTRICO SEGÚN CRITERIOS DE AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

RUTA: 21 CARRILES: AMBOS TRAMO: 346 SECCIÓN: 2 (327+000 - 330+500)

**DATOS DEFLECTOMÉTRICOS:**

DEFLECCIÓN PROMEDIO	DEFLEXIONES (µm)									CARGA KN
	D1	D2	D3	D6	D9	D11	D13	D14	D15	
TRAMO	490	432	331	150	82	64	46	36	31	40,00

**Módulo resiliente de la subrasante, Mr.**

$$Mr = (0.24 \times P) / (dr \times r)$$

Mr: Módulo resiliente de la subrasante, psi.

P: carga aplicada, libras.

dr: deflexión a una distancia r del centro de la carga, pulgadas.

r: distancia del centro de carga, pulgadas.

$$r > \delta = 0.7 \times a_e$$

$a_e$  (pulg)= función (a, D, Ep y Mr)

a: radio del plato de carga del FWD, pulg.

D: espesor total del pavimento, pulg.

Ep: módulo efectivo del pavimento sobre la subrasante, psi.

Ep se calcula por un proceso de tanteos =>

$$d_0 (\mu m) = 490 \quad d_0 (\text{pulg}) = 0,0193$$

Ecuación comprobación: 0,0193

$$a_e (\text{pulg}) = 28,5$$

$$0.7 \times a_e = 20,0$$

$$r (\text{pulg}) = 81,9 \quad \text{Por lo que: } r > 0.7 \times a_e$$

P (KN)=	40,00	P (libras)=	9.000
dr (µm)=	31	dr (pulg)=	0,0012
r (cm)=	208	r (pug)=	81,9
<b>Mr(kg/cm2)=</b>	<b>1513</b>	<b>Mr (psi)=</b>	<b>21.612</b>

**Estructura del pavimento existente:**

CAPAS:	hi, cm	
CA (cm):	12,0	CA: Capa asfáltica
CG 1 (cm):	20,6	CG: Capas granulares
CG 2 (cm):	23,4	
Total, D (cm):	56,0	

**Número Estructural Efectivo, SN eff. (NDT).**

$$SN \text{ eff} = 0.0045 \times D \times (Ep^{1/3})$$

**SN eff = 3,5** NDT: Nondestructive Deflection Test

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEFLECTOMÉTRICO SEGÚN CRITERIOS DE AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

RUTA: 21 CARRILES: AMBOS TRAMO: 346 SECCIÓN: 3 (330+500 - 348+500)

**DATOS DEFLECTOMÉTRICOS:**

DEFLECCIÓN PROMEDIO	DEFLEXIONES (µm)									CARGA KN
	D1	D2	D3	D6	D9	D11	D13	D14	D15	
TRAMO	356	310	247	123	68	51	34	27	23	40,00

**Módulo resiliente de la subrasante, Mr.**

$$Mr = (0.24 \times P) / (dr \times r)$$

Mr: Módulo resiliente de la subrasante, psi.

P: carga aplicada, libras.

dr: deflexión a una distancia r del centro de la carga, pulgadas.

r: distancia del centro de carga, pulgadas.

$$r > \delta = 0.7 \times a_e$$

$a_e$  (pulg)= función (a, D, Ep y Mr)

a: radio del plato de carga del FWD, pulg.

D: espesor total del pavimento, pulg.

Ep: módulo efectivo del pavimento sobre la subrasante, psi.

Ep se calcula por un proceso de tanteos =>

$$d_0 (\mu m) = 356 \quad d_0 (\text{pulg}) = 0,0140$$

Ecuación comprobación: 0,0140

$$a_e (\text{pulg}) = 28,8$$

$$0.7 \times a_e = 20,1$$

$$r (\text{pulg}) = 81,9 \quad \text{Por lo que: } r > 0.7 \times a_e$$

P (KN)=	40,00	P (libras)=	9.000
dr (µm)=	23	dr (pulg)=	0,0009
r (cm)=	208	r (pug)=	81,9
<b>Mr(kg/cm2)=</b>	<b>2039</b>	<b>Mr (psi)=</b>	<b>29.129</b>

**Estructura del pavimento existente:**

CAPAS:	hi, cm	
CA (cm):	12,2	CA: Capa asfáltica
CG 1 (cm):	20,4	CG: Capas granulares
CG 2 (cm):	23,3	
Total, D (cm):	55,9	

**Número Estructural Efectivo, SN eff. (NDT).**

$$SN \text{ eff} = 0.0045 \times D \times (Ep^{1/3})$$

**SN eff = 3,9** NDT: Nondestructive Deflection Test

### INFORME FINAL

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEFLECTOMÉTRICO SEGÚN CRITERIOS DE AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

**RUTA:** 21      **CARRILES:** AMBOS      **TRAMO:** 346      **SECCIÓN:** 4 (348+500 - 357+585)

**DATOS DEFLECTOMÉTRICOS:**

DEFLEXIÓN PROMEDIO TRAMO	DEFLEXIONES (µm)									CARGA KN
	D1	D2	D3	D6	D9	D11	D13	D14	D15	
	498	417	321	151	86	66	46	36	31	40,00

**Módulo resiliente de la subrasante, Mr.**

$$Mr = (0.24 \times P) / (dr \times r)$$

Mr: Módulo resiliente de la subrasante, psi.

P: carga aplicada, libras.

dr: deflexión a una distancia r del centro de la carga, pulgadas.

r: distancia del centro de carga, pulgadas.

$$r > \delta = 0.7 \times a_e$$

$a_e$  (pulg)= función (a, D, Ep y Mr)

a: radio del plato de carga del FWD, pulg.

D: espesor total del pavimento, pulg.

Ep: módulo efectivo del pavimento sobre la subrasante, psi.

Ep se calcula por un proceso de tanteos =>

$$d_0 (\mu m) = 498 \quad d_0 (\text{pulg}) = 0,0196$$

Ecuación comprobación: 0,0196

$$a_e (\text{pulg}) = 29,5$$

$$0.7 \times a_e = 20,6$$

$$r (\text{pulg}) = 81,9 \quad \text{Por lo que: } r > 0.7 \times a_e$$

P (KN)=	40,00	P (libras)=	9.000
dr (µm)=	31	dr (pulg)=	0,0012
r (cm)=	208	r (pulg)=	81,9
<b>Mr(kg/cm2)=</b>	<b>1513</b>	<b>Mr (psi)=</b>	<b>21.612</b>

a (cm)=	15,00	a (pulg)=	5,9
D (cm)=	58,5	D (pulg)=	23,0
<b>Ep(kg/cm2)=</b>	<b>2.975</b>	<b>Ep (psi)=</b>	<b>42.500</b>

**Estructura del pavimento existente:**


CAPAS:	hi, cm	
CA (cm):	11,9	CA: Capa asfáltica
CG 1 (cm):	23,9	CG: Capas granulares
CG 2 (cm):	22,7	
<b>Total, D (cm):</b>	<b>58,5</b>	

**Número Estructural Efectivo, SN eff. (NDT).**

$$SN \text{ eff} = 0.0045 \times D \times (Ep^{1/3})$$

**SN eff = 3,6**      NDT: Nondestructive Deflection Test

**INFORME FINAL**

		Módulo de Administración de Documentos								
<b>Corporación Nacional Para El Desarrollo</b>										
<b>RUTA 24 (RUTA 2 - TRES BOCAS - SAN MANUEL)</b>										
<b>ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEFLECTOMÉTRICO SEGÚN CRITERIOS DE AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES</b>										
<b>RUTA:</b>	24	<b>CARRILES:</b> DERECHA								
		<b>TRAMO:</b> 357								
		<b>SECCIÓN:</b> 2 (2+270 - 11+700)								
<b>DATOS DEFLECTOMÉTRICOS:</b>										
DEFLEXIÓN	DEFLEXIONES (µm)									CARGA KN
	D1	D2	D3	D6	D9	D11	D13	D14	D15	
PROMEDIO										
TRAMO	413	380	297	144	81	62	43	35	30	40,00
do (µm)=	413	do (pulg)=	0,0163							
Ecuación comprobación:			0,0163							
ae (pulg)=	29,2									
0.7 x ae=	20,4									
r (pulg)=	81,9	Por lo que:	r > 0.7xae							
P (KN)=	40,00	P (libras)=	9.000							
dr (µm)=	30	dr (pulg)=	0,0012							
r (cm)=	208	r (pug)=	81,9							
<b>Mr(kg/cm2)=</b>	<b>1563</b>	<b>Mr (psi)=</b>	<b>22.332</b>							
a (cm)=	15,00	a (pulg)=	5,9							
D (cm)=	53,8	D (pulg)=	21,2							
<b>Ep(kg/cm2)=</b>	<b>3.850</b>	<b>Ep (psi)=</b>	<b>55.000</b>							
CAPAS:	hi, cm									
CA (cm):	13,6	CA: Capa asfáltica								
CG 1 (cm):	18,6	CG: Capas granulares								
CG 2 (cm):	21,6									
Total, D (cm):	53,8									

**INFORME FINAL**

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEFLECTOMÉTRICO SEGÚN CRITERIOS DE AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

RUTA: 24 CARRILES: AMBOS TRAMO: 357 SECCIÓN: 4 (21+400 - 21+600)

**DATOS DEFLECTOMÉTRICOS:**

DEFLEXIÓN PROMEDIO	DEFLEXIONES (µm)									CARGA KN
	D1	D2	D3	D6	D9	D11	D13	D14	D15	
TRAMO	396	345	279	156	94	72	51	42	36	40,00

**Módulo resiliente de la subrasante, Mr.**

$$Mr = (0.24 \times P) / (dr \times r)$$

Mr: Módulo resiliente de la subrasante, psi.

P: carga aplicada, libras.

dr: deflexión a una distancia r del centro de la carga, pulgadas.

r: distancia del centro de carga, pulgadas.

$$r > \delta = 0.7 \times ae$$

ae (pulg)= función (a, D, Ep y Mr)

a: radio del plato de carga del FWD, pulg.

D: espesor total del pavimento, pulg.

Ep: módulo efectivo del pavimento sobre la subrasante, psi.

Ep se calcula por un proceso de tanteos =>

$$d_0 (\mu m) = 396 \quad d_0 (\text{pulg}) = 0,0156$$

Ecuación comprobación: 0,0156

$$ae (\text{pulg}) = 31,2$$

$$0.7 \times ae = 21,9$$

$$r (\text{pulg}) = 81,9 \quad \text{Por lo que: } r > 0.7 \times ae$$

P (KN)=	40,00	P (libras)=	9.000
dr (µm)=	36	dr (pulg)=	0,0014
r (cm)=	208	r (pulg)=	81,9
<b>Mr(kg/cm2)=</b>	<b>1303</b>	<b>Mr (psi)=</b>	<b>18.610</b>

**Estructura del pavimento existente:**

CAPAS:	hi, cm	
CA (cm):	13,6	CA: Capa asfáltica
CG 1 (cm):	17,9	CG: Capas granulares
CG 2 (cm):	20,1	
Total, D (cm):	51,6	

**Número Estructural Efectivo, SN eff. (NDT).**

$$SN \text{ eff} = 0.0045 \times D \times (Ep^{1/3})$$

**SN eff = 3,7** NDT: Nondestructive Deflection Test

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEFLECTOMÉTRICO SEGÚN CRITERIOS DE AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

RUTA: 24 CARRILES: AMBOS TRAMO: 358 SECCIÓN: 1 (21+600 - 29+600)

**DATOS DEFLECTOMÉTRICOS:**

DEFLEXIÓN PROMEDIO	DEFLEXIONES (µm)									CARGA KN
	D1	D2	D3	D6	D9	D11	D13	D14	D15	
TRAMO	467	441	344	167	95	73	51	40	35	40,00

**Módulo resiliente de la subrasante, Mr.**

$$Mr = (0.24 \times P) / (dr \times r)$$

Mr: Módulo resiliente de la subrasante, psi.

P: carga aplicada, libras.

dr: deflexión a una distancia r del centro de la carga, pulgadas.

r: distancia del centro de carga, pulgadas.

$$r > \delta = 0.7 \times ae$$

ae (pulg)= función (a, D, Ep y Mr)

a: radio del plato de carga del FWD, pulg.

D: espesor total del pavimento, pulg.

Ep: módulo efectivo del pavimento sobre la subrasante, psi.

Ep se calcula por un proceso de tanteos =>

$$d_0 (\mu m) = 467 \quad d_0 (\text{pulg}) = 0,0184$$

Ecuación comprobación: 0,0184

$$ae (\text{pulg}) = 28,6$$

$$0.7 \times ae = 20,0$$

$$r (\text{pulg}) = 81,9 \quad \text{Por lo que: } r > 0.7 \times ae$$

P (KN)=	40,00	P (libras)=	9.000
dr (µm)=	35	dr (pulg)=	0,0014
r (cm)=	208	r (pulg)=	81,9
<b>Mr(kg/cm2)=</b>	<b>1340</b>	<b>Mr (psi)=</b>	<b>19.142</b>

**Estructura del pavimento existente:**

CAPAS:	hi, cm	
CA (cm):	13,6	CA: Capa asfáltica
CG 1 (cm):	17,9	CG: Capas granulares
CG 2 (cm):	20,1	
Total, D (cm):	51,6	

**Número Estructural Efectivo, SN eff. (NDT).**

$$SN \text{ eff} = 0.0045 \times D \times (Ep^{1/3})$$

**SN eff = 3,4** NDT: Nondestructive Deflection Test

**INFORME FINAL**

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEFLECTOMÉTRICO SEGÚN CRITERIOS DE AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

**RUTA:** 24      **CARRILES:** AMBOS      **TRAMO:** 358      **SECCIÓN:** 2 (29+600 - 42+000)

**DATOS DEFLECTOMÉTRICOS:**

DEFLEXIÓN	DEFLEXIONES (µm)									CARGA
	PROMEDIO	D1	D2	D3	D6	D9	D11	D13	D14	
TRAMO	546	520	407	191	104	78	55	44	38	40,00

**Módulo resiliente de la subrasante, Mr.**

$$Mr = (0.24 \times P) / (dr \times r)$$

Mr: Módulo resiliente de la subrasante, psi.

P: carga aplicada, libras.

dr: deflexión a una distancia r del centro de la carga, pulgadas.

r: distancia del centro de carga, pulgadas.

$$r > \delta = 0.7 \times a_e$$

a<sub>e</sub> (pulg)= función (a, D, Ep y Mr)

a: radio del plato de carga del FWD, pulg.

D: espesor total del pavimento, pulg.

Ep: módulo efectivo del pavimento sobre la subrasante, psi.

Ep se calcula por un proceso de tanteos =>

$$d_0 (\mu m) = 546 \quad d_0 (\text{pulg}) = 0,0215$$

Ecuación comprobación: 0,0215

$$a_e (\text{pulg}) = 27,7$$

$$0.7 \times a_e = 19,4$$

$$r (\text{pulg}) = 81,9 \quad \text{Por lo que: } r > 0.7 \times a_e$$

P (KN)=	40,00	P (libras)=	9.000
dr (µm)=	38	dr (pulg)=	0,0015
r (cm)=	208	r (pug)=	81,9
<b>Mr(kg/cm2)=</b>	<b>1234</b>	<b>Mr (psi)=</b>	<b>17.631</b>

a (cm)=	15,00	a (pulg)=	5,9
D (cm)=	51,6	D (pulg)=	20,3
<b>Ep(kg/cm2)=</b>	<b>2.905</b>	<b>Ep (psi)=</b>	<b>41.500</b>

**Estructura del pavimento existente:**

CAPAS:	hi, cm	
CA (cm):	13,6	CA: Capa asfáltica
CG 1 (cm):	17,9	CG: Capas granulares
CG 2 (cm):	20,1	
Total, D (cm):	51,6	

**Número Estructural Efectivo, SN eff. (NDT).**

$$SN \text{ eff} = 0.0045 \times D \times (Ep^{1/3})$$

$$SN \text{ eff} = 3,2 \quad \text{NDT: Nondestructive Deflection Test}$$

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEFLECTOMÉTRICO SEGÚN CRITERIOS DE AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

**RUTA:** 24      **CARRILES:** AMBOS      **TRAMO:** 358      **SECCIÓN:** 3 (42+000 - 48+600)

**DATOS DEFLECTOMÉTRICOS:**

DEFLEXIÓN	DEFLEXIONES (µm)									CARGA
	PROMEDIO	D1	D2	D3	D6	D9	D11	D13	D14	
TRAMO	586	472	356	163	91	70	50	40	35	40,00

**Módulo resiliente de la subrasante, Mr.**

$$Mr = (0.24 \times P) / (dr \times r)$$

Mr: Módulo resiliente de la subrasante, psi.

P: carga aplicada, libras.

dr: deflexión a una distancia r del centro de la carga, pulgadas.

r: distancia del centro de carga, pulgadas.

$$r > \delta = 0.7 \times a_e$$

a<sub>e</sub> (pulg)= función (a, D, Ep y Mr)

a: radio del plato de carga del FWD, pulg.

D: espesor total del pavimento, pulg.

Ep: módulo efectivo del pavimento sobre la subrasante, psi.

Ep se calcula por un proceso de tanteos =>

$$d_0 (\mu m) = 586 \quad d_0 (\text{pulg}) = 0,0231$$

Ecuación comprobación: 0,0231

$$a_e (\text{pulg}) = 27,2$$

$$0.7 \times a_e = 19,0$$

$$r (\text{pulg}) = 81,9 \quad \text{Por lo que: } r > 0.7 \times a_e$$

P (KN)=	40,00	P (libras)=	9.000
dr (µm)=	35	dr (pulg)=	0,0014
r (cm)=	208	r (pug)=	81,9
<b>Mr(kg/cm2)=</b>	<b>1340</b>	<b>Mr (psi)=</b>	<b>19.142</b>

a (cm)=	15,00	a (pulg)=	5,9
D (cm)=	54,6	D (pulg)=	21,5
<b>Ep(kg/cm2)=</b>	<b>2.520</b>	<b>Ep (psi)=</b>	<b>36.000</b>

**Estructura del pavimento existente:**

CAPAS:	hi, cm	
DTS (cm):	5,3	DTS: Doble tratamiento superficial
CG 1 (cm):	25,2	CG: Capas granulares
CG 2 (cm):	24,1	
Total, D (cm):	54,6	

**Número Estructural Efectivo, SN eff. (NDT).**

$$SN \text{ eff} = 0.0045 \times D \times (Ep^{1/3})$$

$$SN \text{ eff} = 3,2 \quad \text{NDT: Nondestructive Deflection Test}$$



**INFORME FINAL**

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEFLECTOMÉTRICO SEGÚN CRITERIOS DE AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

**RUTA:** 24      **CARRILES:** AMBOS      **TRAMO:** 358      **SECCIÓN:** 4 (48+600 - 54+000)

**DATOS DEFLECTOMÉTRICOS:**

DEFLEXIÓN	DEFLEXIONES (µm)									CARGA
PROMEDIO	D1	D2	D3	D6	D9	D11	D13	D14	D15	KN
TRAMO	763	535	376	175	102	79	53	42	36	40,00

**Módulo resiliente de la subrasante, Mr.**

$$Mr = (0.24 \times P) / (dr \times r)$$

Mr: Módulo resiliente de la subrasante, psi.

P: carga aplicada, libras.

dr: deflexión a una distancia r del centro de la carga, pulgadas.

r: distancia del centro de carga, pulgadas.

$$r > \delta = 0.7 \times a_e$$

a<sub>e</sub> (pulg)= función (a, D, Ep y Mr)

a: radio del plato de carga del FWD, pulg.

D: espesor total del pavimento, pulg.

Ep: módulo efectivo del pavimento sobre la subrasante, psi.

Ep se calcula por un proceso de tanteos =>

$$d_0 (\mu m) = 763 \quad d_0 (\text{pulg}) = 0,0300$$

Ecuación comprobación: 0,0300

$$a_e (\text{pulg}) = 24,7$$

$$0.7 \times a_e = 17,3$$

$$r (\text{pulg}) = 81,9 \quad \text{Por lo que: } r > 0.7 \times a_e$$

$$P (\text{KN}) = 40,00 \quad P (\text{libras}) = 9.000$$

$$dr (\mu m) = 36 \quad dr (\text{pulg}) = 0,0014$$

$$r (\text{cm}) = 208 \quad r (\text{pulg}) = 81,9$$

$$Mr (\text{kg/cm}^2) = 1303 \quad Mr (\text{psi}) = 18.610$$

$$a (\text{cm}) = 15,00 \quad a (\text{pulg}) = 5,9$$

$$D (\text{cm}) = 54,6 \quad D (\text{pulg}) = 21,5$$

$$Ep (\text{kg/cm}^2) = 1.813 \quad Ep (\text{psi}) = 25.900$$

**Estructura del pavimento existente:**

CAPAS:	hi, cm	
DTS (cm):	5,3	CA: Capa asfáltica
CG 1 (cm):	25,2	CG: Capas granulares
CG 2 (cm):	24,1	
Total, D (cm):	54,6	

**Número Estructural Efectivo, SN eff. (NDT).**

$$SN \text{ eff} = 0.0045 \times D \times (Ep^{1/3})$$

$$SN \text{ eff} = 2,9 \quad \text{NDT: Nondestructive Deflection Test}$$

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEFLECTOMÉTRICO SEGÚN CRITERIOS DE AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

**RUTA:** 24      **CARRILES:** AMBOS      **TRAMO:** 359      **SECCIÓN:** 1 (54+000 - 83+300)

**DATOS DEFLECTOMÉTRICOS:**

DEFLEXIÓN	DEFLEXIONES (µm)									CARGA
PROMEDIO	D1	D2	D3	D6	D9	D11	D13	D14	D15	KN
TRAMO	830	618	454	218	127	98	66	52	45	40,00

**Módulo resiliente de la subrasante, Mr.**

$$Mr = (0.24 \times P) / (dr \times r)$$

Mr: Módulo resiliente de la subrasante, psi.

P: carga aplicada, libras.

dr: deflexión a una distancia r del centro de la carga, pulgadas.

r: distancia del centro de carga, pulgadas.

$$r > \delta = 0.7 \times a_e$$

a<sub>e</sub> (pulg)= función (a, D, Ep y Mr)

a: radio del plato de carga del FWD, pulg.

D: espesor total del pavimento, pulg.

Ep: módulo efectivo del pavimento sobre la subrasante, psi.

Ep se calcula por un proceso de tanteos =>

$$d_0 (\mu m) = 830 \quad d_0 (\text{pulg}) = 0,0327$$

Ecuación comprobación: 0,0327

$$a_e (\text{pulg}) = 26,1$$

$$0.7 \times a_e = 18,3$$

$$r (\text{pulg}) = 81,9 \quad \text{Por lo que: } r > 0.7 \times a_e$$

$$P (\text{KN}) = 40,00 \quad P (\text{libras}) = 9.000$$

$$dr (\mu m) = 45 \quad dr (\text{pulg}) = 0,0018$$

$$r (\text{cm}) = 208 \quad r (\text{pulg}) = 81,9$$

$$Mr (\text{kg/cm}^2) = 1042 \quad Mr (\text{psi}) = 14.888$$

$$a (\text{cm}) = 15,00 \quad a (\text{pulg}) = 5,9$$

$$D (\text{cm}) = 54,6 \quad D (\text{pulg}) = 21,5$$

$$Ep (\text{kg/cm}^2) = 1.729 \quad Ep (\text{psi}) = 24.700$$

**Estructura del pavimento existente:**

CAPAS:	hi, cm	
DTS (cm):	5,3	CA: Capa asfáltica
CG 1 (cm):	25,2	CG: Capas granulares
CG 2 (cm):	24,1	
Total, D (cm):	54,6	

**Número Estructural Efectivo, SN eff. (NDT).**

$$SN \text{ eff} = 0.0045 \times D \times (Ep^{1/3})$$

$$SN \text{ eff} = 2,8 \quad \text{NDT: Nondestructive Deflection Test}$$

## INFORME FINAL

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEFLECTOMÉTRICO SEGÚN CRITERIOS DE AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES										
RUTA:	24	CARRILES:	AMBOS	TRAMO:	360	SECCIÓN:	1 (83+300 - 93+500)			
<b>DATOS DEFLECTOMÉTRICOS:</b>										
DEFLEXIÓN	DEFLEXIONES (µm)									CARGA
PROMEDIO	D1	D2	D3	D6	D9	D11	D13	D14	D15	KN
TRAMO	726	545	397	194	117	92	63	50	43	40,00
<b>Módulo resiliente de la subrasante, Mr.</b>										
$Mr = (0.24 \times P) / (dr \times r)$										
Mr: Módulo resiliente de la subrasante, psi.										
P: carga aplicada, libras.										
dr: deflexión a una distancia r del centro de la carga, pulgadas.										
r: distancia del centro de carga, pulgadas.										
$r > \delta = 0.7 \times a_e$										
$a_e$ (pulg)= función (a, D, Ep y Mr)										
a: radio del plato de carga del FWD, pulg.										
D: espesor total del pavimento, pulg.										
Ep: módulo efectivo del pavimento sobre la subrasante, psi.										
Ep se calcula por un proceso de tanteos =>										
d <sub>0</sub> (µm)= 726      d <sub>0</sub> (pulg)= 0,0286										
Ecuación comprobación: 0,0286										
a <sub>e</sub> (pulg)= 27,1										
0.7 x a <sub>e</sub> = 19,0										
r (pulg)= 81,9      Por lo que: r > 0.7x a <sub>e</sub>										
<b>Número Estructural Efectivo, SN eff. (NDT).</b>										
SN eff = 0.0045 x D x (Ep <sup>1/3</sup> )										
SN eff = 3,0      NDT: Nondestructive Deflection Test										
<b>Estructura del pavimento existente:</b>										
CAPAS:										
DTS (cm): 5,3      CA: Capa asfáltica										
CG 1 (cm): 25,2      CG: Capas granulares										
CG 2 (cm): 24,1										
Total, D (cm): 54,6										

### PROCESAMIENTO SEGÚN AASHTO DE LAS MEDICIONES CON FWD SOBRE EL WHITETOPPING COLOCADO EN LA RUTA 24.

En el presente documento constan los resultados obtenidos en cuanto a la determinación del módulo de reacción (K) bajo la losa, la eficiencia de la transferencia de carga en las juntas (LTE), el módulo de rotura o resistencia a la flexotracción (S'cPCC) y el módulo elástico del concreto (EPCC) en las losas existentes, obtenidos por procedimientos de retrocálculo a partir de las mediciones de deflexión con equipo FWD. Dichos procedimientos corresponden fundamentalmente a los recomendados por AASHTO 93, salvo en el caso de la determinación de "K", donde se utilizaron las recomendaciones de: "Supplement of the AASHTO Guide for Design of Pavement Structures", 1998.

Se presentan los conceptos básicos acerca de la deflexión y una breve descripción del Equipo FWD de carga pesada con 18 geófonos Modelo PRIMAX 3000; así como los conceptos básicos y evaluación por retrocálculo del modulo de reacción, de la transferencia de carga y del módulo de rotura y módulo elástico del concreto.

### MEDICIONES DE DEFLEXIÓN

#### CONCEPTOS BÁSICOS

## INFORME FINAL

La evaluación de la capacidad estructural de un pavimento es posible mediante las mediciones de deflexión; a partir de dichas mediciones se obtienen las variables fundamentales para el diagnóstico, análisis y/o diseño de rehabilitación de la estructura de pavimento existente.

El análisis estructural de pavimentos puede realizarse ágilmente y con mayor confiabilidad mediante la utilización del equipo deflectómetro de impacto FWD que permite aplicar una carga estandarizada sobre la estructura y determinar el cuenco completo de deflexiones. Mediante la evaluación de dicha información y con el empleo de metodologías AASHTO se pueden determinar las variables estructurales del pavimento existente como son:

En pavimentos rígidos: módulo de reacción del soporte “K”, la eficiencia de la transferencia de carga entre juntas y el módulo de rotura del concreto en las losas.

En pavimentos flexibles: módulo resiliente de la subrasante, módulo equivalente del pavimento y número estructural (SN).

Evidentemente, estos parámetros permiten realizar con seguridad análisis y diseños de rehabilitación de pavimentos, bien sea empleando criterios de AASHTO u otras metodologías basadas en la determinación de módulos por retrocálculo y la evaluación del estado tenso-deformacional de la estructura bajo las cargas esperadas.

### EQUIPO UTILIZADO

El principio del equipo empleado, Modelo PRIMAX 3000, consiste en aplicar una carga dinámica en el pavimento (corregida usualmente a 9000 libras o 40 KN) causada por la caída de una masa sobre un plato circular (diámetro 0.30 m), cuya superficie de contacto se asemeja al de la rueda de un camión. Las deflexiones producidas son medidas por medio de un grupo de 18 geófonos, ubicados directamente bajo el plato de carga (D0) y a distancias de 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70, 0.80, 0.90, 1.00, 1.10, 1.30, 1.50, 1.80 y 2.08 de distancia del centro del mismo en una dirección, y en dirección contraria a -0.20, -0.30 y -0.40.

La ventaja de llevar a cabo mediciones de deflexión con este tipo de equipo es su versatilidad, alta precisión, rapidez en la toma y procesamiento de los datos que permite tomar las decisiones del caso en forma inmediata. El empleo de los geófonos indicados en otra dirección permite la evaluación segura y cómoda de la transferencia de carga en las juntas.

### MODULO DE REACCIÓN DEL SOPORTE (K)

Para la determinación del módulo de reacción del soporte de una losa de concreto a partir de las mediciones con deflectómetro de impacto (FWD), se requiere conocer las deflexiones producidas por una carga estándar a las siguientes distancias a partir del punto de aplicación de la carga: 0, 8, 12, 18, 24, 36 y 60 pulgadas (o sea: 0, 20, 30, 45, 60, 90 y 150 cm). La carga estándar recomendada es de 40 KN. El procedimiento de cálculo es como sigue:

1. Como primera medida, debe calcularse el parámetro AREA7 para el cuenco de deflexiones, a partir de la ecuación que se muestra. El parámetro AREA es un índice de la forma de dicho cuenco, que resulta de dividir el área de un corte de dicho cuenco (desde el punto de aplicación de carga hasta una distancia de 60 pulgadas o

## INFORME FINAL

150 cm) entre la deflexión máxima medida bajo la carga ( $d_0$ ). Así el parámetro AREA es el lado mayor de un rectángulo donde el lado menor es  $d_0$ :

$$AREA_7 = 4 + 6 \left( \frac{d_8}{d_0} \right) + 5 \left( \frac{d_{12}}{d_0} \right) + 6 \left( \frac{d_{18}}{d_0} \right) + 9 \left( \frac{d_{24}}{d_0} \right) + 18 \left( \frac{d_{36}}{d_0} \right) + 12 \left( \frac{d_{60}}{d_0} \right)$$

Donde:

$d_0$ : Deflexión en el centro del plato de carga, en pulgadas

$d_i$ : Deflexión a 8, 12, 18, 24, 36 y 60 pulgadas a partir del centro del plato de carga, en pulgadas.

Existen varias ecuaciones para el cálculo del parámetro AREA, siendo la más recomendada la llamada AREA7 (en pulgadas).

2. A continuación, se debe determinar el radio de rigidez relativa ( $\ell$ ) asumiendo una losa de dimensiones infinitas, empleando la siguiente ecuación:

$$\ell = \left[ \frac{\ln \left( \frac{60 - AREA_7}{289.708} \right)}{-0.698} \right]^{2.566}$$

3. A partir del resultado anterior, se determina el módulo de reacción dinámico, asumiendo una losa de dimensiones infinitas:

$$k_\alpha = \frac{P \times d_0^*}{d_0 \times \ell^2}$$

Donde:

$k_\alpha$ : Módulo de reacción dinámico retrocalculado, para losa infinita, en psi/pulgada

P: Carga en libras

$d_0$ : Deflexión medida en el centro del plato de carga, en pulgadas

$\ell$ : Radio de rigidez relativa para losa infinita determinado en el paso anterior, en pulgadas

$d_0^*$ : Coeficiente de la deflexión bajo el centro del plato de carga, adimensional

$$d_0^* = 0.1245 \times e^{[-0.14707 \times e^{(-0.07565 \times \ell)}]}$$

4. Se calculan los factores de ajuste para la deflexión central ( $d_0$ ) y el radio de rigidez relativa ( $\ell$ ) para dimensiones de losa finitas.

**INFORME FINAL**

$$AF_{d_0} = 1 - 1.15085 \times e^{-0.71878 \times \left(\frac{L}{l}\right)^{0.80151}}$$

$$AF_f = 1 - 0.89434 \times e^{-0.61662 \times \left(\frac{L}{l}\right)^{1.04831}}$$

Donde, si la longitud de la losa es menor o igual a dos veces el ancho de la misma, L es igual a la raíz cuadrada del producto de la longitud de la losa (Ll) y el ancho (Lw), ambos en pulgadas; si la longitud de la losa es mayor que el doble del ancho, L es el producto de la raíz cuadrada de dos y la longitud de la losa, en pulgadas:

$$\text{Si } L_l \leq 2 \times L_w \Rightarrow L = \sqrt{L_l \times L_w}$$

$$\text{Si } L_l > 2 \times L_w \Rightarrow L = \sqrt{2} \times L_l$$

5. Finalmente, se ajusta el valor de k para una losa de dimensiones finitas, por medio de la siguiente ecuación:

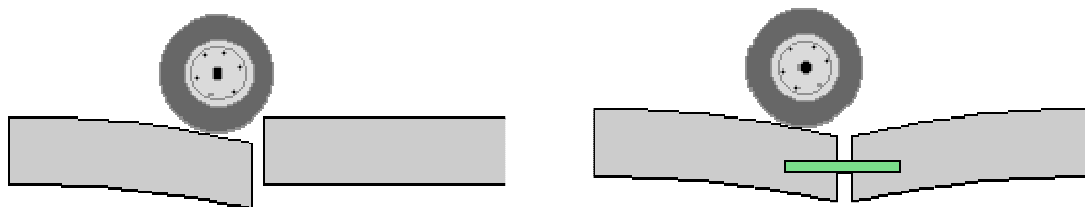
$$k = \frac{k_\infty}{AF_f^2 \times AF_{d_0}}$$

El valor del módulo de reacción estático es aproximadamente la mitad del módulo dinámico calculado mediante el procedimiento anterior.

**TRANSFERENCIA DE CARGA**

En todo pavimento rígido, para entender la esencia de su funcionamiento, se debe conocer la forma como trabaja el concreto hidráulico, materia prima de este tipo de estructuras. Es bien sabido que el proceso de hidratación del cemento en la mezcla genera fisuras por retracción y simplemente en la obra el constructor induce dichas fisuras espaciadas a cierta distancia constante, que se conocen como juntas transversales.

Cada tipo de junta provee una capacidad diferente de transmitir las cargas entre las losas. Esta capacidad es la llamada eficiencia de la transferencia de carga. Ver figura. Observe como ambos lados de la junta se deflectan de manera uniforme cuando existe un 100% de eficiencia.



Mala eficiencia en la transferencia de carga

Buena eficiencia en la transferencia de carga

Para este proyecto se evaluó la eficacia de la transferencia de carga (LTE) en función de la eficiencia en la transferencia de la deflexión. La eficiencia en la transferencia de carga en la junta basada en las deflexiones se representa mediante la siguiente ecuación:

## INFORME FINAL

$$LTE = \frac{Dul}{DI} * 100$$

En esta ecuación:

LTE es la eficiencia de la transferencia de carga en la junta,

Dul es la deflexión a 15 cm de la junta en la losa no cargada y

DI es la deflexión a 15 cm de la junta en la losa cargada.

Para determinar la eficacia en la transferencia de carga con nuestro equipo FWD, el plato de carga de diámetro 30 cm debe ser colocado al borde de la junta a evaluar (DI es igual a D1), midiéndose la deflexión en la zona no cargada (Dul) con el geófono 17 (D17).

La calificación vigente de AASHTO (2002) para la eficiencia de la transferencia de carga es:

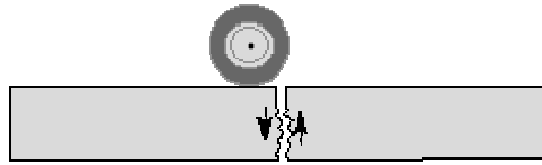
CALIFICACIÓN	LTE (%)
Excelente	90 - 100
Bueno	75 - 89
Regular	50 - 74
Pobre	25 - 49
Muy pobre	0 - 24

La transferencia de carga es importante para la longevidad del pavimento. La mayoría de los problemas de comportamiento en los pavimentos de concreto son el resultado de un mal desempeño de las juntas. Destrucciones, tales como escalonamientos en juntas, erosión por bombeo y grietas de esquina se producen en las juntas con una mala transferencia de carga. Todos estos problemas empeoran cuando las deflexiones bajo las cargas en la zona de juntas son de gran magnitud.

Los pasadores o dovelas proporcionan una conexión mecánica entre las losas sin restringir el movimiento de la junta horizontalmente. También mantienen a las losas alineadas horizontal y verticalmente. Cuando circulan vehículos pesados, los pasadores permiten una menor deflexión en la junta y menores esfuerzos en las losas, reduciendo el potencial de problemas en las juntas debido al aumento de la eficiencia en la transferencia de carga.

Cuando los pasadores no se utilizan, las juntas dependen únicamente de la trabazón de los agregados para la transferencia de carga. La trabazón del agregado es el entrecruzamiento mecánico que se produce entre sus caras fracturadas a lo largo de la grieta y por debajo de la junta cortada con sierra.

### INFORME FINAL

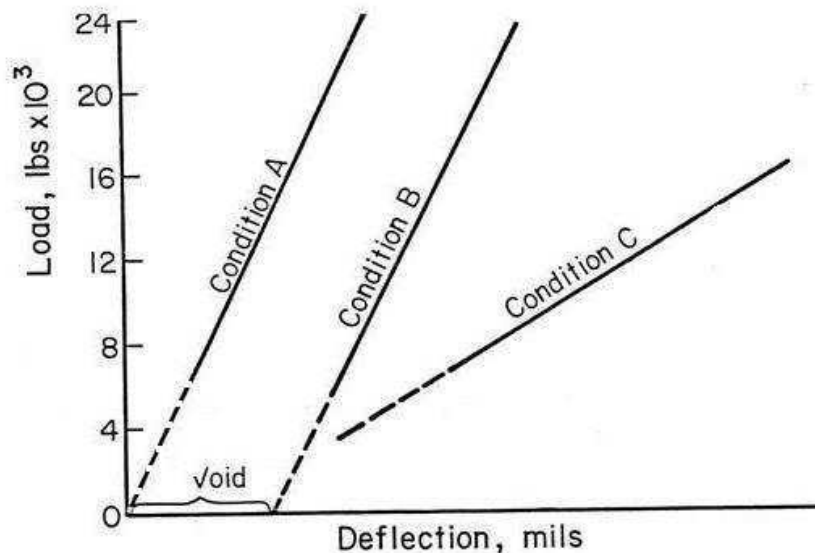


Esfuerzo cortante en los agregados bajo la junta cortada.

En algunos estudios todas las juntas se ponen a prueba, en otros, la evaluación se realiza cada 4 ó 5 juntas.

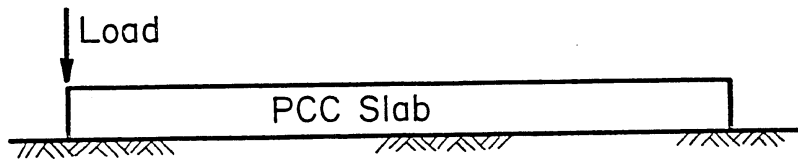
Las pruebas de detección de huecos o vacíos bajo la losa se realizan generalmente al mismo tiempo que las pruebas de eficiencia en la transferencia de carga. Para la detección de vacíos, la deflexión se mide en el sitio de la prueba con tres cargas diferentes. Graficando la deflexión versus la carga (ver figuras), el potencial de huecos se determina mediante la extrapolación de la línea de ajuste. Nótese que la intersección con el eje "x" daría una deflexión para carga cero ( $D_0$ ). Si  $D_0$  es mayor de 3 milésimas de pulgada (mils), entonces el potencial para la presencia de huecos existe. En general, la magnitud del valor  $D_0$  se corresponde con la profundidad del hueco.

Si en un proceso de determinación de huecos se obtiene una pendiente significativamente diferente a las restantes de la zona (Condición C), pudiera ser debido a la presencia de un hueco de gran profundidad que no ha podido ser bien detectado con el rango de carga empleado. En este caso se recomienda emplear un rango mayor.



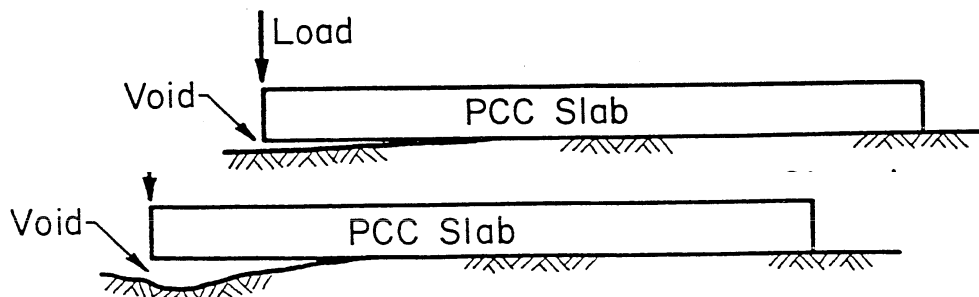
## INFORME FINAL

CONDICIÓN A. Sin hueco.



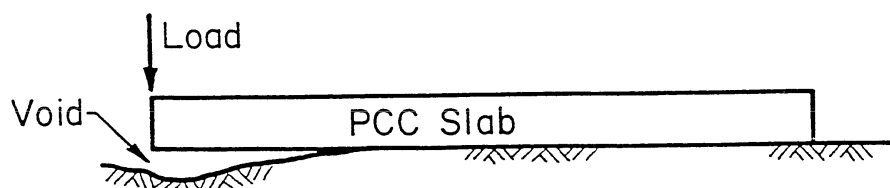
CONDICIÓN B. Hueco existente

(el hueco se detecta bien aún con la carga mínima)



CONDICIÓN C. Hueco pudiera ser de gran profundidad

(El hueco no se detecta bien ni con la carga máxima)



### DETERMINACIÓN DEL MÓDULO ELÁSTICO Y EL MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO EN LAS LOSAS EXISTENTES

Para su obtención se realizó el procedimiento indicado en el Numeral 5.6 de la Parte III de la guía de diseño AASHTO 93 páginas III 117 a III 121. Las ecuaciones correspondientes a los gráficos de las Figuras 5.10 y 5.11 aparecen desarrolladas en el Apéndice L de dicha normativa, Numeral L 4.2, páginas L 13 y L 14.

Empleando la fórmula del radio de rigidez relativa ( $r$  en pulgadas, y conociendo además de este valor el módulo de soporte (K) en pci, el espesor de losa (D) en pulgadas y asumiendo un coeficiente de Poisson ( $\mu$ ) para el concreto de 0.15, se puede despejar el valor del módulo elástico EPCC en psi.



## INFORME FINAL

$$l = \left[ \frac{E_{pcc} D^3}{12 (1 - \mu^2) K} \right]^{\frac{1}{4}}$$

El cálculo del módulo de rotura ( $S'c$ ) se puede realizar a partir de la expresión:

$$S'c (psi) = 43.5 \left( \frac{E_{pcc} (psi)}{1000000} \right) + 488.5$$

Esta ecuación es la recomendada por AASHTO.

### **OBSERVACIONES SOBRE LA DETERMINACIÓN DEL VALOR DEL MÓDULO DE REACCIÓN DEL SOPORTE (K) PARA EL DISEÑO DE REFUERZOS TIPO WHITETOPPING EN LA RUTA 24.**

De acuerdo a los cálculos realizados en el estudio deflectométrico sobre las losas tipo Whitetopping (WT) construidas en ciertas secciones de la Ruta 24, se obtuvo un K bajo la losa de 200 pci, o bien, 5.5 kg/cm<sup>3</sup>. Este valor se considera muy pequeño, pudiendo ser comparable a los obtenidos sobre suelos finos, lo cual no es el caso, ya que bajo las losas WT construidas existe un espesor de capa asfáltica o doble tratamiento superficial bituminoso, además de capas granulares sobre la subrasante.

Los valores de K obtenidos por procedimientos como el empleado, a partir del cálculo del AREA, según reconoce la misma normativa AASHTO 93 en su Apéndice L, Sección L4.6, páginas L-20 y L-21, normalmente son mucho más bajos que los que se obtendrían a partir del ensayo de placa ejecutado directamente sobre la capa asfáltica del pavimento existente.

Por esta razón, para estudios de refuerzos WT sobre pavimentos flexibles, es decir, el llamado diseño PCC/AC, se recomienda en la misma normativa determinar el módulo resiliente de la subrasante ( $M_r$ ) y el módulo del pavimento flexible ( $E_p$ ) de acuerdo al procedimiento descrito en el Capítulo 5, Parte III de AASHTO 93, Numeral 5.4.5, páginas III-96 Y III-97. El valor del K dinámico efectivo podrá calcularse conociendo  $M_r$ ,  $E_p$  y el espesor total de las capas sobre la subrasante ( $D$ ) empleando la Figura 3.3, Capítulo 3, Parte II, página II-39. Vale aclarar que en el procedimiento de obtención por retrocálculo del valor de  $M_r$ , no debe aplicarse el factor de corrección (usualmente 0.33).

Pese a ser esta la alternativa indicada, en el último párrafo de la Sección L4.6 se plantea que dicho procedimiento puede tener algunas limitaciones significativas y que si bien en algunos casos ofrece valores razonables, en otros puede ofrecer valores exageradamente altos.

Considerando los criterios anteriores, se presenta a continuación un estudio que abarca el procedimiento sugerido por AASHTO 93 y otro alternativo considerando criterios de la American Concrete Pavement Association (ACPA) para la determinación del módulo de reacción soporte sobre la capa asfáltica ( $K_{ca}$ ), en las secciones aledañas a los sectores con WT de la Ruta 24.

Se presentan además los valores del módulo soporte combinado bajo la capa granular ( $K_{cg}$ ) obtenidos empleando los criterios de la Portland Cement Association (PCA).

## INFORME FINAL

### Metodología sugerida por AASHTO 93

#### Procedimiento

Este ya ha sido descrito en párrafos precedentes y se basa en emplear los valores de Mr, Ep y D para obtener K.

El módulo resiliente de la subrasante, Mr (psi), se calcula de acuerdo a la expresión:

$$Mr = \frac{0.24 \times P}{dr \times r}$$

P: Carga aplicada, libras.

dr: Deflexión a la distancia r del centro de la carga, pulgadas.

r: Distancia del centro de carga, pulgadas. Debe de cumplirse además que:

$$r \geq 0.7 ae$$

donde:

$$ae = \sqrt{a^2 + \left( D \cdot \sqrt[3]{\frac{Ep}{Mr}} \right)^2}$$

ae: Radio del bulbo de presiones en la interfase pavimento-subrasante, pulgadas.

a: Radio del plato de carga del NDT, pulgadas.

D: Espesor total de las capas del pavimento por encima de la subrasante, pulgadas.

Ep: Módulo efectivo de todas las capas del pavimento encima de la subrasante, psi.

El módulo efectivo del pavimento, Ep (psi), se determina a partir de la deflexión medida bajo el centro de la placa de carga (do), corregida a 20 °C, en pulgadas.

$$do = 1.5 pa \left\{ \frac{1}{Mr \sqrt{1 + \left( \frac{D}{a} \sqrt[3]{\frac{Ep}{Mr}} \right)^2}} + \frac{\left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left( \frac{D}{a} \right)^2}} \right]}{Ep} \right\}$$

donde:

p: Presión ejercida por el plato de carga en el NDT, psi.

a: Radio del plato de carga del NDT, pulgadas.

D: Espesor total de las capas del pavimento por encima de la subrasante, pulgadas.

**INFORME FINAL**

Mr: Módulo resiliente de la subrasante, psi.

Ep: Módulo efectivo de todas las capas del pavimento por encima de la subrasante, psi.

El cálculo de Ep se realiza en una hoja Excel a través de un proceso de tanteos, donde se busca igualar el valor de **do** calculado con el **do** obtenido del estudio deflectométrico.

La Figura 3.3 se muestra a continuación:

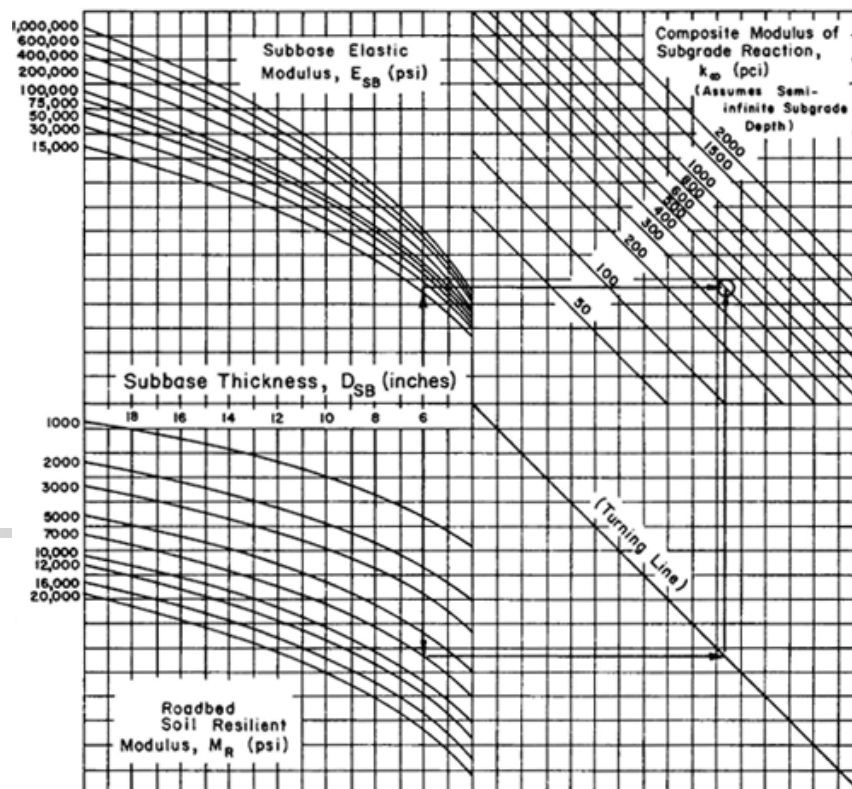
Example:

$D_{SB} = 6$  inches

$E_{SB} = 20,000$  psi

$M_R = 7,000$  psi

Solution:  $k_{sp} = 400$  pci



Dicha figura responde a la ecuación:

$$\ln K = -2.807 + 0.1253 (\ln D_{SB})^2 + 1.062 (\ln M_R) + 0.1282 (\ln D_{SB}) (\ln E_{SB}) - 0.4114 (\ln D_{SB}) - 0.0581 (\ln E_{SB}) - 0.1317 (\ln D_{SB}) (\ln M_R)$$

Donde:

K es el módulo de reacción dinámico sobre la capa asfáltica, en pci.

**INFORME FINAL**

$D_{SB}$  es el espesor de capa de sub-base, que en nuestro caso será el espesor total sobre la subrasante D, en pulgadas.

$E_{SB}$  es el módulo elástico de la sub-base, que en nuestro caso será el módulo elástico del pavimento ( $E_p$ ), en psi.

En la hoja de cálculo que se adjunta puede observarse paso a paso el análisis realizado para las secciones homogéneas de la Ruta 24 con pavimento flexible.

Resultados obtenidos

ABSCISA		CARRIL	DETALLE	Kca est (pci)	Kca est (kg/cm <sup>3</sup> )
INICIO	FIN				
<b>Tramo 357</b>					
2+270	11+700	DER	CA	853	23.5
4+492	11+700	IZQ	CA	905	25.0
21+400	21+600	AMBOS	CA	768	21.2
<b>Tramo 358</b>					
21+600	29+600	AMBOS	CA	746	20.6
29+600	42+000	AMBOS	CA	646	17.8
<b>PROMEDIO:</b>				<b>784</b>	<b>21.6</b>
42+000	48+600	AMBOS	DTS	732	20.2
48+600	54+000	AMBOS	DTS	642	17.7
<b>Tramo 359</b>					
54+000	83+300	AMBOS	DTS	537	14.8
<b>Tramo 360</b>					
83+300	93+500	AMBOS	DTS	602	16.6
<b>PROMEDIO:</b>				<b>628</b>	<b>17.3</b>

CA: capa asfáltica DTS: doble tratamiento superficial bituminoso.

Cuadro 1. Valores de Kca obtenidos según recomendaciones de AASHTO 93 para diseño de WT.

Conclusiones

De acuerdo a la metodología sugerida por AASHTO 93, los valores de K obtenidos son elevados, estando en un rango de 646 a 905 pci (promedio 784 pci ó 21,6 kg/cm<sup>3</sup>) en pavimentos flexibles con capa asfáltica y entre 537 y 732 pci (promedio 628 pci ó 17,3 kg/cm<sup>3</sup>) en pavimentos con doble tratamiento.

En los ábacos y figuras consultados en diferentes textos, así como informes de pruebas de placa de 30 pulgadas de diámetro sobre pavimentos con capa asfáltica entre 4 y 6 pulgadas, los valores mayores reportados se encuentran entre 400 y 600 pci (11.0 a 16.6 kg/cm<sup>3</sup>). En pavimentos sin capa asfáltica los valores de K sobre capas granulares usualmente están entre 300 y 400 pci (8.3 a 11.0 kg/cm<sup>3</sup>). Los valores anteriores consideran un

**INFORME FINAL**

espesor de pavimento aproximado de 20 pulgadas y K de subrasante entre 100 y 200 pci, que son las condiciones de la vía estudiada.

ABSCISA		CARRIL	DETALLE	H total (inches)	Deflexiones (pulg)		Mr sub (psi)	Ep (tanteos) (psi)	Ec. Comprob. respecto a D1	Ln Kdin (pci)	Kca din (pci)	Kca est (pci)	Kca est (kg/cm <sup>3</sup> )
INICIO	FIN				D1	D15							
<b>Tramo 357</b>													
2+270	11+700	DER	CA	21,2	0,0166	0,0010	26.796	50.200	0,0166	7,4	1.705	853	23,5
4+492	11+700	IZQ	CA	21,2	0,0139	0,0010	25.765	65.000	0,0139	7,5	1.811	905	25,0
21+400	21+600	AMBOS	CA	20,3	0,0157	0,0012	21.609	59.400	0,0157	7,3	1.535	768	21,2
<b>Tramo 358</b>													
21+600	29+600	AMBOS	CA	20,3	0,0189	0,0011	23.925	44.300	0,0189	7,3	1.492	746	20,6
29+600	42+000	AMBOS	CA	20,3	0,0221	0,0013	20.934	37.500	0,0221	7,2	1.293	646	17,8
<b>PROMEDIO:</b>												784	21,6
42+000	48+600	AMBOS	DTS	21,5	0,0206	0,0011	23.925	39.200	0,0206	7,3	1.465	732	20,2
48+600	54+000	AMBOS	DTS	21,5	0,0268	0,0011	23.100	28.300	0,0268	7,2	1.283	642	17,7
<b>Tramo 359</b>													
54+000	83+300	AMBOS	DTS	21,5	0,0294	0,0015	18.105	26.800	0,0294	7,0	1.073	537	14,8
<b>Tramo 360</b>													
83+300	93+500	AMBOS	DTS	21,5	0,0252	0,0013	19.703	31.900	0,0252	7,1	1.203	602	16,6
<b>PROMEDIO:</b>												628	17,3
<b>Simbología empleada:</b>													
H total:	Espesor total del pavimento existente.												
H ca:	Espesor de la capa asfáltica (CA) o doble tratamiento superficial (DTS).												
H cg:	Espesor de las capas granulares.												
Mr sr:	Módulo resiliente de la subrasante.												
CBR sr:	Valor CBR de la subrasante.												
K sr:	Módulo de reacción de la subrasante.												
Kca:	Módulo de reacción combinado sobre la capa asfáltica.												

**Metodología alternativa según criterios de la ACPA.**

Considera entre otros el ábaco para la determinación del Kca sobre el pavimento asfáltico de la ACPA. En la hoja de cálculo que se adjunta puede observarse el análisis realizado.

Como datos se requieren:

- Espesores de capa asfáltica (Hca) y capas granulares (Hcg).
- Módulo resiliente de la subrasante (Mr).

Los cálculos comprenden:

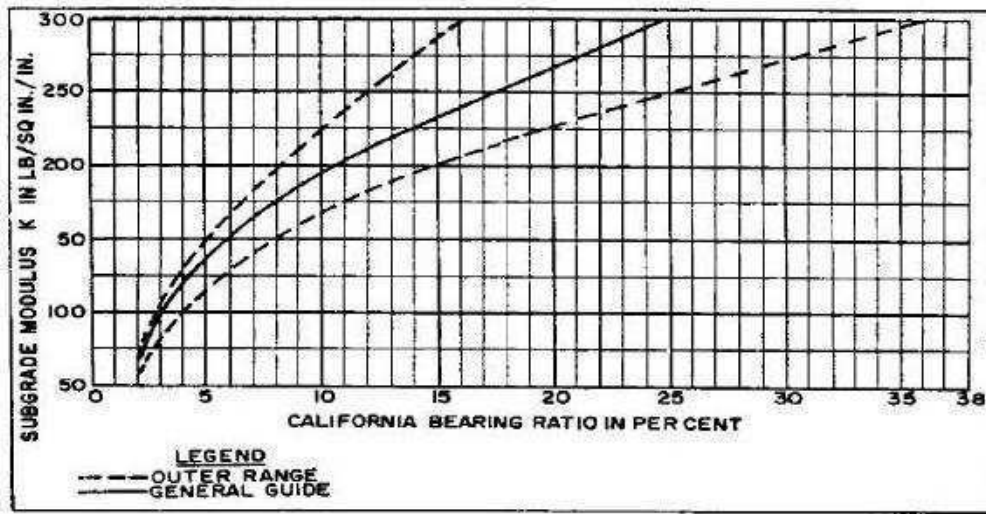
- Estimar el CBR de la subrasante a partir de su módulo resiliente según la relación que se muestra, tomada de la nueva guía mecanicista de diseño desarrollada por NCHRP (2003).

**INFORME FINAL**

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times CBR(\%)^{0.64}$$

NOTA: El valor del CBR puede determinarse de manera más directa a través de mediciones en el sitio con el penetrómetro dinámico de cono u otros equipos.

- Con el valor del CBR determinar el valor del módulo de reacción de la subrasante (Ksr) con la ayuda del ábaco que se muestra.



**FIGURE 3**  
Approximate Relationship Between CBR and K

- Con el valor de Ksr obtenido y los espesores Hca y Hcg, determinar el módulo de reacción soporte sobre la capa asfáltica (Kca) empleando el siguiente ábaco de ACPA.

**INFORME FINAL**

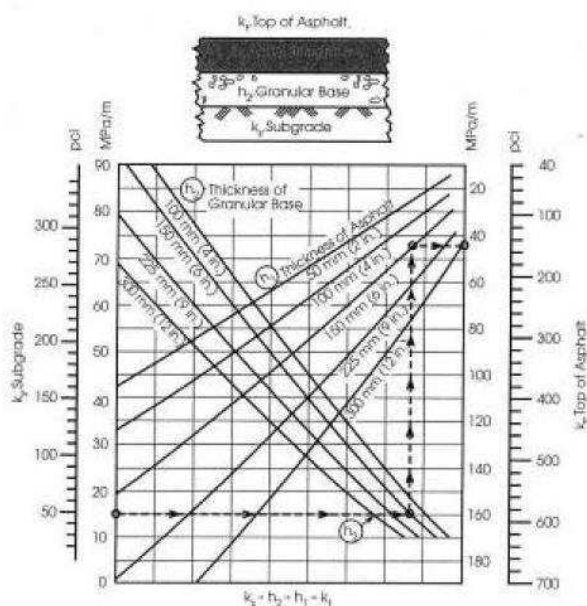


Figure 3.6: K-value on top of asphalt pavement with granular base

Resultados obtenidos.- Se resumen a continuación:

ABSCISA		CARRIL	DETALLE	CBR sr (%)	K sr (pci)	Kca (pci)	Kca (kg/cm³)
INICIO	FIN						
<b>Tramo 357</b>							
2+270	11+700	DER	CA	11.3	208	490	13.5
4+492	11+700	IZQ	CA	10.3	200	470	13.0
21+400	21+600	AMBOS	CA	8.0	175	440	12.1
<b>Tramo 358</b>							
21+600	29+600	AMBOS	CA	9.2	188	460	12.7
29+600	42+000	AMBOS	CA	7.8	173	440	12.1
<b>PROMEDIO:</b>				<b>9.3</b>	<b>189</b>	<b>460</b>	<b>12.7</b>
42+000	48+600	AMBOS	DTS	9.3	190	350	9.7
48+600	54+000	AMBOS	DTS	9.1	185	350	9.7
<b>Tramo 359</b>							
54+000	83+300	AMBOS	DTS	6.2	154	300	8.3
<b>Tramo 360</b>							
83+300	93+500	AMBOS	DTS	6.9	165	320	8.8
<b>PROMEDIO:</b>				<b>7.9</b>	<b>174</b>	<b>330</b>	<b>9.1</b>

Cuadro 2. Valores de Kca obtenidos según criterios de ACPA.

**INFORME FINAL**
Conclusiones

- 1- Los valores del módulo de reacción sobre la capa asfáltica o el tratamiento superficial (Kca) obtenidos están más acordes con las consideraciones prácticas ya expuestas.
- 2- Para el caso de los sectores con capa asfáltica, la magnitud de los valores de Kca obtenidos superan los rangos establecidos en la literatura para las combinaciones de Ksr con espesores granulares, lo que valida de cierta forma los resultados.
- 3- Entre los sectores con capa asfáltica y con doble tratamiento no existen grandes diferencias respecto a los Mr, CBR y K de la subrasante, aunque en el caso de los tratamientos superficiales los promedios correspondientes son ligeramente inferiores.
- 4- En los sectores anteriores los valores de Kca poseen grandes diferencias debido fundamentalmente a la mayor rigidez de la carpeta asfáltica y los espesores involucrados.

ABSCISA		CARRIL	DETALLE	H total (inches)	H ca (pulg)	H cg (pulg)	Mr sr (psi)	CBR sr (%)	K sr (pci)	K sr (kg/cm³)	Kca (pci)	Kca (kg/cm³)
INICIO	FIN											
<b>Tramo 357</b>												
2+270	11+700	DER	CA	21,2	5,4	15,8	12.036	11,3	208	5,7	490	13,5
4+492	11+700	IZQ	CA	21,2	5,4	15,8	11.379	10,3	200	5,5	470	13,0
21+400	21+600	AMBOS	CA	20,3	5,4	14,9	9.631	8,0	175	4,8	440	12,1
<b>Tramo 358</b>												
21+600	29+600	AMBOS	CA	20,3	5,4	14,9	10.600	9,2	188	5,2	460	12,7
29+600	42+000	AMBOS	CA	20,3	5,4	14,9	9.549	7,8	173	4,8	440	12,1
<b>PROMEDIO:</b>							<b>10.639</b>	<b>9,3</b>	<b>189</b>	<b>5,2</b>	<b>460</b>	<b>12,7</b>
42+000	48+600	AMBOS	DTS	21,5	2,1	19,4	10.611	9,3	190	5,2	350	9,7
48+600	54+000	AMBOS	DTS	21,5	2,1	19,4	10.497	9,1	185	5,1	350	9,7
<b>Tramo 359</b>												
54+000	83+300	AMBOS	DTS	21,5	2,1	19,4	8.187	6,2	154	4,3	300	8,3
<b>Tramo 360</b>												
83+300	93+500	AMBOS	DTS	21,5	2,1	19,4	8.823	6,9	165	4,6	320	8,8
<b>PROMEDIO:</b>							<b>9.530</b>	<b>7,9</b>	<b>174</b>	<b>4,8</b>	<b>330</b>	<b>9,1</b>
<b>Simbología empleada:</b>												
H total:		Espesor total del pavimento existente.										
H ca:		Espesor de la capa asfáltica (CA) o doble tratamiento superficial (DTS).										
H cg:		Espesor de las capas granulares.										
Mr sr:		Módulo resiliente de la subrasante.										
CBR sr:		Valor CBR de la subrasante.										
K sr:		Módulo de reacción de la subrasante.										
Kca:		Módulo de reacción combinado sobre la capa asfáltica.										



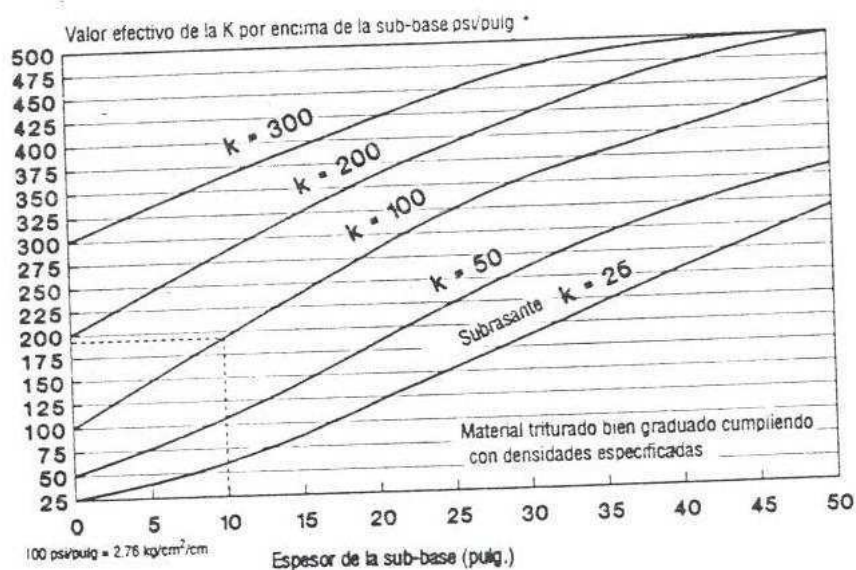
## INFORME FINAL

### Observaciones sobre el valor de Kca.

El valor de Kca determinado sobre la capa asfáltica, más allá de su magnitud, sería válido para algún método de diseño de WT como AASHTO 93, donde bajo la losa se considera el soporte de todo el pavimento flexible. Este valor no sería adecuado para otras metodologías, como el llamado Método de Illinois basado en el ICT R27-3; ni en la nueva guía mecanicista de diseño desarrollado por NCHRP (2003). En estos dos métodos, mencionados como ejemplos, el valor de K utilizado es sobre la capa granular, es decir, Kcg, ya que la incidencia de la capa asfáltica existente se maneja de forma independiente a través de su módulo elástico, además de los parámetros de calidad del concreto de cemento Portland a utilizar en las losas WT.

### Método sugerido para determinar Kcg.

Para la determinación de Kcg se recomienda el empleo del ábaco que se muestra y que responde a criterios de la PCA.



Como datos se requieren:

- Espesor de capa granular (Hcg).
- Módulo de reacción de la subrasante (Ksr).

Aplicando el procedimiento anterior se muestra en una hoja de cálculo el trabajo realizado para obtener Kcg.

### Resultados obtenidos

Se resumen a continuación:

**INFORME FINAL**

ABSCISA		CARRIL	DETALLE	H cg (pulg)	CBR sr (%)	K sr (pci)	K cg (pci)	K cg (kg/cm³)
INICIO	FIN							
<b>Tramo 357</b>								
2+270	11+700	DER	CA	15.8	11.3	208	335	9.2
4+492	11+700	IZQ	CA	15.8	10.3	200	330	9.1
21+400	21+600	AMBOS	CA	14.9	8.0	175	300	8.3
<b>Tramo 358</b>								
21+600	29+600	AMBOS	CA	14.9	9.2	188	320	8.8
29+600	42+000	AMBOS	CA	14.9	7.8	173	300	8.3
<b>PROMEDIO:</b>					<b>9.3</b>	<b>189</b>	<b>317</b>	<b>8.7</b>
42+000	48+600	AMBOS	DTS	19.4	9.3	190	350	9.7
48+600	54+000	AMBOS	DTS	19.4	9.1	185	345	9.5
<b>Tramo 359</b>								
54+000	83+300	AMBOS	DTS	19.4	6.2	154	310	8.6
<b>Tramo 360</b>								
83+300	93+500	AMBOS	DTS	19.4	6.9	165	330	9.1
<b>PROMEDIO:</b>					<b>7.9</b>	<b>174</b>	<b>334</b>	<b>9.2</b>

Cuadro 3. Valores de Kcg obtenidos según criterios de PCA.

Conclusiones

- 1- Los valores de Kcg obtenidos, tanto donde existe capa asfáltica o tratamiento superficial, no presentan grandes diferencias.
- 2- Los valores de Kcg para el pavimento con DTS son muy parecidos a los valores correspondientes de Kca mostrados en el Cuadro 2, debido al poco aporte del DTS a la rigidez del pavimento.

Los resultados de este análisis se tabulan en la página siguiente.

**INFORME FINAL**

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO												Módulo de Administración de Documentos	
Corporación Nacional Para El Desarrollo													
RUTA 24 (RUTA 2 - TRES BOCAS - SAN MANUEL)													
TRAMOS CON PAVIMENTOS FLEXIBLES.													
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE REACCIÓN SOPORTE (K) SOBRE LA CAPA GRANULAR.													
ALTERNATIVA:		Determinación de Kcg según criterios de la PCA.											
ABSCISA		CARRIL	DETALLE	H total (inches)	H ca (pulg)	H cg (pulg)	Mr sr (psi)	CBR sr (%)	K sr (pci)	K sr (kg/cm³)	K cg (pci)	K cg (kg/cm³)	
INICIO	FIN												
<b>Tramo 357</b>													
2+270	11+700	DER	CA	21,2	5,4	15,8	12.036	11,3	208	5,7	335	9,2	
4+492	11+700	IZQ	CA	21,2	5,4	15,8	11.379	10,3	200	5,5	330	9,1	
21+400	21+600	AMBOS	CA	20,3	5,4	14,9	9.631	8,0	175	4,8	300	8,3	
<b>Tramo 358</b>													
21+600	29+600	AMBOS	CA	20,3	5,4	14,9	10.600	9,2	188	5,2	320	8,8	
29+600	42+000	AMBOS	CA	20,3	5,4	14,9	9.549	7,8	173	4,8	300	8,3	
<b>PROMEDIO:</b>							<b>10.639</b>	<b>9,3</b>	<b>189</b>	<b>5,2</b>	<b>317</b>	<b>8,7</b>	
42+000	48+600	AMBOS	DTS	21,5	2,1	19,4	10.611	9,3	190	5,2	350	9,7	
48+600	54+000	AMBOS	DTS	21,5	2,1	19,4	10.497	9,1	185	5,1	345	9,5	
<b>Tramo 359</b>													
54+000	83+300	AMBOS	DTS	21,5	2,1	19,4	8.187	6,2	154	4,3	320	8,8	
<b>Tramo 360</b>													
83+300	93+500	AMBOS	DTS	21,5	2,1	19,4	8.823	6,9	165	4,6	330	9,1	
<b>PROMEDIO:</b>							<b>9.530</b>	<b>7,9</b>	<b>174</b>	<b>4,8</b>	<b>336</b>	<b>9,3</b>	
<b>Simbología empleada:</b>													
H total:		Espesor total del pavimento existente.											
H ca:		Espesor de la capa asfáltica (CA) o doble tratamiento superficial (DTS).											
H cg:		Espesor de las capas granulares.											
Mr sr:		Módulo resiliente de la subrasante.											
CBR sr:		Valor CBR de la subrasante.											
K sr:		Módulo de reacción de la subrasante.											
Kcg:		Módulo de reacción combinado sobre la capa granular.											

El cuadro que a continuación se inserta, proporciona soporte para la realización de los cálculos del valor K que fue comentado en el texto de las páginas anteriores, con relación a la metodología AASHTO.

**INFORME FINAL**

**Corporación Nacional Para El Desarrollo**

**RUTA 24 (RUTA 2 - TRES BOCAS - SAN MANUEL)**

**TRAMO 357 (INTERSECCIÓN RUTA 2 - INTERSECCIÓN A NUEVO BERLÍN)**

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE REACCIÓN DEL SOPORTE "K"**

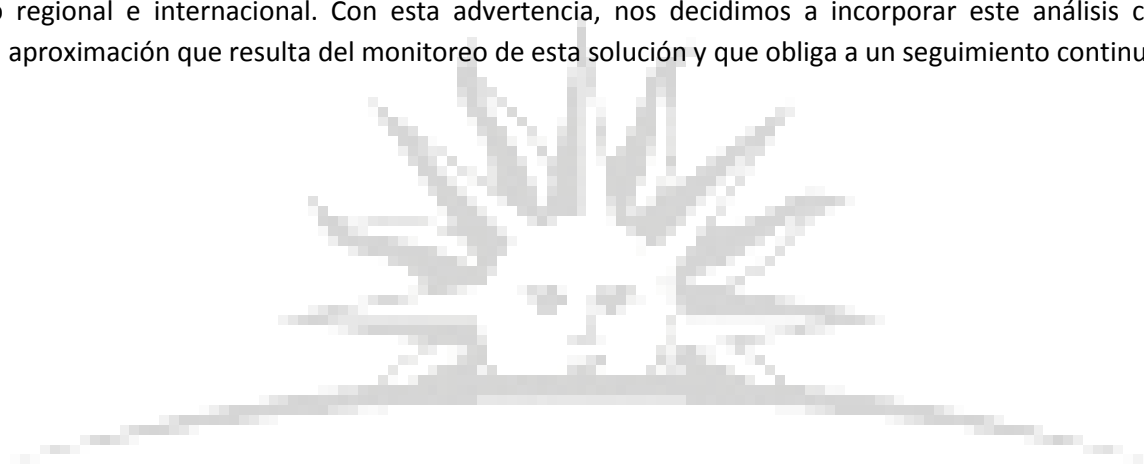
ABSCISA	CARRIL	UBICACIÓN	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR CARGA (40 KN), pulgadas																DIM. LOSA (pulg)		AREA <sub>7</sub>	ε	d <sub>0</sub>	k <sub>α</sub>	AF <sub>do</sub>	AF <sub>1</sub>	k d <sub>in</sub> AASHTO <sub>98</sub>	k d <sub>in</sub> AASHTO <sub>98</sub>	k est AASHTO <sub>98</sub>	k est AASHTO <sub>98</sub>		
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	LARGO	ANCHO	(pulg)	(pulg)	(pci)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(pci)	(kg/cm <sup>2</sup> )				
0+084	IQZ	Centro	0.0039	0.0036	0.0034	0.0032	0.0030	0.0029	0.0027	0.0025	0.0021	0.0020	0.0018	0.0015	0.0013	0.0010	0.0008	0.0037	0.0035	0.0033	72	72	39,7	30,9	0,123	300	0,721	1,000	416	11,5	208	5,7
0+291	IQZ	Centro	0.0037	0.0037	0.0035	0.0034	0.0032	0.0031	0.0029	0.0026	0.0025	0.0023	0.0022	0.0018	0.0016	0.0012	0.0010	0.0037	0.0036	0.0034	72	72	44,7	40,0	0,124	186	0,636	1,000	293	8,1	147	4,0
0+693	IQZ	Centro	0.0040	0.0040	0.0038	0.0036	0.0034	0.0032	0.0030	0.0028	0.0026	0.0024	0.0022	0.0019	0.0016	0.0012	0.0010	0.0039	0.0037	0.0036	72	72	44,1	38,8	0,124	186	0,646	1,000	287	7,9	144	4,0
0+893	IQZ	Centro	0.0051	0.0047	0.0045	0.0042	0.0039	0.0036	0.0033	0.0030	0.0028	0.0025	0.0023	0.0019	0.0016	0.0011	0.0009	0.0047	0.0045	0.0042	72	72	38,4	29,2	0,122	255	0,739	1,000	345	9,5	172	4,8
1+092	IQZ	Centro	0.0046	0.0042	0.0040	0.0037	0.0034	0.0032	0.0029	0.0027	0.0025	0.0022	0.0021	0.0016	0.0014	0.0010	0.0008	0.0044	0.0041	0.0038	72	72	38,1	28,6	0,122	292	0,744	1,000	393	10,8	196	5,4
1+289	IQZ	Centro	0.0050	0.0047	0.0044	0.0040	0.0037	0.0035	0.0032	0.0029	0.0026	0.0024	0.0021	0.0017	0.0012	0.0009	0.0008	0.0047	0.0044	0.0041	72	72	37,4	27,8	0,122	286	0,754	1,000	379	10,5	189	5,2
1+492	IQZ	Centro	0.0039	0.0036	0.0034	0.0031	0.0029	0.0026	0.0024	0.0022	0.0020	0.0019	0.0017	0.0013	0.0011	0.0008	0.0007	0.0037	0.0035	0.0032	72	72	37,0	27,4	0,122	374	0,758	1,000	494	13,6	247	6,8
1+692	IQZ	Centro	0.0037	0.0035	0.0033	0.0031	0.0029	0.0028	0.0026	0.0024	0.0022	0.0021	0.0019	0.0016	0.0014	0.0010	0.0008	0.0034	0.0033	0.0031	72	72	41,5	33,8	0,123	265	0,692	1,000	383	10,6	192	5,3
1+893	IQZ	Centro	0.0047	0.0044	0.0041	0.0038	0.0035	0.0033	0.0030	0.0028	0.0025	0.0023	0.0021	0.0017	0.0014	0.0010	0.0008	0.0043	0.0041	0.0038	72	72	38,0	28,6	0,122	286	0,745	1,000	384	10,6	192	5,3
2+095	IQZ	Centro	0.0055	0.0050	0.0047	0.0044	0.0041	0.0038	0.0035	0.0031	0.0029	0.0026	0.0024	0.0019	0.0015	0.0011	0.0008	0.0053	0.0049	0.0046	72	72	37,4	27,8	0,122	259	0,753	1,000	344	9,5	172	4,8
2+301	IQZ	Centro	0.0048	0.0042	0.0039	0.0037	0.0034	0.0032	0.0029	0.0027	0.0025	0.0023	0.0022	0.0018	0.0015	0.0011	0.0010	0.0049	0.0045	0.0041	72	72	36,8	27,1	0,122	312	0,762	1,000	410	11,3	205	5,7
2+599	IQZ	Centro	0.0042	0.0037	0.0035	0.0033	0.0031	0.0029	0.0028	0.0026	0.0024	0.0022	0.0021	0.0017	0.0015	0.0012	0.0010	0.0038	0.0036	0.0034	72	72	39,1	30,1	0,123	292	0,729	1,000	400	11,1	200	5,5
2+898	IQZ	Centro	0.0040	0.0036	0.0033	0.0030	0.0027	0.0025	0.0023	0.0021	0.0019	0.0017	0.0016	0.0013	0.0011	0.0008	0.0007	0.0042	0.0032	0.0031	72	72	34,9	24,9	0,122	436	0,786	1,000	554	15,3	277	7,6
3+099	IQZ	Centro	0.0026	0.0024	0.0022	0.0020	0.0019	0.0017	0.0016	0.0014	0.0013	0.0012	0.0011	0.0009	0.0008	0.0006	0.0005	0.0024	0.0023	0.0021	72	72	36,3	26,6	0,122	592	0,767	1,000	771	21,3	385	10,6
3+299	IQZ	Centro	0.0017	0.0015	0.0014	0.0013	0.0011	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0004	0.0004	0.0015	0.0014	0.0013	72	72	35,6	25,7	0,122	969	0,777	1,000	1247	34,4	624	17,2
3+500	IQZ	Centro	0.0040	0.0037	0.0035	0.0032	0.0030	0.0028	0.0026	0.0024	0.0022	0.0020	0.0019	0.0016	0.0014	0.0011	0.0008	0.0039	0.0037	0.0034	72	72	38,7	29,6	0,123	314	0,735	1,000	428	11,8	214	5,9
3+700	IQZ	Centro	0.0030	0.0028	0.0026	0.0024	0.0023	0.0021	0.0020	0.0018	0.0017	0.0015	0.0014	0.0012	0.0010	0.0008	0.0007	0.0029	0.0027	0.0025	72	72	38,5	29,2	0,123	425	0,738	1,000	575	15,9	288	7,9
3+899	IQZ	Centro	0.0036	0.0031	0.0029	0.0027	0.0025	0.0023	0.0022	0.0020	0.0018	0.0016	0.0015	0.0012	0.0010	0.0008	0.0007	0.0036	0.0033	0.0031	72	72	36,2	26,4	0,122	444	0,769	1,000	577	15,9	289	8,0
4+102	IQZ	Centro	0.0048	0.0045	0.0043	0.0040	0.0037	0.0035	0.0032	0.0030	0.0028	0.0025	0.0023	0.0019	0.0017	0.0013	0.0010	0.0046	0.0044	0.0041	72	72	39,8	31,1	0,123	237	0,719	1,000	330	9,1	165	4,6
4+299	IQZ	Centro	0.0038	0.0035	0.0032	0.0030	0.0028	0.0026	0.0024	0.0022	0.0020	0.0019	0.0017	0.0015	0.0012	0.0010	0.0008	0.0037	0.0035	0.0032	72	72	37,8	28,3	0,122	360	0,748	1,000	481	13,3	241	6,6
4+492	IQZ	Centro	0.0027	0.0024	0.0022	0.0020	0.0018	0.0017	0.0015	0.0014	0.0012	0.0011	0.0010	0.0008	0.0007	0.0005	0.0004	0.0025	0.0023	0.0021	72	72	34,7	24,8	0,122	668	0,788	1,000	848	23,4	424	11,7
11+902	IQZ	Centro	0.0038	0.0036	0.0035	0.0033	0.0031	0.0030	0.0028	0.0026	0.0024	0.0023	0.0021	0.0018	0.0015	0.0012	0.0010	0.0036	0.0034	0.0033	72	72	42,5	35,5	0,123	230	0,676	1,000	340	9,4	170	4,7
12+100	IQZ	Centro	0.0037	0.0035	0.0034	0.0032	0.0030	0.0028	0.0026	0.0025	0.0023	0.0021	0.0019	0.0016	0.0014	0.0011	0.0009	0.0035	0.0034	0.0032	72	72	41,4	33,6	0,123	264	0,694	1,000	381	10,5	190	5,3
12+303	IQZ	Centro	0.0036	0.0035	0.0034	0.0032	0.0031	0.0030	0.0028	0.0027	0.0026	0.0024	0.0023	0.0020	0.0018	0.0014	0.0012	0.0034	0.0033	0.0032	72	72	45,5	41,9	0,124	174	0,620	1,000	281	7,7	140	3,9
12+501	IQZ	Centro	0.0042	0.0038	0.0036	0.0034	0.0032	0.0030	0.0028	0.0026	0.0024	0.0022	0.0020	0.0017	0.0014	0.0011	0.0009	0.0043	0.0043	0.0042	72	72	39,0	29,9	0,123	294	0,731	1,000	402	11,1	201	5,5
12+700	IQZ	Centro	0.0044	0.0041	0.0039	0.0037	0.0035	0.0033	0.0032	0.0030	0.0028	0.0026	0.0024	0.0020	0.0017	0.0013	0.0011	0.0042	0.0040	0.0038	72	72	42,4	35,4	0,123	204	0,677	1,000	301	8,3	150	4,1
12+901	IQZ	Centro	0.0035	0.0033	0.0032	0.0030	0.0028	0.0027	0.0025	0.0024	0.0022	0.0020	0.0019	0.0016	0.0014	0.0011	0.0010	0.0034	0.0034	0.0033	72	72	41,8	34,3	0,123	266	0,687	1,000	388	10,7	194	5,3
13+103	IQZ	Centro	0.0034	0.0032	0.0030	0.0028	0.0027	0.0025	0.0023	0.0022	0.0020	0.0019	0.0017	0.0015	0.0013	0.0010	0.0008	0.0033	0.0032	0.0031	72	72	40,6	32,3	0,123	311	0,706	1,000	441	12,2	220	6,1
13+302	IQZ	Centro	0.0043	0.0042	0.0041	0.0040	0.0037	0.0035	0.0033	0.0030	0.0028	0.0026	0.0024	0.0020	0.0017	0.0013	0.0010	0.0040	0.0038	0.0036	72	72	44,0	38,6	0,124	175	0,648	1,000	270	7,5	135	3,7
13+502	IQZ	Centro	0.0041	0.0039	0.0037	0.0035	0.0034	0.0032	0.0030	0.0028	0.0027	0.0025	0.0023	0.0020	0.0017	0.0013	0.0011	0.0039	0.0037	0.0036	72	72	43,1	36,7	0,123	202	0,665	1,000	304	8,4	152	4,2
13+699	IQZ	Centro	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026	0.0024	0.0023	0.0019	0.0017	0.0013	0.0010	0.0034	0.0033	0.0032	72	72	46,0	43,3	0,124	169	0,610	1,000	277	7,6	138	3,8
13+899	IQZ	Centro	0.0045	0.0041	0.0039	0.0036	0.0034	0.0031	0.0029	0.0026	0.0024	0.0022	0.0020	0.0016	0.0014	0.0011	0.0009	0.0045	0.0044	0.0043	72	72	37,9	28,5	0,122	300	0,746	1,000	402	11,1	201	5,5
14+101	IQZ	Centro	0.0040	0.0038	0.0036	0.0034	0.0032	0.0030	0.0028	0.0026	0.0024	0.0022	0.0021	0.0017	0.0015	0.0012	0.0010	0.0038	0.0037	0.0035	72	72	40,9	32,8	0,123	256	0,702	1,000	365	10,1	182	5,0
14+299	IQZ	Centro	0.0039	0.0037	0.0036	0.0034	0.0032	0.0031	0.0030	0.0028	0.0026	0.0024	0.0022	0.0019	0.0016	0.0013	0.0011	0.0037	0.0035	0.0034	72	72	43,4	37,4	0,123	205	0,659	1,000	311	8,6	155	4,3
14+501	IQZ	Centro	0.0044	0.0044	0.0043	0.0043	0.0042	0.0041	0.0039	0.0036	0.0033	0.0030	0.0028	0.0023	0.0019	0																

## INFORME FINAL

- **Determinación de la eficiencia en la transferencia de carga sobre dovelas de hormigón hidráulico en la Ruta 24, carriles C0 (derecho) y C1 (izquierdo), respectivamente.**

Con los conceptos formulados en páginas anteriores y prevenidos de que la tipología de pavimento diseñado y construido en proceso, en el tramo 357 de la Ruta 24, no es el caso de un pavimento rígido convencional, ni por el espesor del refuerzo, como tampoco por la geometría de las dovelas, sus conceptos de apoyo, adherencia y transferencia de carga, típicamente conocidos; se ha realizado este análisis con base a ensayos de carga por deflectometría de impacto, practicados en las incisiones de juntas transversales que en algunos casos ya han inducido rotura en todo el espesor del concreto. Se escogieron secciones de prueba según lo que se indique.

El refuerzo del pavimento flexible en construcción con “whitetopping”, implica la migración a un pavimento rígido, bajo condiciones teóricas y prácticas bastante conocidas a nivel internacional, aunque con limitada información relacionada con su desempeño en fase de servicio. Sin embargo, la apuesta conceptual por esta alternativa desde el punto de vista de ingeniería no debe llama la atención, más que por conocer precisamente los aspectos sobre los cuales existe poca información local e información sistematizada y disponible en el entorno regional e internacional. Con esta advertencia, nos decidimos a incorporar este análisis como una primera aproximación que resulta del monitoreo de esta solución y que obliga a un seguimiento continuo.



**INFORME FINAL**

**CARRIL DERECHO (0)**

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO																							Módulo de Administración de Documentos	
Corporación Nacional Para El Desarrollo																								
RUTA 24 (RUTA 2 - TRES BOCAS - SAN MANUEL)																								
TRAMO 357 (INTERSECCIÓN RUTA 2 - INTERSECCIÓN A NUEVO BERLÍN)																								
DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA TRANSMISIÓN DE LA CARGA EN LAS JUNTAS (LTE)																								
Abscisa	CARRIL	UBICACIÓN	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR CARGA (40 KN), pulgadas																DIM. LOSA (pulg)		LTE (%)	CALIFICACIÓN		
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18			LARGO	ANCHO
0+000	DER	Junta	0,0038	0,0034	0,0032	0,0029	0,0026	0,0024	0,0022	0,0020	0,0018	0,0016	0,0015	0,0012	0,0010	0,0007	0,0006	0,0036	0,0033	0,0030	72	72	88	Bueno
0+090	DER	Junta	0,0038	0,0034	0,0032	0,0029	0,0027	0,0025	0,0022	0,0020	0,0019	0,0017	0,0015	0,0012	0,0010	0,0008	0,0006	0,0037	0,0034	0,0031	72	72	91	Excelente
0+201	DER	Junta	0,0026	0,0024	0,0022	0,0020	0,0018	0,0016	0,0015	0,0013	0,0012	0,0011	0,0010	0,0007	0,0006	0,0004	0,0004	0,0024	0,0023	0,0021	72	72	87	Bueno
0+401	DER	Junta	0,0047	0,0044	0,0042	0,0039	0,0037	0,0034	0,0032	0,0029	0,0027	0,0024	0,0022	0,0018	0,0015	0,0011	0,0008	0,0045	0,0043	0,0040	72	72	90	Excelente
0+601	DER	Junta	0,0048	0,0043	0,0040	0,0037	0,0034	0,0031	0,0028	0,0025	0,0023	0,0020	0,0018	0,0014	0,0012	0,0009	0,0007	0,0047	0,0044	0,0041	72	72	92	Excelente
0+800	DER	Junta	0,0044	0,0041	0,0039	0,0037	0,0034	0,0032	0,0030	0,0028	0,0025	0,0023	0,0021	0,0017	0,0015	0,0011	0,0009	0,0041	0,0039	0,0037	72	72	89	Bueno
1+000	DER	Junta	0,0048	0,0043	0,0040	0,0036	0,0033	0,0030	0,0027	0,0024	0,0021	0,0019	0,0017	0,0013	0,0011	0,0008	0,0006	0,0045	0,0041	0,0037	72	72	86	Bueno
1+202	DER	Junta	0,0059	0,0054	0,0050	0,0046	0,0042	0,0039	0,0035	0,0032	0,0029	0,0026	0,0023	0,0019	0,0015	0,0011	0,0009	0,0055	0,0051	0,0047	72	72	87	Bueno
1+400	DER	Junta	0,0049	0,0045	0,0043	0,0040	0,0037	0,0034	0,0031	0,0028	0,0026	0,0023	0,0021	0,0017	0,0013	0,0010	0,0008	0,0047	0,0044	0,0041	72	72	89	Bueno
1+600	DER	Junta	0,0049	0,0045	0,0043	0,0040	0,0037	0,0034	0,0031	0,0029	0,0026	0,0024	0,0021	0,0017	0,0014	0,0010	0,0008	0,0047	0,0044	0,0041	72	72	90	Excelente
1+799	DER	Junta	0,0052	0,0048	0,0045	0,0041	0,0038	0,0035	0,0032	0,0030	0,0027	0,0024	0,0022	0,0017	0,0014	0,0010	0,0008	0,0048	0,0045	0,0042	72	72	87	Bueno
2+000	DER	Junta	0,0063	0,0057	0,0053	0,0048	0,0044	0,0040	0,0037	0,0033	0,0030	0,0027	0,0024	0,0019	0,0016	0,0012	0,0009	0,0060	0,0057	0,0052	72	72	90	Excelente
2+200	DER	Junta	0,0047	0,0043	0,0041	0,0038	0,0035	0,0032	0,0030	0,0027	0,0025	0,0022	0,0020	0,0016	0,0013	0,0010	0,0008	0,0046	0,0043	0,0040	72	72	91	Excelente
11+800	DER	Junta	0,0047	0,0044	0,0041	0,0039	0,0036	0,0034	0,0032	0,0029	0,0027	0,0025	0,0023	0,0019	0,0016	0,0012	0,0010	0,0045	0,0042	0,0040	72	72	90	Excelente
12+001	DER	Junta	0,0071	0,0064	0,0060	0,0056	0,0052	0,0047	0,0044	0,0040	0,0036	0,0033	0,0030	0,0025	0,0021	0,0016	0,0013	0,0073	0,0069	0,0064	72	72	97	Excelente
12+201	DER	Junta	0,0048	0,0045	0,0043	0,0040	0,0038	0,0036	0,0033	0,0031	0,0029	0,0027	0,0025	0,0021	0,0018	0,0014	0,0012	0,0046	0,0043	0,0041	72	72	91	Excelente
12+400	DER	Junta	0,0050	0,0048	0,0045	0,0042	0,0040	0,0037	0,0035	0,0032	0,0030	0,0028	0,0025	0,0021	0,0018	0,0014	0,0012	0,0046	0,0044	0,0041	72	72	87	Bueno
12+601	DER	Junta	0,0053	0,0050	0,0047	0,0044	0,0042	0,0039	0,0036	0,0034	0,0031	0,0029	0,0026	0,0022	0,0019	0,0014	0,0012	0,0051	0,0049	0,0046	72	72	92	Excelente
12+801	DER	Junta	0,0035	0,0032	0,0030	0,0028	0,0026	0,0024	0,0022	0,0021	0,0019	0,0017	0,0016	0,0013	0,0012	0,0009	0,0007	0,0032	0,0030	0,0028	72	72	87	Bueno
12+997	DER	Junta	0,0054	0,0050	0,0047	0,0043	0,0040	0,0038	0,0035	0,0032	0,0029	0,0027	0,0025	0,0020	0,0017	0,0013	0,0011	0,0053	0,0050	0,0047	72	72	93	Excelente
13+200	DER	Junta	0,0063	0,0057	0,0054	0,0049	0,0046	0,0042	0,0039	0,0035	0,0032	0,0029	0,0026	0,0022	0,0018	0,0014	0,0011	0,0062	0,0058	0,0054	72	72	93	Excelente
13+399	DER	Junta	0,0075	0,0066	0,0062	0,0056	0,0052	0,0047	0,0043	0,0039	0,0035	0,0031	0,0028	0,0022	0,0018	0,0013	0,0011	0,0078	0,0074	0,0068	72	72	100	Excelente
13+601	DER	Junta	0,0059	0,0054	0,0051	0,0048	0,0045	0,0042	0,0039	0,0036	0,0033	0,0030	0,0028	0,0023	0,0020	0,0015	0,0012	0,0057	0,0054	0,0051	72	72	92	Excelente
13+799	DER	Junta	0,0053	0,0049	0,0046	0,0043	0,0040	0,0038	0,0035	0,0032	0,0030	0,0027	0,0025	0,0020	0,0017	0,0013	0,0011	0,0050	0,0048	0,0045	72	72	90	Excelente
13+999	DER	Junta	0,0052	0,0048	0,0045	0,0041	0,0038	0,0035	0,0032	0,0030	0,0027	0,0024	0,0022	0,0018	0,0015	0,0011	0,0010	0,0050	0,0047	0,0044	72	72	92	Excelente
14+199	DER	Junta	0,0036	0,0034	0,0032	0,0031	0,0029	0,0027	0,0025	0,0024	0,0022	0,0021	0,0019	0,0016	0,0015	0,0012	0,0010	0,0035	0,0033	0,0031	72	72	91	Excelente
14+400	DER	Junta	0,0064	0,0058	0,0054	0,0050	0,0046	0,0043	0,0039	0,0036	0,0033	0,0030	0,0027	0,0022	0,0018	0,0014	0,0012	0,0063	0,0060	0,0055	72	72	93	Excelente
14+600	DER	Junta	0,0050	0,0047	0,0044	0,0042	0,0039	0,0036	0,0034	0,0031	0,0029	0,0027	0,0024	0,0020	0,0017	0,0013	0,0011	0,0048	0,0045	0,0043	72	72	91	Excelente

**INFORME FINAL**

**CARRIL DERECHO (C0) continuación.....**

14+800	DER	Junta	0,0047	0,0044	0,0042	0,0039	0,0037	0,0035	0,0032	0,0030	0,0028	0,0026	0,0024	0,0020	0,0017	0,0013	0,0011	0,0046	0,0043	0,0041	72	72	92	Excelente
15+001	DER	Junta	0,0044	0,0042	0,0040	0,0038	0,0036	0,0034	0,0032	0,0030	0,0028	0,0026	0,0025	0,0021	0,0018	0,0014	0,0012	0,0044	0,0042	0,0040	72	72	94	Excelente
15+200	DER	Junta	0,0046	0,0045	0,0043	0,0040	0,0038	0,0036	0,0034	0,0032	0,0030	0,0028	0,0026	0,0022	0,0019	0,0015	0,0012	0,0044	0,0042	0,0040	72	72	91	Excelente
15+400	DER	Junta	0,0055	0,0050	0,0048	0,0044	0,0041	0,0039	0,0036	0,0033	0,0031	0,0028	0,0026	0,0022	0,0019	0,0015	0,0012	0,0055	0,0053	0,0049	72	72	96	Excelente
15+601	DER	Junta	0,0064	0,0057	0,0054	0,0050	0,0046	0,0043	0,0040	0,0036	0,0033	0,0030	0,0027	0,0022	0,0018	0,0013	0,0011	0,0060	0,0057	0,0053	72	72	88	Bueno
15+801	DER	Junta	0,0048	0,0044	0,0041	0,0038	0,0035	0,0033	0,0030	0,0028	0,0025	0,0023	0,0021	0,0017	0,0014	0,0010	0,0008	0,0045	0,0043	0,0040	72	72	89	Bueno
15+999	DER	Junta	0,0051	0,0046	0,0043	0,0040	0,0037	0,0034	0,0032	0,0029	0,0027	0,0025	0,0022	0,0018	0,0016	0,0012	0,0010	0,0052	0,0049	0,0046	72	72	97	Excelente
16+199	DER	Junta	0,0046	0,0043	0,0040	0,0037	0,0035	0,0032	0,0030	0,0027	0,0025	0,0023	0,0021	0,0017	0,0014	0,0011	0,0009	0,0044	0,0042	0,0039	72	72	91	Excelente
16+401	DER	Junta	0,0046	0,0043	0,0041	0,0038	0,0036	0,0034	0,0032	0,0029	0,0027	0,0025	0,0023	0,0019	0,0017	0,0013	0,0011	0,0045	0,0043	0,0041	72	72	93	Excelente
16+601	DER	Junta	0,0042	0,0040	0,0038	0,0036	0,0034	0,0032	0,0030	0,0028	0,0026	0,0024	0,0023	0,0019	0,0016	0,0013	0,0011	0,0040	0,0038	0,0036	72	72	91	Excelente
16+800	DER	Junta	0,0058	0,0054	0,0051	0,0048	0,0045	0,0042	0,0039	0,0036	0,0033	0,0030	0,0027	0,0022	0,0019	0,0014	0,0011	0,0056	0,0054	0,0051	72	72	93	Excelente
17+000	DER	Junta	0,0047	0,0044	0,0042	0,0040	0,0037	0,0035	0,0033	0,0030	0,0028	0,0026	0,0024	0,0020	0,0017	0,0013	0,0011	0,0046	0,0045	0,0043	72	72	95	Excelente
17+201	DER	Junta	0,0063	0,0060	0,0057	0,0054	0,0050	0,0047	0,0044	0,0041	0,0038	0,0035	0,0032	0,0027	0,0023	0,0017	0,0013	0,0061	0,0058	0,0055	72	72	92	Excelente
17+400	DER	Junta	0,0065	0,0060	0,0056	0,0053	0,0049	0,0046	0,0042	0,0039	0,0036	0,0033	0,0030	0,0024	0,0021	0,0016	0,0013	0,0062	0,0059	0,0055	72	72	91	Excelente
17+601	DER	Junta	0,0051	0,0048	0,0045	0,0042	0,0040	0,0037	0,0034	0,0032	0,0029	0,0027	0,0025	0,0020	0,0017	0,0013	0,0011	0,0049	0,0047	0,0044	72	72	93	Excelente
17+801	DER	Junta	0,0057	0,0052	0,0048	0,0045	0,0041	0,0038	0,0035	0,0032	0,0029	0,0026	0,0024	0,0019	0,0016	0,0013	0,0011	0,0055	0,0052	0,0048	72	72	91	Excelente
18+000	DER	Junta	0,0051	0,0047	0,0045	0,0042	0,0039	0,0037	0,0034	0,0032	0,0030	0,0027	0,0025	0,0021	0,0018	0,0014	0,0012	0,0050	0,0047	0,0045	72	72	93	Excelente
18+200	DER	Junta	0,0066	0,0059	0,0055	0,0050	0,0046	0,0043	0,0039	0,0036	0,0033	0,0030	0,0027	0,0022	0,0019	0,0015	0,0012	0,0069	0,0064	0,0058	72	72	97	Excelente
18+401	DER	Junta	0,0059	0,0055	0,0051	0,0048	0,0044	0,0041	0,0038	0,0035	0,0032	0,0029	0,0027	0,0022	0,0018	0,0014	0,0012	0,0058	0,0055	0,0051	72	72	93	Excelente
18+600	DER	Junta	0,0060	0,0054	0,0050	0,0046	0,0042	0,0039	0,0036	0,0032	0,0029	0,0026	0,0024	0,0019	0,0016	0,0012	0,0010	0,0061	0,0057	0,0053	72	72	96	Excelente
18+799	DER	Junta	0,0057	0,0053	0,0050	0,0046	0,0043	0,0040	0,0037	0,0034	0,0031	0,0028	0,0026	0,0021	0,0018	0,0014	0,0012	0,0054	0,0051	0,0048	72	72	90	Excelente
19+000	DER	Junta	0,0057	0,0053	0,0050	0,0046	0,0043	0,0039	0,0036	0,0033	0,0030	0,0027	0,0025	0,0019	0,0016	0,0012	0,0010	0,0056	0,0053	0,0049	72	72	92	Excelente
19+201	DER	Junta	0,0059	0,0055	0,0052	0,0049	0,0046	0,0043	0,0039	0,0036	0,0033	0,0030	0,0027	0,0022	0,0018	0,0014	0,0012	0,0057	0,0055	0,0051	72	72	92	Excelente
19+401	DER	Junta	0,0044	0,0040	0,0038	0,0035	0,0032	0,0029	0,0027	0,0024	0,0022	0,0019	0,0017	0,0014	0,0011	0,0008	0,0006	0,0041	0,0039	0,0036	72	72	87	Bueno
19+601	DER	Junta	0,0065	0,0058	0,0054	0,0049	0,0045	0,0041	0,0038	0,0034	0,0031	0,0028	0,0026	0,0021	0,0018	0,0015	0,0012	0,0067	0,0063	0,0058	72	72	97	Excelente
19+799	DER	Junta	0,0050	0,0045	0,0042	0,0039	0,0037	0,0034	0,0031	0,0029	0,0026	0,0024	0,0022	0,0018	0,0015	0,0011	0,0010	0,0049	0,0046	0,0043	72	72	93	Excelente
20+001	DER	Junta	0,0048	0,0045	0,0042	0,0040	0,0037	0,0035	0,0033	0,0030	0,0028	0,0025	0,0023	0,0019	0,0016	0,0012	0,0010	0,0046	0,0043	0,0041	72	72	91	Excelente
20+202	DER	Junta	0,0049	0,0046	0,0043	0,0040	0,0038	0,0035	0,0033	0,0030	0,0028	0,0026	0,0023	0,0019	0,0016	0,0012	0,0010	0,0048	0,0045	0,0042	72	72	92	Excelente
20+399	DER	Junta	0,0044	0,0041	0,0039	0,0037	0,0035	0,0032	0,0030	0,0028	0,0026	0,0024	0,0022	0,0019	0,0016	0,0013	0,0011	0,0043	0,0041	0,0039	72	72	93	Excelente
20+599	DER	Junta	0,0056	0,0050	0,0046	0,0042	0,0039	0,0036	0,0033	0,0030	0,0028	0,0025	0,0023	0,0018	0,0015	0,0011	0,0009	0,0059	0,0050	0,0046	72	72	89	Bueno
20+800	DER	Junta	0,0032	0,0029	0,0027	0,0024	0,0022	0,0020	0,0018	0,0016	0,0014	0,0013	0,0011	0,0009	0,0007	0,0005	0,0004	0,0031	0,0029	0,0026	72	72	90	Excelente
21+000	DER	Junta	0,0045	0,0042	0,0040	0,0037	0,0035	0,0033	0,0031	0,0029	0,0027	0,0024	0,0023	0,0019	0,0017	0,0013	0,0011	0,0044	0,0042	0,0039	72	72	92	Excelente
21+201	DER	Junta	0,0056	0,0051	0,0048	0,0045	0,0041	0,0038	0,0035	0,0033	0,0030	0,0027	0,0025	0,0020	0,0017	0,0013	0,0011	0,0057	0,0054	0,0050	72	72	95	Excelente
21+400	DER	Junta	0,0062	0,0055	0,0051	0,0047	0,0043	0,0040	0,0036	0,0033	0,0029	0,0026	0,0023	0,0018	0,0013	0,0009	0,0008	0,0063	0,0060	0,0055	72	72	98	Excelente

**INFORME FINAL**
**CARRIL IZQUIERDO (C1)**

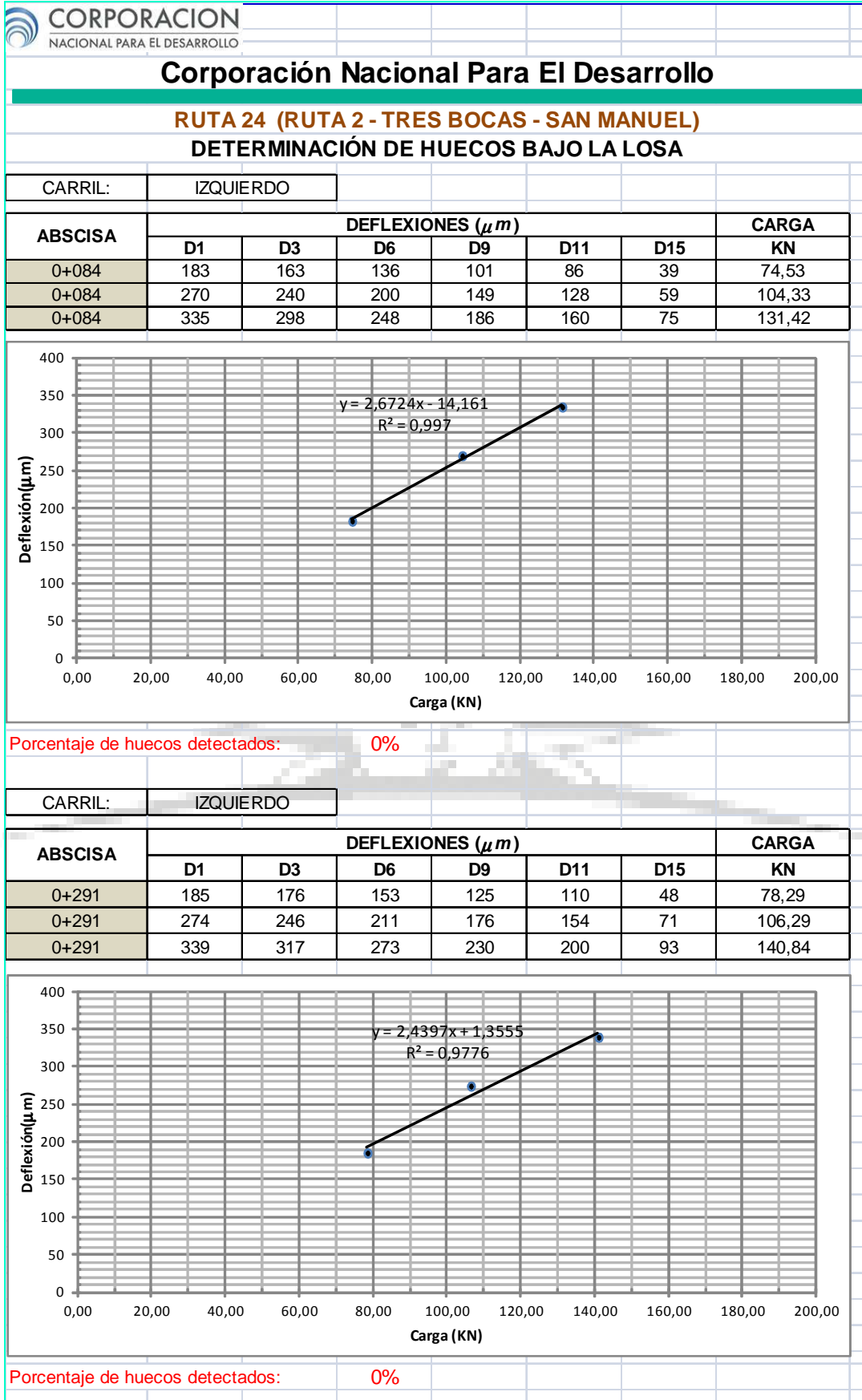
CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO																						Módulo de Administración de Documentos		
Corporación Nacional Para El Desarrollo																								
RUTA 24 (RUTA 2 - TRES BOCAS - SAN MANUEL)																								
TRAMO 357 (INTERSECCIÓN RUTA 2 - INTERSECCIÓN A NUEVO BERLÍN)																								
DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA TRANSMISIÓN DE LA CARGA EN LAS JUNTAS (LTE)																								
ABSCISA	CARRIL	UBICACIÓN	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR CARGA (40 KN), pulgadas															DIM. LOSA (pulg)		LTE (%)	CALIFICACIÓN			
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17			D18	LARGO	ANCHO
14+500	IZQ	Junta	0,0053	0,0048	0,0045	0,0042	0,0039	0,0037	0,0034	0,0032	0,0029	0,0027	0,0024	0,0020	0,0017	0,0014	0,0011	0,0056	0,0054	0,0051	72	72	102	Excelente
14+698	IZQ	Junta	0,0046	0,0044	0,0042	0,0041	0,0039	0,0037	0,0035	0,0033	0,0031	0,0029	0,0027	0,0023	0,0019	0,0015	0,0011	0,0044	0,0042	0,0041	72	72	92	Excelente
14+895	IZQ	Junta	0,0042	0,0038	0,0036	0,0033	0,0031	0,0029	0,0028	0,0026	0,0024	0,0023	0,0021	0,0018	0,0016	0,0012	0,0010	0,0046	0,0030	0,0028	72	72	70	Regular
15+103	IZQ	Junta	0,0038	0,0036	0,0034	0,0033	0,0031	0,0030	0,0029	0,0027	0,0025	0,0024	0,0022	0,0019	0,0017	0,0013	0,0011	0,0036	0,0035	0,0033	72	72	92	Excelente
15+304	IZQ	Junta	0,0058	0,0059	0,0055	0,0052	0,0049	0,0047	0,0055	0,0040	0,0037	0,0032	0,0034	0,0026	0,0021	0,0016	0,0011	0,0057	0,0056	0,0053	72	72	97	Excelente
15+506	IZQ	Junta	0,0061	0,0056	0,0053	0,0049	0,0046	0,0043	0,0040	0,0036	0,0033	0,0029	0,0027	0,0020	0,0015	0,0010	0,0009	0,0063	0,0058	0,0054	72	72	94	Excelente
15+700	IZQ	Junta	0,0049	0,0046	0,0044	0,0042	0,0040	0,0038	0,0036	0,0034	0,0031	0,0029	0,0027	0,0023	0,0019	0,0014	0,0011	0,0047	0,0046	0,0045	72	72	94	Excelente
15+905	IZQ	Junta	0,0046	0,0042	0,0040	0,0038	0,0036	0,0034	0,0031	0,0030	0,0028	0,0026	0,0024	0,0020	0,0017	0,0013	0,0011	0,0046	0,0044	0,0042	72	72	97	Excelente
16+099	IZQ	Junta	0,0062	0,0057	0,0053	0,0049	0,0045	0,0041	0,0037	0,0034	0,0031	0,0027	0,0025	0,0019	0,0016	0,0012	0,0010	0,0061	0,0059	0,0055	72	72	94	Excelente
16+304	IZQ	Junta	0,0046	0,0046	0,0046	0,0045	0,0045	0,0045	0,0035	0,0033	0,0031	0,0028	0,0026	0,0022	0,0019	0,0015	0,0012	0,0043	0,0041	0,0039	72	72	89	Bueno
16+503	IZQ	Junta	0,0044	0,0040	0,0038	0,0036	0,0033	0,0031	0,0029	0,0027	0,0025	0,0022	0,0021	0,0017	0,0015	0,0010	0,0009	0,0044	0,0042	0,0040	72	72	97	Excelente
16+703	IZQ	Junta	0,0038	0,0036	0,0036	0,0034	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0028	0,0025	0,0023	0,0020	0,0017	0,0013	0,0010	0,0036	0,0035	0,0033	72	72	92	Excelente
16+899	IZQ	Junta	0,0055	0,0052	0,0050	0,0047	0,0044	0,0042	0,0040	0,0037	0,0035	0,0032	0,0030	0,0026	0,0022	0,0017	0,0013	0,0055	0,0054	0,0054	72	72	98	Excelente
17+098	IZQ	Junta	0,0033	0,0031	0,0029	0,0028	0,0027	0,0025	0,0024	0,0022	0,0021	0,0019	0,0018	0,0015	0,0013	0,0010	0,0008	0,0032	0,0031	0,0029	72	72	94	Excelente
17+301	IZQ	Junta	0,0040	0,0037	0,0035	0,0033	0,0031	0,0030	0,0028	0,0026	0,0024	0,0023	0,0021	0,0018	0,0016	0,0013	0,0011	0,0039	0,0038	0,0035	72	72	94	Excelente
17+500	IZQ	Junta	0,0047	0,0044	0,0042	0,0039	0,0037	0,0034	0,0032	0,0030	0,0028	0,0025	0,0023	0,0019	0,0016	0,0013	0,0011	0,0046	0,0044	0,0042	72	72	95	Excelente
17+700	IZQ	Junta	0,0053	0,0047	0,0044	0,0041	0,0038	0,0036	0,0033	0,0031	0,0028	0,0026	0,0024	0,0020	0,0016	0,0012	0,0010	0,0056	0,0048	0,0045	72	72	92	Excelente
17+898	IZQ	Junta	0,0045	0,0041	0,0039	0,0036	0,0034	0,0032	0,0030	0,0028	0,0026	0,0023	0,0022	0,0018	0,0016	0,0012	0,0010	0,0048	0,0046	0,0043	72	72	101	Excelente
18+100	IZQ	Junta	0,0037	0,0036	0,0034	0,0032	0,0031	0,0029	0,0027	0,0025	0,0023	0,0022	0,0020	0,0017	0,0015	0,0011	0,0009	0,0035	0,0034	0,0032	72	72	90	Excelente
18+300	IZQ	Junta	0,0037	0,0036	0,0035	0,0034	0,0032	0,0032	0,0031	0,0024	0,0023	0,0021	0,0020	0,0017	0,0015	0,0012	0,0010	0,0034	0,0033	0,0031	72	72	89	Bueno
18+497	IZQ	Junta	0,0052	0,0048	0,0044	0,0041	0,0038	0,0036	0,0033	0,0030	0,0028	0,0025	0,0023	0,0019	0,0016	0,0012	0,0010	0,0046	0,0043	0,0041	72	72	84	Bueno
18+698	IZQ	Junta	0,0037	0,0034	0,0033	0,0031	0,0029	0,0027	0,0025	0,0023	0,0022	0,0020	0,0018	0,0015	0,0013	0,0010	0,0008	0,0035	0,0034	0,0032	72	72	91	Excelente
18+900	IZQ	Junta	0,0033	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0025	0,0025	0,0020	0,0018	0,0017	0,0015	0,0013	0,0010	0,0009	0,0030	0,0029	0,0028	72	72	89	Bueno
19+099	IZQ	Junta	0,0038	0,0035	0,0033	0,0030	0,0028	0,0026	0,0024	0,0022	0,0021	0,0019	0,0017	0,0014	0,0012	0,0010	0,0008	0,0038	0,0036	0,0034	72	72	96	Excelente
19+299	IZQ	Junta	0,0042	0,0039	0,0037	0,0035	0,0033	0,0031	0,0029	0,0027	0,0025	0,0023	0,0021	0,0017	0,0014	0,0010	0,0009	0,0041	0,0039	0,0037	72	72	93	Excelente
19+501	IZQ	Junta	0,0035	0,0031	0,0030	0,0028	0,0026	0,0024	0,0023	0,0022	0,0020	0,0019	0,0017	0,0015	0,0013	0,0010	0,0009	0,0035	0,0032	0,0030	72	72	92	Excelente
19+699	IZQ	Junta	0,0057	0,0049	0,0045	0,0041	0,0038	0,0034	0,0031	0,0028	0,0025	0,0023	0,0020	0,0016	0,0013	0,0010	0,0009	0,0062	0,0042	0,0040	72	72	74	Regular
19+899	IZQ	Junta	0,0049	0,0046	0,0043	0,0040	0,0038	0,0035	0,0033	0,0030	0,0028	0,0025	0,0024	0,0020	0,0017	0,0014	0,0012	0,0049	0,0047	0,0044	72	72	95	Excelente
20+098	IZQ	Junta	0,0048	0,0044	0,0042	0,0039	0,0036	0,0033	0,0030	0,0028	0,0025	0,0023	0,0021	0,0017	0,0014	0,0011	0,0010	0,0048	0,0045	0,0042	72	72	94	Excelente
20+300	IZQ	Junta	0,0043	0,0039	0,0037	0,0034	0,0032	0,0030	0,0027	0,0025	0,0023	0,0021	0,0019	0,0015	0,0012	0,0010	0,0009	0,0043	0,0041	0,0038	72	72	95	Excelente
20+500	IZQ	Junta	0,0033	0,0031	0,0029	0,0027	0,0026	0,0024	0,0023	0,0021	0,0019	0,0018	0,0017	0,0014	0,0012	0,0009	0,0008	0,0032	0,0030	0,0029	72	72	92	Excelente
20+699	IZQ	Junta	0,0037	0,0033	0,0031	0,0029	0,0027	0,0025	0,0023	0,0021	0,0019	0,0018	0,0016	0,0013	0,0011	0,0008	0,0007	0,0038	0,0035	0,0033	72	72	95	Excelente
20+900	IZQ	Junta	0,0037	0,0035	0,0033	0,0031	0,0029	0,0027	0,0026	0,0024	0,0022	0,0021	0,0017	0,0015	0,0012	0,0009	0,0007	0,0035	0,0033	0,0032	72	72	90	Excelente
21+100	IZQ	Junta	0,0040	0,0037	0,0035	0,0033	0,0031	0,0029	0,0027	0,0025	0,0023	0,0022	0,0020	0,0017	0,0014	0,0011	0,0009	0,0040	0,0038	0,0036	72	72	96	Excelente
21+300	IZQ	Junta	0,0039	0,0036	0,0034	0,0031	0,0029	0,0027	0,0025	0,0023	0,0021	0,0019	0,0018	0,0014	0,0012	0,0010	0,0008	0,0038	0,0036	0,0034	72	72	93	Excelente

- **Determinación de huecos bajo las losas de hormigón con cargas diversas.**

A continuación se muestran los resultados específicos de este análisis, cuya metodología ya fue referida en la página 62 de este informe, bajo metodología AASHTO.

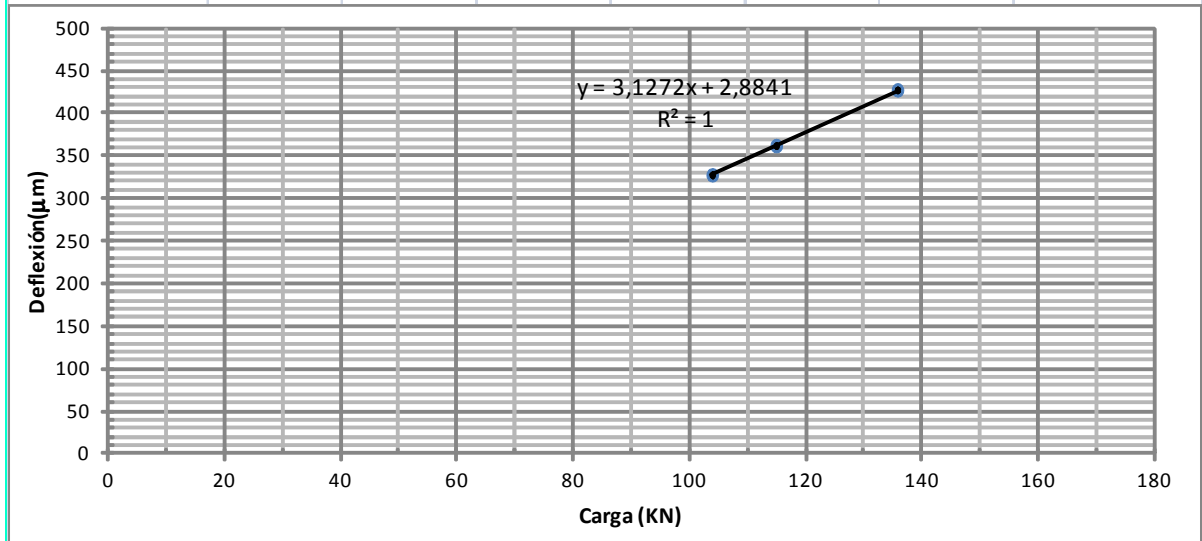


**INFORME FINAL**



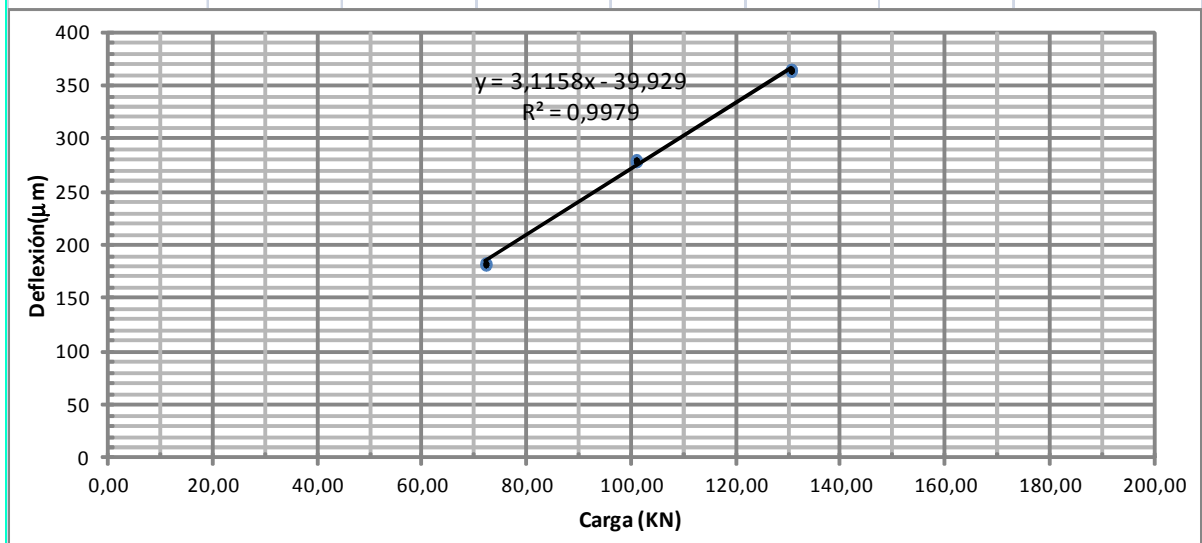
**INFORME FINAL**

CARRIL:	IZQUIERDO						
ABSCISA	DEFLEXIONES ( $\mu m$ )						CARGA
	D1	D3	D6	D9	D11	D15	KN
0+491	328	291	236	185	154	61	103,88
0+491	362	320	258	201	168	67	114,87
0+491	427	376	303	237	197	79	135,7



Porcentaje de huecos detectados: 0%

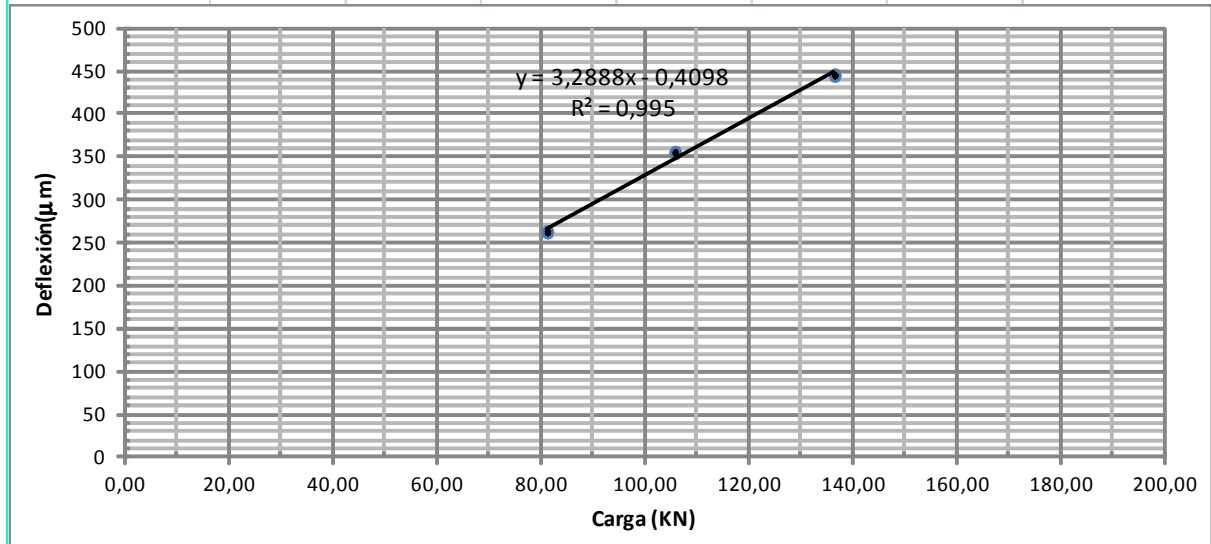
CARRIL:	IZQUIERDO						
ABSCISA	DEFLEXIONES ( $\mu m$ )						CARGA
	D1	D3	D6	D9	D11	D15	KN
0+693	182	174	147	121	103	44	72,14
0+693	279	252	212	173	149	64	100,91
0+693	364	320	269	221	189	82	130,53



Porcentaje de huecos detectados: 0%

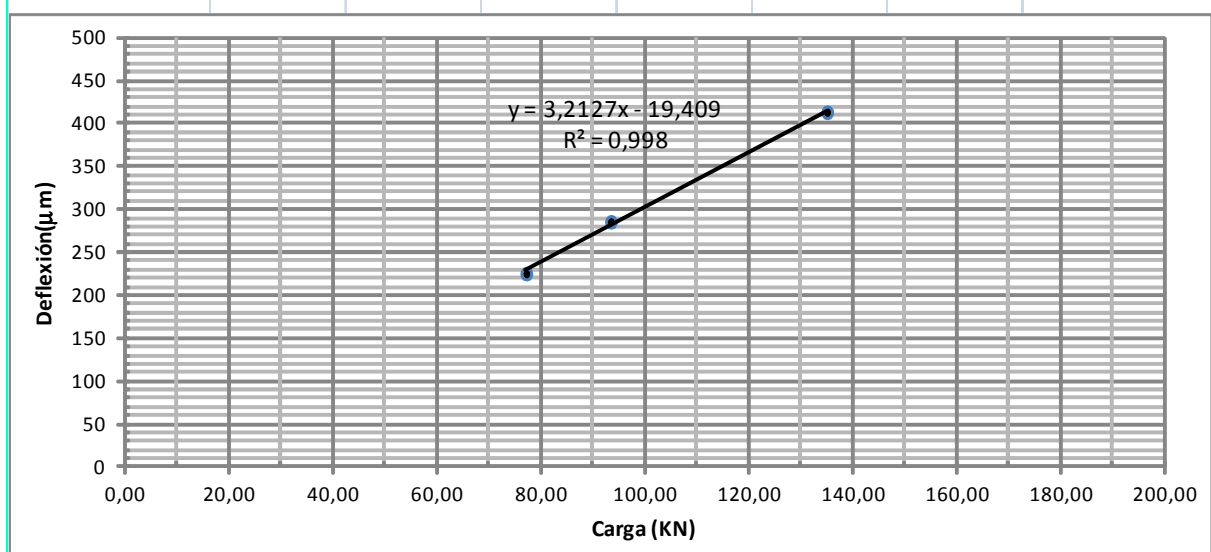
**INFORME FINAL**

CARRIL:	IZQUIERDO						
ABSCISA	DEFLEXIONES ( $\mu m$ )						CARGA
	D1	D3	D6	D9	D11	D15	KN
0+893	263	231	185	143	118	47	81,26
0+893	355	312	249	193	160	65	105,83
0+893	445	393	313	243	202	83	136,53



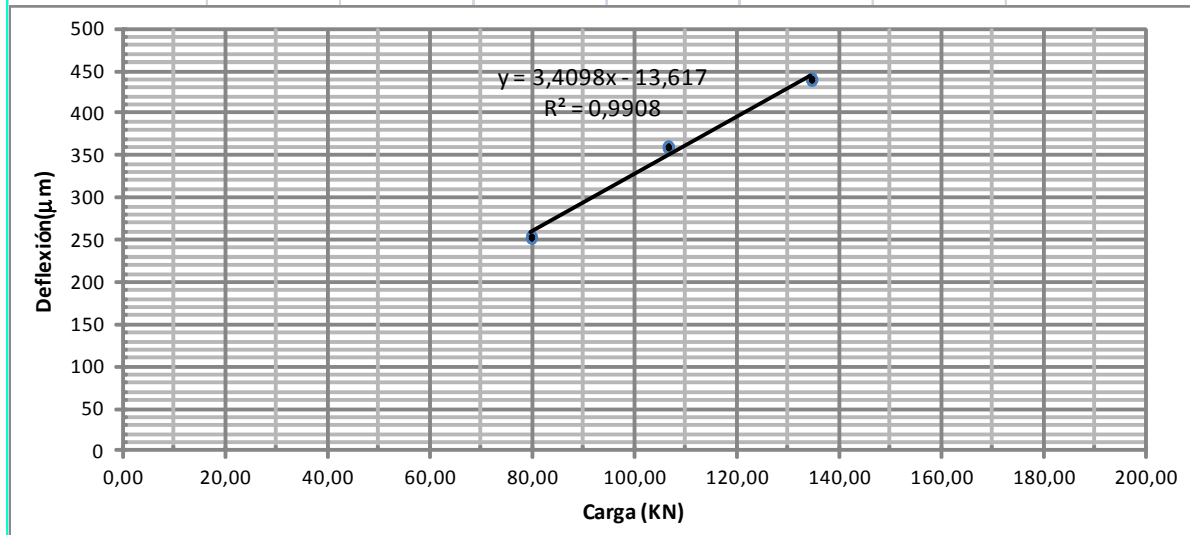
Porcentaje de huecos detectados: 0%

CARRIL:	IZQUIERDO						
ABSCISA	DEFLEXIONES ( $\mu m$ )						CARGA
	D1	D3	D6	D9	D11	D15	KN
1+092	225	196	157	120	102	40	77,20
1+092	286	247	197	152	126	51	93,46
1+092	413	361	286	220	181	75	135,07



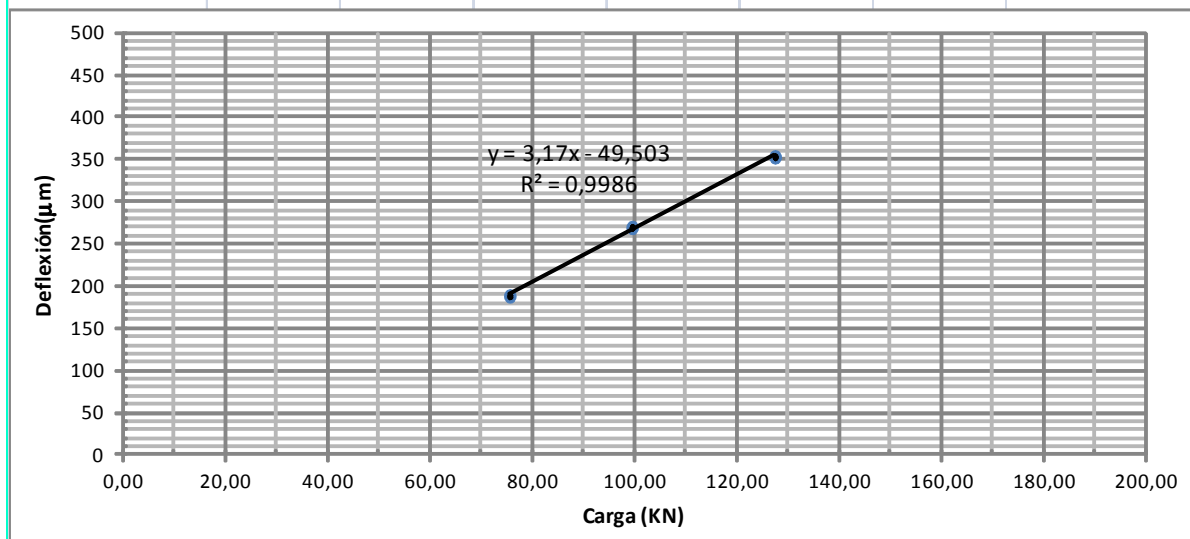
**INFORME FINAL**

CARRIL:	IZQUIERDO						
ABSCISA	DEFLEXIONES ( $\mu m$ )						CARGA
	D1	D3	D6	D9	D11	D15	KN
1+289	253	222	176	133	107	38	79,84
1+289	360	306	242	184	151	55	106,58
1+289	440	378	300	227	180	70	134,61



Porcentaje de huecos detectados: 0%

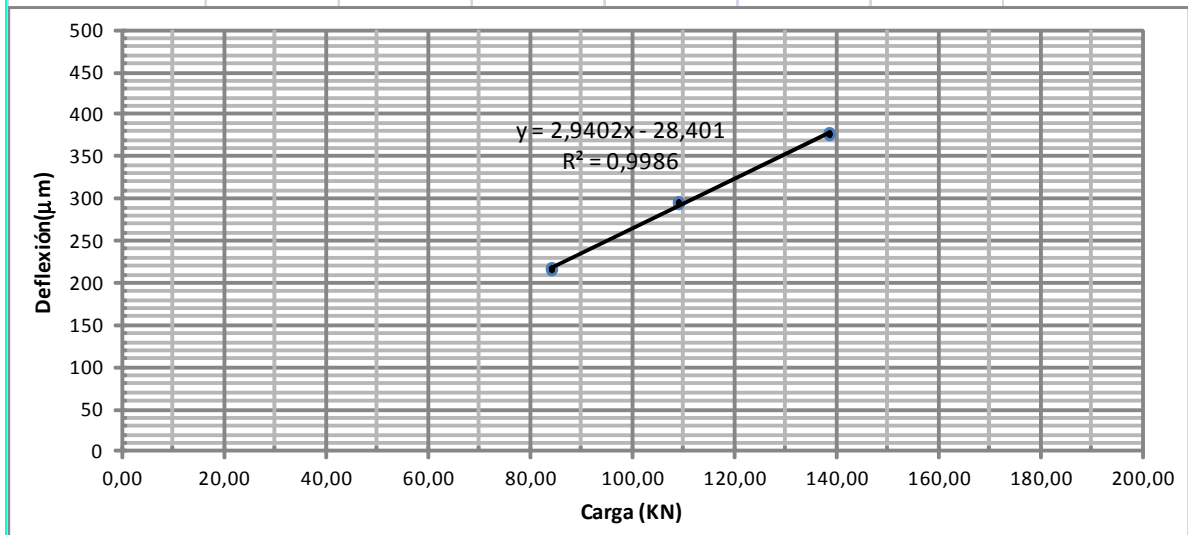
CARRIL:	IZQUIERDO						
ABSCISA	DEFLEXIONES ( $\mu m$ )						CARGA
	D1	D3	D6	D9	D11	D15	KN
1+492	188	162	127	96	80	33	75,61
1+492	270	238	186	141	116	51	99,53
1+492	353	303	236	178	147	64	127,48



Porcentaje de huecos detectados: 0%

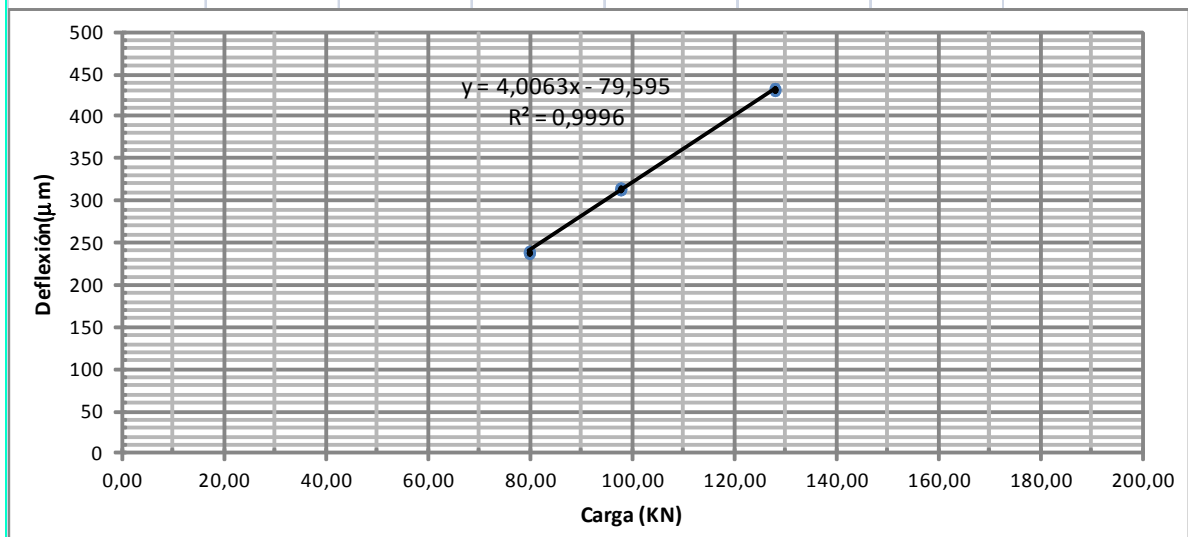
**INFORME FINAL**

CARRIL:	IZQUIERDO						
ABSCISA	DEFLESIONES ( $\mu m$ )						CARGA
	D1	D3	D6	D9	D11	D15	KN
1+691	217	188	154	123	104	44	84,10
1+691	296	257	210	168	142	64	108,99
1+691	377	322	263	209	177	81	138,52



Porcentaje de huecos detectados: 0%

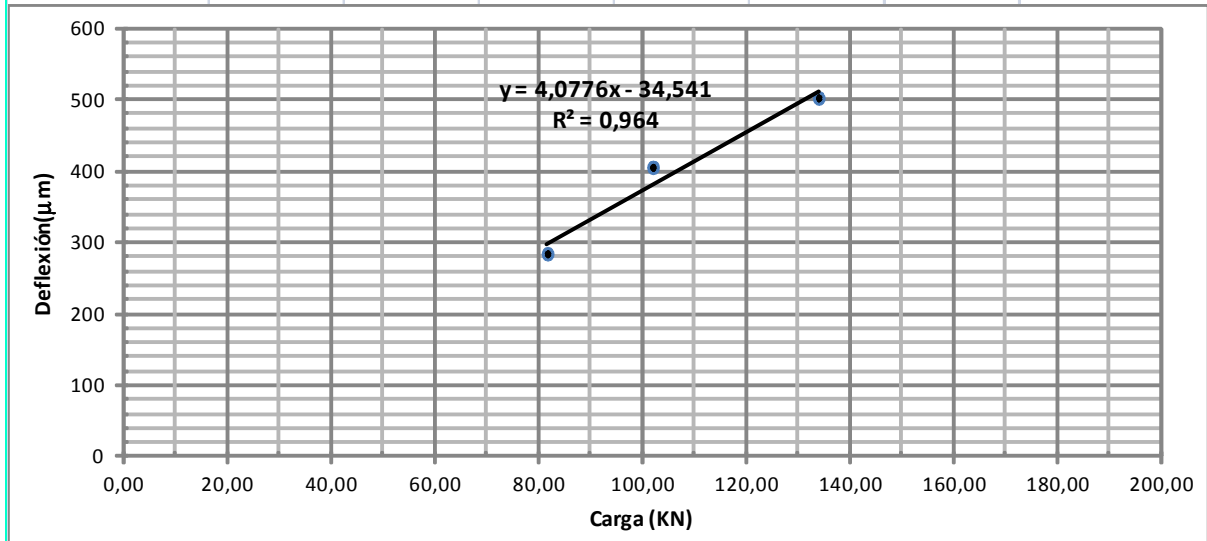
CARRIL:	IZQUIERDO						
ABSCISA	DEFLESIONES ( $\mu m$ )						CARGA
	D1	D3	D6	D9	D11	D15	KN
1+893	239	208	166	128	105	39	79,79
1+893	314	276	220	169	139	53	97,70
1+893	432	381	303	232	191	75	127,90



Porcentaje de huecos detectados: 0%

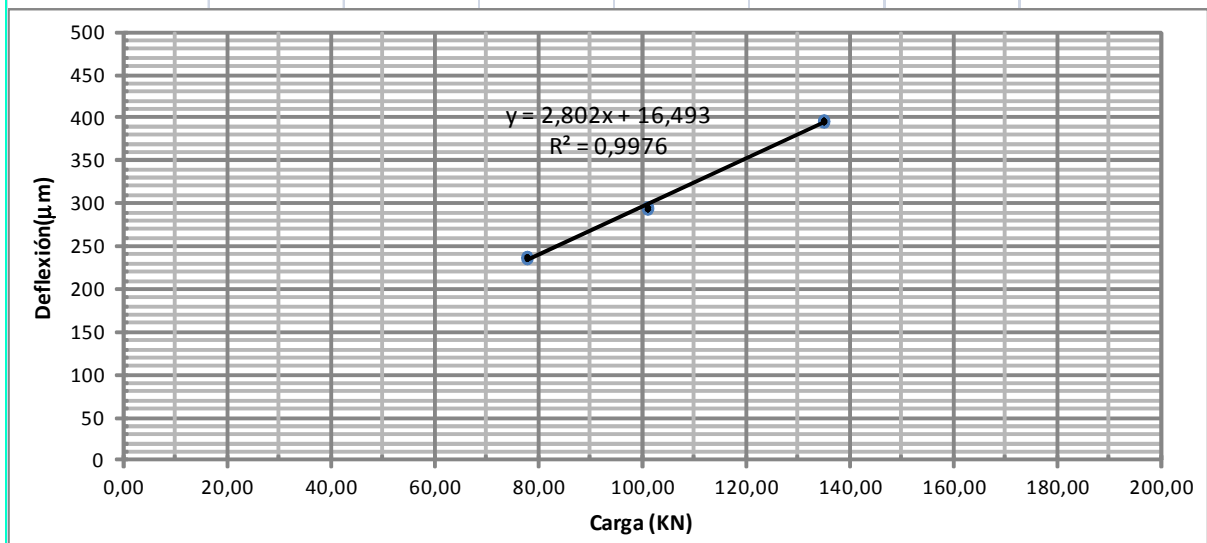
**INFORME FINAL**

CARRIL:	IZQUIERDO						
ABSCISA	DEFLEXIONES ( $\mu m$ )						CARGA
	D1	D3	D6	D9	D11	D15	KN
2+095	284	245	195	150	123	46	81,73
2+095	405	322	256	196	161	60	102,04
2+095	503	421	334	256	210	83	133,97



Porcentaje de huecos detectados: 0%

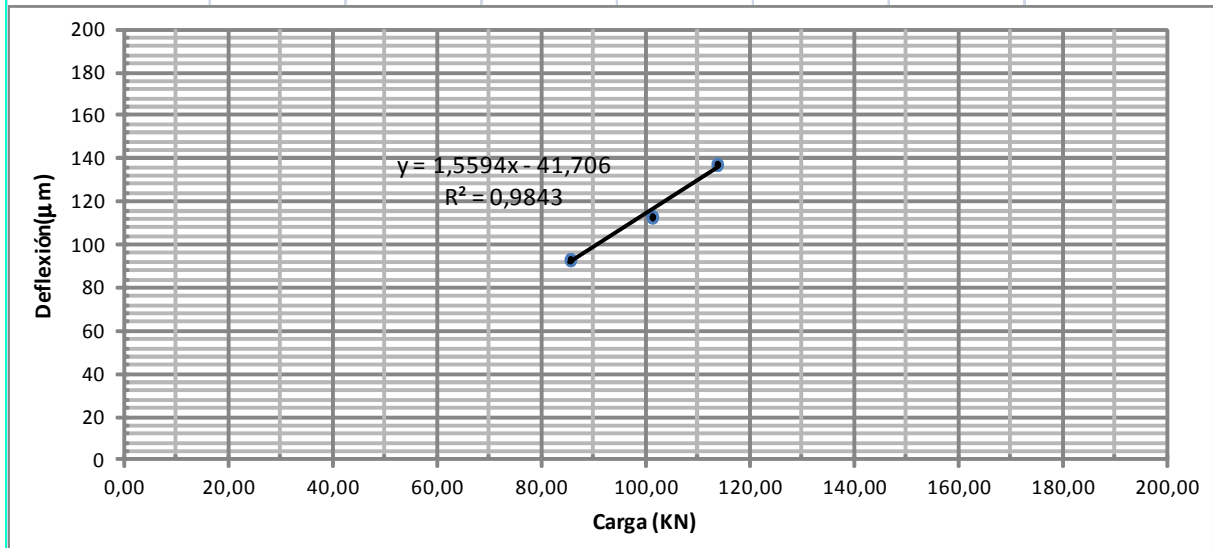
CARRIL:	IZQUIERDO						
ABSCISA	DEFLEXIONES ( $\mu m$ )						CARGA
	D1	D3	D6	D9	D11	D15	KN
2+301	237	195	159	125	107	47	77,74
2+301	295	256	207	165	138	62	100,97
2+301	396	330	265	208	175	79	134,93



Porcentaje de huecos detectados: 0%

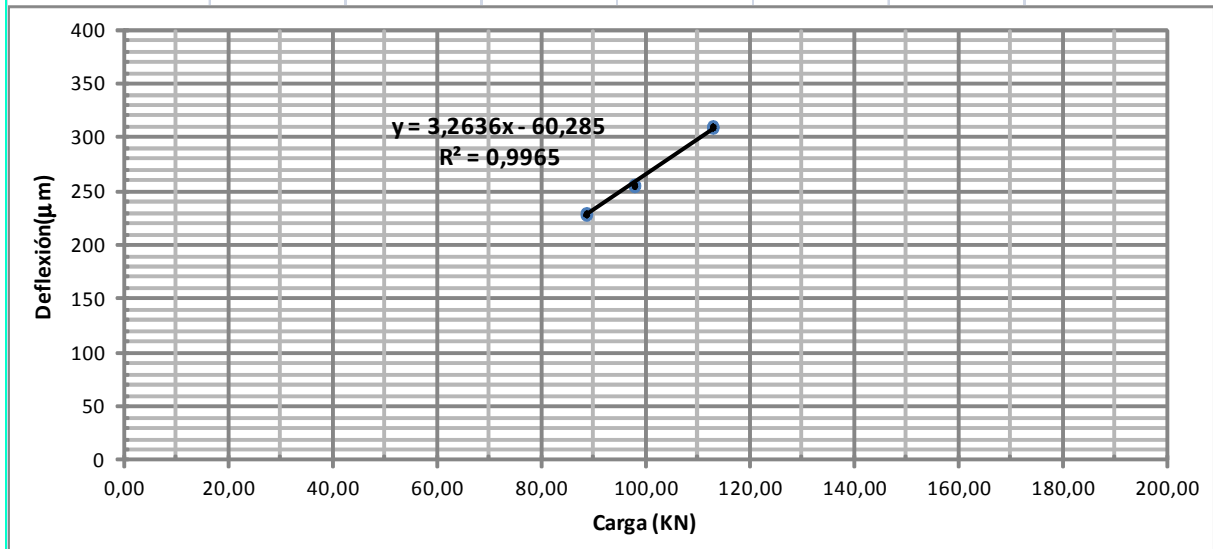
**INFORME FINAL**

CARRIL:	IZQUIERDO						
ABSCISA	DEFLEXIONES ( $\mu m$ )						CARGA
	D1	D3	D6	D9	D11	D15	KN
3+299	93	75	57	45	39	22	85,54
3+299	113	93	73	57	49	27	101,26
3+299	137	117	92	71	60	33	113,71



Porcentaje de huecos detectados: 0%

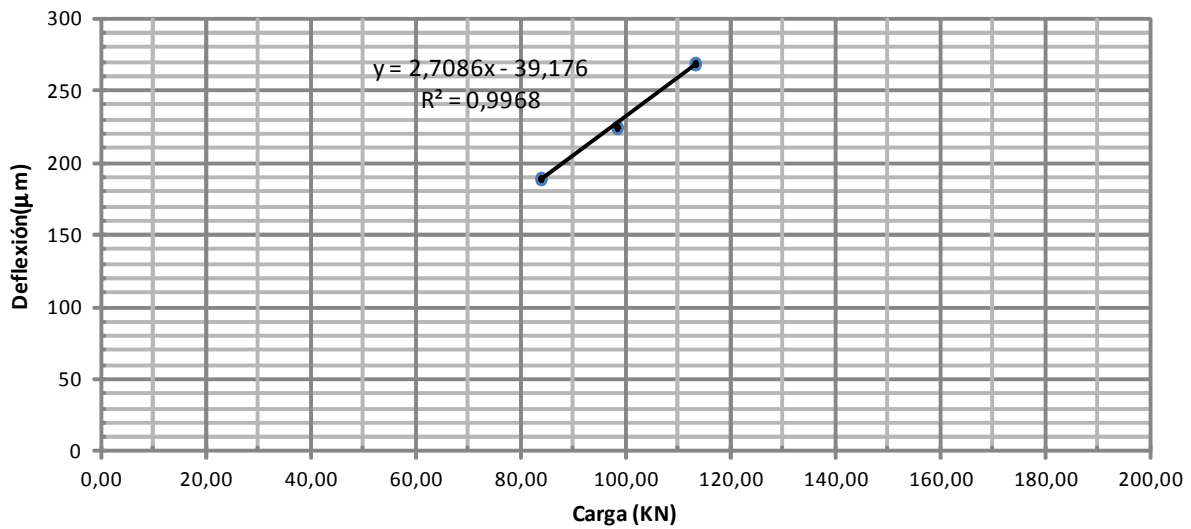
CARRIL:	IZQUIERDO						
ABSCISA	DEFLEXIONES ( $\mu m$ )						CARGA
	D1	D3	D6	D9	D11	D15	KN
3+500	229	198	159	127	108	53	88,60
3+500	256	220	177	141	120	59	97,84
3+500	310	267	213	169	144	71	112,86



Porcentaje de huecos detectados: 0%

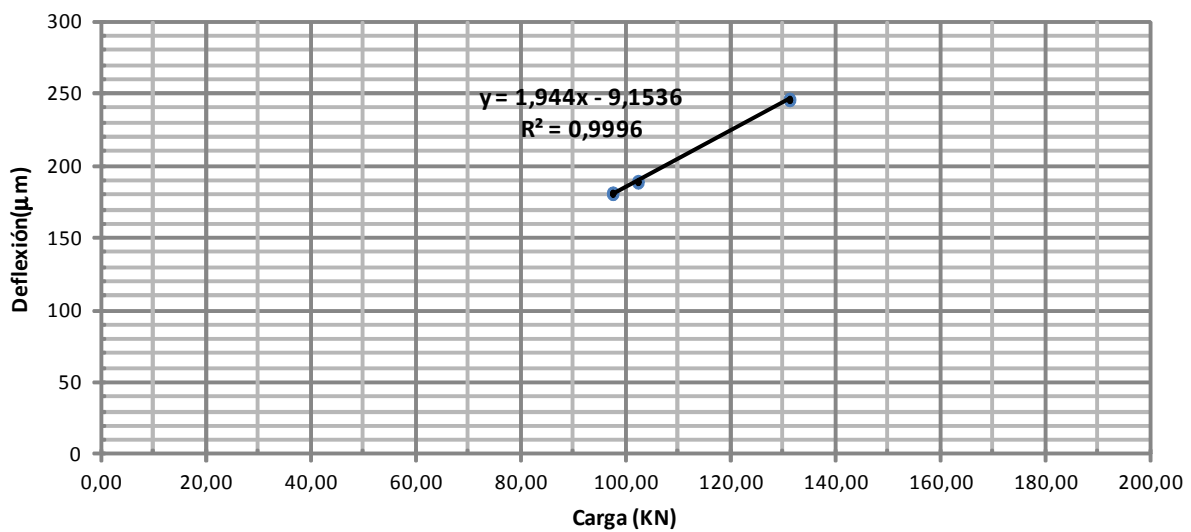
**INFORME FINAL**

CARRIL:	IZQUIERDO						
ABSCISA	DEFLEXIONES ( $\mu m$ )						CARGA
	D1	D3	D6	D9	D11	D15	KN
3+899	189	156	124	96	80	35	83,83
3+899	225	187	148	114	95	42	98,34
3+899	269	225	177	137	113	50	113,23



Porcentaje de huecos detectados: 0%

CARRIL:	DERECHO						
ABSCISA	DEFLEXIONES ( $\mu m$ )						CARGA
	D1	D3	D6	D9	D11	D15	KN
0+149	181	147	112	83	68	26	97,50
0+149	189	155	118	87	71	28	102,30
0+149	246	202	153	114	92	37	131,20



Porcentaje de huecos detectados: 0%



## INFORME FINAL

### 7.2. Zonificación de pavimentos por secciones homogéneas e identificación de zonas de características singulares.

El cálculo de secciones homogéneas se ha ejecutado partiendo de los tramos previamente definidos por la Dirección Nacional de Vialidad del Ministerio de Transporte y Obras Públicas; no obstante, son muy conocidos los métodos estadísticos para la identificación de secciones con características comunes dentro de un tramo vial, cuando esta información es insuficiente o inexistente; en línea a procesar información de cualquiera de las características estructurales o superficiales del pavimento, incluyendo la identificación de espesores. Con frecuencia es un tema que demanda siempre el diseñador o el administrador de carreteras, con una importancia relevante.

En este caso los métodos utilizados corresponden en su orden y significación para el procesamiento de los datos capturados en este trabajo, los siguientes:

Método de las diferencias acumuladas, el cual consta en el Anexo J de la Guía de Diseño AASHTO 1993 y que consta también en las rutinas del programa Rosy Design que se ha utilizado en este trabajo.

Método de las secciones características aportado por las aplicaciones de los deflectogramas del Ministerio de Fomento de España, incluidas en el conjunto de normas e instrucciones PG-3.

Aplicaciones de funciones estadísticas comunes como valores promedios, desviaciones, percentiles, etc., curvas por ajustes numéricos a partir de datos experimentales y determinación de funciones representativas.

Construcción de histogramas y polígonos de frecuencias para lograr efectivas visualizaciones de las secciones con características comunes, áreas y puntos de comportamiento singular. Con todo esto, a continuación se muestran los resúmenes correspondientes, sin dejar de señalar que para este caso y todos los demás que implican administración de datos y documentos; es necesario trasladarse al Volumen N° 3 de Reportes, el cual en sus dos tomos ofrece información de detalle.

El cálculo de secciones homogéneas es un recurso de apoyo para fines interpretativos y no conlleva el desarrollo de algún tipo de teoría especializada en materia de ingeniería de pavimentos que merezca atención para los fines de este informe; cuanto sí, para saber que el procesamiento de la información y la obtención de valores representativos, guarda un fundamento consistente en cálculos matemáticos comprobables. Para este fin se ha justificado ante la CND los aspectos metodológicos utilizados y los respaldos magnéticos de los cálculos que corresponden.

**INFORME FINAL**

**Corporación Nacional Para El Desarrollo**

**RUTA 21 (NUEVA PALMIRA - DOLORES - MERCEDES)**  
**TRAMO 344 (CIUDAD NUEVA PALMIRA - PUENTE ARROYO GRANDE)**

SECCIONES HOMOGÉNEAS PARA CARGA DE 63.77 KN (NLT)																	
Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	D(10)	D(11)	D(12)	D(13)	D(14)	D(15)	Carga KN promedio	Temp °C promedio
<b>Tramo 344. Sección 1.</b> Hca=17.1 cm																	
278+800-289+300 DER	461	353	288	235	194	162	136	114	98	85	76	59	53	40	35	50,10	37,21
278+800-289+300 IZQ	486	390	326	270	225	187	158	132	112	96	84	65	56	44	38	65,74	33,81
PROM	473	372	307	252	210	174	147	123	105	91	80	62	54	42	37		
<b>Tramo 344. Sección 2.</b> Hca=17.1 cm																	
289+300-298+400 DER	581	462	384	317	264	219	184	153	129	111	97	74	64	49	42	49,71	35,52
289+300-298+400 IZQ	603	488	409	340	284	235	198	166	139	119	104	80	68	54	46	65,78	35,33
PROM	592	475	397	329	274	227	191	159	134	115	100	77	66	51	44		

SECCIONES HOMOGÉNEAS PARA CARGA DE 40 KN (AASHTO)															
Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	D(10)	D(11)	D(12)	D(13)	D(14)	D(15)
<b>Tramo 344. Sección 1.</b>															
278+800-289+300 DER	277	279	228	185	153	128	107	90	78	67	60	47	42	32	28
278+800-289+300 IZQ	298	295	247	205	171	142	120	100	85	73	64	50	43	34	29
PROM	288	287	237	195	162	135	113	95	81	70	62	48	42	33	28
<b>Tramo 344. Sección 2.</b>															
289+300-298+400 DER	353	357	298	246	204	170	142	118	100	86	75	57	50	38	33
289+300-298+400 IZQ	367	377	316	263	220	181	153	128	107	92	80	62	52	41	36
PROM	360	367	307	254	212	176	147	123	104	89	77	59	51	40	34

**Corporación Nacional Para El Desarrollo**

**RUTA 21 (NUEVA PALMIRA - DOLORES - MERCEDES)**  
**TRAMO 345 (PUENTE ARROYO GRANDE - CIUDAD DOLORES)**

SECCIONES HOMOGÉNEAS PARA CARGA DE 63.77 KN (NLT)																	
Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	D(10)	D(11)	D(12)	D(13)	D(14)	D(15)	Carga KN promedio	Temp °C promedio
<b>Tramo 345. Sección 1.</b> Hca=16.2 cm																	
298+400-310+000 DER	557	441	366	301	250	207	173	143	121	103	90	68	59	44	38	49,57	34,8
298+400-310+000 IZQ	658	517	427	349	287	233	194	160	133	114	100	77	67	53	45	65,63	37,8
PROM	607	479	397	325	268	220	183	152	127	109	95	73	63	49	42		
<b>Tramo 345. Sección 2.</b> Hca=15.3 cm																	
310+000-314+000 DER	708	565	469	386	320	265	220	183	154	131	115	86	73	54	47	49,15	30,0
310+000-314+000 IZQ	686	547	455	373	307	249	207	170	140	119	103	79	67	52	44	64,30	39,7
PROM	697	556	462	379	313	257	214	176	147	125	109	82	70	53	45		
<b>Tramo 345. Sección 3.</b> Hca=15.4 cm																	
314+000-319+464 DER	535	431	362	300	251	209	175	147	125	107	94	71	62	47	41	49,68	30,5
314+000-319+464 IZQ	607	483	402	329	270	219	182	149	123	105	92	71	61	48	41	66,36	37,8
PROM	571	457	382	315	260	214	178	148	124	106	93	71	61	47	41		

SECCIONES HOMOGÉNEAS PARA CARGA DE 40 KN (AASHTO)															
Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	D(10)	D(11)	D(12)	D(13)	D(14)	D(15)
<b>Tramo 345. Sección 1.</b>															
298+400-310+000 DER	340	338	281	231	192	159	132	110	93	79	69	52	45	34	29
298+400-310+000 IZQ	394	412	340	278	228	186	155	127	106	91	79	62	53	42	36
PROM	367	375	310	254	210	172	144	119	99	85	74	57	49	38	33
<b>Tramo 345. Sección 2.</b>															
310+000-314+000 DER	442	408	339	279	231	191	159	132	112	95	83	62	53	39	34
310+000-314+000 IZQ	406	445	370	303	249	202	168	138	114	97	84	64	54	42	36
PROM	424	426	354	291	240	197	164	135	113	96	83	63	53	41	35
<b>Tramo 345. Sección 3.</b>															
314+000-319+464 DER	333	313	263	218	182	152	127	107	91	78	68	52	45	34	30
314+000-319+464 IZQ	364	384	320	262	215	174	144	118	98	84	73	57	49	39	33
PROM	349	349	291	240	198	163	136	112	94	81	70	54	47	36	31

**INFORME FINAL**

**Corporación Nacional Para El Desarrollo**

**RUTA 21 (NUEVA PALMIRA - DOLORES - MERCEDES)**

**TRAMO 346 (CIUDAD DOLORES - CIUDAD MERCEDES)**

**SECCIONES HOMOGÉNEAS PARA CARGA DE 63.77 KN (NLT)**

Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	D(10)	D(11)	D(12)	D(13)	D(14)	D(15)	Carga KN promedio	Temp °C promedio
<b>Tramo 346. Sección 1.</b> Hca=12.5 cm																	
322+000-327+000 DER	550	412	326	258	208	170	141	119	102	89	80	63	56	43	37	51,86	35,9
322+000-327+000 IZQ	598	457	368	293	238	193	160	133	113	98	87	69	60	48	42	68,44	33,4
PROM	574	434	347	275	223	181	151	126	108	93	83	66	58	45	39		
<b>Tramo 346. Sección 2.</b> Hca=12.0 cm																	
327+000-330+500 DER	725	536	411	310	237	183	146	118	99	86	77	60	54	42	36	51,00	37,1
327+000-330+500 IZQ	808	598	458	348	270	210	169	138	116	101	90	74	66	53	46	66,86	31,6
PROM	767	567	434	329	254	197	157	128	108	93	84	67	60	47	41		
<b>Tramo 346. Sección 3.</b> Hca=12.2 cm																	
330+500-348+500 DER	532	408	325	255	203	162	133	109	91	78	69	53	46	36	31	59,70	32,7
330+500-348+500 IZQ	577	444	355	280	222	176	142	116	95	81	71	55	48	38	33	67,64	28,7
PROM	555	426	340	268	213	169	137	112	93	80	70	54	47	37	32		
<b>Tramo 346. Sección 4.</b> Hca=11.9 cm																	
348+500-357+585 DER	674	503	389	300	238	190	157	131	111	97	87	69	60	47	41	64,17	33,6
348+500-357+585 IZQ	878	636	488	364	284	221	179	147	123	106	93	74	64	51	45	65,99	29,2
PROM	776	569	438	332	261	205	168	139	117	101	90	72	62	49	43		

**SECCIONES HOMOGÉNEAS PARA CARGA DE 40 KN (AASHTO)**

Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	D(10)	D(11)	D(12)	D(13)	D(14)	D(15)
<b>Tramo 346. Sección 1.</b>															
322+000-327+000 DER	351	320	253	200	162	132	110	92	80	69	62	49	43	33	29
322+000-327+000 IZQ	383	344	278	221	180	145	121	100	85	74	65	52	45	36	31
PROM	367	332	266	210	171	139	115	96	82	72	64	50	44	35	30
<b>Tramo 346. Sección 2.</b>															
327+000-330+500 DER	462	423	324	244	187	145	115	93	78	68	61	48	43	33	29
327+000-330+500 IZQ	519	441	337	256	199	155	125	102	85	74	67	55	48	39	34
PROM	490	432	331	250	193	150	120	97	82	71	64	51	46	36	31
<b>Tramo 346. Sección 3.</b>															
330+500-348+500 DER	341	305	243	191	152	121	99	81	68	58	51	40	35	27	23
330+500-348+500 IZQ	371	315	252	199	158	125	101	82	68	58	50	39	34	27	23
PROM	356	310	247	195	155	123	100	82	68	58	51	40	34	27	23
<b>Tramo 346. Sección 4.</b>															
348+500-357+585 DER	432	380	294	227	179	143	118	99	84	73	65	52	46	36	31
348+500-357+585 IZQ	565	454	349	260	203	158	128	105	88	75	67	53	46	37	32
PROM	498	417	321	243	191	151	123	102	86	74	66	53	46	36	31

**INFORME FINAL**

**Corporación Nacional Para El Desarrollo**

**RUTA 24 (RUTA 2 - TRES BOCAS - SAN MANUEL)  
TRAMO 357 (INTERSECCIÓN RUTA 2 - INTERSECCIÓN A NUEVO BERLÍN)**

SECCIONES HOMOGÉNEAS PARA CARGA DE 63.77 KN (NLT)

Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	D(10)	D(11)	D(12)	D(13)	D(14)	D(15)	Carga KN promedio	Temp °c promedio
<b>Tramo 357. Sección 1.</b>																	
0+000-2+270 DER	190	173	162	149	138	127	116	106	96	86	78	62	51	37	30	77,49	
0+000-2+270 IZQ	178	168	158	148	138	129	119	109	100	91	84	68	57	42	34	78,08	
PROM (WT)	184	170	160	148	138	128	118	108	98	89	81	65	54	40	32		
<b>Tramo 357. Sección 2.</b>																	
2+270-11+700 DER	672	501	392	304	241	190	155	127	107	92	82	66	57	46	40	73,51	33,83
PROM (CA)	672	501	392	304	241	190	155	127	107	92	82	66	57	46	40		
2+270-4+492 IZQ	145	130	122	113	104	97	90	83	76	70	64	53	45	35	30	81,48	
PROM (WT)	145	130	122	113	104	97	90	83	76	70	64	53	45	35	30		
4+492-11+700 IZQ	565	451	369	297	240	194	162	136	116	101	90	73	62	49	42	74,32	29,49
PROM (CA)	565	451	369	297	240	194	162	136	116	101	90	73	62	49	42		
<b>Tramo 357. Sección 3.</b>																	
11+700-21+400 DER	215	198	187	174	162	150	139	128	117	107	98	80	68	52	43	78,46	
11+700-21+400 IZQ	169	160	152	145	137	130	123	114	103	95	89	74	63	49	40	76,96	
PROM (WT)	192	179	170	159	149	140	131	121	110	101	93	77	66	50	42		
<b>Tramo 357. Sección 4.</b>																	
21+400-21+600 DER	735	565	461	371	306	250	209	176	149	130	116	96	85	70	60	68,51	32,60
21+400-21+600 IZQ	536	403	321	268	226	188	161	136	115	99	87	69	58	47	40	72,21	24,10
PROM (CA)	635	484	391	320	266	219	185	156	132	115	102	82	71	58	50		

SECCIONES HOMOGÉNEAS PARA CARGA DE 40 KN (AASHTO)

Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	D(10)	D(11)	D(12)	D(13)	D(14)	D(15)		
<b>Tramo 357. Sección 1.</b>																	
0+000-2+270 DER	119	109	102	94	86	80	73	66	60	54	49	39	32	23	19		
0+000-2+270 IZQ	112	105	99	93	87	81	75	69	63	57	53	43	36	27	21		
PROM (WT)	115	107	101	93	87	80	74	68	62	56	51	41	34	25	20		
<b>Tramo 357. Sección 2.</b>																	
2+270-11+700 DER	413	380	297	230	183	144	118	97	81	70	62	50	43	35	30		
PROM (CA)	413	380	297	230	183	144	118	97	81	70	62	50	43	35	30		
2+270-4+492 IZQ	91	82	76	71	66	61	56	52	48	44	40	33	28	22	19		
PROM (WT)	91	82	76	71	66	61	56	52	48	44	40	33	28	22	19		
4+492-11+700 IZQ	353	323	265	213	172	139	116	98	83	73	65	52	44	35	30		
PROM (CA)	353	323	265	213	172	139	116	98	83	73	65	52	44	35	30		
<b>Tramo 357. Sección 3.</b>																	
11+700-21+400 DER	135	125	117	109	102	94	87	80	74	67	62	50	43	33	27		
11+700-21+400 IZQ	106	100	96	91	86	81	77	71	65	60	56	46	40	31	25		
PROM (WT)	121	112	106	100	94	88	82	76	69	64	59	48	41	32	26		
<b>Tramo 357. Sección 4.</b>																	
21+400-21+600 DER	454	422	344	277	228	187	156	131	111	97	86	71	63	52	45		
21+400-21+600 IZQ	338	269	214	179	150	126	107	91	77	66	58	46	39	31	27		
PROM (CA)	396	345	279	228	189	156	132	111	94	82	72	59	51	42	36		

**INFORME FINAL**

**Corporación Nacional Para El Desarrollo**

**RUTA 24 (RUTA 2 - TRES BOCAS - SAN MANUEL)**  
**TRAMO 358 (INTERSECCIÓN A NUEVO BERLÍN - TRES BOCAS)**

SECCIONES HOMOGÉNEAS PARA CARGA DE 63.77 KN (NLT)

Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	D(10)	D(11)	D(12)	D(13)	D(14)	D(15)	Carga KN promedio	Temp °c promedio
<b>Tramo 358. Sección 1.</b>																	
21+600-29+600 DER	742	568	449	350	277	219	180	148	124	108	96	78	68	55	48	67,36	32,56
21+600-29+600 IZQ	790	580	446	343	273	217	178	147	123	106	94	74	63	50	43	66,10	37,13
PROM	766	574	448	347	275	218	179	147	124	107	95	76	66	53	45		
<b>Tramo 358. Sección 2.</b>																	
29+600-42+000 DER	893	700	564	443	349	272	220	177	146	125	109	87	77	63	55	66,06	31,44
29+600-42+000 IZQ	900	659	501	378	293	229	185	151	126	108	95	76	66	53	46	66,13	38,05
PROM	897	679	532	410	321	251	202	164	136	116	102	81	71	58	50		
<b>Tramo 358. Sección 3.</b>																	
42+000-48+600 DER	713	550	444	353	282	225	184	151	125	108	95	75	66	53	46	66,86	30,27
42+000-48+600 IZQ	956	669	480	347	262	200	161	131	112	97	88	71	64	51	44	68,38	39,80
PROM	834	609	462	350	272	212	172	141	119	103	91	73	65	52	45		
<b>Tramo 358. Sección 4.</b>																	
48+600-54+000 DER	1083	696	489	362	282	222	183	150	127	110	98	76	65	51	44	69,36	31,25
48+600-54+000 IZQ	1087	686	481	362	286	230	192	160	137	119	106	84	72	56	47	68,42	39,97
PROM	1085	691	485	362	284	226	187	155	132	114	102	80	69	54	46		

SECCIONES HOMOGÉNEAS PARA CARGA DE 40 KN (AASHTO)

Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	D(10)	D(11)	D(12)	D(13)	D(14)	D(15)		
<b>Tramo 358. Sección 1.</b>																	
21+600-29+600 DER	458	423	335	261	206	164	134	110	93	80	71	58	51	41	36		
21+600-29+600 IZQ	476	458	352	271	215	171	141	116	97	84	74	58	50	39	34		
PROM	467	441	344	266	211	167	138	113	95	82	73	58	51	40	35		
<b>Tramo 358. Sección 2.</b>																	
29+600-42+000 DER	554	515	415	326	257	200	162	131	108	92	80	64	56	46	40		
29+600-42+000 IZQ	539	526	399	302	234	182	148	120	100	86	76	60	53	43	37		
PROM	546	520	407	314	245	191	155	125	104	89	78	62	55	44	38		
<b>Tramo 358. Sección 3.</b>																	
42+000-48+600 DER	487	398	321	255	205	163	133	109	91	78	69	54	48	38	34		
42+000-48+600 IZQ	686	545	391	283	213	163	131	107	91	79	71	58	52	42	36		
PROM	586	472	356	269	209	163	132	108	91	79	70	56	50	40	35		
<b>Tramo 358. Sección 4.</b>																	
48+600-54+000 DER	745	510	359	265	207	163	134	110	93	81	72	56	48	38	32		
48+600-54+000 IZQ	780	560	392	295	234	187	156	130	111	97	87	68	59	46	39		
PROM	763	535	376	280	220	175	145	120	102	89	79	62	53	42	36		

**Corporación Nacional Para El Desarrollo**

**RUTA 24 (RUTA 2 - TRES BOCAS - SAN MANUEL)**  
**TRAMO 359 (TRES BOCAS - ARROYO NEGRO)**

SECCIONES HOMOGÉNEAS PARA CARGA DE 63.77 KN (NLT)

Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	D(10)	D(11)	D(12)	D(13)	D(14)	D(15)	Carga KN promedio	Temp °c promedio
<b>Tramo 359. Sección 1.</b>																	
54+000-83+300 DER	1129	763	562	428	339	271	225	187	159	138	123	97	83	66	57	68,70	28,72
54+000-83+300 IZQ	1248	850	623	473	374	298	247	204	173	149	133	104	89	70	60	68,11	40,02
PROM	1189	807	592	450	357	285	236	195	166	143	128	101	86	68	59		

SECCIONES HOMOGÉNEAS PARA CARGA DE 40 KN (AASHTO)

Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	D(10)	D(11)	D(12)	D(13)	D(14)	D(15)		
<b>Tramo 359. Sección 1.</b>																	
54+000-83+300 DER	765	541	399	304	241	193	160	133	113	98	87	69	59	47	41		
54+000-83+300 IZQ	896	694	508	386	306	243	202	166	141	121	108	85	73	57	49		
PROM	830	618	454	345	273	218	181	150	127	110	98	77	66	52	45		

## INFORME FINAL

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO																	Módulo de Administración de Documentos	
Corporación Nacional Para El Desarrollo																		
RUTA 24 (RUTA 2 - TRES BOCAS - SAN MANUEL)																		
TRAMO 360 (ARROYO NEGRO - SAN MANUEL)																		
SECCIONES HOMOGÉNEAS PARA CARGA DE 63.77 KN (NLT)																		
Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	D(10)	D(11)	D(12)	D(13)	D(14)	D(15)	Carga KN promedio	Temp °c promedio	
Tramo 360. Sección 1.																		
83+300-93+500 DER	953	639	466	356	285	230	194	163	141	124	112	90	78	62	54	70,48	35,01	
83+300 - 93+500 IZQ	1089	731	532	404	321	257	215	179	153	134	119	94	81	63	55	69,28	40,18	
PROM	1021	685	499	380	303	244	204	171	147	129	116	92	79	63	54			
SECCIONES HOMOGÉNEAS PARA CARGA DE 40 KN (AASHTO)																		
Abscisa	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	D(10)	D(11)	D(12)	D(13)	D(14)	D(15)			
Tramo 360. Sección 1.																		
83+300-93+500 DER	669	492	359	274	219	177	149	125	108	95	86	69	60	47	42			
83+300 - 93+500 IZQ	782	598	435	331	262	211	176	147	125	109	98	77	66	52	45			
PROM	726	545	397	302	241	194	163	136	117	102	92	73	63	50	43			

### 7.3. Retrocálculo asistido por programa de ordenador. Los reportes del Rosy Design (Road System Diseño).

La utilización de esta poderosa herramienta de evaluación y diseño, constituida hoy en un módulo del Sistema de Administración de Pavimentos (Rosy PMS), traslada al consultor a una experiencia de poco más de 10 años de su empleo, sobre diferentes versiones de programación, en numerosos proyectos de pavimentos para carreteras y aeropistas, en el Ecuador y Colombia; antecedidos de una muy amplia experiencia a nivel mundial por parte de sus autores Carl Bro – Gronmij, siempre bajo estándares internacionales y normativa compatible en Europa y Norteamérica.

Hoy esta herramienta y el PMS, están siendo continuamente adaptadas y calibradas para Latinoamérica, solo que esta vez con participación y autoría conjunta de ECUATEST CIA. LTDA. (casa matriz), inspirada también en las nuevas experiencias en el entorno MERCOSUR y con proyectos como el de la ciudad de Quito, con más de 3.000 km de vías urbanas y rutas regionales, las cuales se atienden actualmente con el inventario, evaluación y soluciones a nivel de planificación, programación, diseño y conservación; de manera que, las corridas de este software están respaldadas en una importante experiencia como usuarios, reforzada con el nuevo rol de investigación que ha asumido el consultor.

A continuación se desarrollan los aspectos teórico - conceptuales que sustentan el desarrollo del software para un modelo de pavimento multicapa, así como las rutinas y subrutinas que reciben datos (in puts) y generan salidas de resultados (out puts). Por otra parte, en el Volumen 2 de Anexos, están los manuales en lengua castellana para facilitar la comprensión y lógica del programa, por parte del usuario.

Finalmente, el informe recoge los reportes de las corridas del software que involucran los datos de entrada y los resultados de módulos de elasticidad, identificación de la capa crítica, cálculo de vida remanente y espesores de refuerzo, que constituyen solo ejemplos no vinculantes de diseño, pero que se reportan por corresponder a la información característica que se obtiene como resultado de la aplicación. No se puede omitir que para estas corridas computacionales ocurran exitosamente, se deben suministrar datos de tráfico, los cuales fueron proporcionados por la CND y cuyo procesamiento se incluye antes de los informes de resultados.

## INFORME FINAL

### APRECIACIÓN GLOBAL

Esta nota describe la metodología para identificar sub-secciones uniformes. La identificación se lleva a cabo mediante el programa UNISECT, desarrollado bajo BASIC. El programa toma la entrada de los archivos comma-separados y produce dos archivos de salida, uno que define los datos importantes de las secciones uniformes y que presenta los datos necesarios para los gráficos de resultados.

### EL MÉTODO DE DIFERENCIA ACUMULADA

La base de este programa es el método de diferencia acumulada, como es descrito en la Guía del Diseño del Pavimento AASHT, pp.

El principal principio en la metodología es la acumulación de las diferencias entre la respuesta promedio y los valores actuales en una sección. Si una sub-sección tiene una uniformidad promedio más alta que de la sección total, la diferencia acumulada se incrementará – lo opuesto, si el promedio de la sub-sección es menor.

En el manual original AASHTO se establece que una sub-sección nueva se identifica cuando la curva de diferencia acumulativa cambia de una inclinación positiva a una negativa o viceversa. El problema con esta definición es que es dependiente de la sección total – si solo parte de una serie se considera, se puede identificar otras sub-secciones.

### EL MOVIMIENTO PROMEDIO DE CAPA

El problema de la longitud de series se supera al cambiar el problema a identificar líneas rectas dentro de una capa. La capa se establece creando dos líneas, una arriba, una debajo de la curva de diferencia acumulada, y calculada en base al movimiento de desviación estándar punto-n de las medidas de punto actuales. Si hay una variación larga en las medidas, la capa se ensancha. Si son uniformes, la capa se vuelve angosta. El ancho preciso de capa se encuentra multiplicando la desviación estándar de

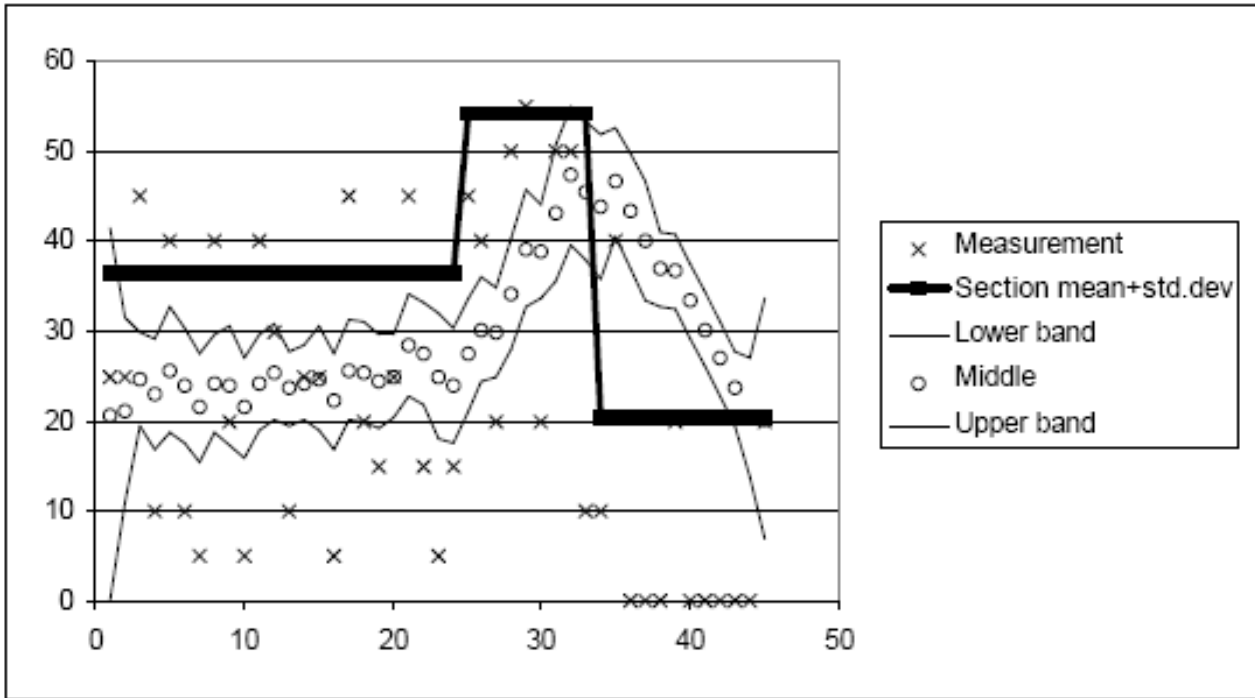
punto-n por un factor de ajuste.

Se ha encontrado que una desviación estándar punto-5 y un factor de corrección de 2,5 da un 84% (media + desviación estándar) que cualquier dos secciones vecinas tengan menos que el 50% de probabilidad de pertenecer realmente a la misma distribución.

Las secciones se identifican matemáticamente por el movimiento a través de la capa en ambas direcciones, tomando los puntos de interrupción como la media de los valores encontrados desde la carrera de adelante y atrás.

Los principios se ilustran en la figura adjunta

**INFORME FINAL**



**DISEÑO DE PAVIMENTO BASADO EN LA TEORÍA DE LA ELASTICIDAD**

1. CÁLCULO DEL DISEÑO

Cuando una fuerza se transmite a un plato de carga, esto producirá una deflexión de la superficie de la carretera - un "cuenco de deflexión". La deflexión es mayor en el centro del plato y se debilita a medida que la distancia desde centro se incrementa.

La resistencia a la deflexión de la capa en una estructura de carretera también se llama el módulo E de una capa.

El cálculo de la deflexión de una superficie de la carretera se basa en la teoría de elasticidad y el método de espesor equivalente, como fue ideado por los ingenieros Sres. J. M. Kirk y N. Odemark basados en las ecuaciones de Boussinesq.

La deflexión es la suma de la deformación en las capas y la sub-rasante. La deflexión de una capa es linealmente elástica, es decir la deformación es directamente proporcional a la fuerza y el espesor de la capa, pero inversamente proporcional a la resistencia a la deflexión de la capa. La deflexión de la sub-rasante es calculada de la tensión (esfuerzo) y la resistencia a la deflexión.

El módulo E de la sub-rasante se calcula de la fórmula:

$$E_m = C * \left(\frac{\sigma}{\sigma_r}\right)^n = c_0 * (1 - 2n) * \left(\frac{\sigma}{\sigma_r}\right)^n E = C \quad [-]$$



**INFORME FINAL**

Donde,

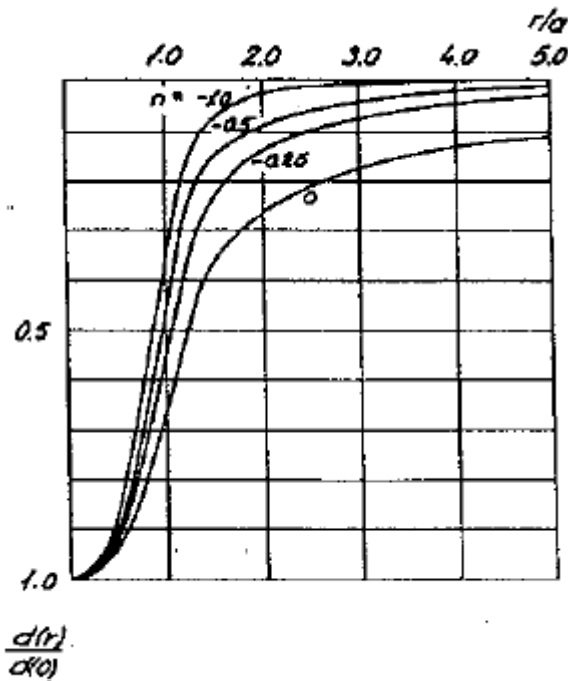
C: material constante llamado constante

n: material constante llamado exponente

$\sigma$  r: constante llamada tensión (esfuerzo) de referencia

$\sigma$  : tensión (esfuerzo) real

El valor numérico del exponente determina la forma del cuenco de deflexión. En cero se obtendrá un módulo E constante, es decir un material elástico lineal normal. En valores por debajo de cero se obtendrá un cuenco más estrecho como aparece gráficamente en la figura 1.1. Esto se aplica a una estructura de carretera que sólo consiste de sub-rasante.



- a: radio del plato de carga
- r: distancia desde el centro del plato
- d(0): deflexión en el centro del plato
- d(r): deflexión a una distancia r desde el

Figura 1.1. Perfiles de Deflexión para los diferentes grados de no-linearidad de sub-rasante.

El módulo E y el espesor de las capas de soporte tienen particular influencia en el perfil del cuenco de deflexión justo abajo y cerca del perfil del cuenco de deflexión justo abajo y cerca del plato de carga. Vea las curvas de deflexión en la figura 1.2 que es calculado para tres estructuras de carretera con sub-rasantes y espesor de la capa idénticas pero con diferente modulo E base.

**INFORME FINAL**

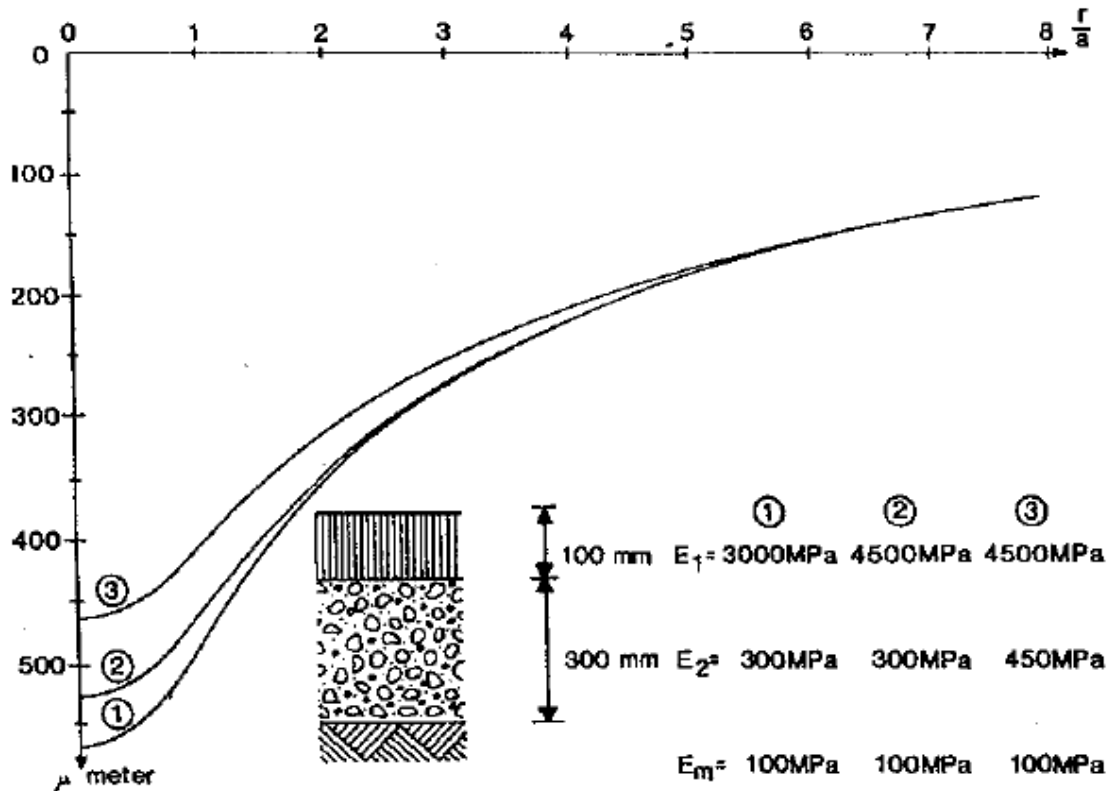


Figura 1.2. Perfiles de cuenco de deflexión para 3 estructuras de carreteras con sub-rasantes y espesor de capa idénticos pero con diferente modulo E.

Esquemáticamente la evaluación de las medidas al detalle puede ser dividida en 4 pasos:

- evaluación de deflexiones medidas,
- cálculo de modulo E etc.,
- cálculo de vida estructural remanente,
- cálculo del diseño de la capa de refuerzo,

1.1 Evaluación de deflexiones medidas

Primero todos los valores de deflexión se ajustan linealmente para que correspondan a la presión normal de 50 kN en el plato de carga.

Para cada caída de la carga una prueba se llevará a cabo para ver, si los valores de deflexión disminuyen en medida que la distancia desde plato de carga aumenta. Si no, los valores de deflexión en cuestión serán rechazados en los cálculos siguientes. Además los valores de cada geófono se compararán en las caídas 2 y 3. Si el valor excede 5% del valor de referencia, se dará una señal en los cálculos.

## INFORME FINAL

### 1.2 Modulo E

Los cálculos del módulo E sólo pueden llevarse a cabo para estructuras de carreteras que consisten de 1 a 4 capas.

En los cálculos, las deflexiones medidas en la superficie de la carretera se comparan a las deflexiones calculadas correspondientes.

Primero los parámetros de la sub-rasante se calculan basándose en valores de deflexión en la distancia más larga del plato de carga. Entonces los módulos E de las capas de soporte son calculados por iteración. La iteración se discontinua cuando se ha obtenido una conformidad satisfactoria entre las deflexiones medidas y calculadas.

La base teórica del cálculo implica que el valor E (Elasticidad) disminuye por lo menos a un factor 3 a través de las estructuras de la carretera.

### 1.3 Sistema de Carga

El cálculo de vida estructural remanente de estructura de la carretera y el dimensionamiento de una capa de refuerzo se lleva a cabo con cargas de rueda y presiones de llanta diferentes. La figura 1.3 muestra un ejemplo con una carga de rueda de 50 kN + un factor de impacto de 20% (60kN) y una presión de llanta de 0.7 Mpa.

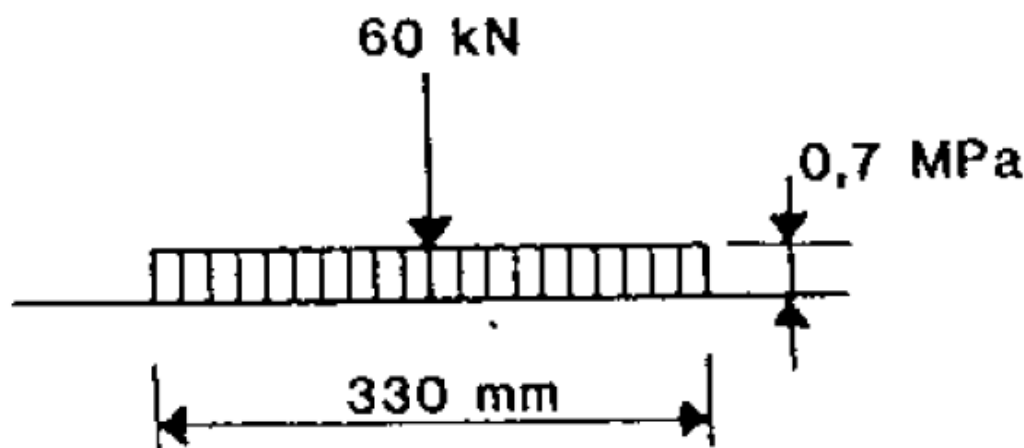
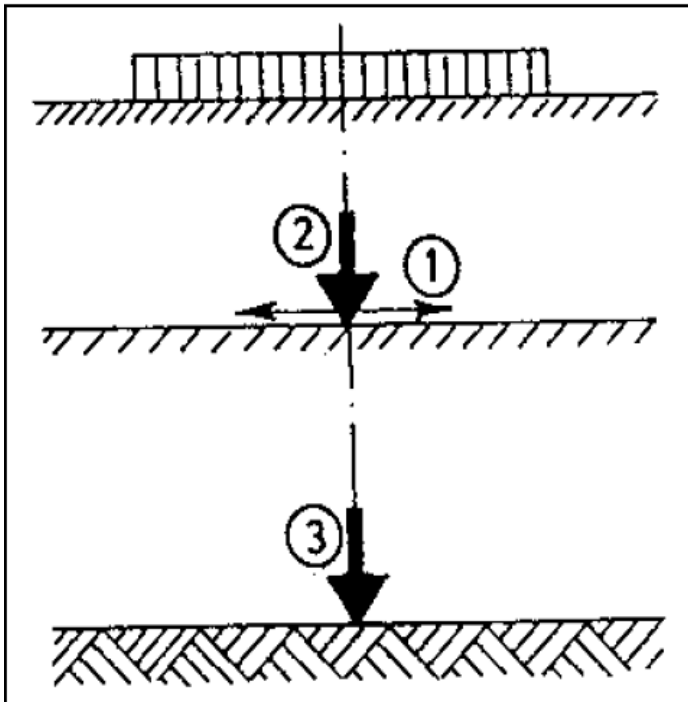


Figura 1.3 Sistema de Carga para diseño de capa superior.

### 1.4 La vida estructural remanente

La vida estructural remanente se define como el período - desde la fecha de medición - en que la estructura de una carretera puede tolerar la carga de tráfico implícita sin exceder la tensión horizontal aceptable en el hilo inferior de la capa asfáltica o el esfuerzo vertical aceptable en el nivel superior de la capa granular o la sub-rasante. Vea la figura 1.4.

**INFORME FINAL**



Capa asfáltica 1. Deformación Admisible en el hilo inferior de la capa de asfalto

Capa granular 2. Esfuerzo vertical en el hilo superior de la capa de grava

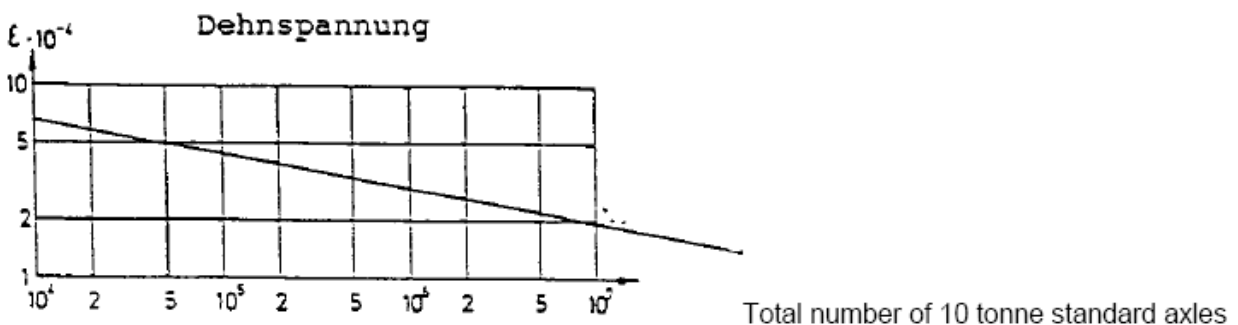
Figura 1.4: Las tensiones características y tensiones en la capa base, capa sub-base y sub-rasante.

Con el conocimiento de la carga de tráfico, normalmente expresado por el número de SA/día (carga del eje normal por día) durante el próximo año y el incremento del tráfico por año, puede calcularse la vida estructural remanente.

Primero la tensión horizontal en el hilo inferior de la capa asfáltica y la carga de tráfico correspondiente N1, son estimadas (vea figura 1.5). Entonces se calcula la esfuerzo vertical en el hilo superior de la capa granular y en la sub-rasante al centro del plato para cargas de tráfico correspondientes N2 y N3 (vea figura 1.5).

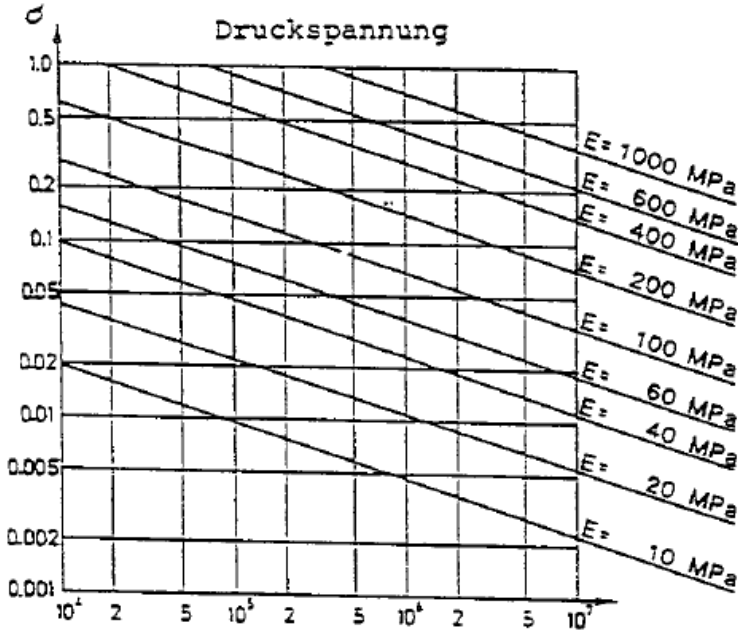
El más bajo de los valores N1, N2 y N3 se llama Nmin. Nmin es la más grande carga de tráfico aceptable sin exceder las tensiones horizontales aceptables y esfuerzos verticales respectivamente. El período de tiempo que pasa antes de que la carga de tráfico Nmin sea alcanzada, es la vida estructural remanente.

Tensión horizontal para capa asfáltica.



**INFORME FINAL**

MPa Esfuerzo vertical para otros tipos de capa.



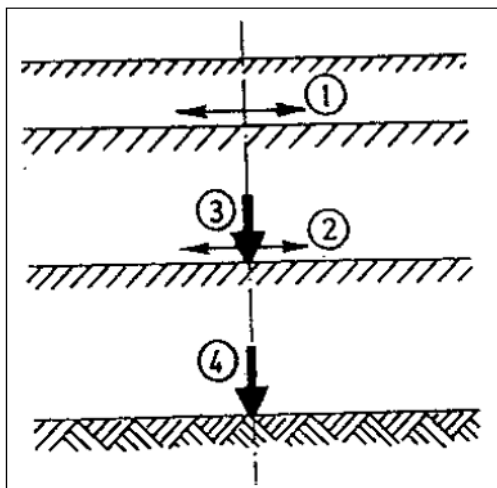
Total number of 10 tonne standard axles

Figura 1.5: Las tensiones horizontales aceptables en los materiales asfálticos y los esfuerzos verticales aceptables en otros tipos de capas.

1.5 Capa de refuerzo

La capa de refuerzo es calculada según el período de diseño, si la vida estructural remanente es menor que este período.

Normalmente la capa de refuerzo consistirá en un tipo de asfalto con una penetración de 200 o menos.



Asfalto nuevo

(capa de refuerzo)

Asfalto viejo

Capa granular

Sub-rasante

1. Tensión horizontal en el hilo inferior del asfalto nuevo.

2. Tensión horizontal en el hilo inferior del asfalto viejo.

3. Esfuerzo vertical en el hilo superior de la capa de grava.

Figure 1.6: Las tensiones horizontales y esfuerzos verticales calculadas bajo del diseño capa superior.

**INFORME FINAL**

2. FORMULAS

Algunas de las fórmulas más importantes para los cálculos aparecen de lo siguiente. Sin embargo debido a la naturaleza de propiedad de los programas de computación no todas las fórmulas se incluyen.

2.1 Cálculo del modulo E para capas de soporte y características de la sub-rasante

Los cálculos se llevan a cabo para estructuras de 1 a 4 capas. A continuación se muestra el método para las estructuras de 3 capas, (vea figura 2.1).

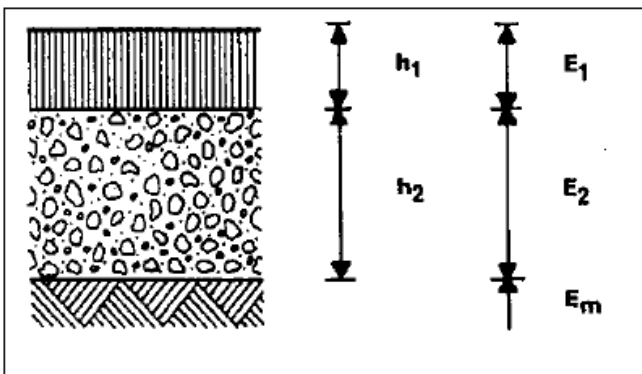


Figura 2.1 Pavimento

El módulo E de la sub-rasante depende del esfuerzo vertical de la sub-rasante y es calculado de la fórmula:

$$E_m = C * \left(\frac{\sigma}{\sigma_r}\right)^n = C_0 * (1 - 2n) * \left(\frac{\sigma}{\sigma_r}\right)^n \sigma$$

c, C<sub>0</sub>, N & σ<sub>r</sub> son constantes que pueden variar de punto a punto en la carretera

σ es el esfuerzo vertical

E<sub>m</sub> es el módulo de elasticidad de la sub-rasante.

**INFORME FINAL**

El exponente n se calcula mediante la fórmula:

$$n = \frac{\log\left(\frac{E_{m1}}{E_{m2}}\right)}{\log\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_2}\right)} \quad (2)$$

Em1 & Em2 son dos módulos-E que corresponden a la dos niveles de esfuerzo vertical 1 & 2

El módulo-E de la sub-rasante más distante desde el plato de carga es calculado como el módulo-E común para todas las capas, vea la fórmula a continuación..

$$E = \frac{(1 - \nu^2) * \sigma_o * a^2}{d_i * r_i} \quad (3)$$

V Proporción(relación) de Poisson, normalmente 0.35,

$\sigma$  Carga uniformemente distribuida en el plato.

A Radio del plato de carga.

di Deflexión de la superficie medida con el geófono No. 1.

ri Distancia desde el centro de la carga al geófono No. 1.

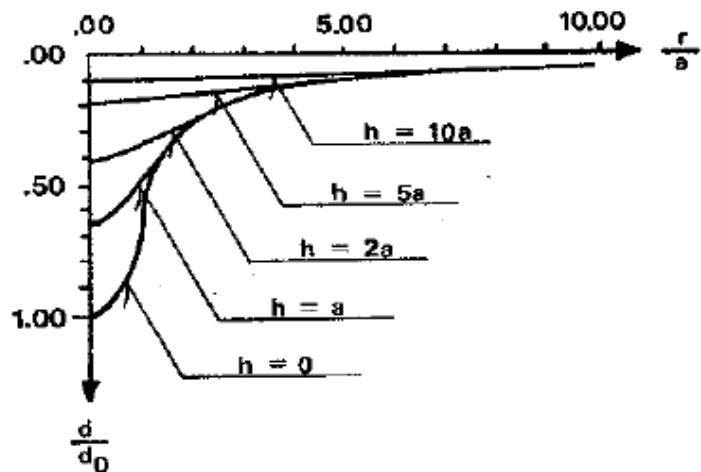
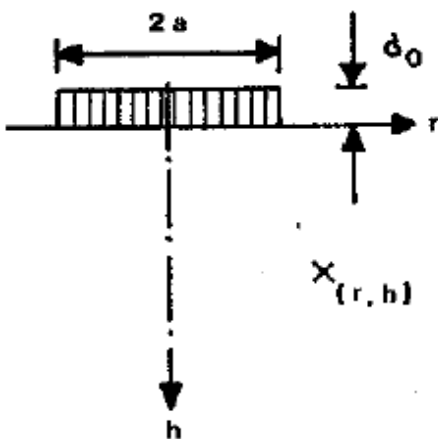


Figura 2.2 Plato prueba de soporte

Figura 2.3 Deflexiones verticales en la superficie

**INFORME FINAL**

El esfuerzo vertical en el centro del plato es calculado por la fórmula:

$$\sigma_c = \sigma_0 * \left(1 - \frac{1}{\left(\sqrt{1 + \left(\frac{a}{h}\right)^2}\right)^3}\right) \tag{4}$$

$\sigma_0$  Carga uniformemente distribuida en el plato.

a Radio del plato de carga.

h Profundidad.

La distribución del esfuerzo vertical se muestra en figura 2.5.

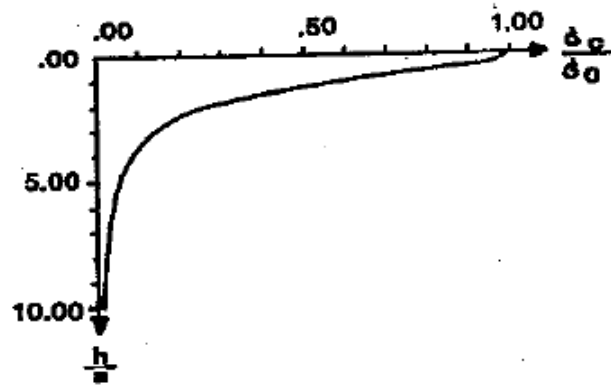
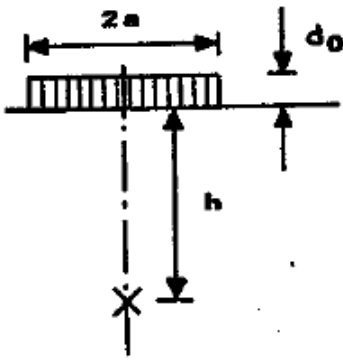


Figura 2.4 Plato prueba de soporte

Figura 2.5 Esfuerzo vertical bajo el centro del plato

El esfuerzo vertical de un punto arbitrario más allá de la línea del centro del plato es calculado por la fórmula:

$$\sigma_z = \begin{cases} \frac{\sigma_c}{\left(\sqrt{1 + \frac{r}{h}}\right)^3} & \text{for } r \leq h \\ \frac{3 * \sigma_0 * a^2}{4 * \sqrt{2}} * \frac{1}{r^2} & \text{for } r > h \end{cases} \tag{5}$$

La distribución del esfuerzo vertical se muestra en figura 2.7



INFORME FINAL

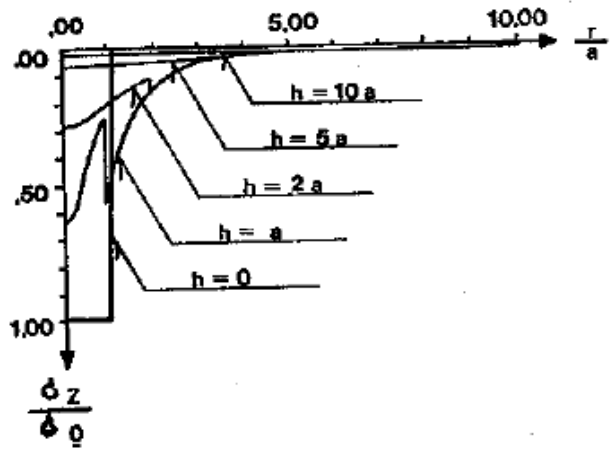
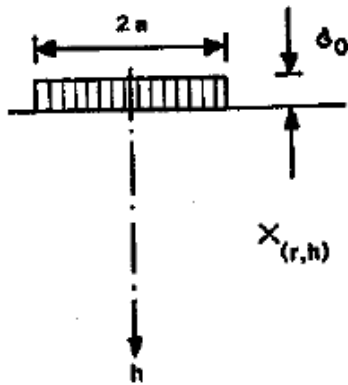


Figura 2.6 Plato prueba de soporte

Figura 2.7 Esfuerzo vertical

La deflexión vertical de la capa superior en el centro del plato es calculada de la fórmula:

$$d_c = \frac{(1 + \nu)\sigma_0 * a}{2 * E} * \left( (1 - \nu) * \left( \pi - 2 \arctan\left(\frac{h}{a}\right) + \frac{\frac{h}{a}}{1 + \left(\frac{h}{a}\right)^2} \right) \right) \quad (6)$$

La presión transmitida a la parte superior de la estructura de la carretera, que corresponde a un plato rígido.

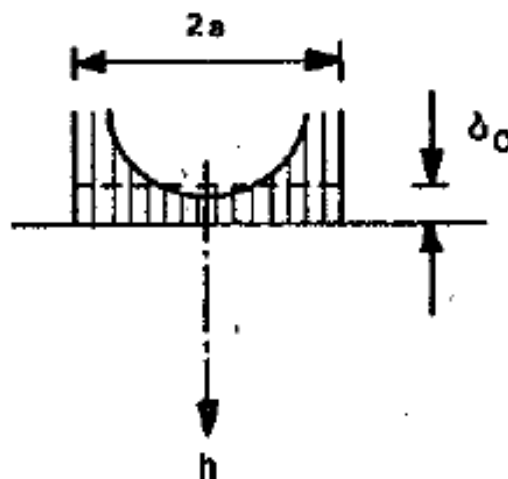


Figura 2.8 Plato prueba de soporte (plato rígido)

**INFORME FINAL**

La deflexión vertical de las otras capas en el centro del plato se calcula de la fórmula:

$$d_c = \frac{(1 + \nu) * \sigma_0 * a}{E} * \left( \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{h}{a}\right)^2}} + (1 - 2\nu) * \left( \sqrt{1 + \left(\frac{h}{a}\right)^2} - \frac{h}{a} \right) \right) \quad (7)$$

La presión transmitida a otra parte de la estructura de la carretera corresponde a esa de una carga distribuida uniformemente.

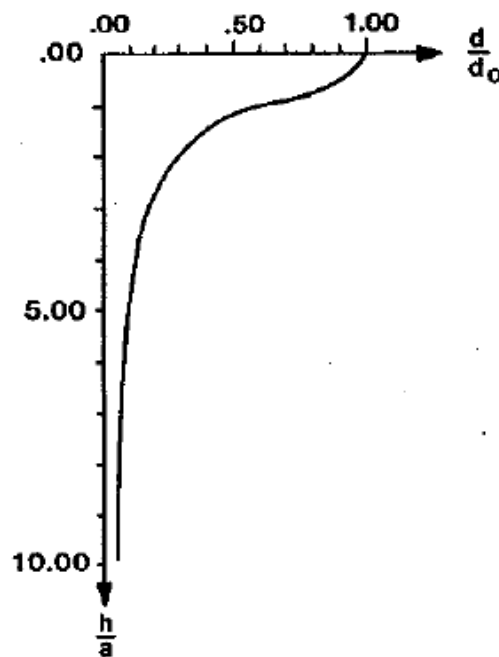
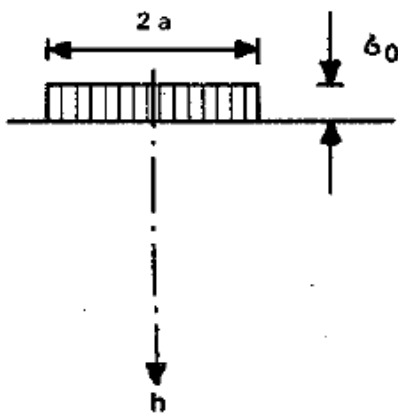


Figura 2.9 Plato prueba de soporte carga uniforme)

Figura 2.10 Deflexiones verticales en el (Distribución de centro del plato de carga

La deflexión vertical más allá de la línea del centro del plato y la más distante desde plato es calculada de la fórmula:

$$d = \frac{(1 + \nu) * \sigma_0 * a^2}{2 * E} * \left( \frac{2 * (1 - \nu)}{\sqrt{r^2 + h^2}} + \frac{h^2}{(\sqrt{r^2 + h^2})^3} \right) \quad (8)$$

INFORME FINAL

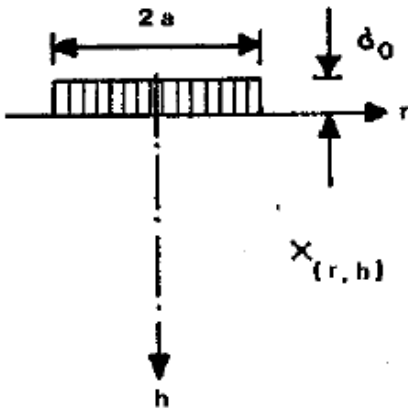
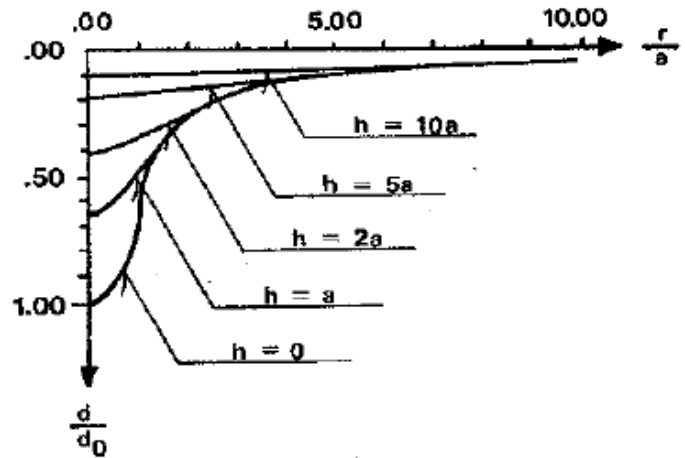


Figura 2.11 Plato prueba de soporte\*



2.12 Deflexiones verticales

El cálculo del módulo E para las capas constitutivas de la estructura de la carretera se lleva a cabo por medio del método de espesores equivalentes. El sistema de capa real se transforma en un sistema de una-capa, convirtiendo varios espesores usando las siguientes fórmulas:

$$h_e = \begin{matrix} h_1 & \text{Capa Superior} \\ K * (h_1 * \sqrt[3]{\frac{E_1}{E_2}}) & \\ \\ K * (h_1 * \sqrt[3]{\frac{E_1}{E_2}} + h_2 * \sqrt[3]{\frac{E_2}{E_m}} & \text{Segunda Capa} \end{matrix} \quad (9)$$

K es un factor de corrección con valores 0.8 o 0.9, dependiendo del número de capas.

**INFORME FINAL**

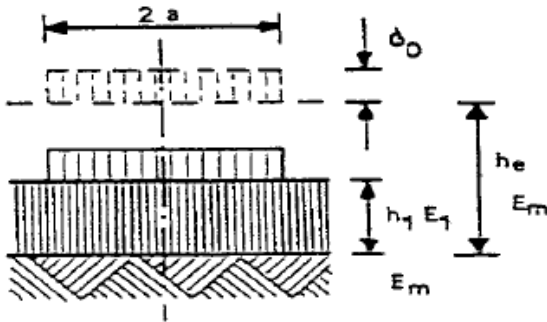


Figura 2.13 Espesores equivalentes en una estructura de 2-capas

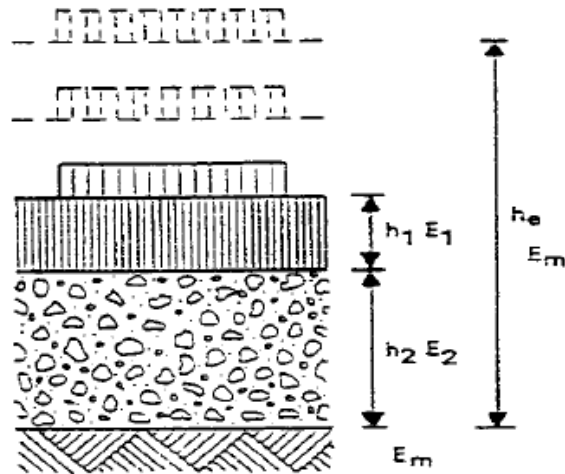


Figure 2.14 Espesores equivalentes en una estructura de 3-capas

Figura 2.15 Espesores equivalentes en una estructura de 3-capas

Para obtener una mejor coherencia entre el método de espesores equivalentes y la teoría de elasticidad, el módulo E de capa 2 forma parte del cálculo del espesor de capa equivalente como sigue:

$$E_2 = E_m \left( \frac{1}{\frac{h_2}{a} + 1} \right)^2 + E_2 \left( 1 - \left( \frac{1}{\frac{h_2}{a} + 1} \right)^2 \right) \quad (10)$$

2.2 Cálculo de la vida estructural remanente y dimensionamiento del refuerzo, si se requiere.

Primeramente el módulo E calculado de la capa asfáltica se ajusta a la temperatura normal (normalmente 25°C) por medio de la fórmula: (Norma danesa)

$$E_{ref} = \frac{E}{1 - 2 * \left( \frac{\log \frac{t}{t_{ref}}}{\log 2.718} \right)} \quad (11)$$

t La temperatura medida en °C

t<sub>o</sub> Temperatura Normal

Un modulo E común(common) se calcula para asfalto nuevo y viejo por medio de la fórmula:

$$E_{common} = \frac{E_{top} * 100 + E_{>100} * h_{>100}}{100 + h_{>100}} \quad (12)$$

## INFORME FINAL

- E<sub>top</sub> módulo E de la cima 100 mm  
 E<sub>>100</sub> módulo E de el resto de las capas asfálticas  
 h<sub>>100</sub> Espesor total de las capas asfálticas menos 100

Los esfuerzos normales en el nivel superior de las capas y en la sub-rasante se calcula como se muestra en 2.2.

$$\varepsilon = \frac{\sigma_r + \sigma_z}{2 * E_1} \quad (13)$$

La tensión horizontal en el nivel inferior de la(s) capas asfáltica(s) se calculada mediante la fórmula:

- $\sigma_r$  Tensión horizontal r  
 $\sigma_z$  Esfuerzo normal z  
 E<sub>1</sub> módulo-E del asfalto  
 $\sigma_r$  se calcula por la fórmula:

$$\sigma_r = \frac{h_1 * E_1}{R} - \sigma_z \quad (14)$$

- E<sub>1</sub> módulo-E de las capas asfálticas  
 h<sub>1</sub> Espesor de las capas asfálticas  
 R Radio de flexión  
 $\sigma_z$  Esfuerzo normal.

R se calcula de la formula:

$$R = \frac{4 * E_2 * a \left( \sqrt{1 + \left( \frac{h_e}{a^6 \sqrt{\frac{h_1}{a}}} \right)^2} \right)^5}{3 * \sigma_0 \left( 1 + 4 * \left( \frac{h_e}{a^6 \sqrt{\frac{h_1}{a}}} \right)^2 \right)} \quad (15)$$

- a Radio de la superficie de carga  
 h<sub>1</sub> Espesor de las capas asfálticas  
 h<sub>e</sub> Espesor Equivalente de la capa del asfalto comparado a la capa de soporte sin ligante

## INFORME FINAL

E2 módulo E ajustado de la capa de soporte sin ligante

$\sigma_0$  Esfuerzo normal en el plato de carga.

$$\sigma_{nil} = \begin{cases} 10^{-0.307*\log(N)+1.161*\log(E)-1.638} & \text{for } E \leq 160 \\ 10^{-0.307*\log(N)+0.978*\log(E)-1.234} & \text{for } E > 160 \end{cases} \quad (16)$$

El esfuerzo normal aceptable en el hilo superior de la capa sin ligante se calcula mediante la fórmula:

E E es el módulo-E

N N es el número de SA/día durante el período de diseño.

La tensión horizontal aceptable en el nivel inferior de la capa asfáltica se calcula por medio de la fórmula: (Norma danesa)

$$\epsilon_{nil} = 10^{\log(B)-0.176*\log(N)+2.533} \quad (17)$$

B B es el porcentaje de asfalto o bitumen

N N es el número de ESAL/día durante el período de diseño.

## PROCESAMIENTO DE TRAFICO Y REPORTES DE RESULTADOS

**INFORME FINAL**
**RUTA 21 (NUEVA PALMIRA - DOLORES - MERCEDES)**
**RUTA 344 - NUEVA PALMIRA - ARROYO ARENAL GRANDE**
**NUMERO ACUMULADO DE EJES EQUIVALENTES (20 AÑOS)**

Tipo de Vehículo	Volumen diario	Tasa de crecimiento	Factores de crecimiento	Tráfico de diseño	Factor de camión TF	No. De ESALs p/diseño
	(A)		(B)	(C)	(D)	(E)
LIVIANOS	433	3,46	28,16	4.451.137	0,004	8.902
BUSES	44	3,21	27,45	440.876	2,593	571.595
2DB: CAMIONES 2 EJES	119	3,21	27,45	1.192.369	3,743	2.231.518
3A: CAMIONES 3 EJES	14	3,21	27,45	140.279	3,463	242.893
3S2: CAMION 3 E+SEMIR 2 E	121	3,21	27,45	1.212.408	6,643	4.027.015
<b>TOTAL PESADOS</b>	<b>298</b>					<b>7.073.021</b>
<b>TOTAL VEHICULOS</b>	<b>731</b>					<b>969</b>

TIPO PESADOS	Tipo de eje	Carga Ton.	Carga Kips	LEF	No.de ejes	No.ESALs
BUSES	Simple	6	13,2	0,283	44	12
	Simple	10	22,0	2,310	44	102
					Total	114
			TF =	2,593		
CAMIONES 2 EJES	Simple	6	13,2	0,283	119	34
	Simple	11	24,2	3,460	119	412
					Total	445
			TF =	3,743		
CAMIONES 3 EJES	Simple	6	13,2	0,283	14	4,0
	Tandem	20	44,0	3,180	14	45
					Total	48
			TF =	3,463		
3S2: CAMION 3 E+SEMIR 2 E	Simple	6	13,2	0,283	121	34
	Tandem	20	44,0	3,180	121	385
	Tandem	20	44,0	3,180	121	385
				Total	804	
			TF =	6,643		

**INFORME FINAL**
**RUTA 21 (NUEVA PALMIRA - DOLORES - MERCEDES)**
**RUTA 345 - ARROYO ARENAL GRANDE - DOLORES**
**NUMERO ACUMULADO DE EJES EQUIVALENTES (20 AÑOS)**

Tipo de Vehículo	Volumen diario	Tasa de crecimiento	Factores de crecimiento	Tráfico de diseño	Factor de camión TF	No. De ESALs p/diseño
	(A)		(B)	(C)	(D)	(E)
LIVIANOS	433	3,46	28,16	4.451.137	0,004	8.902
BUSES	44	3,21	27,45	440.876	2,593	571.595
2DB: CAMIONES 2 EJES	119	3,21	27,45	1.192.369	3,743	2.231.518
3A: CAMIONES 3 EJES	14	3,21	27,45	140.279	3,463	242.893
3S2: CAMION 3 E+SEMIR 2 E	121	3,21	27,45	1.212.408	6,643	4.027.015
<b>TOTAL PESADOS</b>	<b>298</b>					<b>7.073.021</b>
<b>TOTAL VEHICULOS</b>	<b>731</b>					<b>969</b>

TIPO PESADOS	Tipo de eje	Carga Ton.	Carga Kips	LEF	No.de ejes	No.ESALs
BUSES	Simple	6	13,2	0,283	44	12
	Simple	10	22,0	2,310	44	102
					Total	114
			TF =	2,593		
CAMIONES 2 EJES	Simple	6	13,2	0,283	119	34
	Simple	11	24,2	3,460	119	412
					Total	445
			TF =	3,743		
CAMIONES 3 EJES	Simple	6	13,2	0,283	14	4,0
	Tandem	20	44,0	3,180	14	45
					Total	48
			TF =	3,463		
3S2: CAMION 3 E+SEMIR 2 E	Simple	6	13,2	0,283	121	34
	Tandem	20	44,0	3,180	121	385
	Tandem	20	44,0	3,180	121	385
				Total	804	
			TF =	6,643		



**INFORME FINAL**
**CORPORACIÓN NACIONAL PARA EL DESARROLLO**
**RUTA 21 (NUEVA PALMIRA - DOLORES - MERCEDES)**
**RUTA 346 - DOLORES - MERCEDES**
**NUMERO ACUMULADO DE EJES EQUIVALENTES (20 AÑOS)**

Tipo de Vehículo	Volumen diario	Tasa de crecimiento	Factores de crecimiento	Tráfico de diseño	Factor de camión TF	No. De ESALs p/diseño
	(A)		(B)	(C)	(D)	(E)
LIVIANOS	908	3,46	28,16	9.334.025	0,004	18.668
BUSES	34	3,21	27,45	340.677	2,593	441.687
2DB: CAMIONES 2 EJES	276	3,21	27,45	2.765.494	3,743	5.175.621
3A: CAMIONES 3 EJES	27	3,21	27,45	270.537	3,463	468.436
3S2: CAMION 3 E+SEMIR 2 E	236	3,21	27,45	2.364.697	6,643	7.854.343
<b>TOTAL PESADOS</b>	<b>573</b>					<b>13.940.087</b>
<b>TOTAL VEHICULOS</b>	<b>1.481</b>					<b>1910</b>

TIPO PESADOS	Tipo de eje	Carga Ton.	Carga Kips	LEF	No.de ejes	No.ESALs
BUSES	Simple	6	13,2	0,283	34	10
	Simple	10	22,0	2,310	34	79
					Total	88
			TF =	2,593		
CAMIONES 2 EJES	Simple	6	13,2	0,283	276	78
	Simple	11	24,2	3,460	276	955
					Total	1.033
			TF =	3,743		
CAMIONES 3 EJES	Simple	6	13,2	0,283	27	7,6
	Tandem	20	44,0	3,180	27	86
					Total	94
			TF =	3,463		
3S2: CAMION 3 E+SEMIR 2 E	Simple	6	13,2	0,283	236	67
	Tandem	20	44,0	3,180	236	750
	Tandem	20	44,0	3,180	236	750
				Total	1.568	
			TF =	6,643		

**INFORME FINAL**
**CORPORACIÓN NACIONAL PARA EL DESARROLLO**
**RUTA 24 (EMPALME RUTA 2 - NUEVO BERLIN - TRES BOCAS - SAN MANUEL)**
**RUTA 357 - EMPALME RUTA 2 - NUEVO BERLIN**
**NUMERO ACUMULADO DE EJES EQUIVALENTES (20 AÑOS)**

Tipo de Vehículo	Volumen diario	Tasa de crecimiento	Factores de crecimiento	Tráfico de diseño	Factor de camión TF	No. De ESALs p/diseño
	(A)		(B)	(C)	(D)	(E)
LIVIANOS	921	3,46	28,16	9.467.662	0,004	18.935
BUSES	43	3,21	27,45	430.856	2,593	558.605
2DB: CAMIONES 2 EJES	313	3,21	27,45	3.136.230	3,743	5.869.455
3A: CAMIONES 3 EJES	147	3,21	27,45	1.472.926	3,463	2.550.371
3S2: CAMION 3 E+SEMIR 2 E	526	3,21	27,45	5.270.470	6,643	17.505.865
<b>TOTAL PESADOS</b>	<b>1.029</b>					<b>26.484.296</b>
<b>TOTAL VEHICULOS</b>	<b>1.950</b>					<b>3628</b>

TIPO PESADOS	Tipo de eje	Carga Ton.	Carga Kips	LEF	No.de ejes	No.ESALs
BUSES	Simple	6	13,2	0,283	43	12
	Simple	10	22,0	2,310	43	99
					Total	111
			TF =	2,593		
CAMIONES 2 EJES	Simple	6	13,2	0,283	313	89
	Simple	11	24,2	3,460	313	1.083
					Total	1.172
			TF =	3,743		
CAMIONES 3 EJES	Simple	6	13,2	0,283	147	41,6
	Tandem	20	44,0	3,180	147	467
					Total	509
			TF =	3,463		
3S2: CAMION 3 E+SEMIR 2 E	Simple	6	13,2	0,283	526	149
	Tandem	20	44,0	3,180	526	1.673
	Tandem	20	44,0	3,180	526	1.673
				Total	3.494	
			TF =	6,643		

**INFORME FINAL**
**RUTA 24 (EMPALME RUTA 2 - NUEVO BERLIN - TRES BOCAS - SAN MANUEL)**
**RUTA 358 - NUEVO BERLIN - TRES BOCAS**
**NUMERO ACUMULADO DE EJES EQUIVALENTES (20 AÑOS)**

Tipo de Vehículo	Volumen diario	Tasa de crecimiento	Factores de crecimiento	Tráfico de diseño	Factor de camión TF	No. De ESALs p/diseño
	(A)		(B)	(C)	(D)	(E)
LIVIANOS	865	3,46	28,16	8.891.995	0,004	17.784
BUSES	39	3,21	27,45	390.776	2,593	506.641
2DB: CAMIONES 2 EJES	261	3,21	27,45	2.615.195	3,743	4.894.338
3A: CAMIONES 3 EJES	128	3,21	27,45	1.282.548	3,463	2.220.731
3S2: CAMION 3 E+SEMIR 2 E	491	3,21	27,45	4.919.773	6,643	16.341.026
<b>TOTAL PESADOS</b>	<b>919</b>					<b>23.962.737</b>
<b>TOTAL VEHICULOS</b>	<b>1.784</b>					<b>3283</b>

TIPO PESADOS	Tipo de eje	Carga Ton.	Carga Kips	LEF	No.de ejes	No.ESALs
BUSES	Simple	6	13,2	0,283	39	11
	Simple	10	22,0	2,310	39	90
					Total	101
			TF =	2,593		
CAMIONES 2 EJES	Simple	6	13,2	0,283	261	74
	Simple	11	24,2	3,460	261	903
					Total	977
			TF =	3,743		
CAMIONES 3 EJES	Simple	6	13,2	0,283	128	36,2
	Tandem	20	44,0	3,180	128	407
					Total	443
			TF =	3,463		
3S2: CAMION 3 E+SEMIR 2 E	Simple	6	13,2	0,283	491	139
	Tandem	20	44,0	3,180	491	1.561
	Tandem	20	44,0	3,180	491	1.561
				Total	3.262	
			TF =	6,643		

**INFORME FINAL**
**RUTA 24 (EMPALME RUTA 2 - NUEVO BERLIN - TRES BOCAS - SAN MANUEL)**
**RUTA 359 - TRES BOCAS - ARROYO NEGRO**
**NUMERO ACUMULADO DE EJES EQUIVALENTES (20 AÑOS)**

Tipo de Vehículo	Volumen diario	Tasa de crecimiento	Factores de crecimiento	Tráfico de diseño	Factor de camión TF	No. De ESALs p/diseño
	(A)		(B)	(C)	(D)	(E)
LIVIANOS	781	3,46	28,16	8.028.495	0,004	16.057
BUSES	32	3,21	27,45	320.637	2,593	415.706
2DB: CAMIONES 2 EJES	330	3,21	27,45	3.306.568	3,743	6.188.243
3A: CAMIONES 3 EJES	101	3,21	27,45	1.012.010	3,463	1.752.296
3S2: CAMION 3 E+SEMIR 2 E	511	3,21	27,45	5.120.171	6,643	17.006.649
<b>TOTAL PESADOS</b>	<b>974</b>					<b>25.362.893</b>
<b>TOTAL VEHICULOS</b>	<b>1.755</b>					<b>3474</b>


TIPO PESADOS	Tipo de eje	Carga Ton.	Carga Kips	LEF	No.de ejes	No.ESALs
BUSES	Simple	6	13,2	0,283	32	9
	Simple	10	22,0	2,310	32	74
					Total	83
			TF =	2,593		
CAMIONES 2 EJES	Simple	6	13,2	0,283	330	93
	Simple	11	24,2	3,460	330	1.142
					Total	1.235
			TF =	3,743		
CAMIONES 3 EJES	Simple	6	13,2	0,283	101	28,6
	Tandem	20	44,0	3,180	101	321
					Total	350
			TF =	3,463		
3S2: CAMION 3 E+SEMIR 2 E	Simple	6	13,2	0,283	511	145
	Tandem	20	44,0	3,180	511	1.625
	Tandem	20	44,0	3,180	511	1.625
					Total	3.395
			TF =	6,643		

**INFORME FINAL**
**CORPORACIÓN NACIONAL PARA EL DESARROLLO**
**RUTA 24 (EMPALME RUTA 2 - NUEVO BERLIN - TRES BOCAS - SAN MANUEL)**
**RUTA 360 - ARROYO NEGRO - SAN MANUEL (EMPALME RUTA 3)**
**NUMERO ACUMULADO DE EJES EQUIVALENTES (20 AÑOS)**

Tipo de Vehículo	Volumen diario	Tasa de crecimiento	Factores de crecimiento	Tráfico de diseño	Factor de camión TF	No. De ESALs p/diseño
	(A)		(B)	(C)	(D)	(E)
LIVIANOS	781	3,46	28,16	8.028.495	0,004	16.057
BUSES	32	3,21	27,45	320.637	2,593	415.706
2DB: CAMIONES 2 EJES	330	3,21	27,45	3.306.568	3,743	6.188.243
3A: CAMIONES 3 EJES	101	3,21	27,45	1.012.010	3,463	1.752.296
3S2: CAMION 3 E+SEMIR 2 E	511	3,21	27,45	5.120.171	6,643	17.006.649
<b>TOTAL PESADOS</b>	<b>974</b>					<b>25.362.893</b>
<b>TOTAL VEHICULOS</b>	<b>1.755</b>					<b>3474</b>

TIPO PESADOS	Tipo de eje	Carga Ton.	Carga Kips	LEF	No.de ejes	No.ESALs
BUSES	Simple	6	13,2	0,283	32	9
	Simple	10	22,0	2,310	32	74
					Total	83
			TF =	2,593		
CAMIONES 2 EJES	Simple	6	13,2	0,283	330	93
	Simple	11	24,2	3,460	330	1.142
					Total	1.235
			TF =	3,743		
CAMIONES 3 EJES	Simple	6	13,2	0,283	101	28,6
	Tandem	20	44,0	3,180	101	321
					Total	350
			TF =	3,463		
3S2: CAMION 3 E+SEMIR 2 E	Simple	6	13,2	0,283	511	145
	Tandem	20	44,0	3,180	511	1.625
	Tandem	20	44,0	3,180	511	1.625
				Total	3.395	
			TF =	6,643		

**INFORME FINAL**

<b>Client:</b>		<b>CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO</b>			
<b>ROAD EVALUATION REPORT</b>					
<b>Default values</b>				<b>Date</b> 16-02-2012	
Design period:	20	Years	Points viewed	40	Temperature Corrections for polynomia
Design temp.:	25,00	°C	Band width	2,5	5. order 0.000002965
Poissons ratio:	0,35		Std. dev. factor	5	4. order -0.000223430
Annual traffic growth	3,2	%	Std. axle load	13,0	3. order 0.0005966400
Min. thickness 1. layer	55	mm	Reinforcement interval	5	2. order -0.0067109000
Contact press.:	0,707	MPa	Min reinforcement	0	1. order 0.0477460000
Load radius:	150	mm	Extra reinforcement	33	0. order 0.4993730000
Impact factor:	1,20		Section alignment	50	
Seas. factor :	1,00		Automatic Sectioning	250	
					Reference temperature 25 °C
					Temperature range 5 to 40 °C
* - after remarks indicates that the point has been calculated as a 2-layer system and that the thickness and E values of 1st and 2nd layers are identical when calculating the new overlay needed in the point in question, the calculation is done for a 3 layer system.					
					Allowable strain in bound layer
E-module for reinforment >= 100 mm:	3.000	MPa			$T = 10^{(3.53 * (1 - \text{Log}(N) / 20.11))}$
E-module for reinforment < 100 mm:	2.000	MPa			
B=Block cracking					Allowable stress on unbound layer with E-values <= 160 MPa
R=Rutting					$T = 10^{(-0.31 * \text{Log}(N) + 1.16 * \text{Log}(Ex) + -1.64)}$
					and with E-values > 160 MPa
					$T = 10^{(-0.31 * \text{Log}(N) + 0.98 * \text{Log}(Ex) + -1.23)}$
					(Ex = E-module, N = Total traffic load (SA) in the design period)

**INFORME FINAL**

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO												
Ruta 21 (Nueva Palmira - Dolores - Mercedes)												
Tramo 344 - Nueva Palmira - Arroyo Arenal Grande (278.8 Km - 298,4 Km)												
Módulo de Administración de Documentos												
RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS, VIDA RESIDUAL Y REFUERZO												
PROGRAMA APLICADO			CARRIL				ABSCISA		LONGITUD		FECHA	
ROSYDESING			DERECHO				278800 - 298400		19600		feb/2012	
ABSCISA	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho (m)	Tráfico ESA/DIA	Núm. de seccion	Vida Residual (años)	Refuerzo 20 años	
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)						
278+800	3.635	450	224	2	171	382	7,3	969	1	9	35	
279+000	2.437	255	84	2	171	382	7,3	969	1	2	100	
279+200	2.606	189	137	2	171	382	7,3	969	1	1	125	
279+400	3.908	275	180	2	171	382	7,3	969	1	4	75	
279+600	6.839	456	175	2	171	382	7,3	969	1	20	0	
279+800	7.714	450	110	2	171	382	7,3	969	1	20	0	
280+000	1.213	1.129	98	2	171	382	7,3	969	1	11	30	
280+200	6.538	467	125	2	171	382	7,3	969	1	20	5	
280+400	6.390	450	142	2	171	382	7,3	969	1	18	5	
280+600	3.660	203	176	2	171	382	7,3	969	1	2	95	
280+800	6.773	473	130	2	171	382	7,3	969	1	20	0	
281+000	6.521	468	158	2	171	382	7,3	969	1	20	5	
281+200	6.791	476	138	2	171	382	7,3	969	1	20	0	
281+400	3.352	490	155	2	171	382	7,3	969	1	9	35	
281+600	3.124	226	120	2	171	382	7,3	969	1	2	105	
281+800	6.848	455	120	2	171	382	7,3	969	1	20	0	
282+000	6.837	460	124	2	171	382	7,3	969	1	20	0	
282+116	6.873	482	143	2	171	382	7,3	969	1	20	0	
282+200	2.650	529	150	2	171	382	7,3	969	1	7	45	
282+400	6.941	461	151	2	171	382	7,3	969	1	20	0	
282+600	3.761	504	197	2	171	382	7,3	969	1	11	25	
282+800	2.099	532	126	2	171	382	7,3	969	1	5	60	
283+000	7.714	450	129	2	171	382	7,3	969	1	20	0	
283+200	4.358	285	200	2	171	382	7,3	969	1	5	65	
283+400	2.476	587	133	2	171	382	7,3	969	1	7	45	
283+600	2.412	560	124	2	171	382	7,3	969	1	7	50	
283+800	2.324	543	82	2	171	382	7,3	969	1	6	55	
284+000	6.292	450	121	2	171	382	7,3	969	1	18	10	
284+200	3.274	544	205	2	171	382	7,3	969	1	10	30	
284+400	1.662	924	103	2	171	382	7,3	969	1	10	35	
284+600	3.534	513	124	2	171	382	7,3	969	1	10	30	
284+800	7.026	469	156	2	171	382	7,3	969	1	20	0	
285+000	3.165	377	103	2	171	382	7,3	969	1	5	55	
285+200	7.638	614	67	2	171	382	7,3	969	1	20	0	
285+400	2.086	455	136	2	171	382	7,3	969	1	4	70	
285+600	1.583	766	107	2	171	382	7,3	969	1	7	50	
285+800	994	1.110	111	2	171	382	7,3	969	1	9	40	
286+000	4.629	450	83	2	171	382	7,3	969	1	10	20	
286+200	1.292	465	105	2	171	382	7,3	969	1	2	95	
286+400	4.136	470	118	2	171	382	7,3	969	1	12	25	
286+600	3.991	469	117	2	171	382	7,3	969	1	11	25	
286+800	1.004	363	89	2	171	382	7,3	969	1	1	115	
287+000	3.985	450	124	2	171	382	7,3	969	1	10	30	
287+200	4.629	450	112	2	171	382	7,3	969	1	10	20	
287+400	3.967	462	128	2	171	382	7,3	969	1	11	30	
287+600	1.040	969	106	2	171	382	7,3	969	1	7	50	
287+800	3.995	445	121	2	171	382	7,3	969	1	10	30	
288+000	4.011	564	133	2	171	382	7,3	969	1	15	15	

**INFORME FINAL**

288+161	4.042	463	117	2	171	382	7,3	969	1	11	25
288+200	1.679	297	115	2	171	382	7,3	969	1	1	110
288+400	3.720	444	124	2	171	382	7,3	969	1	9	35
288+600	1.637	278	94	2	171	382	7,3	969	1	1	115
288+800	1.987	295	128	2	171	382	7,3	969	1	2	100
289+000	1.845	294	93	2	171	382	7,3	969	1	2	105
289+200	3.820	455	149	2	171	382	7,3	969	1	10	30
289+400	1.554	758	108	2	171	394	7,3	969	1	6	50
289+600	4.629	450	105	2	171	394	7,3	969	1	10	20
289+800	4.629	450	99	2	171	394	7,3	969	1	10	20
290+000	4.629	450	86	2	171	394	7,3	969	1	10	20
290+200	1.220	736	91	2	171	394	7,3	969	1	5	65
290+400	1.081	1.099	115	2	171	394	7,3	969	1	9	40
290+600	4.629	450	112	2	171	394	7,3	969	1	10	20
290+800	899	695	79	2	171	394	7,3	969	1	3	80
291+000	1.236	604	88	2	171	394	7,3	969	1	3	80
291+200	1.601	428	99	2	171	394	7,3	969	1	2	90
291+400	826	1.016	77	2	171	394	7,3	969	1	6	55
291+600	4.629	450	93	2	171	394	7,3	969	1	10	20
291+800	1.461	740	100	2	171	394	7,3	969	1	6	55
292+000	769	932	85	2	171	394	7,3	969	1	5	65
292+117	968	635	71	2	171	394	7,3	969	1	3	85
292+200	964	597	65	2	171	394	7,3	969	1	2	90
292+400	2.232	457	92	2	171	394	7,3	969	1	4	70
292+600	4.629	450	94	2	171	394	7,3	969	1	10	20
292+800	4.629	450	95	2	171	394	7,3	969	1	10	20
293+000	4.629	450	102	2	171	394	7,3	969	1	10	20
293+200	4.629	450	82	2	171	394	7,3	969	1	10	20
293+400	1.421	623	96	2	171	394	7,3	969	1	4	70
293+600	1.368	600	92	2	171	394	7,3	969	1	3	75
293+800	1.237	623	92	2	171	394	7,3	969	1	3	75
294+000	855	763	79	2	171	394	7,3	969	1	3	75
294+200	833	1.049	82	2	171	394	7,3	969	1	7	50
294+400	5.531	450	80	2	171	394	7,3	969	1	14	15
294+600	2.447	561	101	2	171	394	7,3	969	1	7	50
294+800	1.119	1.046	101	2	171	394	7,3	969	1	9	40
295+000	5.531	450	81	2	171	394	7,3	969	1	14	15
295+200	5.531	450	79	2	171	394	7,3	969	1	14	15
295+400	1.349	490	74	2	171	394	7,3	969	1	2	90
295+600	1.180	1.109	104	2	171	394	7,3	969	1	10	35
295+800	1.237	604	80	2	171	394	7,3	969	1	3	80
296+000	1.209	894	82	2	171	394	7,3	969	1	7	50
296+200	1.498	618	88	2	171	394	7,3	969	1	4	70
296+400	1.484	659	88	2	171	394	7,3	969	1	5	65
296+600	1.145	855	85	2	171	394	7,3	969	1	6	55
296+800	1.558	721	103	2	171	394	7,3	969	1	6	55
297+000	5.531	450	104	2	171	394	7,3	969	1	14	15
297+200	1.360	467	72	2	171	394	7,3	969	1	2	90
297+400	1.338	398	110	2	171	394	7,3	969	1	2	105
297+600	1.431	265	89	2	171	394	7,3	969	1	1	120
297+800	1.171	230	100	2	171	394	7,3	969	1	1	135
298+000	1.862	228	100	2	171	394	7,3	969	1	1	115
298+260	1.511	321	59	2	171	394	7,3	969	2	1	115
298+400	2.248	191	65	2	162	389	7,3	969	2	1	140
<b>PROMEDIO</b>	<b>3.225</b>	<b>534</b>	<b>111</b>								
<b>PERCENTIL 85</b>	<b>1.209</b>	<b>365</b>	<b>82</b>								

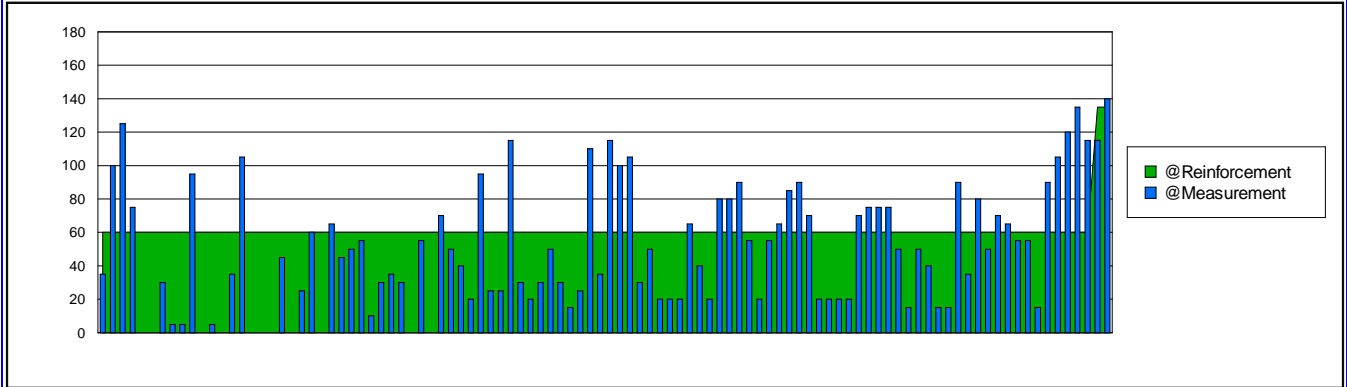
Tramo 344. Sección 1.	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)	NOMENCLATURA	
	MPa	MPa	MPa	CA:	CARPETA ASFALTICA
278+800-289+300 DER	3.990	484	129	CG:	CAPA GRANULAR
278+800-289+300 IZQ	2.490	534	113	SR:	SUBRASANTE
<b>PROMEDIO</b>	<b>3.240</b>	<b>509</b>	<b>121</b>	H1:	ESPESOR CAPA ASFALTICA
				H2:	ESPESOR CAPA GRANULAR
Tramo 344. Sección 2.	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)		
	MPa	MPa	MPa		
289+300-298+400 DER	2.329	593	90		
289+300-298+400 IZQ	2.123	520	86		
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.226</b>	<b>556</b>	<b>88</b>		



**INFORME FINAL**

**CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**  
**Ruta 21 (Nueva Palmira - Dolores - Mercedes)**  
**Tramo 344 - Nueva Palmira - Arroyo Arenal Grande (278.8 Km - 298,4 Km)**  
**GRAFICO DE REFUERZO Y VIDA RESIDUAL A 20 AÑOS**

<b>PROGRAMA APLICADO</b> ROSY DESING	<b>ABSCISA</b> 278800 - 298400	<b>CARRIL</b> DERECHO	<b>LONGITUD</b> 19600	<b>FECHA</b> 01/02/2012
---	-----------------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------------



Núm. de sección	Desde km.	A km.	Capa nueva (mm)	ESA	Toneladas adicionales
1	278+800	298+100	60	969	2.837,58
2	298+190	298+400	135	969	0,00

**INFORME FINAL**

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO											
Ruta 21 (Nueva Palmira - Dolores - Mercedes)											
Tramo 344 - Nueva Palmira - Arroyo Arenal Grande (278.8 Km - 298,4 Km)											
Módulo de Administración de Documentos											
RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS, VIDA RESIDUAL Y REFUERZO											
PROGRAMA APLICADO			CARRIL				ABSCISA		LONGITUD		FECHA
ROSY DESING			IZQUIERDO				278800 - 298400		19600		feb/2012
ABSCISA	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho	Tráfico	Núm. de seccion	Vida Residual (años)	Refuerzo 20 años
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)					
278+859	3.975	450	123	2	171	382	7,3	969	1	10	30
279+100	1.028	410	65	2	171	382	7,3	969	1	1	110
279+300	1.302	220	121	2	171	382	7,3	969	1	1	135
279+500	911	968	103	2	171	382	7,3	969	1	6	55
279+700	866	836	99	2	171	382	7,3	969	1	4	70
279+900	1.428	791	111	2	171	382	7,3	969	1	6	55
280+100	691	1.078	73	2	171	382	7,3	969	1	6	55
280+300	1.755	262	134	2	171	382	7,3	969	1	1	115
280+500	3.975	450	90	2	171	382	7,3	969	1	10	30
280+700	3.975	450	122	2	171	382	7,3	969	1	10	30
280+900	2.189	652	179	2	171	382	7,3	969	1	8	45
281+100	3.975	450	138	2	171	382	7,3	969	1	10	30
281+300	3.975	450	149	2	171	382	7,3	969	1	10	30
281+500	2.346	530	104	2	171	382	7,3	969	1	6	55
281+700	2.735	380	115	2	171	382	7,3	969	1	4	65
281+900	1.909	479	135	2	171	382	7,3	969	1	4	75
282+100	3.714	571	117	2	171	382	7,3	969	1	13	20
282+300	1.766	715	136	2	171	382	7,3	969	1	7	50
282+500	3.202	527	153	2	171	382	7,3	969	1	9	35
282+700	3.975	450	133	2	171	382	7,3	969	1	10	30
282+900	3.975	450	133	2	171	382	7,3	969	1	10	30
283+100	2.641	505	104	2	171	382	7,3	969	1	6	50
283+300	2.838	395	126	2	171	382	7,3	969	1	5	60
283+500	1.410	733	104	2	171	382	7,3	969	1	5	60
283+700	1.272	725	91	2	171	382	7,3	969	1	5	65
283+900	3.455	475	113	2	171	382	7,3	969	1	9	35
284+100	1.254	409	94	2	171	382	7,3	969	1	2	105
284+300	3.975	450	109	2	171	382	7,3	969	1	10	30
284+500	1.435	677	95	2	171	382	7,3	969	1	5	65
284+700	2.781	385	140	2	171	382	7,3	969	1	5	65
284+900	3.975	450	150	2	171	382	7,3	969	1	10	30
285+100	1.284	380	103	2	171	382	7,3	969	1	1	105
285+300	1.039	757	92	2	171	382	7,3	969	1	4	70
285+500	3.975	450	98	2	171	382	7,3	969	1	10	30
285+700	667	1.274	65	2	171	382	7,3	969	1	9	40
285+900	3.975	450	91	2	171	382	7,3	969	1	10	30
286+100	1.712	668	95	2	171	382	7,3	969	1	6	55
286+300	1.539	592	88	2	171	382	7,3	969	1	4	70
286+500	2.604	451	117	2	171	382	7,3	969	1	5	60
286+700	2.369	347	104	2	171	382	7,3	969	1	3	80
286+900	1.428	210	107	2	171	382	7,3	969	1	1	130
287+100	1.367	411	88	2	171	382	7,3	969	1	2	100
287+300	1.250	398	94	2	171	382	7,3	969	1	1	105
287+500	1.206	1.137	108	2	171	382	7,3	969	1	11	30
287+700	1.630	585	124	2	171	382	7,3	969	1	4	70
287+900	4.382	465	114	2	171	382	7,3	969	1	13	20
288+100	4.877	450	145	2	171	382	7,3	969	1	11	25
288+300	1.711	420	103	2	171	382	7,3	969	1	2	90

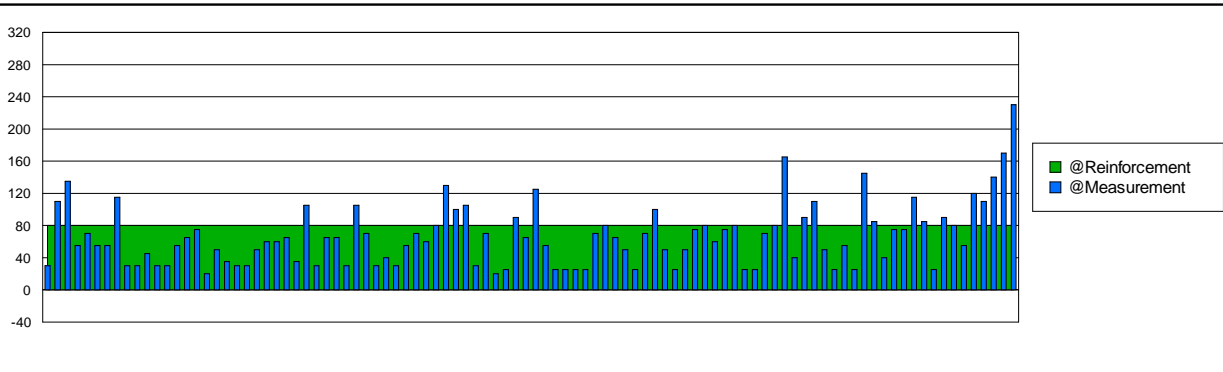
**INFORME FINAL**

288+500	2.208	492	120	2	171	382	7,3	969	1	5	65
288+700	1.709	218	114	2	171	382	7,3	969	1	1	125
288+900	2.567	467	92	2	171	382	7,3	969	1	5	55
289+100	4.877	450	148	2	171	382	7,3	969	1	11	25
289+300	4.877	450	118	2	171	394	7,3	969	1	11	25
289+500	4.877	450	122	2	171	394	7,3	969	1	11	25
289+700	4.877	450	95	2	171	394	7,3	969	1	11	25
289+900	1.203	704	87	2	171	394	7,3	969	1	4	70
290+100	1.134	633	88	2	171	394	7,3	969	1	3	80
290+300	2.143	501	94	2	171	394	7,3	969	1	5	65
290+500	1.694	719	110	2	171	394	7,3	969	1	6	50
290+700	4.877	450	96	2	171	394	7,3	969	1	11	25
290+900	1.520	585	75	2	171	394	7,3	969	1	4	70
291+100	1.357	407	102	2	171	394	7,3	969	1	2	100
291+300	1.661	773	90	2	171	394	7,3	969	1	7	50
291+500	4.877	450	69	2	171	394	7,3	969	1	11	25
291+700	1.296	876	72	2	171	394	7,3	969	1	7	50
291+900	1.490	573	85	2	171	394	7,3	969	1	4	75
292+100	1.387	575	72	2	171	394	7,3	969	1	3	80
292+300	1.422	708	67	2	171	394	7,3	969	1	5	60
292+500	1.479	576	85	2	171	394	7,3	969	1	4	75
292+700	1.299	580	87	2	171	394	7,3	969	1	3	80
292+900	4.877	450	106	2	171	394	7,3	969	1	11	25
293+100	4.877	450	77	2	171	394	7,3	969	1	11	25
293+300	1.888	493	87	2	171	394	7,3	969	1	4	70
293+500	1.404	547	79	2	171	394	7,3	969	1	3	80
293+700	737	162	105	1	171	394	7,3	969	1	0	165
293+900	1.153	1.050	73	2	171	394	7,3	969	1	9	40
294+100	1.294	496	78	2	171	394	7,3	969	1	2	90
294+299	1.059	404	86	2	171	394	7,3	969	1	1	110
294+500	1.384	831	71	2	171	394	7,3	969	1	7	50
294+700	4.877	450	93	2	171	394	7,3	969	1	11	25
294+900	1.477	763	81	2	171	394	7,3	969	1	6	55
295+100	4.877	450	64	2	171	394	7,3	969	1	11	25
295+300	999	202	99	2	171	394	7,3	969	1	0	145
295+500	1.275	529	81	2	171	394	7,3	969	1	2	85
295+700	987	1.091	99	2	171	394	7,3	969	1	9	40
295+900	1.763	493	86	2	171	394	7,3	969	1	3	75
296+100	1.357	592	89	2	171	394	7,3	969	1	3	75
296+300	1.093	354	89	2	171	394	7,3	969	1	1	115
296+500	1.188	554	82	2	171	394	7,3	969	1	2	85
296+700	4.930	450	72	2	171	394	7,3	969	1	12	25
296+900	1.272	525	81	2	171	394	7,3	969	1	2	90
297+100	1.191	600	78	2	171	394	7,3	969	1	3	80
297+300	2.513	490	98	2	171	394	7,3	969	1	6	55
297+500	1.289	285	96	2	171	394	7,3	969	1	1	120
297+700	1.755	267	101	2	171	394	7,3	969	1	1	110
297+900	921	229	83	2	171	394	7,3	969	1	0	140
298+100	1.216	152	77	1	171	394	7,3	969	1	0	170
298+300	527	104	44	1	171	394	7,3	969	1	0	230
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.293</b>	<b>528</b>	<b>100</b>								
<b>PERCENTIL</b>											
<b>85</b>	<b>1.172</b>	<b>383</b>	<b>78</b>								

**INFORME FINAL**

**CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**  
**Ruta 21 (Nueva Palmira - Dolores - Mercedes)**  
**Tramo 344 - Nueva Palmira - Arroyo Arenal Grande (278.8 Km - 298,4 Km)**  
**GRAFICO DE REFUERZO Y VIDA RESIDUAL A 20 AÑOS**

<b>PROGRAMA APLICADO</b> ROSY DESING	<b>ABSCISA</b> 278800 - 298400	<b>CARRIL</b> IZQUIERDO	<b>LONGITUD</b> 19600	<b>FECHA</b> 01/02/2012
---	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------	----------------------------



Núm. de sección	Desde km.	A km.	Capa nueva (mm)	ESA	Toneladas adicionales
1	278+800	298+400	80	969	2.638,35

**INFORME FINAL**
**Client: CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**


# ROAD EVALUATION REPORT

Default values				Date	16-02-2012		
Design period:	20	Years	Points viewed	40	Temperature Corrections for polynomia		
Design temp.:	25,00	°C	Band width	2,5	5. order	0.000002965	
Poissons ratio:	0,35		Std. dev. factor	5	4. order	-0.0000223430	
Annual traffic growth	3,2	%	Std. axle load	13,0	T	3. order	0.0005966400
Min. thickness 1. layer	55	mm	Reinforcement interval	5	mm	2. order	-0.0067109000
Contact press.:	0,707	MPa	Min reinforcement	0	mm	1. order	0.0477460000
Load radius:	150	mm	Extra reinforcement	33	%	0. order	0.4993730000
Impact factor:	1,20		Section alignment	50	m	Reference temperature	25 °C
Seas. factor :	1,00		Automatic Sectioning	250	m	Temperature range	5 to 40 °C

\* - after remarks indicates that the point has been calculated as a 2-layer system and that the thickness and E values of 1st and 2nd layers are identical when calculating the new overlay needed in the point in question, the calculation is done for a 3 layer system.

			Allowable strain in bound layer		
E-module for reinforment >= 100 mm:	3.000	MPa		$T = 10^{(3.53 * (1 - \text{Log}(N) / 20.11))}$	
E-module for reinforment < 100 mm:	2.000	MPa			
B=Block cracking			Allowable stress on unbound layer with E-values <= 160 MPa		
R=Rutting				$T = 10^{(-0.31 * \text{Log}(N) + 1.16 * \text{Log}(Ex) + -1.64)}$	
			and with E-values > 160 MPa		
				$T = 10^{(-0.31 * \text{Log}(N) + 0.98 * \text{Log}(Ex) + -1.23)}$	
			(Ex = E-module, N = T total traffic load (SA) in the design period)		

**INFORME FINAL**

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO											
Ruta 21 (Nueva Palmira - Dolores - Mercedes)											
Tramo 345 - Arroyo Arenal Grande - Dolores (298.4 Km - 319,4 Km)											
Módulo de Administración de Documentos											
RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS, VIDA RESIDUAL Y REFUERZO											
PROGRAMA APLICADO			CARRIL				ABSCISA		LONGITUD		FECHA
ROSY DESING			DERECHO				298400 - 319400		21000		feb/2012
ABSCISA	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho	Tráfico	Núm. de seccion	Vida Residual (años)	Refuerzo 20 años
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)					
298+400	2.248	191	65	2	162	389	7,3	969	1	1	140
298+600	2.559	215	92	2	162	389	7,3	969	1	1	125
298+800	1.680	484	109	2	162	389	7,3	969	1	2	90
299+000	5.531	450	113	2	162	389	7,3	969	1	11	30
299+200	1.459	294	91	2	162	389	7,3	969	1	1	120
299+400	2.123	181	79	2	162	389	7,3	969	1	1	145
299+600	1.245	329	80	2	162	389	7,3	969	1	1	120
299+800	1.422	281	82	2	162	389	7,3	969	1	1	125
300+000	1.539	339	98	2	162	389	7,3	969	1	1	115
300+200	2.051	309	108	2	162	389	7,3	969	1	2	105
300+400	895	780	77	2	162	389	7,3	969	1	3	80
300+600	1.702	638	88	2	162	389	7,3	969	1	4	70
300+800	1.285	366	103	2	162	389	7,3	969	1	1	115
301+000	757	1.121	81	2	162	389	7,3	969	1	6	55
301+200	1.316	377	101	2	162	389	7,3	969	1	1	115
301+600	1.008	822	95	2	162	389	7,3	969	2	4	70
301+800	4.493	450	97	2	162	389	7,3	969	2	10	30
302+000	649	1.157	89	2	162	389	7,3	969	2	6	55
302+200	4.493	450	73	2	162	389	7,3	969	2	10	30
302+400	814	1.060	76	2	162	389	7,3	969	2	6	60
302+600	1.274	892	110	2	162	389	7,3	969	2	6	55
302+800	1.125	940	103	2	162	389	7,3	969	2	6	55
303+000	549	932	49	2	162	389	7,3	969	2	3	95
303+200	723	601	57	2	162	389	7,3	969	2	1	110
303+400	4.493	450	114	2	162	389	7,3	969	2	10	30
303+600	1.314	588	70	2	162	389	7,3	969	2	3	85
303+800	1.378	752	101	2	162	389	7,3	969	2	5	65
304+000	1.125	765	85	2	162	389	7,3	969	2	4	75
304+200	1.029	716	78	2	162	389	7,3	969	2	3	80
304+400	1.056	748	79	2	162	389	7,3	969	2	3	80
304+600	4.493	450	101	2	162	389	7,3	969	2	10	30
304+800	4.211	530	112	2	162	389	7,3	969	2	11	25
305+000	675	968	76	2	162	389	7,3	969	2	4	70
305+200	808	1.009	78	2	162	389	7,3	969	2	5	65
305+400	741	832	74	2	162	389	7,3	969	2	3	80
305+600	1.776	267	118	2	162	389	7,3	969	2	1	120
305+800	4.493	450	117	2	162	389	7,3	969	2	10	30
306+000	4.493	450	118	2	162	389	7,3	969	2	10	30
306+200	1.112	352	110	2	162	389	7,3	969	2	1	120
306+400	4.493	450	131	2	162	389	7,3	969	2	10	30
306+600	1.257	437	106	2	162	389	7,3	969	2	1	105
306+800	4.493	450	94	2	162	389	7,3	969	2	10	30
307+000	4.493	450	107	2	162	389	7,3	969	2	10	30
307+200	1.734	534	116	2	162	389	7,3	969	2	3	80
307+400	4.493	450	110	2	162	389	7,3	969	2	10	30
307+600	4.493	450	100	2	162	389	7,3	969	2	10	30
307+800	4.103	531	88	2	162	389	7,3	969	2	11	30
308+000	1.325	868	103	2	162	389	7,3	969	2	6	55

**INFORME FINAL**

308+200	4.493	450	134	2	162	389	7,3	969	2	10	30	
308+400	1.190	421	107	2	162	389	7,3	969	2	1	110	
308+600	4.493	450	116	2	162	389	7,3	969	2	10	30	
308+800	1.326	468	106	2	162	389	7,3	969	2	2	100	
309+000	4.493	450	117	2	162	389	7,3	969	2	10	30	
309+200	899	1.161	90	2	162	389	7,3	969	2	8	45	
309+400	1.616	576	127	2	162	389	7,3	969	2	3	80	
309+600	1.081	956	95	2	162	389	7,3	969	2	6	60	
309+800	1.038	384	111	2	162	389	7,3	969	2	1	120	
310+000	626	924	87	2	153	399	7,3	969	2	3	85	
310+400	701	410	58	2	153	399	7,3	969	3	1	135	
310+600	308	555	39	2	153	399	7,3	969	3	1	165	
310+800	887	358	52	2	153	399	7,3	969	3	0	150	
311+000	726	904	71	2	153	399	7,3	969	3	3	80	
311+200	3.325	450	171	2	153	399	7,3	969	3	5	65	
311+400	306	119	66	2	153	399	7,3	969	3	0	225	
311+600	1.023	412	82	2	153	399	7,3	969	3	1	120	
311+800	1.187	480	99	2	153	399	7,3	969	3	1	110	
312+000	1.342	568	89	2	153	399	7,3	969	3	2	95	
312+200	845	652	81	2	153	399	7,3	969	3	2	100	
312+400	1.056	434	113	2	153	399	7,3	969	3	1	120	
312+600	1.139	697	99	2	153	399	7,3	969	3	3	90	
312+800	1.475	289	93	2	153	399	7,3	969	3	1	130	
313+000	822	253	105	2	153	399	7,3	969	3	0	150	
313+200	516	1.053	79	2	153	399	7,3	969	3	4	75	
313+400	1.138	596	88	2	153	399	7,3	969	3	2	100	
313+600	587	654	63	2	153	399	7,3	969	3	1	110	
313+800	758	663	78	2	153	399	7,3	969	3	2	105	
314+000	1.586	654	112	2	154	394	7,3	969	3	3	80	
314+200	890	366	111	2	154	394	7,3	969	3	1	130	
314+400	1.407	415	127	2	154	394	7,3	969	3	1	110	
314+600	1.201	345	109	2	154	394	7,3	969	3	1	125	
314+800	2.328	461	125	2	154	394	7,3	969	3	3	80	
315+000	834	341	115	2	154	394	7,3	969	3	0	135	
315+200	800	330	107	2	154	394	7,3	969	3	0	140	
315+400	1.440	361	101	2	154	394	7,3	969	3	1	120	
315+600	1.034	202	98	2	154	394	7,3	969	3	0	155	
315+800	517	993	72	2	154	394	7,3	969	3	3	80	
316+000	763	868	79	2	154	394	7,3	969	3	3	85	
316+200	3.325	450	83	2	154	394	7,3	969	3	5	60	
316+400	1.108	379	110	2	154	394	7,3	969	3	1	125	
316+600	619	976	77	2	154	394	7,3	969	3	4	80	
316+800	3.325	450	106	2	154	394	7,3	969	3	5	60	
317+000	3.325	450	76	2	154	394	7,3	969	3	5	60	
317+200	3.325	450	63	2	154	394	7,3	969	3	5	60	
317+400	874	852	98	2	154	394	7,3	969	3	3	80	
317+600	3.325	450	103	2	154	394	7,3	969	3	5	60	
317+800	3.325	450	103	2	154	394	7,3	969	3	5	60	
318+000	2.098	502	95	2	154	394	7,3	969	3	3	80	
318+200	1.561	422	119	2	154	394	7,3	969	3	1	105	
318+400	1.305	267	118	2	154	394	7,3	969	3	0	135	
318+600	1.907	192	100	2	154	394	7,3	969	3	0	150	
318+800	1.773	402	107	2	154	394	7,3	969	3	2	105	
319+000	1.899	193	116	2	154	394	7,3	969	3	0	150	
319+200	1.554	443	128	2	154	394	7,3	969	3	2	105	
319+400	1.767	455	79	2	154	394	7,3	969	3	2	95	
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.881</b>	<b>543</b>	<b>96</b>									
<b>PERCENTIL 85</b>	<b>760</b>	<b>334</b>	<b>76</b>									
<b>Tramo 345. Sección 1.</b>												
				<b>E1 (CA)</b>	<b>E2 (CG)</b>	<b>E3 (SR)</b>	<b>NOMENCLATURA</b>					
				MPa	MPa	MPa	CA:	CARPETA ASFALTICA				
298+400-310+000 DER				2.239	578	96	CG:	CAPA GRANULAR				
298+400-310+000 IZQ				3.603	472	86	SR:	SUBRASANTE				
<b>PROMEDIO</b>				<b>2.921</b>	<b>525</b>	<b>91</b>	H1:	ESPESOR CAPA ASFALTICA				
							H2:	ESPESOR CAPA GRANULAR				
<b>Tramo 345. Sección 2.</b>												
				<b>E1 (CA)</b>	<b>E2 (CG)</b>	<b>E3 (SR)</b>						
				MPa	MPa	MPa						
310+000-314+000 DER				988	551	85						
310+000-314+000 IZQ				2.550	463	94						
<b>PROMEDIO</b>				<b>1.769</b>	<b>507</b>	<b>89</b>						
<b>Tramo 345. Sección 3.</b>												
				<b>E1 (CA)</b>	<b>E2 (CG)</b>	<b>E3 (SR)</b>						
				MPa	MPa	MPa						
314+000-319+464 DER				1.758	469	101						
314+000-319+464 IZQ				1.728	465	89						
<b>PROMEDIO</b>				<b>1.743</b>	<b>467</b>	<b>95</b>						

**INFORME FINAL**

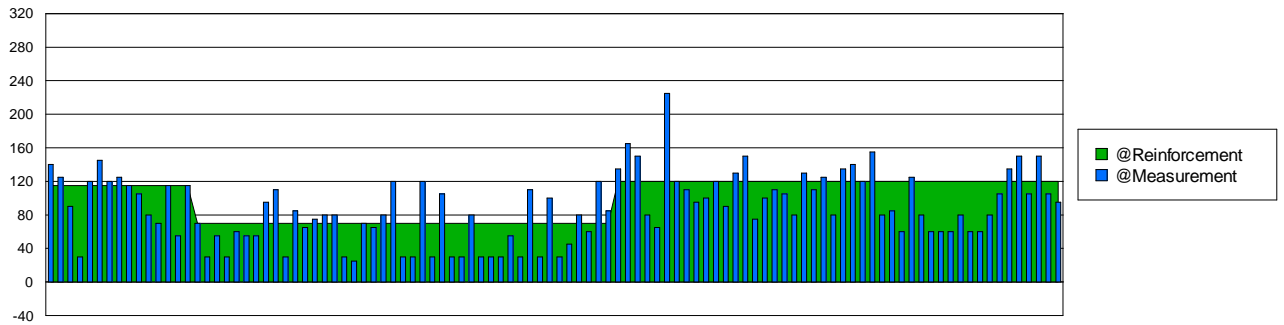
**CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**

**Ruta 21 (Nueva Palmira - Dolores - Mercedes)**

**Tramo 345 - Arroyo Arenal Grande - Dolores (298.4 Km - 319,4 Km)**

**GRAFICO DE REFUERZO Y VIDA RESIDUAL A 20 AÑOS**

<b>PROGRAMA APLICADO</b> ROSY DESING	<b>ABSCISA</b> 298400 - 319400	<b>CARRIL</b> DERECHO	<b>LONGITUD</b> 21000	<b>FECHA</b> 01/02/2012
---	-----------------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------------



Núm. de sección	Desde km.	A km.	Capa nueva (mm)	ESA	Toneladas adicionales
1	298+400	301+300	115	969	98,55
2	301+500	310+100	70	969	1.051,20
3	310+300	319+400	120	969	1.001,93



**INFORME FINAL**

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO											
Ruta 21 (Nueva Palmira - Dolores - Mercedes)											
Tramo 345 - Arroyo Arenal Grande - Dolores (298.4 Km - 319,4 Km)											
Módulo de Administración de Documentos											
RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS, VIDA RESIDUAL Y REFUERZO											
PROGRAMA APLICADO		CARRIL				ABSCISA		LONGITUD		FECHA	
ROSY DESING		IZQUIERDO				298400 - 319400		21000		feb/2012	
ABSCISA	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho	Tráfico	Núm. de seccion	Vida Residual (años)	Refuerzo 20 años
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)		(m)			
298+469	2.159	455	79	2	162	389	7,3	969	1	3	80
298+700	1.571	299	102	2	162	389	7,3	969	1	1	120
298+900	706	185	87	2	162	389	7,3	969	1	0	165
299+100	4.930	450	109	2	162	389	7,3	969	1	9	30
299+300	1.997	256	116	2	162	389	7,3	969	1	1	115
299+500	2.766	198	104	2	162	389	7,3	969	1	1	125
299+700	1.339	451	65	2	162	389	7,3	969	1	2	105
299+900	1.756	249	99	2	162	389	7,3	969	1	1	125
300+100	1.588	352	91	2	162	389	7,3	969	1	1	110
300+300	968	219	106	2	162	389	7,3	969	1	0	150
300+500	814	1.019	79	2	162	389	7,3	969	1	5	60
300+700	1.030	693	85	2	162	389	7,3	969	1	3	85
300+900	884	1.066	84	2	162	389	7,3	969	1	6	55
301+100	4.930	450	102	2	162	389	7,3	969	1	9	30
301+283	4.930	450	84	2	162	389	7,3	969	1	9	30
301+500	4.930	450	99	2	162	389	7,3	969	1	9	30
301+700	4.930	450	112	2	162	389	7,3	969	1	9	30
301+900	4.930	450	92	2	162	389	7,3	969	1	9	30
302+100	838	1.078	82	2	162	389	7,3	969	1	6	55
302+300	1.223	608	81	2	162	389	7,3	969	1	3	85
302+500	973	275	108	2	162	389	7,3	969	1	0	140
302+700	962	1.139	110	2	162	389	7,3	969	1	8	45
302+900	839	829	73	2	162	389	7,3	969	1	3	80
303+100	989	433	60	2	162	389	7,3	969	1	1	120
303+300	974	226	91	2	162	389	7,3	969	1	0	145
303+500	5.097	450	129	2	162	389	7,3	969	1	9	35
303+700	8.415	450	46	3	162	389	7,3	969	1	15	20
303+900	8.415	450	151	2	162	389	7,3	969	1	20	0
304+100	8.415	450	74	2	162	389	7,3	969	1	20	0
304+300	8.415	450	89	2	162	389	7,3	969	1	20	0
304+500	8.415	450	90	2	162	389	7,3	969	1	20	0
304+700	1.622	304	76	2	162	389	7,3	969	1	1	115
304+900	1.141	889	76	2	162	389	7,3	969	1	5	60
305+100	1.503	446	60	2	162	389	7,3	969	1	2	105
305+300	8.415	450	39	3	162	389	7,3	969	1	12	40
305+500	8.415	450	83	2	162	389	7,3	969	1	20	0
305+700	1.561	491	61	2	162	389	7,3	969	1	2	90
305+900	8.415	450	54	3	162	389	7,3	969	1	20	0
306+100	1.680	477	60	2	162	389	7,3	969	1	2	90
306+300	8.415	450	67	2	162	389	7,3	969	1	20	0
306+500	1.412	497	63	2	162	389	7,3	969	1	2	95
306+700	2.341	521	76	2	162	389	7,3	969	1	4	65
306+900	1.384	774	79	2	162	389	7,3	969	1	5	65
307+100	8.415	450	116	2	162	389	7,3	969	1	20	0
307+300	3.043	698	102	2	162	389	7,3	969	1	11	30
307+500	1.707	330	84	2	162	389	7,3	969	1	1	110
307+700	8.173	450	74	2	162	389	7,3	969	1	20	0
307+900	8.173	450	75	2	162	389	7,3	969	1	20	0

**INFORME FINAL**

308+100	1.636	318	92	2	162	389	7,3	969	1	1	115
308+300	1.628	556	70	2	162	389	7,3	969	1	3	80
308+500	2.785	173	84	2	162	389	7,3	969	1	1	135
308+700	1.764	230	79	2	162	389	7,3	969	1	1	125
308+900	1.580	290	93	2	162	389	7,3	969	1	1	120
309+100	8.666	450	75	2	162	389	7,3	969	1	20	0
309+300	1.494	247	80	2	162	389	7,3	969	1	1	130
309+500	2.290	422	108	2	162	389	7,3	969	1	3	80
309+700	1.534	246	84	2	162	389	7,3	969	1	1	130
309+899	8.666	450	90	2	162	389	7,3	969	1	20	0
310+100	6.118	483	326	2	153	399	7,3	969	1	11	30
310+500	2.458	386	62	2	153	399	7,3	969	2	2	90
310+700	1.538	587	67	2	153	399	7,3	969	2	3	90
310+900	1.450	211	60	2	153	399	7,3	969	2	0	150
311+100	8.666	450	188	2	153	399	7,3	969	2	17	10
311+300	2.335	359	79	2	153	399	7,3	969	2	2	100
311+500	1.158	379	49	2	153	399	7,3	969	2	1	145
311+700	3.556	621	95	2	153	399	7,3	969	2	9	40
311+900	1.184	764	66	2	153	399	7,3	969	2	3	80
312+100	2.012	494	68	2	153	399	7,3	969	2	3	85
312+300	2.583	503	74	2	153	399	7,3	969	2	4	70
312+500	1.042	829	67	2	153	399	7,3	969	2	4	80
312+700	3.217	520	80	2	153	399	7,3	969	2	5	55
312+900	1.489	229	76	2	153	399	7,3	969	2	0	140
313+100	2.647	499	74	2	153	399	7,3	969	2	4	70
313+300	1.629	249	121	2	153	399	7,3	969	2	1	135
313+500	2.404	543	75	2	153	399	7,3	969	2	4	70
313+700	849	366	44	2	153	399	7,3	969	2	0	170
313+900	2.121	328	106	2	153	399	7,3	969	2	1	110
314+100	1.403	856	78	2	154	394	7,3	969	2	5	65
314+300	1.626	253	93	2	154	394	7,3	969	2	1	130
314+500	1.963	308	80	2	154	394	7,3	969	2	1	115
314+700	1.324	893	78	2	154	394	7,3	969	2	5	60
314+900	1.647	522	66	2	154	394	7,3	969	2	2	90
315+100	1.948	303	74	2	154	394	7,3	969	2	1	115
315+300	1.463	183	79	1	154	394	7,3	969	2	0	165
315+500	2.083	323	79	2	154	394	7,3	969	2	1	110
315+699	3.749	425	75	2	154	394	7,3	969	2	5	60
315+900	2.800	464	72	2	154	394	7,3	969	2	4	70
316+100	2.505	548	78	2	154	394	7,3	969	2	4	65
316+300	1.537	575	79	2	154	394	7,3	969	2	2	90
316+500	691	886	63	2	154	394	7,3	969	2	3	85
316+700	850	662	69	2	154	394	7,3	969	2	2	100
316+900	3.012	450	188	2	154	394	7,3	969	2	4	70
317+100	895	213	107	2	154	394	7,3	969	2	0	155
317+300	847	860	74	2	154	394	7,3	969	2	3	80
317+500	2.097	638	94	2	154	394	7,3	969	2	4	65
317+700	1.071	665	73	2	154	394	7,3	969	2	2	90
317+900	1.571	382	92	2	154	394	7,3	969	2	1	110
318+100	1.715	252	98	2	154	394	7,3	969	2	1	130
318+300	1.134	274	92	2	154	394	7,3	969	2	0	140
318+500	1.950	477	115	2	154	394	7,3	969	2	2	90
318+700	1.383	253	95	2	154	394	7,3	969	2	0	135
318+900	2.222	282	108	2	154	394	7,3	969	2	1	115
319+100	1.411	245	100	2	154	394	7,3	969	2	0	140
319+300	1.769	354	114	2	154	394	7,3	969	2	1	110
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.924</b>	<b>469</b>	<b>88</b>								
<b>PERCENTIL 85</b>	<b>1.035</b>	<b>253</b>	<b>66</b>								

**INFORME FINAL**

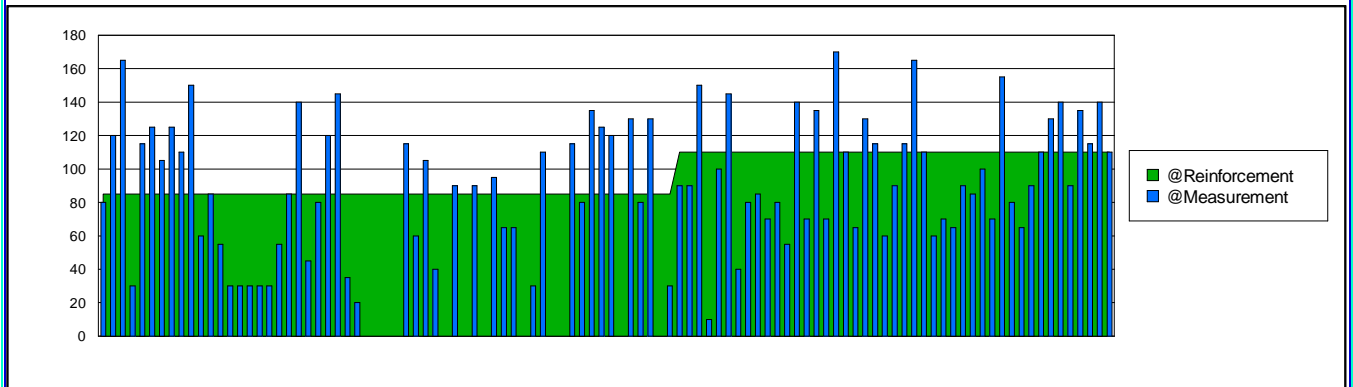
**CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**

**Ruta 21 (Nueva Palmira - Dolores - Mercedes)**

**Tramo 345 - Arroyo Arenal Grande - Dolores (298.4 Km - 319,4 Km)**

**GRAFICO DE REFUERZO Y VIDA RESIDUAL A 20 AÑOS**

PROGRAMA APLICADO	ABSCISA	CARRIL	LONGITUD	FECHA
ROSY DESING	298400 - 319400	IZQUIERDO	21000	01/02/2012



Núm. de sección	Desde km.	A km.	Capa nueva (mm)	ESA	Toneladas adicionales
1	298+400	310+200	85	969	2.357,23
2	310+400	319+400	110	969	1.067,63

**INFORME FINAL**

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO											
Ruta 21 (Nueva Palmira - Dolores - Mercedes)											
Tramo 346 - Dolores - Mercedes (322.0 Km - 357,6 Km)											
Módulo de Administración de Documentos											
RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS, VIDA RESIDUAL Y REFUERZO											
PROGRAMA APLICADO			CARRIL				ABSCISA		LONGITUD		FECHA
ROSYDESING			DERECHO				322000 - 357585		35585		feb/2012
ABSCISA	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho (m)	Tráfico (ESA/DIA)	Núm. de seccion	Vida Residual (años)	Refuerzo 20 años
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)					
322+000	3.961	444	57	2	125	434	7,3	1.910	5	1	125
322+200	3.583	450	32	2	125	434	7,3	1.910	5	1	200
322+400	1.752	237	155	2	125	434	7,3	1.910	5	0	185
322+600	1.358	193	98	2	125	434	7,3	1.910	5	0	220
322+800	2.324	318	172	2	125	434	7,3	1.910	5	0	160
323+001	1.806	252	143	2	125	434	7,3	1.910	5	0	180
323+200	2.603	372	71	2	125	434	7,3	1.910	5	0	145
323+365	10.078	5.798	196	2	125	434	7,3	1.910	5	20	0
323+600	10.111	747	234	2	125	434	7,3	1.910	5	9	35
323+800	4.001	377	132	2	125	434	7,3	1.910	5	1	125
324+000	1.106	154	69	1	125	434	7,3	1.910	5	0	235
324+200	1.337	174	116	2	125	434	7,3	1.910	5	0	225
324+400	1.545	221	100	2	125	434	7,3	1.910	5	0	195
324+600	1.790	243	114	2	125	434	7,3	1.910	5	0	185
324+800	2.420	342	115	2	125	434	7,3	1.910	5	0	155
325+000	2.148	304	125	2	125	434	7,3	1.910	5	0	165
325+200	1.719	248	106	2	125	434	7,3	1.910	5	0	185
325+400	2.951	406	118	2	125	434	7,3	1.910	5	1	135
325+600	1.931	241	154	2	125	434	7,3	1.910	5	0	180
325+800	4.881	333	189	2	125	434	7,3	1.910	5	1	135
326+000	2.545	362	143	2	125	434	7,3	1.910	5	0	150
326+200	1.945	276	123	2	125	434	7,3	1.910	5	0	175
326+400	2.092	360	118	2	125	434	7,3	1.910	5	0	155
326+600	2.957	320	219	2	125	434	7,3	1.910	5	0	150
326+800	3.005	421	174	2	125	434	7,3	1.910	5	1	135
327+000	1.479	170	116	2	120	440	7,3	1.910	5	0	225
327+013	1.351	164	100	2	120	440	7,3	1.910	5	0	230
327+200	2.137	265	149	2	120	440	7,3	1.910	5	0	175
327+400	2.305	280	103	2	120	440	7,3	1.910	5	0	170
327+600	1.793	225	105	2	120	440	7,3	1.910	5	0	190
327+800	1.435	176	94	2	120	440	7,3	1.910	5	0	225
328+000	1.210	188	117	2	120	440	7,3	1.910	5	0	225
328+200	1.763	217	115	2	120	440	7,3	1.910	5	0	210
328+220	1.183	145	79	1	120	440	7,3	1.910	5	0	245
328+400	1.406	176	115	2	120	440	7,3	1.910	5	0	225
328+600	1.952	243	110	2	120	440	7,3	1.910	5	0	185
328+610	2.472	303	125	2	120	440	7,3	1.910	5	0	165
328+800	2.137	266	118	2	120	440	7,3	1.910	5	0	175
329+000	2.422	204	138	2	120	440	7,3	1.910	5	0	200
329+200	1.968	224	137	2	120	440	7,3	1.910	5	0	205
329+400	1.680	192	116	2	120	440	7,3	1.910	5	0	215
329+600	1.968	187	119	2	120	440	7,3	1.910	5	0	215
329+800	2.490	243	151	2	120	440	7,3	1.910	5	0	190
330+000	1.883	225	130	2	120	440	7,3	1.910	5	0	190
330+200	1.535	133	71	1	120	440	7,3	1.910	5	0	245
330+400	4.332	381	101	2	120	440	7,3	1.910	5	1	125
330+600	2.676	252	130	2	122	437	7,3	1.910	5	0	185
330+800	3.094	275	160	2	122	437	7,3	1.910	5	0	160

**INFORME FINAL**

331+000	2.531	257	164	2	122	437	7,3	1.910	5	0	170
331+201	3.389	310	131	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
331+400	5.158	478	225	2	122	437	7,3	1.910	5	1	100
331+600	3.997	370	173	2	122	437	7,3	1.910	5	1	130
331+800	5.397	503	96	2	122	437	7,3	1.910	5	2	95
332+000	3.639	336	113	2	122	437	7,3	1.910	5	0	140
332+200	3.045	285	131	2	122	437	7,3	1.910	5	0	160
332+400	2.955	277	99	2	122	437	7,3	1.910	5	0	160
332+600	4.710	441	183	2	122	437	7,3	1.910	5	1	110
332+800	2.670	250	111	2	122	437	7,3	1.910	5	0	185
333+000	2.418	225	115	2	122	437	7,3	1.910	5	0	195
333+200	3.789	362	226	2	122	437	7,3	1.910	5	1	135
333+400	3.206	303	116	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
333+600	2.901	266	144	2	122	437	7,3	1.910	5	0	165
333+800	4.764	440	191	2	122	437	7,3	1.910	5	1	110
334+000	4.277	399	199	2	122	437	7,3	1.910	5	1	120
334+200	2.300	216	103	2	122	437	7,3	1.910	5	0	200
334+400	3.010	291	184	2	122	437	7,3	1.910	5	0	155
334+600	2.193	218	140	2	122	437	7,3	1.910	5	0	200
334+800	4.279	398	185	2	122	437	7,3	1.910	5	1	120
335+000	3.550	333	115	2	122	437	7,3	1.910	5	0	140
335+200	2.493	230	98	2	122	437	7,3	1.910	5	0	190
335+400	3.742	349	119	2	122	437	7,3	1.910	5	1	135
335+600	3.040	282	106	2	122	437	7,3	1.910	5	0	160
335+800	2.488	233	118	2	122	437	7,3	1.910	5	0	190
336+000	3.374	317	114	2	122	437	7,3	1.910	5	0	145
336+200	4.269	397	160	2	122	437	7,3	1.910	5	1	120
336+400	4.654	430	233	2	122	437	7,3	1.910	5	1	115
336+600	2.483	232	142	2	122	437	7,3	1.910	5	0	190
336+801	1.725	450	109	2	122	437	7,3	1.910	5	0	155
337+000	1.966	292	124	2	122	437	7,3	1.910	5	0	175
337+200	3.149	450	226	2	122	437	7,3	1.910	5	1	130
337+400	3.020	450	147	2	122	437	7,3	1.910	5	1	135
337+600	2.517	450	169	2	122	437	7,3	1.910	5	1	140
337+800	2.048	377	236	2	122	437	7,3	1.910	5	0	160
338+000	2.018	438	116	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
338+200	2.317	400	156	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
338+400	2.418	443	114	2	122	437	7,3	1.910	5	1	145
338+600	2.892	411	183	2	122	437	7,3	1.910	5	1	140
338+800	2.443	374	165	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
339+000	1.643	342	122	2	122	437	7,3	1.910	5	0	170
339+200	1.352	281	100	2	122	437	7,3	1.910	5	0	185
339+400	1.938	449	85	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
339+600	1.090	233	149	2	122	437	7,3	1.910	5	0	200
339+800	1.336	285	97	2	122	437	7,3	1.910	5	0	185
340+000	1.482	279	107	2	122	437	7,3	1.910	5	0	185
340+200	1.723	552	95	2	122	437	7,3	1.910	5	1	140
340+400	1.474	320	115	2	122	437	7,3	1.910	5	0	175

**INFORME FINAL**

331+000	2.531	257	164	2	122	437	7,3	1.910	5	0	170
331+201	3.389	310	131	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
331+400	5.158	478	225	2	122	437	7,3	1.910	5	1	100
331+600	3.997	370	173	2	122	437	7,3	1.910	5	1	130
331+800	5.397	503	96	2	122	437	7,3	1.910	5	2	95
332+000	3.639	336	113	2	122	437	7,3	1.910	5	0	140
332+200	3.045	285	131	2	122	437	7,3	1.910	5	0	160
332+400	2.955	277	99	2	122	437	7,3	1.910	5	0	160
332+600	4.710	441	183	2	122	437	7,3	1.910	5	1	110
332+800	2.670	250	111	2	122	437	7,3	1.910	5	0	185
333+000	2.418	225	115	2	122	437	7,3	1.910	5	0	195
333+200	3.789	362	226	2	122	437	7,3	1.910	5	1	135
333+400	3.206	303	116	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
333+600	2.901	266	144	2	122	437	7,3	1.910	5	0	165
333+800	4.764	440	191	2	122	437	7,3	1.910	5	1	110
334+000	4.277	399	199	2	122	437	7,3	1.910	5	1	120
334+200	2.300	216	103	2	122	437	7,3	1.910	5	0	200
334+400	3.010	291	184	2	122	437	7,3	1.910	5	0	155
334+600	2.193	218	140	2	122	437	7,3	1.910	5	0	200
334+800	4.279	398	185	2	122	437	7,3	1.910	5	1	120
335+000	3.550	333	115	2	122	437	7,3	1.910	5	0	140
335+200	2.493	230	98	2	122	437	7,3	1.910	5	0	190
335+400	3.742	349	119	2	122	437	7,3	1.910	5	1	135
335+600	3.040	282	106	2	122	437	7,3	1.910	5	0	160
335+800	2.488	233	118	2	122	437	7,3	1.910	5	0	190
336+000	3.374	317	114	2	122	437	7,3	1.910	5	0	145
336+200	4.269	397	160	2	122	437	7,3	1.910	5	1	120
336+400	4.654	430	233	2	122	437	7,3	1.910	5	1	115
336+600	2.483	232	142	2	122	437	7,3	1.910	5	0	190
336+801	1.725	450	109	2	122	437	7,3	1.910	5	0	155
337+000	1.966	292	124	2	122	437	7,3	1.910	5	0	175
337+200	3.149	450	226	2	122	437	7,3	1.910	5	1	130
337+400	3.020	450	147	2	122	437	7,3	1.910	5	1	135
337+600	2.517	450	169	2	122	437	7,3	1.910	5	1	140
337+800	2.048	377	236	2	122	437	7,3	1.910	5	0	160
338+000	2.018	438	116	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
338+200	2.317	400	156	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
338+400	2.418	443	114	2	122	437	7,3	1.910	5	1	145
338+600	2.892	411	183	2	122	437	7,3	1.910	5	1	140
338+800	2.443	374	165	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
339+000	1.643	342	122	2	122	437	7,3	1.910	5	0	170
339+200	1.352	281	100	2	122	437	7,3	1.910	5	0	185
339+400	1.938	449	85	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
339+600	1.090	233	149	2	122	437	7,3	1.910	5	0	200
339+800	1.336	285	97	2	122	437	7,3	1.910	5	0	185
340+000	1.482	279	107	2	122	437	7,3	1.910	5	0	185
340+200	1.723	552	95	2	122	437	7,3	1.910	5	1	140
340+400	1.474	320	115	2	122	437	7,3	1.910	5	0	175

**INFORME FINAL**

340+600	1.560	456	80	2	122	437	7,3	1.910	5	0	155
340+800	1.160	252	108	2	122	437	7,3	1.910	5	0	195
341+000	1.653	354	128	2	122	437	7,3	1.910	5	0	170
341+200	807	80	168	1	122	437	7,3	1.910	5	0	305
341+399	987	222	104	2	122	437	7,3	1.910	5	0	205
341+600	1.428	262	122	2	122	437	7,3	1.910	5	0	190
341+800	3.149	450	72	2	122	437	7,3	1.910	5	1	130
342+000	1.201	257	116	2	122	437	7,3	1.910	5	0	195
342+200	1.669	367	136	2	122	437	7,3	1.910	5	0	165
342+400	1.900	419	133	2	122	437	7,3	1.910	5	0	155
342+600	307	927	90	2	122	437	7,3	1.910	5	1	135
342+800	1.669	361	111	2	122	437	7,3	1.910	5	0	165
342+999	1.898	419	126	2	122	437	7,3	1.910	5	0	155
343+200	479	763	84	2	122	437	7,3	1.910	5	1	145
343+400	1.400	303	120	2	122	437	7,3	1.910	5	0	180
343+600	1.523	332	107	2	122	437	7,3	1.910	5	0	175
343+800	1.629	353	121	2	122	437	7,3	1.910	5	0	170
344+000	1.758	383	109	2	122	437	7,3	1.910	5	0	160
344+200	2.360	389	133	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
344+400	2.370	401	141	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
344+600	1.010	219	127	2	122	437	7,3	1.910	5	0	205
344+800	1.457	312	120	2	122	437	7,3	1.910	5	0	180
345+000	4.199	469	217	2	122	437	7,3	1.910	5	1	115
345+200	1.222	269	100	2	122	437	7,3	1.910	5	0	190
345+400	2.467	438	146	2	122	437	7,3	1.910	5	1	145
345+600	2.459	434	136	2	122	437	7,3	1.910	5	1	145
345+800	2.231	394	111	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
346+000	2.307	450	84	2	122	437	7,3	1.910	5	1	145
346+200	2.322	418	144	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
346+400	1.419	252	105	2	122	437	7,3	1.910	5	0	190
346+600	1.785	329	147	2	122	437	7,3	1.910	5	0	170
346+800	2.232	398	158	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
347+000	2.088	374	105	2	122	437	7,3	1.910	5	0	155
347+200	2.352	381	240	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
347+400	1.751	86	4.665	2	122	437	7,3	1.910	5	0	280
347+600	2.249	392	255	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
347+800	3.830	450	93	2	122	437	7,3	1.910	5	1	120
348+000	3.633	423	500	2	122	437	7,3	1.910	5	1	125
348+200	2.091	372	126	2	122	437	7,3	1.910	5	0	160
348+400	1.398	246	107	2	122	437	7,3	1.910	5	0	190
348+600	1.341	179	118	2	119	466	7,3	1.910	5	0	225
348+800	1.097	181	124	2	119	466	7,3	1.910	5	0	230
349+000	920	142	100	2	119	466	7,3	1.910	5	0	250
349+200	1.599	235	180	2	119	466	7,3	1.910	5	0	195
349+400	1.337	227	164	2	119	466	7,3	1.910	5	0	200
349+600	1.423	233	133	2	119	466	7,3	1.910	5	0	195
349+800	1.120	180	105	2	119	466	7,3	1.910	5	0	230
350+000	658	137	96	2	119	466	7,3	1.910	5	0	260

**INFORME FINAL**

350+200	1.001	217	141	2	119	466	7,3	1.910	5	0	205
350+400	1.318	221	117	2	119	466	7,3	1.910	5	0	200
350+600	216	692	77	2	119	466	7,3	1.910	5	0	160
350+800	1.473	235	123	2	119	466	7,3	1.910	5	0	195
351+000	2.196	268	136	2	119	466	7,3	1.910	5	0	175
351+200	1.764	303	218	2	119	466	7,3	1.910	5	0	175
351+400	2.633	220	169	2	119	466	7,3	1.910	5	0	195
351+600	1.252	206	153	2	119	466	7,3	1.910	5	0	205
351+800	3.745	412	182	2	119	466	7,3	1.910	5	1	130
352+000	3.830	450	232	2	119	466	7,3	1.910	5	1	125
352+200	1.709	271	204	2	119	466	7,3	1.910	5	0	185
352+400	4.943	818	154	2	119	466	7,3	1.910	5	4	70
352+600	1.783	292	190	2	119	466	7,3	1.910	5	0	180
352+800	1.658	248	161	2	119	466	7,3	1.910	5	0	190
353+000	1.140	188	104	2	119	466	7,3	1.910	5	0	230
353+200	2.625	457	100	2	119	466	7,3	1.910	5	1	140
353+400	989	162	87	2	119	466	7,3	1.910	5	0	240
353+600	1.003	164	71	2	119	466	7,3	1.910	5	0	235
353+800	879	388	66	2	119	466	7,3	1.910	5	0	180
354+000	731	468	71	2	119	466	7,3	1.910	5	0	170
354+200	1.320	192	88	2	119	466	7,3	1.910	5	0	225
354+400	1.841	305	117	2	119	466	7,3	1.910	5	0	175
354+600	1.784	76	922	1	119	466	7,3	1.910	5	0	295
354+800	702	462	72	2	119	466	7,3	1.910	5	0	170
355+000	2.064	449	92	2	119	466	7,3	1.910	5	0	150
355+200	1.766	286	139	2	119	466	7,3	1.910	5	0	180
355+400	1.730	404	81	2	119	466	7,3	1.910	5	0	160
355+519	2.142	356	160	2	119	466	7,3	1.910	5	0	160
355+800	1.960	206	123	2	119	466	7,3	1.910	6	0	210
356+000	2.424	261	150	2	119	466	7,3	1.910	6	0	175
356+200	2.865	300	123	2	119	466	7,3	1.910	6	0	160
356+400	2.881	311	138	2	119	466	7,3	1.910	6	0	160
356+600	6.310	480	270	2	119	466	7,3	1.910	6	2	90
356+800	3.142	331	127	2	119	466	7,3	1.910	6	0	150
357+000	688	118	76	2	119	466	7,3	1.910	6	0	270
357+200	454	107	63	2	119	466	7,3	1.910	6	0	285
357+400	959	158	58	2	119	466	7,3	1.910	6	0	240
357+585	1.296	137	78	1	119	466	5,0	1.910	6	0	250
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.308</b>	<b>348</b>	<b>162</b>								
<b>PERCENTIL 85</b>	<b>1.259</b>	<b>195</b>	<b>95</b>								

Tramo 346. Sección 1.	E1 (CA) MPa	E2 (CG) MPa	E3 (SR) MPa	NOMENCLATURA	
322+000-327+000 DER	3.038	544	131	CA:	CARPETA ASFALTICA
322+000-327+000 IZQ	2.498	438	119	CG:	CAPA GRANULAR
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.768</b>	<b>491</b>	<b>125</b>	SR:	SUBRASANTE
				H1:	ESPEJOR CAPA ASFALTICA
				H2:	ESPEJOR CAPA GRANULAR
Tramo 346. Sección 2.	E1 (CA) MPa	E2 (CG) MPa	E3 (SR) MPa		
327+000-330+500 DER	1.948	219	115		
327+000-330+500 IZQ	1.090	206	112		
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.519</b>	<b>213</b>	<b>113</b>		
Tramo 346. Sección 3.	E1 (CA) MPa	E2 (CG) MPa	E3 (SR) MPa		
330+500-348+500 DER	2.449	356	190		
330+500-348+500 IZQ	1.694	353	139		
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.072</b>	<b>355</b>	<b>165</b>		
Tramo 346. Sección 4.	E1 (CA) MPa	E2 (CG) MPa	E3 (SR) MPa		
348+500-357+585 DER	1.798	286	145		
348+500-357+585 IZQ	1.367	274	111		
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.583</b>	<b>280</b>	<b>128</b>		



**INFORME FINAL**

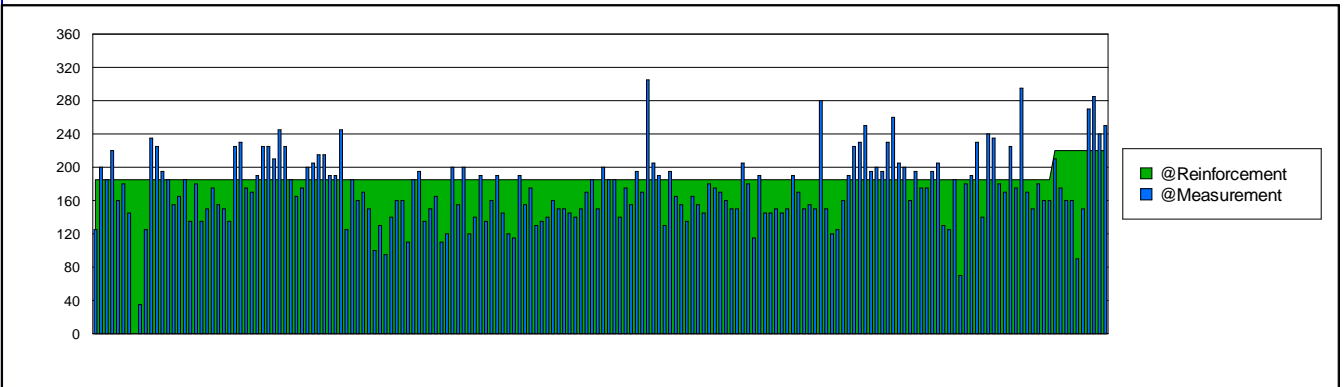
**CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**

**Ruta 21 (Nueva Palmira - Dolores - Mercedes)**

**Tramo 346 - Dolores - Mercedes (322.0 Km - 357,6 Km)**

**GRAFICO DE REFUERZO Y VIDA RESIDUAL A 20 AÑOS**

<b>PROGRAMA APLICADO</b> ROSY DESING	<b>ABSCISA</b> 322000 - 357585	<b>CARRIL</b> DERECHO	<b>LONGITUD</b> 35585	<b>FECHA</b> 01/02/2012
---	-----------------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------------



Núm. de sección	Desde km.	A km.	Capa nueva (mm)	ESA	Toneladas adicionales
1	322+000	355+578	185	1.910	4.011,31
2	355+700	357+585	220	1.910	381,72

**INFORME FINAL**

Client: **CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO** 

# ROAD EVALUATION REPORT

Default values				Date	16-02-2012		
Design period:	20	Years	Points viewed	40	Temperature Corrections for polynomia		
Design temp.:	25,00	°C	Band width	2,5	5. order	0.000002965	
Poissons ratio:	0,35		Std. dev. factor	5	4. order	-0.0000223430	
Annual traffic growth	3,2	%	Std. axle load	13,0	T	3. order	0.0005966400
Min. thickness 1. layer	55	mm	Reinforcement interval	5	mm	2. order	-0.0067109000
Contact press.:	0,707	MPa	Min reinforcement	0	mm	1. order	0.0477460000
Load radius:	150	mm	Extra reinforcement	33	%	0. order	0.4993730000
Impact factor:	1,20		Section alignment	50	m	Reference temperature	25 °C
Seas. factor :	1,00		Automatic Sectioning	250	m	Temperature range	5 to 40 °C

\* - after remarks indicates that the point has been calculated as a 2-layer system and that the thickness and E values of 1st and 2nd layers are identical when calculating the new overlay needed in the point in question, the calculation is done for a 3 layer system.

			Allowable strain in bound layer	
E-module for reinforment >= 100 mm:	3.000	MPa	$T = 10^{(3.53 * (1 - \text{Log}(N) / 20.11))}$	
E-module for reinforment < 100 mm:	2.000	MPa		
B=Block cracking			Allowable stress on unbound layer with E-values <= 160 MPa	
R=Rutting			$T = 10^{(-0.31 * \text{Log}(N) + 1.16 * \text{Log}(Ex) + -1.64)}$	
			and with E-values > 160 MPa	
			$T = 10^{(-0.31 * \text{Log}(N) + 0.98 * \text{Log}(Ex) + -1.23)}$	
			(Ex = E-module, N = Total traffic load (SA) in the design period)	

**INFORME FINAL**

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO											
Ruta 21 (Nueva Palmira - Dolores - Mercedes)											
Tramo 346 - Dolores - Mercedes (322.0 Km - 357,6 Km)											
Módulo de Administración de Documentos											
RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS, VIDA RESIDUAL Y REFUERZO											
PROGRAMA APLICADO			CARRIL				ABSCISA		LONGITUD		FECHA
ROSY DESING			IZQUIERDO				322000 - 357585		35585		feb/2012
ABSCISA	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho	Tráfico	Núm. de seccion	Vida Residual (años)	Refuerzo 20 años
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)					
322+100	751	166	89	2	125	434	7,3	1.910	1	0	235
322+300	3.237	394	213	2	125	434	7,3	1.910	1	1	135
322+500	3.008	371	108	2	125	434	7,3	1.910	1	1	140
322+700	2.231	290	125	2	125	434	7,3	1.910	1	0	165
322+900	1.834	270	154	2	125	434	7,3	1.910	1	0	175
323+100	2.991	314	91	2	125	434	7,3	1.910	1	0	150
323+300	5.668	450	58	2	125	434	7,3	1.910	1	2	100
323+556	6.389	3.381	201	2	125	434	7,3	1.910	2	20	0
323+700	8.673	461	136	2	125	434	7,3	1.910	2	3	75
323+900	831	169	69	2	125	434	7,3	1.910	2	0	235
324+100	852	174	98	2	125	434	7,3	1.910	2	0	235
324+300	857	174	94	2	125	434	7,3	1.910	2	0	235
324+500	1.993	295	129	2	125	434	7,3	1.910	2	0	170
324+700	2.035	293	126	2	125	434	7,3	1.910	2	0	170
324+900	1.100	223	96	2	125	434	7,3	1.910	2	0	200
325+100	2.640	371	114	2	125	434	7,3	1.910	2	0	145
325+300	797	149	88	2	125	434	7,3	1.910	2	0	245
325+500	1.919	463	84	2	125	434	7,3	1.910	2	1	145
325+700	1.913	257	106	2	125	434	7,3	1.910	2	0	180
325+900	1.776	331	114	2	125	434	7,3	1.910	2	0	165
326+100	1.859	380	163	2	125	434	7,3	1.910	2	0	160
326+351	3.592	450	87	2	125	434	7,3	1.910	3	1	120
326+500	2.177	443	157	2	125	434	7,3	1.910	3	1	145
326+700	1.999	416	144	2	125	434	7,3	1.910	3	0	150
326+900	1.319	268	131	2	125	434	7,3	1.910	3	0	185
327+100	1.190	199	136	2	120	440	7,3	1.910	3	0	225
327+300	1.118	200	125	2	120	440	7,3	1.910	3	0	225
327+500	1.214	217	101	2	120	440	7,3	1.910	3	0	205
327+700	1.046	188	90	2	120	440	7,3	1.910	3	0	230
327+900	957	210	122	2	120	440	7,3	1.910	3	0	210
328+100	544	82	115	1	120	440	7,3	1.910	3	0	305
328+300	790	197	119	2	120	440	7,3	1.910	3	0	215
328+500	760	136	91	2	120	440	7,3	1.910	3	0	255
328+700	934	168	110	2	120	440	7,3	1.910	3	0	235
328+900	1.026	201	130	2	120	440	7,3	1.910	3	0	210
329+100	1.373	240	154	2	120	440	7,3	1.910	3	0	195
329+300	1.287	227	153	2	120	440	7,3	1.910	3	0	200
329+500	851	147	100	2	120	440	7,3	1.910	3	0	250
329+700	1.003	178	98	2	120	440	7,3	1.910	3	0	230
329+900	1.041	185	117	2	120	440	7,3	1.910	3	0	230
330+100	949	162	88	2	120	440	7,3	1.910	3	0	240
330+300	1.664	425	74	2	120	440	7,3	1.910	3	0	160
330+370	1.877	339	93	2	120	440	7,3	1.910	3	0	170
330+700	3.592	450	93	2	122	437	7,3	1.910	4	1	125
330+900	754	63	162	1	122	437	7,3	1.910	4	0	305
331+100	978	184	117	2	122	437	7,3	1.910	4	0	230
331+300	2.168	408	228	2	122	437	7,3	1.910	4	0	150
331+500	2.368	450	173	2	122	437	7,3	1.910	4	1	145

**INFORME FINAL**

331+700	1.343	256	104	2	122	437	7,3	1.910	4	0	190
331+900	422	652	75	2	122	437	7,3	1.910	4	0	155
332+100	2.217	418	165	2	122	437	7,3	1.910	4	0	150
332+300	2.526	450	129	2	122	437	7,3	1.910	4	1	140
332+500	2.639	450	179	2	122	437	7,3	1.910	4	1	140
332+700	1.081	230	135	2	122	437	7,3	1.910	4	0	200
332+900	1.842	398	122	2	122	437	7,3	1.910	4	0	160
333+100	3.239	471	153	2	122	437	7,3	1.910	4	1	125
333+300	2.054	443	128	2	122	437	7,3	1.910	4	0	150
333+500	1.918	416	139	2	122	437	7,3	1.910	4	0	155
333+700	1.206	281	101	2	122	437	7,3	1.910	4	0	190
333+900	1.198	259	103	2	122	437	7,3	1.910	4	0	190
334+100	1.471	318	125	2	122	437	7,3	1.910	4	0	175
334+300	1.691	362	113	2	122	437	7,3	1.910	4	0	165
334+500	938	240	142	2	122	437	7,3	1.910	4	0	200
334+700	2.197	450	162	2	122	437	7,3	1.910	4	1	145
334+900	1.607	345	128	2	122	437	7,3	1.910	4	0	170
335+100	923	200	104	2	122	437	7,3	1.910	4	0	210
335+300	1.616	345	106	2	122	437	7,3	1.910	4	0	170
335+500	2.034	435	113	2	122	437	7,3	1.910	4	0	150
335+700	1.805	384	102	2	122	437	7,3	1.910	4	0	160
335+900	2.030	438	117	2	122	437	7,3	1.910	4	0	150
336+100	2.197	450	133	2	122	437	7,3	1.910	4	1	145
336+300	1.084	229	85	2	122	437	7,3	1.910	4	0	200
336+500	2.402	450	178	2	122	437	7,3	1.910	4	1	140
336+700	1.305	280	133	2	122	437	7,3	1.910	4	0	185
336+900	1.791	378	132	2	122	437	7,3	1.910	4	0	160
337+100	1.792	314	177	2	122	437	7,3	1.910	4	0	170
337+299	2.396	381	227	2	122	437	7,3	1.910	4	0	150
337+500	2.081	444	204	2	122	437	7,3	1.910	4	0	150
337+700	1.494	323	114	2	122	437	7,3	1.910	4	0	175
337+900	3.192	450	100	2	122	437	7,3	1.910	4	1	130
338+100	2.007	431	171	2	122	437	7,3	1.910	4	0	150
338+300	2.853	450	141	2	122	437	7,3	1.910	4	1	135
338+500	1.374	291	103	2	122	437	7,3	1.910	4	0	185
338+700	1.331	270	170	2	122	437	7,3	1.910	4	0	190
338+900	1.188	249	137	2	122	437	7,3	1.910	4	0	195
339+100	1.188	251	110	2	122	437	7,3	1.910	4	0	195
339+300	1.642	346	124	2	122	437	7,3	1.910	4	0	170
339+500	1.164	217	118	2	122	437	7,3	1.910	4	0	200
339+700	2.113	454	120	2	122	437	7,3	1.910	4	1	145
339+900	1.455	313	110	2	122	437	7,3	1.910	4	0	180
340+100	1.283	281	120	2	122	437	7,3	1.910	4	0	185
340+225	3.192	450	86	2	122	437	7,3	1.910	4	1	130
340+500	1.922	416	102	2	122	437	7,3	1.910	5	0	155
340+700	1.216	210	128	2	122	437	7,3	1.910	5	0	205
340+900	990	206	100	2	122	437	7,3	1.910	5	0	210
341+100	978	204	129	2	122	437	7,3	1.910	5	0	210

**INFORME FINAL**

341+300	855	82	153	1	122	437	7,3	1.910	5	0	300
341+500	1.003	224	137	2	122	437	7,3	1.910	5	0	205
341+700	1.696	366	111	2	122	437	7,3	1.910	5	0	165
341+900	1.229	279	123	2	122	437	7,3	1.910	5	0	190
342+100	1.235	272	102	2	122	437	7,3	1.910	5	0	190
342+300	3.112	500	206	2	122	437	7,3	1.910	5	1	125
342+500	956	209	98	2	122	437	7,3	1.910	5	0	210
342+700	1.215	566	87	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
342+900	1.006	523	80	2	122	437	7,3	1.910	5	0	160
343+100	1.213	265	100	2	122	437	7,3	1.910	5	0	190
343+300	373	821	72	2	122	437	7,3	1.910	5	1	145
343+500	2.009	542	98	2	122	437	7,3	1.910	5	1	140
343+700	1.886	390	174	2	122	437	7,3	1.910	5	0	160
343+900	943	204	122	2	122	437	7,3	1.910	5	0	210
344+100	1.694	535	93	2	122	437	7,3	1.910	5	1	145
344+300	2.371	450	153	2	122	437	7,3	1.910	5	1	145
344+500	2.067	450	123	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
344+700	1.293	79	862	1	122	437	7,3	1.910	5	0	295
344+900	4.102	417	188	2	122	437	7,3	1.910	5	1	120
345+100	1.319	292	93	2	122	437	7,3	1.910	5	0	185
345+300	826	180	97	2	122	437	7,3	1.910	5	0	235
345+500	3.163	569	143	2	122	437	7,3	1.910	5	1	115
345+700	1.640	358	100	2	122	437	7,3	1.910	5	0	165
345+900	1.334	296	118	2	122	437	7,3	1.910	5	0	185
346+100	2.017	450	164	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
346+300	1.941	366	142	2	122	437	7,3	1.910	5	0	160
346+500	1.327	294	117	2	122	437	7,3	1.910	5	0	185
346+700	1.355	294	131	2	122	437	7,3	1.910	5	0	185
346+900	1.078	237	114	2	122	437	7,3	1.910	5	0	200
347+100	1.503	331	105	2	122	437	7,3	1.910	5	0	175
347+300	1.142	252	124	2	122	437	7,3	1.910	5	0	195
347+499	1.966	434	183	2	122	437	7,3	1.910	5	0	150
347+700	768	169	92	2	122	437	7,3	1.910	5	0	240
347+900	1.640	357	193	2	122	437	7,3	1.910	5	0	170
348+100	1.884	404	173	2	122	437	7,3	1.910	5	0	155
348+300	2.146	398	220	2	122	437	7,3	1.910	5	0	155
348+500	1.210	246	177	2	119	466	7,3	1.910	5	0	195
348+682	762	155	104	2	119	466	7,3	1.910	5	0	245
348+900	732	141	107	2	119	466	7,3	1.910	5	0	255
349+100	888	228	150	2	119	466	7,3	1.910	5	0	205
349+300	737	184	127	2	119	466	7,3	1.910	5	0	235
349+490	762	196	129	2	119	466	7,3	1.910	5	0	215
349+688	590	83	187	1	119	466	7,3	1.910	5	0	305
349+900	646	187	109	2	119	466	7,3	1.910	5	0	235
350+100	623	187	116	2	119	466	7,3	1.910	5	0	220
350+300	974	229	161	2	119	466	7,3	1.910	5	0	205
350+500	471	163	105	2	119	466	7,3	1.910	5	0	245
350+700	1.110	212	133	2	119	466	7,3	1.910	5	0	205

**INFORME FINAL**

350+900	659	140	99	2	119	466	7,3	1.910	5	0	255
351+100	661	160	114	2	119	466	7,3	1.910	5	0	245
351+300	628	134	90	2	119	466	7,3	1.910	5	0	260
351+500	608	150	107	2	119	466	7,3	1.910	5	0	250
351+700	632	134	77	2	119	466	7,3	1.910	5	0	260
351+900	685	147	110	2	119	466	7,3	1.910	5	0	250
352+100	720	173	126	2	119	466	7,3	1.910	5	0	240
352+300	1.792	346	147	2	119	466	7,3	1.910	5	0	170
352+500	1.645	231	185	2	119	466	7,3	1.910	5	0	195
352+699	1.079	231	160	2	119	466	7,3	1.910	5	0	205
352+900	1.052	224	128	2	119	466	7,3	1.910	5	0	205
353+100	1.070	196	98	2	119	466	7,3	1.910	5	0	225
353+300	575	395	64	2	119	466	7,3	1.910	5	0	185
353+500	295	504	69	2	119	466	7,3	1.910	5	0	175
353+700	1.181	440	83	2	119	466	7,3	1.910	5	0	165
353+900	961	484	85	2	119	466	7,3	1.910	5	0	165
354+100	204	509	64	2	119	466	7,3	1.910	5	0	175
354+300	1.168	252	113	2	119	466	7,3	1.910	5	0	195
354+500	2.959	450	88	2	119	466	7,3	1.910	5	1	135
354+680	542	562	85	2	119	466	7,3	1.910	5	0	165
354+900	1.654	346	129	2	119	466	7,3	1.910	5	0	170
355+100	1.557	336	122	2	119	466	7,3	1.910	5	0	175
355+300	2.768	251	174	2	119	466	7,3	1.910	5	0	185
355+500	4.818	481	96	2	119	466	7,3	1.910	5	1	110
355+700	1.635	236	95	2	119	466	7,3	1.910	5	0	190
355+900	2.527	185	109	2	119	466	7,3	1.910	5	0	205
356+100	3.102	229	117	2	119	466	7,3	1.910	5	0	185
356+300	4.525	334	124	2	119	466	7,3	1.910	5	1	130
356+500	2.490	244	165	2	119	466	7,3	1.910	5	0	190
356+700	2.983	293	193	2	119	466	7,3	1.910	5	0	160
356+900	1.637	377	65	2	119	466	7,3	1.910	5	0	165
357+100	951	110	78	1	119	466	7,3	1.910	5	0	275
357+300	772	300	45	2	119	466	7,3	1.910	5	0	220
357+490	5.019	456	59	2	119	466	7,3	1.910	5	1	110
357+499	466	515	56	2	119	466	7,3	1.910	5	0	170
357+500	390	527	55	2	119	466	7,3	1.910	5	0	170
357+585	1.083	157	57	2	119	466	5,0	1.910	6	0	240
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.657</b>	<b>329</b>	<b>126</b>								
<b>PERCENTIL</b>											
<b>85</b>	<b>768</b>	<b>178</b>	<b>88</b>								

**INFORME FINAL**

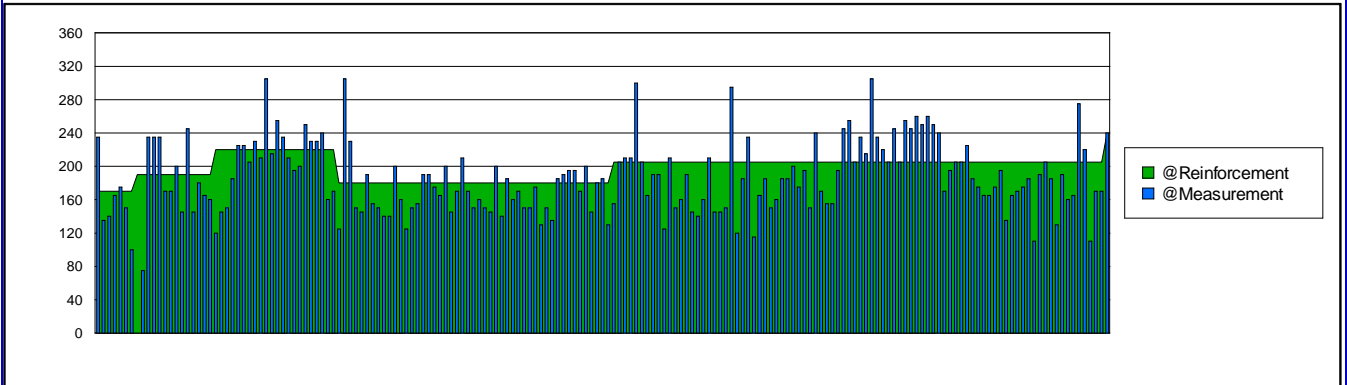
**CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**

**Ruta 21 (Nueva Palmira - Dolores - Mercedes)**

**Tramo 346 - Dolores - Mercedes (322.0 Km - 357,6 Km)**

**GRAFICO DE REFUERZO Y VIDA RESIDUAL A 20 AÑOS**

<b>PROGRAMA APLICADO</b> ROSY DESING	<b>ABSCISA</b> 322000 - 357585	<b>CARRIL</b> IZQUIERDO	<b>LONGITUD</b> 35585	<b>FECHA</b> 01/02/2012
---	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------	----------------------------



Núm. de sección	Desde km.	A km.	Capa nueva (mm)	ESA	Toneladas adicionales
1	322+000	323+400	170	1.910	213,53
2	323+484	326+200	190	1.910	624,15
3	326+277	330+405	220	1.910	492,75
4	330+600	340+287	180	1.910	673,43
5	340+400	357+500	205	1.910	3.088,15
6	357+542	357+627	240	1.910	0,00

**INFORME FINAL**

# ROAD EVALUATION REPORT

<b>Default values</b>				<b>Date</b>	16-02-2012	
Design period:	20	Years	Points viewed	40	Temperature Corrections for polynomia	
Design temp.:	25,00	°C	Band width	2,5	5. order	0.000002965
Poissons ratio:	0,35		Std. dev. factor	5	4. order	-0.0000223430
Annual traffic growth	3,2	%	Std. axle load	13,0	3. order	0.0005966400
Min. thickness 1. layer	55	mm	Reinforcement interval	5	2. order	-0.0067109000
Contact press.:	0,707	MPa	M in reinforcement	0	1. order	0.0477460000
Load radius:	150	mm	Extra reinforcement	33	0. order	0.4993730000
Impact factor:	1,20		Section alignment	50		
Seas. factor :	1,00		Automatic Sectioning	250	Reference temperature	25 °C
					Temperature range	5 to 40 °C

\* - after remarks indicates that the point has been calculated as a 2-layer system and that the thickness and E values of 1st and 2nd layers are identical when calculating the new overlay needed in the point in question, the calculation is done for a 3 layer system.

			Allowable strain in bound layer	
E-module for reinforment >= 100 mm:	3.000	MPa	$T = 10^{(3.53 * (1 - \text{Log}(N) / 20.11))}$	
E-module for reinforment < 100 mm:	2.000	MPa		
B=Block cracking			Allowable stress on unbound layer with E-values <= 160 MPa	
R=Rutting			$T = 10^{(-0.31 * \text{Log}(N) + 1.16 * \text{Log}(\text{Ex}) - 1.64)}$	
			and with E-values > 160 MPa	
			$T = 10^{(-0.31 * \text{Log}(N) + 0.98 * \text{Log}(\text{Ex}) - 1.23)}$	
			(Ex = E-module, N = Total traffic load (SA) in the design period)	



**INFORME FINAL**

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO											
Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)											
Tramo 357 - Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin (0.0 Km - 21,6 Km)											
Módulo de Administración de Documentos											
RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS, VIDA RESIDUAL Y REFUERZO											
PROGRAMA APLICADO		CARRIL			TIPO PAVIMENTO		ABSCISA		LONGITUD		FECHA
ROSY DESING		DERECHO			ASFALTO		0 - 21600		21600		feb/2012
ABSCISA	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho (m)	Tráfico ESA/DIA	Núm. de seccion	Vida Residual (años)	Refuerzo 20 años
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)					
2+400	1.026	229	101	2	136	402	7,3	3.628	1	0	220
2+600	1.200	236	134	2	136	402	7,3	3.628	1	0	215
2+800	1.056	250	125	2	136	402	7,3	3.628	1	0	215
3+000	954	260	123	2	136	402	7,3	3.628	1	0	215
3+200	1.795	402	134	2	136	402	7,3	3.628	1	0	175
3+400	1.050	238	111	2	136	402	7,3	3.628	1	0	220
3+600	976	234	127	2	136	402	7,3	3.628	1	0	220
3+800	1.103	242	130	2	136	402	7,3	3.628	1	0	220
4+000	953	208	103	2	136	402	7,3	3.628	1	0	230
4+200	1.235	278	104	2	136	402	7,3	3.628	1	0	205
4+400	1.561	345	133	2	136	402	7,3	3.628	1	0	190
4+600	1.594	341	126	2	136	402	7,3	3.628	1	0	190
4+800	1.565	346	153	2	136	402	7,3	3.628	1	0	190
5+000	990	216	119	2	136	402	7,3	3.628	1	0	225
5+200	1.213	271	96	2	136	402	7,3	3.628	1	0	210
5+400	1.541	250	87	2	136	402	7,3	3.628	1	0	205
5+600	1.418	221	124	2	136	402	7,3	3.628	1	0	215
5+800	1.303	219	108	2	136	402	7,3	3.628	1	0	220
6+000	1.671	267	90	2	136	402	7,3	3.628	1	0	200
6+200	2.106	339	105	2	136	402	7,3	3.628	1	0	180
6+400	1.806	286	97	2	136	402	7,3	3.628	1	0	195
6+600	2.624	422	147	2	136	402	7,3	3.628	1	0	160
6+800	1.913	304	154	2	136	402	7,3	3.628	1	0	190
7+000	1.675	277	113	2	136	402	7,3	3.628	1	0	200
7+203	373	504	51	2	136	402	7,3	3.628	1	0	245
7+400	2.041	326	161	2	136	402	7,3	3.628	1	0	185
7+600	928	305	95	2	136	402	7,3	3.628	1	0	210
7+800	990	274	127	2	136	402	7,3	3.628	1	0	215
8+000	921	296	136	2	136	402	7,3	3.628	1	0	210
8+200	980	240	138	2	136	402	7,3	3.628	1	0	220
8+400	877	292	101	2	136	402	7,3	3.628	1	0	210
8+600	955	304	130	2	136	402	7,3	3.628	1	0	210
8+800	1.328	218	120	2	136	402	7,3	3.628	1	0	220
9+000	1.495	263	130	2	136	402	7,3	3.628	1	0	205
9+200	1.180	188	81	2	136	402	7,3	3.628	1	0	245
9+400	1.760	282	136	2	136	402	7,3	3.628	1	0	195
9+600	1.923	315	162	2	136	402	7,3	3.628	1	0	185
9+800	1.311	218	110	2	136	402	7,3	3.628	1	0	220
10+000	1.248	196	88	2	136	402	7,3	3.628	1	0	245
10+200	1.426	236	84	2	136	402	7,3	3.628	1	0	215
10+400	1.102	189	103	2	136	402	7,3	3.628	1	0	250
10+600	1.532	215	121	2	136	402	7,3	3.628	1	0	215
10+800	1.881	296	149	2	136	402	7,3	3.628	1	0	190
11+000	1.568	249	95	2	136	402	7,3	3.628	1	0	205
11+200	1.839	293	131	2	136	402	7,3	3.628	1	0	195
11+400	1.492	237	118	2	136	402	7,3	3.628	1	0	210
11+600	1.652	266	99	2	136	402	7,3	3.628	1	0	200
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.386</b>	<b>274</b>	<b>117</b>								
<b>PERCENTIL 85</b>	<b>974</b>	<b>218</b>	<b>95</b>								
<b>Tramo 357. Sección 2.</b>				E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)	NOMENCLATURA				
				MPa	MPa	MPa	CA:	CARPETA ASFALTICA			
2+270-11+600 DER				1.386	274	117	CG:	CAPA GRANULAR			
2+270-11+600 IZQ				1.345	383	108	SR:	SUBRASANTE			
<b>PROMEDIO</b>				<b>1.365</b>	<b>329</b>	<b>113</b>	H1:	ESPESOR CAPA ASFALTICA			
							H2:	ESPESOR CAPA GRANULAR			

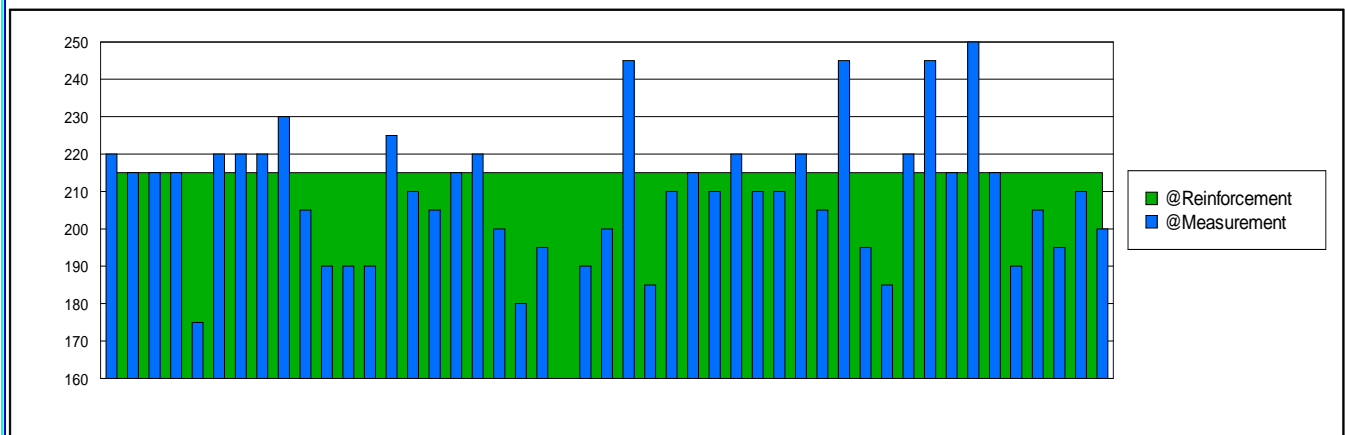
**INFORME FINAL**

**CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**  
**Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)**

Tramo 357 - Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin (0.0 Km - 21,6 Km)

**GRAFICO DE REFUERZO Y VIDA RESIDUAL A 20 AÑOS**

PROGRAMA APLICADO	ABSCISA	CARRIL	LONGITUD	FECHA
ROSY DESING	0 - 21600	DERECHO	21600	01/02/2012



Núm. de sección	Desde km.	A km.	Capa nueva (mm)	ESA	Toneladas adicionales
1	2+300	11+700	215	3.628	410,63



**INFORME FINAL**

**CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**  
**Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)**

**Tramo 357 - Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin (0.0 Km - 21,6 Km)**

**GRAFICO DE REFUERZO Y VIDA RESIDUAL A 20 AÑOS**

PROGRAMA APLICADO	ABSCISA	CARRIL	LONGITUD	FECHA
ROSY DESING	0 - 21600	DERECHO	21600	01/02/2012



Núm. de sección	Desde km.	A km.	Capa nueva (mm)	ESA	Toneladas adicionales
1	0+000	2+200	0	3.628	0,00
2	11+800	21+400	0	3.628	0,00

**INFORME FINAL**

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO											
Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)											
Tramo 357 - Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin (0.0 Km - 21,6 Km)											
Módulo de Administración de Documentos											
RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS, VIDA RESIDUAL Y REFUERZO											
PROGRAMA APLICADO			CARRIL		TIPO PAVIMENTO		ABSCISA		LONGITUD		FECHA
ROSY DESING			IZQUIERDO		ASFALTO		21600 - 0		21600		feb/2012
ABSCISA	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho	Tráfico	Núm. de seccion	Vida Residual (años)	Refuerzo 20 años
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)	(m)	ESA/DIA			
4+725	1.376	276	158	2	136	402	7,3	3.628	1	0	205
4+900	5.127	456	185	2	136	402	7,3	3.628	1	1	115
5+100	1.202	184	126	2	136	402	7,3	3.628	1	0	250
5+300	1.965	315	140	2	136	402	7,3	3.628	1	0	185
5+500	3.179	382	159	2	136	402	7,3	3.628	1	1	155
5+700	1.002	300	99	2	136	402	7,3	3.628	1	0	210
5+900	1.247	264	146	2	136	402	7,3	3.628	1	0	210
6+100	801	221	76	2	136	402	7,3	3.628	1	0	240
6+300	619	151	88	2	136	402	7,3	3.628	1	0	275
6+500	2.468	450	122	2	136	402	7,3	3.628	1	0	155
6+700	1.624	292	178	2	136	402	7,3	3.628	1	0	195
6+900	717	193	104	2	136	402	7,3	3.628	1	0	240
7+100	373	1.015	73	2	136	402	7,3	3.628	1	1	150
9+075	741	215	94	2	136	402	7,3	3.628	2	0	230
9+140	1.194	355	88	2	136	402	7,3	3.628	2	0	195
9+300	502	897	88	2	136	402	7,3	3.628	2	1	155
9+500	1.728	505	79	2	136	402	7,3	3.628	2	0	165
9+700	693	202	87	2	136	402	7,3	3.628	2	0	235
9+900	1.281	367	90	2	136	402	7,3	3.628	2	0	190
10+100	1.256	475	71	2	136	402	7,3	3.628	2	0	190
10+300	993	291	92	2	136	402	7,3	3.628	2	0	210
10+500	570	162	89	2	136	402	7,3	3.628	2	0	270
10+700	1.053	260	95	2	136	402	7,3	3.628	2	0	215
10+900	1.784	463	109	2	136	402	7,3	3.628	2	0	165
11+100	1.173	345	89	2	136	402	7,3	3.628	2	0	195
11+300	1.906	322	102	2	136	402	7,3	3.628	2	0	185
11+500	387	793	68	2	136	402	7,3	3.628	2	0	175
11+700	688	586	130	3	246	194	7,3	3.628	2	1	165
21+500	1.374	445	123	2	136	380	7,3	3.628	3	0	180
21+600	1.106	358	87	2	136	380	7,3	3.283	3	0	190
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.338</b>	<b>385</b>	<b>108</b>								
<b>PERCENTIL 85</b>	<b>643</b>	<b>206</b>	<b>82</b>								
NOMENCLATURA											
CA: CARPETA ASFALTICA											
CG: CAPA GRANULAR											
SR: SUBRASANTE											
H1: ESPESOR CAPA ASFALTICA											
H2: ESPESOR CAPA GRANULAR											

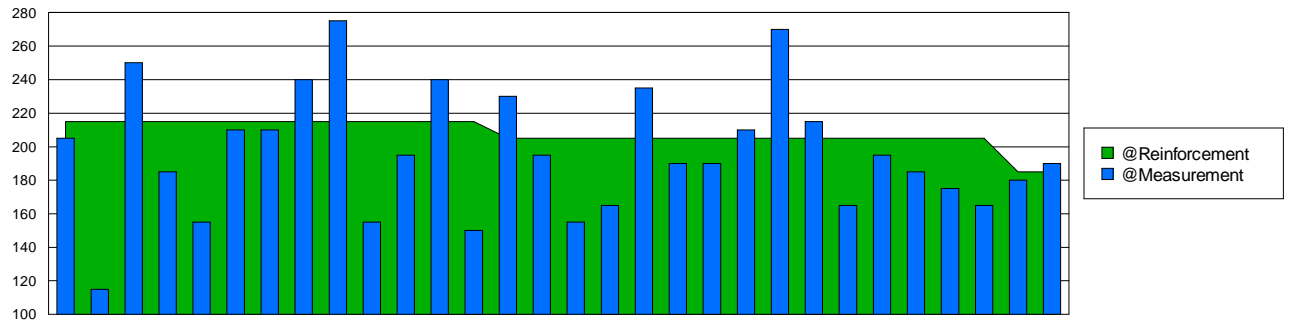
**INFORME FINAL**

**CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**  
**Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)**

Tramo 357 - Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin (0.0 Km - 21,6 Km)

**GRAFICO DE REFUERZO Y VIDA RESIDUAL A 20 AÑOS**

<b>PROGRAMA APLICADO</b> ROSY DESING	<b>ABSCISA</b> 21600 - 0	<b>CARRIL</b> IZQUIERDO	<b>LONGITUD</b> 21600	<b>FECHA</b> 01/02/2012
---	-----------------------------	----------------------------	--------------------------	----------------------------



Núm. de sección	Desde km.	A km.	Capa nueva (mm)	ESA	Toneladas adicionales
1	4+725	7+100	215	3.628	312,08
2	9+075	11+700	205	3.628	312,08
3	21+500	21+600	185	3.628	0,00

**INFORME FINAL**
**CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**
**Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)**
**Tramo 357 - Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin (0.0 Km - 21,6 Km)**

Módulo de Administración de Documentos

**RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS, VIDA RESIDUAL Y REFUERZO**

PROGRAMA APLICADO				CARRIL		TIPO PAVIMENTO			ABSCISA		LONGITUD		FECHA
ROSY DESING				IZQUIERDO		HORMIGÓN			21600 - 0		21600		feb/2012
ABSCISA	E1 (H)	E2 (CA)	E3 (CG)	E4 (SR)	Capa crítica	H1	H2	H3	Ancho	Tráfico	Núm. de seccion	Vida Residual (años)	Refuerzo 20 años
	MPa	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)	(mm)	(m)	ESA/DIA			
0+084	105.165	3.337	876	184	4	127	112	193	7,3	3.628	1	20	0
0+291	165.238	6.286	3.283	132	4	127	112	193	7,3	3.628	1	20	0
0+491	100.304	1.676	177	183	3	127	112	193	7,3	3.628	1	20	0
0+693	119.774	4.563	1.655	138	4	127	112	193	7,3	3.628	1	20	0
0+893	55.982	1.805	198	168	3	127	112	193	7,3	3.628	1	20	0
1+092	63.872	1.679	182	193	3	127	112	193	7,3	3.628	1	20	0
1+289	39.294	2.718	742	156	4	127	112	193	7,3	3.628	1	20	0
1+492	54.094	1.360	250	267	3	127	112	193	7,3	3.628	1	20	0
1+691	54.000	4.253	972	174	4	127	112	193	7,3	3.628	1	20	0
1+692	81.614	5.587	1.704	169	4	127	112	193	7,3	3.628	1	20	0
1+893	46.345	1.934	317	163	3	127	112	193	7,3	3.628	1	20	0
1+894	46.526	1.946	303	166	3	127	112	193	7,3	3.628	1	20	0
2+095	32.658	2.422	477	146	3	127	112	193	7,3	3.628	1	20	0
2+301	69.997	1.248	217	288	3	127	112	193	7,3	3.628	1	20	0
2+599	93.106	3.248	254	187	3	127	112	193	7,3	3.628	2	20	0
2+898	79.398	966	180	291	3	127	112	193	7,3	3.628	3	20	0
3+099	83.053	915	207	473	3	127	112	193	7,3	3.628	3	20	0
3+299	30.838	1.322	441	785	3	127	112	193	7,3	3.628	3	20	0
3+500	86.081	2.399	203	220	3	127	112	193	7,3	3.628	3	20	0
3+700	113.089	2.773	317	290	3	127	112	193	7,3	3.628	3	20	0
3+899	45.914	1.832	338	272	3	127	112	193	7,3	3.628	3	20	0
4+102	41.241	3.904	1.908	108	4	127	112	193	7,3	3.628	3	20	0
4+299	57.407	4.349	835	211	4	127	112	193	7,3	3.628	3	20	0
4+492	89.364	926	215	510	3	127	112	193	7,3	3.628	3	20	0
7+299	52.136	2.530	399	182	3	138	108	194	7,3	3.628	4	20	0
7+499	45.811	4.437	778	194	4	138	108	194	7,3	3.628	4	20	0
7+700	66.200	5.361	1.111	135	4	138	108	194	7,3	3.628	4	20	0
7+901	18.162	2.595	1.655	103	4	138	108	194	7,3	3.628	4	20	0
8+099	53.364	4.047	450	228	3	138	108	194	7,3	3.628	4	20	0
8+299	86.173	8.938	2.500	122	4	138	108	194	7,3	3.628	4	20	0
8+499	41.776	4.060	976	164	4	138	108	194	7,3	3.628	4	20	0
8+683	25.115	2.425	668	118	4	138	108	194	7,3	3.628	4	20	0
8+899	64.002	2.151	433	432	3	138	108	194	7,3	3.628	4	20	0
11+902	66.362	4.680	1.399	159	4	138	108	194	7,3	3.628	5	20	0
12+100	65.193	5.009	1.968	160	4	138	108	194	7,3	3.628	5	20	0
12+302	90.011	7.084	1.571	142	4	138	108	194	7,3	3.628	5	20	0
12+303	103.662	8.356	2.103	132	4	138	108	194	7,3	3.628	5	20	0
12+501	46.324	4.145	978	173	4	138	108	194	7,3	3.628	5	20	0
12+700	59.568	6.291	3.099	118	4	138	108	194	7,3	3.628	5	20	0
12+900	56.761	4.927	867	179	4	138	108	194	7,3	3.628	5	20	0
12+901	68.054	5.102	1.216	181	4	138	108	194	7,3	3.628	5	20	0
13+103	63.217	5.932	1.881	185	4	138	108	194	7,3	3.628	5	20	0
13+301	51.603	5.216	1.407	143	4	138	108	194	7,3	3.628	5	20	0
13+302	72.994	5.725	2.785	106	4	138	108	194	7,3	3.628	5	20	0
13+501	60.041	5.404	1.426	142	4	138	108	194	7,3	3.628	5	20	0
13+502	68.430	6.597	2.471	127	4	138	108	194	7,3	3.628	5	20	0
13+698	78.237	9.245	2.836	124	4	138	108	194	7,3	3.628	5	20	0
13+699	108.627	9.195	1.729	131	4	138	108	194	7,3	3.628	5	20	0





**INFORME FINAL**

**CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**  
**Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)**  
**Tramo 357 - Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin (0.0 Km - 21,6 Km)**  
**GRAFICO DE REFUERZO Y VIDA RESIDUAL A 20 AÑOS**

<b>PROGRAMA APLICADO</b> ROSY DESING	<b>ABSCISA</b> 21600 - 0	<b>CARRIL</b> IZQUIERDO	<b>LONGITUD</b> 21600	<b>FECHA</b> 01/02/2012
---	-----------------------------	----------------------------	--------------------------	----------------------------



Núm. de sección	Desde km.	A km.	Capa nueva (mm)	ESA	Toneladas adicionales
1	0+000	2+301	0	3.628	0,00
2	2+301	2+599	0	3.628	0,00
3	2+599	4+492	0	3.628	0,00
4	7+299	8+899	0	3.628	0,00
5	11+900	21+400	0	3.628	0,00

**INFORME FINAL**
**Client: CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**


# ROAD EVALUATION REPORT

Default values				Date	16-02-2012		
Design period:	20	Years	Points viewed	40	Temperature Corrections for polynomia		
Design temp.:	25,00	°C	Band width	2,5	5. order	0.000002965	
Poissons ratio:	0,35		Std. dev. factor	5	4. order	-0.0000223430	
Annual traffic growth	3,2	%	Std. axle load	13,0	T	3. order	0.0005966400
Min. thickness 1. layer	55	mm	Reinforcement interval	5	mm	2. order	-0.0067109000
Contact press.:	0,707	MPa	Min reinforcement	0	mm	1. order	0.0477460000
Load radius:	150	mm	Extra reinforcement	33	%	0. order	0.4993730000
Impact factor:	1,20		Section alignment	50	m		
Seas. factor :	1,00		Automatic Sectioning	250	m	Reference temperature	25 °C
						Temperature range	5 to 40 °C

\* - after remarks indicates that the point has been calculated as a 2-layer system and that the thickness and E values of 1st and 2nd layers are identical when calculating the new overlay needed in the point in question, the calculation is done for a 3 layer system.

			Allowable strain in bound layer		
E-module for reinforment >= 100 mm:	3.000	MPa		$T = 10^{(3.53 * (1 - \text{Log}(N) / 20.11))}$	
E-module for reinforment < 100 mm:	2.000	MPa			
B=Block cracking			Allowable stress on unbound layer with E-values <= 160 MPa		
R=Rutting				$T = 10^{(-0.31 * \text{Log}(N) + 1.16 * \text{Log}(Ex) + -1.64)}$	
			and with E-values > 160 MPa		
				$T = 10^{(-0.31 * \text{Log}(N) + 0.98 * \text{Log}(Ex) + -1.23)}$	
			(Ex = E-module, N = T total traffic load (SA) in the design period)		

**INFORME FINAL**

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO											
Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)											
Tramo 358 - Nuevo Berlin - Tres Bocas (21.6 Km - 54,0 Km)											
Módulo de Administración de Documentos											
RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS, VIDA RESIDUAL Y REFUERZO											
PROGRAMA APLICADO		CARRIL			TIPO PAVIMENTO		ABSCISA		LONGITUD		FECHA
ROSY DESING		DERECHO			ASFALTO		21600 - 54000		32400		feb/2012
ABSCISA	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho	Tráfico	Núm. de seccion	Vida Residual (años)	Refuerzo 20 años
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)					
21+600	938	217	90	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
21+800	1.103	271	108	2	136	380	7,3	3.283	1	0	205
22+000	1.037	254	122	2	136	380	7,3	3.283	1	0	210
22+200	661	148	76	2	136	380	7,3	3.283	1	0	270
22+400	1.069	479	56	2	136	380	7,3	3.283	1	0	225
22+600	951	216	109	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
22+800	997	242	106	2	136	380	7,3	3.283	1	0	215
23+000	1.414	253	116	2	136	380	7,3	3.283	1	0	205
23+200	914	231	113	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
23+400	883	220	109	2	136	380	7,3	3.283	1	0	225
23+600	697	175	85	2	136	380	7,3	3.283	1	0	255
23+800	826	203	97	2	136	380	7,3	3.283	1	0	230
24+000	891	220	107	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
24+200	901	228	108	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
24+400	968	258	119	2	136	380	7,3	3.283	1	0	210
24+600	1.150	279	135	2	136	380	7,3	3.283	1	0	205
24+800	1.223	274	138	2	136	380	7,3	3.283	1	0	205
25+000	995	229	109	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
25+200	916	210	82	2	136	380	7,3	3.283	1	0	230
25+400	1.017	238	116	2	136	380	7,3	3.283	1	0	215
25+600	933	232	106	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
25+800	1.067	260	128	2	136	380	7,3	3.283	1	0	210
26+000	1.396	287	137	2	136	380	7,3	3.283	1	0	200
26+200	936	222	112	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
26+400	1.184	293	94	2	136	380	7,3	3.283	1	0	200
26+600	1.266	217	104	2	136	380	7,3	3.283	1	0	215
26+800	1.019	219	114	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
27+000	1.185	245	122	2	136	380	7,3	3.283	1	0	210
27+200	880	219	67	2	136	380	7,3	3.283	1	0	255
27+400	958	202	99	2	136	380	7,3	3.283	1	0	225
27+600	912	204	104	2	136	380	7,3	3.283	1	0	225
27+800	707	177	86	2	136	380	7,3	3.283	1	0	255
28+000	1.458	365	91	2	136	380	7,3	3.283	1	0	185
28+200	1.169	290	113	2	136	380	7,3	3.283	1	0	200
28+400	952	233	92	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
28+600	1.970	522	74	2	136	380	7,3	3.283	1	1	170
28+800	1.775	450	156	2	136	380	7,3	3.283	1	0	165
29+000	1.242	311	83	2	136	380	7,3	3.283	1	0	205
29+200	1.762	433	96	2	136	380	7,3	3.283	1	0	165
29+400	798	198	88	2	136	380	7,3	3.283	1	0	230
29+600	1.983	464	102	2	136	380	7,3	3.283	1	0	160
29+800	915	234	81	2	136	380	7,3	3.283	1	0	225
30+000	685	171	72	2	136	380	7,3	3.283	1	0	260
30+203	720	177	85	2	136	380	7,3	3.283	1	0	255
30+400	793	213	102	2	136	380	7,3	3.283	1	0	225
30+600	767	189	77	2	136	380	7,3	3.283	1	0	250
30+800	939	230	103	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
31+000	845	212	98	2	136	380	7,3	3.283	1	0	225

**INFORME FINAL**

31+200	1.432	272	131	2	136	380	7,3	3.283	1	0	200
31+400	820	207	101	2	136	380	7,3	3.283	1	0	225
31+600	892	227	107	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
31+800	642	171	78	2	136	380	7,3	3.283	1	0	260
32+000	915	229	101	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
32+200	796	209	98	2	136	380	7,3	3.283	1	0	225
32+400	663	160	80	2	136	380	7,3	3.283	1	0	260
32+600	698	170	61	2	136	380	7,3	3.283	1	0	285
32+800	908	216	76	2	136	380	7,3	3.283	1	0	240
33+000	1.489	358	111	2	136	380	7,3	3.283	1	0	185
33+200	1.185	284	77	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
33+400	375	135	59	2	136	380	7,3	3.283	1	0	305
33+600	730	173	69	2	136	380	7,3	3.283	1	0	265
33+800	865	183	80	2	136	380	7,3	3.283	1	0	250
34+000	1.529	462	62	2	136	380	7,3	3.283	1	0	210
34+200	1.715	341	100	2	136	380	7,3	3.283	1	0	180
34+400	892	213	68	2	136	380	7,3	3.283	1	0	255
34+600	623	149	66	2	136	380	7,3	3.283	1	0	280
34+800	781	176	86	2	136	380	7,3	3.283	1	0	255
35+000	881	216	65	2	136	380	7,3	3.283	1	0	260
35+200	665	158	76	2	136	380	7,3	3.283	1	0	265
35+400	490	112	56	1	136	380	7,3	3.283	1	0	305
35+600	518	521	50	2	136	380	7,3	3.283	1	0	245
35+800	876	209	66	2	136	380	7,3	3.283	1	0	260
36+000	592	141	69	2	136	380	7,3	3.283	1	0	275
36+200	1.476	477	63	2	136	380	7,3	3.283	1	0	205
36+400	983	239	86	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
36+600	882	213	96	2	136	380	7,3	3.283	1	0	225
36+800	1.378	332	101	2	136	380	7,3	3.283	1	0	190
37+000	586	178	86	2	136	380	7,3	3.283	1	0	255
37+200	1.000	643	73	2	136	380	7,3	3.283	1	0	175
37+400	786	223	92	2	136	380	7,3	3.283	1	0	225
37+600	366	1.162	80	2	136	380	7,3	3.283	1	1	135
37+800	1.006	521	63	2	136	380	7,3	3.283	1	0	210
38+000	248	1.198	73	2	136	380	7,3	3.283	1	1	145
38+200	836	243	106	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
38+400	1.124	326	90	2	136	380	7,3	3.283	1	0	195
38+600	908	262	97	2	136	380	7,3	3.283	1	0	210
38+800	702	240	70	2	136	380	7,3	3.283	1	0	250
39+000	756	472	54	2	136	380	7,3	3.283	1	0	240
39+200	1.072	309	103	2	136	380	7,3	3.283	1	0	200
39+400	850	264	127	2	136	380	7,3	3.283	1	0	215
39+600	724	196	97	2	136	380	7,3	3.283	1	0	230
39+800	662	189	80	2	136	380	7,3	3.283	1	0	250
40+000	1.165	605	72	2	136	380	7,3	3.283	1	0	175
40+200	973	280	72	2	136	380	7,3	3.283	1	0	230
40+400	1.053	304	81	2	136	380	7,3	3.283	1	0	210
40+600	727	531	58	2	136	380	7,3	3.283	1	0	225

**INFORME FINAL**

40+800	731	465	52	2	136	380	7,3	3.283	1	0	245
41+000	1.112	316	90	2	136	380	7,3	3.283	1	0	200
41+200	852	252	78	2	136	380	7,3	3.283	1	0	230
41+400	965	285	76	2	136	380	7,3	3.283	1	0	225
41+600	1.225	361	87	2	136	380	7,3	3.283	1	0	190
41+800	1.886	450	70	2	136	380	7,3	3.283	1	0	190
42+000	1.921	1.916	79	2	53	493	7,3	3.283	1	4	125
42+200	2.257	2.254	91	2	53	493	7,3	3.283	1	7	105
42+400	2.124	2.119	85	2	53	493	7,3	3.283	1	5	110
42+600	2.530	2.528	100	2	53	493	7,3	3.283	1	9	80
42+800	2.816	2.802	76	2	53	493	7,3	3.283	1	13	55
43+000	3.000	3.000	76	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
43+200	2.394	2.391	96	2	53	493	7,3	3.283	1	8	90
43+400	3.000	3.000	84	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
43+600	2.947	2.932	85	2	53	493	7,3	3.283	1	15	45
43+800	3.000	3.000	82	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
44+000	2.374	2.373	136	2	53	493	7,3	3.283	1	8	95
44+200	2.004	2.002	78	2	53	493	7,3	3.283	1	5	120
44+400	2.644	2.643	103	2	53	493	7,3	3.283	1	11	70
44+600	2.390	2.387	95	2	53	493	7,3	3.283	1	8	95
44+800	2.358	2.330	97	2	53	493	7,3	3.283	1	8	95
45+000	2.102	2.095	87	2	53	493	7,3	3.283	1	5	115
45+200	3.184	3.183	75	2	53	493	7,3	3.283	1	20	5
45+400	2.659	2.655	109	2	53	493	7,3	3.283	1	11	70
45+600	2.131	2.129	128	2	53	493	7,3	3.283	1	5	110
45+800	1.062	1.060	237	2	53	493	7,3	3.283	1	1	185
46+000	2.278	2.277	137	2	53	493	7,3	3.283	1	7	100
46+200	3.000	3.000	116	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
46+400	395	395	292	2	53	493	7,3	3.283	1	0	250
46+600	953	950	204	2	53	493	7,3	3.283	1	0	195
46+800	1.040	1.038	200	2	53	493	7,3	3.283	1	1	185
47+000	3.000	3.000	164	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
47+200	3.000	3.000	122	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
47+400	2.148	2.138	84	2	53	493	7,3	3.283	1	6	110
47+600	2.214	2.209	140	2	53	493	7,3	3.283	1	6	105
47+800	3.000	3.000	188	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
48+000	2.171	2.170	129	2	53	493	7,3	3.283	1	6	110
48+200	3.000	3.000	120	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
48+400	3.000	3.000	163	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
48+600	2.336	2.334	147	2	53	493	7,3	3.283	1	7	95
48+800	2.706	2.703	110	2	53	493	7,3	3.283	1	12	65
49+000	2.682	2.681	110	2	53	493	7,3	3.283	1	11	65
49+200	2.125	2.120	86	2	53	493	7,3	3.283	1	5	110
49+400	2.608	2.605	105	2	53	493	7,3	3.283	1	10	75
49+600	2.444	2.443	149	2	53	493	7,3	3.283	1	9	90
49+800	2.556	2.553	102	2	53	493	7,3	3.283	1	10	80
50+000	902	900	197	2	53	493	7,3	3.283	1	0	195
50+200	2.082	2.076	131	2	53	493	7,3	3.283	1	5	115

**INFORME FINAL**

50+400	2.229	2.227	141	2	53	493	7,3	3.283	1	6	105
50+600	2.104	2.102	130	2	53	493	7,3	3.283	1	5	115
50+800	2.587	2.585	106	2	53	493	7,3	3.283	1	10	75
51+000	3.000	3.000	120	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
51+200	2.430	2.429	93	2	53	493	7,3	3.283	1	8	90
51+400	2.261	2.259	141	2	53	493	7,3	3.283	1	7	105
51+600	2.852	2.850	114	2	53	493	7,3	3.283	1	14	50
51+800	3.000	3.000	124	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
52+000	994	993	194	2	53	493	7,3	3.283	1	0	190
52+200	3.000	3.000	121	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
52+400	2.392	2.391	127	2	53	493	7,3	3.283	1	8	95
52+606	2.414	2.414	139	2	53	493	7,3	3.283	1	8	90
52+800	3.000	3.000	108	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
53+000	3.000	3.000	183	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
53+200	1.818	1.814	73	2	53	493	7,3	3.283	1	3	130
53+400	2.264	2.260	90	2	53	493	7,3	3.283	1	7	105
53+600	2.406	2.405	137	2	53	493	7,3	3.283	1	8	90
53+800	2.026	2.023	78	2	53	493	7,3	3.283	1	5	120
54+000	2.830	2.829	65	2	53	493	7,3	3.474	1	13	60
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.503</b>	<b>1.071</b>	<b>103</b>								
<b>PERCENTIL 85</b>	<b>759</b>	<b>208</b>	<b>73</b>								

Tramo 358. Sección 1.	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)
	MPa	MPa	MPa
21+600-29+600 DER	1.100	266	104
21+600-29+600 IZQ	1.601	259	97
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.350</b>	<b>262</b>	<b>101</b>

Tramo 358. Sección 2.	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)
	MPa	MPa	MPa
29+600-42+000 DER	913	332	82
29+600-42+000 IZQ	1.521	216	90
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.217</b>	<b>274</b>	<b>86</b>

Tramo 358. Sección 3.	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)
	MPa	MPa	MPa
42+000-48+600 DER	2.379	2.376	125
42+000-48+600 IZQ	2.361	2.361	148
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.370</b>	<b>2.368</b>	<b>136</b>

Tramo 358. Sección 4.	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)
	MPa	MPa	MPa
48+600-54+000 DER	2.397	2.395	121
48+600-54+000 IZQ	2.394	2.394	451
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.395</b>	<b>2.395</b>	<b>286</b>

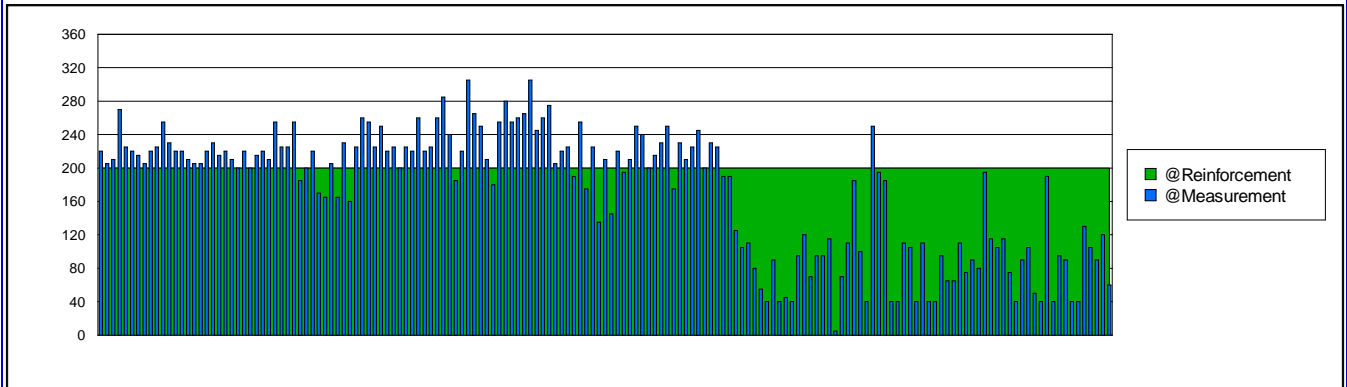
NOMENCLATURA	
CA:	CARPETA ASFALTICA
CG:	CAPA GRANULAR
SR:	SUBRASANTE
H1:	ESPEJOR CAPA ASFALTICA
H2:	ESPEJOR CAPA GRANULAR

Nota: A partir de la abscisa 42+000, existe solo doble riego

**INFORME FINAL**

**CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**  
**Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)**  
**Tramo 358 - Nuevo Berlin - Tres Bocas (21.6 Km - 54,0 Km)**  
**GRAFICO DE REFUERZO Y VIDA RESIDUAL A 20 AÑOS**

<b>PROGRAMA APLICADO</b> ROSY DESING	<b>ABSCISA</b> 21600 - 54000	<b>CARRIL</b> DERECHO	<b>LONGITUD</b> 32400	<b>FECHA</b> 01/02/2012
---	---------------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------------



Núm. de sección	Desde km.	A km.	Capa nueva (mm)	ESA	Toneladas adicionales
1	21+600	54+000	200	3.283	6.357,46

**INFORME FINAL**

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO											
Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)											
Tramo 358 - Nuevo Berlin - Tres Bocas (21.6 Km - 54,0 Km)											
Módulo de Administración de Documentos											
RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS, VIDA RESIDUAL Y REFUERZO											
PROGRAMA APLICADO		CARRIL			TIPO PAVIMENTO		ABSCISA		LONGITUD		FECHA
ROSY DESING		IZQUIERDO			ASFALTO		54000 - 21600		32400		feb/2012
ABSCISA	E1 (CA)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho	Tráfico	Núm. de seccion	Vida Residual (años)	Refuerzo 20 años
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)	(m)	ESA/DIA			
21+500	1.374	445	123	2	136	380	7,3	3.628	1	0	180
21+600	1.106	358	87	2	136	380	7,3	3.283	1	0	190
21+700	2.751	163	191	2	136	380	7,3	3.283	1	0	225
21+900	1.750	259	104	2	136	380	7,3	3.283	1	0	195
22+100	1.392	208	80	2	136	380	7,3	3.283	1	0	230
22+300	1.208	180	77	2	136	380	7,3	3.283	1	0	245
22+500	1.325	196	76	2	136	380	7,3	3.283	1	0	235
22+700	1.681	246	98	2	136	380	7,3	3.283	1	0	200
22+900	1.266	204	98	2	136	380	7,3	3.283	1	0	235
23+100	1.779	261	77	2	136	380	7,3	3.283	1	0	210
23+300	910	218	89	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
23+500	1.586	233	78	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
23+700	1.098	209	91	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
23+900	1.087	192	89	2	136	380	7,3	3.283	1	0	245
24+100	1.147	168	66	1	136	380	7,3	3.283	1	0	265
24+300	1.053	203	89	2	136	380	7,3	3.283	1	0	225
24+500	1.413	251	111	2	136	380	7,3	3.283	1	0	205
24+693	1.340	194	80	2	136	380	7,3	3.283	1	0	235
24+899	1.581	231	108	2	136	380	7,3	3.283	1	0	205
25+100	1.587	235	108	2	136	380	7,3	3.283	1	0	205
25+300	2.054	346	94	2	136	380	7,3	3.283	1	0	175
25+500	1.251	206	95	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
25+700	1.283	242	103	2	136	380	7,3	3.283	1	0	210
25+900	1.074	240	103	2	136	380	7,3	3.283	1	0	215
26+100	1.161	173	84	1	136	380	7,3	3.283	1	0	245
26+300	897	207	85	2	136	380	7,3	3.283	1	0	230
26+500	2.179	320	77	2	136	380	7,3	3.283	1	0	190
26+700	1.313	218	92	2	136	380	7,3	3.283	1	0	215
26+900	1.614	249	96	2	136	380	7,3	3.283	1	0	200
27+100	986	186	82	2	136	380	7,3	3.283	1	0	245
27+300	452	121	49	2	136	380	7,3	3.283	1	0	305
27+500	546	170	65	2	136	380	7,3	3.283	1	0	275
27+700	1.740	251	88	2	136	380	7,3	3.283	1	0	200
27+900	1.573	185	99	2	136	380	7,3	3.283	1	0	235
28+100	2.318	374	112	2	136	380	7,3	3.283	1	0	165
28+300	2.327	377	96	2	136	380	7,3	3.283	1	0	165
28+500	1.830	290	102	2	136	380	7,3	3.283	1	0	190
28+700	2.791	448	149	2	136	380	7,3	3.283	1	1	145
28+900	2.937	471	157	2	136	380	7,3	3.283	1	1	140
29+100	2.555	412	123	2	136	380	7,3	3.283	1	0	155
29+300	2.502	410	130	2	136	380	7,3	3.283	1	0	155
29+500	3.176	518	113	2	136	380	7,3	3.283	1	1	130
29+700	1.308	213	68	2	136	380	7,3	3.283	1	0	245
29+900	969	186	87	2	136	380	7,3	3.283	1	0	245
30+100	1.356	224	104	2	136	380	7,3	3.283	1	0	210
30+300	836	185	80	2	136	380	7,3	3.283	1	0	250
30+500	3.213	464	70	2	136	380	7,3	3.283	1	1	165
30+700	1.416	240	115	2	136	380	7,3	3.283	1	0	205



**INFORME FINAL**

30+900	1.600	261	100	2	136	380	7,3	3.283	1	0	200
31+101	822	81	148	1	136	380	7,3	3.283	1	0	305
31+300	1.428	258	115	2	136	380	7,3	3.283	1	0	205
31+500	1.207	214	98	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
31+700	1.506	203	100	2	136	380	7,3	3.283	1	0	230
31+900	1.371	192	95	2	136	380	7,3	3.283	1	0	235
32+100	1.246	221	95	2	136	380	7,3	3.283	1	0	215
32+300	1.325	207	99	2	136	380	7,3	3.283	1	0	215
32+500	1.751	251	81	2	136	380	7,3	3.283	1	0	210
32+700	1.730	248	90	2	136	380	7,3	3.283	1	0	200
32+900	3.622	488	70	2	136	380	7,3	3.283	1	1	155
33+100	791	161	57	2	136	380	7,3	3.283	1	0	295
33+300	1.604	234	89	2	136	380	7,3	3.283	1	0	205
33+500	1.212	214	96	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
33+700	1.722	253	122	2	136	380	7,3	3.283	1	0	200
33+901	1.379	195	61	2	136	380	7,3	3.283	1	0	265
34+100	1.798	258	92	2	136	380	7,3	3.283	1	0	195
34+300	1.627	233	64	2	136	380	7,3	3.283	1	0	245
34+500	1.446	204	99	2	136	380	7,3	3.283	1	0	230
34+700	1.159	162	73	1	136	380	7,3	3.283	1	0	255
34+900	1.160	169	82	1	136	380	7,3	3.283	1	0	250
35+100	1.174	163	65	1	136	380	7,3	3.283	1	0	270
35+300	1.411	203	99	2	136	380	7,3	3.283	1	0	235
35+500	1.655	245	112	2	136	380	7,3	3.283	1	0	200
35+700	1.663	252	114	2	136	380	7,3	3.283	1	0	200
35+894	1.224	158	78	1	136	380	7,3	3.283	1	0	250
36+100	1.538	220	107	2	136	380	7,3	3.283	1	0	210
36+300	804	174	75	2	136	380	7,3	3.283	1	0	255
36+500	949	135	55	1	136	380	7,3	3.283	1	0	300
36+700	996	69	101	1	136	380	7,3	3.283	1	0	305
36+900	1.270	181	86	2	136	380	7,3	3.283	1	0	240
37+100	4.684	463	76	2	136	380	7,3	3.283	1	1	130
37+300	1.299	186	91	2	136	380	7,3	3.283	1	0	240
37+500	1.549	224	76	2	136	380	7,3	3.283	1	0	225
37+700	1.649	238	93	2	136	380	7,3	3.283	1	0	205
37+900	1.486	212	85	2	136	380	7,3	3.283	1	0	230
38+100	1.232	221	98	2	136	380	7,3	3.283	1	0	215
38+300	908	206	87	2	136	380	7,3	3.283	1	0	225
38+500	1.399	237	111	2	136	380	7,3	3.283	1	0	210
38+700	1.228	177	87	2	136	380	7,3	3.283	1	0	245
38+900	927	135	66	1	136	380	7,3	3.283	1	0	280
39+100	1.206	167	79	1	136	380	7,3	3.283	1	0	250
39+300	780	168	73	2	136	380	7,3	3.283	1	0	260
39+500	1.662	260	124	2	136	380	7,3	3.283	1	0	200
39+700	1.823	202	76	2	136	380	7,3	3.283	1	0	225
39+900	1.415	194	87	2	136	380	7,3	3.283	1	0	235
40+100	1.493	210	91	2	136	380	7,3	3.283	1	0	230
40+290	1.599	179	86	2	136	380	7,3	3.283	1	0	235

**INFORME FINAL**

40+300	1.779	226	106	2	136	380	7,3	3.283	1	0	205
40+500	1.374	191	85	2	136	380	7,3	3.283	1	0	235
40+700	1.899	216	104	2	136	380	7,3	3.283	1	0	220
40+900	2.243	275	129	2	136	380	7,3	3.283	1	0	185
41+100	2.593	305	140	2	136	380	7,3	3.283	1	0	170
41+300	1.461	154	65	1	136	380	7,3	3.283	1	0	265
41+500	1.534	161	73	1	136	380	7,3	3.283	1	0	245
41+700	1.875	206	98	2	136	380	7,3	3.283	1	0	225
41+900	1.446	154	73	1	136	380	7,3	3.283	1	0	250
42+100	2.171	2.171	85	2	53	493	7,3	3.283	1	6	110
42+300	3.000	3.000	116	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
42+497	3.000	3.000	117	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
42+700	2.203	2.203	131	2	53	493	7,3	3.283	1	6	105
42+894	3.000	3.000	120	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
43+100	3.000	3.000	66	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
43+300	1.053	1.053	195	2	53	493	7,3	3.283	1	1	185
43+500	1.144	1.144	218	2	53	493	7,3	3.283	1	1	180
43+700	3.000	3.000	184	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
43+900	2.414	2.414	98	2	53	493	7,3	3.283	1	8	90
44+100	2.484	2.484	102	2	53	493	7,3	3.283	1	9	85
44+300	2.633	2.633	58	2	53	493	7,3	3.283	1	11	70
44+500	2.353	2.353	147	2	53	493	7,3	3.283	1	8	95
44+700	2.145	2.145	130	2	53	493	7,3	3.283	1	6	110
44+900	1.135	1.135	234	2	53	493	7,3	3.283	1	1	180
45+100	2.481	2.481	142	2	53	493	7,3	3.283	1	9	85
45+300	2.514	2.514	102	2	53	493	7,3	3.283	1	9	80
45+500	1.037	1.037	209	2	53	493	7,3	3.283	1	1	185
45+700	3.000	3.000	170	2	53	493	7,3	3.283	1	16	40
46+100	2.558	2.558	142	2	53	493	7,3	3.283	2	10	80
46+300	1.106	1.106	226	2	53	493	7,3	3.283	2	1	180
46+500	3.000	3.000	152	2	53	493	7,3	3.283	2	16	40
46+700	509	509	201	2	53	493	7,3	3.283	2	0	235
46+900	3.000	3.000	166	2	53	493	7,3	3.283	2	16	40
47+000	3.000	3.000	179	2	53	493	7,3	3.283	2	16	40
47+100	3.000	3.000	170	2	53	493	7,3	3.283	2	16	40
47+300	2.164	2.164	130	2	53	493	7,3	3.283	2	6	110
47+500	2.442	2.442	150	2	53	493	7,3	3.283	2	8	90
47+700	3.000	3.000	159	2	53	493	7,3	3.283	2	16	40
47+900	2.517	2.517	145	2	53	493	7,3	3.283	2	9	80
48+100	2.355	2.355	125	2	53	493	7,3	3.283	2	8	95
48+300	3.000	3.000	159	2	53	493	7,3	3.283	2	16	40
48+500	2.507	2.507	149	2	53	493	7,3	3.283	2	9	85
48+700	388	388	239	2	53	493	7,3	3.283	2	0	250
48+899	370	370	197	2	53	493	7,3	3.283	2	0	255
49+100	3.000	3.000	110	2	53	493	7,3	3.283	2	16	40
49+300	3.000	3.000	54	2	53	493	7,3	3.283	2	16	40
49+500	3.000	3.000	160	2	53	493	7,3	3.283	2	16	40
49+700	3.000	3.000	120	2	53	493	7,3	3.283	2	16	40

**INFORME FINAL**

49+866	2.506	2.506	150	2	53	493	7,3	3.283	2	9	85
50+100	2.550	2.550	152	2	53	493	7,3	3.283	2	10	80
50+300	2.572	2.572	106	2	53	493	7,3	3.283	2	10	75
50+500	3.000	3.000	121	2	53	493	7,3	3.283	2	16	40
50+700	3.000	3.000	122	2	53	493	7,3	3.283	2	16	40
50+900	2.213	2.213	126	2	53	493	7,3	3.283	2	6	105
51+100	3.000	3.000	119	2	53	493	7,3	3.283	2	16	40
51+300	2.178	2.178	136	2	53	493	7,3	3.283	2	6	110
51+500	2.512	2.512	139	2	53	493	7,3	3.283	2	9	85
51+700	2.275	2.275	135	2	53	493	7,3	3.283	2	7	100
51+900	2.463	2.463	138	2	53	493	7,3	3.283	2	9	85
52+100	2.118	2.118	85	2	53	493	7,3	3.283	2	5	115
52+300	3.000	3.000	116	2	53	493	7,3	3.283	2	16	40
52+500	2.055	2.055	84	2	53	493	7,3	3.283	2	5	115
52+700	2.585	2.585	100	2	53	493	7,3	3.283	2	10	75
52+900	2.025	2.025	77	2	53	493	7,3	3.283	2	5	120
53+100	2.748	2.748	106	2	53	493	7,3	3.283	2	12	60
53+300	1.857	1.857	76	2	53	493	7,3	3.283	2	4	130
53+500	2.599	2.599	97	2	53	493	7,3	3.283	2	10	75
53+700	2.307	2.307	87	2	53	493	7,3	3.283	2	7	100
53+900	2.323	2.323	129	2	53	493	7,3	3.283	2	7	100
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.851</b>	<b>1.013</b>	<b>109</b>								
<b>PERCENTIL 85</b>	<b>1.106</b>	<b>185</b>	<b>76</b>								

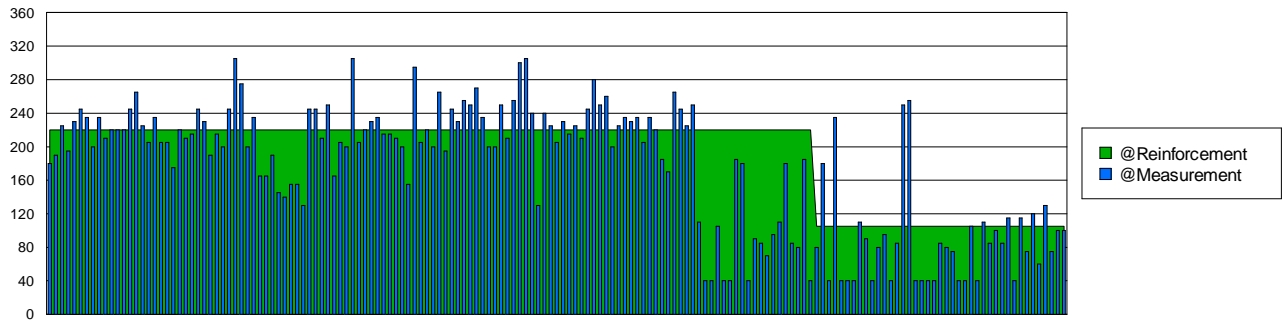
NOMENCLATURA

CA:	CARPETA ASFALTICA
CG:	CAPA GRANULAR
SR:	SUBRASANTE
H1:	ESPEJOR CAPA ASFALTICA
H2:	ESPEJOR CAPA GRANULAR

**INFORME FINAL**

**CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**  
**Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)**  
**Tramo 358 - Nuevo Berlin - Tres Bocas (21.6 Km - 54,0 Km)**  
**GRAFICO DE REFUERZO Y VIDA RESIDUAL A 20 AÑOS**

<b>PROGRAMA APLICADO</b> ROSY DESING	<b>ABSCISA</b> 54000 - 21600	<b>CARRIL</b> IZQUIERDO	<b>LONGITUD</b> 32400	<b>FECHA</b> 01/02/2012
---	---------------------------------	----------------------------	--------------------------	----------------------------



Núm. de sección	Desde km.	A km.	Capa nueva (mm)	ESA	Toneladas adicionales
1	21+500	46+000	220	3.284	3.186,45
2	46+000	54+000	105	3.283	1.640,12

**INFORME FINAL**

**Client:** **CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**



# ROAD EVALUATION REPORT

Default values				Date	16-02-2012		
Design period:	20	Years	Points viewed	40	Temperature Corrections for polynomia		
Design temp.:	25,00	°C	Band width	2,5	5. order	0.000002965	
Poissons ratio:	0,35		Std. dev. factor	5	4. order	-0.0000223430	
Annual traffic growth	3,2	%	Std. axle load	13,0	T	3. order	0.0005966400
Min. thickness 1. layer	55	mm	Reinforcement interval	5	mm	2. order	-0.0067109000
Contact press.:	0,707	MPa	Min reinforcement	0	mm	1. order	0.0477460000
Load radius:	150	mm	Extra reinforcement	33	%	0. order	0.4993730000
Impact factor:	1,20		Section alignment	50	m	Reference temperature	25 °C
Seas. factor :	1,00		Automatic Sectioning	250	m	Temperature range	5 to 40 °C

\* - after remarks indicates that the point has been calculated as a 2-layer system and that the thickness and E values of 1st and 2nd layers are identical when calculating the new overlay needed in the point in question, the calculation is done for a 3 layer system.

			Allowable strain in bound layer	
E-module for reinforment >= 100 mm:	3.000	MPa	$T = 10^{(3.53 * (1 - \text{Log}(N) / 20.11))}$	
E-module for reinforment < 100 mm:	2.000	MPa		
B=Block cracking			Allowable stress on unbound layer with E-values <= 160 MPa	
R=Rutting			$T = 10^{(-0.31 * \text{Log}(N) + 1.16 * \text{Log}(Ex) + -1.64)}$	
			and with E-values > 160 MPa	
			$T = 10^{(-0.31 * \text{Log}(N) + 0.98 * \text{Log}(Ex) + -1.23)}$	
			(Ex = E-module, N = T total traffic load (SA) in the design period)	

**INFORME FINAL**

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO											
Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)											
Tramo 358 - Tres Bocas - Arroyo Negro (54,0 Km - 83,3 Km)											
Módulo de Administración de Documentos											
RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS, VIDA RESIDUAL Y REFUERZO											
PROGRAMA APLICADO			CARRIL		TIPO PAVIMENTO		ABSCISA		LONGITUD		FECHA
ROSY DESING			DERECHO		ASFALTO		54000 - 83300		29300		feb/2012
ABSCISA	E1 (DT)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho	Tráfico	Núm. de seccion	Vida Residual (años)	Refuerzo 20 años
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)					
54+000	2.750	2.750	63	2	53	493	7,3	3.474	1	12	65
54+200	3.000	3.000	69	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
54+400	2.195	2.195	81	2	53	493	7,3	3.474	1	6	110
54+600	3.000	3.000	69	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
54+800	3.000	3.000	70	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
55+000	2.072	2.072	83	2	53	493	7,3	3.474	1	5	120
55+200	2.340	2.340	96	2	53	493	7,3	3.474	1	7	100
55+400	2.462	2.462	98	2	53	493	7,3	3.474	1	8	90
55+600	2.252	2.252	91	2	53	493	7,3	3.474	1	6	105
55+800	2.460	2.460	98	2	53	493	7,3	3.474	1	8	90
56+000	2.184	2.184	132	2	53	493	7,3	3.474	1	6	110
56+200	2.203	2.203	90	2	53	493	7,3	3.474	1	6	110
56+400	2.738	2.738	106	2	53	493	7,3	3.474	1	12	65
56+600	2.402	2.402	91	2	53	493	7,3	3.474	1	8	95
56+800	3.000	3.000	123	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
57+000	3.000	3.000	121	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
57+200	2.599	2.599	100	2	53	493	7,3	3.474	1	10	80
57+400	2.487	2.487	99	2	53	493	7,3	3.474	1	8	90
57+600	2.459	2.459	99	2	53	493	7,3	3.474	1	8	90
57+800	2.954	2.954	70	2	53	493	7,3	3.474	1	15	50
58+000	2.183	2.183	84	2	53	493	7,3	3.474	1	6	110
58+200	2.193	2.193	138	2	53	493	7,3	3.474	1	6	110
58+400	2.614	2.614	96	2	53	493	7,3	3.474	1	10	80
58+600	3.000	3.000	116	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
58+800	2.658	2.658	103	2	53	493	7,3	3.474	1	10	75
59+000	2.639	2.639	99	2	53	493	7,3	3.474	1	10	75
59+200	3.000	3.000	60	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
59+400	2.733	2.733	64	2	53	493	7,3	3.474	1	11	65
59+600	3.000	3.000	70	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
59+800	2.308	2.308	91	2	53	493	7,3	3.474	1	7	105
60+000	2.100	2.100	85	2	53	493	7,3	3.474	1	5	115
60+200	2.640	2.640	98	2	53	493	7,3	3.474	1	10	75
60+400	3.000	3.000	71	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
60+600	2.286	2.286	86	2	53	493	7,3	3.474	1	6	105
60+800	3.000	3.000	111	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
61+000	3.000	3.000	110	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
61+200	1.958	1.958	75	2	53	493	7,3	3.474	1	4	125
61+400	949	949	193	2	53	493	7,3	3.474	1	0	195
61+600	2.266	2.266	92	2	53	493	7,3	3.474	1	6	105
61+804	2.680	2.680	108	2	53	493	7,3	3.474	1	11	70
62+000	2.775	2.775	53	2	53	493	7,3	3.474	1	12	65
62+200	3.000	3.000	115	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
62+400	1.857	1.857	76	2	53	493	7,3	3.474	1	3	135
62+600	2.556	2.556	103	2	53	493	7,3	3.474	1	9	85
62+800	2.130	2.130	124	2	53	493	7,3	3.474	1	5	115
63+000	2.614	2.614	62	2	53	493	7,3	3.474	1	10	80
63+200	3.000	3.000	112	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
63+400	2.332	2.332	87	2	53	493	7,3	3.474	1	7	100

**INFORME FINAL**

63+600	2.771	2.771	42	2	53	493	7,3	3.474	1	12	65
63+800	1.875	1.875	73	2	53	493	7,3	3.474	1	3	130
64+000	2.863	2.863	67	2	53	493	7,3	3.474	1	13	55
64+200	3.000	3.000	165	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
64+400	1.157	1.157	257	2	53	493	7,3	3.474	1	1	180
64+600	3.000	3.000	182	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
64+800	3.000	3.000	158	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
65+000	2.467	2.467	132	2	53	493	7,3	3.474	1	8	90
65+200	2.799	2.799	66	2	53	493	7,3	3.474	1	12	60
65+400	3.000	3.000	119	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
65+600	2.718	2.718	62	2	53	493	7,3	3.474	1	11	70
65+800	3.000	3.000	120	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
66+000	1.967	1.967	77	2	53	493	7,3	3.474	1	4	125
66+200	1.950	1.950	76	2	53	493	7,3	3.474	1	4	125
66+400	3.000	3.000	115	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
66+600	3.000	3.000	68	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
66+800	2.252	2.252	91	2	53	493	7,3	3.474	1	6	105
67+000	2.428	2.428	95	2	53	493	7,3	3.474	1	8	95
67+200	3.000	3.000	68	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
67+400	2.269	2.269	94	2	53	493	7,3	3.474	1	6	105
67+600	3.000	3.000	107	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
67+800	2.591	2.591	97	2	53	493	7,3	3.474	1	10	80
68+000	2.343	2.343	91	2	53	493	7,3	3.474	1	7	100
68+200	3.000	3.000	67	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
68+400	2.124	2.124	87	2	53	493	7,3	3.474	1	5	115
68+600	2.583	2.583	100	2	53	493	7,3	3.474	1	10	80
68+800	2.587	2.587	106	2	53	493	7,3	3.474	1	10	80
69+000	2.361	2.361	88	2	53	493	7,3	3.474	1	7	100
69+200	2.382	2.382	129	2	53	493	7,3	3.474	1	7	95
69+400	909	909	180	2	53	493	7,3	3.474	1	0	200
69+600	1.864	1.864	77	2	53	493	7,3	3.474	1	3	130
69+800	2.741	2.741	106	2	53	493	7,3	3.474	1	12	65
70+000	1.865	1.865	77	2	53	493	7,3	3.474	1	3	130
70+200	3.000	3.000	62	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
70+400	2.720	2.720	65	2	53	493	7,3	3.474	1	11	70
70+600	2.000	2.000	77	2	53	493	7,3	3.474	1	4	125
70+890	3.000	3.000	64	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
71+000	1.825	1.825	72	2	53	493	7,3	3.474	2	3	135
71+200	3.000	3.000	123	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
71+400	3.000	3.000	58	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
71+600	3.000	3.000	71	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
71+804	2.003	2.003	83	2	53	493	7,3	3.474	2	4	125
72+000	3.000	3.000	165	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
72+200	2.459	2.459	93	2	53	493	7,3	3.474	2	8	90
72+400	3.000	3.000	65	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
72+600	2.487	2.487	148	2	53	493	7,3	3.474	2	8	90
72+800	2.397	2.397	146	2	53	493	7,3	3.474	2	8	95
73+000	2.408	2.408	94	2	53	493	7,3	3.474	2	8	95

**INFORME FINAL**

73+200	260	260	166	2	53	493	7,3	3.474	2	0	280
73+400	3.000	3.000	122	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
73+600	2.053	2.053	127	2	53	493	7,3	3.474	2	5	120
73+800	2.619	2.619	103	2	53	493	7,3	3.474	2	10	80
74+000	3.000	3.000	119	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
74+200	1.922	1.922	78	2	53	493	7,3	3.474	2	4	130
74+400	938	938	195	2	53	493	7,3	3.474	2	0	195
74+600	1.923	1.923	79	2	53	493	7,3	3.474	2	4	130
74+800	2.493	2.493	99	2	53	493	7,3	3.474	2	9	90
75+000	3.000	3.000	122	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
75+200	3.000	3.000	109	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
75+400	2.002	2.002	80	2	53	493	7,3	3.474	2	4	125
75+600	2.414	2.414	137	2	53	493	7,3	3.474	2	8	95
75+800	2.016	2.016	127	2	53	493	7,3	3.474	2	4	120
76+000	2.375	2.375	137	2	53	493	7,3	3.474	2	7	100
76+200	677	677	150	2	53	493	7,3	3.474	2	0	220
76+400	3.000	3.000	182	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
76+601	2.423	2.423	94	2	53	493	7,3	3.474	2	8	95
76+800	2.574	2.574	102	2	53	493	7,3	3.474	2	9	80
77+000	2.605	2.605	96	2	53	493	7,3	3.474	2	10	80
77+200	2.402	2.402	141	2	53	493	7,3	3.474	2	8	95
77+400	2.384	2.384	92	2	53	493	7,3	3.474	2	7	95
77+600	2.483	2.483	137	2	53	493	7,3	3.474	2	8	90
77+800	2.187	2.187	89	2	53	493	7,3	3.474	2	6	110
78+000	2.429	2.429	139	2	53	493	7,3	3.474	2	8	95
78+200	3.000	3.000	110	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
78+400	2.473	2.473	135	2	53	493	7,3	3.474	2	8	90
78+600	2.438	2.438	134	2	53	493	7,3	3.474	2	8	95
78+800	3.000	3.000	116	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
79+000	1.756	1.756	73	2	53	493	7,3	3.474	2	3	140
79+200	2.504	2.504	93	2	53	493	7,3	3.474	2	9	85
79+400	2.110	2.110	86	2	53	493	7,3	3.474	2	5	115
79+600	2.492	2.492	97	2	53	493	7,3	3.474	2	9	90
79+800	3.000	3.000	118	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
80+000	2.042	2.042	127	2	53	493	7,3	3.474	2	5	120
80+200	3.000	3.000	111	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
80+400	3.000	3.000	68	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
80+600	2.659	2.659	102	2	53	493	7,3	3.474	2	11	75
80+800	3.000	3.000	107	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
81+000	2.210	2.210	85	2	53	493	7,3	3.474	2	6	110
81+200	1.948	1.948	79	2	53	493	7,3	3.474	2	4	125
81+400	2.365	2.365	125	2	53	493	7,3	3.474	2	7	100
81+606	2.434	2.434	130	2	53	493	7,3	3.474	2	8	95
81+800	2.736	2.736	110	2	53	493	7,3	3.474	2	12	65
82+015	2.422	2.422	140	2	53	493	7,3	3.474	2	8	95
82+200	2.535	2.535	143	2	53	493	7,3	3.474	2	9	85
82+400	1.937	1.937	77	2	53	493	7,3	3.474	2	4	125
82+600	2.761	2.761	107	2	53	493	7,3	3.474	2	12	65
82+800	2.119	2.119	51	2	53	493	7,3	3.474	2	5	115
83+000	2.675	2.675	103	2	53	493	7,3	3.474	2	11	75

**PROMEDIO 2.479 2.479 103**
**PERCENTIL 85 2.013 2.013 70**

Tramo 359. Sección 1.	E1 (DT)	E2 (CG)	E3 (SR)
	MPa	MPa	MPa
54+000-83+300 DER	2.479	2.479	103
54+000-83+300 IZQ	2.495	2.495	92
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.487</b>	<b>2.487</b>	<b>97</b>

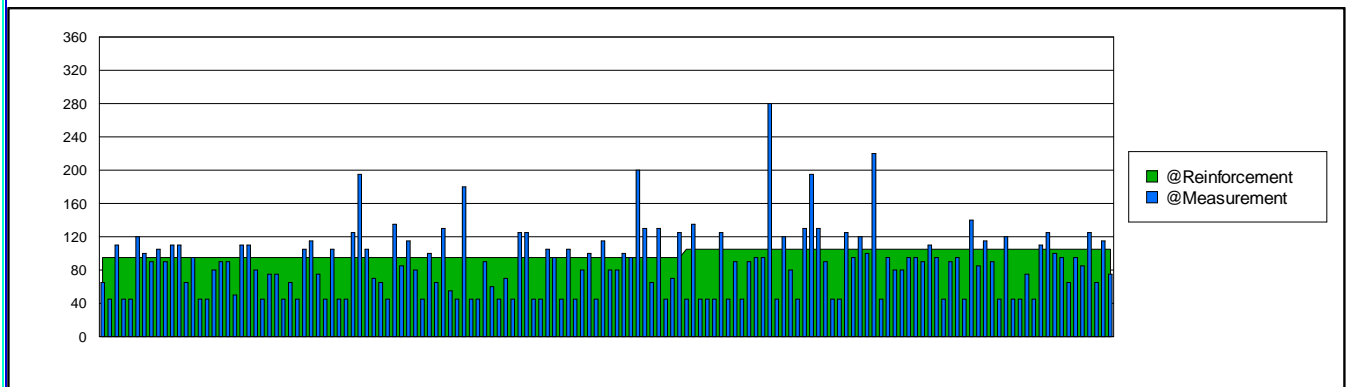
NOMENCLATURA	
DT:	DOBLE TRATAMIENTO
CG:	CAPA GRANULAR
SR:	SUBRASANTE
H1:	ESPESOR DOBLE TRATAMIENTO
H2:	ESPESOR CAPA GRANULAR



**INFORME FINAL**

**CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**  
**Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)**  
**Tramo 358 - Tres Bocas - Arroyo Negro (54,0 Km - 83,3 Km)**  
**GRAFICO DE REFUERZO Y VIDA RESIDUAL A 20 AÑOS**

<b>PROGRAMA APLICADO</b> ROSY DESING	<b>ABSCISA</b> 54000 - 83300	<b>CARRIL</b> DERECHO	<b>LONGITUD</b> 29300	<b>FECHA</b> 01/02/2012
---	---------------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------------



Núm. de sección	Desde km.	A km.	Capa nueva (mm)	ESA	Toneladas adicionales
1	54+000	70+700	95	3.474	1.823,18
2	70+700	83+300	105	3.474	1.439,65

**INFORME FINAL**

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO											
Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)											
Tramo 358 - Tres Bocas - Arroyo Negro (54,0 Km - 83,3 Km)											
Módulo de Administración de Documentos											
RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS, VIDA RESIDUAL Y REFUERZO											
PROGRAMA APLICADO			CARRIL		TIPO PAVIMENTO		ABSCISA		LONGITUD		FECHA
ROSY DESING			IZQUIERDO		ASFALTO		83300 - 54000		29300		feb/2012
ABSCISA	E1 (DT)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho	Tráfico	Núm. de seccion	Vida Residual (años)	Refuerzo 20 años
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)					
54+100	3.000	3.000	62	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
54+300	1.945	1.945	77	2	53	493	7,3	3.474	1	4	125
54+497	2.151	2.151	87	2	53	493	7,3	3.474	1	5	115
54+700	2.619	2.619	61	2	53	493	7,3	3.474	1	10	80
54+900	2.488	2.488	59	2	53	493	7,3	3.474	1	9	90
55+100	1.966	1.966	76	2	53	493	7,3	3.474	1	4	125
55+300	2.079	2.079	81	2	53	493	7,3	3.474	1	5	120
55+500	2.909	2.909	68	2	53	493	7,3	3.474	1	14	50
55+700	3.000	3.000	119	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
55+900	2.394	2.394	133	2	53	493	7,3	3.474	1	8	95
56+100	3.000	3.000	121	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
56+300	2.370	2.370	95	2	53	493	7,3	3.474	1	7	100
56+500	2.371	2.371	128	2	53	493	7,3	3.474	1	7	100
56+700	2.335	2.335	87	2	53	493	7,3	3.474	1	7	100
56+900	3.000	3.000	116	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
57+100	2.080	2.080	84	2	53	493	7,3	3.474	1	5	120
57+300	2.652	2.652	105	2	53	493	7,3	3.474	1	10	75
57+500	3.000	3.000	115	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
57+700	3.000	3.000	68	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
57+900	1.942	1.942	77	2	53	493	7,3	3.474	1	4	125
58+100	2.357	2.357	91	2	53	493	7,3	3.474	1	7	100
58+300	2.357	2.357	50	2	53	493	7,3	3.474	1	7	100
58+500	2.344	2.344	88	2	53	493	7,3	3.474	1	7	100
58+700	2.625	2.625	98	2	53	493	7,3	3.474	1	10	75
58+900	2.013	2.013	79	2	53	493	7,3	3.474	1	4	125
59+100	2.278	2.278	87	2	53	493	7,3	3.474	1	6	105
59+300	1.943	1.943	80	2	53	493	7,3	3.474	1	4	125
59+500	2.116	2.116	83	2	53	493	7,3	3.474	1	5	115
59+700	2.819	2.819	66	2	53	493	7,3	3.474	1	13	60
59+900	2.625	2.625	99	2	53	493	7,3	3.474	1	10	75
60+100	2.317	2.317	95	2	53	493	7,3	3.474	1	7	100
60+300	2.652	2.652	108	2	53	493	7,3	3.474	1	10	75
60+500	3.000	3.000	119	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
60+700	1.892	1.892	78	2	53	493	7,3	3.474	1	4	130
60+900	2.362	2.362	90	2	53	493	7,3	3.474	1	7	100
61+100	2.095	2.095	85	2	53	493	7,3	3.474	1	5	115
61+300	2.431	2.431	99	2	53	493	7,3	3.474	1	8	95
61+500	1.921	1.921	79	2	53	493	7,3	3.474	1	4	130
61+703	2.807	2.807	67	2	53	493	7,3	3.474	1	12	60
61+900	2.077	2.077	79	2	53	493	7,3	3.474	1	5	120
62+100	3.000	3.000	116	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
62+297	2.458	2.458	58	2	53	493	7,3	3.474	1	8	90
62+500	2.308	2.308	89	2	53	493	7,3	3.474	1	7	105
62+700	2.118	2.118	87	2	53	493	7,3	3.474	1	5	115
62+900	3.000	3.000	116	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
63+100	2.256	2.256	82	2	53	493	7,3	3.474	1	6	105
63+300	1.998	1.998	126	2	53	493	7,3	3.474	1	4	125
63+500	2.778	2.778	66	2	53	493	7,3	3.474	1	12	65

**INFORME FINAL**

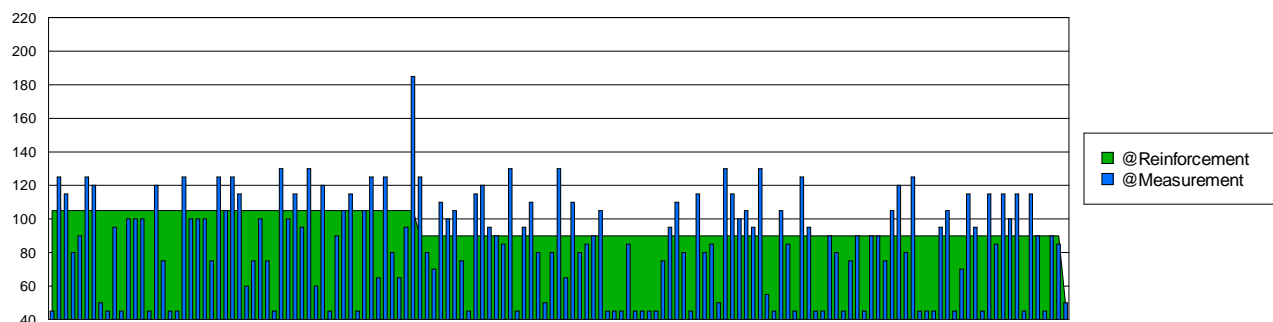
63+700	1.995	1.995	47	2	53	493	7,3	3.474	1	4	125
63+900	2.594	2.594	101	2	53	493	7,3	3.474	1	10	80
64+100	2.744	2.744	64	2	53	493	7,3	3.474	1	12	65
64+300	2.400	2.400	98	2	53	493	7,3	3.474	1	8	95
64+434	1.098	1.098	244	2	53	493	7,3	3.474	1	1	185
64+700	1.957	1.957	78	2	53	493	7,3	3.474	2	4	125
64+900	2.616	2.616	101	2	53	493	7,3	3.474	2	10	80
65+100	2.714	2.714	61	2	53	493	7,3	3.474	2	11	70
65+300	2.197	2.197	84	2	53	493	7,3	3.474	2	6	110
65+500	2.360	2.360	97	2	53	493	7,3	3.474	2	7	100
65+700	2.250	2.250	87	2	53	493	7,3	3.474	2	6	105
65+900	2.635	2.635	57	2	53	493	7,3	3.474	2	10	75
66+100	3.000	3.000	62	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
66+300	2.096	2.096	78	2	53	493	7,3	3.474	2	5	115
66+500	2.037	2.037	82	2	53	493	7,3	3.474	2	4	120
66+700	2.388	2.388	98	2	53	493	7,3	3.474	2	7	95
66+900	2.487	2.487	92	2	53	493	7,3	3.474	2	8	90
67+100	2.546	2.546	103	2	53	493	7,3	3.474	2	9	85
67+300	1.931	1.931	78	2	53	493	7,3	3.474	2	4	130
67+500	3.000	3.000	124	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
67+700	2.386	2.386	128	2	53	493	7,3	3.474	2	7	95
67+900	2.236	2.236	88	2	53	493	7,3	3.474	2	6	110
68+100	2.579	2.579	102	2	53	493	7,3	3.474	2	10	80
68+300	2.928	2.928	69	2	53	493	7,3	3.474	2	14	50
68+500	2.563	2.563	93	2	53	493	7,3	3.474	2	9	80
68+700	1.936	1.936	78	2	53	493	7,3	3.474	2	4	130
68+900	2.779	2.779	66	2	53	493	7,3	3.474	2	12	65
69+100	2.231	2.231	86	2	53	493	7,3	3.474	2	6	110
69+300	2.584	2.584	93	2	53	493	7,3	3.474	2	10	80
69+500	2.551	2.551	92	2	53	493	7,3	3.474	2	9	85
69+700	2.461	2.461	135	2	53	493	7,3	3.474	2	8	90
69+900	2.299	2.299	89	2	53	493	7,3	3.474	2	7	105
70+100	3.000	3.000	52	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
70+300	3.000	3.000	60	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
70+500	3.000	3.000	70	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
70+700	2.532	2.532	54	2	53	493	7,3	3.474	2	9	85
70+906	3.000	3.000	70	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
71+100	3.000	3.000	123	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
71+300	3.000	3.000	70	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
71+500	3.000	3.000	71	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
71+700	2.648	2.648	92	2	53	493	7,3	3.474	2	10	75
71+900	2.429	2.429	99	2	53	493	7,3	3.474	2	8	95
72+095	2.191	2.191	51	2	53	493	7,3	3.474	2	6	110
72+300	2.571	2.571	103	2	53	493	7,3	3.474	2	9	80
72+500	3.000	3.000	121	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
72+700	2.153	2.153	85	2	53	493	7,3	3.474	2	5	115
72+900	2.619	2.619	105	2	53	493	7,3	3.474	2	10	80
73+100	2.557	2.557	93	2	53	493	7,3	3.474	2	9	85



**INFORME FINAL**

**CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**  
**Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)**  
**Tramo 358 - Tres Bocas - Arroyo Negro (54,0 Km - 83,3 Km)**  
**GRAFICO DE REFUERZO Y VIDA RESIDUAL A 20 AÑOS**

<b>PROGRAMA APLICADO</b> ROSY DESING	<b>ABSCISA</b> 83300 - 54000	<b>CARRIL</b> IZQUIERDO	<b>LONGITUD</b> 29300	<b>FECHA</b> 01/02/2012
---	---------------------------------	----------------------------	--------------------------	----------------------------



Núm. de sección	Desde km.	A km.	Capa nueva (mm)	ESA	Toneladas adicionales
1	54+000	64+500	105	3.474	176,06
2	64+500	83+050	90	3.474	1.067,63
3	83+050	83+300	50	3.474	0,00

**INFORME FINAL**

Client: **CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**



# ROAD EVALUATION REPORT

Default values				Date	16-02-2012		
Design period:	20	Years	Points viewed	40	Temperature Corrections for polynomia		
Design temp.:	25,00	°C	Band width	2,5	5. order	0.000002965	
Poissons ratio:	0,35		Std. dev. factor	5	4. order	-0.0000223430	
Annual traffic growth	3,2	%	Std. axle load	13,0	T	3. order	0.0005966400
Min. thickness 1. layer	55	mm	Reinforcement interval	5	mm	2. order	-0.0067109000
Contact press.:	0,707	MPa	Min reinforcement	0	mm	1. order	0.0477460000
Load radius:	150	mm	Extra reinforcement	33	%	0. order	0.4993730000
Impact factor:	1,20		Section alignment	50	m	Reference temperature	25 °C
Seas. factor :	1,00		Automatic Sectioning	250	m	Temperature range	5 to 40 °C

\* - after remarks indicates that the point has been calculated as a 2-layer system and that the thickness and E values of 1st and 2nd layers are identical when calculating the new overlay needed in the point in question, the calculation is done for a 3 layer system.

			Allowable strain in bound layer	
E-module for reinforment >= 100 mm:	3.000	MPa	$T = 10^{(3.53 * (1 - \text{Log}(N) / 20.11))}$	
E-module for reinforment < 100 mm:	2.000	MPa		
B=Block cracking			Allowable stress on unbound layer with E-values <= 160 MPa	
R=Rutting			$T = 10^{(-0.31 * \text{Log}(N) + 1.16 * \text{Log}(Ex) + -1.64)}$	
			and with E-values > 160 MPa	
			$T = 10^{(-0.31 * \text{Log}(N) + 0.98 * \text{Log}(Ex) + -1.23)}$	
			(Ex = E-module, N = T total traffic load (SA) in the design period)	

**INFORME FINAL**

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO											
Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)											
Tramo 360 - Arroyo Negro - San Manuel (83.3 Km - 94,1 Km)											
Módulo de Administración de Documentos											
RESUMEN DE MODULOS ELASTICOS, VIDA RESIDUAL Y REFUERZO											
PROGRAMA APLICADO		CARRIL			TIPO PAVIMENTO		ABSCISA		LONGITUD		FECHA
ROSY DESING		DERECHO			ASFALTO		83300 - 94100		10800		feb/2012
ABSCISA	EI (DT)	E2 (CG)	E3 (SR)	Capa crítica	H1	H2	Ancho	Tráfico	Núm. de seccion	Vida Residual (años)	Refuerzo 20 años
	MPa	MPa	MPa		(mm)	(mm)	(m)	ESA/DIA			
83+400	2.364	2.364	92	2	53	493	7,3	3.474	1	7	100
83+600	2.624	2.624	102	2	53	493	7,3	3.474	1	10	75
83+800	3.000	3.000	71	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
84+000	2.435	2.435	151	2	53	493	7,3	3.474	1	8	95
84+200	2.534	2.534	94	2	53	493	7,3	3.474	1	9	85
84+400	3.000	3.000	113	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
84+600	2.599	2.599	61	2	53	493	7,3	3.474	1	10	80
84+800	204	204	144	2	53	493	7,3	3.474	1	0	305
85+000	3.000	3.000	107	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
85+200	2.292	2.292	133	2	53	493	7,3	3.474	1	7	105
85+400	2.142	2.142	129	2	53	493	7,3	3.474	1	5	115
85+600	2.515	2.515	139	2	53	493	7,3	3.474	1	9	85
85+800	2.476	2.476	154	2	53	493	7,3	3.474	1	8	90
86+000	2.392	2.392	142	2	53	493	7,3	3.474	1	8	95
86+200	2.439	2.439	135	2	53	493	7,3	3.474	1	8	95
86+400	2.435	2.435	139	2	53	493	7,3	3.474	1	8	95
86+600	3.000	3.000	114	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
86+800	3.000	3.000	120	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
87+000	2.713	2.713	109	2	53	493	7,3	3.474	1	11	70
87+200	153	153	338	2	53	493	7,3	3.474	1	0	305
87+400	1.168	1.168	218	2	53	493	7,3	3.474	1	1	180
87+600	3.000	3.000	168	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
87+800	3.000	3.000	180	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
88+000	207	207	204	2	53	493	7,3	3.474	1	0	305
88+200	3.000	3.000	111	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
88+400	3.000	3.000	157	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
88+600	2.425	2.425	133	2	53	493	7,3	3.474	1	8	95
88+800	3.000	3.000	178	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
89+000	984	984	199	2	53	493	7,3	3.474	1	0	195
89+200	3.000	3.000	181	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
89+400	193	193	141	2	53	493	7,3	3.474	1	0	305
89+600	3.000	3.000	106	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
89+800	2.555	2.555	98	2	53	493	7,3	3.474	1	9	85
89+935	3.000	3.000	110	2	53	493	7,3	3.474	1	15	45
90+200	2.724	2.724	95	2	53	493	7,3	3.474	2	11	70
90+400	2.486	2.486	87	2	53	493	7,3	3.474	2	8	90
90+600	3.000	3.000	166	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
90+800	3.000	3.000	71	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
91+000	3.000	3.000	66	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
91+200	2.618	2.618	104	2	53	493	7,3	3.474	2	10	80
91+400	2.031	2.031	80	2	53	493	7,3	3.474	2	4	120
91+600	2.402	2.402	99	2	53	493	7,3	3.474	2	8	95
91+800	3.000	3.000	114	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
92+000	2.542	2.542	144	2	53	493	7,3	3.474	2	9	85
92+200	2.502	2.502	141	2	53	493	7,3	3.474	2	9	90
92+400	2.164	2.164	134	2	53	493	7,3	3.474	2	5	115
92+600	365	365	74	2	53	493	7,3	3.474	2	0	260
92+800	2.443	2.443	98	2	53	493	7,3	3.474	2	8	90
93+000	1.772	1.772	72	2	53	493	7,3	3.474	2	3	140
93+200	2.576	2.576	102	2	53	493	7,3	3.474	2	10	80
93+400	3.000	3.000	68	2	53	493	7,3	3.474	2	15	45
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.362</b>	<b>2.362</b>	<b>127</b>								
<b>PERCENTIL 85</b>	<b>1.901</b>	<b>1.901</b>	<b>84</b>								

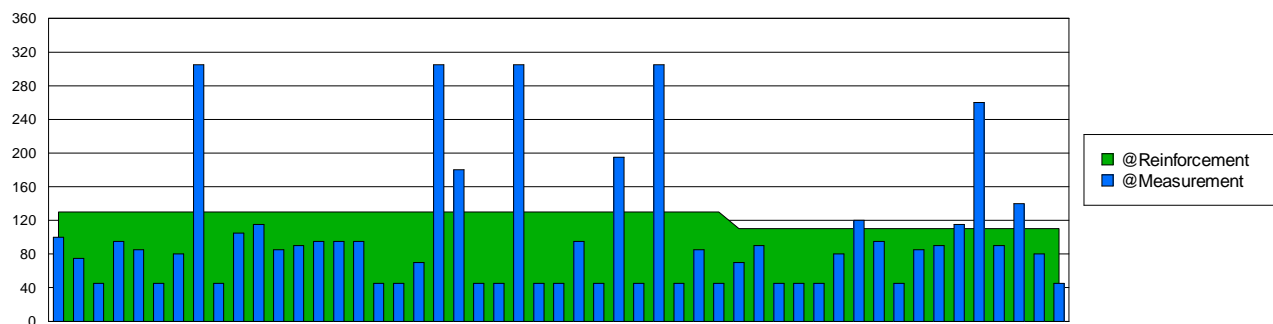
  

Tramo 360. Sección 1.				NOMENCLATURA			
	EI (DT)	E2 (CG)	E3 (SR)	DT:	DOBLE TRATAMIENTO		
	MPa	MPa	MPa	CG:	CAPA GRANULAR		
83+300-93+450 DER	2.362	2.362	127	SR:	SUBRASANTE		
83+300-93+450 IZQ	2.344	2.320	111	H1:	ESPESOR DOBLE TRATAMIENTO		
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.353</b>	<b>2.341</b>	<b>119</b>	H2:	ESPESOR CAPA GRANULAR		

**INFORME FINAL**

**CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO**  
**Ruta 24 (Empalme Ruta 2 - Nuevo Berlin - Tres Bocas - San Manuel)**  
**Tramo 360 - Arroyo Negro - San Manuel (83.3 Km - 94,1 Km)**  
**GRAFICO DE REFUERZO Y VIDA RESIDUAL A 20 AÑOS**

<b>PROGRAMA APLICADO</b> ROSY DESING	<b>ABSCISA</b> 83300 - 94100	<b>CARRIL</b> DERECHO	<b>LONGITUD</b> 10800	<b>FECHA</b> 01/02/2012
---	---------------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------------



Núm. de sección	Desde km.	A km.	Capa nueva (mm)	ESA	Toneladas adicionales
1	83+300	90+000	130	3.474	2.677,28
2	90+000	93+500	110	3.474	591,30

**8. MATRÍZ DE ENTRADA DE DATOS PARA EVALUACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICA HDM-4**

A pedido de la administración del contrato de consultoría, se preparó una matriz de entrada de datos para el programa de evaluación técnico económica HDM-4, en el caso que se quisiera realizar análisis a nivel de proyecto y solo referido a temas de geometría de la calzada y condición de pavimentos. La información que se tabula corresponde al objeto y compromisos contenidos en los términos de referencia, la oferta y el contrato suscrito. Las casillas en blanco corresponden a indicadores que el Consultor ha capturado mediante el vehículo multifunción y que requiere un acuerdo entre las partes para los trabajos adicionales de procesamiento.



**INFORME FINAL**



Ruta 21 (Nueva Palmira - Dolores - Mercedes)

Tramos 344 - 345 - 346 \* Secciones Homogéneas Identificadas Todos los Tramo (278+800 a 357+585)

\* Conforme tramitación DNV

Módulo de Administración de Documentos

**MATRIZ DE DATOS DE ENTRADA (PAVIMENTOS) EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA HDM-4 A NIVEL DE PROYECTO \*\***

\*\* Con información requerida de condición actual

EQUIPO UTILIZADO		PROYECTO						ABSCISA			LONGITUD (m)		FECHA		
EQUIPOS MULTIFUNCION		TRAMOS Y SECCIONES HOMOGÉNEAS						278+800 a 357+585			78.785		06/02/2012		
Progresivas	Deflexion D(t) (um)	IRI (mm/m)	Surco de Huella (mm)	% Fisuras ó m/m <sup>2</sup>	Ancho de Calzada (m)	Ancho de Banquina (m)	Espesor Rodadura (mm)	Espesor Capas Granulares (mm)	ESAL 'S	IMVp	% de subidas	% de bajadas	Coefficiente de Rozamiento	% BACHES	% de Desprendimientos
<b>Tramo 344. Sección 1.</b>							<b>NUEVA PALMIRA - ARENAL GRANDE</b>								
278+800 - 289+300	473	2,11	13,27												
<b>Tramo 344. Sección 2.</b>							<b>NUEVA PALMIRA - ARENAL GRANDE</b>								
289+300 - 298+400	592	2,38	13,42												
<b>Tramo 345. Sección 1.</b>							<b>ARENAL GRANDE - DOLORES</b>								
298+400 - 310+000	607	2,26	11,58												
<b>Tramo 345. Sección 2.</b>							<b>ARENAL GRANDE - DOLORES</b>								
310+000 - 314+000	697	2,34	10,64												
<b>Tramo 345. Sección 3.</b>							<b>ARENAL GRANDE - DOLORES</b>								
314+000 - 319+464	571	2,69	10,02												
<b>Tramo 346. Sección 1.</b>							<b>DOLORES - MERCEDES</b>								
322+000 - 327+000	574	2,56	7,60												
<b>Tramo 346. Sección 2.</b>							<b>DOLORES - MERCEDES</b>								
327+000 - 330+500	767	2,32	6,97												
<b>Tramo 346. Sección 3.</b>							<b>DOLORES - MERCEDES</b>								
330+500 - 348+500	555	2,08	8,22												
<b>Tramo 346. Sección 4.</b>							<b>DOLORES - MERCEDES</b>								
348+500 - 357+585	776	3,27	7,20												

**NOMENCLATURA:**

IMVp Intensidad media diaria de vehículos pesados % DE SUBIDAS Y BAJADAS Trazado geométrico  
ESAL'S Repeticiones de ejes equivalentes



Ruta 24 (EMPALME RUTA 2 LIEBIGS) - RUTA 20 (NUEVO BERLIN) - RUTA 25 (TRES BOCAS) - ARROYO NEGRO - SAN MANUEL

Tramos 357 - 358 - 350 - 360 \* Secciones Homogéneas Identificadas Todos los Tramo (0+000 a 94+100)

\* Conforme tramitación DNV

Módulo de Administración de Documentos

**MATRIZ DE DATOS DE ENTRADA (PAVIMENTOS) EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA HDM-4 A NIVEL DE PROYECTO \*\***

\*\* Con información requerida de condición actual

EQUIPO UTILIZADO		PROYECTO						ABSCISA			LONGITUD (m)		FECHA		
EQUIPOS MULTIFUNCION		TRAMOS Y SECCIONES HOMOGÉNEAS						0+000 - 94+100			94.600		06/02/2012		
Progresivas	Deflexion D(t) (um)	IRI (mm/m)	Surco de Huella (mm)	% Fisuras ó m/m <sup>2</sup>	Ancho de Calzada (m)	Ancho de Banquina (m)	Espesor Rodadura (mm)	Espesor Capas Granulares (mm)	ESAL 'S	IMVp	% de subidas	% de bajadas	Coefficiente de Rozamiento	% BACHES	% de Desprendimientos
<b>Tramo 357. Sección 1.</b>							<b>RUTA 2 (LIEBIGS) - RUTA 20 NUEVO BERLIN</b>								
0+000 - 2+270	184	2,26	8,48												
<b>Tramo 357. Sección 2.</b>							<b>RUTA 24 (LIEBIGS) - RUTA 20 NUEVO BERLIN</b>								
2+270 - 11+700 CD	672	3,38	5,50												
<b>Tramo 357. Sección 2.</b>							<b>RUTA 2 (LIEBIGS) - RUTA 20 NUEVO BERLIN</b>								
2+270 - 4+492 CI	145	2,21	10,48												
<b>Tramo 357. Sección 2.</b>							<b>RUTA 2 (LIEBIGS) - RUTA 20 NUEVO BERLIN</b>								
4+492 - 11+700 CI	565	2,73	12,40												
<b>Tramo 357. Sección 3.</b>							<b>RUTA 2 (LIEBIGS) - RUTA 20 NUEVO BERLIN</b>								
11+700 - 21+400	192	2,28	8,37												
<b>Tramo 357. Sección 4.</b>							<b>RUTA 2 (LIEBIGS) - RUTA 20 NUEVO BERLIN</b>								
21+400 - 21+600	635	3,99	9,96												
<b>Tramo 358. Sección 1.</b>							<b>RUTA 20 NUEVO BERLIN - TRES BOCAS RUTA 25</b>								
21+600 - 29+600	766	2,42	8,89												
<b>Tramo 358. Sección 2.</b>							<b>RUTA 20 NUEVO BERLIN - TRES BOCAS RUTA 25</b>								
29+600 - 42+000	897	2,43	8,70												
<b>Tramo 358. Sección 3.</b>							<b>RUTA 20 NUEVO BERLIN - TRES BOCAS RUTA 25</b>								
42+000 - 48+600	834	3,28	9,65												
<b>Tramo 358. Sección 4.</b>							<b>RUTA 20 NUEVO BERLIN - TRES BOCAS RUTA 25</b>								
48+600 - 54+000	1085	5,66	6,95												
<b>Tramo 359. Sección 1.</b>							<b>TRES BOCAS RUTA 25 - ARROYO NEGRO</b>								
54+000 - 83+300	1189	4,59	7,30												
<b>Tramo 360. Sección 1.</b>							<b>ARROYO NEGRO - SAN MANUEL</b>								
83+300 - 94+100	1021	3,46	7,18												

**NOMENCLATURA:**

IMVp Intensidad media diaria de vehículos pesados % DE SUBIDAS Y BAJADAS Trazado geométrico  
ESAL'S Repeticiones de ejes equivalentes

## INFORME FINAL

### 9. INVENTARIOS

En los términos de referencia se menciona la obligatoriedad de coleccionar información de inventarios, tales como puentes, alcantarillas, postes y señales de tráfico. El sistema de inspección que aplica el consultor recoge sobre los 25 eventos continuos y discontinuos de la carretera, fundamentado en relaciones de posicionamiento global, con datos de GPS diferencial y video panorámico de 180 °. Adjuntamos la tabulación de los recursos solicitados en el documento técnico antes mencionado; aclarando simultáneamente que, en caso de que se requiera más información de inventarios, generación de mapas temáticos, etc. y que no forma parte de la obligación contractual, requerirá una negociación por separado. De la misma manera, sí se requerirían los videos georeferenciados, es indispensable adquirir un software de visualización del video u obtener una licencia temporal de 30 días, directamente al productor del software, sin que en esta materia INEXTEC MERCOSUR LTDA., tenga ninguna vinculación comercial.



**INFORME FINAL**

CORPORACION NACIONAL PARA EL DESARROLLO							EQUATEST MERCOSUR LTDA. TECNOLOGIA INTELIGENTE	
CND   Ruta 21								
Tramo 344, 345 y 346								
Módulo de Administración de Documentos								
INVENTARIOS VIALES								
Resumen								
EQUIPO UTILIZADO				FECHA				
Sistema de inventario especializado (imágenes)				13/02/2012				
Absisa, km	Descripción	Latitud, grados	Longitud, grados	Altitud, m	Absisa relativa, km			
278,907	Puente Inicio Nueva Palmira	-33,85378408	-58,39016102	4,9	0,107			
279,118	Señalización Departamento de Soriano	-33,8522935	-58,38881363	4,5	0,318			
279,268	Señalización Informativa	-33,85111083	-58,38805089	4,7	0,468			
279,367	Señalización Informativa 45 km/h	-33,85032322	-58,38754079	5,1	0,567			
279,434	Señalización Restrictiva, no revasar	-33,84978214	-58,38720062	6,6	0,634			
280,822	Señal Informativa	-33,83879943	-58,38009621	33,1	2,022			
281,284	Inicio de sección Calibración	-33,83499281	-58,37795774	36	2,484			
281,813	Señal Restrictiva, no revasar	-33,83060427	-58,37575811	21,3	3,013			
282,114	Km 282	-33,82811851	-58,37452087	36,4	3,314			
282,783	Fin sección Calibración	-33,82249178	-58,37178701	37,4	3,983			
282,887	Señal restrictiva, no revasar	-33,82164374	-58,37133343	37,1	4,087			
283,61	Señal Informativa, Puerto Agradada	-33,81561725	-58,36835582	38,2	4,81			
283,914	Señal restrictiva, no revasar	-33,8130744	-58,36709737	31,4	5,114			
284,146	Km 284	-33,81114786	-58,3661444	34,9	5,346			
284,428	Señal Informativa, Playa de La Agradada	-33,80878671	-58,36498148	32	5,628			
284,503	Señal Informativa, limite de velocidad	-33,80816367	-58,36467336	31,4	5,703			
284,561	Señal Informativa, parada de bus	-33,80767727	-58,36442859	32	5,761			
284,915	Señal Informativa, limite de velocidad *deteriorada	-33,80470858	-58,36300537	42	6,115			
285,181	Señal restrictiva, no revasar	-33,80249916	-58,36193585	42	6,381			
286,111	Km 286	-33,79469867	-58,3582128	32,5	7,311			
286,877	Señal Restrictiva, no revasar	-33,78828458	-58,35516375	26	8,077			
287,6	Señal restrictiva, no revasar	-33,78220378	-58,35226403	20,7	8,8			
288,151	Poste kilometraje, no se puede ver el numero tapado por hierba	-33,77757338	-58,35004926	20,8	9,351			
288,749	Señal Informativa y restrictiva, aviso de puente y no revasar	-33,77255497	-58,34765442	15,9	9,949			
288,86	Señal Informativa, A Agradada	-33,77162001	-58,34725462	15,5	10,06			
288,931	Puente Arroyo Agradada	-33,77097474	-58,34702492	15,1	10,131			
290,109	Km 290	-33,76101315	-58,34276268	29,2	11,309			
290,197	Señal restrictiva, no revasar	-33,76026527	-58,34244168	29,5	11,397			
291,174	Señal restrictiva, no revasar	-33,75196679	-58,33893202	34,2	12,374			
291,208	Señal Informativa, escuela	-33,75167826	-58,33881331	34,8	12,408			
291,53	Señal Informativa, cruce peatonal y limite de velocidad	-33,74894958	-58,33766763	43	12,73			
291,617	Señal Informativa	-33,74820149	-58,33735246	43,5	12,817			
291,655	Señal Informativa, cruce de ganado	-33,74786932	-58,33722144	43,1	12,855			
291,785	Señal Informativa, parada de bus	-33,74676606	-58,33677644	40,1	12,985			
291,904	Señal Informativa, limite de velocidad	-33,74569781	-58,33662931	37	13,104			
292,104	Km 292	-33,74390416	-58,33662551	34,8	13,304			
292,748	Alcantarilla	-33,73809177	-58,33661124	30,5	13,948			
293,105	Poste kilometraje lado izquierdo, hierba tapa el numero	-33,73486323	-58,33670862	28,2	14,305			
293,663	Señal restrictiva, no revasar	-33,72981188	-58,33657835	25,8	14,863			
294,104	Km 294	-33,7258322	-58,33656171	26,7	15,304			
294,36	Señalización restrictiva, no revasar *poste inclinado	-33,72351766	-58,33656009	25	15,56			
294,706	Señal Informativa, *deteriorada con pintura encima	-33,72040733	-58,33655508	34,1	15,906			
294,756	Parada de Bus	-33,71994673	-58,33653179	34,5	15,956			
295,359	Señal restrictiva, no revasar	-33,71540274	-58,33686818	22,5	16,559			
296,011	Alcantarilla	-33,70862518	-58,33734017	22,1	17,211			
296,1	Km 296	-33,70783008	-58,33739902	22,1	17,3			
296,185	Señalización restrictiva, no revasar	-33,70706755	-58,33746507	22,6	17,385			
296,795	Señal restrictiva, no revasar	-33,7015677	-58,33788091	20,4	17,995			
296,944	Señal Informativa	-33,70022377	-58,33799346	19,3	18,144			
297,098	Km 297, lado izquierdo	-33,69883336	-58,33820666	18,4	18,298			
297,468	Alcantarilla	-33,69559565	-58,33777793	12,8	18,668			
298,055	Señal Informativa y restrictiva, puente y no revasar	-33,69060013	-58,33511682	13,1	19,255			
298,095	Km 298	-33,6902595	-58,33496764	13,1	19,295			
298,116	Señal Informativa, A Arenal Grande *deteriorada con pintura	-33,6906334	-58,33489073	13,1	19,316			
298,205	Puente Arroyo Arenal Grande	-33,68930718	-58,33459872	12,8	19,405			
298,369	Señal Informativa	-33,68795603	-58,33397728	11,8	19,569			
298,465	Puente Arroyo Arenal Grande 2	-33,68712065	-58,33364502	12,3	19,665			
300,1	Km 300	-33,67247626	-58,33254377	14	21,3			







**INFORME FINAL**

328,188	Señal Reglamentaria, No rebasar	-32,57467256	-58,01599346	34,2	78,319
328,23	Alcantarilla	-32,57445645	-58,01603726	34,1	78,344
328,272	Alcantarilla	-32,56982033	-58,01712176	34,6	78,867
328,314	Alcantarilla	-32,56645315	-58,01792014	39,6	79,248
328,356	Señal Reglamentaria, No rebasar	-32,56563006	-58,01811076	40,4	79,34
328,398	Km 80+000	-32,56414614	-58,0184794	42,5	79,508
328,44	Alcantarilla	-32,56162003	-58,01905969	40,9	79,793
328,482	Señal Reglamentaria, No rebasar	-32,55946818	-58,01956308	42,1	80,035
328,524	Alcantarilla	-32,55890885	-58,01970098	41,7	80,099
328,566	Señal Reglamentaria, Limite de Velocidad	-32,55530071	-58,02053395	42,2	80,506
328,608	Señal Preventiva, Desvio	-32,55428066	-58,02076736	38,9	80,622
328,65	Señal Informativa, Direccion	-32,55335105	-58,02098604	36,4	80,725
328,692	Alcantarilla	-32,55239487	-58,02120546	36,1	80,833
328,734	Señal Reglamentaria, No rebasar	-32,55178987	-58,02131406	36,8	80,901
328,776	Alcantarilla	-32,54617868	-58,02240936	31,9	81,531
328,818	Señal Reglamentaria, No rebasar	-32,54609445	-58,02242659	32,4	81,54
328,86	Km 82+000	-32,54548915	-58,02253171	35,4	81,608
328,902	Señal Preventiva, Curva Derecha	-32,54270946	-58,02305745	34,9	81,919
328,944	Señal Reglamentaria, No rebasar	-32,53516249	-58,02275309	23,8	82,753
328,986	Señal Preventiva, Puente	-32,53484934	-58,02271815	23,3	82,788
329,028	Señal Informativa, Rio Negro	-32,53455581	-58,02269989	22,6	82,82
329,07	Señal Informativa, A Negro	-32,53415321	-58,02267727	22,5	82,864
329,112	Inicio Puente Rio Negro	-32,5328514	-58,02265535	21	83,009
329,154	Fin Puente Rio Negro	-32,53046741	-58,02250432	19,4	83,274
329,196	Señal Informativa, Turistica	-32,53003124	-58,02243274	20,2	83,322
329,238	Km 84+000	-32,52759342	-58,02225856	19,2	83,592
329,28	Señal Preventiva, Curva Derecha	-32,52506046	-58,02211466	19,8	83,872
329,322	Señal Reglamentaria, No rebasar	-32,5246151	-58,02208222	19,3	83,921
329,364	Señal Reglamentaria, No rebasar	-32,51490302	-58,01739539	37,8	85,111
329,406	Señal Preventiva, Curva Izquierda	-32,51253398	-58,01565759	50,7	85,42
329,448	Km 86+000	-32,5121179	-58,01535594	52,2	85,475
329,49	Señal Informativa, Turistica	-32,51053409	-58,01463017	52,6	85,663
329,532	Señal Preventiva, Desvio	-32,5095338	-58,01433246	49,1	85,778
329,574	Señal Informativa, Direccion	-32,50877261	-58,01410493	47,4	85,864
329,616	Alcantarilla	-32,50769032	-58,01376589	48,4	85,988
329,658	Señal Reglamentaria, No rebasar	-32,50709905	-58,01358287	47,3	86,056
329,7	Alcantarilla	-32,50613448	-58,01329887	49,9	86,166
329,742	Señal Reglamentaria, No rebasar	-32,49841267	-58,01091928	39,5	87,049
329,784	Alcantarilla	-32,49710621	-58,01052366	40,4	87,198
329,826	Km 88+000	-32,4941719	-58,00962491	41,8	87,533
329,868	Alcantarilla	-32,48897463	-58,00807377	29,7	88,126
329,91	Señal Reglamentaria, No rebasar	-32,48596146	-58,00716731	31,7	88,471
329,952	Señal Preventiva, Curva Izquierda	-32,48048021	-58,00549928	28,4	89,098
329,994	Señal Preventiva, Desvio	-32,47869098	-58,00494638	24,7	89,302
330,036	Km 90+000	-32,47711087	-58,00456934	23,8	89,478
330,078	Señal Preventiva, Puente	-32,4750457	-58,00417904	24,2	89,71
330,12	Señal Reglamentaria, No rebasar	-32,4746863	-58,00411985	24	89,751
330,162	Señal Informativa, A Rabon	-32,47430449	-58,00403607	23,4	89,794
330,204	Inicio Puente Rabon	-32,47334485	-58,00388227	22,8	89,902
330,246	Fin Puente Rabon	-32,47183577	-58,00361836	23,3	90,071
330,288	Señal Reglamentaria, No rebasar	-32,46583081	-58,00237545	29,8	90,749
330,33	Señal Preventiva, Curva Derecha	-32,46254586	-58,00173656	39	91,117
330,372	Km 92+000	-32,46041487	-58,00097318	41,8	91,366
330,414	Alcantarilla	-32,45902977	-58,00015005	44,5	91,538
330,456	Señal Reglamentaria, No rebasar	-32,45748839	-57,99924128	48,6	91,73
330,498	Señal Reglamentaria, Limite de Velocidad	-32,45110323	-57,99551301	44,1	92,518
330,54	Señal Informativa, Policia	-32,45065596	-57,99524063	43,7	92,573
330,582	Señal Reglamentaria, No rebasar	-32,44996433	-57,99482837	43,9	92,659
330,624	Alcantarilla	-32,44995127	-57,99481799	43,8	92,661
330,666	Señal Preventiva, Salida de Camiones	-32,44885767	-57,99415446	47,6	92,797
330,708	Señal Informativa, Direccion	-32,44801658	-57,99362863	51	92,903
330,75	Señal Informativa, Direccion	-32,44649111	-57,99285005	53,1	93,087
330,792	Señal Reglamentaria, Limite de Velocidad	-32,44628799	-57,99277436	53,3	93,112
330,834	Señal Informativa, Direccion	-32,44511622	-57,99252983	54,3	93,243
330,876	Km 94+000	-32,44425035	-57,99257759	54,2	93,335
330,918	Señal Reglamentaria, Pare	-32,44379769	-57,99247742	53,4	93,393

## INFORME FINAL

### 10. CONCLUSIONES

- Los objetivos generales, específicos y complementarios, establecidos en los términos de referencia, la oferta y el contrato en vigor, han podido ser cumplidos íntegramente, sin perjuicio de ninguna clase, hecho que vigoriza la posición de la administración del contrato en términos de la objetividad con la que se ha previsto la obtención de los productos establecidos.
- Las contingencias presentadas en la ejecución de los trabajos de campo, tienen que ver con las externalidades siempre imprevistas de alguna manera, cuando se trata de trabajos a cielo abierto. Más allá de la influencia de los factores climáticos en la operación de los equipos, hecho que afecta al muy corto plazo establecido, no es menos cierto que ninguno de tales factores ha podido influir en la calidad y suficiencia de los datos capturados.
- Los parámetros para la ejecución de las pruebas de deflexión han sido cumplidos satisfactoriamente, en correspondencia a las normas NLT invocadas en los documentos del contrato, en particular con los siguientes aspectos: a) simulación de cargas de 6,5 – 7 – 10 y 13 Ton., con tolerancias de +/- 5 Kn; b) tiempo de pulsación a la máxima carga, entre 25 y 30 ms. y tiempo final de pulsación, entre 30 y 60 ms; c) temperatura de la superficie de prueba no mayor a 40° C; y, d) repetitividad, exactitud y tolerancias en las lecturas y posición de los geófonos, sin desvíos de los parámetros declarados por normas internacionales, el fabricante y el usuario. Los datos consignados en los reportes de archivos históricos correspondientes a la caja negra del dispositivo electrónico, garantizan la calidad de los ensayos.
- Los equipos y los vehículos han funcionado dentro de los parámetros exigibles, cumpliendo plenamente las tolerancias establecidas para su desempeño en operación, conforme a las cartas de calibración.
- Los reportes entregados constituyen esencialmente, trabajos de apoyo a la consultoría y no exigen formulación de juicios de valor sobre la condición de los pavimentos o las obras. Estos criterios corresponden a los especialistas contratados para el efecto.
- ECUATEST MERCOSUR LTDA., garantiza la fiabilidad de los resultados obtenidos, bajo las condiciones y estado en que se encontraron los pavimentos de las rutas a la fecha de ejecución de los ensayos.
- Cualquier criterio que se incorpora en los comentarios de este informe y que van más allá de nuestra responsabilidad fundamental de reportar resultados de ensayos de carreteras, se insiste, no son vinculantes y de acuerdo a los alcances y términos del contrato, el Consultor, no se obliga a discutirlos, ampliarlos o modificarlos de la versión aprobada por el Cliente, en este caso la CND.

#### CREDITOS:

TRABAJO DE CAMPO:	Sergio Páez Bimos, Ing., María Fernanda Bravo, Ing. Msc., Sergio Páez Moreno, Ing., M <sub>GC</sub>
TRABAJO DE GABINETE: Procesamiento y análisis	Rolando Vila Romaní, Ing., Dr., Sergio Páez Bimos, Ing., María Fernanda Bravo, Ing. Msc., Sergio Páez Moreno, Ing., M <sub>GC</sub> , Núcleo de Desarrollo, Quito.
INFORME Y DIRECCION:	Sergio Páez Moreno, Ing., M <sub>GC</sub> , Rolando Vila Romaní, Ing., Dr., Sergio Páez Bimos, Ing., María Fernanda Bravo Ing. Msc.

Febrero – Marzo 2012

MONTEVIDEO – URUGUAY