



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

# PITRA

Programa de  
Infraestructura  
del Transporte

INFORME DE AVANCE  
LTPP-CR 2016  
LM-PI-UMP-043-R2

PREPARADO POR:  
Edgar Camacho Garita  
Maureen Quirós  
José Pablo Aguiar M



programa de infraestructura  
del transporte

San José, Costa Rica  
Diciembre, 2016

UTT

Unidad de  
Transferencia de Tecnología



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

## Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Informe: LM-PI-UMP-043-R2

### INFORME DE AVANCE – LTPP-CR 2016

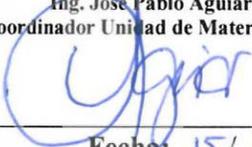


Preparado por:  
Unidad de Materiales y Pavimentos

San José, Costa Rica  
Diciembre, 2016

Documento generado con base en el Art. 6, inciso g) de la Ley 8114 y lo señalado en el Cap. IV, Art. 47 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.  
Preparado por: Unidad de Materiales y Pavimentos del PITRA-LanammeUCR  
edgar.camachogarita@ucr.ac.cr



<b>1. Informe</b> LM-PI-UMP-043-R2		<b>2. Copia No.</b> 1
<b>3. Título y subtítulo:</b> INFORME DE AVANCE – LTPP-CR 2016		<b>4. Fecha del Informe</b> Diciembre, 2016
<b>7. Organización y dirección</b> Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
<b>8. Notas complementarias</b>		
<b>9. Resumen</b>  <i>El presente informe recopila el avance y los resultados de laboratorio para el proyecto denominado LTPP, para el seguimiento del comportamiento de diferentes estructuras de pavimento en el tiempo.</i>  <i>La recopilación de información que plantea el proyecto tiene la limitación de que la misma se da en períodos extensos de tiempo, así como que los diferentes tramos de estudio se encuentran distribuidos por el país.</i>  <i>Así mismo se busca incorporar de forma gradual la información que ha sido recolectada por medio de otros proyectos de investigación, auditoria o fiscalización; de forma que se pueda generar una base de datos robusta para el estudio del desempeño de los pavimentos.</i>		
<b>10. Palabras clave</b> LTPP, Desempeño, Pavimentos	<b>11. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>12. Núm. de páginas</b> 11
<b>13. Preparado por:</b> Ing. Edgar Camacho Garita Ingeniero investigador  Fecha: / /	Maureen Quirós Asistente  Fecha: 15 / 12 / 16	Fecha: / /
<b>14. Revisado por:</b> Ing. José Pablo Aguiar M., Ph. D. Coordinador Unidad de Materiales y Pavimentos  Fecha: 15 / 12 / 16	<b>15. Aprobado por:</b> Ing. Guillermo Loría Salazar, Ph. D. Coordinador General PITRA  Fecha: 15 / 12 / 16	

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
1.1 DESCRIPCIÓN/HISTORIA – CONTEXTO GENERAL DEL LTPP .....	4
1.2 DESCRIPCIÓN – CONTEXTO DEL PROYECTO EN COSTA RICA.....	5
1.3 OBJETIVO DE ESTE INFORME .....	5
1.4 PRODUCTOS ESPERADOS .....	5
<b>2. PROYECTO LTPP-CR.....</b>	<b>6</b>
2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO LTPP-CR.....	6
2.2 ENSAYOS Y PRUEBAS.....	9
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>FIGURA 1. INSTALACIÓN DE SENSORES PARA MEDIR LA RESPUESTA DEL PAVIMENTO EN EL PROYECTO CAÑAS – LIBERIA. JUNIO 2016.....</b>	<b>10</b>
--	-----------

### **INDICE DE TABLAS**

<b>TABLA 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRAMOS PARA EL LTPP .....</b>	<b>8</b>
--	----------

## LTPP, Long-Term Pavement Performance

### 1. Introducción

#### 1.1 Descripción/Historia – Contexto general del LTPP

Diversos estudios, que actualmente se encuentran en desarrollo, se enfocan en mejorar y optimizar el diseño de pavimentos y de los materiales que los conforman; de tal forma que se minimicen los costos, se aumente el desempeño y la vida útil de estos. El rendimiento del pavimento se vuelve un factor crítico, que afecta directamente a los usuarios en aspectos de seguridad, comodidad y economía.

Los programas LTPP (Long-Term Pavement Performance, por sus siglas en inglés), desarrollados principalmente en Estados Unidos y Canadá, han estudiado el comportamiento de diferentes secciones de pavimento en el tiempo; abarcando más de 2400 secciones de prueba en pavimentos (flexibles y rígidos).

Este programa se originó gracias al Strategic Highway Research Program (SHRP) en el año 1987, y tuvo un impulso para el año 1992 de la Federal Highway Administration (FHWA), continuando su expansión hasta la actualidad.

Los programas LTPP contemplan muchos parámetros de entrada, tales como propiedades de los materiales, el ambiente, el tráfico, calidad de construcción y prácticas de mantenimiento. Entre mayor sea la cantidad de parámetros de entrada, los modelos se vuelven mejores para la predicción del comportamiento del pavimento y sus materiales, por lo que se permitirían implementar nuevos métodos de diseño, rehabilitación y construcción.

Los siguientes seis objetivos del LTPP fueron propuestos por SHRP Pavement Performance Advisory Committee en el 1985 para lograr una investigación exitosa:

- Evaluar los modelos existentes de diseño y mejorar estas metodologías existentes, sean de diseño o rehabilitación.
- Diseñar ecuaciones para pavimentos nuevos y reconstruidos.
- Determinar los efectos de varios parámetros como cargas, ambiente, propiedades de los materiales y su variabilidad, calidad de construcción, niveles de mantenimiento en esfuerzos y desempeño del pavimento.
- Determinar los efectos de diseños específicos en el rendimiento del pavimento.

- Establecer una base de datos a nivel nacional acerca del desempeño de los pavimentos.

Este programa de LTPP clasifica las secciones de estudio en dos tipos, los estudios generales del pavimento (GPS, General Pavement Studies) y los estudios específicos del pavimento (SPS, Specific Pavement Studies), la diferencia fundamental entre estas dos categorías converge a que las secciones GPS son pavimentos existentes, y las secciones SPS son proyectos con múltiples secciones de prueba con diferentes parámetros experimentales que se pueden controlar de forma ideal.

## 1.2 Descripción – Contexto del proyecto en Costa Rica

El programa LTPP de Costa Rica se desarrolla para profundizar en el análisis y conocimiento del comportamiento de los pavimentos en estudio, y darles un seguimiento a lo largo de los años. Para esto se busca abarcar la mayor cantidad de parámetros posibles.

Para estas secciones se espera incluir el análisis de parámetros como tráfico de la zona, clima, espesores de las capas, materiales constituyentes de las capas y otros. Dichas secciones clasifican como estudio de tipo general (GPS), al ser pavimentos existentes y con parámetros no controlados previamente, por lo que se recurre a una comparación con las secciones específicas (SPS) generadas en el laboratorio PaveLab y ensayadas con el HVS, siendo tramos con parámetros controlados. Así como la recolección de información e instrumentación de proyectos nuevos cuando esto fuera posible.

## 1.3 Objetivo de este informe

Describir el contexto y el estado de avance del programa LTPP en Costa Rica; así como los diferentes resultados obtenidos en los tramos que constituyen el estudio para evaluar el desempeño de diferentes pavimentos a largo plazo.

## 1.4 Productos esperados

La implementación del programa LTPP como parte de la investigación realizada por el LanammeUCR, permitirá la recolección de valiosa información complementaria a la existente. De manera que enfocándose en el seguimiento detallado de los deterioros que presenten las estructuras de pavimento, así como en la tomad de muestras y ejecución de ensayos de laboratorio complementarios; se pueda tener un panorama amplio de las características y desempeño de los diferentes tramos.

El principal producto de este proceso de recolección de información y estudio será una robusta base de datos que sintetice la información para cada uno de los tramos a los que se le da seguimiento.

Con la información recolectada a través de los años, se colaborará con el desarrollo e implementación de importantes herramientas del diseño de pavimentos, desde adaptar conceptos de diseño de materiales de otros países, hasta el desarrollo de métodos de diseño propios de Costa Rica.

## 2. Proyecto LTPP-CR

### 2.1 Descripción general del proyecto LTPP-CR

En Costa Rica el desempeño de los pavimentos ha sido documentado de manera formal desde el año 2004, cuando se realizó la primera “Evaluación de la Red Vial” por parte del LanammeUCR, desde entonces cada dos años se recolecta información valiosa respecto al comportamiento que tienen las diversas carreteras nacionales.

Los indicadores utilizados para medir dicho desempeño de las estructuras se han venido recolectando mediante el uso de equipos automatizados de alto desempeño, que junto con la destreza de los operadores, logran la recolección masiva de datos. Dichos datos son geo-referenciados, de manera que se obtiene un registro y aprovechamiento de la información de forma detallada y asociada a su ubicación.

Con el pasar del tiempo se han podido comprender mejor la virtudes y limitaciones de la información que ha sido recolectada, entendiéndose que para tener un total aprovechamiento deben ser complementados con una valoración específica para cada condición.

Esta valoración a efectos de la Administración vial de Costa Rica, debe realizarse a nivel de proyecto, de manera que los datos recolectados a nivel de la red vial, puedan ser trasladados mediante el análisis de las condiciones particulares que se presenten, así como la información adicional con la que se pueda contar.

El proyecto de monitoreo a largo plazo de estructuras de pavimento (LTPP, por el acrónimo conocido de estos estudios en inglés) nace como una iniciativa de investigación para complementar la información existente, y para un mejor entender de los comportamientos de las estructuras en servicio.

Pasando por los deterioros que se presentan en las mismas, hasta los materiales que se han utilizado para su construcción y demás elementos involucrados.

Para estos efectos se ha seleccionado un grupo de tramos de carretera en servicio, los cuales tienen una distribución geográfica por diferentes partes del país, a fin de incorporar diferentes condiciones climáticas, de tipos de suelo y otras variables que se vean modificadas con la ubicación.

Así mismo se ha incorporado en este grupo de secciones a estudiar aquellos proyectos de reciente construcción, de manera que se pueda apreciar la evolución en el comportamiento de las estructuras desde su puesta en servicio. De igual manera se han incluido algunas secciones en servicio que tengan un comportamiento deficiente, a fin de poder analizar las razones de esta condición, así como para valorar los criterios de mantenimiento que eventualmente tenga la Administración.

Actualmente se cuenta con 25 tramos incluidos. Estos tramos se describirán detalladamente en el Anexo 1.

Como un importante elemento relacionado al proyecto LTPP-CR, en el año 2013 se iniciaron los ensayos acelerados de pavimentos a escala real en Costa Rica. Mediante el uso de un equipo HVS Modelo 6, se han venido desarrollado los ensayos de estructuras de pavimento bajo condiciones controladas en el Laboratorio de Pavimentos conocido como PaveLab.

Los ensayos desarrollados en el PaveLab son generosos en cuanto a la cantidad de información generada, particularmente mediante el uso de instrumentos que permiten medir la reacción de la estructura ante la aplicación de cargas. Y donde las cargas aplicadas son conocidas con detalle en magnitud y cantidad.

El proceso de los ensayos en el PaveLab es del orden de meses para un tramo en particular, y años para completar el ensayo de una construcción completa (set de tramos construidos al mismo momento); por lo que el complementar la información recolectada en laboratorio con la información generada en campo es un proceso natural para el mejor entendimiento de las estructuras y su comportamiento.

En la siguiente tabla se muestran las secciones de estudio, con la respectiva ruta, sección y ubicación:

Informe LM-PI-UMP-043-R2	Fecha de emisión: 6 de diciembre de 2016	Página 7 de 11
--------------------------	--	----------------

**Tabla 1.** Descripción general de los tramos para el LTPP

	Tramo	Ruta	Provincia	Cantón	Distrito	Sección Control
1	Sabalito - Las Mellizas	613	Puntarenas	Coto Brus	Sabalito	60311
2	Quepos - Barú	34	Puntarenas	Aguirre	Quepos	60111
3	Moravia - Coronado	102	San José	Vázquez de Coronado	Patalillo	10390
4	Cartago - Paraíso	10	Cartago	Paraíso	Paraíso	30021
5	Barú - Piñuela	34	Puntarenas	Osa	Bahía Ballena	60091
6	Jacó - Orotina	34	Alajuela	Orotina	Coyolar	21300
7	Interamericana - Caldera	23	Puntarenas	Puntarenas	Chacarita-Barranca	60610
8	Los Angeles - Santo Domingo	116	Heredia	Santo Domingo	Tures	40252
9	Guácimo - Pocora	32	Limón	Guácimo	Mercedes	70141
10	Limón - Siquirres	32	Limón	Siquirres	Pacuarito	70090
11	Playa Hermosa - Esterillos	34	Puntarenas	Garabito	Jacó	60140
12	Santa Cruz - Nambí	21	Guanacaste	Santa Cruz	Santa Cruz	50120
13	Cot - Volcán Irazú	219	Cartago	Oreamuno	Potrero Grande	30250
14	Buenos Aires - Cajón	2	Puntarenas	Buenos Aires	Volcán	60060
15	Pérez Zeledón - Río Convento	2	San José	Pérez Zeledón	Daniel Flores	10002
16	Florencia - Santa Clara	141	Alajuela	San Carlos	Florencia	20681
17	Ciudad Neilly - Paso Canoas	2	Puntarenas	Corredores	Corredores	60001
18	Liberia - Peñas Blancas	1	Guanacaste	Liberia-La Cruz	Santa Elena	50050
19	Carrillo - Lajas	160	Guanacaste	Hojancha	Puerto Carrillo	50460
20	Cañas - Liberia	1	Guanacaste	Bagaces	Bagaces	51120
21	La República - Virilla	32	San José	Goicoechea	Calle Blancos	37700
22	Circunvalación Tramo Reciclado	39	San José	San José	Mata Redonda	19093
23	Tamarindo	152	Guanacaste	Santa Cruz	Tamarindo	-
24	Cahuita - Penhurst	36	Limón	Talamanca	Cahuita	70030
25	San Clemente - Bananito Sur	36	Limón	Limón	Matama	70040

Entre los diferentes tramos que se estudian, se encuentran los siguientes tipos de pavimentos: concreto asfáltico sobre base granular, concreto asfáltico sobre base estabilizada, sobrecapas de concreto asfáltico sobre pavimento de concreto asfáltico, sobrecapas de concreto asfáltico sobre pavimentos de concreto, losas de concreto hidráulico sobre base estabilizada.

En estos tramos de estudio, se busca evaluar la mayor cantidad de parámetros posibles para poder abarcar una mayor área de análisis en el programa LTPP. Entre los parámetros a considerar se encuentran de dos tipos, las propiedades ligadas al pavimento como los grosores de capas, propiedades de materiales, deterioros, entre otras, y el de tipo ambiente-cargas, que incluyen el clima, el tráfico, temperatura, entra otras.

## 2.2 Ensayos y pruebas

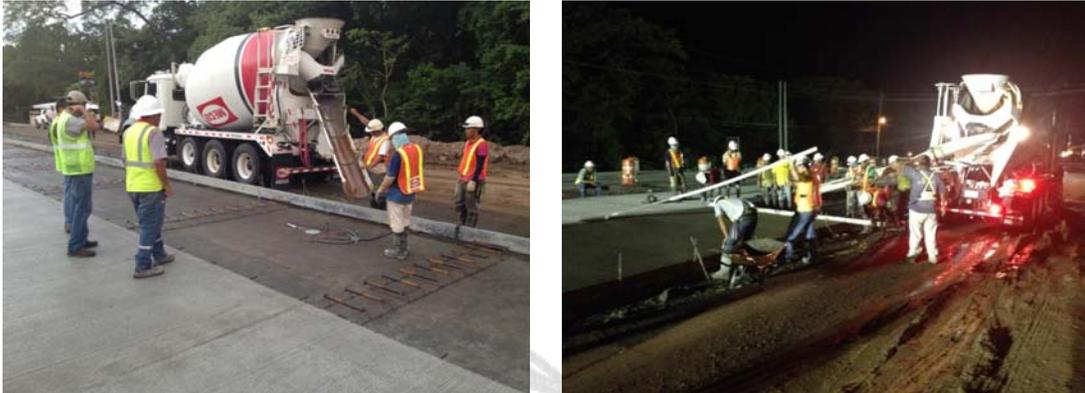
De los diferentes tramos que contemplan el LTPP, se extraen muestras de materiales que componen el pavimento y se someten a varios ensayos de laboratorio para establecer propiedades y características de estos. Este tipo de caracterización permite conocer las variaciones a los que los materiales se encuentran sometidos y la influencia de estos en el desempeño de los pavimentos.

Los ensayos a los que se van a someter los materiales son los siguientes:

- Laboratorio de Campo:
  - Cielo abierto (Extracción de núcleos, bloque y materiales de pavimento)
  - Medición de grosores en campo
  - California Bearing Ratio (CBR) in situ
- Laboratorio de Mezclas Bituminosas
  - Porcentaje de vacíos
  - Gravedad máxima teórica del bloque
  - Granulometría
  - Contenido de asfalto y agua
- Laboratorio de Geotécnia y CBR
  - Granulometría
  - Próctor (Estándar o Modificado)
  - Límites de Atterberg
  - California Bearing Ratio (CBR)
- Laboratorio de Ensayos Dinámicos
  - Módulo Resiliente (TD)
- Regularidad superficial (IRI)
- Deflectometría de impacto
- Evaluación del deterioro del pavimento por medio del PCI (Pavement Condition Index)

Como un elemento adicional, en aquellos tramos donde sea posible hacerlo, se colocarán sensores para poder medir la reacción del pavimento ante el paso de los vehículos; así como registrar temperatura, humedad y otras variables.

Durante el mes de Junio de 2016 se colocaron sensores de deformación, y uno de presión, en el proyecto Cañas-Liberia, para el cual está pendiente hacer las respectivas mediciones.



**Figura 1.** Instalación de sensores para medir la respuesta del pavimento en el proyecto Cañas – Liberia. Junio 2016.

## 2.2 Base de datos

Considerando que el proyecto tiene una manera de desarrollarse en el tiempo muy diferente a otros proyectos, se ha venido trabajando en el desarrollo de una base de datos programada que permita el manejo de la información recolectada.

En el Anexo 2 se puede apreciar un manual de la primera versión de dicha base de datos, donde a partir de una programación básica en Visual Basic, se desarrolló un concepto para la recopilación, manejo, procesamiento, almacenamiento y reporte de la información recopilada dentro del proyecto.

El desarrollo logrado en cuanto al concepto de la información a recolectar y su manejo es satisfactoria como una primera versión. Sin embargo la capacidad del programa utilizado para su desarrollo ha llegado a un límite de capacidad, donde el programa Microsoft Access no tiene la capacidad de manejar la cantidad de información necesaria, mucho menos de una manera sencilla y versátil para el usuario. Así como las herramientas que brinda se limitan, por diferentes razones en virtud del volumen de información. En razón de lo anterior se ha venido trabajando en la transformación de esa base de datos en una herramienta en formato web, mediante lenguaje HTML5; el cual permite una mayor diversidad de opciones y capacidades.

La base de datos como herramienta web permite almacenar en un servidor la información, la cual puede ser accesada por diferentes tipos de usuarios (según los datos a los que tengan acceso), los cuales adicionalmente pueden incluir información directamente desde el campo mediante dispositivos móviles, desde la oficina o laboratorio. Además de las múltiples posibilidades a mediano plazo.

## Referencias Bibliográficas

American Society for Testing and Materials-ASTM. *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. ASTM D6433-11. West Conshohocken, PA, USA. 2014

Badilla, G., Elizondo F., Barrantes, R. *Determinación de un Procedimiento de Ensayo para el Cálculo del IRI*. Unidad de Investigación en Infraestructura Vial. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales. Recuperado el 16 de agosto de 2016 de: <http://www.lanamme.ucr.ac.cr/images/publicaciones/ui-03-08.pdf>. San José, Costa Rica. 2008

Barrantes, R. *Equipos de evaluación de alto desempeño de redes viales*. Revista Infraestructura Vial digital, N° 24. Universidad de Costa Rica. Recuperado el 23 de agosto de 2016 de: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/1981/1948>. San José, Costa Rica. 2011.

Bayomy F, Salem h, Vosti L. *Analysis of the Long-Term Pavement Performance Data for the Idaho GPS and SPS Sections*. University of Idaho, Moscow, U.S.A. 2006

Federal Highway Administration (FHWA). *Guidelines for the Collection of Long-Term Pavement Performance Data*. U.S. Department of Transportation. July, 2005.

Federal Highway Administration. *Long-Term Pavement Performance Information Management System Pavement Performance Database User Reference Guide*. Report No. FHWA-RD-03-088. McLean, U.S.A. 2003

Instituto Meteorológico Nacional. *Datos climáticos*. Recuperado el 16 de agosto de 2016 de: <https://www.imn.ac.cr/web/imn/inicio>.

Pradena, M. (2006). *Análisis de Regularidad Superficial en Caminos Pavimentados*. Revista de la Construcción. Volumen 5, N° 2. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. Recuperado el 23 de agosto de 2016 de: [http://www7.uc.cl/ccivil\\_revista/revista/Rev\\_9/REVISTA\\_N9\\_FULL.pdf#page=17](http://www7.uc.cl/ccivil_revista/revista/Rev_9/REVISTA_N9_FULL.pdf#page=17)

Sánchez, I. De Solminihac, H.(1989). *El IRI: un indicador de la regularidad superficial*. Revista de Ingeniería de Construcción, N° 6. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. Recuperado el 23 de agosto de 2016 de: <http://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/320>

Sayers, M. Karamihas, S. (1998). *The Little Book of Profiling: Basic Information about Measuring and Interpreting Road Profiles*. University of Michigan, USA. Recuperado el 22 de agosto 2016 de: <http://www.umtri.umich.edu/content/LittleBook98R.pdf>

Strategic Highway Research Program, 1994. *Early Analyses of Long-Term Pavement Performance General Pavement Studies Data – Lessons Learned and Recommendations for Future Analyses*. Washington DC, U.S.A.

**Anexo 1 - INFORME DE AVANCE – LTPP-CR 2016**

## TABLA DE CONTENIDO

ANEXO.....	11
A.1 ESTADO ACTUAL DE LOS TRAMOS DEL LTPP.....	11
A.1.1. TRAMO #1: SABALITO – LAS MELLIZAS .....	11
A.1.2. TRAMO #2: QUEPOS – BARÚ.....	17
A.1.3. TRAMO #3: MORAVIA – CORONADO .....	22
A.1.4. TRAMO #4: CARTAGO – PARAÍSO.....	27
A.1.5. TRAMO #5: BARÚ – PIÑUELA (PALMAR NORTE).....	31
A.1.6. TRAMO #6: JACÓ – OROTINA .....	36
A.1.7. TRAMO #7: INTERAMERICANA – CALDERA .....	41
A.1.8. TRAMO #8: LOS ÁNGELES – SANTO DOMINGO.....	45
A.1.9. TRAMO #9: GUÁCIMO – POCORA .....	48
A.1.10. TRAMO #10: LIMÓN – SIQUIRRES.....	52
A.1.11. TRAMO #11: PLAYA HERMOSA – ESTERILLOS .....	56
A.1.12. TRAMO #12: SANTA CRUZ – NAMBÍ.....	59
A.1.13. TRAMO #13: COT – VOLCÁN IRAZÚ .....	63
A.1.14. TRAMO #14: BUENOS AIRES – CAJÓN .....	67
A.1.15. TRAMO #15: PÉREZ ZELEDÓN – RÍO CONVENTO.....	74
A.1.16. TRAMO #16: FLORENCIA – SANTA CLARA.....	77
A.1.17. TRAMO #17: CIUDAD NEILLY – PASO CANOAS.....	80
A.1.18. TRAMO #18: LIBERIA – PEÑAS BLANCAS .....	83
A.1.19. TRAMO #19: CARRILLO - LAJAS.....	85
A.1.20. TRAMO #20: CAÑAS - LIBERIA.....	87
A.1.21. TRAMO #21: LA REPÚBLICA - VIRILLA.....	92
A.1.22. TRAMO #22: CIRCUNVALACIÓN (TRAMO RECICLADO) .....	96
A.1.23. TRAMO #23: TAMARINDO .....	97
A.1.24. TRAMO #24: CAHUITA - PENHURST.....	97
A.1.25. TRAMO #25: SAN CLEMENTE – BANANITO SUR.....	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DEL TRAMO #1: SABALITO – LAS MELLIZAS .....	12
FIGURA 2. ESPESOR DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 03 DE JULIO DEL 2013 PARA EL TRAMO 1 (COTAS EN CM).....	12
FIGURA 3. ESPESOR DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 03 DE NOVIEMBRE DEL 2014 PARA EL TRAMO 1 (COTAS EN CM).....	13

FIGURA 4. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO SABALITO - LAS MELLIZAS.....	16
FIGURA 5. UBICACIÓN DEL TRAMO #2: QUEPOS - BARÚ .....	17
FIGURA 6. ESPESOR DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 04 DE JULIO DEL 2013 PARA EL TRAMO 2 (COTAS EN CM).....	18
FIGURA 7. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 07 DE OCTUBRE DEL 2014 PARA EL TRAMO 2 (COTAS EN CM).....	18
FIGURA 8. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO QUEPOS – BARÚ ...	21
FIGURA 9. UBICACIÓN DEL TRAMO #3: MORAVIA - CORONADO .....	22
FIGURA 10. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 11 DE JULIO DEL 2013 PARA EL TRAMO 3 (COTAS EN CM).....	23
FIGURA 11. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 02 DE OCTUBRE DEL 2014 PARA EL TRAMO 3 (COTAS EN CM).....	23
FIGURA 12. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO MORAVIA – CORONADO.....	26
FIGURA 13. UBICACIÓN DEL TRAMO #4: CARTAGO - PARAÍSO.....	27
FIGURA 14. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 12 DE JULIO DEL 2013 PARA EL TRAMO 4 (COTAS EN CM).....	28
FIGURA 15. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO CARTAGO – PARAÍSO .....	30
FIGURA 16. UBICACIÓN DEL TRAMO #5: BARÚ - PIÑUELA.....	31
FIGURA 17. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 16 DE JULIO DEL 2013 PARA EL TRAMO 5 (COTAS EN CM).....	32
FIGURA 18. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 07 DE OCTUBRE DEL 2014 PARA EL TRAMO 5 (COTAS EN CM).....	32
FIGURA 19. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO BARÚ – PIÑUELA	35
FIGURA 20. UBICACIÓN DEL TRAMO #6: JACÓ - OROTINA .....	36
FIGURA 21. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 17 DE JULIO DEL 2013 PARA EL TRAMO 6 (COTAS EN CM).....	37
FIGURA 22. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 16 DE OCTUBRE DEL 2014 PARA EL TRAMO 6 (COTAS EN CM).....	37
FIGURA 23. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 28 DE OCTUBRE DEL 2014 PARA EL TRAMO 6 (COTAS EN CM).....	38
FIGURA 24. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO JACÓ – OROTINA	40

FIGURA 25. UBICACIÓN DEL TRAMO #7: INTERAMERICANA - CALDERA .....	41
FIGURA 26. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 18 DE JULIO DEL 2013 PARA EL TRAMO 7 (COTAS EN CM).....	42
FIGURA 27. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 14 DE OCTUBRE DEL 2014 PARA EL TRAMO 7 (COTAS EN CM).....	42
FIGURA 28. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO INTERAMERICANA – CALDERA.....	44
FIGURA 29. UBICACIÓN DEL TRAMO #8: INTERAMERICANA - CALDERA .....	45
FIGURA 30. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 01 DE AGOSTO DEL 2013 PARA EL TRAMO 8 (COTAS EN CM).....	46
FIGURA 31. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO LOS ÁNGELES - SANTO DOMINGO.....	47
FIGURA 32. UBICACIÓN DEL TRAMO #9: GUÁCIMO - POCORA.....	48
FIGURA 33. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 29 DE JULIO DEL 2013 PARA EL TRAMO 9 (COTAS EN CM).....	49
FIGURA 34. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO GUÁCIMO – POCORA .....	51
FIGURA 35. UBICACIÓN DEL TRAMO #10: LIMÓN - SIQUIRRES .....	52
FIGURA 36. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 30 DE JULIO DEL 2013 PARA EL TRAMO 10 (COTAS EN CM).....	53
FIGURA 37. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO LIMÓN – SIQUIRRES.....	55
FIGURA 38. UBICACIÓN DEL TRAMO #11: PLAYA HERMOSA - ESTERILLOS.....	56
FIGURA 39. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 08 DE AGOSTO DEL 2013 PARA EL TRAMO 11 (COTAS EN CM).....	57
FIGURA 40. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO PLAYA HERMOSA – ESTERILLOS.....	58
FIGURA 41. UBICACIÓN DEL TRAMO #12: SANTA CRUZ - NAMBÍ.....	59
FIGURA 42. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 08 DE AGOSTO DEL 2013 PARA EL TRAMO 12 (COTAS EN CM).....	60
FIGURA 43. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO SANTA CRUZ – NAMBÍ.....	62
FIGURA 44. UBICACIÓN DEL TRAMO #13: COT - VOLCÁN IRAZÚ .....	63

FIGURA 45. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 16 DE AGOSTO DEL 2013 PARA EL TRAMO 13 (COTAS EN CM).....	64
FIGURA 46. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 01 DE OCTUBRE DEL 2014 PARA EL TRAMO 13 (COTAS EN CM).....	64
FIGURA 47. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO COT – VOLCÁN IRAZÚ .....	66
FIGURA 48. UBICACIÓN DEL TRAMO #14: BUENOS AIRES - CAJÓN.....	67
FIGURA 49. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 28 DE AGOSTO DEL 2013 PARA EL TRAMO 14 (COTAS EN CM).....	68
FIGURA 50. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 04 DE JUNIO DEL 2014 PARA EL TRAMO 14 (COTAS EN CM).....	68
FIGURA 51. RESULTADOS DE MÓDULO RESILIENTE PROMEDIO EN FUNCIÓN DE LA SECUENCIA DE ENSAYO PARA LA MUESTRA 1243-14 DEL TRAMO 14 .....	71
FIGURA 52. RESULTADOS DE MÓDULO RESILIENTE PROMEDIO EN FUNCIÓN DE LA SECUENCIA DE ENSAYO PARA LA MUESTRA 1245-14 DEL TRAMO 14 .....	72
FIGURA 53. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO BUENOS AIRES – CAJÓN.....	73
FIGURA 54. UBICACIÓN DEL TRAMO #15: PÉREZ ZELEDÓN - RÍO CONVENTO.....	74
FIGURA 55. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 28 DE AGOSTO DEL 2013 PARA EL TRAMO 15 .....	75
FIGURA 56. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO PÉREZ ZELEDÓN - RÍO CONVENTO.....	76
FIGURA 57. UBICACIÓN DEL TRAMO #16: FLORENCIA - SANTA CLARA.....	77
FIGURA 58. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 28 DE AGOSTO DEL 2013 PARA EL TRAMO 16 (COTAS EN CM).....	78
FIGURA 59. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO FLORENCIA - SANTA CLARA.....	79
FIGURA 60. UBICACIÓN DEL TRAMO #17: CIUDAD NEILLY - PASO CANOAS.....	80
FIGURA 61. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 28 DE AGOSTO DEL 2013 PARA EL TRAMO 17 .....	81
FIGURA 62. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 05 DE NOVIEMBRE DEL 2014 PARA EL TRAMO 17.....	81
FIGURA 63. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO CIUDAD NEILLY - PASO CANOAS.....	82

FIGURA 64. UBICACIÓN DEL TRAMO #18: LIBERIA - PEÑAS BLANCAS .....	83
FIGURA 65. GRÁFICO DE FRECUENCIAS ACUMULADAS PARA EL TRAMO LIBERIA - PEÑAS BLANCAS.....	84
FIGURA 66. UBICACIÓN DEL TRAMO #19: CARRILLO - LAJAS .....	85
FIGURA 67. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO CARRILLO - LAJAS .....	86
FIGURA 68. UBICACIÓN DEL TRAMO #20: CAÑAS - LIBERIA.....	87
FIGURA 69. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO CAÑAS - LIBERIA	91
FIGURA 70. UBICACIÓN DEL TRAMO #21: LA REPÚBLICA - VIRILLA.....	92
FIGURA 71. GRÁFICO DE FRECUENCIAS ACUMULADAS PARA EL TRAMO LA REPÚBLICA - VIRILLA .....	95
FIGURA 72. UBICACIÓN DEL TRAMO #22: CIRCUNVALACIÓN TRAMO RECICLADO .....	96
FIGURA 73. UBICACIÓN DEL TRAMO #23: TAMARINDO.....	97
FIGURA 74. UBICACIÓN DEL TRAMO #24: CAHUITA - PENHURST .....	98
FIGURA 75. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 22 DE SETIEMBRE DEL 2014 PARA EL TRAMO 24 (COTAS EN CM) .....	99
FIGURA 76. GRÁFICO DE FRECUENCIAS ACUMULADAS PARA EL TRAMO CAHUITA - PENHURST.....	99
FIGURA 77. UBICACIÓN DEL TRAMO #25: SAN CLEMENTE - BANANITO SUR .....	100
FIGURA 78. ESPESORES DEL PAVIMENTO REALIZADO EL 25 DE SETIEMBRE DEL 2014 PARA EL TRAMO 24 (COTAS EN CM) .....	101
FIGURA 79. GRÁFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA PARA EL TRAMO SAN CLEMENTE - BANANITO SUR.....	102

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO SABALITO - LAS MELLIZAS.....	11
TABLA 2. ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRAMO 1 .....	14
TABLA 3. RESULTADOS DE PRÓCTOR PARA EL TRAMO 1.....	14
TABLA 4. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA PARA EL TRAMO 1 .....	15
TABLA 5. RESULTADOS DE CBR PARA EL TRAMO 1 .....	15
TABLA 6. RESULTADOS DE CONTENIDO DE AGUA Y ASFALTO PARA EL TRAMO 1 .....	16
TABLA 7. RESULTADOS DE LÍMITES DE ATTERBERG PARA EL TRAMO 1.....	16
TABLA 8. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO QUEPOS - BARÚ.....	17
TABLA 9. ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRAMO 2 .....	19
TABLA 10. RESULTADOS DE PRÓCTOR PARA EL TRAMO 2.....	19
TABLA 11. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA PARA EL TRAMO 2 .....	20
TABLA 12. RESULTADOS DE CBR PARA EL TRAMO 2 .....	20
TABLA 13. RESULTADOS DE CONTENIDO DE AGUA Y ASFALTO PARA EL TRAMO 2 .....	20
TABLA 14. RESULTADOS DE LÍMITES DE ATTERBERG PARA EL TRAMO 2.....	21
TABLA 15. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO MORAVIA - CORONADO.....	22
TABLA 16. ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRAMO 3 .....	24
TABLA 17. RESULTADOS DE PRÓCTOR PARA EL TRAMO 3.....	24
TABLA 18. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA PARA EL TRAMO 3 .....	25
TABLA 19. RESULTADOS DE CBR PARA EL TRAMO 3 .....	25
TABLA 20. RESULTADOS DE CONTENIDO DE AGUA Y ASFALTO PARA EL TRAMO 3 .....	25
TABLA 21. RESULTADOS DE LÍMITES DE ATTERBERG PARA EL TRAMO 3.....	26
TABLA 22. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO CARTAGO - PARAÍSO .....	27
TABLA 23. ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRAMO 4 .....	28
TABLA 24. RESULTADOS DE PRÓCTOR PARA EL TRAMO 4.....	28
TABLA 25. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA PARA EL TRAMO 4 .....	29
TABLA 26. RESULTADOS DE CBR PARA EL TRAMO 4 .....	29
TABLA 27. RESULTADOS DE CONTENIDO DE AGUA Y ASFALTO PARA EL TRAMO 4 .....	29
TABLA 28. RESULTADOS DE LÍMITES DE ATTERBERG PARA EL TRAMO 4.....	30
TABLA 29. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO BARÚ - PIÑUELA .....	31
TABLA 30. ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRAMO 5 .....	33
TABLA 31. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA PARA EL TRAMO 5 .....	33
TABLA 32. RESULTADOS DE CBR PARA EL TRAMO 5 .....	34
TABLA 33. RESULTADOS DE CONTENIDO DE AGUA Y DE ASFALTO PARA EL TRAMO 5....	34

TABLA 34. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO JACÓ - OROTINA.....	36
TABLA 35. ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRAMO 6.....	38
TABLA 36. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA PARA EL TRAMO 6.....	39
TABLA 37. RESULTADOS DE CONTENIDO DE AGUA Y ASFALTO PARA EL TRAMO 6.....	39
TABLA 38. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO INTERAMERICANA - CALDERA.....	41
TABLA 39. ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRAMO 7.....	43
TABLA 40. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA PARA EL TRAMO 7.....	43
TABLA 41. RESULTADOS DE CBR PARA EL TRAMO 7.....	43
TABLA 42. RESULTADO DE CONTENIDO DE AGUA Y ASFALTO PARA EL TRAMO 7.....	44
TABLA 43. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO LOS ÁNGELES - SANTO DOMINGO.....	45
TABLA 44. ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRAMO 8.....	46
TABLA 45. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA PARA EL TRAMO 8.....	46
TABLA 46. RESULTADOS DE CBR PARA EL TRAMO 8.....	47
TABLA 47. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO GUÁCIMO - POCORA.....	48
TABLA 48. ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRAMO 9.....	49
TABLA 49. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA PARA EL TRAMO 9.....	50
TABLA 50. RESULTADOS DE CBR PARA EL TRAMO 9.....	50
TABLA 51. RESULTADOS DE CONTENIDO DE AGUA Y ASFALTO PARA EL TRAMO 9.....	51
TABLA 52. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO LIMÓN - SIQUIRRES.....	52
TABLA 53. ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRAMO 10.....	53
TABLA 54. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA PARA EL TRAMO 10.....	54
TABLA 55. RESULTADOS DE CBR PARA EL TRAMO 10.....	54
TABLA 56. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO PLAYA HERMOSA - ESTERILLOS.....	56
TABLA 57. ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRAMO 11.....	57
TABLA 58. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA PARA EL TRAMO 11.....	58
TABLA 59. RESULTADOS DE CBR PARA EL TRAMO 11.....	58
TABLA 60. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO SANTA CRUZ – NAMBÍ.....	59
TABLA 61. ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRAMO 12.....	60
TABLA 62. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA PARA EL TRAMO 12.....	61
TABLA 63. RESULTADOS DE CBR PARA EL TRAMO 12.....	61
TABLA 64. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO COT - VOLCÁN IRAZÚ.....	63
TABLA 65. RESULTADOS PARA EL TRAMO 13.....	65
TABLA 66. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA PARA EL TRAMO 13.....	65
TABLA 67. RESULTADOS DE CBR PARA EL TRAMO 13.....	65

TABLA 68. RESULTADOS DE CONTENIDO DE AGUA Y ASFALTO PARA EL TRAMO 13 .....	66
TABLA 69. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO BUENOS AIRES - CAJÓN .....	67
TABLA 70. ENSAYOS REALIZADOS PARA EL TRAMO 14.....	69
TABLA 71. RESULTADOS DE PRÓCTOR PARA EL TRAMO 14.....	69
TABLA 72. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA PARA EL TRAMO 14 .....	70
TABLA 73. RESULTADOS DE CBR PARA EL TRAMO 14 .....	70
TABLA 74. RESULTADOS DE CONTENIDO DE AGUA Y ASFALTO PARA EL TRAMO 14 .....	71
TABLA 75. RESULTADOS DE LÍMITES DE ATTERBERG PARA EL TRAMO 14.....	71
TABLA 76. RESULTADOS DE COMPACTACIÓN DEL PROMEDIO DE LOS 3 ESPECÍMENES PARA LA MUESTRA 1243-14 DEL TRAMO 14 .....	71
TABLA 77. RESULTADOS DE COMPACTACIÓN DEL PROMEDIO DE LOS 3 ESPECÍMENES PARA LA MUESTRA 1245-14 DEL TRAMO 14 .....	72
TABLA 78. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO PÉREZ ZELEDÓN - RÍO CONVENTO .....	74
TABLA 79. ENSAYOS REALIZADOS PARA EL TRAMO 15 .....	75
TABLA 80. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO FLORENCIA - SANTA CLARA .....	77
TABLA 81. ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRAMO 16 .....	78
TABLA 82. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO CIUDAD NEILLY - PASO CANOAS .....	80
TABLA 83. ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRAMO 17 .....	82
TABLA 84. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO LIBERIA - PEÑAS BLANCAS.....	83
TABLA 85. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO CARRILLO - LAJAS.....	85
TABLA 86. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO CAÑAS - LIBERIA .....	87
TABLA 87. ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRAMO 20 .....	88
TABLA 88. RESULTADOS DE PRÓCTOR PARA EL TRAMO 25.....	88
TABLA 89. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA PARA EL TRAMO 20 .....	89
TABLA 90. RESULTADOS DE CBR PARA EL TRAMO 20 .....	90
TABLA 91. RESULTADOS DE LÍMITES DE ATTERBERG PARA EL TRAMO 20.....	90
TABLA 92. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO LA REPÚBLICA - VIRILLA .....	92
TABLA 93. ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRAMO 21 .....	93
TABLA 94. RESULTADOS DE PRÓCTOR PARA EL TRAMO 21.....	93
TABLA 95. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA PARA EL TRAMO 21 .....	94
TABLA 96. RESULTADOS DE CBR PARA EL TRAMO 21 .....	94
TABLA 97. RESULTADOS DE LÍMITES DE ATTERBERG PARA EL TRAMO 21.....	95
TABLA 98. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO DE CIRCUNVALACIÓN TRAMO RECICLADO.....	96
TABLA 99. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO TAMARINDO.....	97

TABLA 100. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO CAHUITA - PENHURST .....	98
TABLA 101. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO SAN CLEMENTE - BANANITO SUR.....	100
TABLA 102. ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRAMO 25 .....	101
TABLA 103. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA PARA EL TRAMO 25 .....	101
TABLA 104. RESULTADOS DE CONTENIDO DE AGUA Y ASFALTO PARA EL TRAMO 25 ....	101

## Anexo

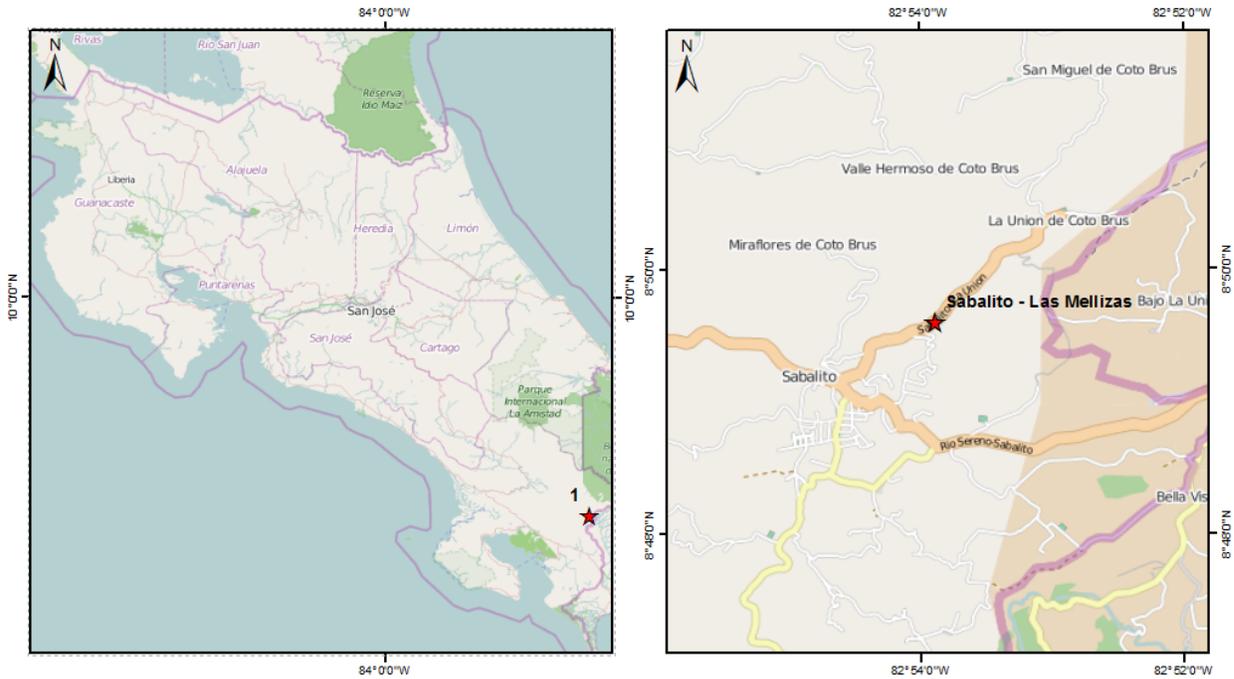
### A.1 Estado actual de los tramos del LTPP

Actualmente el proyecto ha superado una primera etapa, donde era necesaria la definición de un grupo inicial de tramos, así como el muestreo y ensayo de de materiales para recolectar la información inicial.

#### A.1.1. Tramo #1: Sabalito – Las Mellizas

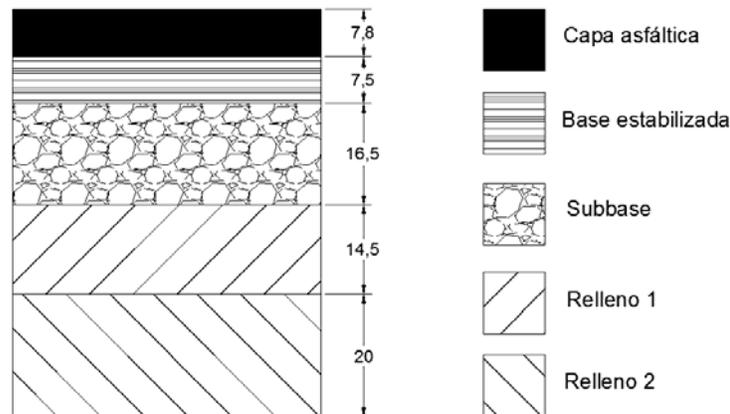
**Tabla 1.** Descripción del tramo Sabalito - Las Mellizas

Descripción del tramo	Sabalito - Las Mellizas
Provincia	Puntarenas
Cantón	Coto Brus
Distrito	Sabalito
Ruta	613
Punto de referencia GPS (UTM)	8°49'35,4" N, 82°53'54,5999" O
Altitud	980 msnm
Sección de control	60311
TPDA	390
Velocidad promedio de operación	20 km/h
Zona Climática	Valle de El General
Zona de conservación vial	4-2

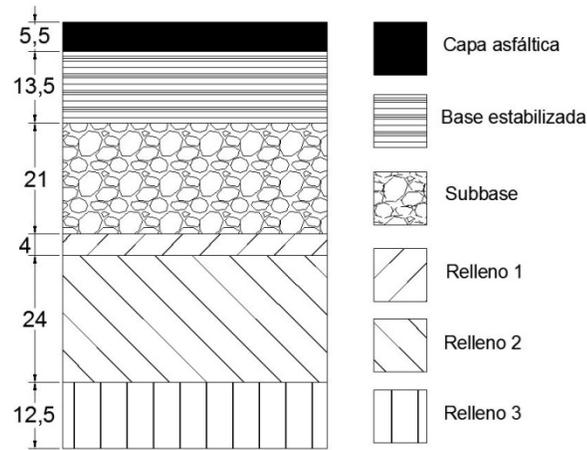


**Figura 1.** Ubicación del Tramo #1: Sabalito – Las Mellizas

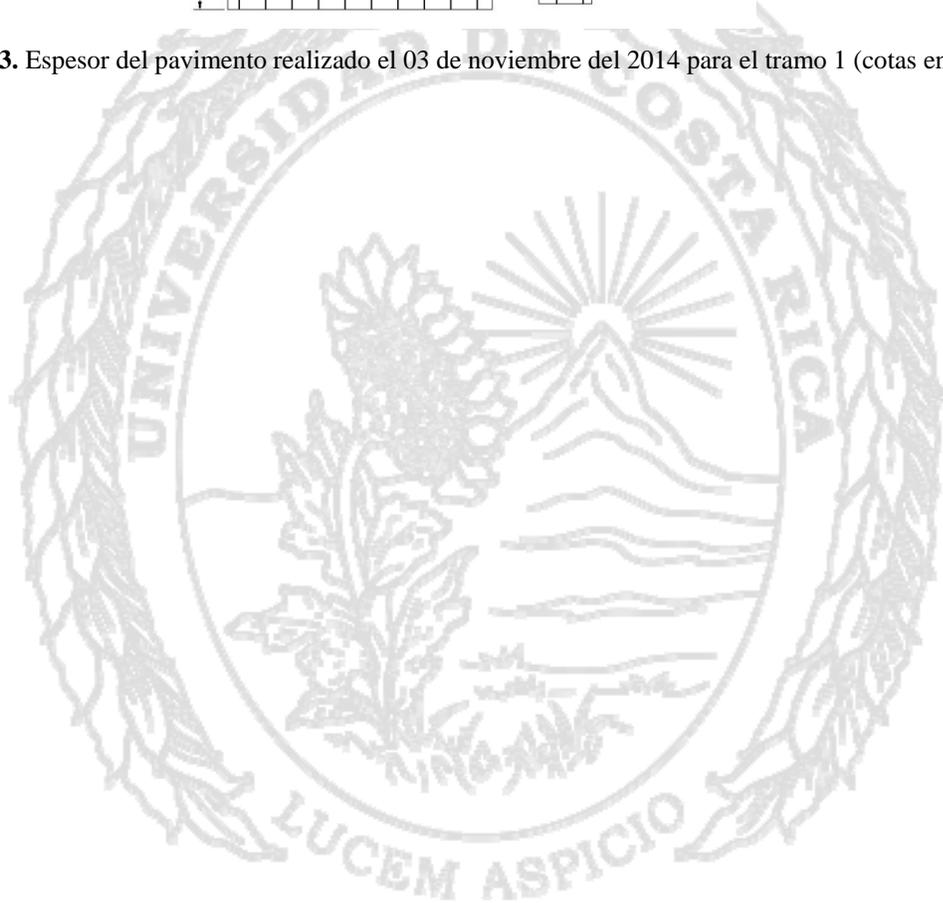
En este proyecto se han realizado dos cielos abiertos, el día 03 de julio del 2013 y el día 03 de noviembre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le realizó una evaluación del deterioro del pavimento el día 13 de mayo del 2014. Además se cuentan con resultados de IRI para el año 2012. A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 2.** Espesor del pavimento realizado el 03 de julio del 2013 para el tramo 1 (cotas en cm)



**Figura 3.** Espesor del pavimento realizado el 03 de noviembre del 2014 para el tramo 1 (cotas en cm)





**Tabla 2.** Ensayos realizados en el tramo 1

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo resiliencia
1590-13	Subbase		✓	✓		✓	✓	✓			
1591-13	Relleno 1		✓	✓		✓	✓	✓			
1592-13	Relleno 2		✓	✓		✓	✓	✓			
1593-13	Subrasante	✓	✓	✓		✓					
1594-13	Núcleos										
1595-13	Bloque						✓		✓	✓	

**Tabla 3.** Resultados de Próctor para el tramo 1

Muestra	1590-13	1591-13	1592-13	1593-13
Ensayo	Próctor Estándar	Próctor Estándar	Próctor Estándar	Próctor Estándar
Preparación del material	Seco al aire	Seco al aire	Seco al aire	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	No	No	No	No
Contenido de agua óptimo	14,80%	18,80%	13,80%	35,50%
Densidad seca máxima estándar	1848,0 kg/m <sup>3</sup>	1692,0 kg/m <sup>3</sup>	1826,0 kg/m <sup>3</sup>	1274,0 kg/m <sup>3</sup>
Dosificación:				
Grueso	100 %	100 %	100 %	100 %
Finos	0%	0%	0%	0%
Mazo	Mecánico	Mecánico	Mecánico	Mecánico
Método	C	C	C	C
Origen del material	-	-	-	-
Corrección sobre tamaño	No	No	No	No



**Tabla 4. Resultados de granulometría para el tramo 1**

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)				
	1590-13	1591-13	1592-13	1593-13	1595-13
2 1/2"	100	100			
2"	98,6	93	100	100	
1 1/2"	94,3	90,7	96,4	92	
1"	85,3	84,9	74,5	88	100±0,2
3/4"	78,7	81,4	64,8	86	91,8 ± 0,4
1/2"				83	82 ± 0,8
3/8"		74,1	47,6	81	72,9 ± 0,4
N° 4	58,7	68,1	41,0	77	47,4 ± 0,2
N° 8					29,6 ± 0,3
N° 10		63,8	36,1	70	
N° 16					18,7 ± 0,2
N° 20				64	
N° 30					13,4 ± 0,1
N° 40	36,8	52,5	26,0	58	
N° 50		49,3	23,1		10,24 ± 0,09
N° 60				50	
N° 100				39	8,1 ± 0,1
N° 140				32	
N° 200	20,1	37,9	13,9	25	6,53 ± 0,06
Lavado malla #200	40,5	73,6	34,7		

**Tabla 5. Resultados de CBR para el tramo 1**

Muestra	No. golpes	Compactación	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
		(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1590-13	56	100	8,7	16,9	16,9	26,8
	25	96,6	30,5	28,6	32,5	29,5
	10	86,2	4,1	3,8	4,1	3,8
1591-13	56	101	20,5	29		
	25	94,5	15,4	15,4		
	10	89,2	6,8	5,8		
1592-13	56	101	15,7	26,1	23,7	30,4
	25	95,6	11,1	12,9	11,1	12,9
1593-13	56	99	10,3	20,3	23,8	25,6
	25	91,0	6,0	8,4	9,7	10,1
	10	84,9	1,3	1,9	1,3	1,9

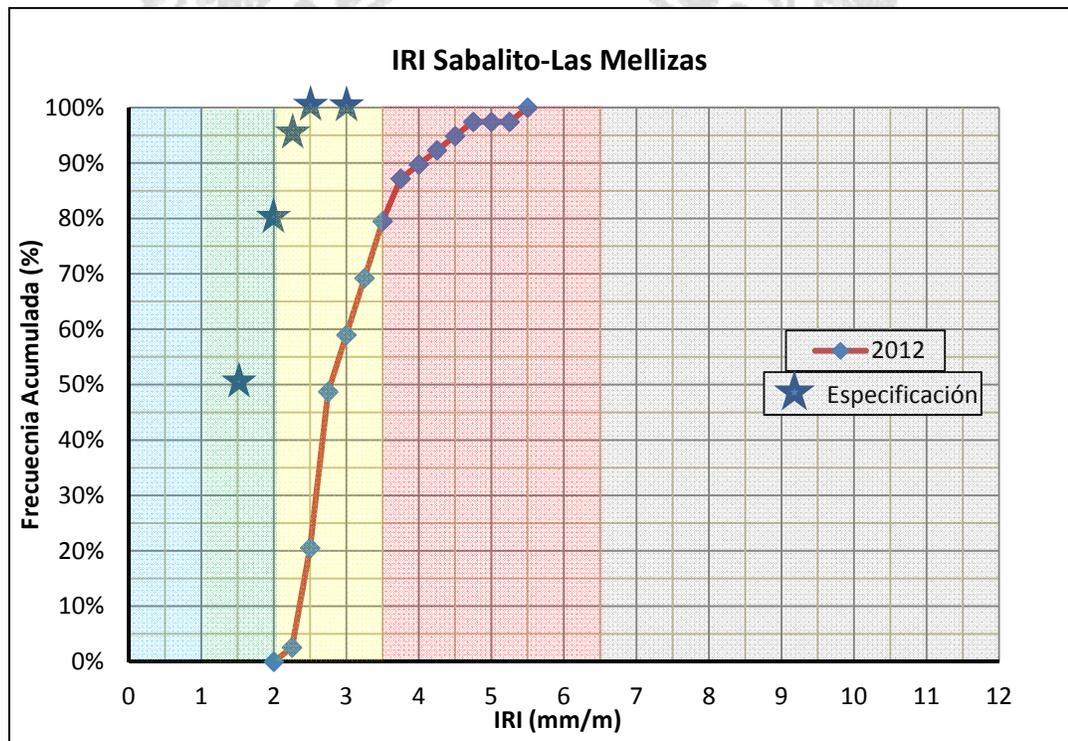


**Tabla 6.** Resultados de contenido de agua y asfalto para el tramo 1

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
1595-13	Contenido de agua	-	D 95	0,39 ± 0,04	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	6,8 ± 0,3	%

**Tabla 7.** Resultados de límites de Atterberg para el tramo 1

Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
1590-13	23	19	4
1591-13	28	23	5
1592-13	29	19	10
1593-13	NP	NP	NP



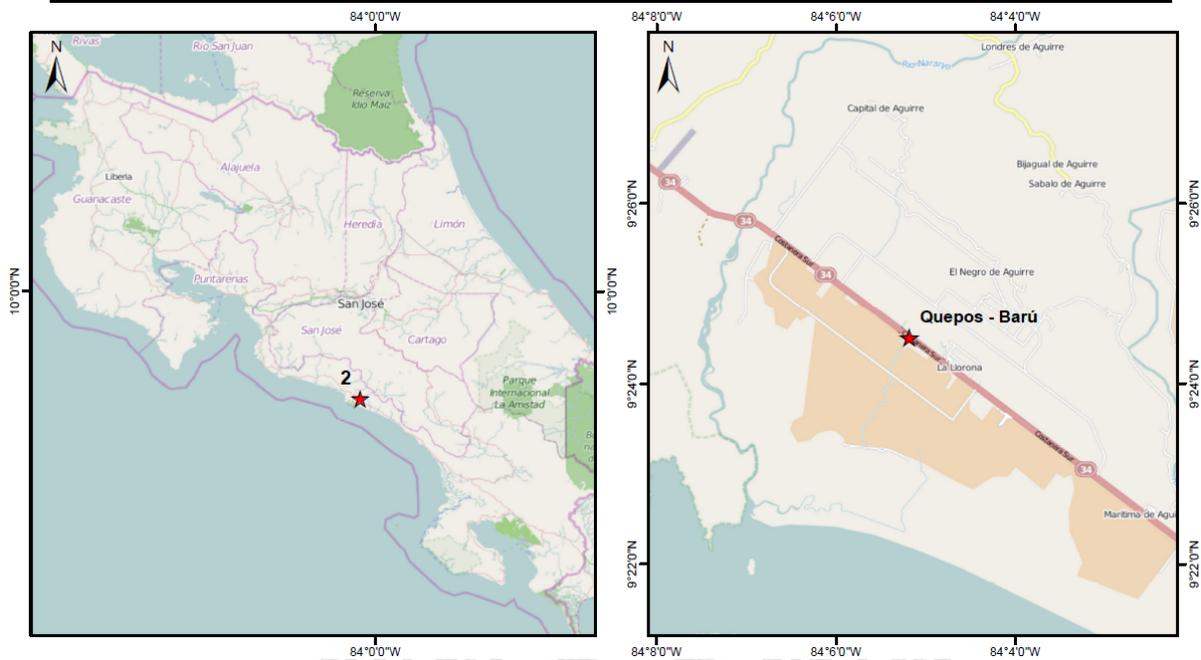
**Figura 4.** Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo Sabalito - Las Mellizas



A.1. 2. **Tramo #2: Quepos –Barú**

**Tabla 8.** Descripción del tramo Quepos - Barú

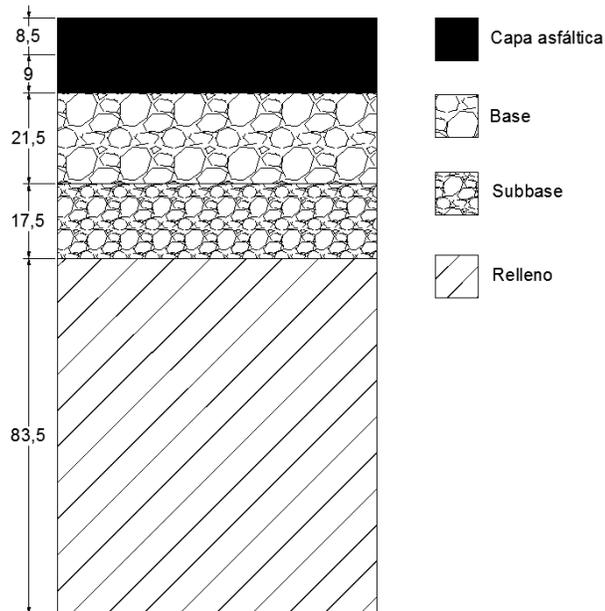
Descripción del tramo	Quepos - Barú
Provincia	Puntarenas
Cantón	Aguirre
Distrito	Quepos
Ruta	34
Punto de referencia GPS (UTM)	9°24'30,5999" N 84°5'10,7999" O
Altitud	21 msnm
Sección de control	60111
TPDA	1220
Velocidad promedio de operación	50 km/h
Zona Climática	Central Pacífica
Zona de conservación vial	3-2



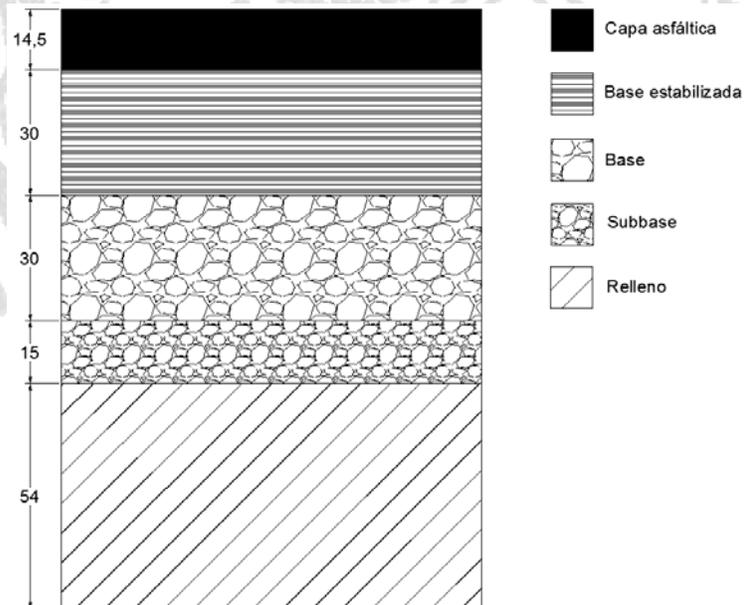
**Figura 5.** Ubicación del Tramo #2: Quepos - Barú

En este proyecto se han realizado dos cielos abiertos, el día 04 de julio del 2013 y el día 07 de octubre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le realizó una evaluación del deterioro del pavimento el día 13 de mayo del 2014. Además se cuentan

con resultados de IRI para los años 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para el año 2012. A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 6.** Espesor del pavimento realizado el 04 de julio del 2013 para el tramo 2 (cotas en cm)



**Figura 7.** Espesores del pavimento realizado el 07 de octubre del 2014 para el tramo 2 (cotas en cm)



**Tabla 9.** Ensayos realizados en el tramo 2

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1596-13	Subbase		✓	✓		✓	✓	✓			
1597-13	Relleno		✓	✓		✓	✓	✓			
1598-13	Base		✓		✓	✓	✓	✓			
1599-13	Bloque						✓		✓	✓	
1600-13	Núcleos										

**Tabla 10.** Resultados de Próctor para el tramo 2

Muestra	1596-13	1597-13	1598-13
Ensayo	Próctor Estándar	Próctor Estándar	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire	Seco al aire	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO	NO	NO
Contenido de agua óptimo	9,40%	10,60%	11,70%
Densidad seca máxima estándar	2115,0 kg/m <sup>3</sup>	2094,0 kg/m <sup>3</sup>	1802,0 kg/m <sup>3</sup>
Dosificación:			
Grueso	100 %	100 %	100 %
Finos	0%	0%	0%
Mazo	Mecánico	Mecánico	Mecánico
Método	C	C	C
Origen del material	-	-	-
Corrección sobre tamaño	No	No	No



**Tabla 11.** Resultados de granulometría para el tramo 2

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)			
	1596-13	1597-13	1598-13	1599-13
2 1/2"		100		
2"		84,7		
1 1/2"	100	75,8	100,0	
1"	98,7	66,9	96,1	100,0 ± 0,2
3/4"	87,2	59,3	80,1	100,0 ± 0,2
1/2"				97,8 ± 0,5
3/8"	67,4	44,8	52,3	88 ± 1
N° 4	53,3	36	36,5	53,8 ± 0,3
N° 8				33,2 ± 0,7
N° 10	41,5	26,2	23,6	
N° 16				23,0 ± 0,4
N° 30				17,5 ± 0,3
N° 40	19,5	12,5	8,05	
N° 50	14,6	10,0	5,79	13,5 ± 0,2
N° 100				10,6 ± 0,1
N° 200	7,56	5,5	2,3	8,6 ± 0,3
Lavado malla #200	15,1	15,6	6,59	

**Tabla 12.** Resultados de CBR para el tramo 2

Muestra	No. golpes	Compactación (%)	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
			0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1596-13	56	99	34	56,1	54	65,6
	25	98,8	22,0	36,2	33,1	44,4
	10	95,1	17,7	25,1	17,7	25,1
1597-13	56	99	12,2	25,2		
	25	99,4	12,8	25,6		
	10	96,8	16,1	27,0		
1598-13	56	99	16,9	26,8	24,0	30,7
	25	95,6	14,2	20,1	14,2	20,1
	10	89,3	5,3	7,3	5,3	7,3

**Tabla 13.** Resultados de contenido de agua y asfalto para el tramo 2

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
1599-13	Contenido de agua	-	D 95	0,41 ± 0,05	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	5,9 ± 0,2	%



Tabla 14. Resultados de límites de Atterberg para el tramo 2

Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
1596-13	18	15	3
1597-13	NP	NP	NP
1598-13	NP	NP	NP

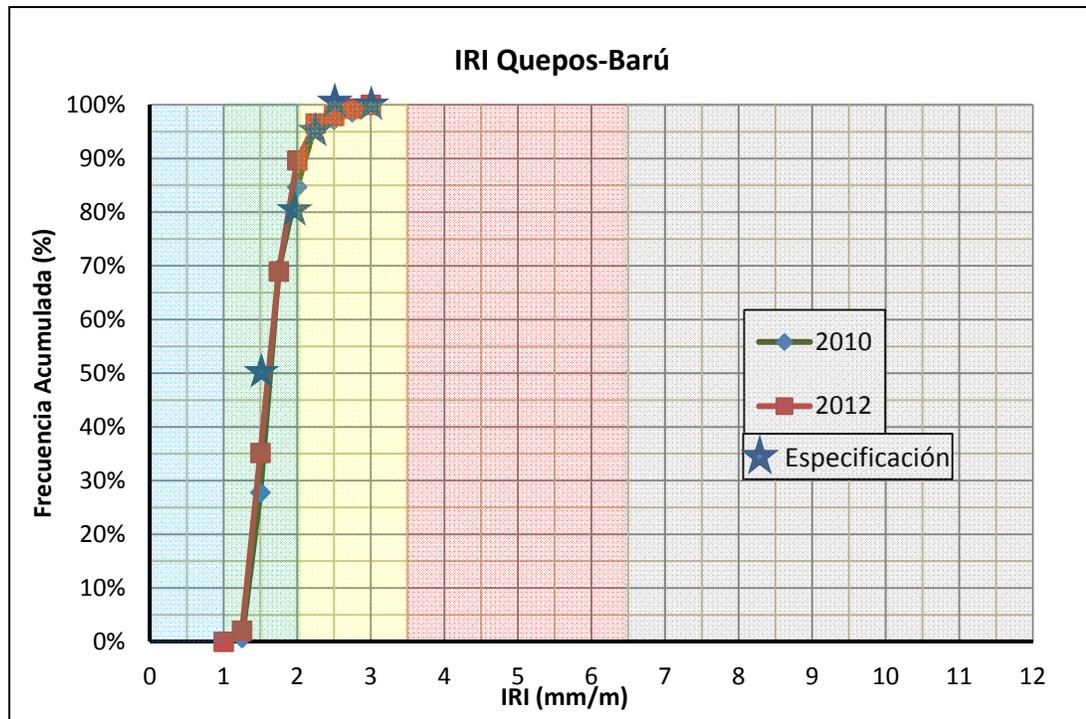
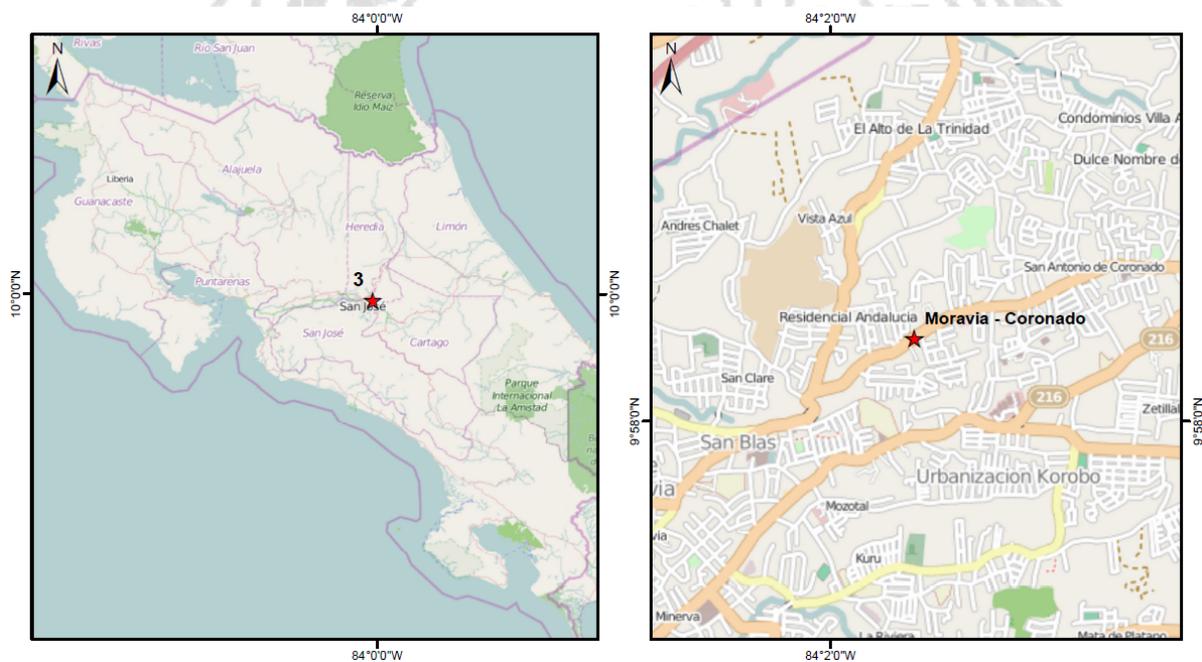


Figura 8. Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo Quepos - Barú

### A.1. 3. Tramo #3: Moravia – Coronado

**Tabla 15.** Descripción del tramo Moravia - Coronado

Descripción del tramo	Moravia - Coronado
Provincia	San José
Cantón	Vázquez de Coronado
Distrito	Patalillo
Ruta	102
Punto de referencia GPS (UTM)	9°58'35,4000" N 84°0'55,7999" O
Altitud	1287 msnm
Sección de control	10390
TPDA	-
Velocidad promedio de operación	40 km/h
Zona Climática	Valle Central
Zona de conservación vial	1-1

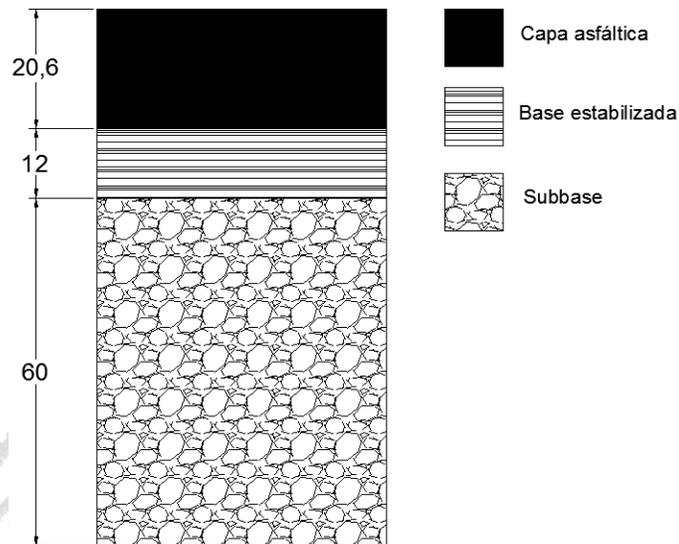


**Figura 9.** Ubicación del Tramo #3: Moravia - Coronado

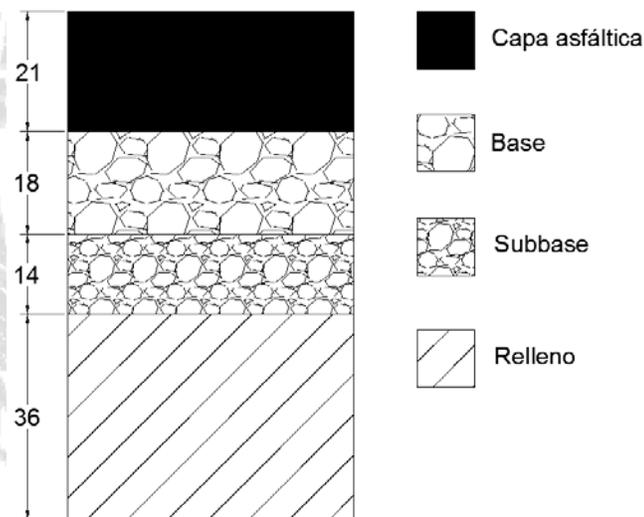
En este proyecto se han realizado dos cielos abiertos, el día 11 de julio del 2013 y el día 02 de octubre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le realizó una evaluación del deterioro del pavimento el día 07 de agosto del 2014. Además se cuentan con resultados de IRI para los años 2004, 2008, 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para el año

Informe LM-PI-UMP-043-R2	Fecha de emisión: 1 de diciembre de 2016	Anexo 1: Página 22 de 102
--------------------------	--	---------------------------

2004, 2006 y 2012. A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 10.** Espesores del pavimento realizado el 11 de julio del 2013 para el tramo 3 (cotas en cm)



**Figura 11.** Espesores del pavimento realizado el 02 de octubre del 2014 para el tramo 3 (cotas en cm)



**Tabla 16.** Ensayos realizados en el tramo 3

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1621-13	Núcleo										
1622-13	Bloque						✓		✓	✓	
1623-13	Base		✓	✓		✓	✓	✓			
1624-13	Subbase		✓	✓		✓	✓	✓			

**Tabla 17.** Resultados de Próctor para el tramo 3

Muestra	1623-13	1624-13
Ensayo	Próctor Estándar	Próctor Estándar
Preparación del material	Seco al aire	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO	NO
Contenido de agua óptimo	14,20%	13,00%
Densidad seca máxima estándar	1808,0 kg/m <sup>3</sup>	1825,0 kg/m <sup>3</sup>
Dosificación:		
Grueso	100 %	100 %
Finos	0%	0%
Mazo	Mecánico	Mecánico
Método	C	C
Origen del material	-	-
Corrección sobre tamaño	No	No



**Tabla 18.** Resultados de granulometría para el tramo 3

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)		
	1622-13	1623-13	1624-13
3 1/2"			100
3"			97,2
2"		100	85,9
1 1/2"		95,8	78,1
1"	100,0 ± 0,2	91	63,3
3/4"	100,0 ± 0,2	79,6	56,6
1/2"	92,2 ± 0,3		
3/8"	75,9 ± 0,7	74,3	
N° 4	47,4 ± 0,2	50,1	37,4
N° 8	31,5 ± 0,1		
N° 10		38,5	
N° 16	22,3 ± 0,1		
N° 30	16,7 ± 0,1		
N° 40		20,9	18,50
N° 50	12,5 ± 0,2	17,7	
N° 100	9,3 ± 0,07		
N° 200	6,8 ± 0,1	10,5	10,3
Lavado malla #200		22,1	27,70

**Tabla 19.** Resultados de CBR para el tramo 3

Muestra	No. golpes	Compactación (%)	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
			0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1623-13	56	98	54,9	88,4	84,1	100,3
	25	94,5	31,8	46,6	31,8	46,6
	10	89,9	11,3	14,7	11,3	14,7
1624-13	56	97	55,4	75,1		
	25	93,5	36,8	44,8		
	10	88,7	10,5	12,3		

**Tabla 20.** Resultados de contenido de agua y asfalto para el tramo 3

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
1599-13	Contenido de agua	-	D 95	0,36 ± 0,02	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	5,8 ± 0,2	%



Tabla 21. Resultados de límites de Atterberg para el tramo 3

Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
1623-13	NP	NP	NP
1624-13	NP	NP	NP

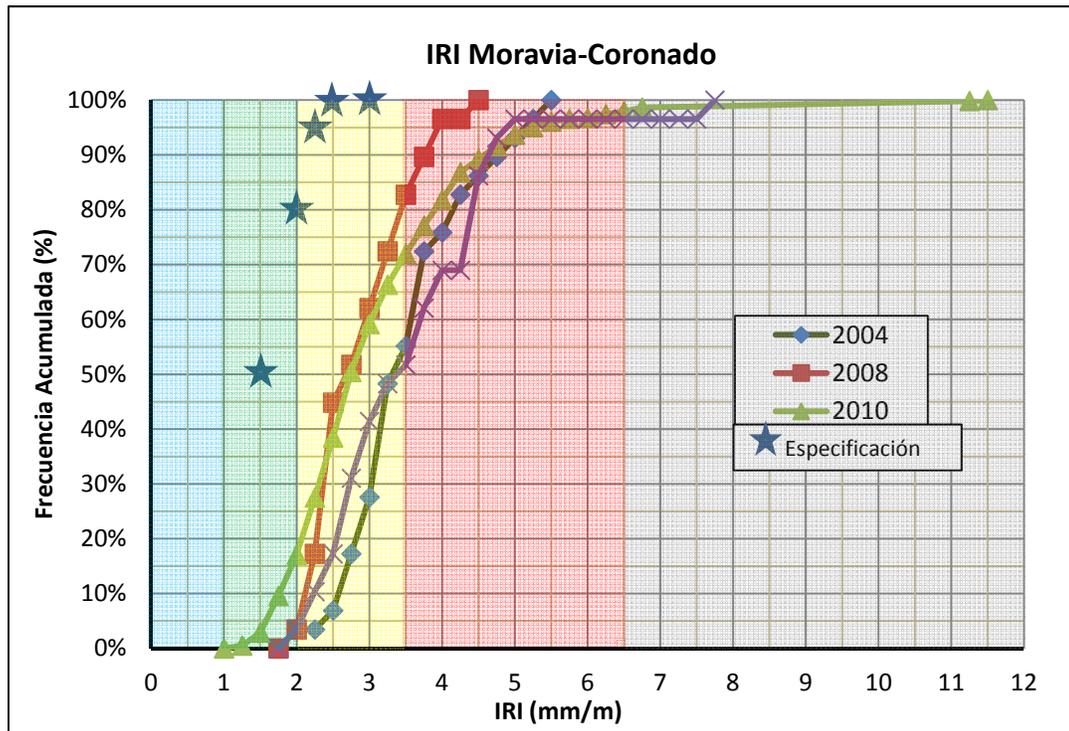


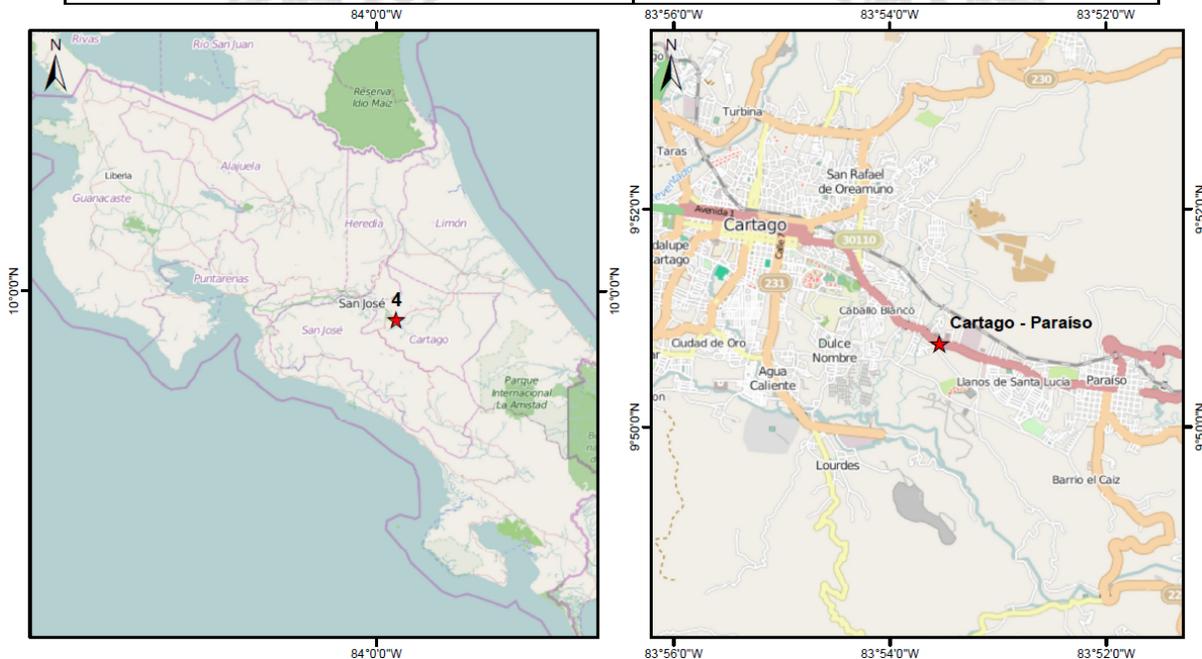
Figura 12. Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo Moravia – Coronado



**A.1. 4. Tramo #4: Cartago – Paraíso**

**Tabla 22.** Descripción del tramo Cartago - Paraíso

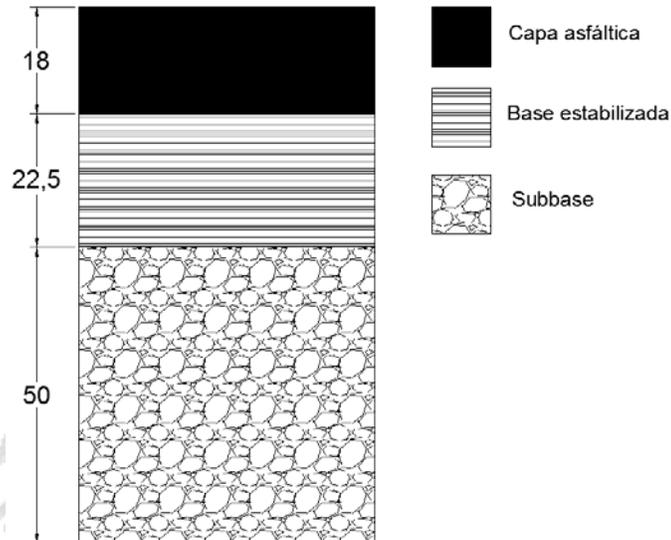
Descripción del tramo	Cartago - Paraíso
Provincia	Cartago
Cantón	Paraíso
Distrito	Paraíso
Ruta	10
Punto de referencia GPS (UTM)	9°50'46,46" N 83°53'33,15" W
Altitud	1383 msnm
Sección de control	30021
TPDA	11053
Velocidad promedio de operación	45 km/h
Zona Climática	Valle Central
Zona de conservación vial	1-8



**Figura 13.** Ubicación del Tramo #4: Cartago - Paraíso

En este proyecto se ha realizado un cielo abierto el día 12 de julio del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le realizó una evaluación del deterioro del pavimento el día 08 de agosto del 2014. Además se cuentan con resultados de IRI para los años 2004,

2006, 2008, 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para el año 2004, 2006, 2008 y 2012. A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 14.** Espesores del pavimento realizado el 12 de julio del 2013 para el tramo 4 (cotas en cm)

**Tabla 23.** Ensayos realizados en el tramo 4

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1636-13	Subbase		✓	✓		✓	✓	✓			
1637-13	Suelo	✓	✓	✓		✓					
1638-13	Núcleos										
1639-13	Bloque						✓		✓	✓	

**Tabla 24.** Resultados de Próctor para el tramo 4

Muestra	1636-13	1637-13
Ensayo	Próctor Estándar	Próctor Estándar
Preparación del material	Seco al aire	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO	NO
Contenido de agua óptimo	9,60%	31,50%
Densidad seca máxima estándar	2130,0 kg/m <sup>3</sup>	1380,0 kg/m <sup>3</sup>
Dosificación:		
Grueso	100 %	100 %
Finos	0%	0%
Mazo	Mecánico	Mecánico
Método	C	C
Origen del material	-	-
Corrección sobre tamaño	No	No

Informe LM-PI-UMP-043-R2	Fecha de emisión: 1 de diciembre de 2016	Anexo 1: Página 28 de 102
--------------------------	--	---------------------------



**Tabla 25.** Resultados de granulometría para el tramo 4

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)		
	1639-13	1636-13	1637-13
2"		100	
1 1/2"		96,6	
1"	100,0 ± 0,2	77,8	100,0
3/4"	100,0 ± 0,2	63,9	98,0
1/2"	94,0 ± 0,2		96,0
3/8"	80,1 ± 0,4		96,0
N° 4	52,7 ± 0,2	28	94,0
N° 8	34,9 ± 0,3		
N° 10			92,0
N° 16	24,2 ± 0,6		
N° 20			88,0
N° 30	18,3 ± 0,4		
N° 40		12,0	85,0
N° 50	13,5 ± 0,6		
N° 60			83,0
N° 100	9,7 ± 0,5		80,0
N° 140			79,0
N° 200	7,0 ± 0,3	7,32	77,0
Lavado malla #200		25,7	

**Tabla 26.** Resultados de CBR para el tramo 4

Muestra	No. golpes	Compactación (%)	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
			0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1636-13	56	100	39,2	55,6		
	25	96,6	26,2	35,7		
	10	92,6	10,7	15,7		
1637-13	56	103	2,6	2,8	3,4	3,0
	25	86,2	1,1	1,2	1,6	1,4
	10	78,3	0,9	0,9	0,9	0,9

**Tabla 27.** Resultados de contenido de agua y asfalto para el tramo 4

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
1639-13	Contenido de agua	-	D 95	0,31 ± 0,04	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	5,8 ± 0,2	%



Tabla 28. Resultados de límites de Atterberg para el tramo 4

Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
1636-13	23	18	5
1637-13	59	34	25

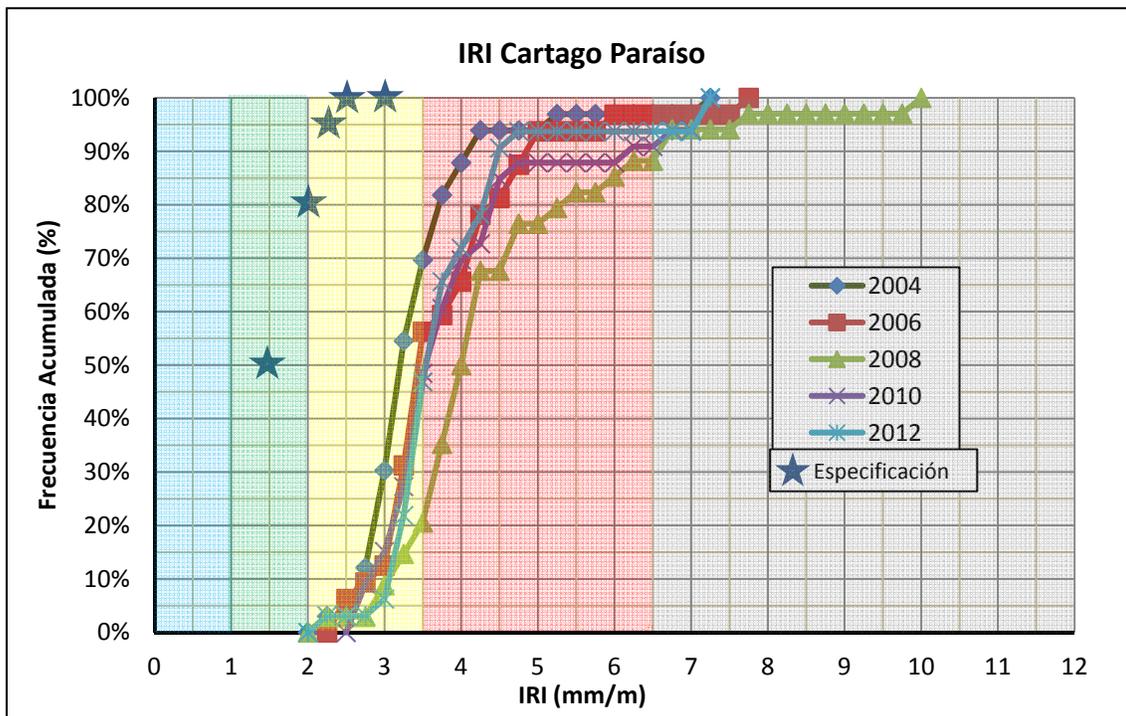


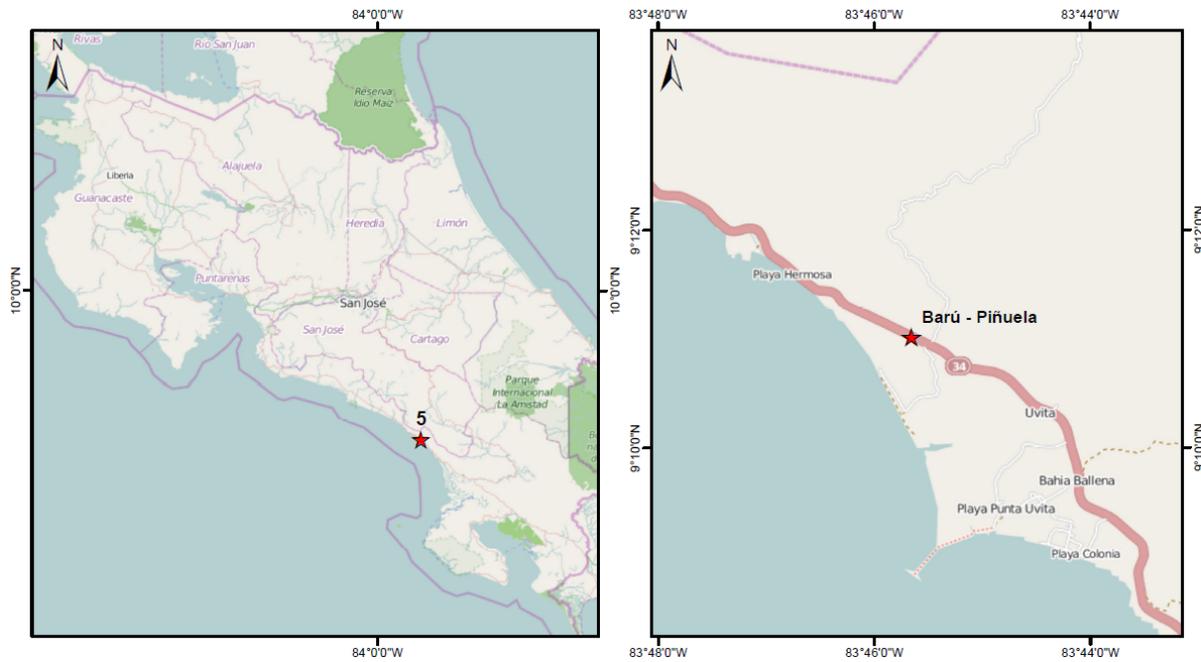
Figura 15. Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo Cartago – Paraíso



**A.1. 5. Tramo #5: Barú – Piñuela (Palmar Norte)**

**Tabla 29.** Descripción del tramo Barú - Piñuela

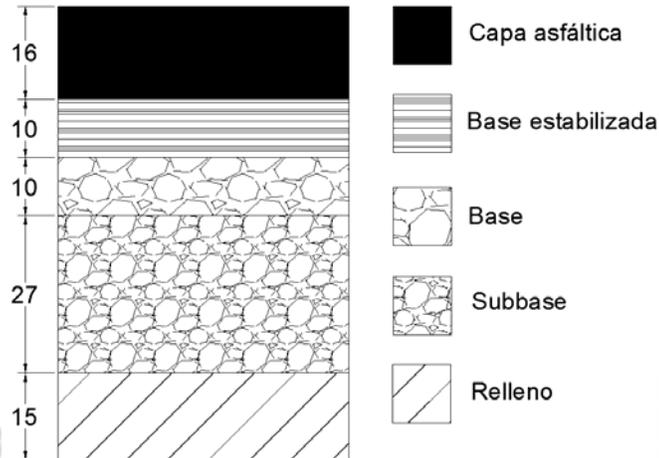
Descripción del tramo	Barú - Piñuela
Provincia	Puntarenas
Cantón	Osa
Distrito	Bahía Ballena
Ruta	34
Punto de referencia GPS (UTM)	9°12'56,9999" N 84°49'40,2000" O
Altitud	45 msnm
Sección de control	60091
TPDA	1105
Velocidad promedio de operación	75 km/h
Zona Climática	Pacífico Central
Zona de conservación vial	4-1



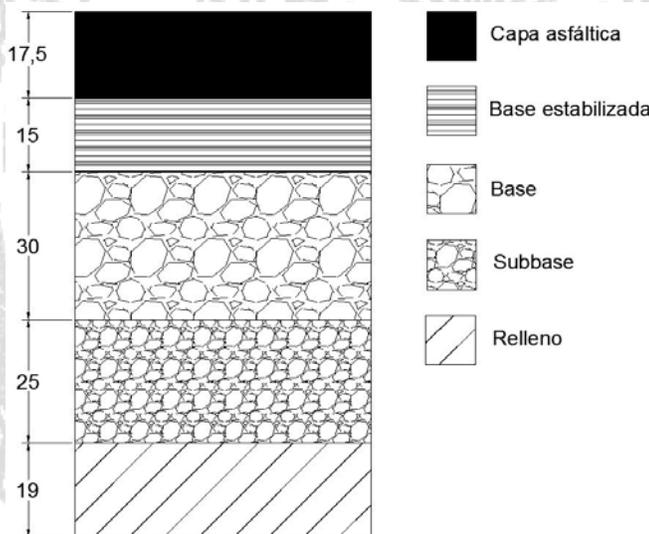
**Figura 16.** Ubicación del Tramo #5: Barú - Piñuela

En este proyecto se han realizado dos cielos abiertos, el día 16 de julio del 2013 y el día 07 de octubre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le realizó una evaluación del deterioro del pavimento el día 13 de mayo del 2014. Además se cuentan con resultados de IRI para los años 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para

los años 2004, 2006, 2010 y 2012. A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 17.** Espesores del pavimento realizado el 16 de julio del 2013 para el tramo 5 (cotas en cm)



**Figura 18.** Espesores del pavimento realizado el 07 de octubre del 2014 para el tramo 5 (cotas en cm)



**Tabla 30.** Ensayos realizados en el tramo 5

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1697-13	Base					✓	✓	✓			
1698-13	Subbase					✓	✓	✓			
1699-13	Relleno					✓	✓	✓			
1700-13	Subrasante					✓					
1702-13	Bloque						✓		✓	✓	
1767-13	Núcleos										

**Tabla 31.** Resultados de granulometría para el tramo 5

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)			
	1702-13	1697-13	1698-13	1699-13
2 1/2"		100,00	100,00	100
2"		96,10	88,40	98,5
1 1/2"		92,10	80,40	95,7
1"	100,0 ± 0,2	82,90	66,00	88,1
3/4"	100,0 ± 0,2	76,30	57,00	84,1
1/2"	87,0 ± 0,2			
3/8"	74,2 ± 0,2	57,20		71,6
N° 4	47,9 ± 0,3	45,10	28,70	60,7
N° 8	31,1 ± 0,1			
N° 10		32,30		48
N° 16	21,7 ± 0,1			
N° 30	16,5 ± 0,1			
N° 40		13,50	6,57	23,1
N° 50	12,69 ± 0,09	10,50		19,3
N° 100	9,56 ± 0,09			
N° 200	7,40 ± 0,08	4,82	2,46	11,9
Lavado malla #200		15,40	9,60	23,8

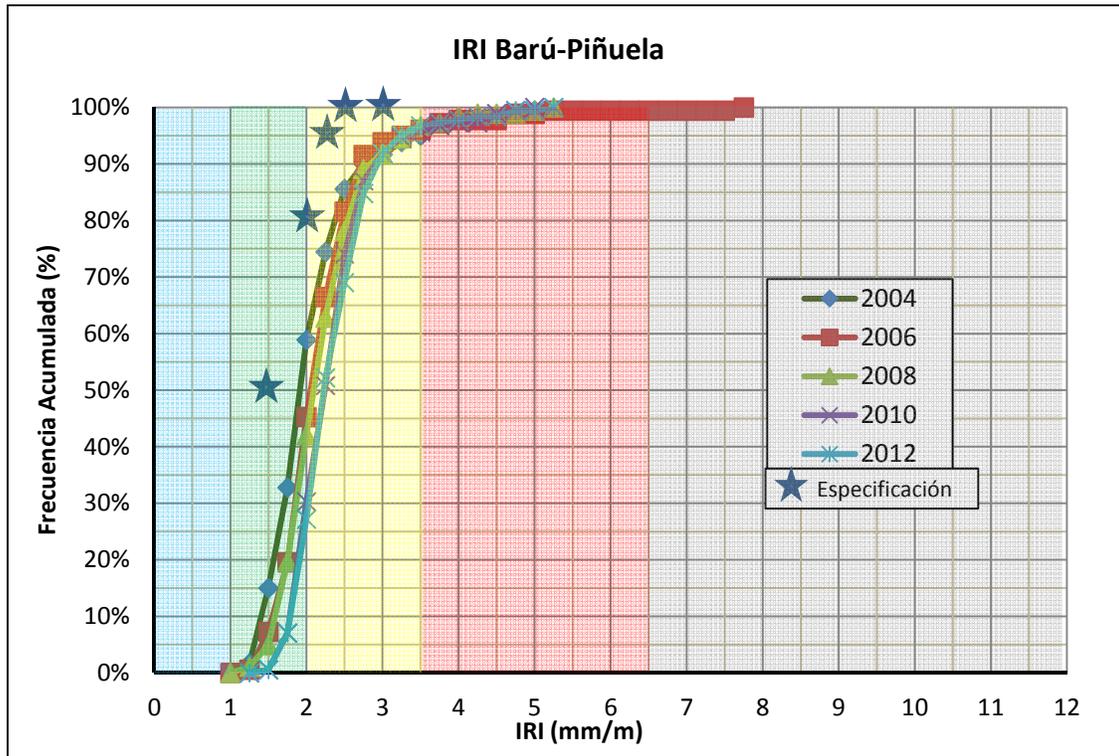


**Tabla 32.** Resultados de CBR para el tramo 5

Muestra	No. golpes	Compactación	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
		(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1697-13	56	96,8	16,5	19		
	25	92,8	10,0	9,8		
	10	87,8	2,35	2,8		
1698-13	56	96,8	24,9	30,7		
	25	90,3	12,16	13,8		
	10	86,6	7,3	8,53		
1699-13	56	96,8	16	27	25	31
	25	92,6	8,70	10,5	8,70	10,5
	10	88,8	5,8	6,5	5,8	6,5
1700-13	56	97	4,1	7,7	8,8	8,9
	25	89	2,1	2,8	2,1	2,8
	10	79,7	0,9	0,8	0,9	0,8

**Tabla 33.** Resultados de contenido de agua y de asfalto para el tramo 5

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
1702-13	Contenido de agua	-	D 95	0,29 ± 0,04	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	6,0 ± 0,2	%



**Figura 19.** Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo Barú – Piñuela



A.1. 6. **Tramo #6: Jacó – Orotina**

**Tabla 34.** Descripción del tramo Jacó - Orotina

Descripción del tramo	Jacó - Orotina
Provincia	Alajuela
Cantón	Orotina
Distrito	Coyolar
Ruta	34
Punto de referencia GPS (UTM)	9°52'32,4000" N 84°34'26,4000" O
Altitud	156 msnm
Sección de control	21300
TPDA	5005
Velocidad promedio de operación	80 km/h
Zona Climática	Golfo Nicoya y Llanura Guanacaste
Zona de conservación vial	3-2

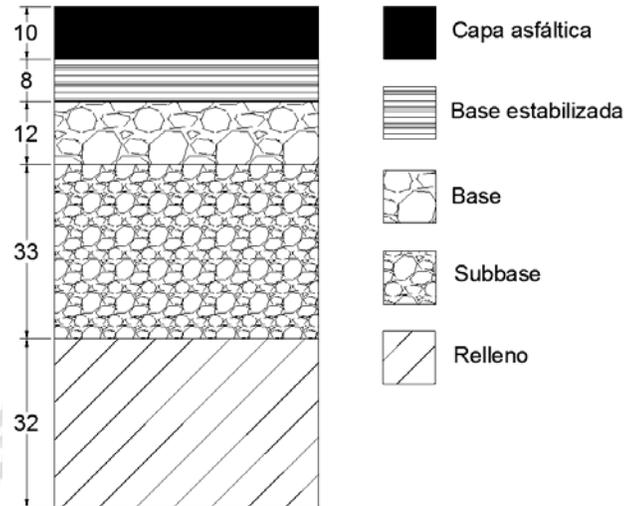


**Figura 20.** Ubicación del Tramo #6: Jacó - Orotina

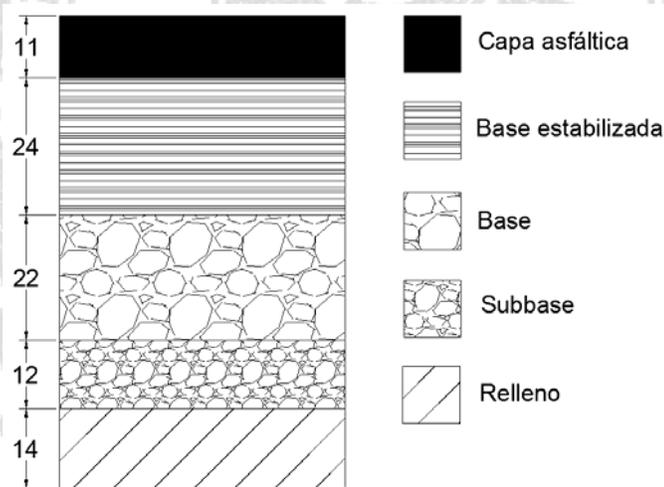
En este proyecto se han realizado tres cielos abiertos, el día 17 de julio del 2013, el día 16 de octubre del 2014 y el día 28 de octubre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le realizó una evaluación del deterioro del pavimento el día 06 de marzo del 2014. Además se cuentan con resultados de IRI para los años 2004, 2006, 2008, 2010 y

Informe LM-PI-UMP-043-R2	Fecha de emisión: 1 de diciembre de 2016	Anexo 1: Página 36 de 102
--------------------------	--	---------------------------

2012, y resultados de deflectometría para el año 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012. A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 21.** Espesores del pavimento realizado el 17 de julio del 2013 para el tramo 6 (cotas en cm)



**Figura 22.** Espesores del pavimento realizado el 16 de octubre del 2014 para el tramo 6 (cotas en cm)

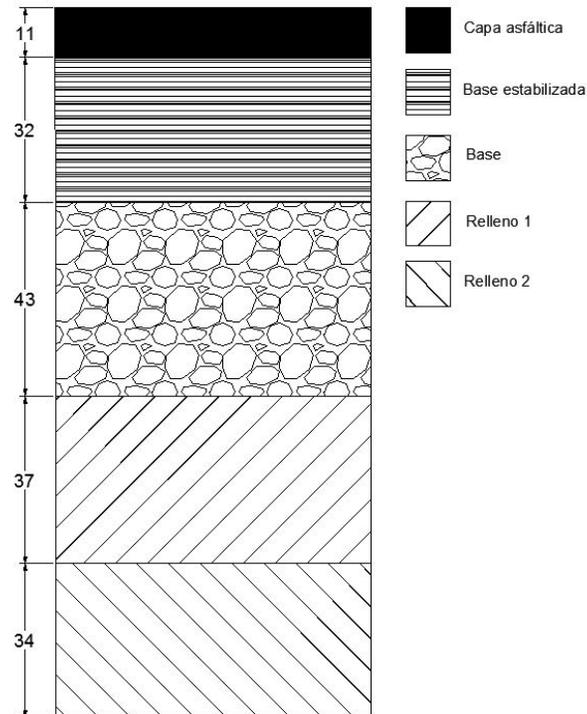


Figura 23. Espesores del pavimento realizado el 28 de octubre del 2014 para el tramo 6 (cotas en cm)

Tabla 35. Ensayos realizados en el tramo 6

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1703-13	Base										
1704-13	Subbase										
1705-13	Relleno										
1706-13	Subrasante										
1708-13	Bloque						✓		✓	✓	
1768-13	Núcleos										



**Tabla 36.** Resultados de granulometría para el tramo 6

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)
	1708-13
1"	100,0 ± 0,2
3/4"	100,0 ± 0,2
1/2"	95,1 ± 0,2
3/8"	84,3 ± 0,4
N° 4	57,1 ± 0,2
N° 8	34,8 ± 0,1
N° 16	22,3 ± 0,1
N° 30	15,6 ± 0,1
N° 50	10,91 ± 0,09
N° 100	7,42 ± 0,07
N° 200	5,34 ± 0,08

**Tabla 37.** Resultados de contenido de agua y asfalto para el tramo 6

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
1708-13	Contenido de agua	-	D 95	0,56 ± 0,03	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	6,6 ± 0,3	%

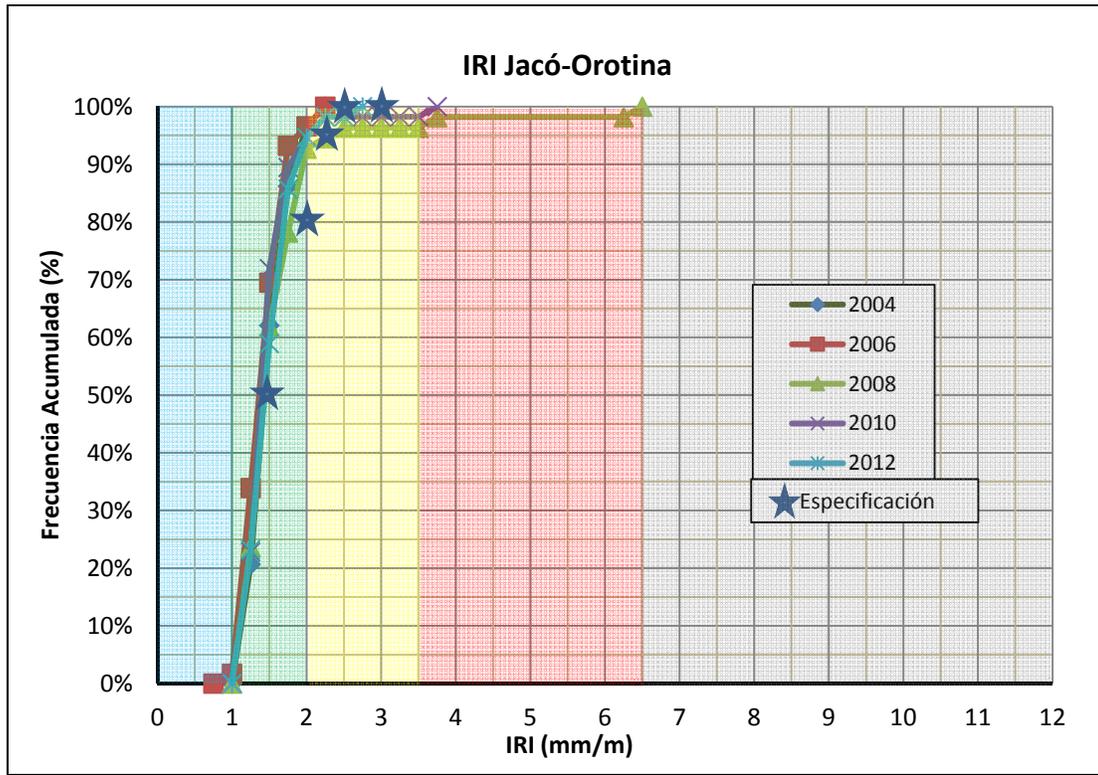
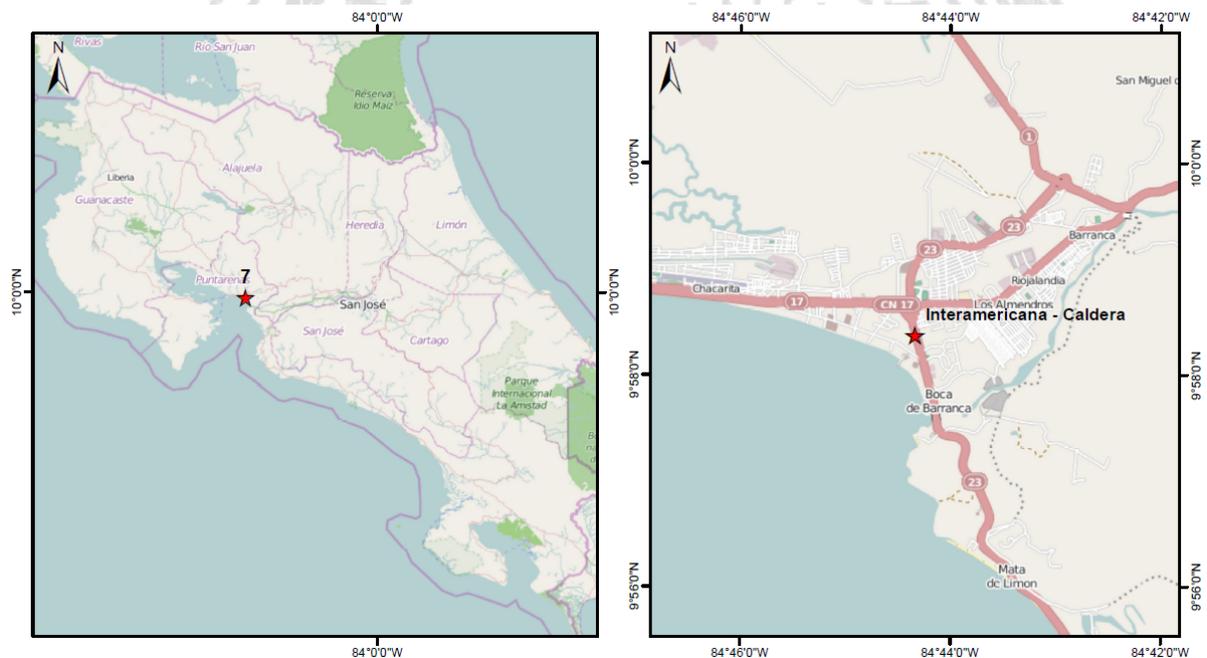


Figura 24. Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo Jacó – Orotina

**A.1. 7. Tramo #7: Interamericana – Caldera**

**Tabla 38.** Descripción del tramo Interamericana - Caldera

Descripción del tramo	Interamericana - Caldera
Provincia	Puntarenas
Cantón	Puntarenas
Distrito	Chacarita-Barranca
Ruta	23
Punto de referencia GPS (UTM)	9°58'25,30" N 84°44'21,30" O
Altitud	270 msnm
Sección de control	60610
TPDA	8666
Velocidad promedio de operación	60 km/h
Zona Climática	Golfo Nicoya y Llanura Guanacaste
Zona de conservación vial	3-1

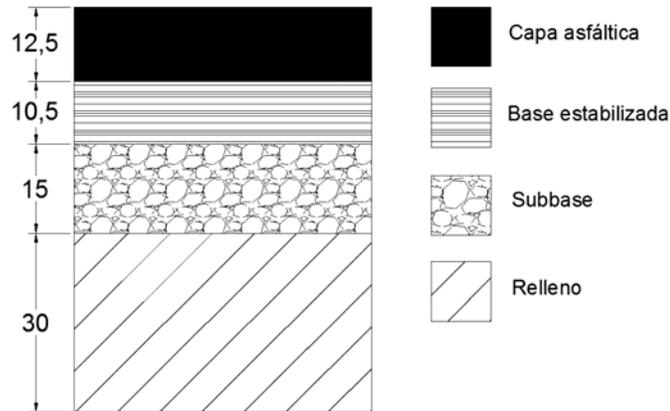


**Figura 25.** Ubicación del Tramo #7: Interamericana - Caldera

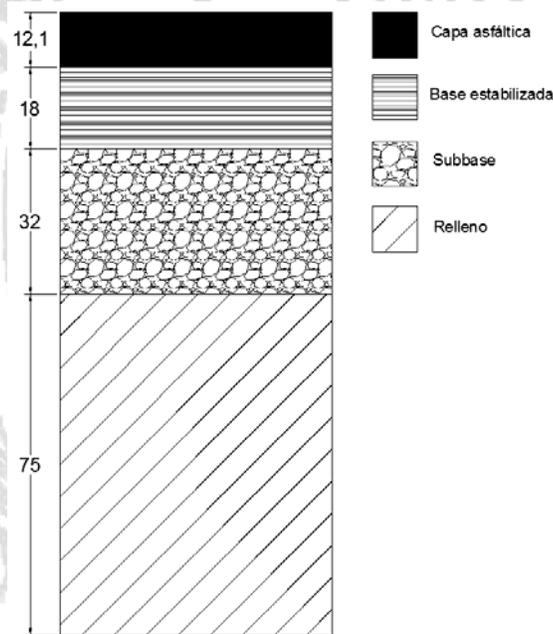
En este proyecto se han realizado dos cielos abiertos, el día 18 de julio del 2013 y el día 14 de octubre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le realizó una evaluación del deterioro del pavimento el día 06 de marzo del 2014. Además se cuentan con resultados de IRI para los años 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para

Informe LM-PI-UMP-043-R2	Fecha de emisión: 1 de diciembre de 2016	Anexo 1: Página 41 de 102
--------------------------	--	---------------------------

el año 2004, 2006 y 2008. A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 26.** Espesores del pavimento realizado el 18 de julio del 2013 para el tramo 7 (cotas en cm)



**Figura 27.** Espesores del pavimento realizado el 14 de octubre del 2014 para el tramo 7 (cotas en cm)



**Tabla 39.** Ensayos realizados en el tramo 7

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1709-13	Base					✓	✓	✓			
1710-13	Relleno					✓	✓	✓			
1712-13	Bloque						✓		✓	✓	
1769-13	Núcleos										

**Tabla 40.** Resultados de granulometría para el tramo 7

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)		
	1712-13	1709-13	1710-13
2 1/2"		100,00	100,00
2"		93,10	75,40
1 1/2"		85,40	63,50
1"	100,0 ± 0,2	70,80	52,30
3/4"	100,0 ± 0,2	58,70	45,80
1/2"	90,0 ± 0,2		
3/8"	79,6 ± 0,7	40,60	35,90
N° 4	51,8 ± 0,5	32,00	30,30
N° 8	34,7 ± 0,3		
N° 10		25,50	24,90
N° 16	24,2 ± 0,1		
N° 30	18,1 ± 0,1		
N° 40		11,60	12,00
N° 50	13,7 ± 0,1	9,32	9,68
N° 100	10,1 ± 0,1		
N° 200	8,0 ± 0,2	4,67	5,25
Lavado malla #200		14,60	17,10

**Tabla 41.** Resultados de CBR para el tramo 7

Muestra	No. golpes	Compactación (%)	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
			0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1709-13	56	97,1	33,0	40,0		
	25	91,3	12,3	13,6		
	10	88,1	6,1	7,2		
1710-13	56	99,4	11	23	25	34,0
	25	95	18,5	22,6	18,5	22,6
	10	90,8	8,9	10	8,9	10



Tabla 42. Resultado de contenido de agua y asfalto para el tramo 7

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
1712-13	Contenido de agua	-	D 95	0,40 ± 0,04	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	6,2 ± 0,3	%

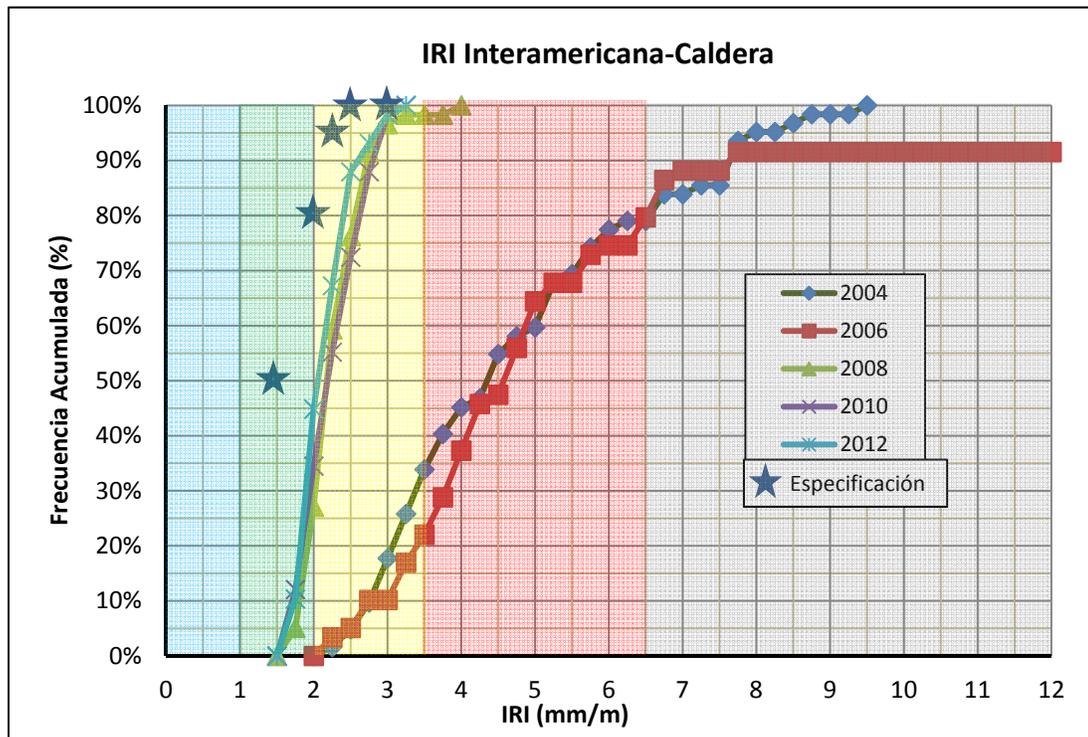


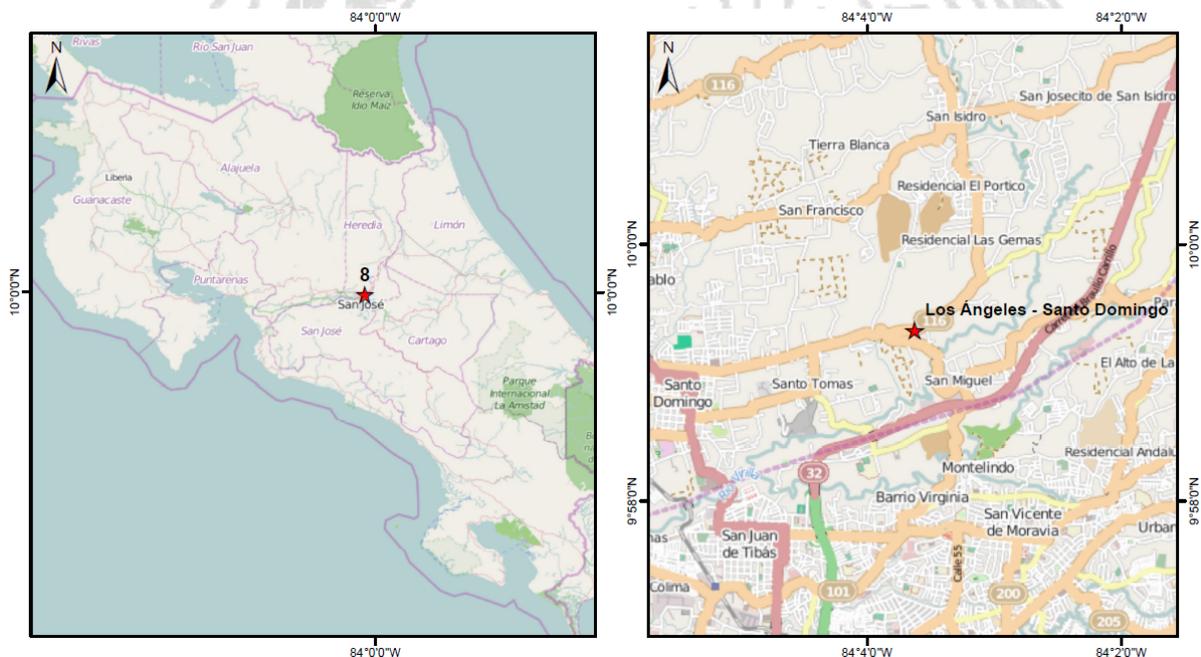
Figura 28. Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo Interamericana - Caldera



A.1. 8. **Tramo #8: Los Ángeles – Santo Domingo**

**Tabla 43.** Descripción del tramo Los Ángeles - Santo Domingo

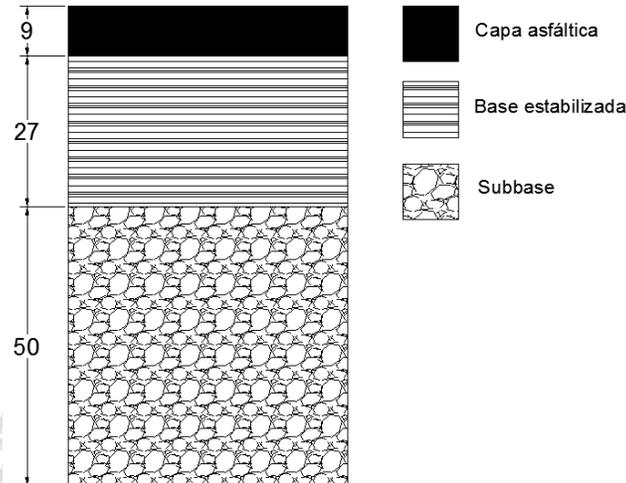
Descripción del tramo	Los Ángeles - Santo Domingo
Provincia	Heredia
Cantón	Santo Domingo
Distrito	Tures
Ruta	116
Punto de referencia GPS (UTM)	9°59'17,9999" N 84°3'49,2000" O
Altitud	1231 msnm
Sección de control	40252
TPDA	3820
Velocidad promedio de operación	45 km/h
Zona Climática	Valle Central
Zona de conservación vial	1-9



**Figura 29.** Ubicación del Tramo #8: Interamericana - Caldera

En este proyecto se ha realizado un cielo abierto el día 01 de agosto del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le realizó una evaluación del deterioro del pavimento el día 07 de agosto del 2014. Además se cuentan con resultados de IRI para los

años 2008, 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para el año 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012. A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 30.** Espesores del pavimento realizado el 01 de agosto del 2013 para el tramo 8 (cotas en cm)

**Tabla 44.** Ensayos realizados en el tramo 8

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1762-13	Núcleos										
1834-13	Bloque										
1835-13	Subbase					✓	✓	✓			
1836-13	Suelo orgánico										
1837-13	Subrasante					✓					

**Tabla 45.** Resultados de granulometría para el tramo 8

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)
	1835-13
2 1/2"	100
2"	94,4
1 1/2"	87,4
1"	81,7
3/4"	76,3
N° 4	58,8
N° 40	29,6
N° 200	15,5
Lavado malla #200	31,2



Tabla 46. Resultados de CBR para el tramo 8

Muestra	No. golpes	Compactación	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
		(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1835-13	56	99,5	21,0	47,0	23	63
	25	95,2	22,7	30,0	22,7	30
	10	90,4	5,8	6,7	5,8	6,7
1837-13	56	98	2,5	2	2,9	2,0
	25	88	1,6	1,3	1,6	1,3

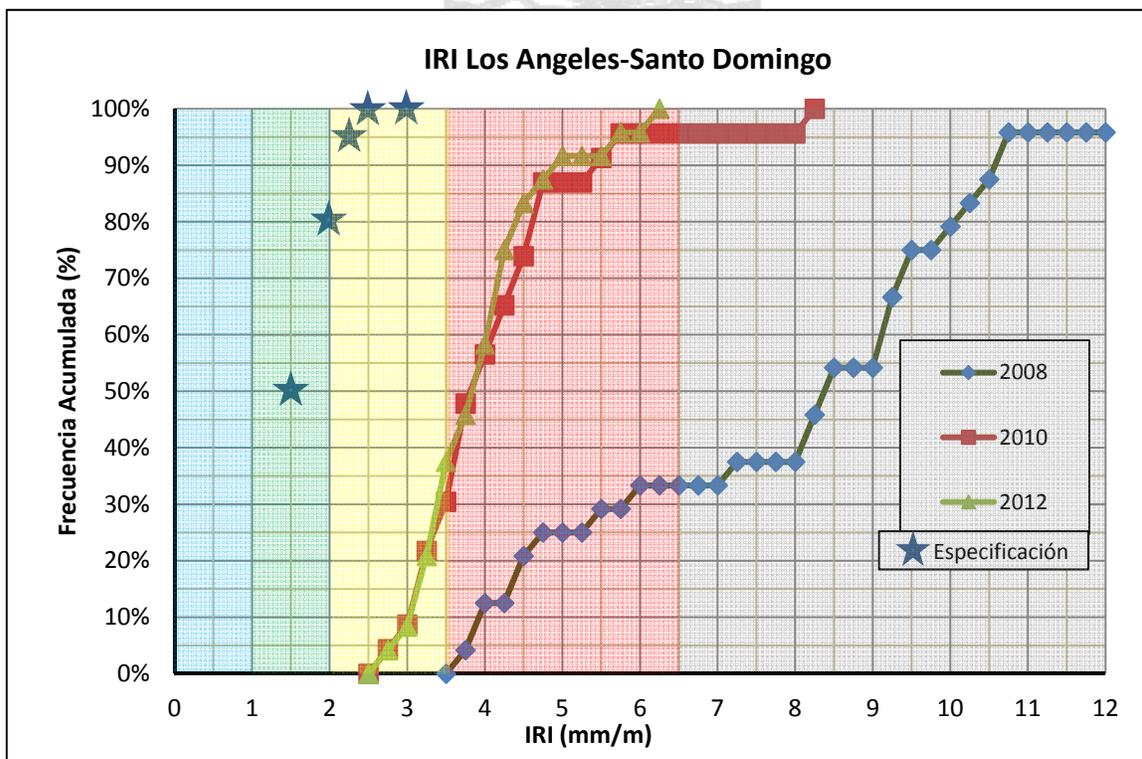


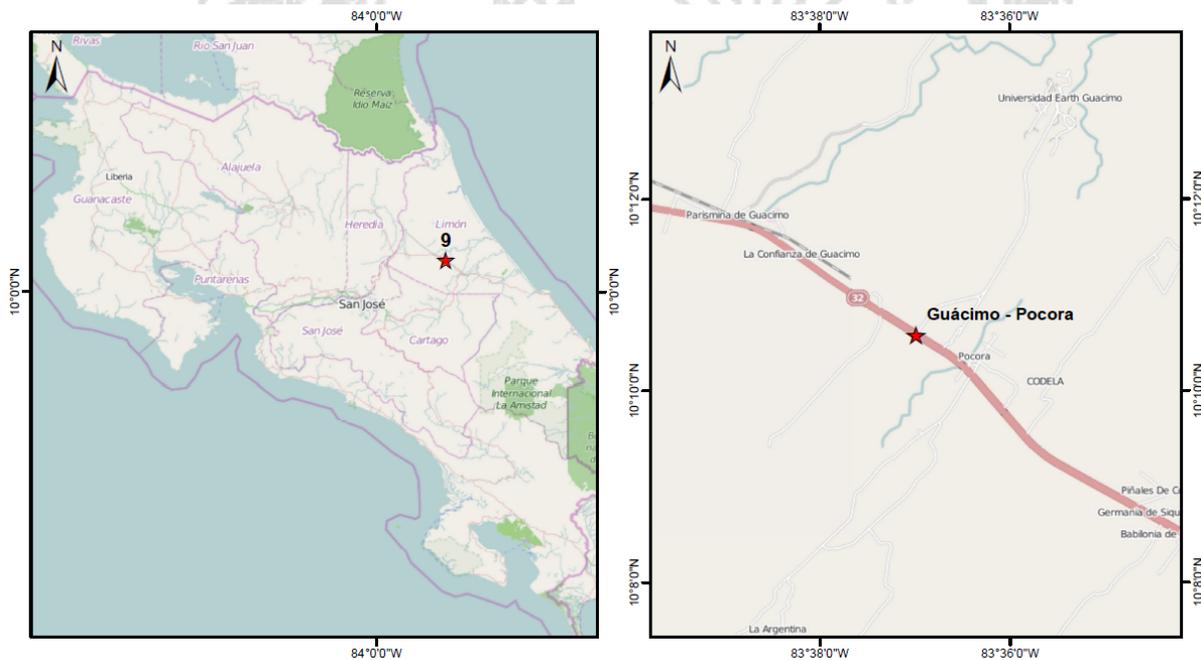
Figura 31. Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo Los Ángeles - Santo Domingo



**A.1. 9. Tramo #9: Guácimo – Pocora**

**Tabla 47.** Descripción del tramo Guácimo - Pocora

Descripción del tramo	Guácimo - Pocora
Provincia	Limón
Cantón	Guácimo
Distrito	Mercedes
Ruta	32
Punto de referencia GPS (UTM)	10°11'52,1999" N 83°39'31,2000" O
Altitud	98 msnm
Sección de control	70141
TPDA	5811
Velocidad promedio de operación	80 km/h
Zona Climática	Caribe
Zona de conservación vial	5-1



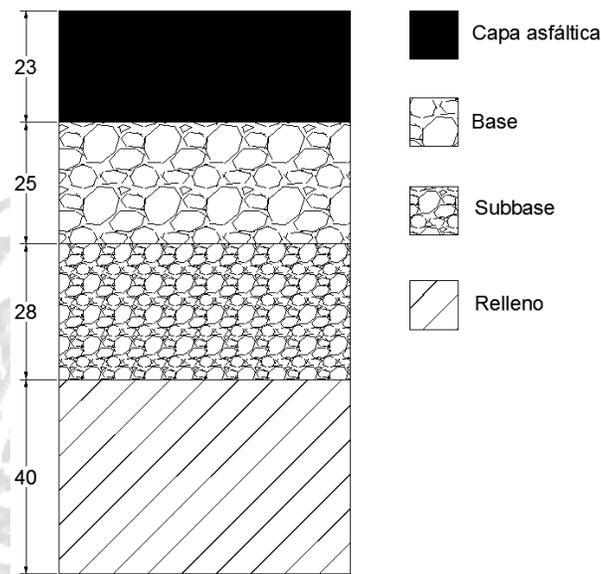
**Figura 32.** Ubicación del Tramo #9: Guácimo - Pocora

En este proyecto se ha realizado un cielo abierto el día 29 de julio del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo no se le ha realizado una evaluación del

deterioro del pavimento. Además se cuentan con resultados de IRI para los años 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para el año 2004, 2008, 2010 y 2012.

Este tramo sólo presentará un cielo abierto a lo largo del estudio, sin embargo se realizarán demás análisis que no requieran de un cielo abierto.

A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 33.** Espesores del pavimento realizado el 29 de julio del 2013 para el tramo 9 (cotas en cm)

**Tabla 48.** Ensayos realizados en el tramo 9

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1794-13	Núcleos										
1795-13	Bloque						✓		✓	✓	
1796-13	Base					✓	✓	✓			
1797-13	Subbase					✓	✓	✓			
1798-13	Relleno					✓					
1799-13	Subrasante					✓					



**Tabla 49.** Resultados de granulometría para el tramo 9

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)		
	1795-13	1796-13	1797-13
3 1/2"			100
3"			88,2
2"			71,90
1 1/2"		100,00	66,20
1"	100,0 ± 0,2	77,70	55,60
3/4"	100,0 ± 0,2	61,00	48,10
1/2"	97,3 ± 0,2		
3/8"	88,8 ± 0,7	41,50	
N° 4	58,3 ± 0,7	31,80	32,80
N° 8	38,5 ± 0,2		
N° 10		25,40	
N° 16	26,2 ± 0,4		
N° 30	19,1 ± 0,5		
N° 40		13,80	13,90
N° 50	13,9 ± 0,2	11,60	
N° 100	9,7 ± 0,3		
N° 200	6,8 ± 0,2	6,99	4,51
Lavado malla #200		21,60	13,60

**Tabla 50.** Resultados de CBR para el tramo 9

Muestra	No. golpes	Compactación	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
		(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1796-13	56	99,1	6,0	15,0	32	39
	25	96,7	16,3	28,2	16,3	28,2
	10	90,6	11,1	14,4	11,1	14,4
1797-13	56	99,1	42	72	69	85,0
	25	96,9	23,8	39,5	23,8	39,5
	10	92,6	13,6	19,8	13,6	19,8
1798-13	56	99,5	4,3	8	16,8	19,4
	25	98,1	9,98	15,5	9,98	15,5
	10	90,8	4,89	5,59	4,89	5,59
1799-13	56	99	9,2	12	11,4	11,9
	25	88	5,4	3,8	5,4	3,8



Tabla 51. Resultados de contenido de agua y asfalto para el tramo 9

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
1795-13	Contenido de agua	-	D 95	0,45 ± 0,04	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	6,0 ± 0,2	%

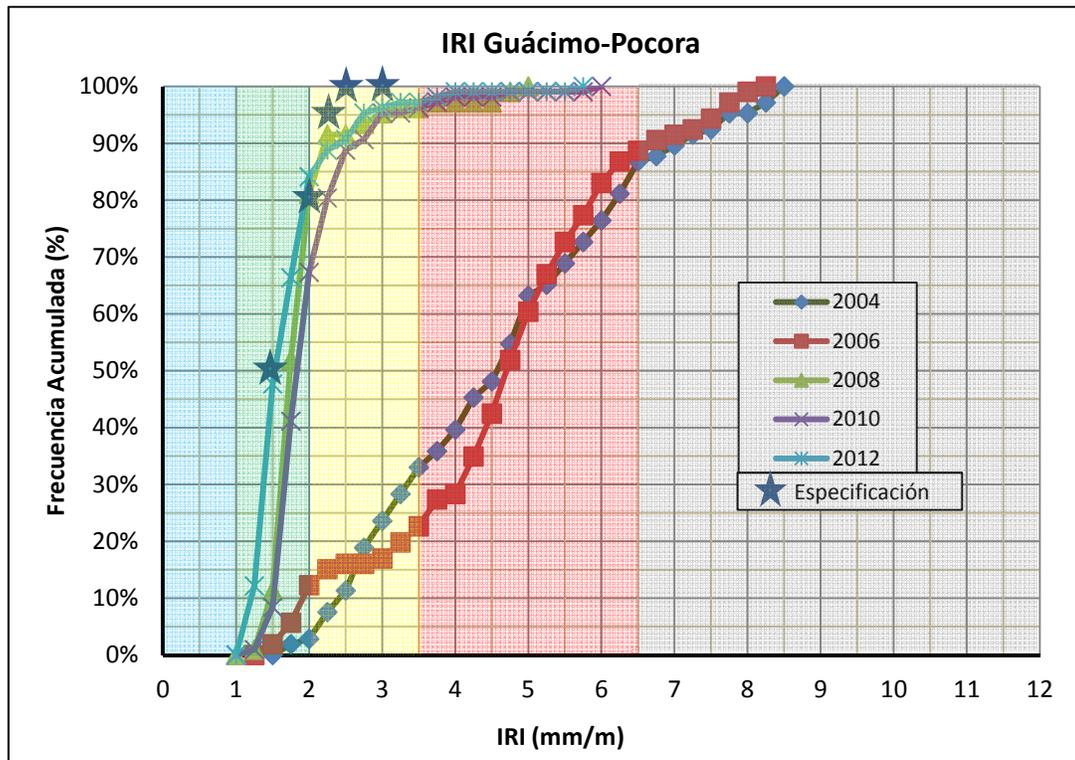


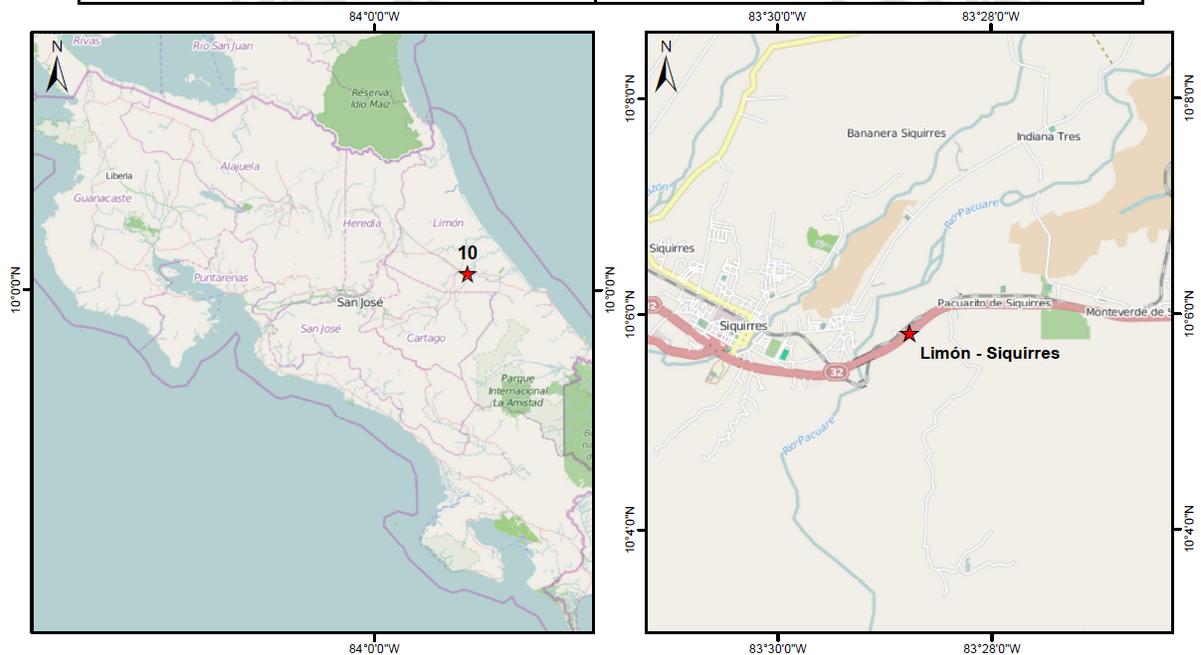
Figura 34. Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo Guácimo - Pocora



**A.1. 10. Tramo #10: Limón – Siquirres**

**Tabla 52.** Descripción del tramo Limón - Siquirres

Descripción del tramo	Limón - Siquirres
Provincia	Limón
Cantón	Siquirres
Distrito	Pacuarito
Ruta	32
Punto de referencia GPS (UTM)	10° 5'49.49"N 83°28'45.96"W
Altitud	98 msnm
Sección de control	70090
TPDA	7240
Velocidad promedio de operación	80 km/h
Zona Climática	Caribe
Zona de conservación vial	5-1

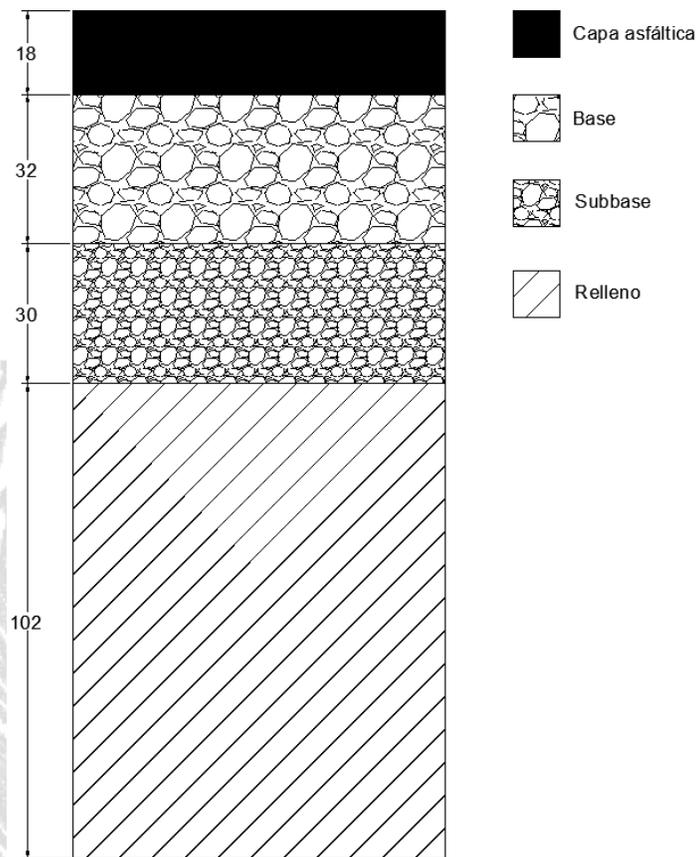


**Figura 35.** Ubicación del Tramo #10: Limón - Siquirres

En este proyecto se ha realizado un cielo abierto el día 30 de julio del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo no se le ha realizado una evaluación del deterioro del pavimento. Además se cuentan con resultados de IRI para los años 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para el año 2004, 2008, 2010 y 2012.

Este tramo sólo presentará un cielo abierto a lo largo del estudio, sin embargo se realizarán demás análisis que no requieran de un cielo abierto.

A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 36.** Espesores del pavimento realizado el 30 de julio del 2013 para el tramo 10 (cotas en cm)

**Tabla 53.** Ensayos realizados en el tramo 10

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1800-13	Núcleos										
1801-13	Bloque										
1802-13	Base					✓	✓	✓			
1803-13	Subbase					✓	✓	✓			
1804-13	Relleno					✓	✓	✓			



**Tabla 54.** Resultados de granulometría para el tramo 10

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)		
	1802-13	1803-13	1804-13
5 1/2"			100
5"			93,7
4"			89,7
3 1/2"			80
3"		100	73,4
2 1/2"			70,40
2"		98,40	65,80
1 1/2"	100,0	89,20	61,10
1"	90,2	81,70	55,10
3/4"	83,1	74,80	51,20
3/8"	65,4		43,10
N° 4	52,6	51,90	36,90
N° 10	44,1		30,00
N° 40	18,7	18,50	16,50
N° 50	14,2		13,50
N° 200	7,39	6,73	7,66
Lavado malla #200	14,1	13,20	18,20

**Tabla 55.** Resultados de CBR para el tramo 10

Muestra	No. golpes	Compactación (%)	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
			0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1802-13	56	98,5	21,0	45,0	44	58
	25	95,7	28,4	42,3	28,4	42,3
	10	91,0	9,0	12,5	9	12,5
1803-13	56	96	28,8	38,1		
	25	93,8	20,6	23,8		
	10	89,2	10,1	11,2		
1804-13	56	98	24,1	39,2		
	25	94,9	19,70	26,6		
	10	90,8	10,18	12		

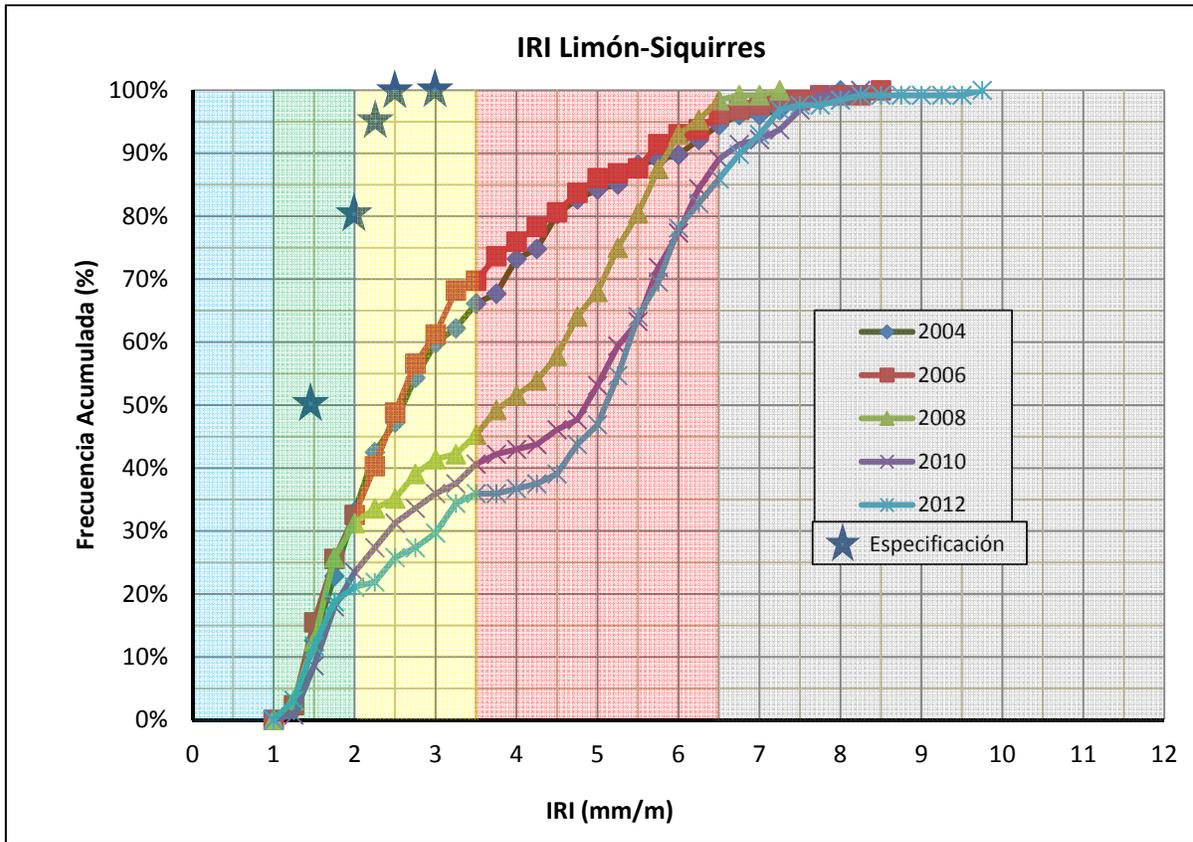
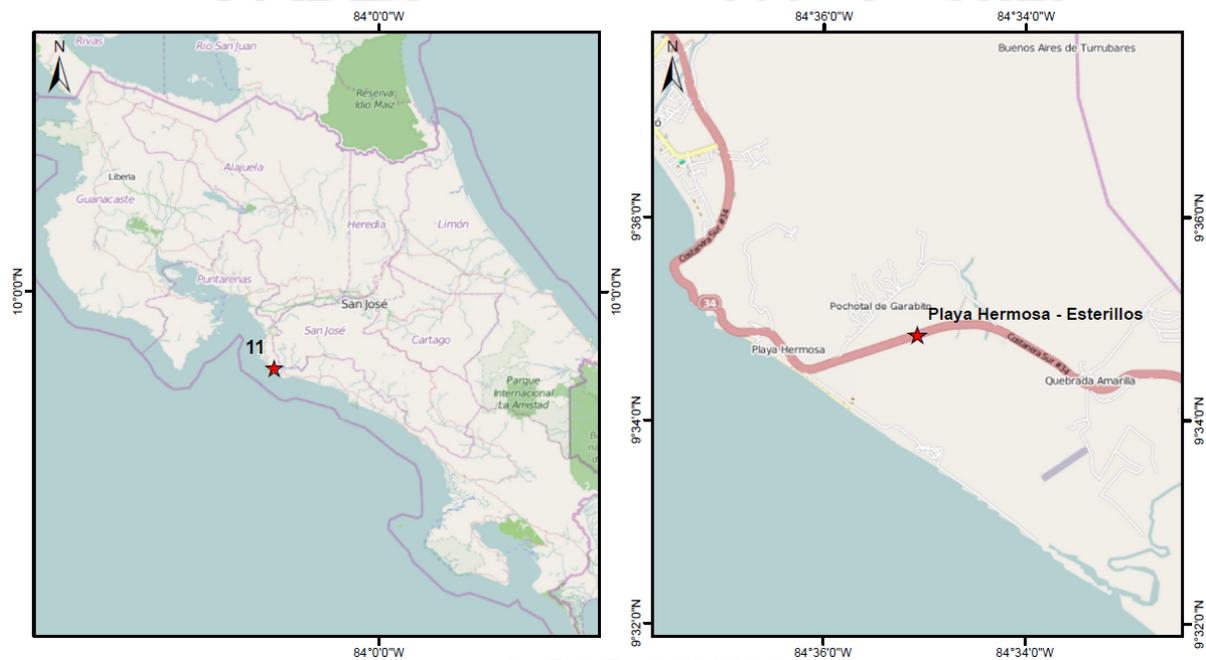


Figura 37. Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo Limón – Siquirres

**A.1. 11. Tramo #11: Playa Hermosa – Esterillos**

**Tabla 56.** Descripción del tramo Playa Hermosa - Esterillos

Descripción del tramo	Playa Hermosa - Esterillos
Provincia	Puntarenas
Cantón	Garabito
Distrito	Jacó
Ruta	34
Punto de referencia GPS (UTM)	9°34'51,2''N 84°35'0,3''W
Altitud	25 msnm
Sección de control	60140
TPDA	4095
Velocidad promedio de operación	75 km/h
Zona Climática	Pacífico Central
Zona de conservación vial	3-2

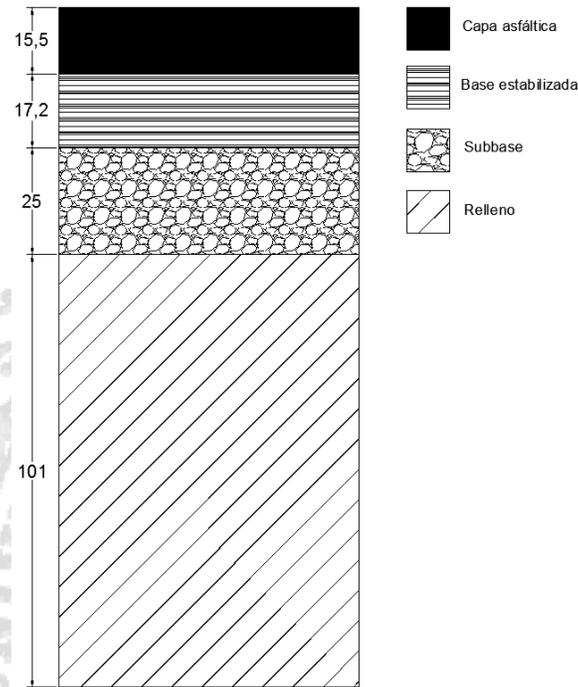


**Figura 38.** Ubicación del Tramo #11: Playa Hermosa - Esterillos

En este proyecto se ha realizado un cielo abierto el día 08 de agosto del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le realizó una evaluación del deterioro del pavimento el día 06 de marzo del 2014. Además se cuentan con resultados de IRI para los

años 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para el año 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012.

A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 39.** Espesores del pavimento realizado el 08 de agosto del 2013 para el tramo 11 (cotas en cm)

**Tabla 57.** Ensayos realizados en el tramo 11

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1873-13											
1874-13											
1876-13	Subbase						✓	✓			
1877-13	Relleno					✓					

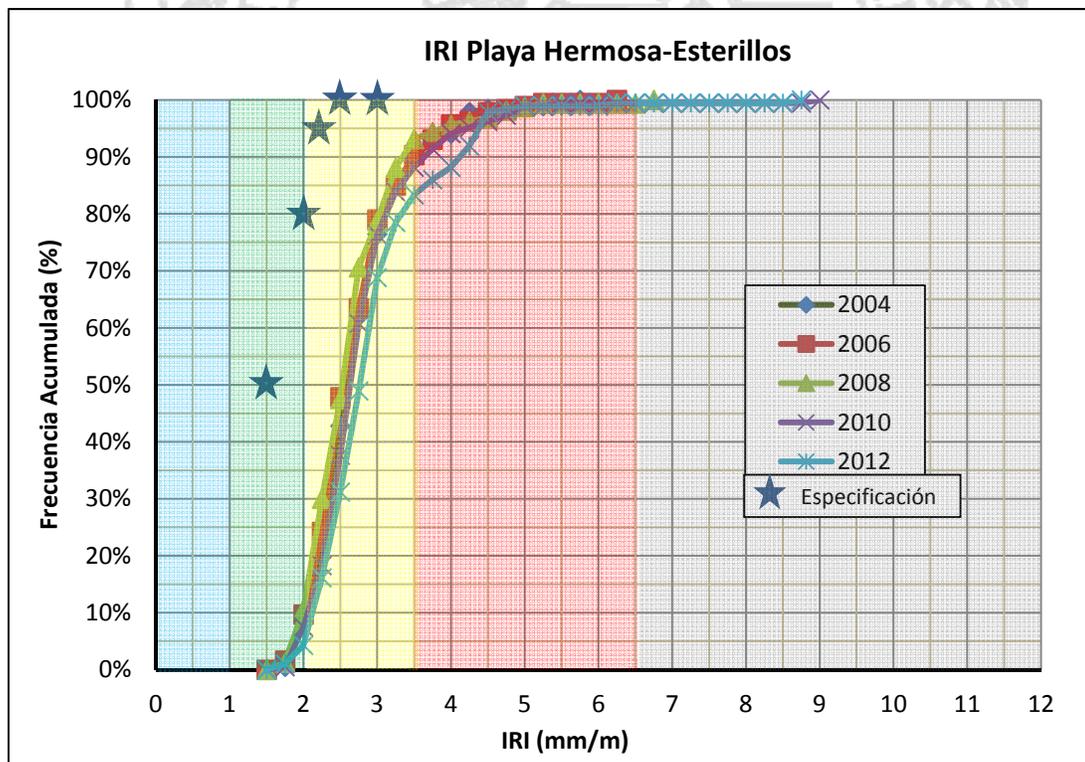


**Tabla 58.** Resultados de granulometría para el tramo 11

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)
	1876-13
2 1/2"	100
2"	98,9
1 1/2"	97,8
1"	92,2
3/4"	82,7
N° 4	49
N° 40	14,1
N° 200	5,61
Lavado malla #200	12,1

**Tabla 59.** Resultados de CBR para el tramo 11

Muestra	No. golpes	Compactación	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
		(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1877-13	56	99,1	41,0	41,0		
	25	95,1	12,1	14,6		
	10	87,6	3,9	4,1		



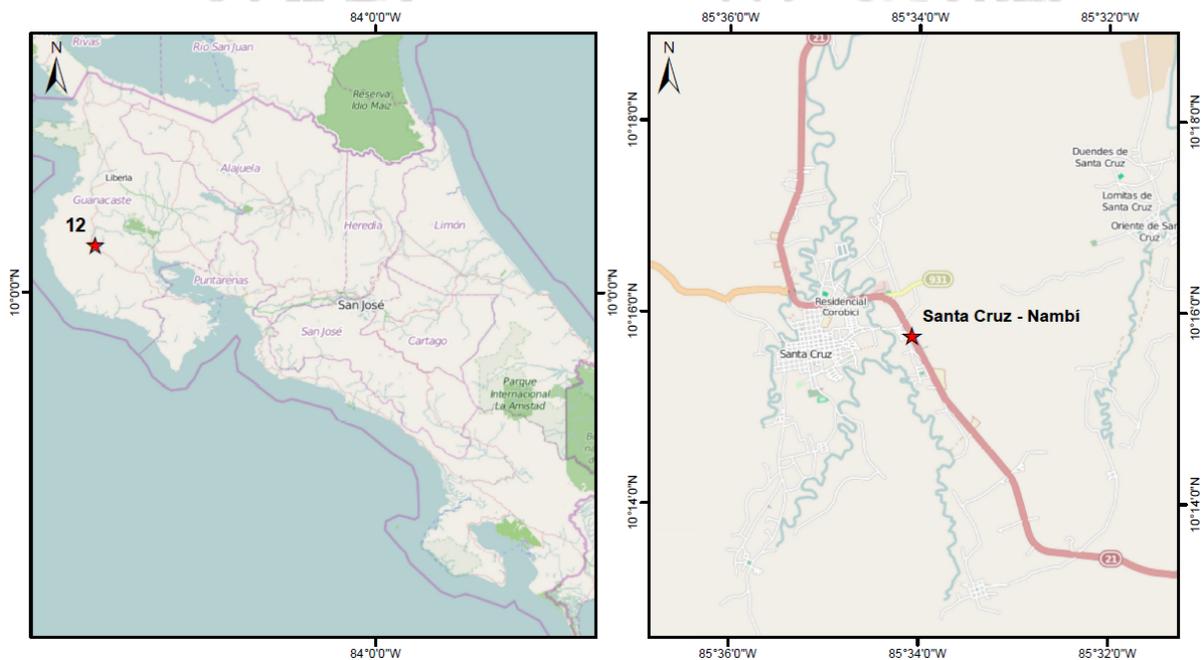
**Figura 40.** Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo Playa Hermosa – Esterillos



A.1. 12. Tramo #12: Santa Cruz – Nambí

**Tabla 60.** Descripción del tramo Santa Cruz – Nambí

Descripción del tramo	Santa Cruz - Nambí
Provincia	Guanacaste
Cantón	Santa Cruz
Distrito	Santa Cruz
Ruta	21
Punto de referencia GPS (UTM)	10°15'46,80" N 85°34'5,40" O
Altitud	63 msnm
Sección de control	50120
TPDA	6960
Velocidad promedio de operación	75 km/h
Zona Climática	Golfo Nicoya y Llanura Guanacaste
Zona de conservación vial	2-3

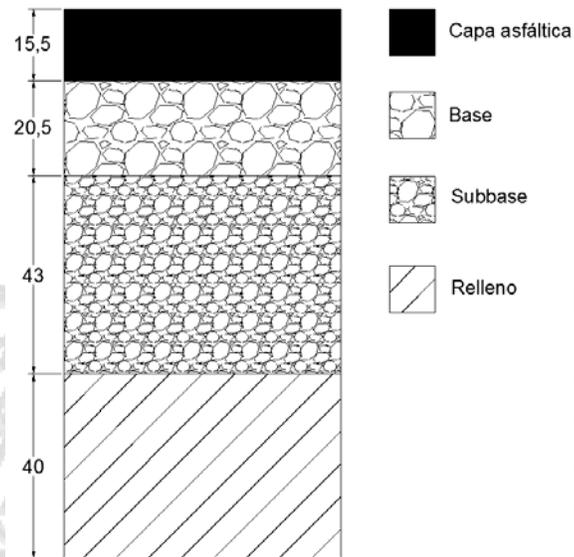


**Figura 41.** Ubicación del Tramo #12: Santa Cruz - Nambí

En este proyecto se ha realizado un cielo abierto el día 08 de agosto del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le realizó una evaluación del deterioro del pavimento el día 07 de marzo del 2014. Además se cuentan con resultados de IRI para los

años 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para el año 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012.

A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 42.** Espesores del pavimento realizado el 08 de agosto del 2013 para el tramo 12 (cotas en cm)

**Tabla 61.** Ensayos realizados en el tramo 12

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1892-13	Núcleos										
1893-13	Bloque										
1894-13	Base					✓	✓	✓			
1895-13	Subbase					✓					
1896-13	Relleno					✓	✓	✓			
1897-13	Subrasante					✓	✓	✓			

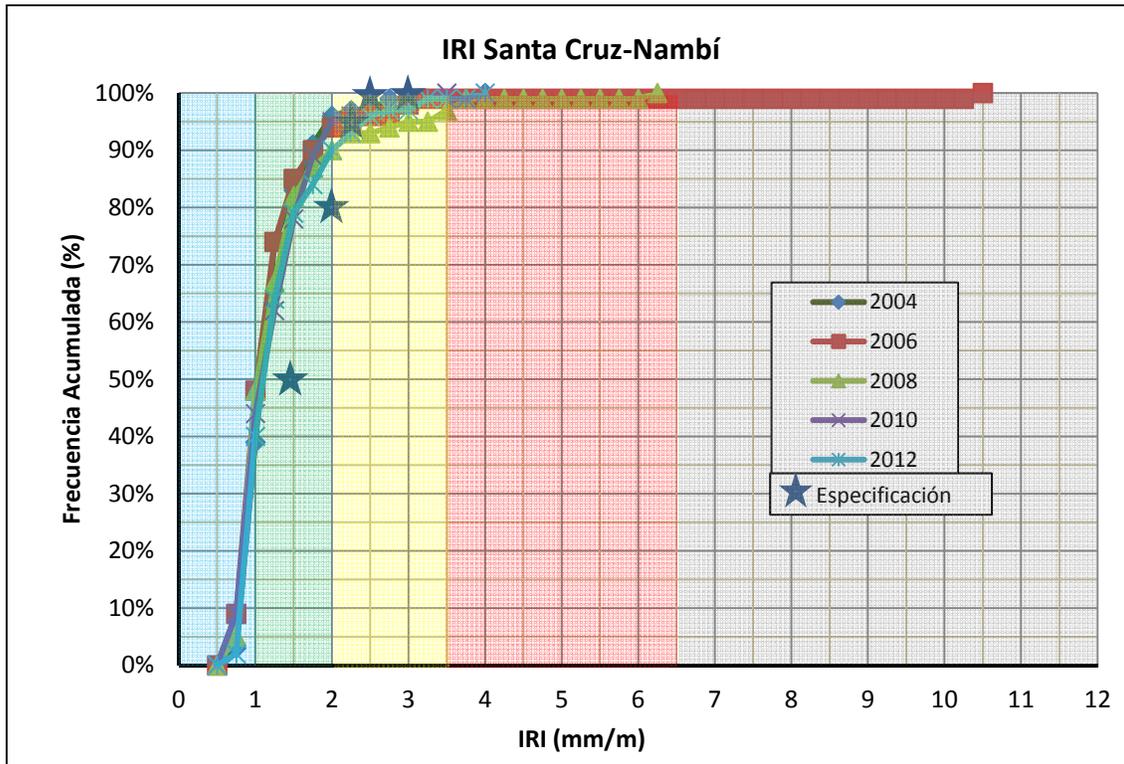


**Tabla 62.** Resultados de granulometría para el tramo 12

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)	
	1894-13	1896-13
2 1/2"		100,00
2"	100,0	98,50
1 1/2"	98,1	97,40
1"	87,7	94,80
3/4"	78,9	92,10
3/8"	62,8	70,30
N° 4	49,2	70,30
N° 10	36,6	52,80
N° 40	20,1	28,90
N° 50	17,6	25,00
N° 200	11,4	14,30
Lavado malla #200	25,4	26,00

**Tabla 63.** Resultados de CBR para el tramo 12

Muestra	No. golpes	Compactación (%)	% CBR CALCULADO		% CBR CORREGIDO	
			0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1894-13	56	99,2	5,6	11,3	16,9	21,7
	25	95,9	11,1	15,2	11,8	15,2
	10	91,0	9,1	10,8	9,07	10,8
1895-13	56	101	21,2	41,3	41,4	55,0
	25	96,4	22,1	31	22,08	31
	10	92,8	11,16	13,86	11,16	13,86
1896-13	56	105,5	3,2	6,3	4,9	8,6
	25	104,0	4,93	9,5	9,50	14,3
	10	103,2	3,6	6,6	7,99	14,88
1897-13	56	97	2,1	2,1	2,4	2,1
	25	95,7	2,7	2,2	2,7	2,2
	10	87,9	1,7	1,3	1,7	1,3



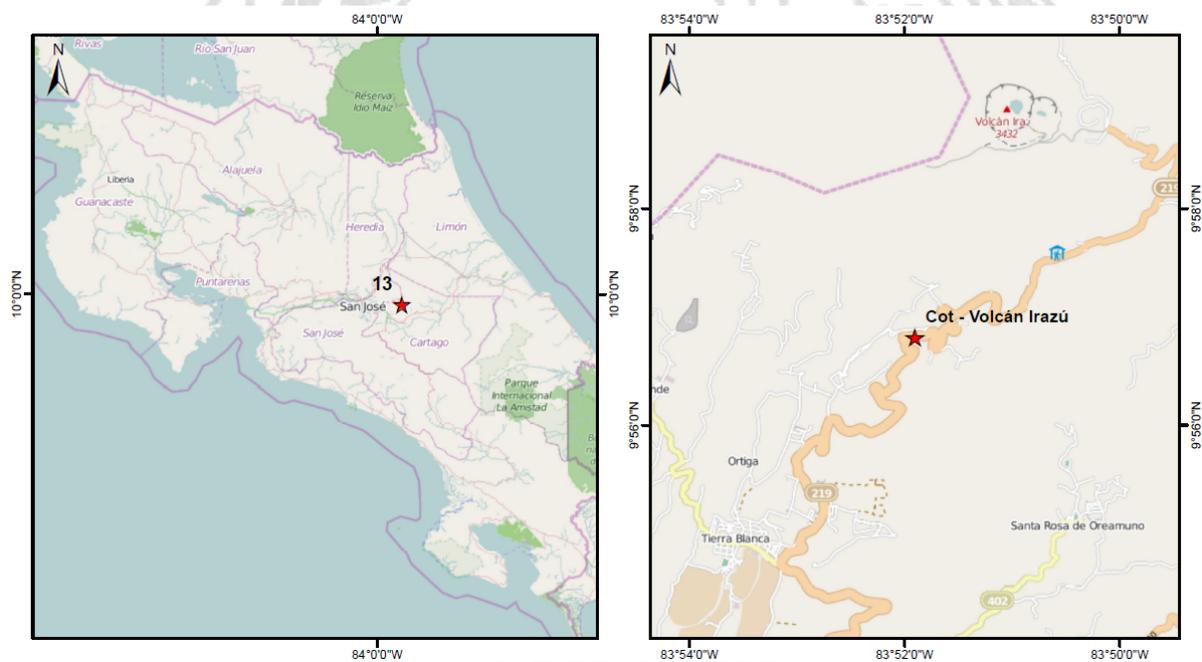
**Figura 43.** Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo Santa Cruz – Nambí



A.1. 13. Tramo #13: Cot – Volcán Irazú

**Tabla 64.** Descripción del tramo Cot - Volcán Irazú

Descripción del tramo	Cot - Volcán Irazú
Provincia	Cartago
Cantón	Oreamuno
Distrito	Potrero Grande
Ruta	219
Punto de referencia GPS (UTM)	9°56'49,199" N 83°51'53,400" O
Altitud	2793 msnm
Sección de control	30250
TPDA	640
Velocidad promedio de operación	45 km/h
Zona Climática	Caribe Alta
Zona de conservación vial	1-7

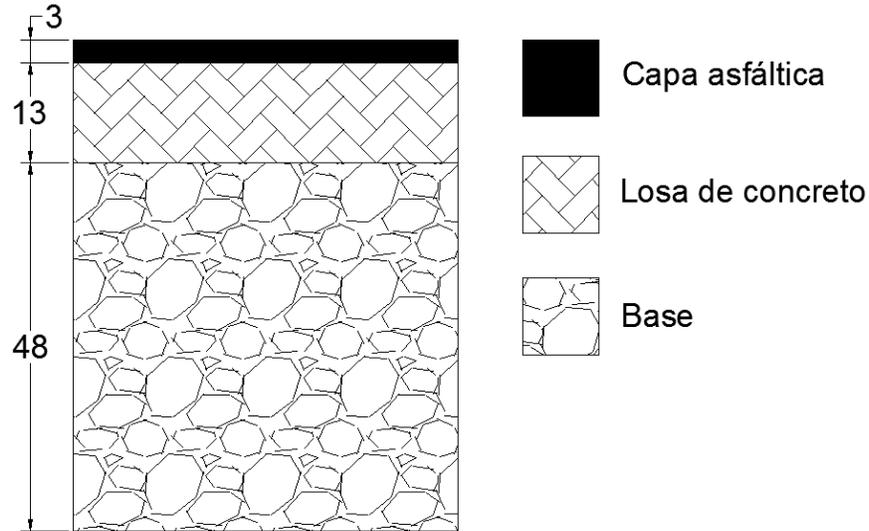


**Figura 44.** Ubicación del Tramo #13: Cot - Volcán Irazú

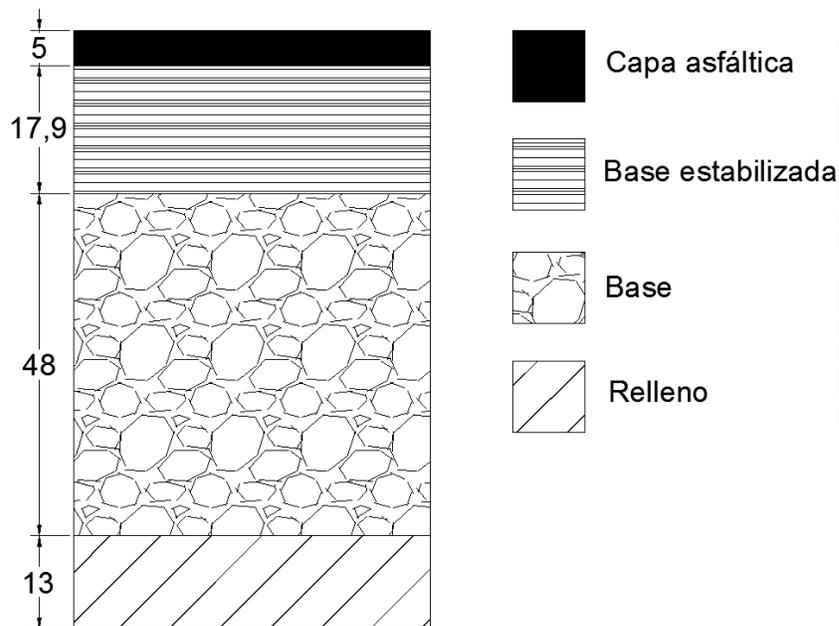
En este proyecto se han realizado dos cielos abiertos, el día 16 de agosto del 2013 y el día 01 de octubre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le realizó una evaluación del deterioro del pavimento el día 08 de agosto del 2014. Además se cuentan con resultados de IRI para los años 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012, y resultados de

Informe LM-PI-UMP-043-R2	Fecha de emisión: 1 de diciembre de 2016	Anexo 1: Página 63 de 102
--------------------------	--	---------------------------

deflectometría para el año 2006, 2008, 2010 y 2012. A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 45.** Espesores del pavimento realizado el 16 de agosto del 2013 para el tramo 13 (cotas en cm)



**Figura 46.** Espesores del pavimento realizado el 01 de octubre del 2014 para el tramo 13 (cotas en cm)



**Tabla 65.** Resultados para el tramo 13

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1908-13											
1909-13											
1910-13	Base					✓	✓	✓			
1911-13	Subrasante					✓					
2175-14	Bloque						✓		✓	✓	

**Tabla 66.** Resultados de granulometría para el tramo 13

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)
	1910-13
2"	100,0
1 1/2"	99,5
1"	97,3
3/4"	96,2
3/8"	90,6
N° 4	80,8
N° 10	68,2
N° 40	38,3
N° 50	30,6
N° 200	13,8
Lavado malla #200	20,5

**Tabla 67.** Resultados de CBR para el tramo 13

Muestra	No. golpes	Compactación	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
		(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1910-13	56	94,3	34,5	44,5		
	25	91,2	11,3	13,7		
	10	86,8	5,8	6,2		
1911-13	56	97	11	21	23	25,0
	25	91	6,0	9,8	6	9,8
	10	81,8	2,4	2,7	2,4	2,7



Tabla 68. Resultados de contenido de agua y asfalto para el tramo 13

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
2175-14	Contenido de agua	-	D 95	0,66 ± 0,08	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 2172	8,7 ± 0,3	%
	Contenido de asfalto sobre el agregado	T 308	D 2172	10 ± 0,3	%

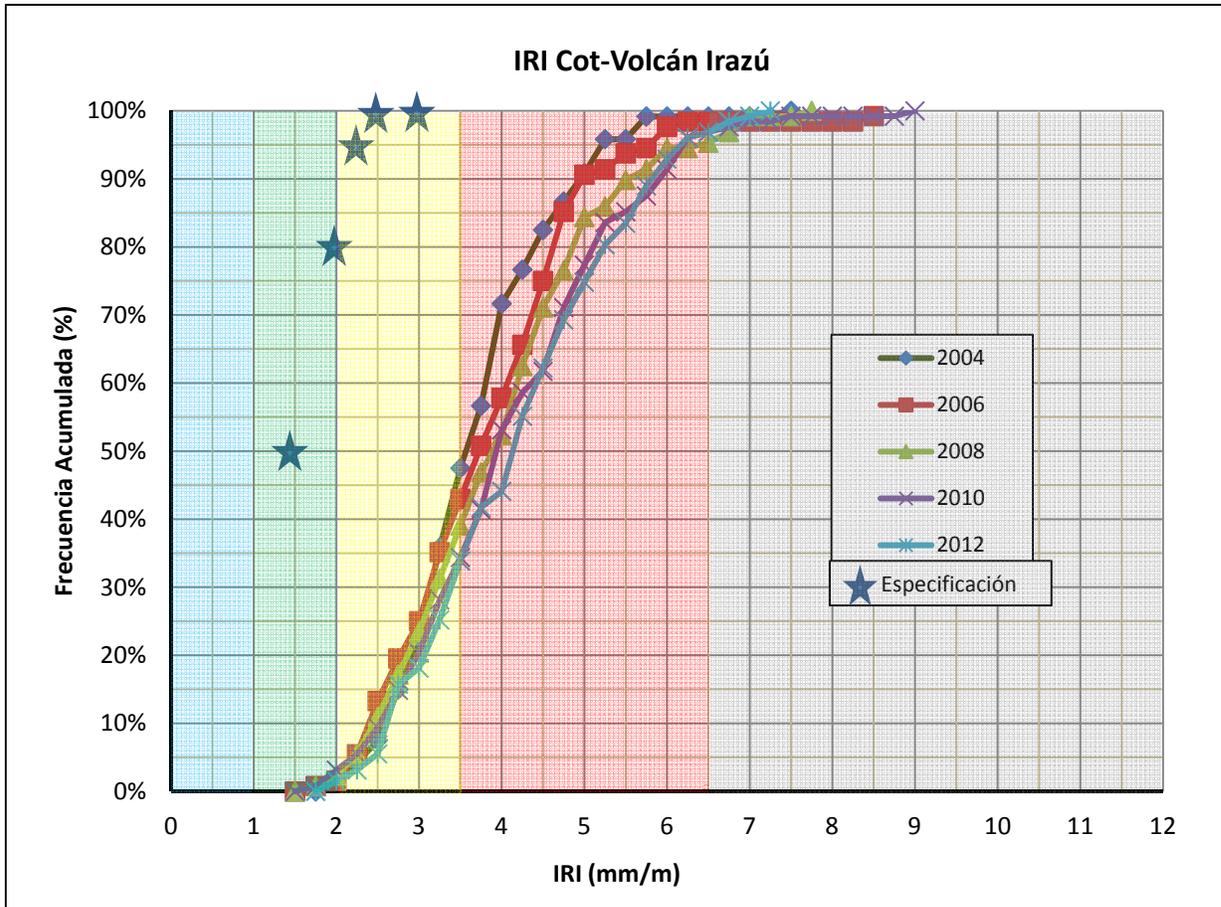


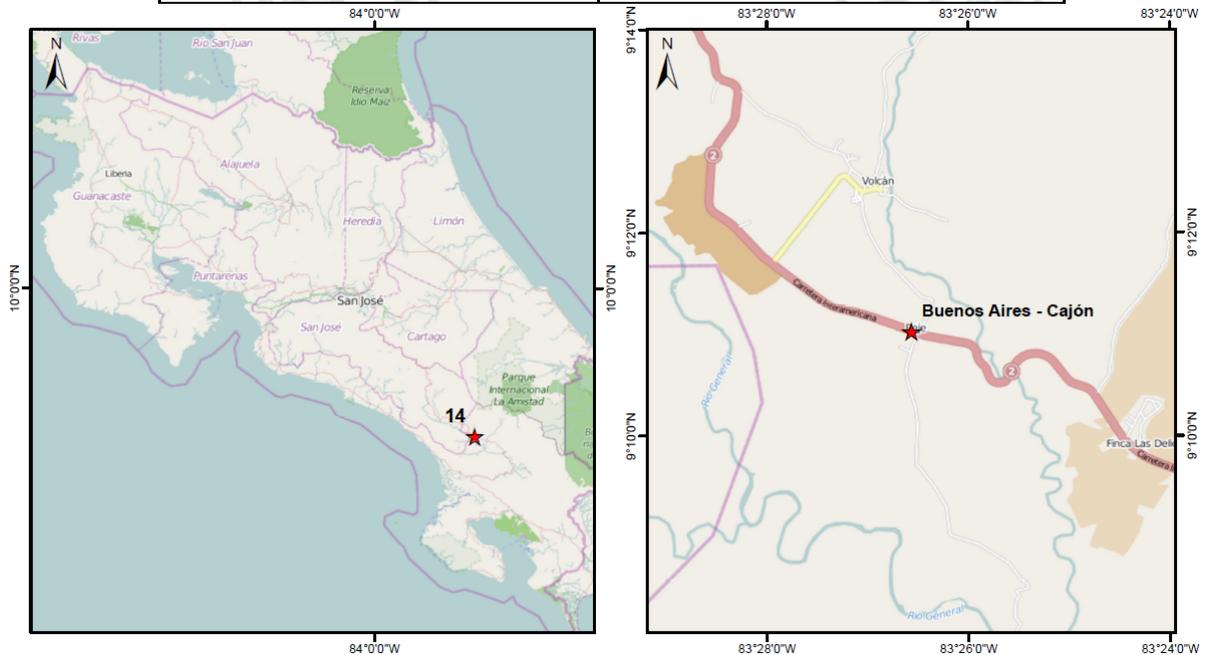
Figura 47. Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo Cot – Volcán Irazú



A.1. 14. **Tramo #14: Buenos Aires – Cajón**

**Tabla 69.** Descripción del tramo Buenos Aires - Cajón

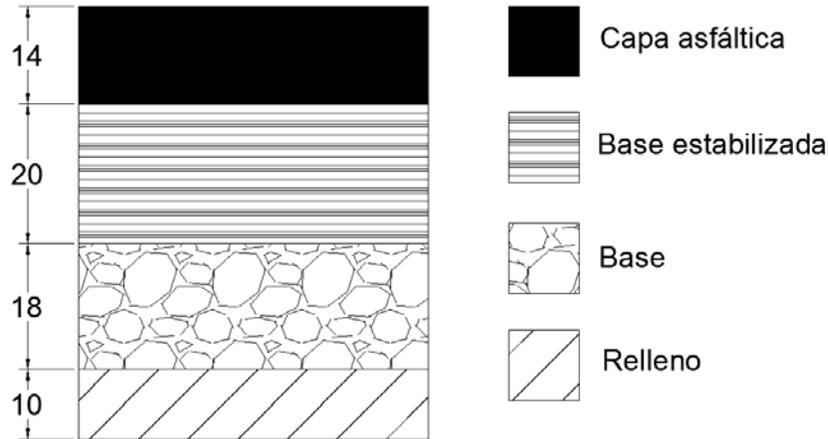
Descripción del tramo	Buenos Aires - Cajón
Provincia	Puntarenas
Cantón	Buenos Aires
Distrito	Volcán
Ruta	2
Punto de referencia GPS (UTM)	9°11'1,800" N 83°26'34,200" O
Altitud	423 msnm
Sección de control	60060
TPDA	1740
Velocidad promedio de operación	70 km/h
Zona Climática	Valle de El General
Zona de conservación vial	4-2



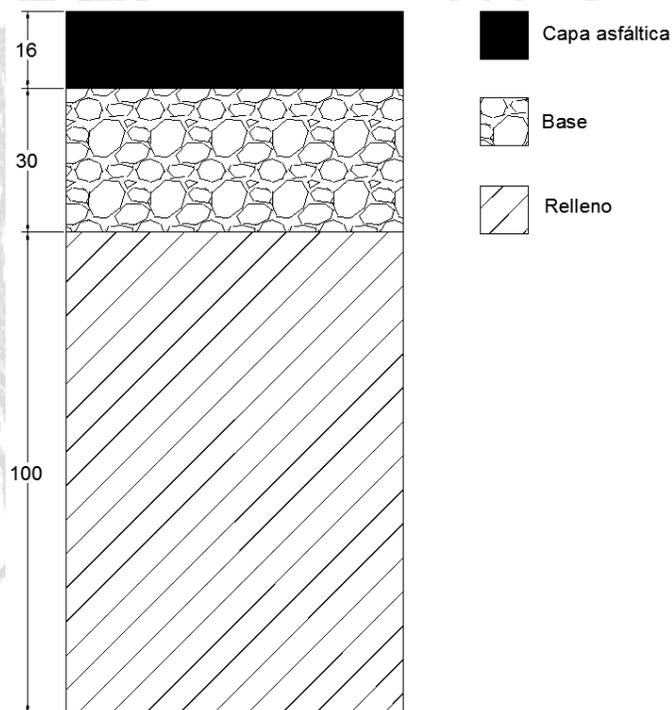
**Figura 48.** Ubicación del Tramo #14: Buenos Aires - Cajón

En este proyecto se han realizado dos cielos abiertos, el día 28 de agosto del 2013 y el día 04 de junio del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le realizó una evaluación del deterioro del pavimento el día 14 de mayo del 2014. Además se cuentan con resultados de IRI para los años 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para

el año 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012. A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 49.** Espesores del pavimento realizado el 28 de agosto del 2013 para el tramo 14 (cotas en cm)



**Figura 50.** Espesores del pavimento realizado el 04 de junio del 2014 para el tramo 14 (cotas en cm)



**Tabla 70.** Ensayos realizados para el tramo 14

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
2039-13	Núcleos										
2040-13	Bloque										
2043-13	Base										
2044-13	Subrasante										
1242-14	Mezcla asfáltica						✓		✓	✓	
1243-14	Base		✓			✓	✓	✓			✓
1244-14	Relleno		✓		✓	✓	✓	✓			
1245-14	Subrasante		✓	✓		✓	✓				✓

**Tabla 71.** Resultados de Próctor para el tramo 14

Muestra	1243-114	1244-14	1245-14
Ensayo	Próctor Modificado	Próctor Modificado	Próctor Estándar
Preparación del material	Seco al aire	Seco al aire	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO	NO	NO
Contenido de agua óptimo	8,60%	8,40 %	26,70%
Densidad seca máxima estándar	2194 kg/m <sup>3</sup>	2200,0 kg/m <sup>3</sup>	1492 kg/m <sup>3</sup>
Dosificación:			
Grueso	0 %	100 %	0 %
Finos	100%	0%	100%
Mazo	Mecánico	Mecánico	Manual
Método	C	C	C
Origen del material	-	-	-
Corrección sobre tamaño	No	No	No



**Tabla 72.** Resultados de granulometría para el tramo 14

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)			
	1242-14	1243-14	1244-14	1245-14
3 1/2"			100,00	
3"			97,20	
2 1/2"			92,20	
2"		100,00	88,40	
1 1/2"		98,70	82,60	
1"	100,0 ± 0,2	83,90	73,90	100,00
3/4"	100,0 ± 0,2	67,70	67,60	100,00
1/2"	93,8 ± 0,4		61,50	97,70
3/8"	86,7 ± 0,2	46,50		95,60
N° 4	50,9 ± 0,3	35,50	48,80	91,60
N° 8	33,1 ± 0,1			
N° 10		25,10	37,60	87,10
N° 16	22,2 ± 0,1			
N° 20				83,20
N° 30	16,1 ± 0,1			
N° 40		10,40	19,30	79,20
N° 50	11,60 ± 0,09	8,10		
N° 60				79,20
N° 100	8,27 ± 0,08			70,20
N° 140				67,60
N° 200	5,92 ± 0,08	3,70	9,50	65,20
Lavado malla #200		9,74	19,80	

**Tabla 73.** Resultados de CBR para el tramo 14

Muestra	No. golpes	Compactación (%)	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
			0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1243-14	56	95,5	29,5	110,0	124,7	164,9
	25	92,1	10,7	43,6	53,7	71,4
	10	86,6	7,4	16,4	13,8	20,9
1244-14	56	101	19,7	80,6	105,1	133,3
	25	97,4	45,3	83,2	90,9	101
	10	92,2	18,6	27,1	22,7	28,6
1245-14	56	100	14,5	13,5	14,5	13,5
	25	99,3	7,66	9,4	11,00	10,2
	10	90,8	4,03	4,23	4,97	4,52

**Tabla 74.** Resultados de contenido de agua y asfalto para el tramo 14

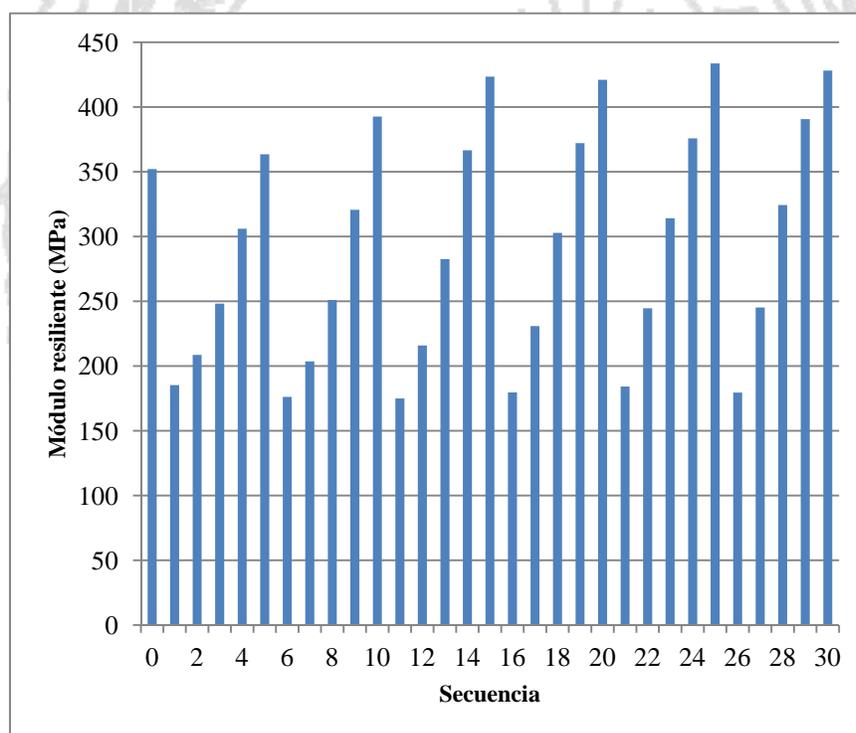
Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
1242-14	Contenido de agua	-	D 95	0,21 ± 0,04	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	5,8 ± 0,2	%
	Contenido de asfalto sobre el agregado	T 308	D 2172	6,2 ± 0,2	%

**Tabla 75.** Resultados de límites de Atterberg para el tramo 14

Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
1243-14	NP	NP	NP
1244-14	26	21	5
1245-14	57	35	22

**Tabla 76.** Resultados de compactación del promedio de los 3 especímenes para la muestra 1243-14 del tramo 14

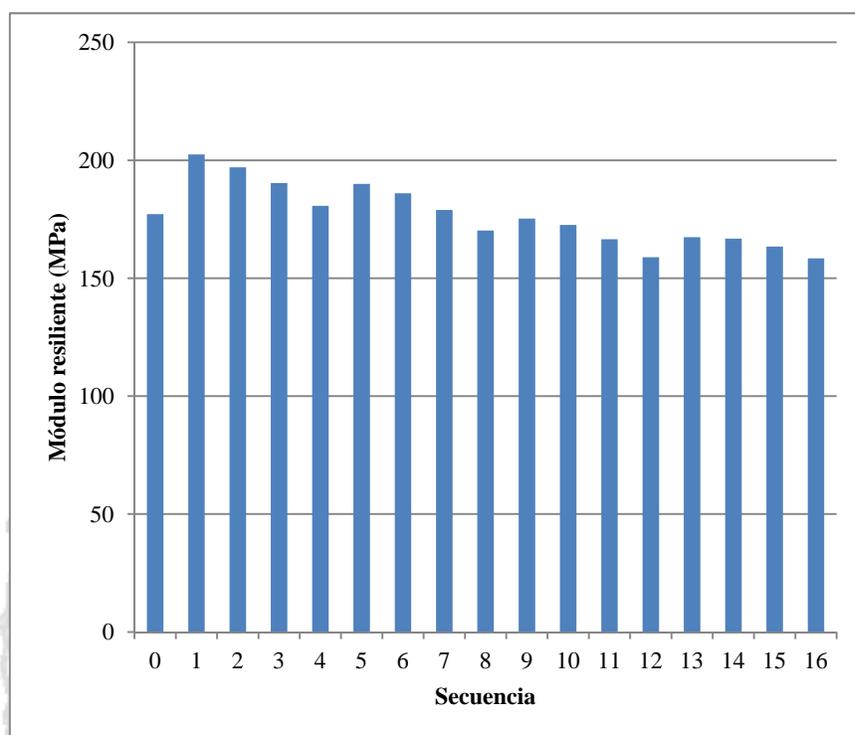
Porcentaje de compactación meta (%)	Humedad óptima meta $W_{meta}$ (%)	Densidad seca máxima Proctor ( $kg/m^3$ )	Porcentaje de compactación (%)	Contenido de humedad (%)
95	8,6	2194	97	8,2



**Figura 51.** Resultados de módulo resiliente promedio en función de la secuencia de ensayo para la muestra 1243-14 del tramo 14

**Tabla 77.** Resultados de compactación del promedio de los 3 especímenes para la muestra 1245-14 del tramo 14

Porcentaje de compactación meta (%)	Humedad óptima meta $W_{meta}$ (%)	Densidad seca máxima Próctor ( $kg/m^3$ )	Porcentaje de compactación (%)	Contenido de humedad (%)
95	26.7	1492	96	26.1



**Figura 52.** Resultados de módulo resiliente promedio en función de la secuencia de ensayo para la muestra 1245-14 del tramo 14

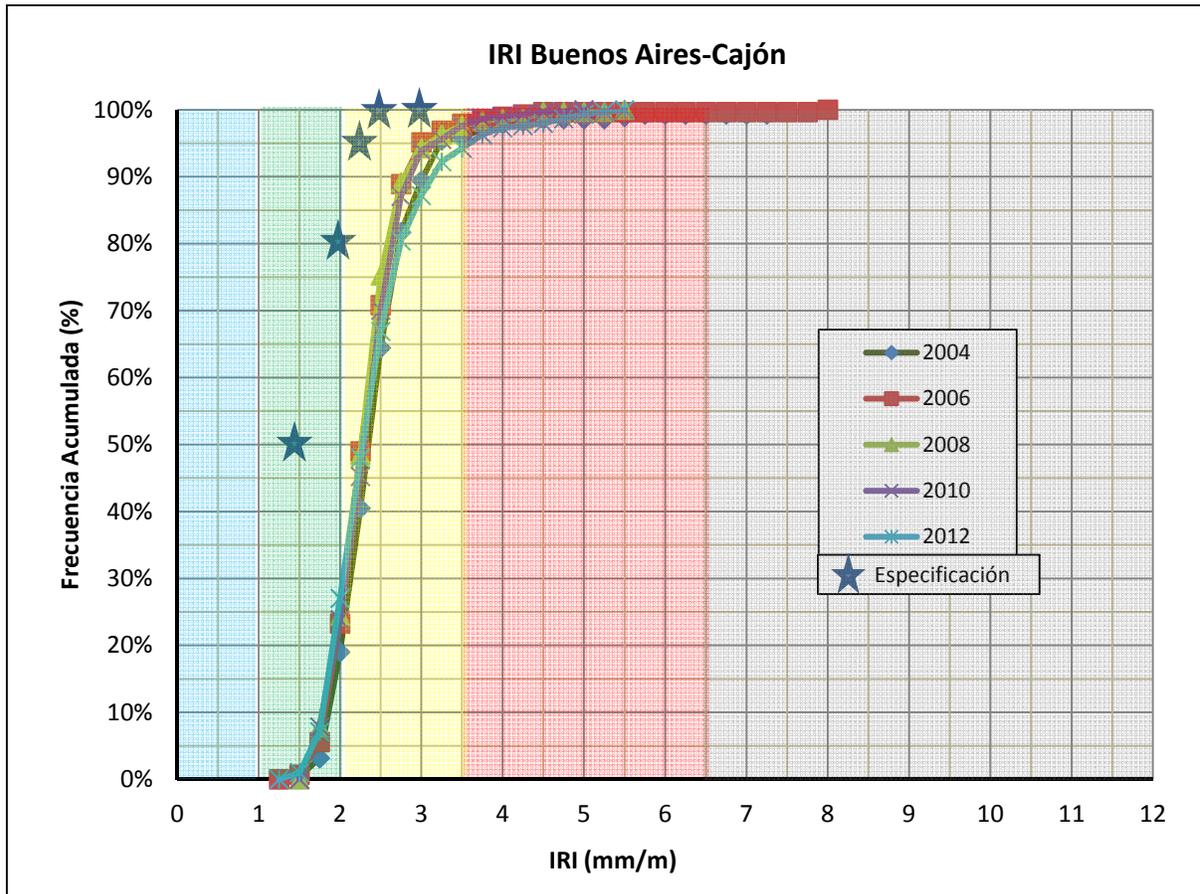


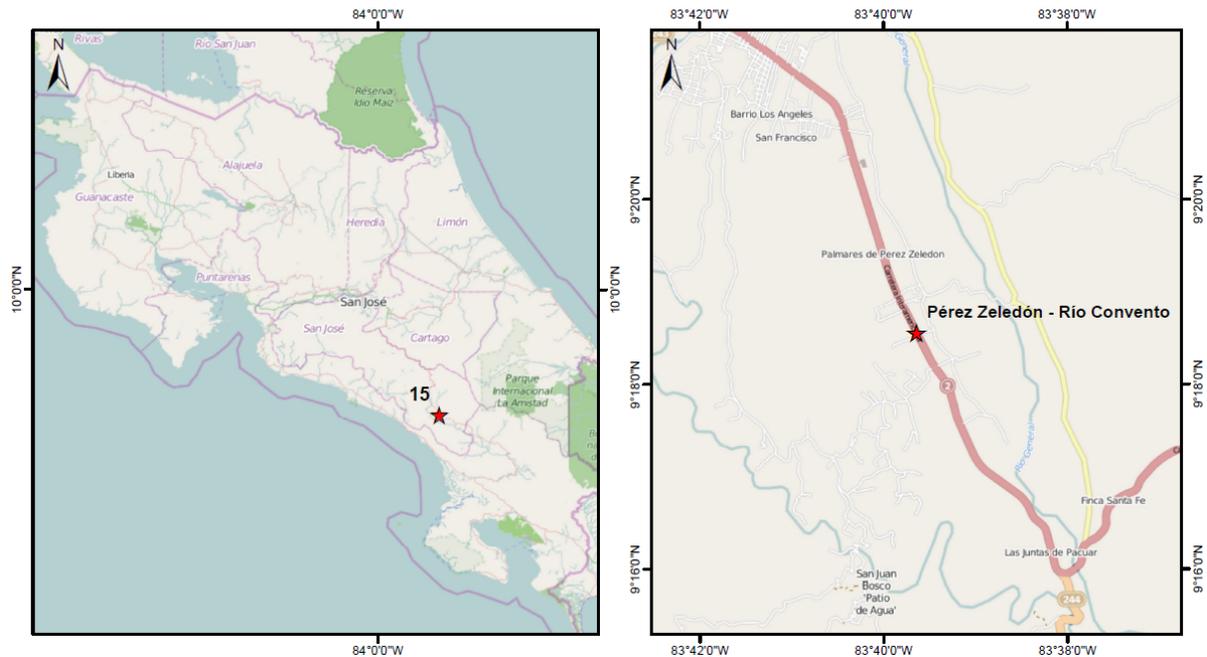
Figura 53. Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo Buenos Aires – Cajón



A.1. 15. **Tramo #15: Pérez Zeledón – Río Convento**

**Tabla 78.** Descripción del tramo Pérez Zeledón - Río Convento

Descripción del tramo	Pérez Zeledón - Río Convento
Provincia	San José
Cantón	Pérez Zeledón
Distrito	Daniel Flores
Ruta	2
Punto de referencia GPS (UTM)	9°18'33,5999" N 83°39'38,9999" O
Altitud	614 msnm
Sección de control	10002
TPDA	6535
Velocidad promedio de operación	60 km/h
Zona Climática	Valle de El General
Zona de conservación vial	4-1

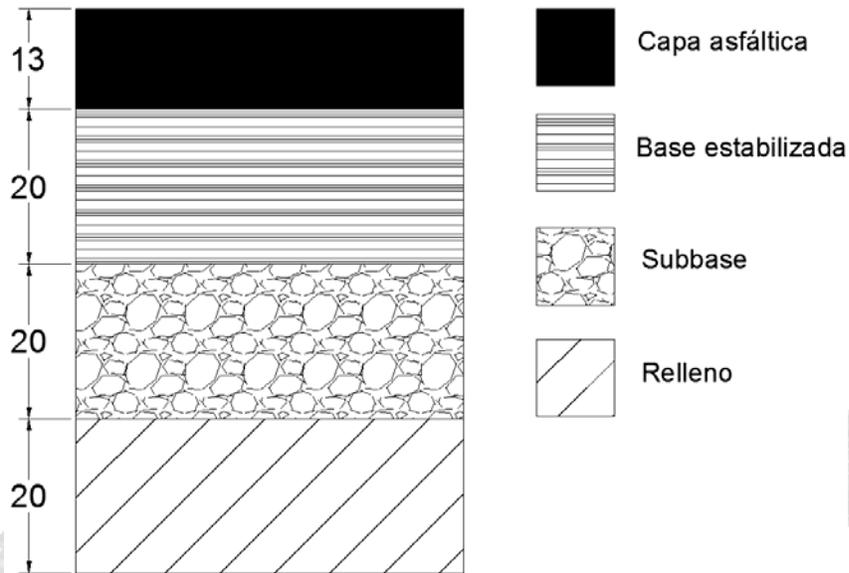


**Figura 54.** Ubicación del Tramo #15: Pérez Zeledón - Río Convento

En este proyecto se ha realizado un cielo abierto el día 28 de agosto del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le realizó una evaluación del deterioro del pavimento el día 14 de mayo del 2014. Además se cuentan con resultados de IRI para los

años 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para el año 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012.

A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 55.** Espesores del pavimento realizado el 28 de agosto del 2013 para el tramo 15

**Tabla 79.** Ensayos realizados para el tramo 15

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
2041-13	Núcleos										
2042-13	Bloque										
2045-13	Subbase										
2046-13	Subrasante										
2047-13	Relleno										

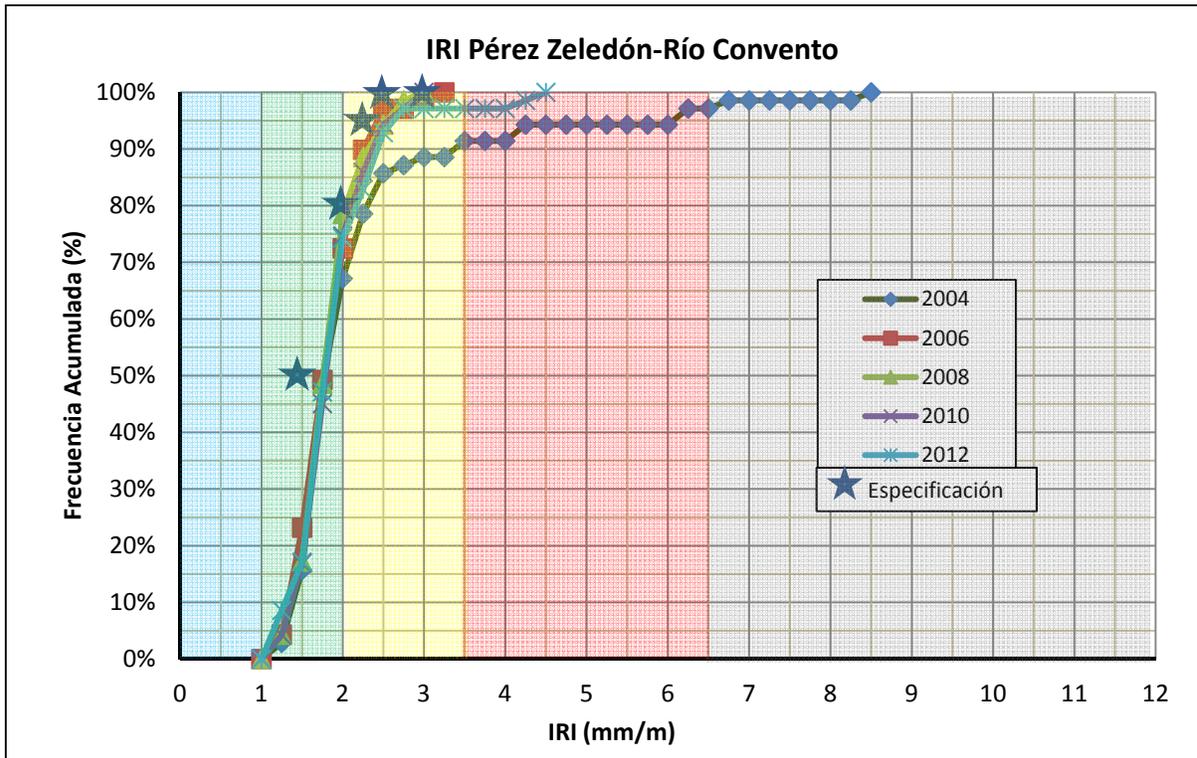


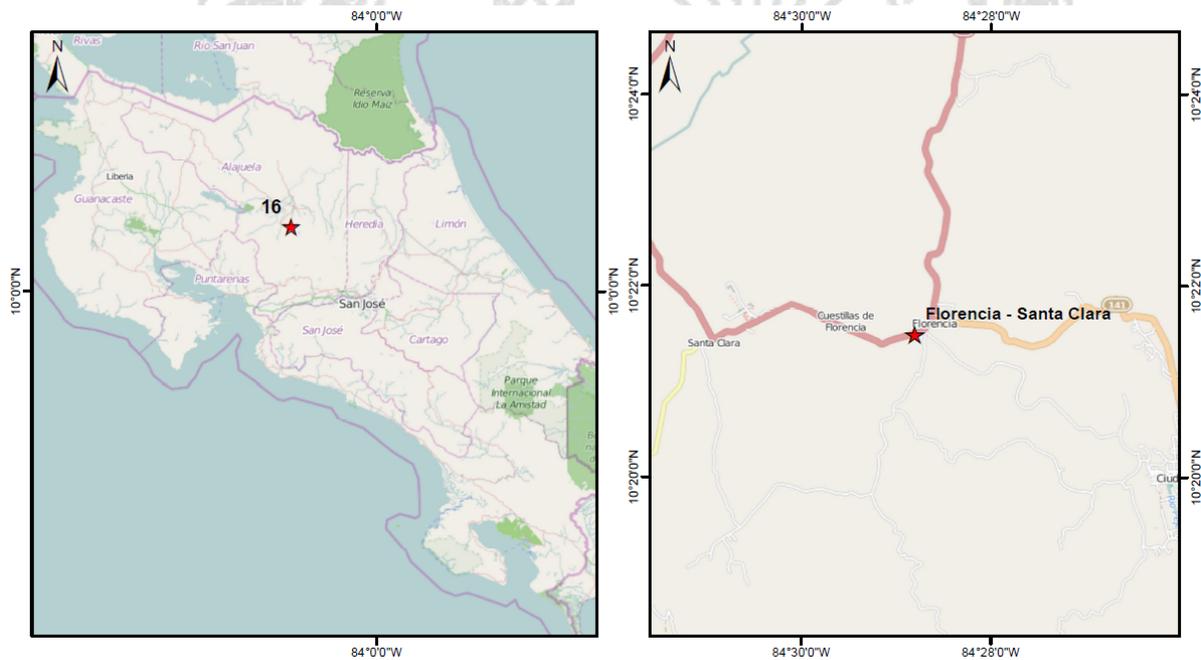
Figura 56. Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo Pérez Zeledón - Río Convento



A.1. 16. **Tramo #16: Florencia – Santa Clara**

**Tabla 80.** Descripción del tramo Florencia - Santa Clara

Descripción del tramo	Florencia - Santa Clara
Provincia	Alajuela
Cantón	San Carlos
Distrito	Florencia
Ruta	141
Punto de referencia GPS	10°21'30,27"N 84°28'45,80" O
Altitud	215 msnm
Sección de control	20681
TPDA	2835
Velocidad promedio de operación	50 km/h
Zona Climática	Norte
Zona de conservación vial	6-1

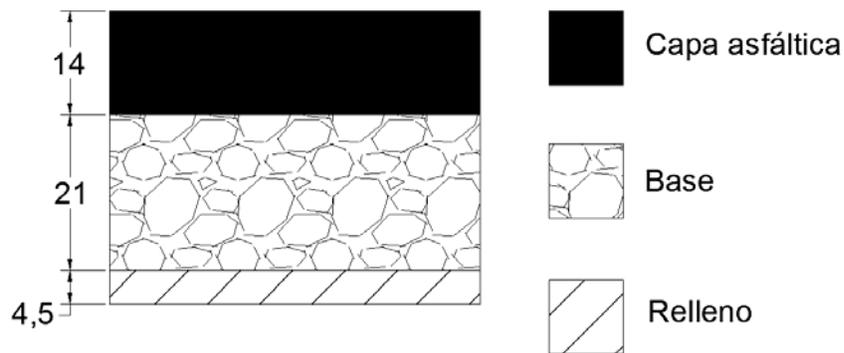


**Figura 57.** Ubicación del Tramo #16: Florencia - Santa Clara

En este proyecto se ha realizado un cielo abierto en agosto del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le realizó una evaluación del deterioro del

pavimento el día 7 de marzo del 2014. Además se cuentan con resultados de IRI para los años 2006, 2008, 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para el año 2006, 2008, 2010 y 2012.

A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 58.** Espesores del pavimento realizado el 28 de agosto del 2013 para el tramo 16 (cotas en cm)

**Tabla 81.** Ensayos realizados en el tramo 16

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
2116-13											
2117-13											

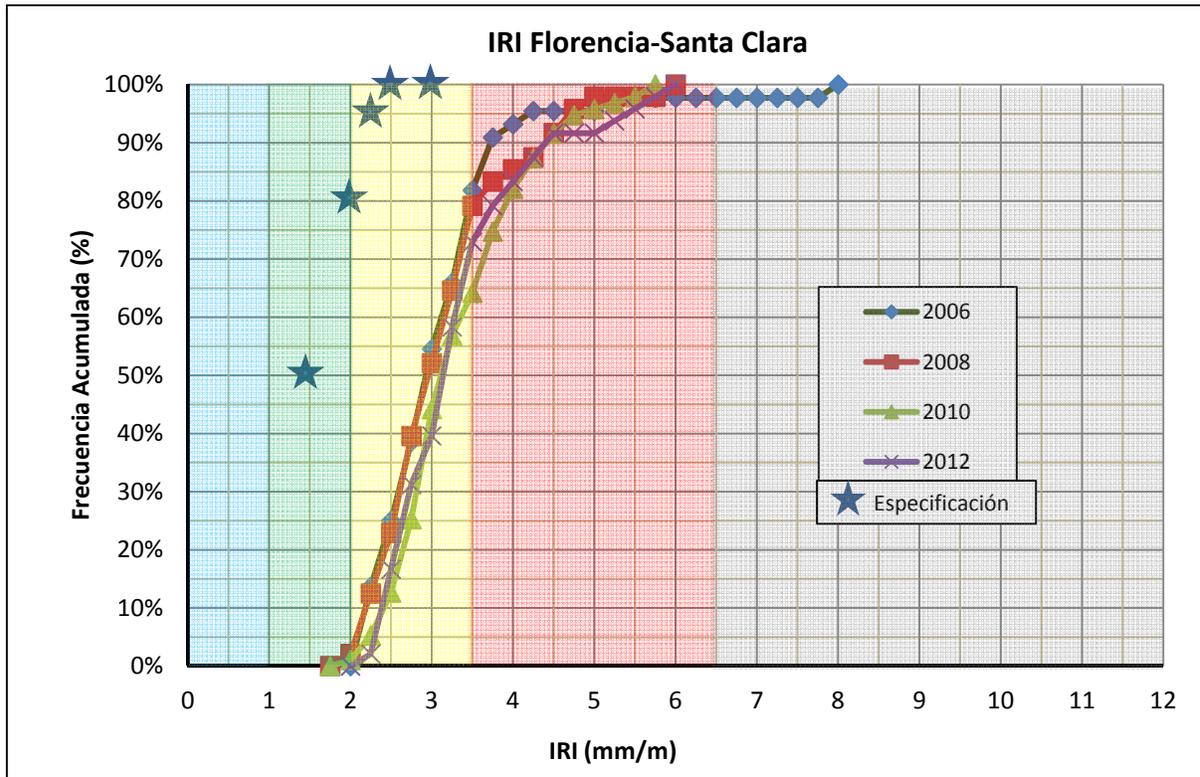


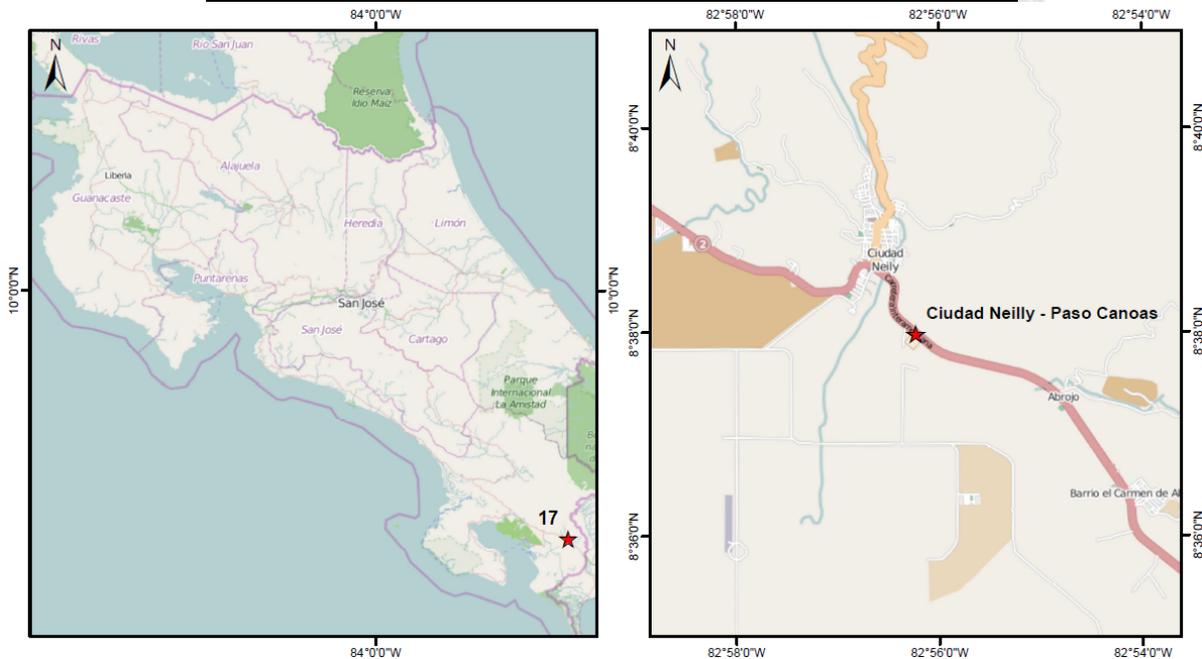
Figura 59. Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo Florencia - Santa Clara



**A.1. 17. Tramo #17: Ciudad Neilly – Paso Canoas**

**Tabla 82.** Descripción del tramo Ciudad Neilly - Paso Canoas

Descripción del tramo	Ciudad Neilly - Paso Canoas
Provincia	Puntarenas
Cantón	Corredores
Distrito	Corredor
Ruta	2
Punto de referencia GPS (UTM)	8°37'59.02"N 82°56'13.64"O
Altitud	45 msnm
Sección de control	60001
TPDA	4353
Velocidad promedio de operación	75 km/h
Zona Climática	Pacífico Sur
Zona de conservación vial	4-3

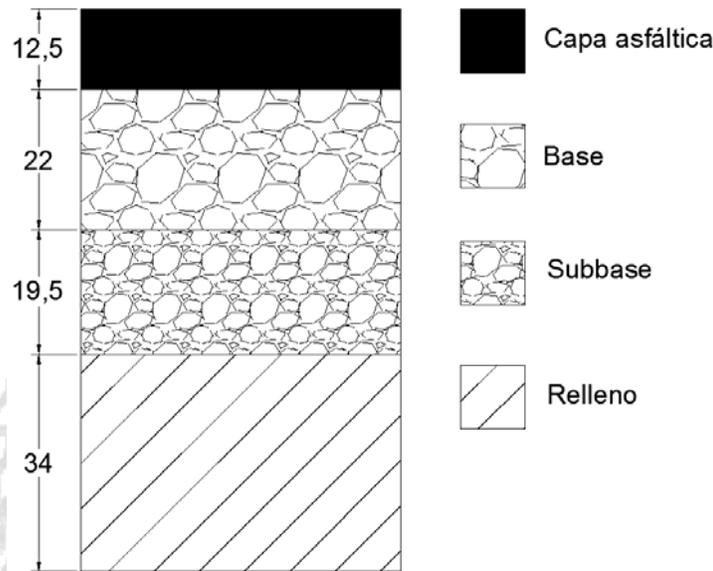


**Figura 60.** Ubicación del Tramo #17: Ciudad Neilly - Paso Canoas

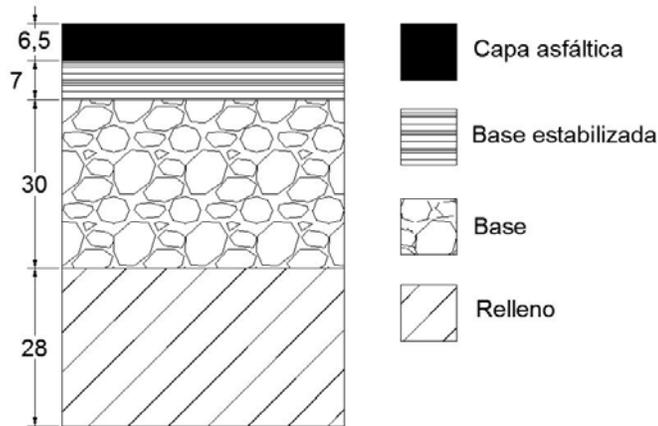
En este proyecto se han realizado dos cielos abiertos, en septiembre de 2013 y el día 05 de noviembre de 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le realizó una evaluación del deterioro del pavimento el día 13 de mayo del 2014. Además se cuentan

con resultados de IRI para los años 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para el año 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012.

A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 61.** Espesores del pavimento realizado el 28 de agosto del 2013 para el tramo 17



**Figura 62.** Espesores del pavimento realizado el 05 de noviembre del 2014 para el tramo 17



Tabla 83. Ensayos realizados en el tramo 17

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
2163-13											
2164-13											

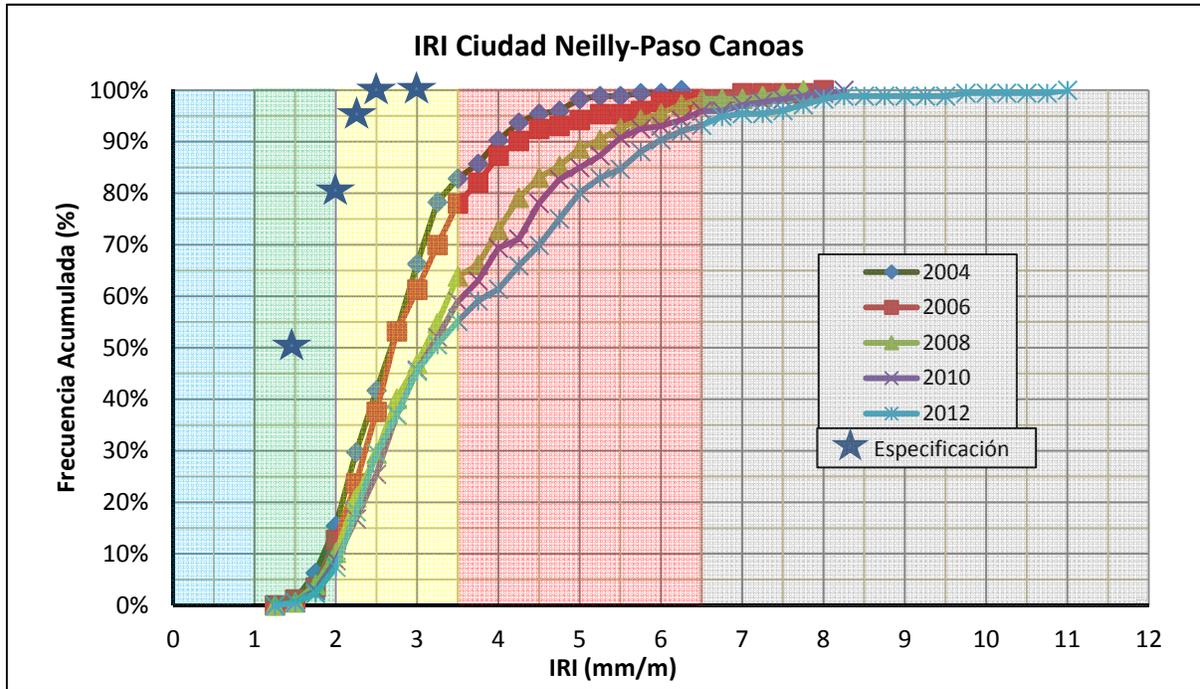


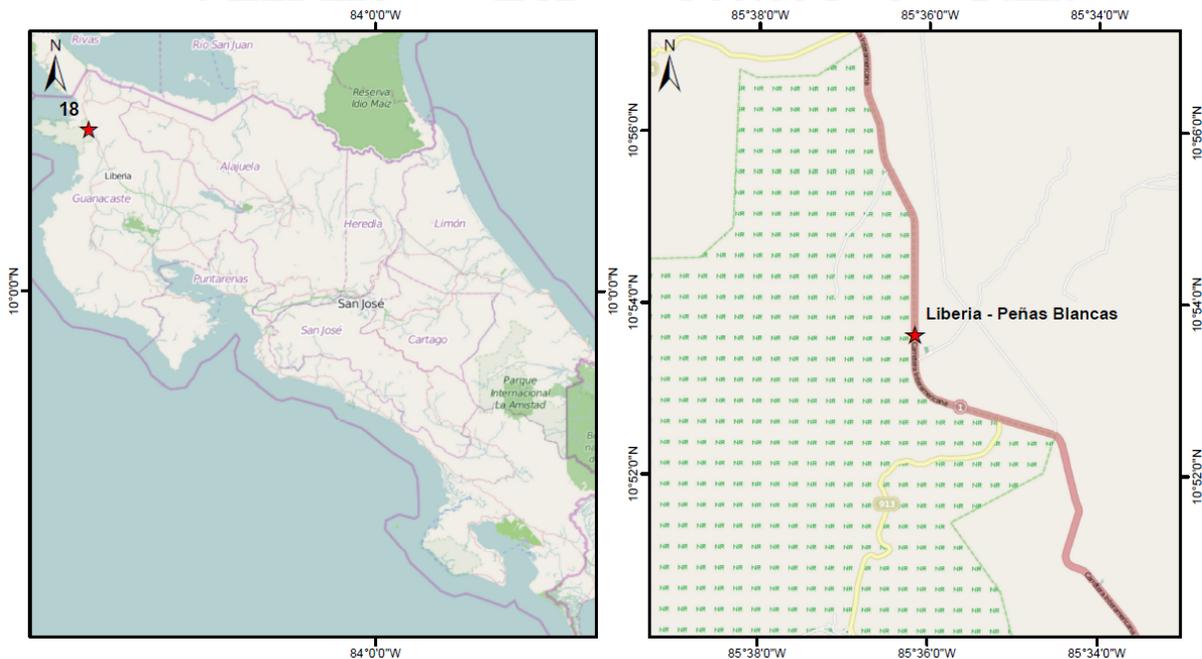
Figura 63. Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo Ciudad Neilly - Paso Canoas



A.1. 18. **Tramo #18: Liberia – Peñas Blancas**

**Tabla 84.** Descripción del tramo Liberia - Peñas Blancas

Descripción del tramo	Liberia - Peñas Blancas
Provincia	Guanacaste
Cantón	Liberia - La Cruz
Distrito	Santa Elena
Ruta	1
Punto de referencia GPS (UTM)	10°53'42,599" N 85°36'9,599" O
Altitud	103 msnm
Sección de control	50050
TPDA	2522
Velocidad promedio de operación	80 - 100 km/h
Zona Climática	Golfo Nicoya y Llanura Guanacaste
Zona de conservación vial	2-1

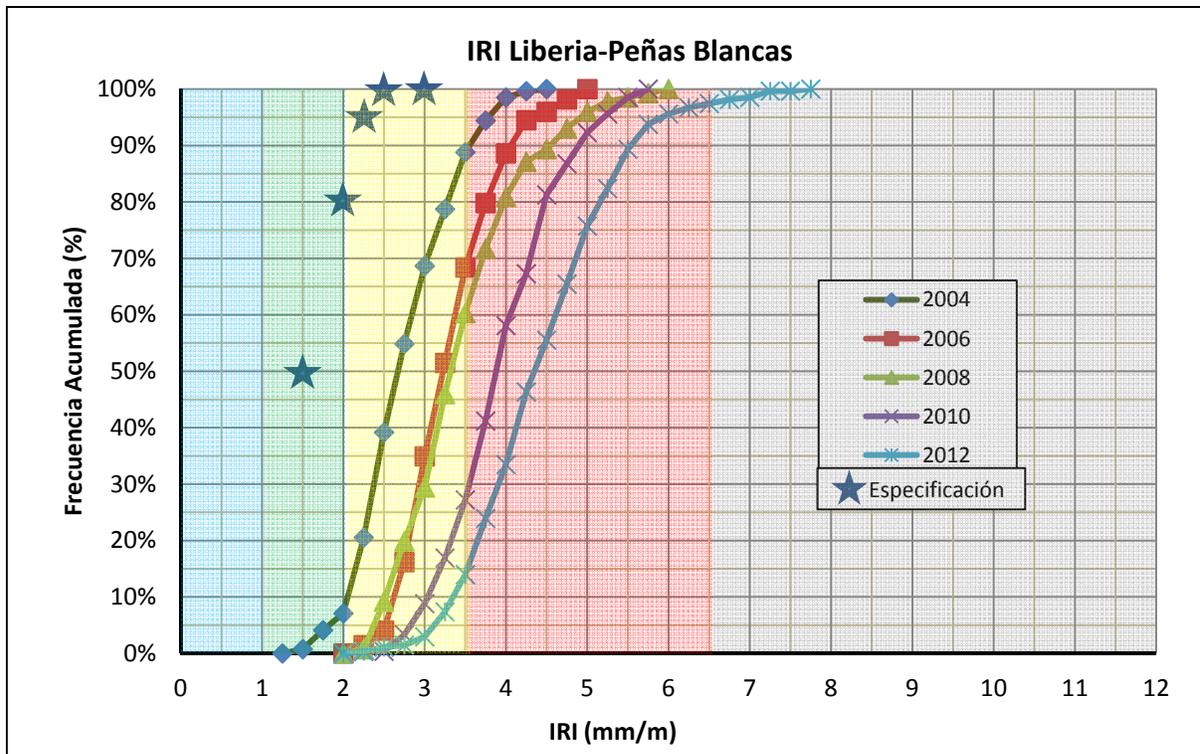


**Figura 64.** Ubicación del Tramo #18: Liberia - Peñas Blancas

En este proyecto no se ha realizado algún cielo abierto ni se le ha realizado una evaluación del deterioro del pavimento. Se cuentan con resultados de IRI para los años 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para el año 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012.

Informe LM-PI-UMP-043-R2	Fecha de emisión: 1 de diciembre de 2016	Anexo 1: Página 83 de 102
--------------------------	--	---------------------------

A continuación se presenta resultados de IRI para el tramo:



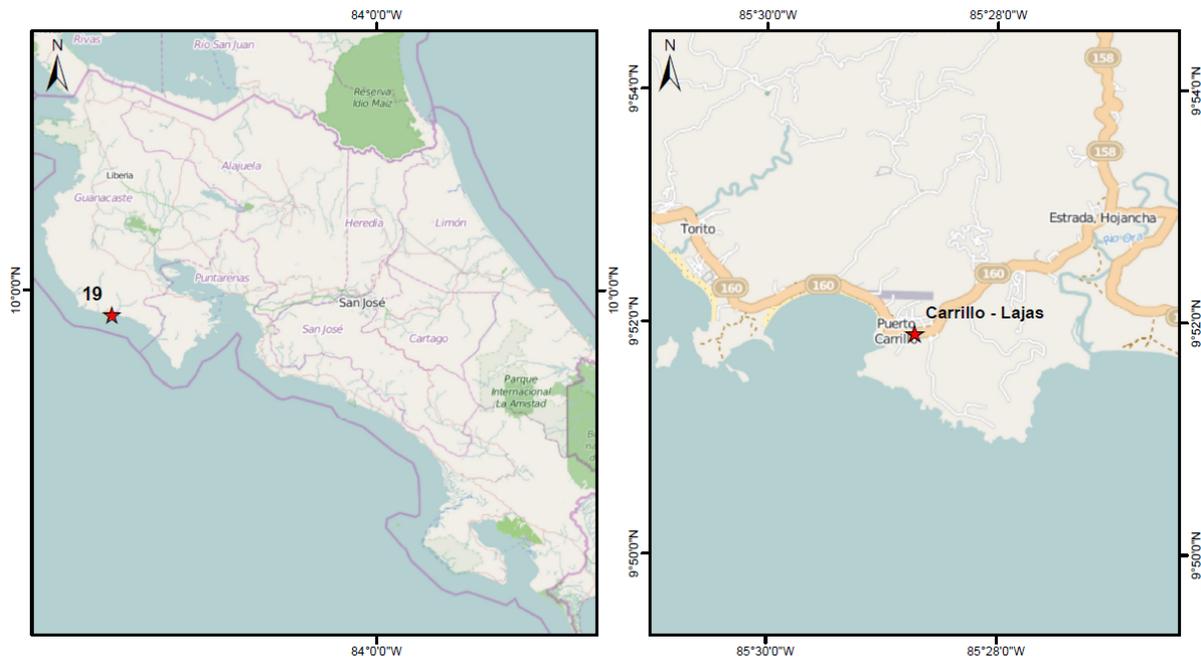
**Figura 65.** Gráfico de frecuencias acumuladas para el tramo Liberia - Peñas Blancas



A.1. 19. **Tramo #19: Carrillo - Lajas**

**Tabla 85.** Descripción del tramo Carrillo - Lajas

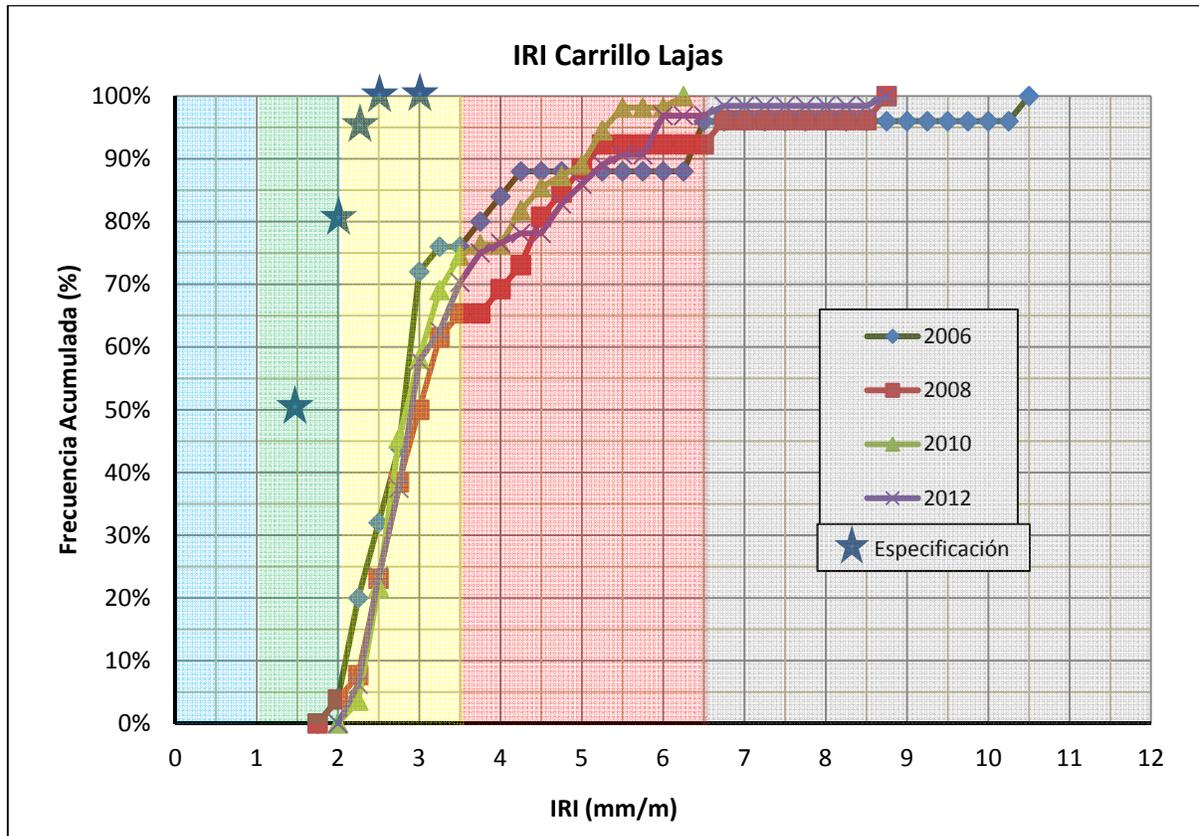
Descripción del tramo	Carrillo - Lajas
Provincia	Guanacaste
Cantón	Hojancha
Distrito	Puerto Carrillo
Ruta	160
Punto de referencia GPS (UTM)	9°51'53,97" N 85°28'44,06" O
Altitud	50 msnm
Sección de control	50460
TPDA	155
Velocidad promedio de operación	40 km/h
Zona Climática	Península Nicoya
Zona de conservación vial	2-4



**Figura 66.** Ubicación del Tramo #19: Carrillo - Lajas

En este proyecto no se ha realizado algún cielo abierto, a dicho tramo se le realizó una evaluación del deterioro del pavimento el día 03 de marzo del 2014. Además se cuentan con resultados de IRI para los años 2006, 2008, 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para el año 2006, 2008, 2010 y 2012.

A continuación se presenta resultados de IRI para el tramo:



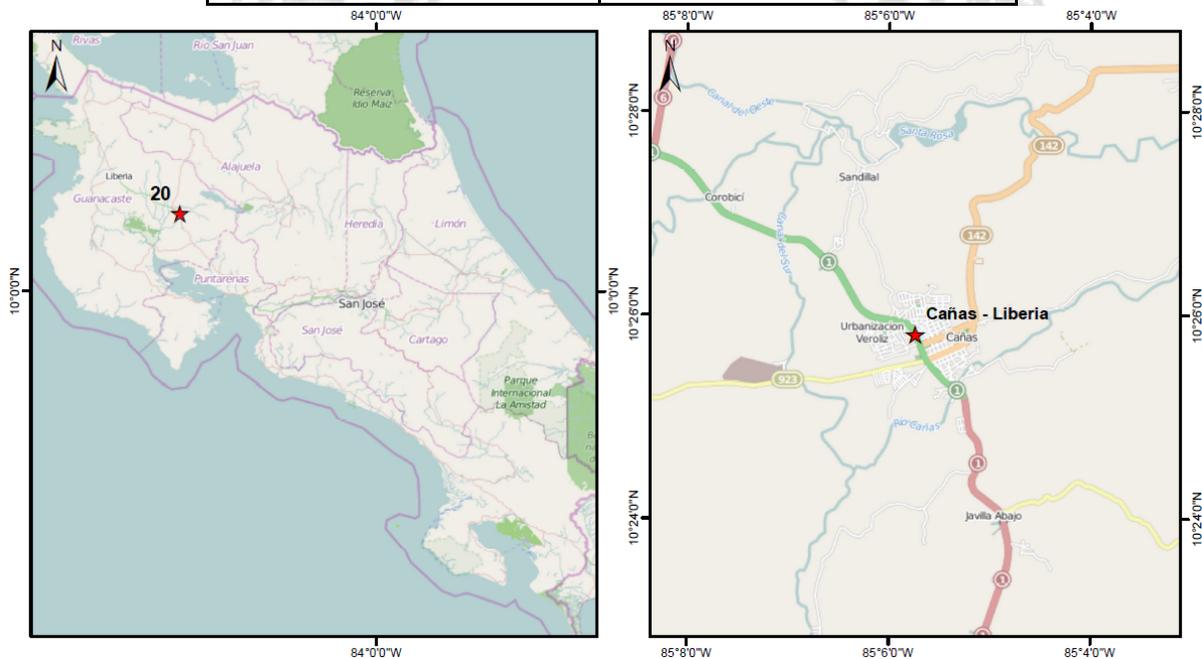
**Figura 67.** Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo Carrillo - Lajas



A.1. 20. Tramo #20: Cañas - Liberia

**Tabla 86.** Descripción del tramo Cañas - Liberia

Descripción del tramo	Cañas - Liberia
Provincia	Guanacaste
Cantón	Bagaces
Distrito	Bagaces
Ruta	1
Punto de referencia GPS (UTM)	10°25'48,599" N 85°5'44,400" O
Altitud	95 msnm
Sección de control	51120
TPDA	5390
Velocidad promedio de operación	75 km/h
Zona Climática	Golfo Nicoya y Llanura Guanacaste
Zona de conservación vial	2-3



**Figura 68.** Ubicación del Tramo #20: Cañas - Liberia

En este proyecto, al encontrarse en proceso de construcción, no se realizó un cielo abierto, sin embargo, se ha extraído material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo no se le ha realizado una evaluación del deterioro del pavimento. Además se cuentan con resultados de IRI para



los años 2006, 2008, 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para el año 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012.

A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

**Tabla 87.** Ensayos realizados en el tramo 20

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
0370-13	Suelo	✓	✓	✓		✓					
0371-13	Agregado fino		✓	✓		✓ (*)	✓	✓			
0372-13	Subbase		✓	✓		✓ (*)	✓	✓			

(\*)-Se le realizó la prueba de CBR dos veces

**Tabla 88.** Resultados de Próctor para el tramo 25

Muestra	0370-13	0371-13	0372-13
Ensayo	Próctor Estándar	Próctor Estándar	Próctor Estándar
Preparación del material	Seco al aire	Seco al aire	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO	NO	NO
Contenido de agua óptimo	23,80%	27,50%	11,10%
Densidad seca máxima estándar	1347,4 kg/m <sup>3</sup>	1264,0 kg/m <sup>3</sup>	2008,9 kg/m <sup>3</sup>
Dosificación:			
Grueso	100 %	100 %	100 %
Finos	0%	0%	0%
Mazo	Mecánico	Mecánico	Mecánico
Método	C	C	C
Origen del material	-	-	-
Corrección sobre tamaño	No	No	No



Tabla 89. Resultados de granulometría para el tramo 20

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)		
	0370-13	0371-13	0372-13
3"		100	
2 1/2"		96,20	
2"	100	95,10	
1 1/2"	99	92,80	100
1"	99	89,00	89,7
3/4"	98	87,30	74,0
1/2"	95	83,90	54,2
3/8"	93	81,30	46,8
N° 4	89	75,50	36,5
N° 8		64,30	29,1
N° 10	85	61,20	27,6
N° 16		54,90	24,2
N° 20	20	50,00	21,6
N° 30		45,60	19,2
N° 40	76	41,50	16,9
N° 50		37,40	14,5
N° 60	71	35,40	13,4
N° 100	66	29,70	10,5
N° 140	63		
N° 200	61	20,90	7,80
Lavado malla #200		35,00	7,52



**Tabla 90.** Resultados de CBR para el tramo 20

Muestra	No. golpes	Compactación	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
		(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
0370-13	56	95,0	4,5	4,5		
	25	86,7	1,7	1,8		
	10	82,1	1,5	1,3		
0371-13 (1)	56	101	30,1	43,8	41,6	48,5
	25	94,2	14,8	17,5	14,8	17,5
	10	86,4	2,6	3	2,6	3
0371-13 (2)	56	100	20,9	39,1	42,6	47,6
	25	93,8	11,90	18,5	18,20	21,2
	10	86,3	3,4	3,6	3,4	3,6
0372-13 (1)	56	99	28,3	48	42,6	57,1
	25	95,1	21,5	31,5	21,5	31,5
	10	89,9	8,5	12,6	8,5	12,6
0372-13 (2)	56	101	17,7	40,4	52,6	70,3
	25	93,9	11,8	16,5	11,8	16,5
	10	90,1	6,7	7,9	6,7	7,9

**Tabla 91.** Resultados de límites de Atterberg para el tramo 20

Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice plasticidad
0370-13	46	23	22
0371-13	NP	NP	NP
0372-13	26	20	5

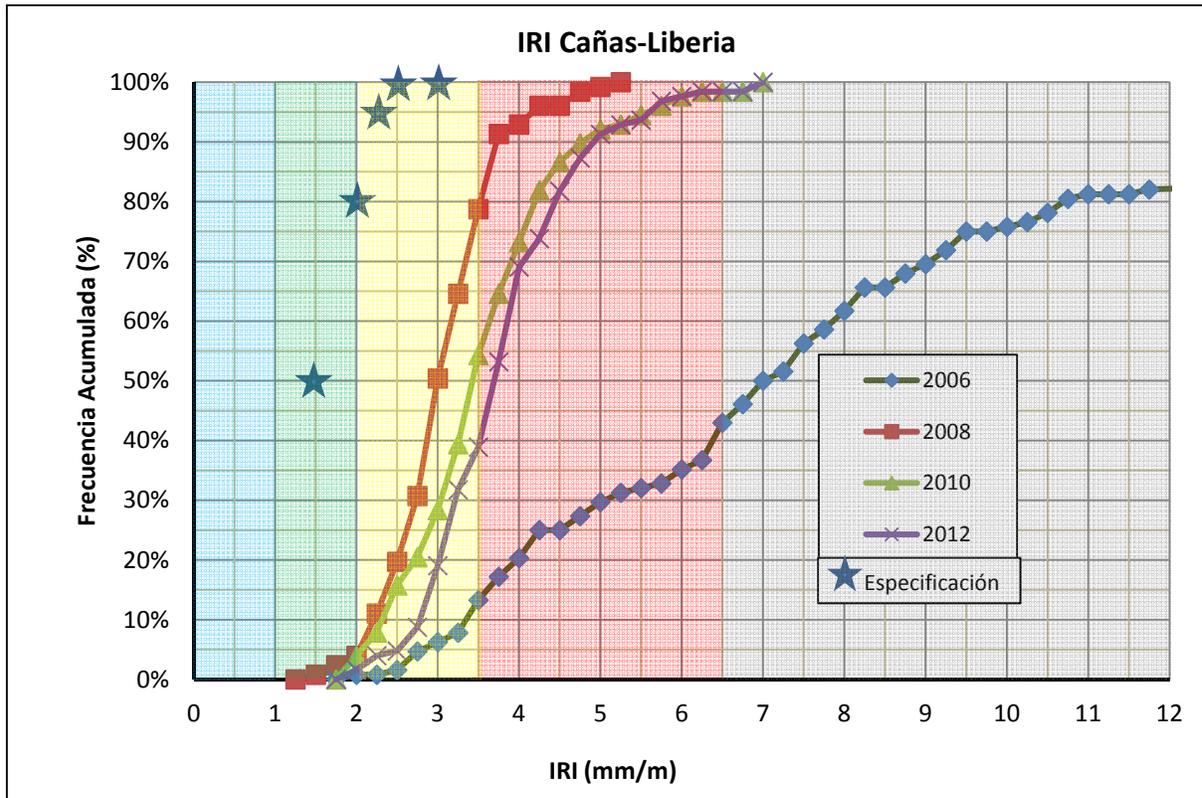


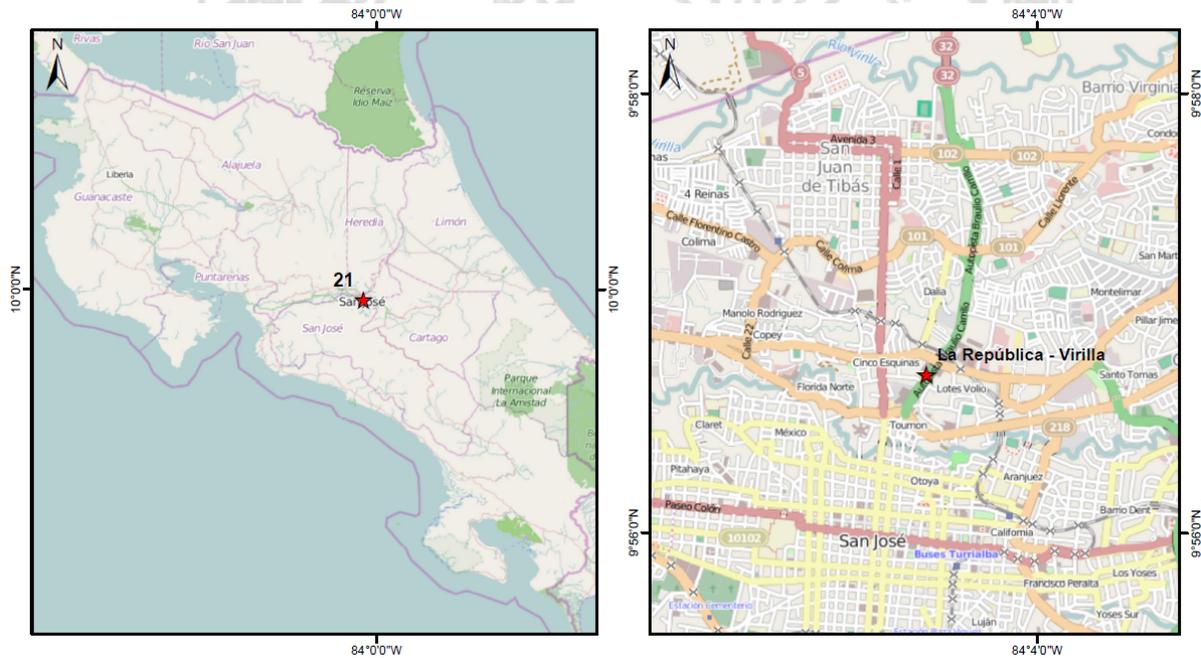
Figura 69. Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo Cañas - Liberia



**A.1. 21. Tramo #21: La República - Virilla**

**Tabla 92.** Descripción del tramo La República - Virilla

Descripción del tramo	La República - Virilla
Provincia	San José
Cantón	San José
Distrito	Calle Blancos
Ruta	32
Punto de referencia GPS (UTM)	9°56'43,1999" N 84°4'30,5999" O
Altitud	1170 msnm
Sección de control	19011
TPDA	37700
Velocidad promedio de operación	75 km/h
Zona Climática	Valle Central
Zona de conservación vial	1-1



**Figura 70.** Ubicación del Tramo #21: La República - Virilla

En este proyecto, al encontrarse en proceso de construcción no se realizó un cielo abierto, sin embargo, se ha extraído material de las capas constituyentes del pavimento y se han extraído núcleos, a dicho tramo se le realizó una evaluación del deterioro del pavimento el día 07 de agosto del 2014. Además se

Informe LM-PI-UMP-043-R2	Fecha de emisión: 1 de diciembre de 2016	Anexo 1: Página 92 de 102
--------------------------	--	---------------------------



cuentan con resultados de IRI para los años 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para el año 2004, 2010 y 2012.

A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

**Tabla 93.** Ensayos realizados en el tramo 21

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
0385-13	Base		✓	✓ (*)		✓	✓	✓			
1858-13											
0386-13	Subbase		✓	✓		✓	✓	✓			

(\*)- Se le realizó la prueba de CBR dos veces

**Tabla 94.** Resultados de Próctor para el tramo 21

Muestra	0385-13	0386-13
Ensayo	Próctor Estándar	Próctor Estándar
Preparación del material	Seco al aire	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO	NO
Contenido de agua óptimo	13,30%	15,80%
Densidad seca máxima estándar	1726,0 kg/m <sup>3</sup>	1732,0 kg/m <sup>3</sup>
Dosificación:		
Grueso	100 %	100 %
Finos	0%	0%
Mazo	Mecánico	Mecánico
Método	C	C
Origen del material	-	-
Corrección sobre tamaño	No	No



**Tabla 95.** Resultados de granulometría para el tramo 21

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)	
	0385-13	0386-13
3 1/2"		100
3"		97,4
2"		91,4
1 1/2"	100,0	89,0
1"	95,8	82,5
3/4"	84,9	79,1
3/8"	60,3	
N° 4	43,4	61,6
N° 10	29,1	
N° 40	14,5	36,6
N° 50	12,1	
N° 200	6,39	23,6
Lavado malla #200	15	47,9

**Tabla 96.** Resultados de CBR para el tramo 21

Muestra	No. golpes	Compactación (%)	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
			0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
0385-13 (1)	56	99,0	25,9	39,6	37,9	45,2
	25	94,7	16,0	19,7	16	19,7
	10	91,3	4,4	6,7	4,4	6,7
0385-13 (2)	56	100	25,2	40,5	36,7	47,3
	25	94,2	15,5	20,3	15,5	20,3
	10	91,1	6,8	8	6,8	8
0386-13	56	96	39,5	39,8		
	25	92,4	23,70	23,5		
	10	86,4	4,3	4,1		



Tabla 97. Resultados de límites de Atterberg para el tramo 21

Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice plasticidad
0385-14	NP	NP	NP
0386-15	NP	NP	NP

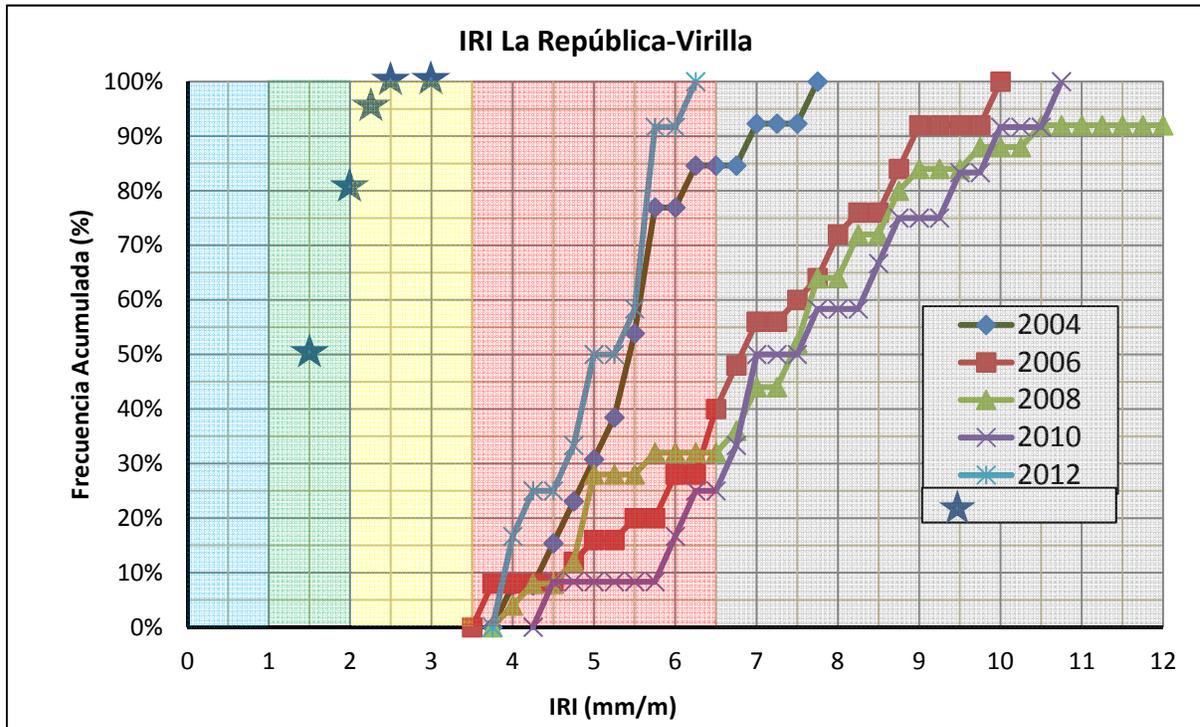


Figura 71. Gráfico de frecuencias acumuladas para el tramo La República - Virilla



**A.1. 22. Tramo #22: Circunvalación (tramo reciclado)**

**Tabla 98.** Descripción del tramo de circunvalación tramo reciclado

Descripción del tramo	Circunvalación tramo reciclado
Provincia	San José
Cantón	San José
Distrito	Mata Redonda
Ruta	39
Punto de referencia GPS	9°56'7.20"N 84° 6'59.43"O
Altitud	
Sección de control	19093
TPDA	
Velocidad promedio de operación	70 km/h
Zona Climática	Valle Central
Zona de conservación vial	1-1



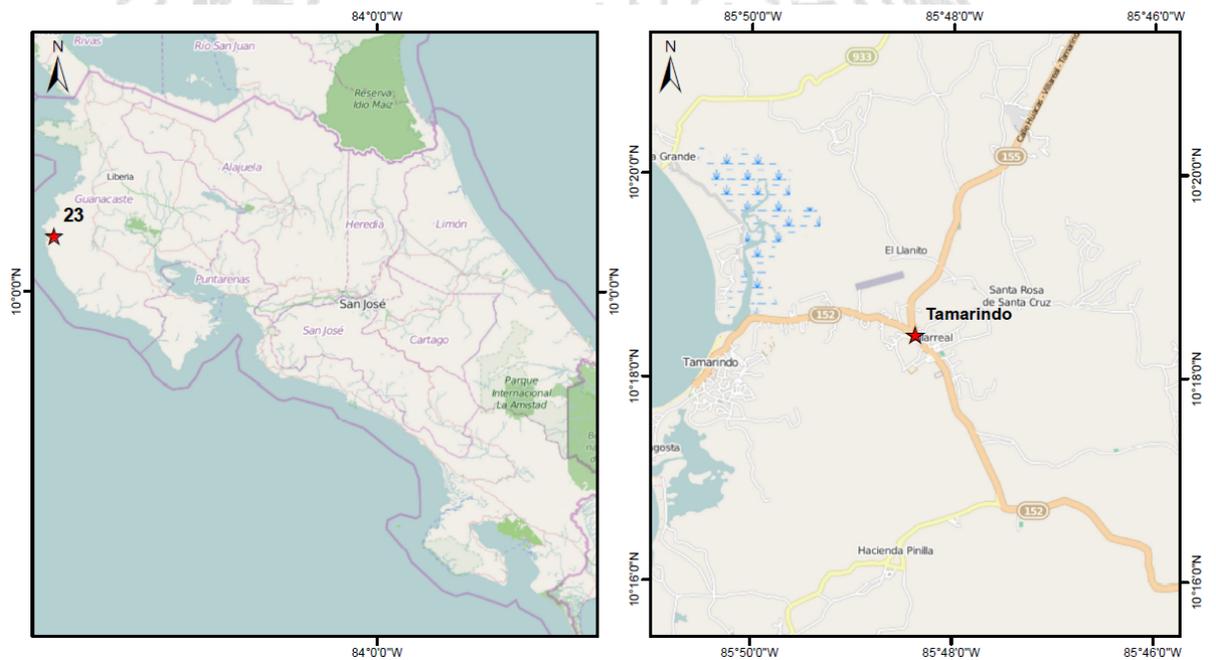
**Figura 72.** Ubicación del Tramo #22: Circunvalación tramo reciclado



A.1. 23. Tramo #23: Tamarindo

**Tabla 99.** Descripción del tramo Tamarindo

Descripción del tramo	Tamarindo
Provincia	Guanacaste
Cantón	Santa Cruz
Distrito	Tamarindo
Ruta	-
Punto de referencia GPS	-
Altitud	-
Sección de control	-
TPDA	-
Velocidad promedio de operación	-
Zona Climática	-
Zona de conservación vial	-



**Figura 73.** Ubicación del Tramo #23: Tamarindo

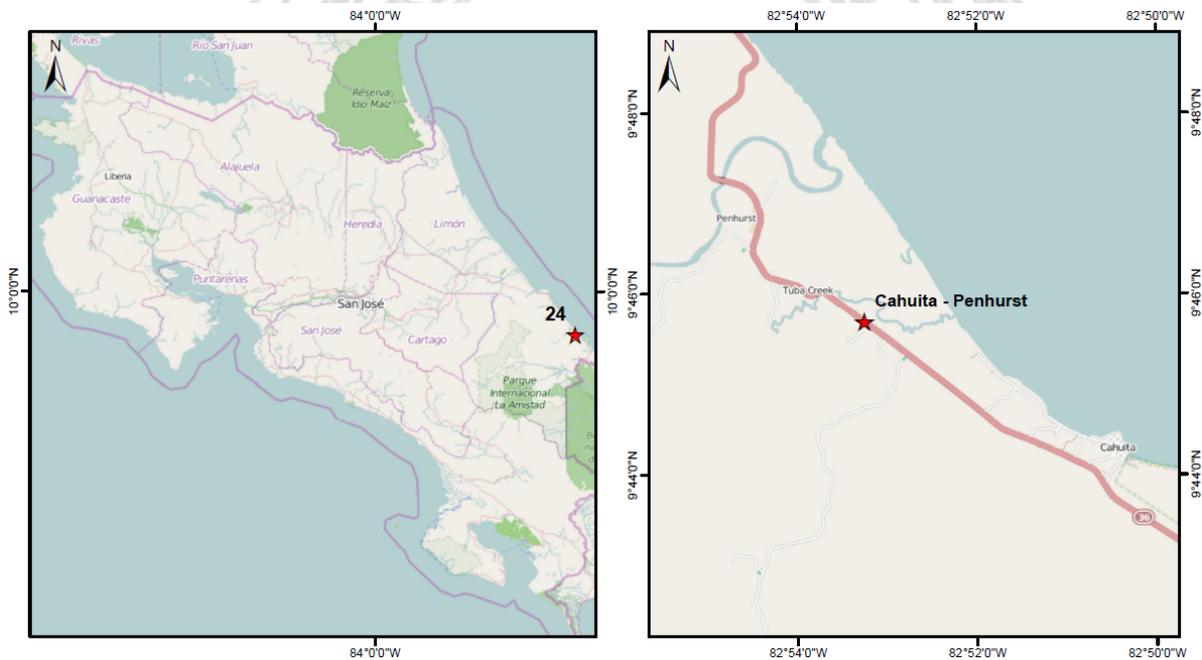
En este tramo se debe definir la ubicación de estudio por lo que no se cuentan con resultados de ningún tipo.

A.1. 24. Tramo #24: Cahuita - Penhurst



**Tabla 100.** Descripción del tramo Cahuita - Penhurst

Descripción del tramo	Cahuita - Penhurst
Provincia	Limón
Cantón	Talamanca
Distrito	Cahuita
Ruta	36
Punto de referencia GPS	9°45'40.83"N 82°53'15.94"O
Altitud	
Sección de control	70030
TPDA	1574
Velocidad promedio de operación	60 km/h
Zona Climática	Caribe Sur
Zona de conservación vial	5-2

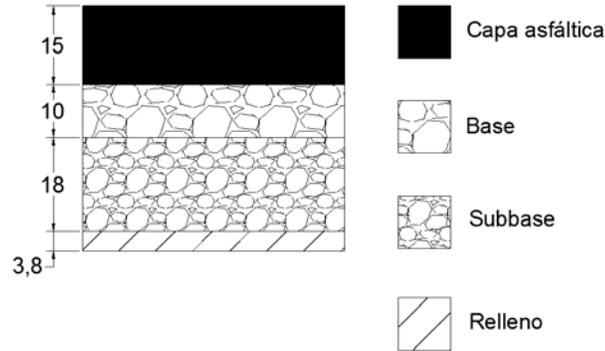


**Figura 74.** Ubicación del Tramo #24: Cahuita - Penhurst

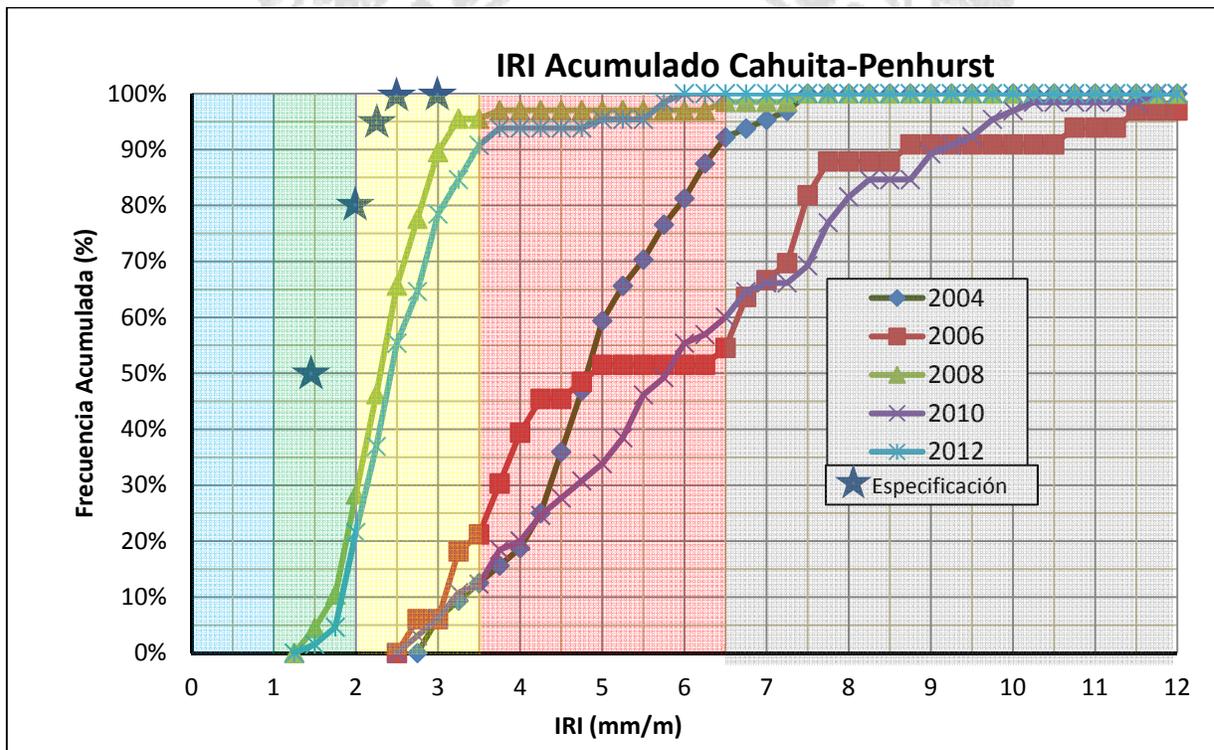
En este proyecto se ha realizado un cielo abierto el día 22 de setiembre del 2014, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo no se le ha realizado una evaluación del deterioro del pavimento. Además se cuentan con resultados de IRI para los años 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para el año 2004, 2006, 2008 y 2010.

Informe LM-PI-UMP-043-R2	Fecha de emisión: 1 de diciembre de 2016	Anexo 1: Página 98 de 102
--------------------------	--	---------------------------

A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 75.** Espesores del pavimento realizado el 22 de setiembre del 2014 para el tramo 24 (cotas en cm)



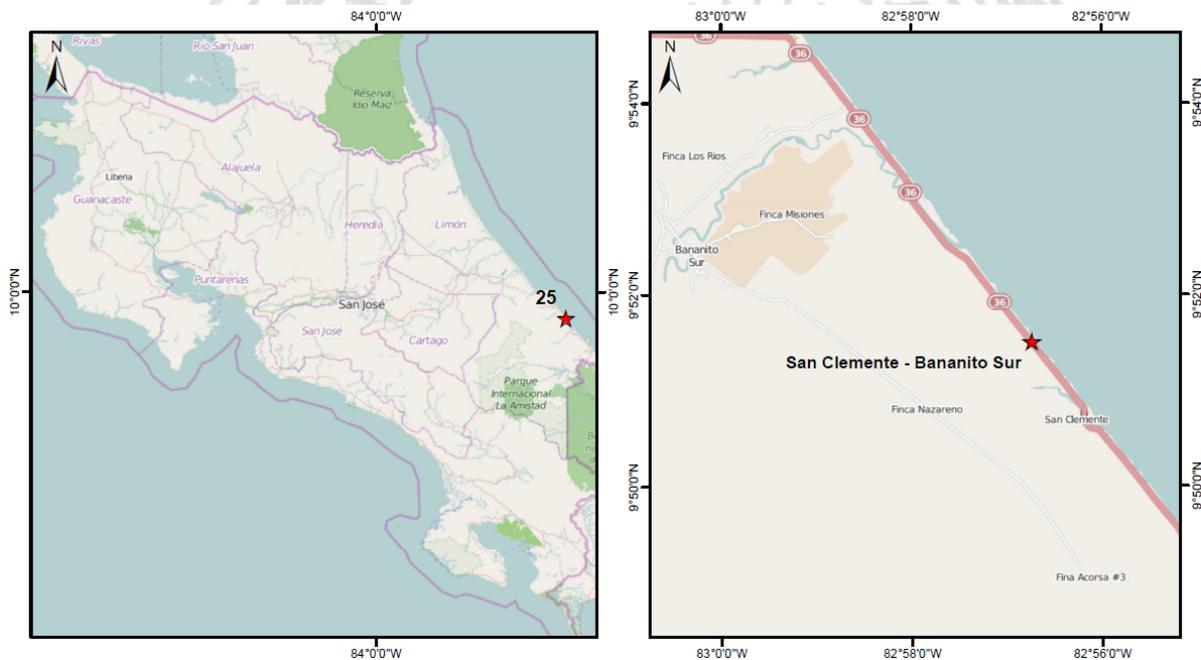
**Figura 76.** Gráfico de frecuencias acumuladas para el tramo Cahuita - Penhurst



A.1. 25. **Tramo #25: San Clemente – Bananito Sur**

**Tabla 101.** Descripción del tramo San Clemente - Bananito Sur

Descripción del tramo	San Clemente - Bananito Sur
Provincia	Limón
Cantón	Limón
Distrito	Matama
Ruta	36
Punto de referencia GPS	9°51'29.97"N 82°56'45.10"O
Altitud	
Sección de control	70040
TPDA	2290
Velocidad promedio de operación	70 km/h
Zona Climática	Caribe Sur
Zona de conservación vial	5-2

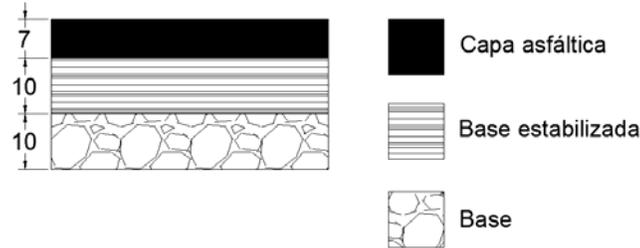


**Figura 77.** Ubicación del Tramo #25: San Clemente - Bananito Sur

En este proyecto se ha realizado un cielo abierto el día 25 de setiembre del 2014, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo no se le ha realizado una evaluación del deterioro del pavimento. Además se cuentan con resultados de IRI para los años 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012, y resultados de deflectometría para el año 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012.

Informe LM-PI-UMP-043-R2	Fecha de emisión: 1 de diciembre de 2016	Anexo 1: Página 100 de 102
--------------------------	--	----------------------------

A continuación se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 78.** Espesores del pavimento realizado el 25 de setiembre del 2014 para el tramo 24 (cotas en cm)

**Tabla 102.** Ensayos realizados en el tramo 25

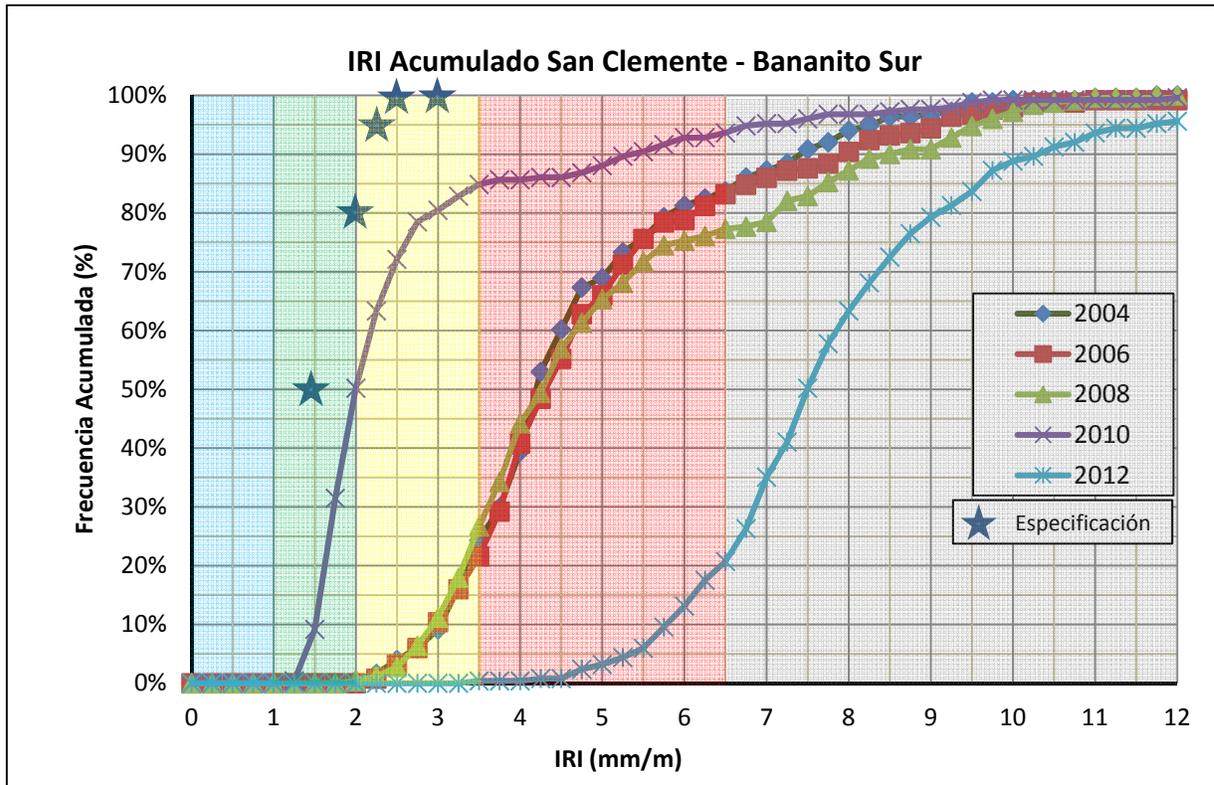
Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulométrico	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
2142-14	Bloque						✓		✓	✓	

**Tabla 103.** Resultados de granulometría para el tramo 25

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)
	2142-14
1"	100,0 ± 0,2
3/4"	100,0 ± 0,2
1/2"	95,7 ± 0,5
3/8"	81,5 ± 0,2
N° 4	51,8 ± 0,9
N° 8	34,8 ± 0,1
N° 16	23,7 ± 0,1
N° 30	17,6 ± 0,1
N° 50	12,93 ± 0,09
N° 100	9,24 ± 0,07
N° 200	6,60 ± 0,06

**Tabla 104.** Resultados de contenido de agua y asfalto para el tramo 25

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
2142-14	Contenido de agua	-	D 95	0,54 ± 0,08	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	6,3 ± 0,3	%
	Contenido de asfalto sobre el agregado	T 308	D 2172	6,7 ± 0,3	%



**Figura 79.** Gráfico de frecuencia acumulada para el tramo San Clemente - Bananito sur



## Anexo 2 - INFORME DE AVANCE – LTPP-CR 2016

## Introducción

Dentro del área de estudio de pavimentos, los programas LTPP (Long Term Pavement Performance por sus siglas en inglés) han mostrado que el seguimiento a secciones de pavimento permite obtener información que ayuda al análisis y entendimiento de la forma de comportarse este. Tales programas han sido desarrollados principalmente en latitudes norteamericanas en asociaciones usualmente estatales dentro del marco de carreteras y transportes.

Como intento de aplicación de este programa en el país nace el proyecto LTPP Costa Rica que se dedica al seguimiento de diversos tramos de carreteras en el país con el fin de cumplir las recomendaciones propuestas por este esquema.

La base de datos LTPP realizada por el LanammeUCR se crea con el objetivo de facilitar el manejo de datos y resultados de este proyecto, contemplando desde características generales de los tramos, fotografías, resultados de pruebas de laboratorio, gráficos de PCI, IRI y deflectometría; entre otros.

Esta base de datos podría catalogarse como un programa funcional que no solo reúne los datos de los diversos tramos, sino que además los despliega y muestra de una forma amigable con el usuario en términos de tablas, gráficos y reportes. Se caracteriza además por poseer una manera simple de desplazarse dentro del programa.

Esta herramienta-base de datos sirve entonces para funcionarios propios del LanammeUCR que necesiten los datos de forma cruda o algunos de los despliegues de resultados en ella incluidos. Específicamente los encargados de la Unidad de Materiales y Pavimentos, poseen un mayor acceso a la base de datos por cuanto pueden agregar nuevos tramos de estudio y datos pertenecientes a estos.

Sin embargo, la base de datos puede ser funcional también para otros investigadores que deseen contar con información de los pavimentos analizados en diversos puntos del país, así como también personas con el conocimiento técnico suficiente que deseen saber más sobre los tramos en cuestión.

En resumen, la base de datos es una forma de hacer públicos gran parte de los datos obtenidos a través del proyecto LTPP del LanammeUCR; pero también es una herramienta con información técnica que sirve para todo aquel interesado en utilizarla como apoyo en investigaciones y actividades de índole similar.

Para facilitar el entendimiento de esta base de datos, se crea este manual, como ayuda para poder aprovechar de la mejor manera, la información en ella contenida.

## Paso a paso con la base de datos LTPP-LanammeUCR

La base de datos reúne resultados de: características generales de tramos, detalles de capas de pavimento, ensayos (granulometría, contenido de asfalto, prueba próctor, límites de consistencia y prueba CBR), PCI (Pavement Condition Index por sus siglas en inglés), IRI (International Roughness Index por sus siglas en inglés) y deflectometría.

Cada uno de esos resultados puede ser obtenido de manera simple escogiendo un tramo o a través de una búsqueda avanzada que filtre según un parámetro los tramos disponibles en la base de datos. Es posible también obtener un reporte en PDF de diversos resultados para un tramo.

Por último para mantener la base de datos actualizada existe una opción para agregar nuevos datos para cada uno de los tipos de resultados. Se muestra en la Figura 1 un esquema simple que reúne las diversas opciones posibles en la base de datos. Es de destacar los posibles parámetros de filtrado mediante la búsqueda avanzada.

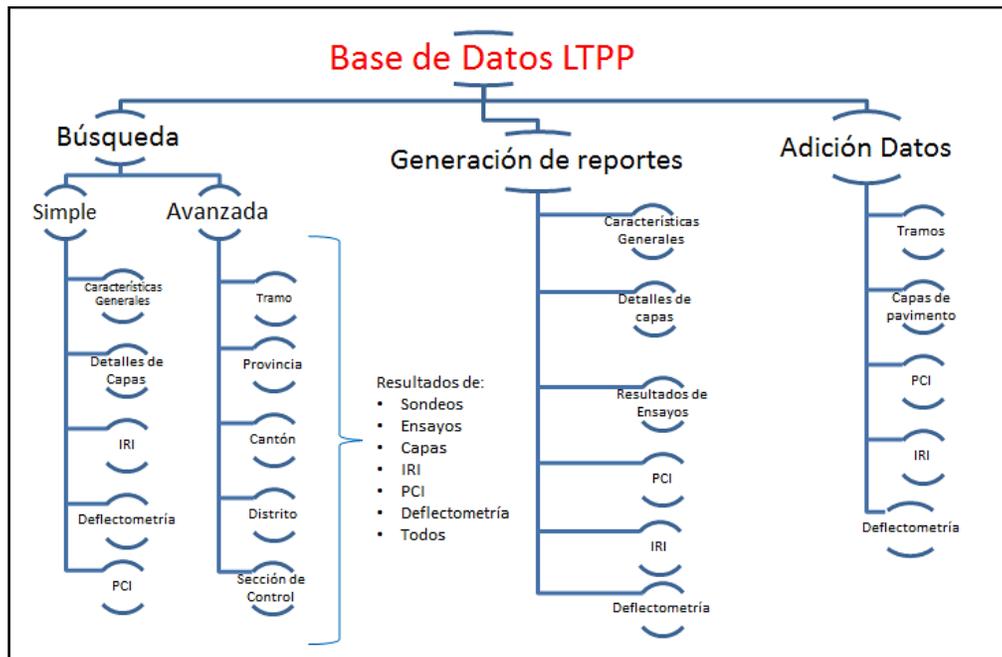


Figura 1. Esquema modular de la base de datos como herramienta de búsqueda y despliegue de resultados

La mayoría de las pantallas desplegadas y resultados pueden ser exportados también a un archivo Excel formato “.xlsx “ que permite una mayor facilidad en el manejo de los datos. Se explica con mayor detalle el funcionamiento de la base de datos a lo largo del manual.

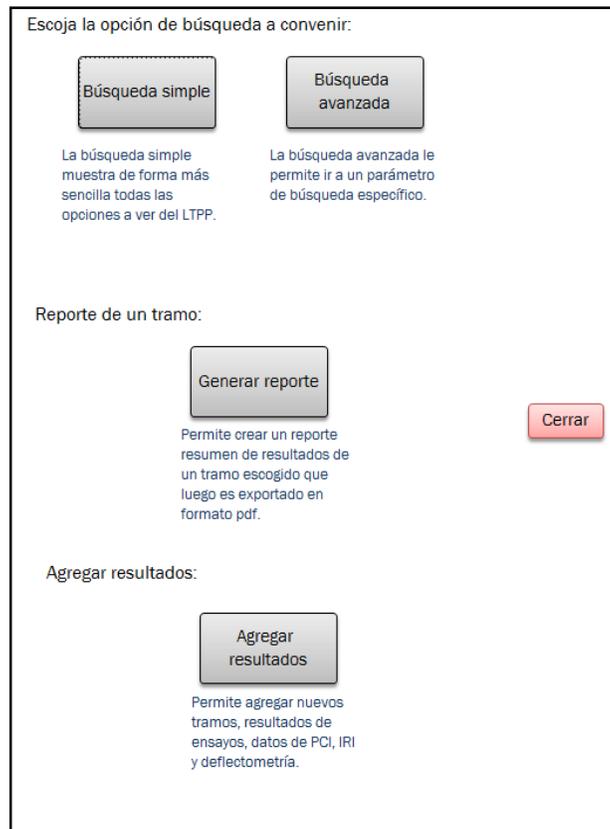
### 1. Ventana principal de inicio

Al abrir la base de datos, luego de una serie de indicaciones sobre derechos de autoría y descargo de responsabilidad, se despliega una ventana de bienvenida la cual le indica que seleccione una opción deseada.

Al aceptar las condiciones propuestas, aparece una ventana con tres opciones generales:

- Escoger la opción de búsqueda a convenir, que a su vez se subdivide en dos opciones:
  - Búsqueda simple: Muestra de una forma más sencilla y amigable, todas las opciones a ver en la base de datos LTPP.
  - Búsqueda avanzada: Esta búsqueda le permite ir a un parámetro en específico y ver el resultado, sin necesidad de pasar por ventanas extras.
- Reporte de un tramo: Permite crear un reporte resumen de resultados de un tramo escogido que luego es exportado en formato PDF.
- Agregar resultados: Permite agregar resultados desde un nuevo tramo hasta resultados de laboratorio para el material deseado, pasando datos de IRI, PCI y otros. Esta opción está disponible solo para funcionarios de LanammeUCR y no para usuarios externos.

Se muestra en la Figura 2 la ventana principal en cuestión junto con los diversos botones para las opciones mencionadas. El botón “Cerrar” permite salir por completo de la base de datos.



Escoja la opción de búsqueda a convenir:

**Búsqueda simple**  
La búsqueda simple muestra de forma más sencilla todas las opciones a ver del LTPP.

**Búsqueda avanzada**  
La búsqueda avanzada le permite ir a un parámetro de búsqueda específico.

**Reporte de un tramo:**

**Generar reporte**  
Permite crear un reporte resumen de resultados de un tramo escogido que luego es exportado en formato pdf.

**Cerrar**

**Agregar resultados:**

**Agregar resultados**  
Permite agregar nuevos tramos, resultados de ensayos, datos de PCI, IRI y deflectometría.

Figura 2. Ventana principal de opciones generales de la base de datos



- TPDA
  - Pendiente característica
  - Geometría vertical
  - Geometría horizontal
  - Velocidad de operación
  - Ancho de la superficie
  - Tipo de espaldón
  - Ancho de espaldón
  - Deterioro característico
  - Severidad
  - Extensión
  - Condición de drenaje
  - Otras descripciones
- 3) Se refiere a botones que abren una ventana mostrando las características respectivas al tramo seleccionado. Estas se explican en la siguiente sección.

### 2.1 Detalle de capas:

Al dar clic en esta opción se muestra la ventana ilustrada en la siguiente figura.



Muestra	Tipo	Grosor (cm)	Descripción
1697-13	Base	10	Agregado de río, partículas redondeadas y cúbicas, medianamente compacto, sucio y aparentemente bien graduado.
1698-13	Subbase	27	Agregado de río, color gris claro y café, partículas redondeadas y cúbicas, muy sucio y medianamente compacto
1699-13	Otro Material	15	Agregado de río, de color gris claro y café, partículas redondeadas y cúbicas, muy sucio y medianamente compacto
1700-13	Subrasante		Suelo limoso arcilloso color café claro, amarillento, con betas rojizas, ligeramente alterado con partículas rocosas degradables
1702-13	Capa asfáltica	16	

Figura 4. Ventana de Detalle de capas luego de escoger tramo

En esta ventana se muestran características generales de las diversas capas de pavimento de las cuales se tiene resultado para el tramo elegido en la ventana anterior. Es posible exportar a Excel estos resultados por medio del respectivo botón.



En esta ventana se puede escoger el resultado de la capa de pavimento deseada por ejemplo, seleccionando el botón “Subbase” se despliega el resultado de la muestra 1590-13. Cada ventana se describirá a continuación.

### 2.1.1 Mezcla Asfáltica

En esta opción se despliegan resultados de contenido de asfalto, y de análisis granulométrico con su respectiva curva granulométrica para la capa asfáltica. Esto se muestra en la siguiente figura.

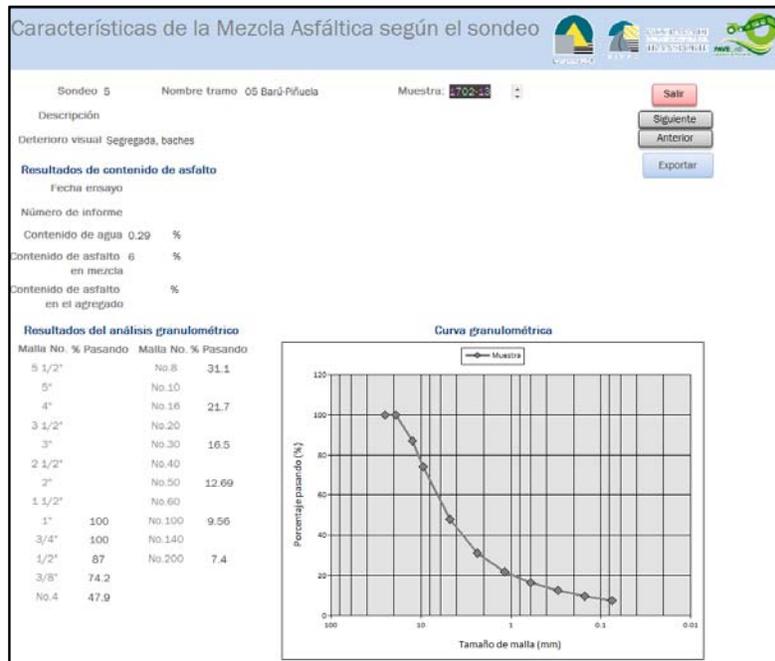


Figura 5. Resultados para la mezcla asfáltica

Dado el caso que haya más de una muestra de mezcla asfáltica, se puede usar los botones “Siguiente” o “Anterior” para navegar entre estas. Se puede exportar esta ventana mediante el respectivo botón. Para abandonar esta ventana se da clic en Salir.

### 2.1.2 Base

Lo mostrado a través de esta opción puede observarse en la Figura 6. Esto se presenta al dar clic en el botón “Base” en la ventana de la Figura 4.

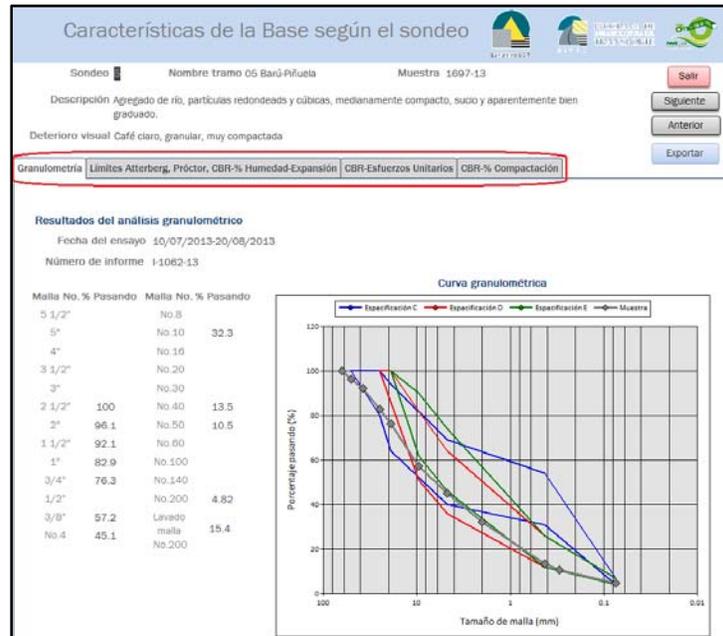


Figura 6. Resultados para la capa base (granulometría)

Se puede observar cuatro (4) opciones a mostrar para la base. El primero que corresponde a granulometría, muestra lo que aparece en la Figura 6: resultados de granulometría con la curva granulométrica incluyendo especificaciones.

La segunda opción que se muestra en la pestaña "Límites Atterberg, Próctor, CBR-%Humedad-Expansión"; muestra como lo indica el nombre, los límites de consistencia para la base, resultados de prueba Próctor y resultados de humedad y expansión. Esto se observa en la siguiente figura.



Figura 7. Resultados para la base (límites de Atterberg, Próctor, CBR Humedad-Expansión)

La tercera pestaña que corresponde a los esfuerzos unitarios, muestra estos resultados para diferentes penetraciones, incluyendo la gráfica. Se ilustra esta pestaña mediante la siguiente figura.

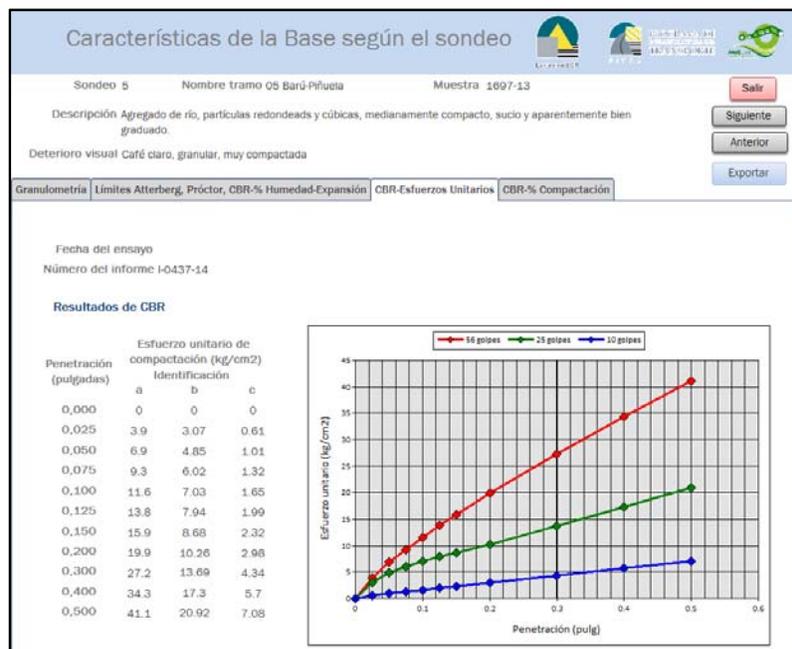
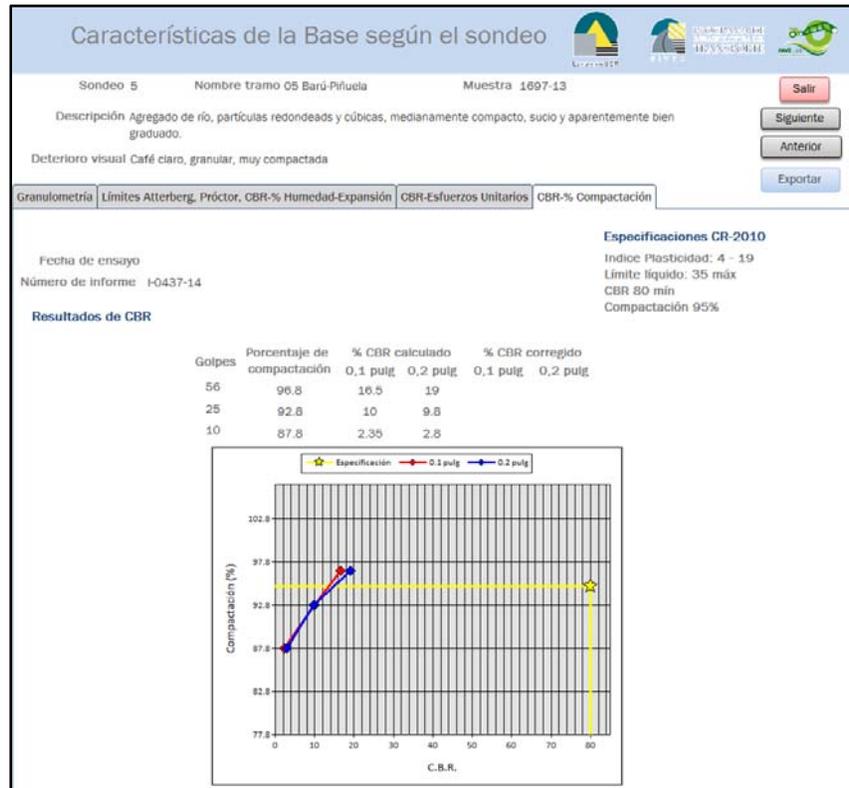


Figura 8. Resultados de base (Esfuerzos Unitarios)

La cuarta pestaña, muestra los resultados de compactación, prueba CBR y una gráfica con la especificación respectiva.



En el caso que haya más de una muestra de base, por medio de los botones “Siguiente” o “Anterior” se puede navegar entre estas. Cada una de las pestañas y sus resultados puede ser exportados a través del botón del mismo nombre presentado en color celeste en la Figura 9. Para abandonar esta ventana se da clic en “Salir”, regresando así a la ventana anterior.

### 2.1.3 Subbase

Al dar clic en la opción de “Subbase”, se van a mostrar las mismas ventanas que aparecen en la Base, la única diferencia son las especificaciones. No se mostrarán imágenes de estas opciones debido al gran parecido mencionado con la sección 2.1.2 la cual se recomienda revisar.

En el caso que haya más de una muestra de subbase, existen los botones “Siguiente” o “Anterior” para desplazarse entre estas. Existe también la opción de exportado de dato mediante el botón de color celeste “Exportar”. Para abandonar esta ventana se da clic en “Salir”, volviendo a la ventana anterior.

### 2.1.4 Otro Material

Al dar clic en la opción de “Otro material”, se van a mostrar resultados de otros materiales que conforman la estructura del pavimento. Esta opción muestra las mismas ventanas que aparecen en

la base o subbase pero no presentan especificaciones. No se mostrarán imágenes de estas opciones debido al gran parecido mencionado con la sección 2.1.2 la cual se recomienda revisar.

En el caso que haya más de una muestra de subbase, se puede ir al botón de “Siguiete” o “Anterior” para navegar entre estas. La exportación de datos también está disponible en esta ventana. Para abandonar esta ventana se da clic en “Salir” y así regresar a la ventana previa.

### 2.1.5 Subrasante

Al darle clic en la opción de subrasante, se van a mostrar las mismas ventanas que aparecen en la base, subbase u otro material, pero no presentan especificaciones. No se mostrarán imágenes de estas opciones debido al gran parecido mencionado con la sección 2.1.2 la cual se recomienda revisar.

En el caso que haya más de una muestra de la subrasante, se puede ir al botón de “Siguiete” o “Anterior” para navegar entre estas. La exportación de datos también está disponible en esta ventana mediante el botón respectivo. Para abandonar esta ventana se da clic en “Salir”, volviendo a la ventana previa.

## 2.2 IRI (International Roughness Index)

El siguiente de los botones posibles en la opción de Búsqueda Simple de la Figura 3 es el de “IRI”, el cual provee resultados para este parámetro en el tramo elegido. Al dar clic en este botón se presenta un mensaje rutinario de instrucciones necesarias para la ventana a continuación.

En tal ventana se pueden escoger dos opciones de resultados de IRI a desplegar. Se ilustra con la siguiente figura la ventana en cuestión en donde también se destacan las 2 opciones disponibles de resultados.

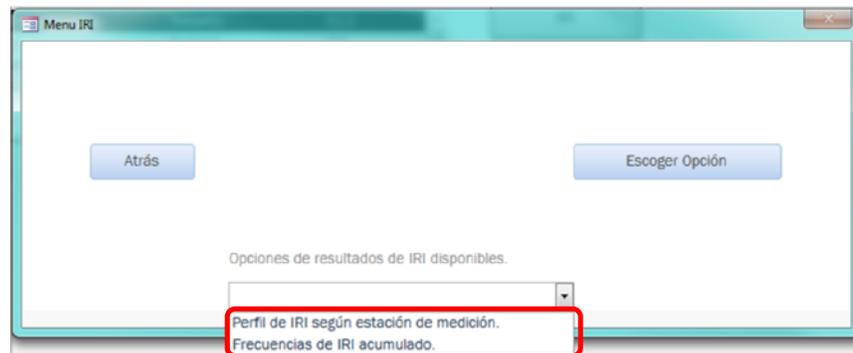


Figura 10. Menú de opciones de resultado de IRI para búsqueda simple

Se detalla entonces cada una de estas opciones.

### 2.2.1 Perfil de IRI según estación de medición

Al escoger la opción “Perfil de IRI según estación de medición”, y se le da clic en “Escoger Opción”. Seguidamente aparece una ventana de instrucciones que en resumen indica el año a graficar. Seguimiento de dicha ventana aparece lo mostrado en la figura a continuación.

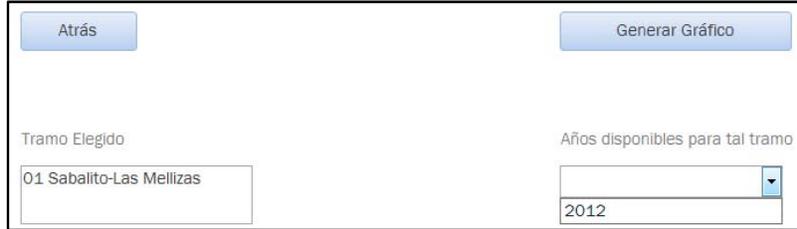


Figura 11. Menú selección de año de gráfico de IRI vs estación de medición

En este caso se selecciona el año 2012, y se da clic en el botón “Generar Gráfico”. Posteriormente aparecerá un cuadro de espera previo a presentar el gráfico resultado que se ilustra en la Figura 12.



Figura 12. Gráfico IRI vs estación de medición para tramo y año elegido

Se muestra un gráfico de MRI contra la estación, en la parte inferior del gráfico se muestran las coordenadas en sistema de coordenadas UTM para el inicio y el final del tramo analizado. En la parte superior del gráfico, aparecen tres botones, la opción de “Atrás” le permite devolverse a la ventana anterior, la opción de “Salir” le permite volver al menú inicial y la opción de “Exportar gráfico”, le permite exportar el gráfico mostrado a Excel.

La opción de exportación permite obtener tanto el gráfico como los datos que generan a éste. Se crean entonces 2 hojas en el archivo Excel exportado; una referente al gráfico y otra a los datos respectivos.

### 2.2.2 Frecuencias de IRI acumulado

La opción “Frecuencias de IRI acumulado” de la Figura 10 permite generar gráficos de frecuencias acumuladas de valores de IRI para varios años. Luego un mensaje de instrucciones aparece la ventana de la siguiente figura.

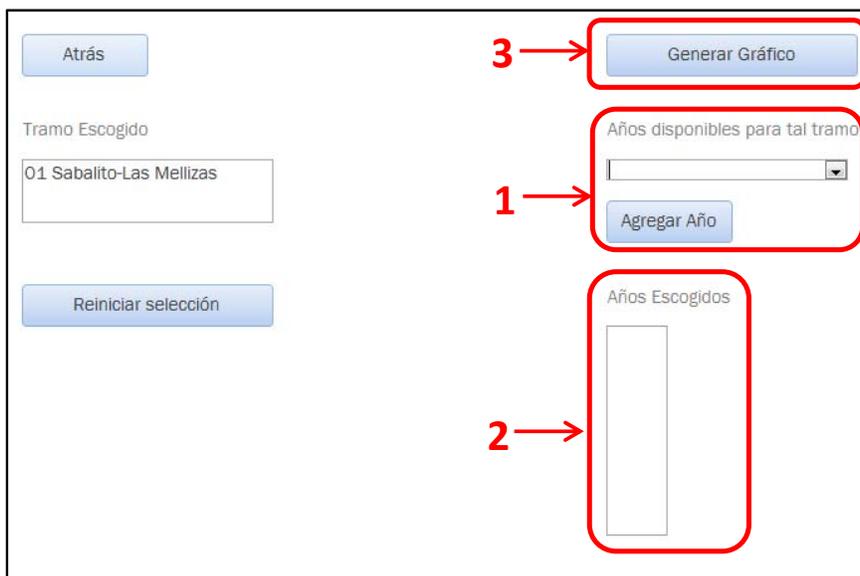


Figura 13. Menú de selección de años para gráfico de IRI Acumulado de un tramo previamente elegido

Esta ventana permite escoger los años que desee, esto se logra en el recuadro señalado con el número (1), en donde la barra con flecha le muestra los años disponibles que presentan resultados. Al seleccionar el año deseado, se da clic en “Agregar año” y éste se mostrará en la casilla marcada con el número dos (2). Al escoger todos los años deseados se da clic en “Generar Gráfico”, mostrado en la casilla tres (3).

Al dar clic en éste último botón se desplegará un mensaje de espera mientras se crea el gráfico para luego proceder a presentar el gráfico resultado el cual es ilustrado por medio de la Figura 14.



Figura 14. Gráfico Frecuencias de IRI Acumuladas para tramo y años escogidos

Este gráfico muestra la frecuencia acumulada en porcentaje contra el MRI, y una escala a colores, en la parte inferior, que categoriza los valores en muy buena, buena, regular, deficiente y muy deficiente. En la parte superior del gráfico se muestran tres opciones, el botón de “Atrás” permite volver al menú de escogencia de años para hacer un nuevo gráfico, el botón de “Salir” permite volver al menú de búsqueda y el botón de “Exportar gráfico” permite obtener tanto el gráfico como los datos generadores en un archivo de Excel.

### 2.3 Deflectometría

El siguiente de los botones posibles en la opción de Búsqueda Simple en la Figura 3 es el de “Deflectometría”, el cual provee resultados para este ensayo en el tramo elegido. Al dar clic en este botón se presenta un mensaje rutinario de instrucciones necesarias para la ventana a continuación.

Tal pantalla siguiente permite elegir el tipo de resultado de deflectometría deseado a través de una lista de opciones desplegadas y presionando luego el botón “Escoger Opción”. Se muestra en la Figura 15 la ventana en cuestión.

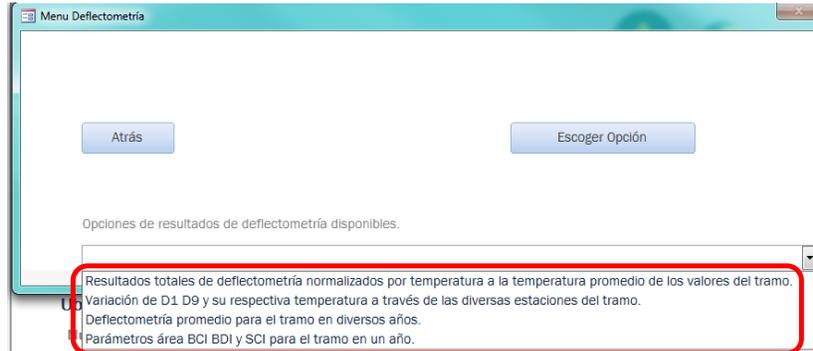


Figura 15. Menú de opciones de resultado de deflectometría para búsqueda simple

Las cuatro opciones de resultado son:

1. Resultados totales de deflectometría normalizados por temperatura a la temperatura promedio de los valores del tramo.
2. Variación de D1, D9 y su respectiva temperatura a través de las diversas estaciones del tramo.
3. Deflectometría promedio para el tramo en diversos años.
4. Parámetros área BCI, BDI y SCI para el tramo en un año.

Las cuales se explican a continuación.

### 2.3.1 Resultados totales de deflectometría normalizados por temperatura a la temperatura promedio de los valores del tramo

Al escoger esta opción en pantalla de la Figura 15 se mostrará un mensaje de instrucciones para luego mostrarse la pantalla de la siguiente figura.



Figura 16. Menú de selección de año para resultados totales de deflectometría en un tramo escogido

En dicho menú debe elegirse a través de la lista desplegable el año de resultados deseado para luego proceder a la obtención del gráfico al presionar el botón "Generar Gráfico". Luego de un mensaje de espera mientras se gestiona la presentación del gráfico, éste es mostrado en una ventana como la de la Figura 17.

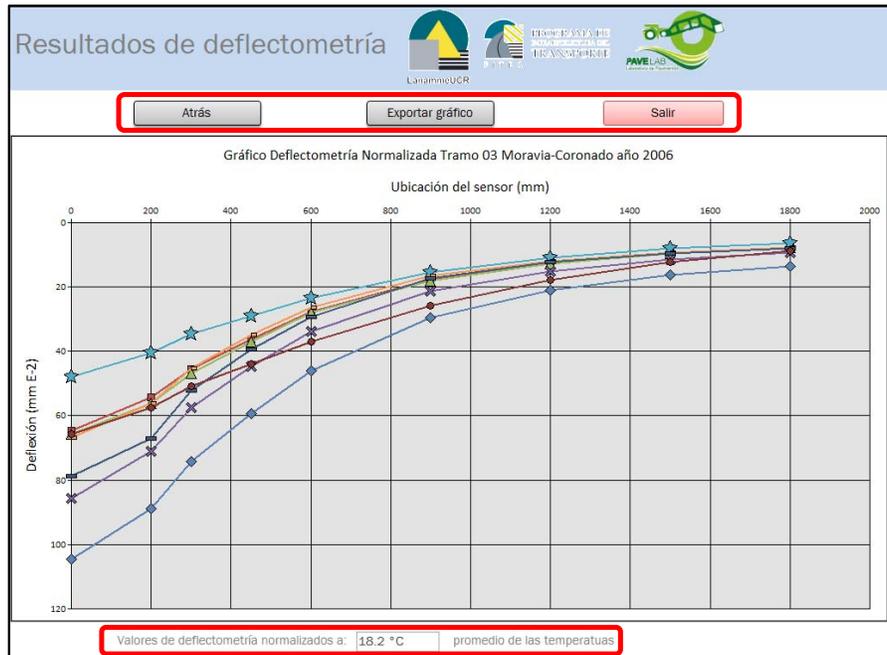


Figura 17. Gráfico de deflectometría normalizada al valor promedio de temperatura en las mediciones

En la parte inferior del gráfico, se muestra el valor de temperatura que se utilizó para normalizar los valores de deflectometría. En la parte superior se muestra tres botones; “Atrás” que permite devolverse al menú para escoger un nuevo año para generar el gráfico, el botón de “Salir” permite devolverse al menú inicial y el de “Exportar gráfico”, exporta tanto el gráfico como sus datos (sin normalizar en este caso) a Excel.

### 2.3.2 Variación de D1, D9 y su respectiva temperatura a través de las diversas estaciones del tramo

Al escoger la segunda opción de resultados de deflectometría en la Figura 15 se presenta en primer lugar un mensaje de instrucciones rutinario para luego mostrarse un menú semejante al mostrado en la Figura 16.

En este menú debe elegirse un año deseado en la lista desplegable para luego obtener el gráfico respectivo por medio del botón “Generar Gráfico”. Esto creará una pantalla como la mostrada en la figura siguiente.



Figura 18. Gráfico D1, D9 y Temperatura contra estación de medición de medición para año en tramo escogido

En la parte inferior se muestran las coordenadas en UTM para el inicio y el final del tramo de estudio. En la parte superior se encuentran tres botones; el de “Atrás” permite volver al menú para escoger un nuevo año para generar el gráfico, la opción de “Salir”, permite volver al menú inicial y la opción “Exportar Gráfico” permite exportar el gráfico y los datos respectivos a Excel en forma de dos hojas de diferentes.

### 2.3.3 Deflectometría promedio para el tramo en diversos años

Al escoger la tercera opción de la Figura 15 se presenta la pantalla de la siguiente figura luego de mostrarse un mensaje de instrucciones.

Atrás

Tramo Escogido: 02 Quepos-Barú

Reiniciar selección

3 → Generar Gráfico

1 → Años disponibles para tal tramo: 2012

Agregar Año

2 → Años Escogidos: 2012

Figura 19. Menú de selección de años para gráfico de deflectometría promedio en un tramo escogido

Esta ventana le permite escoger los años que desee, esto se logra en el recuadro señalado con el número (1), en donde la barra con flecha le muestra los años disponibles que presentan resultados. Al seleccionar el año deseado, se da clic en “Agregar año” y este se mostrará en la casilla marcada con el número dos (2). Al escoger todos los años deseados se da clic en “Generar Gráfico”, mostrado en la casilla tres (3), desplegando así el gráfico de la siguiente figura.



Figura 20. Gráfico Deflectometría promedio para años elegidos en tramo escogido

En la parte superior se encuentran tres botones: “Atrás” permite volver al menú para escoger un nuevo año para generar el gráfico, la opción de “Salir”, permite volver al menú inicial y la opción “Exportar Gráfico” permite exportar el gráfico y los datos a Excel en hojas por separado.

### 2.3.4 Parámetros área, BCI, BDI y SCI para el tramo en un año

El último tipo de resultado de deflectometría es la gráfica de los parámetros área, BCI, BDI y SCI contra la estación de medición para un tramo escogido.

Para esto se debe elegir la opción específica en el menú de la Figura 15. Posteriormente aparecerá un mensaje de instrucciones para la pantalla que tiene similitud con la de la Figura 16. Al dar clic en “Generar Gráfico”, se genera la ventana de la Figura 21 a continuación.

En la parte inferior se presentan las coordenadas del inicio y final del tramo en UTM. En la parte superior se encuentran tres botones: “Atrás” permite volver al menú para escoger un nuevo año para generar el gráfico, la opción de “Salir”, permite volver al menú inicial y la opción “Exportar Gráfico” le permite exportar el gráfico y los datos a un documento Excel.

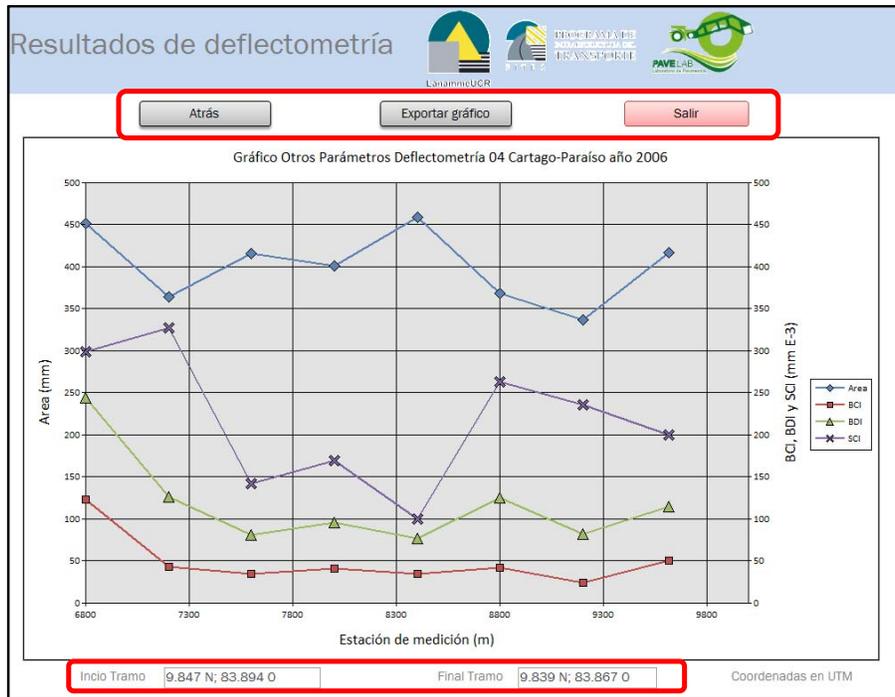


Figura 21. Gráfico parámetros área, BCI, BDI y SCI de deflectometría contra la estación de medición en un año del tramo escogido

## 2.4 PCI

La última opción de Búsqueda Simple de la Figura 3 es el PCI (Pavement Condition Index), que permite conocer el deterioro del pavimento. Al escoger un tramo deseado para conocer el PCI de este, y dándole clic en “PCI”, aparece ventana de la Figura 22.

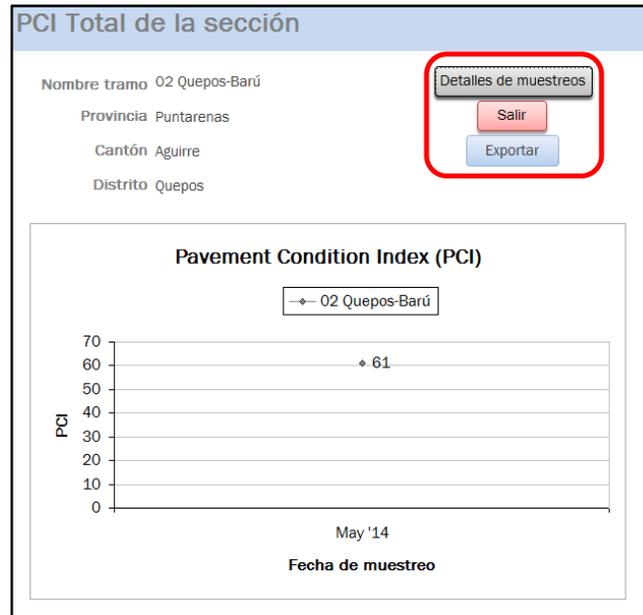


Figura 22. Resultados de PCI para tramo escogido según fecha de evaluación

En esta se muestra un gráfico con los valores de PCI que se registran para este tramo seleccionado, en la parte superior derecha se muestran dos botones. El botón de “Detalles de muestreos” permite conocer el detalle del cálculo del PCI en términos de deterioros encontrados y niveles de severidad, y el botón de “Salir” permite volver al menú de inicio. Mediante el botón “Exportar” es posible exportar el gráfico y los datos que lo generan

Al dar clic en la opción de “Detalles de muestreos” aparece ventana de la siguiente figura.



Figura 23. Detalles de muestreo de parámetro PCI para tramo escogido

En la figura anterior se muestran cinco (5) secciones. La sección señalada con el número uno (1), muestra detalles y descripciones del tramo y de la unidad de muestra. En la sección señalada con el número dos (2) se muestra los tipos de deterioros para un pavimento flexible y rígido, en la sección tres (3) aparecen los deterioros y su severidad vistos en esa unidad de muestra, además de la cantidad de esa severidad, la densidad y el valor deducido que le corresponde. En la cuarta sección se muestra el resultado del PCI, mostrando una escala de magnitudes, el rango y el PCI que le corresponde a esa unidad de muestra.

La sección cinco (5) de la misma figura incluye botones para navegación entre las diversas unidades de muestra para determinación del PCI. Por medio del botón "Exportar" es posible obtener la información presentada en formato Excel. El botón "Salir" permite volver a la ventana anterior.

### 2.5 Salir

El último de los botones de la Figura 3 es el botón de “Salir” el cual permite volver al menú principal de búsqueda.

### 3. Búsqueda avanzada

Esta búsqueda avanzada le permite obtener el resultado de un parámetro en específico. Al dar clic en esta opción en la Figura 2, aparece la ventana de la siguiente figura.

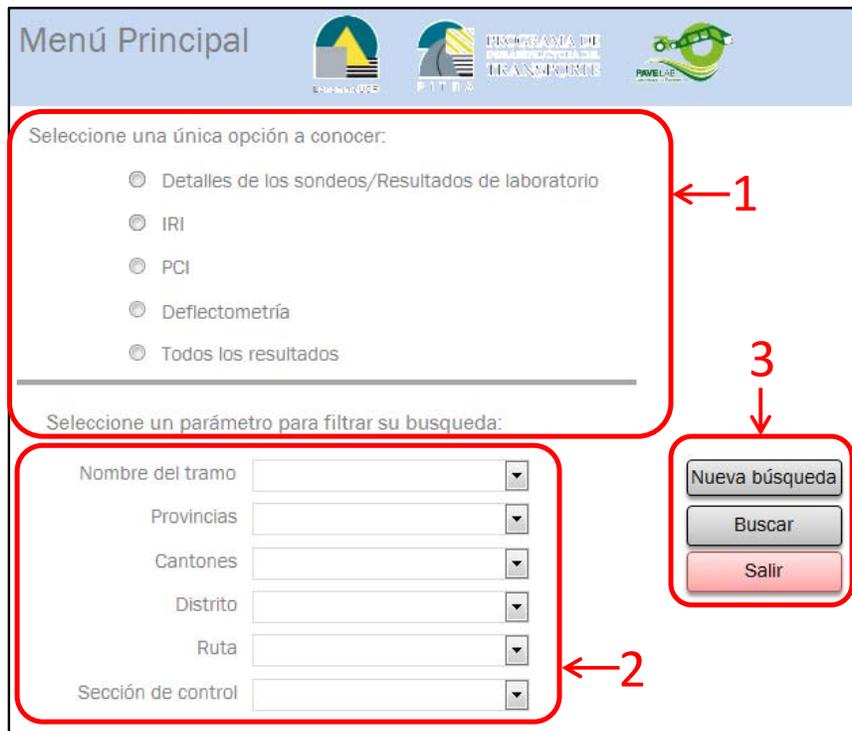


Figura 24. Menú principal de búsqueda avanzada

Se muestran tres secciones, la denotada con el número uno (1) permite seleccionar el tipo de resultado que se desea obtener para algún sondeo, el número dos (2) le permite seleccionar un filtro de búsqueda entre los tramos, por ejemplo, sección de control. El número tres (3) señala tres botones, el primero “Nueva búsqueda” permite realizar una nueva búsqueda borrando todas las opciones elegidas al momento, el botón “Salir” permite volver al menú principal.

En cuanto al botón “Buscar”, éste generará la búsqueda del tipo de resultado de la sección uno (1) de este menú, filtrándolo mediante la sección dos (2). Al escoger una opción de filtrado inmediatamente el resto de alternativas son bloqueadas y en caso de cambiar de decisión se debe presionar el botón “Nueva Búsqueda” cuya función ya fue explicada. Solo es posible también escoger una opción de resultado (sección 1), en caso de no hacerlo se desplegará un mensaje de alerta.

### 3.1 Detalles de los sondeos/Resultados de laboratorio

Luego de escoger esta opción se obtiene un ventana que responde a la escogencia de filtrado según el parámetro deseado. La Figura 25 muestra el filtrado según provincia escogiendo la provincia de Limón en el menú de la Figura 24.

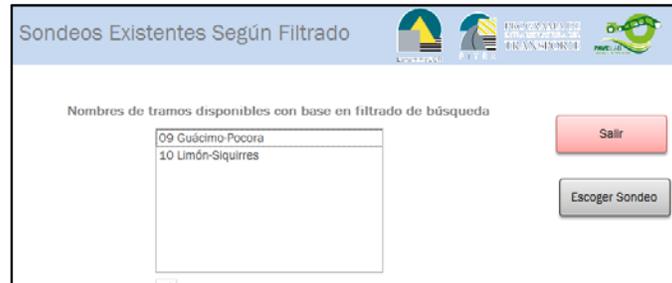


Figura 25. Menú según filtrado para resultados Detalles de Sondeo y Pruebas de Laboratorio para búsqueda avanzada

Se elige luego alguno de los tramos posteriores a la filtración y se da clic en “Salir” para volver al menú de búsqueda avanzada o en “Escoger Sondeo” para pasar a la siguiente pantalla de resultados.

Esta opción genera una pantalla similar a la mostrada en la Figura 3 con la diferencia de que ciertos botones de la sección 3 (tres) de dicha ventana desaparecen; de tal forma que se presentan datos generales de cada tramo de la forma mostrada en la figura a continuación.



Figura 26. Menú general de sondeo según búsqueda avanzada

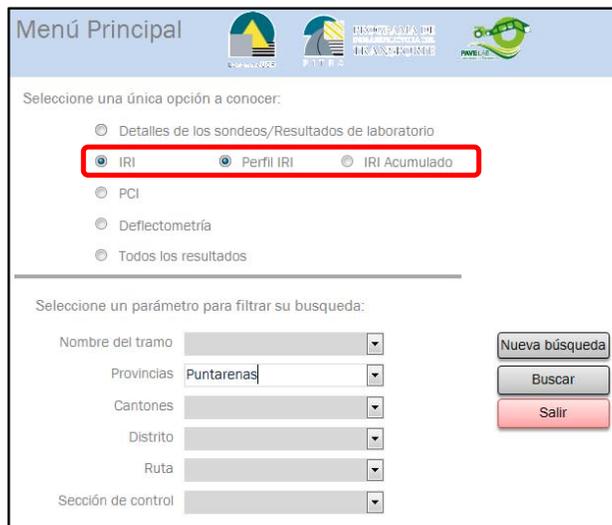
Se dispone también de un botón “Salir” para volver a la ventana previa y un botón “Exportar” para obtener la información presentada en un archivo de “Excel”. En cuanto al botón “Abrir capas del

tramo”, éste es análogo al botón “Detalles de capas” de la Figura 3 y se obtiene una ventana muy similar a la de la Figura 4 al presionarlo.

Las funciones de los botones mostrados en esta ventana son de conocimiento a este punto del manual. Se recomienda de igual forma revisar la sección 2.1 de este documento para una correcta comprensión.

### 3.2 IRI

La opción de IRI para la búsqueda avanzada (ver Figura 24) permite conocer el IRI asociado a un parámetro de búsqueda, como sección de control, cantón, provincia, entre otros. Al seleccionar esta opción aparecen dos sub-opciones más: desplegar un Perfil de IRI o resultados de IRI Acumulado, tal y como se muestra en la figura a continuación.



Menú Principal

Seleccione una única opción a conocer:

- Detalles de los sondeos/Resultados de laboratorio
- IRI
- Perfil IRI
- IRI Acumulado
- PCI
- Deflectometría
- Todos los resultados

Seleccione un parámetro para filtrar su búsqueda:

Nombre del tramo

Provincias

Cantones

Distrito

Ruta

Sección de control

Nueva búsqueda

Buscar

Salir

Figura 27. Opciones de resultado de IRI desplegadas al elegir la opción de este parámetro

Se explica a continuación detalles relacionados con ambas opciones.

#### 3.2.1 Perfil IRI

Al escoger la opción de Perfil de IRI, escoger un parámetro para filtrar la búsqueda y dar clic al botón de “Buscar” aparece un mensaje de instrucciones seguido de una ventana como la mostrada en la siguiente figura.



Figura 28. Menú de IRI simple según filtrado de búsqueda avanzada

Se muestran así los años de datos disponibles para cada tramo que cumple con las condiciones de filtrado planteadas. Esta ventana le permite escoger los años de los tramos que desee que aparezcan en el gráfico, al tener los años seleccionados, se procede a dar clic en “Generar Gráfico”. Se muestra entonces la pantalla ilustrada mediante la Figura 29 luego de un mensaje de espera mientras se genera el gráfico.

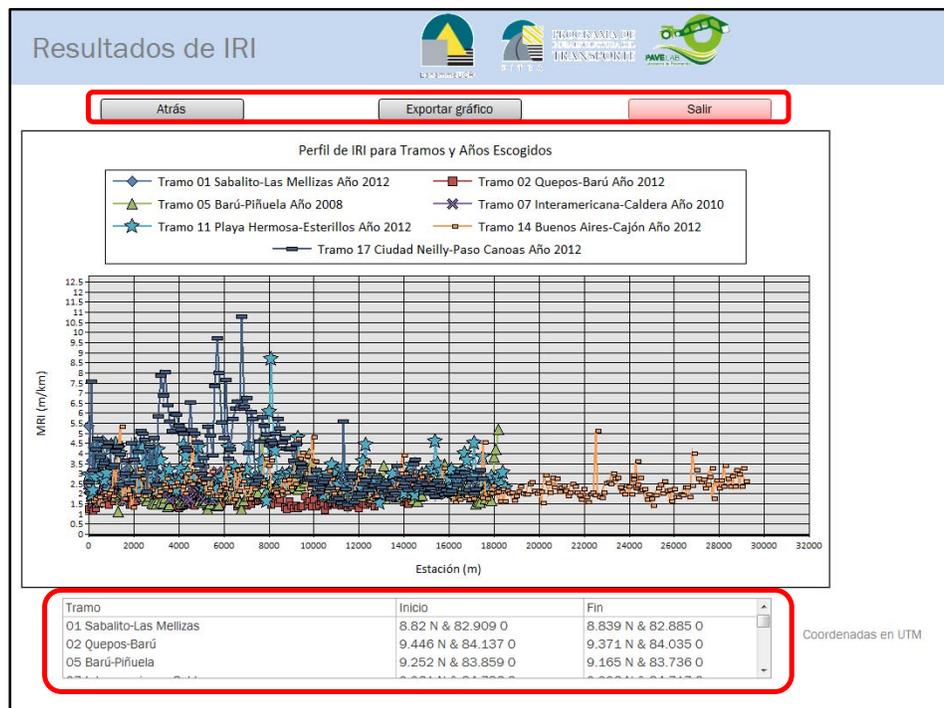


Figura 29. Resultados de IRI contra estación de medición para diversos años de diversos tramos elegidos mediante búsqueda avanzada

En la parte superior del gráfico, aparecen tres botones, la opción de “Atrás” permite volver a la ventana anterior, la opción de “Salir” permite volver al menú inicial y la opción de “Exportar gráfico”, permite exportar el gráfico mostrado y los datos de una forma ordenada a un documento Excel.

Por otro lado, en la parte inferior se encuentran características de ubicación geográfica de cada tramo presentado en el gráfico para tener una mejor relación de distancia analizada y ubicación en cada uno de ellos.

### 3.2.2 IRI Acumulado

El otro tipo de resultado de IRI a través de la ventana en la Figura 27 es el gráfico de frecuencias acumuladas de IRI. Escogiendo esta opción y dando clic en el botón “Buscar”, luego de un mensaje de instrucciones, se presenta una ventana de selección de años para diversos tramos que cumplen el parámetro de filtrado. Tal ventana es similar a la mostrada en la Figura 28 enfocada en resultados de IRI acumulado.

Al dar clic en el botón “Generar gráfico” de dicha ventana, luego de un mensaje de espera, se obtiene el gráfico en cuestión presentado en la figura siguiente y que presenta gran similitud al mostrado en la Figura 14. La diferencia entre ellos es que el gráfico generado en esta sección presenta resultados de varios años para varios tramos (aquellos que cumplieron con el parámetro de filtrado y fueron escogidos luego).

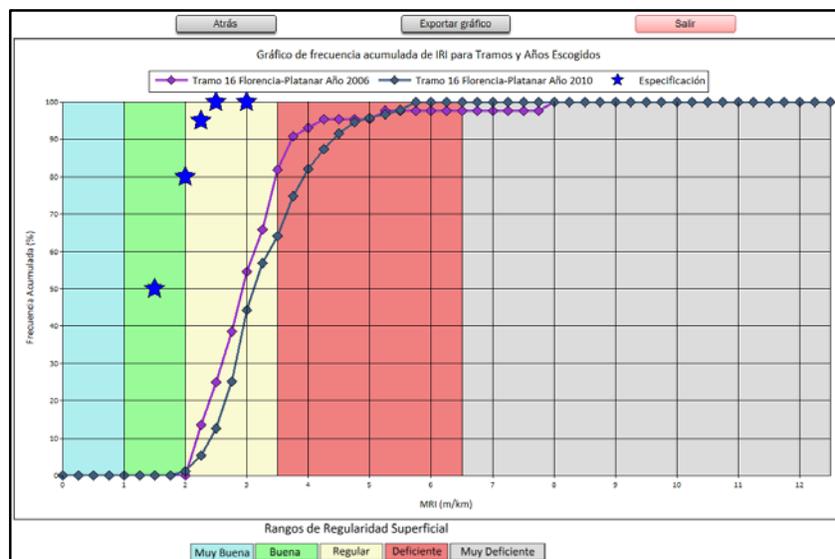


Figura 30. Resultados de IRI acumulados diversos años de diversos tramos elegidos mediante búsqueda avanzada

Este gráfico muestra la frecuencia acumulada en porcentaje contra el MRI, y una escala a colores, en la parte inferior, que categoriza los valores en muy buena, buena, regular, deficiente y muy deficiente. En la parte superior del gráfico se muestran tres opciones, el botón “Atrás” permite volver al menú de escogencia de años para crear un nuevo gráfico, el botón “Salir” permite volver al menú de búsqueda y el botón de “Exportar gráfico” permite exportar el gráfico y los datos a Excel.

### 3.3 PCI

Si se escoge la opción de PCI en el menú de búsqueda avanzada (Figura 24), se procede a filtrar la búsqueda y se clic en “Buscar” se obtiene un gráfico de los sondeos de PCI que cumplen con el filtrado en función de la fecha de realización del sondeo. Se puede observar tal gráfico a través de la Figura 31.

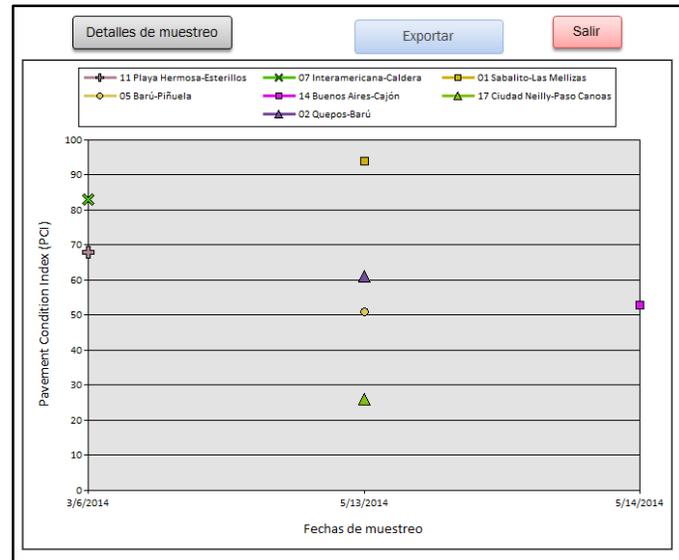


Figura 31. Gráfico parámetro PCI según fecha de muestreo para diversos tramos según opción de búsqueda avanzada

Este muestra los valores de PCI para los tramos escogidos. En la parte superior del gráfico aparecen dos botones, el primero es “Detalles de muestreo” que permite conocer los detalles de cálculos para obtener el valor del PCI para un tramo y el botón de “Salir” que permite volver al menú inicial. La opción “Exportar” permite obtener el gráfico y los datos respectivos en un archivo Excel.

Si se da clic a la opción de “Detalles de muestreo”, aparece la ventana en la siguiente figura que permite escoger el tramo para el cual desea obtener los detalles del parámetro de PCI.

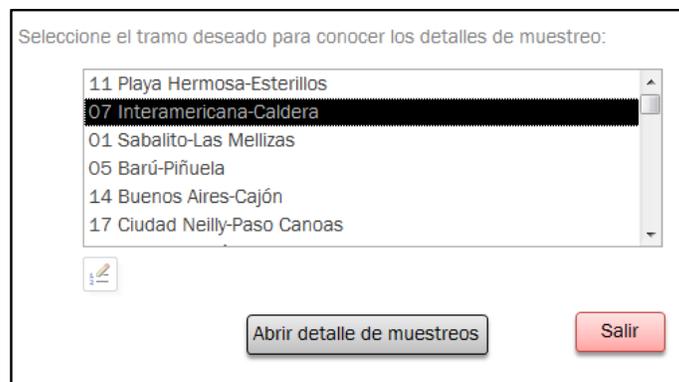


Figura 32. Selección de tramo para detalles de cálculo de PCI luego de búsqueda avanzada

El botón “Abrir detalles de muestreos” abrirá una pantalla muy similar a la de la Figura 23 en donde se detalla información necesaria para el cálculo de PCI. El botón “Salir” posibilita regresar a la ventana previa.

### 3.4 Deflectometría

En la ventana de Búsqueda Avanzada, al dar clic en la opción de resultados de deflectometría se mostrarán dos sub opciones posibles: deflectometría simple o promedio, tal y como es mostrado en la siguiente figura.



Figura 33. Opciones de resultados de deflectometría en ventana de búsqueda avanzada

Se explican entonces las dos alternativas mencionadas.

#### 3.4.1 Deflectometría Simple

Al elegir esta opción y dar clic en “Buscar” se dirige al usuario a un siguiente menú donde debe elegir entre otras opciones de deflectometría simple. Dicho menú se ilustra por medio de la siguiente figura. En resumen las sub opciones de deflectometría simple son: 1) deflectometría normalizada, 2) D1, D9 y temperatura contra estación y 3) otros parámetros de deflectometría

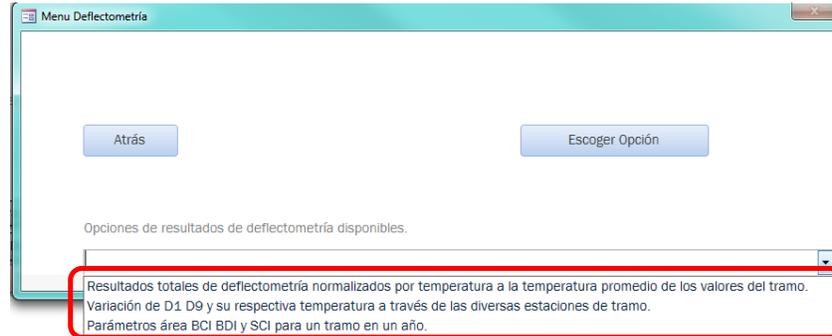


Figura 34. Opciones de resultados de deflectometría simple en búsqueda avanzada

A continuación se detalla cada una.

#### 3.4.1.1 Resultados totales de deflectometría normalizados por temperatura a la temperatura promedio de los valores del tramo

Al escoger esta opción en la ventana de la Figura 34 se presenta luego una ventana similar a la de la Figura 28 pero para resultados de deflectometría normalizada.

En tal ventana se escoge solo un año de los tramos que se muestran (tramos que cumplieron el parámetro de filtrado) para luego obtener un gráfico como el de la Figura 17 y que cumple todo lo planteado en la sección 2.3.1 la cual se recomienda revisar para un profundo entendimiento.

#### 3.4.1.2 Variación de D1, D9 y su respectiva temperatura a través de las diversas estaciones del tramo

Si se escoge esta opción en la ventana de la Figura 34 se dirige luego a una ventana similar a la de la Figura 28 pero para resultados de los valores D1, D9 y temperatura.

En tal ventana se escoge un único año de los tramos filtrados (tramos que cumplieron el parámetro de filtrado) para luego obtener un gráfico como el de la Figura 18 y que cumple todo lo planteado en la sección 2.3.2 la cual se recomienda revisar para mejor entendimiento.

#### 3.4.1.3 Parámetros área BCI BDI y SCI para un tramo en un año

Al escoger esta opción en la ventana de la Figura 34 se presenta luego una pantalla similar a la de la Figura 28 pero para resultados de los valores D1, D9 y temperatura.

En tal ventana se escoge un año de los tramos presentados (tramos que cumplieron el parámetro de filtrado) para luego obtener un gráfico como el de la Figura 21 y que cumple todo lo planteado en la sección 2.3.4 que se debe revisar para comprender mejor los diversos procedimientos que involucra.

### 3.4.2 Deflectometría Promedio

De vuelta a la ventana de la Figura 33, la otra opción para deflectometría disponible es la del promedio de los valores. Escogiendo tal tipo de resultado, filtrando la búsqueda y luego clicando en

“Buscar” se obtiene entonces una ventana similar a la Figura 17 Figura 28 donde se pueden escoger varios años de los tramos que cumplieron el filtrado establecido.

Si se da clic en el botón “Generar Gráfico”, luego de un mensaje de espera, se mostrará el gráfico de deflectometría promedio similar al de la Figura 20. Se recomienda entonces revisar la sección 2.3.3 para comprender todas las características de esta pantalla.

### 3.5 Todos los resultados

La opción de “Todos los resultados” disponible en la ventana de la Figura 24, presenta un formato similar a la de Búsqueda Simple mostrada a través de la Figura 3. Para esto, se escoge la opción “Todos los resultados” en la ventana de Búsqueda Avanzada, se filtra la búsqueda y se clic en “Buscar”.

Se crea así una ventana intermedia que presenta los tramos que cumplen con el parámetro de filtrado. Dicha pantalla de selección de tramo es de la forma de la Figura 25. Posterior a esto se clic en el botón “Escoger Sondeo”. Esto dirige al usuario a la ventana de la Figura 35 que como se dijo, es similar a la Figura 3 con la excepción de que los resultados mostrados son solo para el tramo elegido previamente.



Figura 35. Características Generales del tramo y botones de resultados según selección por búsqueda avanzada

Aparece así una ventana con los detalles del tramo y al lado derecho superior, botones con los diferentes resultados. La funcionalidad de estos botones se encuentra explicada en las secciones 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5 del presente manual las cuales se recomienda revisar con detalle.

#### 4. Generación de Reportes

El tercer módulo del cual dispone la base de datos está enfocado en la generación de informes resumen sobre variedad de resultados disponibles para un tramo elegido y que es presentado en un formato de documento digital muy amigable con el usuario.

Para ingresar a esta opción se da clic en el botón “Generar reporte” en la ventana general de la Figura 2. Allí se encontrará el menú mostrado en la Figura 36 el cual posee tres partes principales marcadas en ella.

La parte uno (1) de dicho menú permite la selección del tramo deseado por medio de una barra de desplazamiento que muestra todos los sondeos disponibles. La sección dos (2) presenta los resultados posibles a incluir en el gráfico.

Las opciones en gris y letra más pequeña son los resultados más simples que están incluidos en grupos mayores. Las opciones en rojo y de letra de mayor tamaño son de mayor jerarquía respecto a las opciones anteriores, clicar en ellas hará que se marquen o desmarquen todas las subcategorías incluidas en ellas.

De igual forma, las opciones de color azul son las de mayor jerarquía y elegirla marcará todas las subopciones en ellas incluidas.

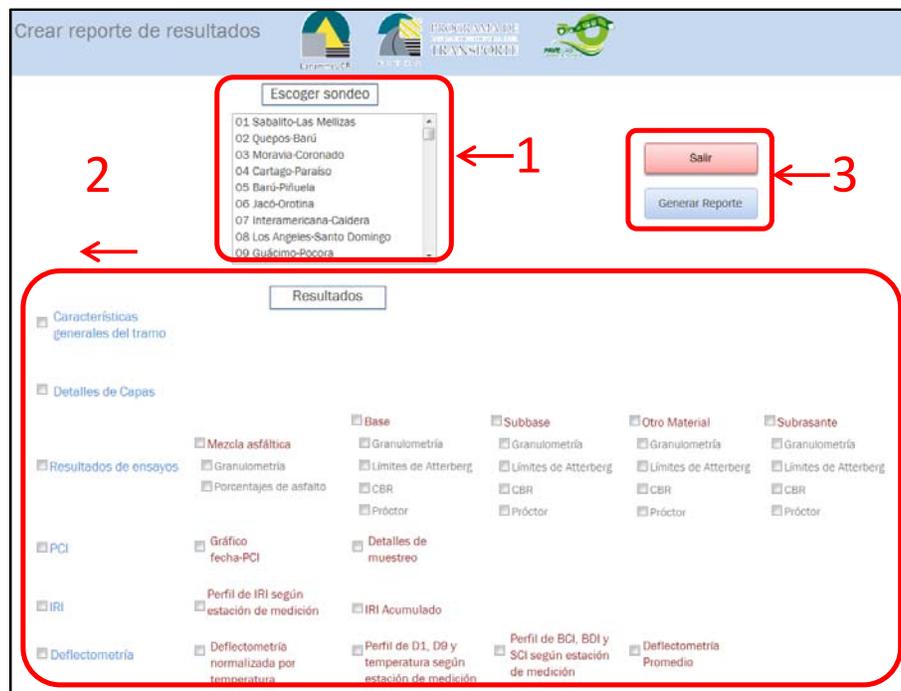
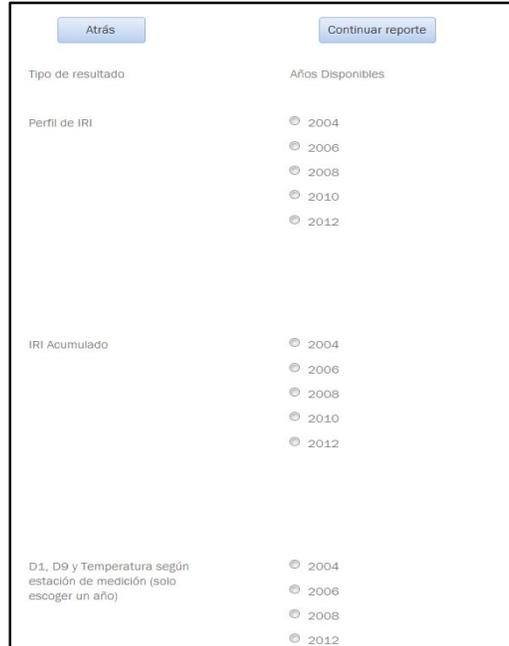


Figura 36. Menú para generación de reportes de resultados

Por último, la sección tres (3) del menú muestra botones para la generación del reporte o para volver al menú general de la base de datos en la Figura 2.

Debido a que los resultados de IRI y deflectometría dependen del año de obtención de los datos, el programa, al elegir estos tipos de resultados para informe, redirige al usuario a una pantalla donde debe elegir el año u años deseados según cada resultado. Se muestra a través de la siguiente figura un ejemplo de la pantalla mencionada.



Tipo de resultado	Años Disponibles
Perfil de IRI	<input type="radio"/> 2004 <input type="radio"/> 2006 <input type="radio"/> 2008 <input type="radio"/> 2010 <input type="radio"/> 2012
IRI Acumulado	<input type="radio"/> 2004 <input type="radio"/> 2006 <input type="radio"/> 2008 <input type="radio"/> 2010 <input type="radio"/> 2012
D1, D9 y Temperatura según estación de medición (solo escoger un año)	<input type="radio"/> 2004 <input type="radio"/> 2006 <input type="radio"/> 2008 <input type="radio"/> 2012

Figura 37. Menú de selección de años para resultados de IRI y deflectometría en generación de reportes

Se observa que según el resultado considerado, se muestran los años de datos disponibles. Al estar conforme con la selección se debe dar clic en el botón “Continuar reporte” para terminar la generación de éste o clic en “Atrás” para volver al menú principal de reportes.

Si se continúa con la creación del reporte, el siguiente paso será indicar al programa la carpeta para guardarlo. Lo anterior se realiza por medio de la ventana ilustrada en la Figura 38. Se elige entonces una carpeta en la sección izquierda o superior de la venta para luego clicar en “Seleccionar Carpeta” o en “Cancel” según la acción deseada.

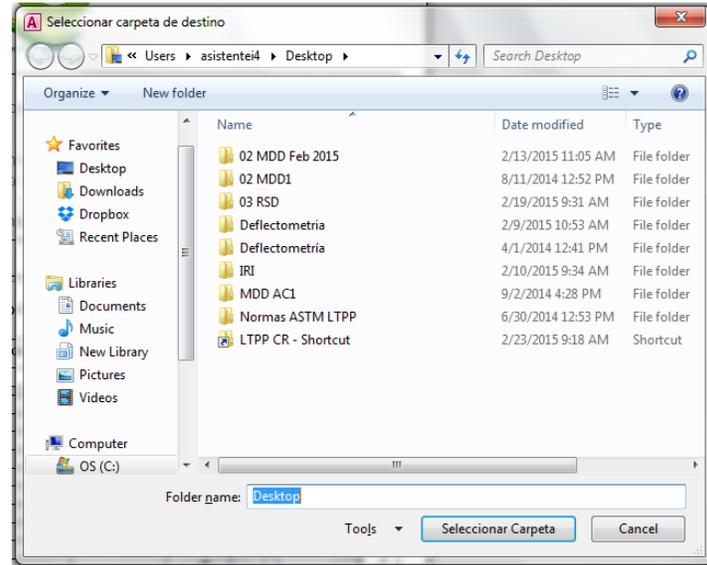


Figura 38. Ventana de selección de carpeta para guardado de reporte

Si no fue elegida la opción de resultados de IRI o deflectometría en la ventana de la Figura 36, el programa saltará la pantalla de la Figura 37 y presentará directamente la ventana anterior.

Posterior a esto, el último paso consiste en dotar de un nombre al archivo a generar. Para esto la base de datos muestra la ventana de la figura a continuación; en ella se pide al usuario escribir un nombre para el reporte.

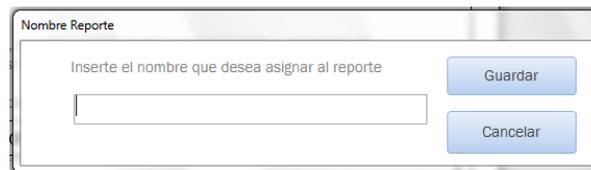
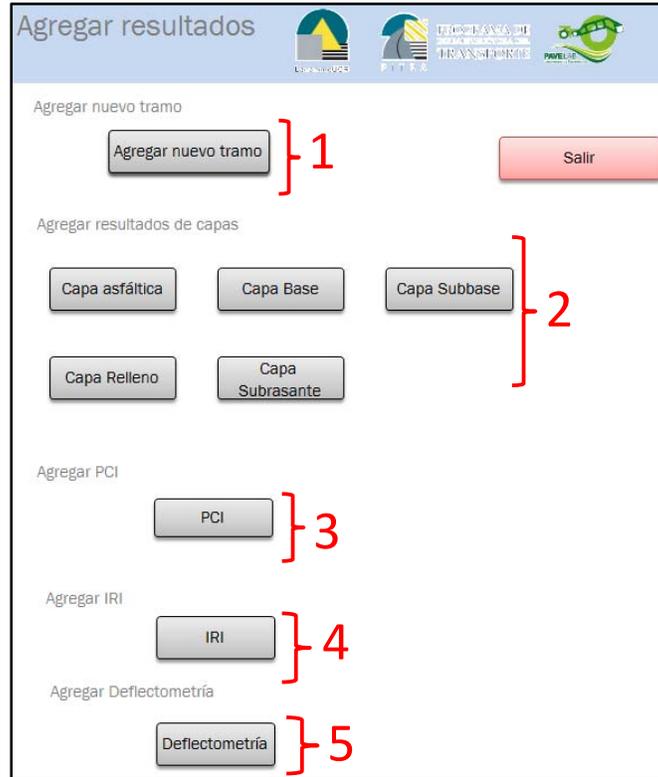


Figura 39. Ventana de asignación de nombre a reporte a generar

El usuario puede entonces dar clic en “Guardar” para terminar la generación del reporte o en “Cancelar” para volver al menú principal de reportes.

## 5. Agregar resultados

Esta opción del menú principal en la Figura 2 permite agregar nuevos datos según los cinco tipos de resultados disponibles. Se ilustra mediante la siguiente figura el menú para agregar resultados ordenado en los cinco resultados mencionados. Se explicará cada una de estas opciones de adición de datos.



The screenshot shows a web interface titled "Agregar resultados" with a light blue header. Below the header are logos for Universidad de Costa Rica, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, and the Instituto Tecnológico de Costa Rica. The main content area is divided into five sections, each with a button and a red bracketed number:

- Agregar nuevo tramo:** A button labeled "Agregar nuevo tramo" with a red bracket and the number "1" to its right.
- Agregar resultados de capas:** A group of five buttons: "Capa asfáltica", "Capa Base", "Capa Subbase", "Capa Relleno", and "Capa Subrasante". A red bracket and the number "2" are to the right of the "Capa Subbase" button.
- Agregar PCI:** A button labeled "PCI" with a red bracket and the number "3" to its right.
- Agregar IRI:** A button labeled "IRI" with a red bracket and the number "4" to its right.
- Agregar Deflectometría:** A button labeled "Deflectometría" with a red bracket and the number "5" to its right.

In the top right corner of the main content area, there is a red button labeled "Salir".

Figura 40. Menú de adición de resultados a la base de datos

Es importante indicar que este módulo de la base de datos está disponible únicamente para los funcionarios del LanammeUCR o en su defecto, para aquellas personas que bajo autorización pertinente de éstos, hagan uso de esta posibilidad.

### 5.1 Agregar nuevo tramo

Esta opción permite agregar un nuevo tramo junto con diversas características en términos de ubicación, infraestructura existente, clima y otros. Se muestra en la figura a continuación la ventana de entrada de datos para un tramo nuevo.



Figura 41. Pantalla de adición de datos para nuevo tramo

En la esquina superior derecha se muestran tres botones, el botón de “Salir”, dirige al usuario al menú principal para agregar resultados. El botón de “Deshacer” permite eliminar el archivo que se está creando y el botón de “Guardar”, guarda el tramo creado con las características introducidas.

## 5.2 Agregar resultados de capas

Esta opción permite agregar datos de resultados de laboratorio según la capa de pavimento en cuestión; es así como se presenta un botón para cada capa que se desee ingresar. Se explicarán las opciones de Capa Asfáltica y Capa Base. El resto de opciones resultan ser de gran similitud con la opción de Capa Base, de modo que resulta reiterativo explicarlas.

### 5.2.1 Capa Asfáltica

Se muestra en la siguiente figura la ventana de entrada de estos datos.

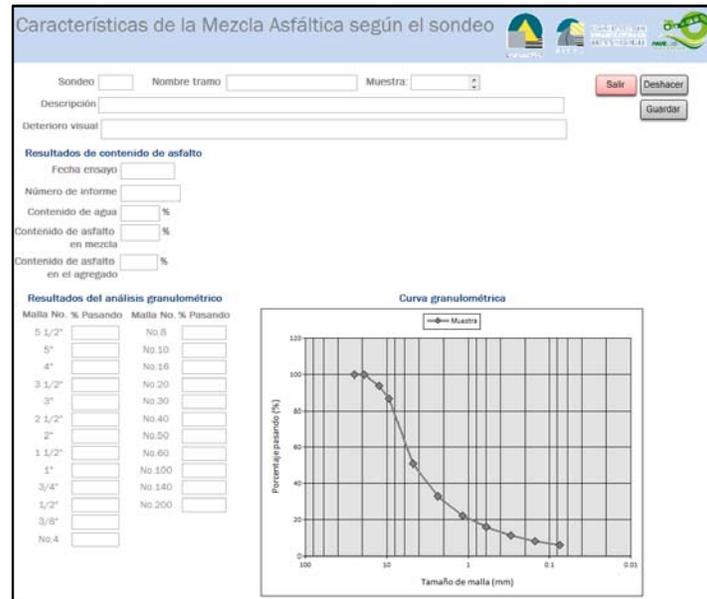


Figura 42. Pantalla de entrada de datos para capa asfáltica

Los datos a ingresar incluyen resultados de contenido de asfalto y de granulometría de ensayos obtenidos por LanammeUCR. Debe indicarse para qué tramo se agrega la capa asfáltica.

Si el usuario está seguro de los datos a ingresar, al dar clic en “Guardar” creará una capa asfáltica para el tramo ingresado. En caso de cometer algún error, “Deshacer” permite volver a ingresar datos. Por último, el botón “Salir” permite volver al menú principal de agregar resultados.

### 5.2.2 Capa Base

La opción de capa base redirige al usuario a la ventana de la siguiente figura para inserción de datos.

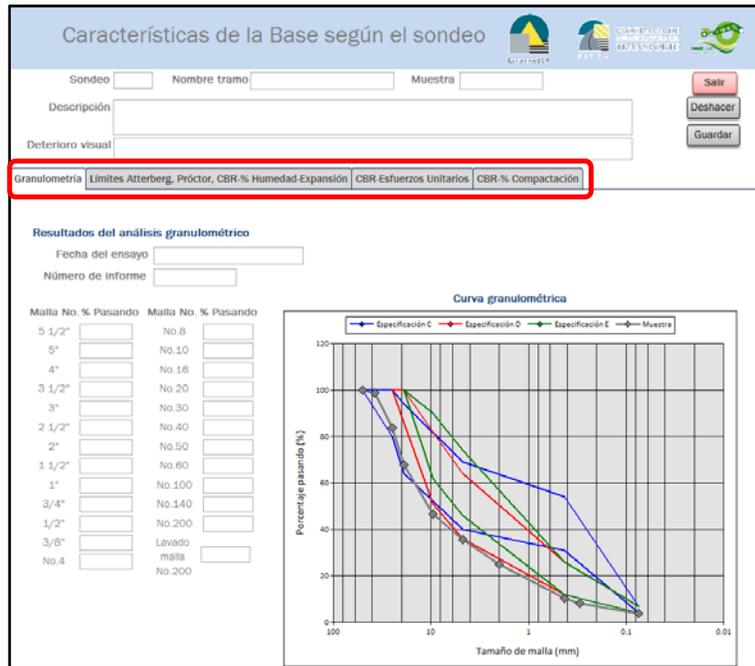


Figura 43. Pantalla para agregar datos de capa base

Se observa que existen espacios de adición de datos según el tipo de resultado. Es importante recordar que el usuario debe moverse a través de las pestañas encerradas en la figura anterior. En cada una de ellas, existen espacios de entrada de datos. Debe indicarse para qué tramo se agrega la capa base además de números de muestra asignados por LanammeUCR.

Si el usuario está seguro de los datos a ingresar, al dar clic en “Guardar” creará una capa base nueva para el tramo ingresado con los respectivos resultados de ensayos. En caso de cometer algún error, “Deshacer” permite volver a ingresar datos. Por último, el botón “Salir” permite volver al menú principal de agregar resultados.

### 5.3 Agregar PCI

La opción de agregar resultados de PCI, le permite agregar la hoja de cálculo obtenida en campo y, a partir de esta, calcular el valor correspondiente de PCI de la unidad de muestra y guardar tales resultados como parte de la base de datos y que puedan ser desplegados luego a través de las diversas formas ya explicadas.

La ventana de la figura a continuación muestra la forma de ingreso de nuevos daos de PCI para un tramo en particular.



Cálculos del PCI para pavimentos (Pavement Condition Index)

**Descripción del tramo**

Sondeo: 0 Fecha de realización: Sección: Tipo de pavimento:

Unidad de Muestra: Área de muestra (m2): Longitud de la muestra (m):

Ancho del carril (m): Ancho del espaldón (m):

**Tipos de deterioros**

**Pavimento Flexible:**

1. Cuero de lagarto
2. Exudación
3. Grietas en bloque
4. Hundimiento
5. Corrugación
6. Depresión
7. Grieta de borde
8. Reflejo de grieta en junta
9. Diferencia de elevaciones entre el pavimento y el espacio
10. Grietas longitudinales y transversales
11. Parches
12. Pulimento de agregado
13. Huecos (Cuero de lagarto)
14. Cruce de línea férrea
15. Ahuecamiento
16. Desplazamiento longitudinal de la superficie del pavimento
17. Grietas en arco
18. Hincamiento
19. Desprendimiento de agregado/ Ravelling
20. Desprendimiento de agregado/ Weathering

**Pavimento Rígido:**

21. Voladura (Blow up)
22. Grieta de Espina
23. Losa Dividida
24. Escalonamiento entre calzada y espaldón
25. Escalonamiento entre calzada y juntas
26. Daño en seto de junta
27. Grieta de borde
28. Agrietamiento Lineal
29. Parches (Grandes)
30. Parches (Pequeños)
31. Pulimento de agregado
32. Desprendimiento de Agregados
33. Bombeo
34. Punchout
35. Grietas en Malla o Resquebrajadura
37. Grietas por contracción
38. Fractura de Esquina
39. Fractura de Junta

**Cálculo del PCI**

Tipo de deterioro	Tipo de severidad	Severidad	Cantidad					Total	Densidad (%)	Valor Deducido
-	-	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0
-	-	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0
-	-	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0
-	-	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0
-	-	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0
-	-	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0
-	-	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0

**Resultados del PCI**

Excellente: 90-100, Bueno: 80-89, Regular: 70-79, Malo: 60-69, Muy Malo: 50-59, Deficiente: 40-49, Rango: PCI de la Unidad de Muestra: 0

Figura 44. Pantalla de ingreso de datos de PCI

En la figura anterior, se muestra dos apartados para rellenar, el señalado con el número uno (1), corresponde a datos del tramo y de la unidad de muestra. El apartado mostrado con el número dos (2), corresponde a los deterioros vistos en campo, con la severidad y la cantidad de estos.

Luego de estar seguro sobre los datos ingresados, el botón “Calcular” permite obtener el valor de PCI según los deterioros ingresados para dicho tramo. Es posible también por medio del botón “Agregar nuevo”, crear nuevos resultados de PCI a través de lo calculado y agregarlo a la base de datos para uso posterior en ésta.

Para finalizar por medio del botón “Salir” se puede volver al menú de adición de resultados.

### 5.4 Agregar IRI

La cuarta opción para agregar resultados mostrada en la Figura 40 permite incluir nuevos datos de IRI en la base de datos.

La base utiliza datos anuales producidos por la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial del PITRA en LanammeUCR. Por defecto la base cuenta con los datos de los años 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012.

Es entonces cómo este tipo de resultado no es ingresado de forma individual para cada tramo, sino que se ingresan archivos en formato Excel (.xlsx) que incluyen datos anuales de IRI.

Al dar clic en “IRI” en la ventana de la Figura 40 se presentan instrucciones para ingreso de un nuevo. Básicamente se deben cumplir condiciones de formato en cuanto a nombres de columnas, orden y nombre de archivo.

Las condiciones de formato mencionadas son:

- Un nombre de la forma: IRI, luego añadir un espacio y añadir el año (e.g.: IRI 2010).
- Antes de ingresar el archivo primero ordene los datos de menor a mayor con base en la columna de Estación Inicial. Luego ordene los datos de menor a mayor con base en la columna de Sección de Control.
- La columna referente a valor de IRI Promedio debe tener el nombre: IRI\_PROM. De igual forma, la columna de estaciones iniciales de medición debe tener el nombre: EST\_INI. Y la columna de Sección de Control debe tener el nombre: SECCION.

Se pregunta luego al usuario si considera que el archivo que ingresará cumple con el formato. En caso de responder negativamente, se dirige a éste al menú de adición de datos. Si la respuesta es positiva, se presenta la pantalla mostrada en la siguiente figura para escogencia del archivo.

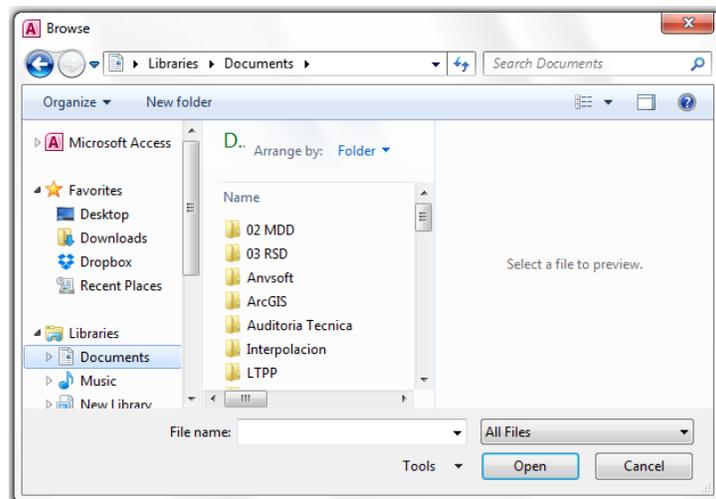


Figura 45. Selección de archivo para ingreso de datos de IRI

En caso de que el archivo ya haya sido ingresado o no cuente con el formato mencionado, el usuario recibe un mensaje indicando lo anterior y el archivo no es ingresado. En caso de sí cumplir con los requisitos, el archivo formará parte de los datos disponibles en el programa y esto es indicado al usuario.

### 5.5 Agregar Deflectometría

La última opción para agregar resultados mostrada en la Figura 40 permite incluir nuevos datos de deflectometría en la base de datos.

La base utiliza datos anuales producidos por la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial del PITRA en LanammeUCR. Por defecto la base cuenta con los datos de los años 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012.

Es entonces cómo este tipo de resultado no es ingresado de forma individual para cada tramo sino que se ingresan archivos en formato Excel (.xlsx) que incluyen datos anuales de deflectometría.

Al dar clic en “Deflectometría” en la ventana de la Figura 40 se presentan instrucciones para ingreso de un nuevo. Básicamente se deben cumplir condiciones de formato en cuanto a nombres de columnas, orden y nombre de archivo.

Las condiciones de formato mencionadas son:

- Un nombre de la forma: FWD, añadir un guión bajo y luego añadir el año (e.g.: FWD\_2010).
- Antes de ingresar el archivo primero ordene los datos de menor a mayor con base en la columna de Estación. Luego realice lo mismo con base en la columna de Sección de Control. Luego ordénelos según la columna Ruta.
- La columna referente a valor de deflectometría medido debe tener el nombre de cada sensor de la forma: SENSOR, añadir un cero y luego el número de sensor (e.g.: SENSOR05). La columna de secciones de control debe tener el nombre: SECCION. Y la columna de temperatura de pavimento debe poseer el nombre TEMPPAV. La columna de estación inicial de medición debe tener el nombre EST\_INI

Se pregunta luego al usuario si considera que el archivo que ingresará cumple con el formato. En caso de responder negativamente, se dirige a éste al menú de adición de datos. Si la respuesta es positiva se presenta una pantalla similar a la mostrada en la Figura 45 con el objetivo de elegir el archivo deseado.

En caso de que el archivo ya haya sido ingresado o no cuente con el formato mencionado, el usuario recibe un mensaje indicando lo anterior y el archivo no es ingresado. En caso de sí cumplir con los requisitos, el archivo formará parte de los datos disponibles en el programa y se indica al usuario que el archivo ya ingresó.