

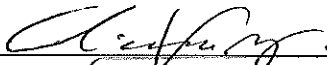
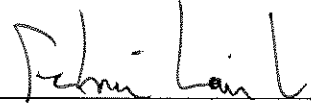


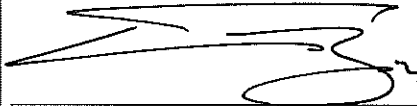

## Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-UMP-007-P

# **APLICACIÓN DEL USO DE TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES EN MEZCLAS ASFÁLTICAS DE COSTA RICA**

Preparado por:  
**Unidad de Materiales y Pavimentos**

San José, Costa Rica  
Marzo, 2013

<b>1. Informe</b> LM-PI-UMP-007-P		<b>2. Copia No.</b> 1
<b>3. Título y subtítulo:</b> APLICACIÓN DEL USO DE TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES EN MEZCLAS ASFÁLTICAS DE COSTA RICA		<b>4. Fecha del Informe</b>
<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>La aplicación de tecnologías sostenibles para la producción de mezclas asfálticas se ha utilizado con éxito en Estados Unidos y Europa, pero a pesar de los numerosos beneficios en materia económica y ambiental, no han sido implementadas de manera regular en Costa Rica. Esto se debe a que en gran parte se desconoce el efecto que estas prácticas, relativamente recientes, puedan tener en el desempeño de los pavimentos asfálticos sometidos a las condiciones típicas del país. El objetivo de este proyecto es evaluar dos tipos de tecnologías sostenibles (mezclas asfálticas tibias y pavimentos asfálticos reciclados) con el fin de promover la conservación de recursos naturales, reducción de contaminación y disminución de costos asociados con la producción de mezclas asfálticas, aspectos que en investigaciones alrededor del mundo se han comprobado gracias a dichas tecnologías. Para lograr dicho objetivo, el Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR) realizará una extensiva evaluación tanto a nivel de laboratorio como a escala natural de mezclas asfálticas producidas con tecnologías sostenibles. Esta evaluación incluirá desde pruebas a escala nano de los materiales que componen las mezclas asfálticas, hasta ensayos de pavimentos bajo cargas a escala natural. Con ello será posible determinar si las mezclas asfálticas producidas con dichas tecnologías pueden ser utilizadas en obras de la red vial nacional con un desempeño similar o mejor al de las mezclas que se utilizan típicamente en la actualidad.</i>		
<b>10. Palabras clave</b> Pavimentos sostenibles, mezclas asfálticas tibias, pavimentos asfálticos reciclados, nano cal	<b>11. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>12. Núm. de páginas</b> 31
<b>13. Preparado por:</b>		
Ing. Adriana Vargas Nordbeck, Ph.D. Investigadora UMP 	Ing. Fabricio Leiva Villacorta, Ph.D. Investigador UMP 	Ing. José Pablo Aguilar Moya, Ph.D. Coordinador UMP 
Fecha: 13 / 03 / 13	Fecha: 13 / 03 / 13	Fecha: 13 / 03 / 13
<b>15. Aprobado por:</b>		
	Ing. Guillermo Loria Salazar, Ph.D. Coordinador General PITRA 	<b>15. Visto Bueno:</b> Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc. Director LanammeUCR 
	Fecha: 13 / 03 / 13	Fecha: 13 / 03 / 13

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>SECCIÓN A: LA PROPUESTA.....</b>	<b>5</b>
1. NOMBRE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	5
2. PALABRAS CLAVE .....	5
3. RESUMEN.....	5
4. DURACIÓN DEL PROYECTO .....	5
5. JUSTIFICACIÓN.....	5
6. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS .....	8
7. APLICACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO .....	8
8. RESULTADOS O PRODUCTOS.....	9
9. TRANSFERENCIA DE RESULTADOS.....	9
10. METODOLOGÍA.....	9
11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	14
12. PRESUPUESTO POR PARTIDA.....	15
13. JUSTIFICACIÓN DE LAS PARTIDAS SOLICITADAS.....	15
14. CONTRAPARTIDA .....	19
15. ORGANIZACIÓN DE TAREAS.....	19
16. IMPACTO AMBIENTAL .....	21
<b>SECCIÓN B: DATOS GENERALES DE LA ENTIDAD SOLICITANTE. ...</b>	<b>21</b>
1. DATOS DE IDENTIFICACIÓN .....	21
2. LOCALIZACIÓN .....	22
<b>SECCIÓN C: SOBRE EL INVESTIGADOR PRINCIPAL. ....</b>	<b>22</b>
1. GRADO ACADÉMICO.....	22
2. TRAYECTORIA DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL Y APOORTE A LA CIENCIA RELACIONADO AL TEMA DE LA PROPUESTA .....	22
3. DETALLE DE PUBLICACIONES CIENTÍFICAS NACIONALES E INTERNACIONALES .....	25

4. EXPERIENCIA EN INVESTIGACIÓN.....26

**SECCIÓN D: SOBRE EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN.....27**

1. PROGRAMA O LÍNEA DE INVESTIGACIÓN..... 27

2. DETALLE DE INVESTIGADORES ASOCIADOS..... 29

3. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS DISPONIBLES ..... 30

REFERENCIAS .....32

## **SECCIÓN A: LA PROPUESTA.**

### **1. NOMBRE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Aplicación del uso de tecnologías sostenibles en mezclas asfálticas de Costa Rica

### **2. PALABRAS CLAVE**

Pavimentos sostenibles, mezclas asfálticas tibias, pavimentos asfálticos reciclados, nano cal.

### **3. RESUMEN**

La aplicación de tecnologías sostenibles para la producción de mezclas asfálticas se ha utilizado con éxito en Estados Unidos y Europa, pero a pesar de los numerosos beneficios en materia económica y ambiental, no han sido implementadas de manera regular en Costa Rica. Esto se debe a que en gran parte se desconoce el efecto que estas prácticas, relativamente recientes, puedan tener en el desempeño de los pavimentos asfálticos sometidos a las condiciones típicas del país. El objetivo de este proyecto es evaluar dos tipos de tecnologías sostenibles (mezclas asfálticas tibias y pavimentos asfálticos reciclados) con el fin de promover la conservación de recursos naturales, reducción de contaminación y disminución de costos asociados con la producción de mezclas asfálticas, aspectos que en investigaciones alrededor del mundo se han comprobado gracias a dichas tecnologías. Para lograr dicho objetivo, el Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR) realizará una extensiva evaluación tanto a nivel de laboratorio como a escala natural de mezclas asfálticas producidas con tecnologías sostenibles. Esta evaluación incluirá desde pruebas a escala nano de los materiales que componen las mezclas asfálticas, hasta ensayos de pavimentos bajo cargas a escala natural. Con ello será posible determinar si las mezclas asfálticas producidas con las dichas tecnologías pueden ser utilizadas en obras de la red vial nacional con un desempeño similar o mejor al de las mezclas que se utilizan típicamente en la actualidad.

### **4. DURACIÓN DEL PROYECTO**

La duración del proyecto será de 36 meses.

### **5. JUSTIFICACIÓN**

Por décadas, la industria del asfalto se ha preocupado por desarrollar e implementar tecnologías sostenibles para la construcción de pavimentos. Un pavimento sostenible es aquel que satisface las necesidades de transporte actuales de manera segura, eficiente y en armonía con el ambiente sin comprometer la habilidad para satisfacer dichas necesidades en el futuro (1). En Estados Unidos y Europa, las tecnologías sostenibles aplicadas a los pavimentos asfálticos se han

Informe LM-PI-UMP-007-P	Fecha de emisión: 13 de Marzo de 2013	Página 5 de 32
-------------------------	---------------------------------------	----------------

concentrado en reducir la contaminación y el consumo de recursos naturales por medio de prácticas de reciclaje, así como el uso de mezclas asfálticas tibias. Sin embargo, en Costa Rica dichas tecnologías no son de uso regular y se desconoce en gran parte la efectividad de la aplicación de estas prácticas para las condiciones locales del país.

A continuación se describen dos de las principales tecnologías sostenibles usadas en pavimentos asfálticos: las mezclas asfálticas tibias y el reciclaje de pavimentos asfálticos.

### **Mezclas Asfálticas Tibias**

Las mezclas asfálticas tibias se refieren a mezclas que usan tecnologías para permitir una reducción en las temperaturas a las cuales estas son producidas y colocadas. Mientras las mezclas asfálticas en caliente se producen en un rango de 140 a 170 °C, las mezclas tibias pueden producirse entre los 105 y 135 °C. Esta reducción de temperatura permite una serie de beneficios económicos y ambientales, como el ahorro en el consumo de energía requerida y la disminución de emisiones producidas.

El uso de combustibles fósiles requerido para generar el calor necesario para producir mezclas asfálticas resulta además en la producción de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (2) los cuales reducen la calidad del aire, representan un peligro para la salud y contribuyen al calentamiento global. Mediante el uso de mezclas tibias se ha logrado reducir la emisión de estos gases en hasta un 70% (3). Por otra parte, al reducirse la temperatura requerida para producir las mezclas tibias, el consumo de energía es también menor (generalmente entre 20 y 35% menos que las mezclas en caliente) (3).

A estos beneficios se suman también ventajas constructivas como mayor trabajabilidad de la mezcla y mejor facilidad de compactación producto de una reducción en la viscosidad de la mezcla. Sin embargo, también existen posibles desventajas asociadas al uso de las mezclas tibias, ya que al reducirse la temperatura de producción podría aumentarse la susceptibilidad al daño por humedad y el potencial a la deformación permanente (4).

### **Reciclaje de Pavimentos Asfálticos**

Los materiales asfálticos removidos durante obras de rehabilitación o reconstrucción pueden usarse para producir pavimentos nuevos, ya que contienen ligante asfáltico y agregados que pueden ser reusados. El uso de pavimento asfáltico reciclado (RAP, por sus siglas en inglés) reduce los costos asociados con materiales y transporte, ya que se disminuye la necesidad de producir materia prima nueva, así como el acarreo de estos materiales desde la fuente hasta la planta de producción. El uso de RAP también conserva energía y recursos naturales, y disminuye la cantidad de desechos producidos.

Sin embargo, por tratarse de material que se ha encontrado en funcionamiento por años, al introducir RAP en una mezcla asfáltica la porción del ligante se encuentra “envejecida” lo cual aumenta la rigidez del asfalto, afectando la trabajabilidad y compactación de la mezcla, y a la vez, haciéndola más susceptible al agrietamiento por fatiga.

Aunque ambas tecnologías presentan posibles desventajas, existen medidas a través de las cuales pueden controlarse los aspectos negativos asociados con cada una de ellas. En el caso del potencial aumento en el daño por humedad de las mezclas tibias (el cual es crítico dadas las condiciones climatológicas de Costa Rica), es posible incorporar un agente antidesnudante que mejore la adhesión entre el ligante asfáltico y los agregados, aún cuando el contenido de humedad en las partículas sea alto.

Recientemente, investigadores han encontrado que la incorporación de nano partículas de cal en mezclas asfálticas puede aumentar significativamente la resistencia al daño por humedad (5). Esto resulta de particular interés para Costa Rica ya que la cal producida en el país, la cual se utiliza como agente antidesnudante, generalmente no cumple con los estándares internacionales para su utilización en mezclas asfálticas (6, 7). Reducir el tamaño de las partículas a la escala nano podría mejorar las propiedades de la cal para mitigar el daño por humedad y a la vez eliminar la necesidad de importar aditivos costosos del extranjero que cumplan con un propósito similar

En cuanto al aumento en la deformación permanente y agrietamiento por fatiga, principales modos de falla del pavimento asociado a las cargas vehiculares, la solución podría encontrarse en la combinación de mezclas tibias con pavimento asfáltico reciclado. Esta opción produciría un balance entre las dos tecnologías que resultaría beneficioso en dos formas: 1) la reducción en viscosidad debida a las mezclas tibias mejoraría la compactación y trabajabilidad de la mezcla resultante, y 2) la baja temperatura de producción de las mezclas tibias reduciría el envejecimiento del ligante debido al proceso de producción, lo cual compensaría la alta rigidez del ligante contenido en el RAP. Al mismo tiempo, se estarían obteniendo los beneficios mencionados anteriormente asociados con cada tecnología.

### **Situación Actual en Costa Rica**

Las tecnologías descritas previamente no son utilizadas en todo su potencial en Costa Rica. Actualmente no existen especificaciones técnicas para las mezclas tibias, y aunque si se permite el uso de RAP, en la práctica se utilizan porcentajes muy bajos de material reciclado. Esto se debe a la falta de experiencia con estas tecnologías y a que se desconoce el efecto que estas pueden tener en el desempeño de los pavimentos.

Por otra parte, actualmente existe una tendencia a nivel mundial a migrar de una metodología de diseño puramente empírica hacia un método mecanístico-empírico. Mientras que en el método empírico las relaciones entre los parámetros de diseño y los mecanismos de falla se obtienen por

medio de experiencia y experimentación o una combinación de ambos, el enfoque mecanístico-empírico busca relacionar el comportamiento de la estructura de pavimentos con elementos físicos, para lo cual es necesario conocer a fondo las propiedades de los materiales utilizados. Al introducirse nuevos materiales y tecnologías es de esperarse que se dé un cambio en las propiedades físicas de las mezclas lo cual a su vez podría tener un efecto significativo en el desempeño de los pavimentos. Para poder utilizar mezclas asfálticas que incorporen tecnologías sostenibles, es necesario conocer y entender su comportamiento bajo las condiciones esperadas para así desarrollar modelos de diseño que resulten en estructuras eficientes.

Este proyecto pretende evaluar el desempeño de mezclas asfálticas producidas con tecnologías sostenibles aplicándolas a las condiciones de Costa Rica con el fin de promover su uso y aumentar los beneficios económicos y ambientales que conlleva su implementación.

## 6. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

El objetivo principal de este proyecto es determinar la aplicabilidad de tecnologías sostenibles en mezclas asfálticas producidas en Costa Rica.

Objetivos específicos:

- Evaluar el desempeño de mezclas asfálticas con distintos contenidos de pavimento asfáltico reciclado (RAP).
- Comparar el desempeño de mezclas asfálticas calientes (tecnología tradicional) y mezclas asfálticas tibias.
- Evaluar el efecto de las nano partículas de cal en la resistencia al daño por humedad de las mezclas asfálticas en comparación con otros agentes antidesnudantes de uso común en Costa Rica.
- Determinar el efecto de la combinación de tecnologías sostenibles en mezclas asfálticas para las condiciones de Costa Rica.
- Generar una base de datos para el eventual desarrollo de una guía de diseño de pavimentos mecanística-empírica.

## 7. APLICACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

Con este proyecto se busca confirmar que las tecnologías sostenibles utilizadas en la producción de pavimentos asfálticos en otros países son aplicables a las condiciones de Costa Rica y pueden obtenerse beneficios ambientales y económicos similares sin que ello afecte el desempeño de los pavimentos.



Los principales beneficiados son la población general, ya que al aplicarse estas tecnologías se tendría una reducción de contaminación y menor consumo de energía y materia prima, lo cual resultaría en una mayor conservación ambiental y mejor calidad de vida de los ciudadanos del país. Además, al reducirse los costos asociados con la producción de mezclas asfálticas, el gobierno central, en la forma del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI), así como las Municipalidades podrían contar con más recursos para el mantenimiento y rehabilitación de la red vial nacional.

## 8. RESULTADOS O PRODUCTOS

Este proyecto posibilitará la generación de los siguientes productos:

- Desarrollo de nuevas especificaciones de materiales basadas tanto en resultados de laboratorio como en el desempeño real y aporte estructural de los materiales en campo.
- Metodología para el mejoramiento de las fuentes de cal de Costa Rica como agente antidesnudante en mezclas asfálticas
- Generación de resultados de desempeño que permitan el eventual desarrollo de una metodología de diseño mecánica-empírica de pavimentos, basándose en las condiciones de materiales, climáticas, de tráfico y constructivas reales de Costa Rica.
- Reducción de desechos sólidos y emisiones de gases, así como disminución de consumo de recursos naturales producto de la implementación de tecnologías sostenibles para la producción de pavimentos asfálticos.

## 9. TRANSFERENCIA DE RESULTADOS

Los resultados producidos mediante este proyecto se transmitirán a la comunidad científica y al público en general a través de la publicación de reportes técnicos, así como la presentación de resultados en foros de investigación y conferencias relacionadas con el tema de transportes e infraestructura vial, tanto a nivel nacional como internacional.

## 10. METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos definidos anteriormente, se evaluarán mezclas asfálticas con características similares a las producidas típicamente en el país, variando tres principales factores: temperatura de producción de la mezcla, contenido de material reciclado y tipo de agente antidesnudante. Cada factor tendrá distintos niveles, los cuales se aplicarán en todas las combinaciones posibles para poder determinar el efecto de la interacción de dichos factores. La Tabla 1 muestra la matriz de las mezclas incluidas en el diseño experimental.

Tabla 1. Combinaciones de Factores a Evaluar en las Mezclas Asfálticas

Temperatura de Producción	Porcentaje de RAP en la Mezcla	Tipo de Agente Antidesnudante
Caliente	0	Ninguno
Caliente	0	Cal
Caliente	0	Nano-cal
Caliente	0	Antistrip líquido
Caliente	10	Ninguno
Caliente	10	Cal
Caliente	10	Nano-cal
Caliente	10	Antistrip líquido
Caliente	20	Ninguno
Caliente	20	Cal
Caliente	20	Nano-cal
Caliente	20	Antistrip líquido
Caliente	30	Ninguno
Caliente	30	Cal
Caliente	30	Nano-cal
Caliente	30	Antistrip líquido
Tibia	0	Ninguno
Tibia	0	Cal
Tibia	0	Nano-cal
Tibia	0	Antistrip líquido
Tibia	10	Ninguno
Tibia	10	Cal
Tibia	10	Nano-cal
Tibia	10	Antistrip líquido
Tibia	20	Ninguno
Tibia	20	Cal
Tibia	20	Nano-cal
Tibia	20	Antistrip líquido
Tibia	30	Ninguno
Tibia	30	Cal
Tibia	30	Nano-cal
Tibia	30	Antistrip líquido

El estudio se realizará en dos fases, como lo muestra la Figura 1: una fase donde se evaluarán las propiedades físicas de las mezclas y su desempeño en laboratorio, y otra donde las mezclas que demuestren el mejor desempeño serán sometidas a pruebas a escala natural.

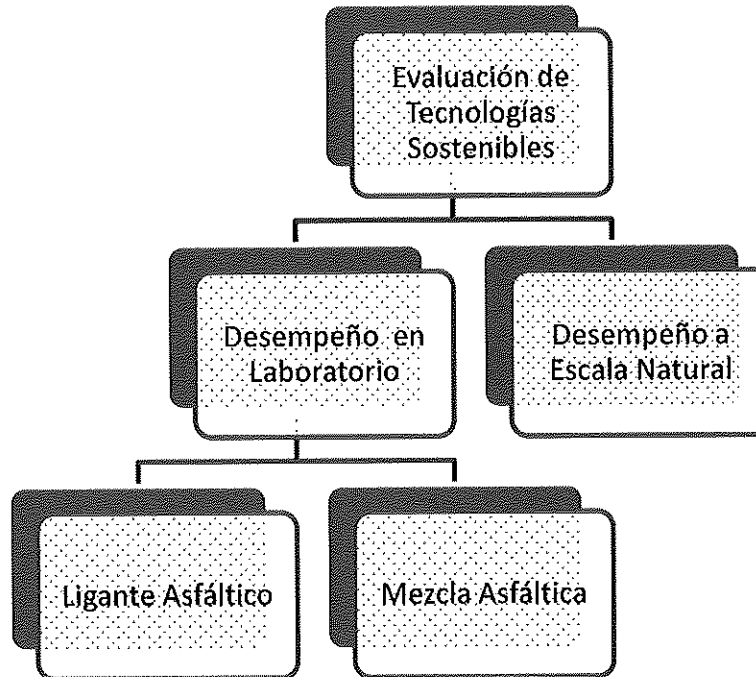


Figura 1. Esquema Experimental del Proyecto.

### 10.1 Fase I: Pruebas de Laboratorio

La Fase I incluirá como primera tarea el diseño de las mezclas asfálticas para asegurar que éstas cumplan con los requerimientos establecidos en el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010). En este proyecto se utilizará el método de diseño Superpave. Una vez concluido el proceso de diseño, se procederá a realizar una serie de ensayos tanto para el ligante como para la mezcla asfáltica, los cuales se describen a continuación.

#### *Evaluación del Ligante Asfáltico*

##### Viscosidad

La viscosidad del ligante asfáltico se evaluará por medio del viscosímetro rotacional para determinar las temperaturas de mezclado y compactación de la mezcla asfáltica en el laboratorio. La viscosidad es también un indicador de la trabajabilidad de la mezcla, propiedad que se espera sea influenciada por el uso de las tecnologías sostenibles incluidas en este estudio.

### Reómetro Dinámico de Corte (DSR)

El reómetro dinámico de corte se utilizará para caracterizar el comportamiento viscoelástico de los ligantes asfálticos a temperaturas de servicio altas e intermedias. Los parámetros reológicos medidos con el DSR permitirán determinar la resistencia de los ligantes a la deformación permanente y al agrietamiento por fatiga.

### Microscopio de Fuerza Atómica

El Microscopio de Fuerza Atómica es un instrumento que permite visualizar estructuras yacentes en superficies relativamente lisas, con resolución de tamaños que va desde los micrones hasta los nanómetros. Con él se podrá obtener información sobre estructura de las muestras de asfalto. La aplicación de tecnologías sostenibles así como la inclusión de agentes antidesnudantes podría producir cambios en la estructura del ligante asfáltico que afecten el desempeño de las mezclas.

### Medidor de Pruebas para Adherencia Neumático (PATTI)

Las propiedades de adherencia y cohesión de los ligantes asfálticos serán evaluadas por medio del medidor de pruebas para adherencia neumático (PATTI). Ello permitirá determinar el efecto de los agentes antidesnudantes incluidos en el proyecto y su interacción con las tecnologías sostenibles propuestas.

### *Evaluación de la Mezcla Asfáltica*

#### Módulo Dinámico

El comportamiento de la mezcla asfáltica con respecto a la temperatura y frecuencia de carga será evaluado mediante la prueba de módulo dinámico. Debido a la naturaleza viscoelástica del asfalto, es importante conocer las respuestas de dicho material bajo distintas condiciones de temperatura y frecuencia de carga, las cuales se relacionan directamente con el desempeño de las mezclas.

#### Rueda de Hamburgo

El ensayo de la Rueda de Hamburgo se utilizará para evaluar la resistencia de las mezclas a dos de los principales modos de falla: la deformación permanente (relacionada a cargas vehiculares) y el daño por humedad (relacionado a condiciones climatológicas). Este ensayo permitirá estudiar el efecto combinado de ambos mecanismos de falla, así como la influencia de las tecnologías sostenibles para dichos tipos de falla y la efectividad de los agentes antidesnudantes incluidos en el proyecto.

### Fatiga a Flexotracción

La resistencia de las mezclas al agrietamiento se determinará mediante el ensayo de fatiga a flexotracción. Dado que la aplicación de las tecnologías sostenibles puede afectar la rigidez de las mezclas asfálticas, el ensayo se utilizará para identificar cambios significativos en el potencial de las mezclas al agrietamiento por fatiga.

### **10.2 Fase II: Pruebas a Escala Natural**

Una vez concluida la Fase I será posible determinar cuáles de las mezclas exhibieron el mejor desempeño en el laboratorio. Estas mezclas serán seleccionadas para ser sometidas a un ensayo a escala natural utilizando el Simulador de Vehículos Pesados o HVS por sus siglas en inglés (Ver Figura 2). El HVS es un equipo que aplica cargas a escala natural de manera acelerada, simulando hasta 20 años de cargas vehiculares pesadas en períodos cortos de aproximadamente 3 meses. Este permitirá comparar el desempeño de las mezclas bajo condiciones similares a las que se espera que los pavimentos se encuentren una vez estando en servicio.

El LanammeUCR tiene en sus instalaciones (PaveLab) la capacidad de albergar hasta seis tramos experimentales para ser ensayados en serie con el HVS. Con este equipo pueden controlarse la cantidad y ubicación de las aplicaciones de carga, así como las condiciones de humedad de la estructura del pavimento para poder simular las condiciones propias del país de la manera más cercana posible. Cada tramo contará con instrumentación capaz de medir las deformaciones unitarias y presiones en el pavimento debido a cargas dinámicas, resultados que posteriormente podrán utilizarse para mejorar y calibrar modelos de respuesta y desempeño, y asociarlos con los criterios de diseño y/o métodos de ensayo de laboratorio.



Figura 2. HVS Mark VI PaveLab, LanammeUCR.

## 11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

La duración total del proyecto se estima para 36 meses y se espera iniciar en Agosto del presente año. El inicio y la duración del proyecto dependen directamente del aporte proveniente del fondo de incentivos. Sin el complemento proveniente de este fondo la duración del proyecto se extendería entre 1 a 2 años mientras se reorganiza y programa el presupuesto de la unidad encargada de investigación en carreteras del LanammeUCR para los siguientes 5 años. Adicionalmente se estaría retrasando el inicio del proyecto hasta principios del 2014. Por otro lado, dado el compromiso por adquirir con el Ministerio de Ciencia y Tecnología y el CONICIT y dado el aporte económico de los mismos, se facilita la adquisición de los equipos necesarios y la mano de obra para ejecutar este proyecto. La Tabla 2 muestra el cronograma de actividades estimado para este proyecto.

Tabla 2. Cronograma de actividades

1 <sup>er</sup> AÑO	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J
Caracterización de materiales	■	■										
Diseño Volumétrico mezclas RAP			■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Ensayos Laboratorio mezclas RAP					■	■	■	■	■	■	■	■
Reporte parcial/Publicación artículo											■	■
Gestión compra equipo mezclas espumadas	■	■	■	■	■							
2 <sup>do</sup> AÑO	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J
Diseño Volumétrico mezclas Tibias	■	■										
Taller Trasferencia Tecnológica				■	■	■	■	■	■	■	■	
Ensayos Laboratorio mezclas Tibias			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Presentación Internacional Artículo						■	■					
Reporte parcial/Publicación artículo											■	■
3 <sup>er</sup> AÑO	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J
Construcción Tramos Escala Natural	■	■										
Ensayos Escala Natural			■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Taller Trasferencia Tecnológica				■	■	■	■	■	■	■	■	
Presentación Internacional Artículo						■	■					
Reporte parcial/Publicación artículo								■	■	■	■	
Reporte Final											■	■
Presentaciones Industria y Ministerio												■

## 12. PRESUPUESTO POR PARTIDA

A continuación se presenta el presupuesto total y por partida de los costos directos del proyecto. El costo total del proyecto se estima en ₡ 191.193.750,00; con un aporte del LanammeUCR del 74,4% y un aporte del fondo de incentivos del restante 25.6%. La Tabla 3 muestra el desglose del presupuesto total por partida, mientras que la Tabla 4 muestra la distribución temporal del presupuesto solicitado al fondo de incentivos.

Tabla 3. Presupuesto total por partida

Cuentas	Contrapartida	Solicitado al fondo de incentivos
Remuneraciones Básicas	₡ 8.400.000,00	₡ 10.800.000,00
Servicios	₡ 85.026.250,00	₡ 12.680.000,00
Materiales y suministros	₡ 17.643.750,00	₡ 17.643.750,00
Bienes duraderos	₡ 31.200.000,00	₡ 7.800.000,00
<b>Total</b>	<b>₡ 142.270.000,00</b>	<b>₡ 48.923.750,00</b>

El presupuesto solicitado al fondo de incentivos para la partida Remuneraciones Básicas corresponde al 22,1% del total solicitado por debajo del 25,0% establecido en el cartel. Por otro lado, el presupuesto establecido para la partida Bienes Duraderos corresponde al 15,9% del total solicitado al fondo de incentivos y se encuentra por debajo del 25,0% establecido en el cartel.

Tabla 4. Rubros solicitados al fondo de incentivos por año

Cuentas	Año 1	Año 2	Año 3
Remuneraciones básicas	₡ 3.000.000,00	₡ 3.600.000,00	₡ 3.600.000,00
Servicios	₡ 5.000.000,00	₡ 2.400.000,00	₡ 5.280.000,00
Materiales y suministros	₡ 4.000.000,00	₡ 10.000.000,00	₡ 3.643.750,00
Bienes duraderos	₡ 7.800.000,00	-	-
<b>Total</b>	<b>₡ 20.400.000,00</b>	<b>₡ 16.000.000,00</b>	<b>₡ 12.523.750,00</b>

## 13. JUSTIFICACIÓN DE LAS PARTIDAS SOLICITADAS

### 13.1 Remuneraciones Básicas

Dentro de esta partida se incluye: *sueldos para cargos fijos* para un técnico de laboratorio que debe tener un grado de especialización avanzado en mantenimiento de equipo mecánico con componentes servo-hidráulicos. Este grado de especialización se necesitará en la etapa de ensayos acelerados a escala natural con el equipo Simulador de Carga Pesada (HVS por sus siglas en inglés).

Informe LM-PI-UMP-007-P	Fecha de emisión: 13 de Marzo de 2013	Página 15 de 32
-------------------------	---------------------------------------	-----------------

Adicionalmente, se incluye la cuenta *Jornales*, para asistentes (estudiantes de Ingeniería Civil) los cuales se pretende desarrollen tesis de licenciatura basados en diferentes tratamientos experimentales o etapas del proyecto. Los asistentes no solo estarán a cargo de realizar tareas de laboratorio pero también servirán de apoyo a los investigadores principales para el manejo de datos, análisis e interpretación de resultados. Los costos asociados a ésta y todas las partidas se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Desglose de costos por partida

Remuneraciones Básicas	Cantidad	Descripción	Costo Unitario	Unidad	Costo
Sueldos para cargos fijos	12	TECNICO (HVS)	∅ 700.000,00	mes	∅ 8.400.000,00
Jornales	72	Asistentes (2)	∅ 150.000,00	mes	∅ 10.800.000,00
SubTotal					∅ 19.200.000,00
<b>Servicios</b>					
Actividades de capacitación	4	Cursos de actualización	∅ 100.000,00	curso	∅ 400.000,00
Viáticos en el exterior	4	Presentación resultados	∅ 1.000.000,00	viaje	∅ 4.000.000,00
Servicios de Ingeniería	176	Construcción tramos HVS	∅ 30.000,00	m2	∅ 5.280.000,00
Servicios de ingeniería	1	Ensayos de laboratorio	∅ 88.026.250,00	global	∅ 88.026.250,00
SubTotal					∅ 97.706.250,00
<b>Materiales y suministros</b>					
Materia prima	1	Agregado, Asfalto Y Cal	∅ 1.187.500,00	global	∅ 1.187.500,00
Herramientas e Instrumentos	1	Instrumentación HVS	∅ 13.600.000,00	global	∅ 13.600.000,00
Repuestos y accesorios	1	Repuestos y accesorios HVS	∅ 20.500.000,00	global	∅ 20.500.000,00
SubTotal					∅ 35.287.500,00
<b>Bienes duraderos</b>					
Maquinaria y equipo para la producción	1	Producción mezclas WMA	∅ 22.750.000,00	uni	∅ 22.750.000,00
Maquinaria y equipo para la producción	1	Mezclador	∅ 16.250.000,00	uni	∅ 16.250.000,00
SubTotal					∅ 39.000.000,00
<b>Total</b>					<b>∅ 191.193.750,00</b>

### 13.2 Servicios

Dentro de esta partida se incluye: *Actividades de capacitación*, relacionada con la formación, capacitación y actualización de los funcionarios participantes en temas de pavimentos sostenibles y la aplicación de nuevos materiales de construcción de carreteras. Seguidamente se incluye la partida Viáticos en el exterior, la cual tiene que ver con el pago de hospedaje, alimentación y otros gastos de los funcionarios participantes cuando presenten los resultados en congresos y seminarios a nivel internacional.



Finalmente la cuenta *Servicios de ingeniería* incluye primero, los ensayos de desempeño de laboratorio por realizar en el LanammeUCR y segundo, la construcción de los tramos de pavimento flexible parte de la etapa de ensayos acelerados a escala natural con el equipo Simulador de Carga Pesada (HVS). Los ensayos dinámicos de laboratorio para pavimentos se realizarán con equipos de alta tecnología para caracterizar y evaluar el desempeño de los distintos materiales componentes de la estructura de pavimento. El HVS es un equipo que permite evaluar el deterioro a largo plazo de un pavimento en unos pocos meses. El uso del HVS es fundamental en asegurar un gran avance en cuanto al nivel de investigación realizado por el LanammeUCR y por medio del cual se posibilita la evaluación de materiales mejorados o nuevos en una estructura de pavimento real de alta importancia para el país. La lista de actividades/ensayos y los costos asociados a esta partida se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Desglose de ensayos de laboratorio

Ensayos de laboratorio	Costo Unitario	Cantidad	Total
Diseño Superpave	₡ 770.000,00	32	₡ 24.640.000,00
Ensayo de fatiga	₡ 746.250,00	35	₡ 26.118.750,00
Ensayo de rueda de hamburgo	₡ 520.300,00	35	₡ 18.210.500,00
Ensayo de módulo dinámico	₡ 495.000,00	35	₡ 17.325.000,00
Viscosidad absoluta a 60 °C	₡ 35.000,00	2	₡ 70.000,00
Viscosidad cinemática a 135 °C	₡ 43.500,00	2	₡ 87.000,00
Penetración a 25 °C	₡ 35.000,00	2	₡ 70.000,00
Punto inflamación en copa Cleveland	₡ 37.000,00	2	₡ 74.000,00
Solubilidad	₡ 40.000,00	2	₡ 80.000,00
Envejecimiento TFO	₡ 37.000,00	2	₡ 74.000,00
Viscosidad absoluta a 60 °C después del TFO	₡ 35.000,00	2	₡ 70.000,00
Ductilidad a 25 °C después del TFO	₡ 39.000,00	2	₡ 78.000,00
Grado de desempeño	₡ 280.000,00	2	₡ 560.000,00
Análisis de Fuerza atómica*	₡ 35.000,00	2	₡ 70.000,00
Densidad del asfalto	₡ 27.000,00	2	₡ 54.000,00
Cromatografía de capa fina	₡ 150.000,00	2	₡ 300.000,00
Adhesión (PATTI)	₡ 50.000,00	2	₡ 100.000,00
Espectroscopía Infrarroja	₡ 22.500,00	2	₡ 45.000,00
Total Ensayos de Laboratorio			₡ 88.026.250,00

### 13.3 Materiales y suministros

Dentro de esta partida se incluye: *Materia prima*, dentro de la cual se consideran los materiales necesarios para crear las muestras elaboradas en el laboratorio y para evaluar el desempeño de

mezclas asfálticas en el laboratorio. Los principales componentes de la mezcla asfáltica son agregado mineral (piedra y arena) y asfalto líquido o ligante asfáltico. Para este tipo de estudio se incluyen aditivos como la cal y otros aditivos que ayudan a la mezcla a soportar mejor las condiciones de humedad típicas de nuestro país.

Seguidamente se incluye la cuenta *Herramientas e instrumentos*, dentro de la cual se pretende adquirir sensores de deformación y esfuerzos que se colocan dentro de la estructura de pavimento. Con éste tipo de instrumentación es posible no sólo caracterizar los materiales constitutivos de una estructura de pavimento, pero también es posible conocer que está experimentando una estructura al aplicar una carga dinámica de un camión. Estos sensores deben ser reemplazados una vez que termina el experimento ya que estos quedan embebidos en la estructura de pavimento flexible y por lo tanto se deben adquirir nuevos sensores para cada nuevo experimento.

Finalmente se menciona la cuenta: *Repuestos y accesorios*, donde se incluyen materiales, artículos y suministros utilizados tanto para el mantenimiento rutinario del equipo HVS, como los repuestos necesarios para reparar y mantener este equipo en continuo funcionamiento.

#### 13.4 Bienes duraderos

Dentro de esta partida se incluye: *Maquinaria y equipo para la producción*, dentro de la cual se considera la compra de un equipo especializado para la producción de mezclas asfálticas tibias. Este equipo está hecho para reproducir, a nivel de laboratorio, el proceso de fabricación de este tipo de mezclas a nivel de planta asfáltica. En la actualidad existe un protocolo de laboratorio bien definido para la producción de muestras de mezcla asfáltica convencionales que representan adecuadamente el proceso de producción a escala natural. En el caso de mezclas asfálticas tibias se pretende adquirir este nuevo equipo para crear el protocolo de ensayo de laboratorio.

El nombre de este equipo es "Unidad de laboratorio para la producción de asfalto espumado" serie WLB10S. Este equipo tiene la capacidad de variar diferentes parámetros como el contenido de asfalto, temperatura, o la presión de aire durante el proceso de formación de espuma. La planta de laboratorio permite confeccionar baterías de especímenes con la finalidad de realizar las pruebas para determinar las propiedades del asfalto espumado. Por otro lado se pretende adquirir el "Mezclador a Escala de Asfalto Espumado" serie WLM 30. Esta mezcladora de doble eje a escala es utilizada para la producción de muestras de mezcla y reproducción del proceso normal para la construcción de carreteras de pavimento con carpeta asfáltica. Los materiales se mezclan con precisión y sin ningún tipo de pérdidas utilizando diferentes tiempos de mezcla. Este equipo es ideal para uso combinado con el equipo de laboratorio WLB 10 S.

#### 14. CONTRAPARTIDA

El Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR), es una unidad académica de investigación adscrita a la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica. Fundado en la década de los cincuenta, es un Laboratorio Nacional especializado en la investigación aplicada, la docencia y la transferencia tecnológica en el campo de la protección de la infraestructura civil, vial y líneas vitales.

Dotado de los más modernos equipos, cuenta además con un recurso humano altamente calificado, formado en los principales centros de desarrollo científico y tecnológico del mundo, quienes actualizan permanentemente sus conocimientos en las áreas de las ingenierías estructural, sísmica, de infraestructura de transportes, geotécnica y de materiales.

En el marco de la estrategia de la Universidad de Costa Rica para lograr una mayor vinculación con el sector productivo mediante la transferencia tecnológica, las acciones del LanammeUCR tienen como objetivo principal la protección de la vida humana y de las inversiones en infraestructura civil, vial y de líneas vitales. Con su labor contribuye a mejorar la calidad, reducir los costos e incrementar la innovación tecnológica, desde una perspectiva de ingeniería moderna, esencial para un sector clave de la economía.

El Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, tiene como marco legal la Ley número 7099 de Ratificación del Contrato de Préstamo entre el Gobierno de la República de Costa Rica y el Banco Interamericano de Desarrollo para un Programa de Ciencia y Tecnología, la Ley número 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributaria, el Convenio entre el Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas y la Universidad de Costa Rica para el establecimiento del Laboratorio de Materiales y Modelos Estructurales del Programa de Ciencia y Tecnología CONICIT-BID. En igual forma, ese marco legal es complementado en lo que corresponda por el Estatuto Orgánico de la Universidad de Costa Rica, el Reglamento General de Institutos y Centros de Investigación y Estaciones Experimentales y el organigrama vigente del LanammeUCR.

De acuerdo con este marco legal, el LanammeUCR es denominado como Laboratorio Nacional y de esta óptica, los procedimientos que le son inherentes garantizan la continuidad de los servicios públicos en lo referente a las obligaciones que le competen en el ámbito universitario como en ámbito nacional. En efecto, si bien el Lanamme es un órgano universitario, de acuerdo con el Convenio CONICIT/UCR antes indicado, este Laboratorio tiene un carácter nacional, pues se le habilita para brindar servicios en el área de su especialidad en todo el país.

#### 15. ORGANIZACIÓN DE TAREAS

El equipo de investigación está conformado por expertos investigadores en el área de diseño, modelación y construcción de carreteras. Adicionalmente este grupo de investigación está conformado por expertos en ensayos de laboratorio utilizados en la caracterización de materiales

Informe LM-PI-UMP-007-P	Fecha de emisión: 13 de Marzo de 2013	Página 19 de 32
-------------------------	---------------------------------------	-----------------

y evaluación del desempeño de para pavimentos que están íntimamente ligados al estado del arte en materiales y pavimentos.

Se cuenta con el investigador principal Dr. Luis Guillermo Loría Salazar con más de 14 años de experiencia en el campo de la ingeniería civil específicamente en el área de materiales y pavimentos. Con relación a este proyecto el Dr. Loría cuenta con experiencia en materiales reciclados de pavimento (RAP por sus siglas en inglés) tanto a nivel de laboratorio como en campo. Actualmente el Dr. Loría es el coordinador general del Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) del LanammeUCR. El Dr. Loría servirá como coordinador general del proyecto y administrador de los fondos proporcionados por la contrapartida LanammeUCR.

Seguidamente se cuenta con la participación del Dr. José Pablo Aguiar Moya con más de de 9 años de experiencia en el campo de la ingeniería civil específicamente en el área de materiales y pavimentos. Con relación a este proyecto el Dr. Aguiar cuenta con experiencia en la evaluación del desempeño de pavimentos a largo plazo, en la modelación empírica y mecanística-empírica del comportamiento de estructuras de pavimento y la implementación de nanotecnología de materiales reciclados como modificantes de asfalto. Actualmente el Dr. Aguiar es el coordinador de la Unidad de Materiales y Pavimentos del PITRA. El Dr. Aguiar supervisará las diferentes etapas del proyecto además de colaborar en el análisis de resultados y modelación del desempeño de los materiales.

Como tercer investigador se cuenta con la participación de la Dra. Adriana Vargas Nordcbeck con 10 años de experiencia en el campo de la ingeniería civil y poco más de 7 años en el área de materiales y pavimentos. Con relación a este proyecto la Dra. Vargas cuenta con experiencia en materiales reciclados de pavimento (RAP) y pavimentos sostenibles como mezclas tibias o espumadas tanto a nivel de laboratorio como en campo. Actualmente la Dra. Vargas es investigadora en la Unidad de Materiales y Pavimentos del PITRA. La Dra. Vargas servirá en las etapas de análisis de datos de laboratorio, preparación de publicaciones y transferencia tecnológica.

Como último investigador asociado se cuenta con la participación del Dr. Fabricio Leiva Villacorta con 10 años de experiencia en el campo de la ingeniería civil específicamente en el área de materiales y pavimentos. Con relación a este proyecto le Dr. Leiva cuenta con experiencia en instrumentación de tramos experimentales a escala natural tanto de pavimentos flexibles convencionales como pavimentos con materiales reciclados de pavimento (RAP) y pavimentos sostenibles. Actualmente el Dr. Leiva es investigador en la Unidad de Materiales y Pavimentos del PITRA. El Dr. Leiva trabajará con análisis de datos de laboratorio y datos de ensayos a escala natural además de ayudar en la preparación de publicaciones.

Como colaboradores se cuenta con la experiencia y conocimiento de las Ingenieras Civiles Mónica Jiménez Acuña y Paulina Leiva Padilla. La primera está a cargo del Laboratorio de Ensayos

Informe LM-PI-UMP-007-P	Fecha de emisión: 13 de Marzo de 2013	Página 20 de 32
-------------------------	---------------------------------------	-----------------

Dinámicos para Pavimentos del LanammeUCR y la segunda es investigadora en la Unidad de Materiales y Pavimentos del PITRA. Finalmente se cuenta con la experiencia y conocimiento de la Ingeniera Química Ellen Rodríguez Castro jefa de Laboratorio de Ligantes Asfálticos del LanammeUCR. La ingeniera Leiva colaborará en la modelación mecánica de pavimentos flexibles. Las ingenieras Jiménez y Rodríguez coordinarán la ejecución de los ensayos de laboratorio y ayudarán con el análisis de los respectivos resultados.

## 16. IMPACTO AMBIENTAL

Parte del objetivo de este proyecto es la utilización de nuevas tecnologías sostenibles aplicadas a la construcción de carreteras. Estas nuevas tecnologías están orientadas al aprovechamiento de recursos existentes y la disminución del impacto que tienen actividades constructivas de carreteras sobre el medio ambiente.

Por tratarse de un estudio donde los ensayos tanto de laboratorio como a escala natural se realizan en un ambiente controlado, el impacto ambiental producto de la investigación aunque podría considerarse nulo, siempre existe la posibilidad de efectuar un impacto ambiental característico de construcción de carreteras como resultado de la contaminación del aire y del suelo proveniente de las plantas de asfalto, el polvo y el ruido del equipo de construcción, del derrame de combustibles y aceites, y la basura generada.

De comprobarse la aplicabilidad de las tecnologías en estudio a la producción de mezclas asfálticas del país, se estarían promoviendo prácticas constructivas capaces de reducir la contaminación y conservar recursos naturales usados como materia prima y para la generación de energía necesaria para producir mezcla asfáltica.

## **SECCIÓN B: DATOS GENERALES DE LA ENTIDAD SOLICITANTE.**

### 1. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Nombre de la entidad solicitante	Cédula jurídica
Universidad de Costa Rica	40 00 0 42149
Nombre del representante legal	Cédula de identidad
Henning Jensen Pennington	8 0041 0334
Nombre de la unidad de investigación	
Programa de Infraestructura del Transporte, LanammeUCR	
Nombre del investigador responsable del proyecto (sólo uno)	Cédula de identidad
Luis Guillermo Loría Salazar	1 0892 0218

## 2. LOCALIZACIÓN

Investigador Principal	Luis Guillermo Loría Salazar
Teléfono trabajo	2511-4122
Teléfono celular	8714-1021
Teléfono casa	8714-1021
Fax	2511-4442
Correo electrónico	luis.loriasalazar@ucr.ac.cr
Apartado Postal	11501-2060
Unidad de investigación	LanammeUCR, Universidad de Costa Rica
Dirección física	Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) De Muñoz y Nanne 500 m Norte, detrás de las canchas de fútbol del Colegio Calasanz, Ciudad de la Investigación, U.C.R.

## SECCIÓN C: SOBRE EL INVESTIGADOR PRINCIPAL.

### 1. GRADO ACADÉMICO

Grado académico	Especialidad	Año	Lugar
Ph.D.	Materiales y Pavimentos	2011	University of Nevada, USA
M.Sc.	Materiales y Pavimentos	2007	University of Nevada, USA
Licenciatura	Ingeniería Civil	1998	Universidad de Costa Rica

### 2. TRAYECTORIA DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL Y APORTE A LA CIENCIA RELACIONADO AL TEMA DE LA PROPUESTA

Doctor en Ingeniería Civil de la Universidad de Reno, Nevada, Estados Unidos. Se ha destacado como consultor en el campo del diseño y análisis de materiales, impartiendo cursos internacionales en varios países de la región. Buena parte de su ejercicio profesional se ha dedicado a la docencia en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica (estática, laboratorio de pavimentos, estadística para ingeniería) en la Universidad de Nevada en Reno (materiales de construcción y diseño de pavimentos básico), y a la investigación en el LanammeUCR en el área de Diseño de Pavimentos, Ciencia de Materiales, Especificaciones Técnicas y Métodos de Control de Calidad para proyectos viales, muchas de las cuales han sido publicadas en diversos congresos y revistas de renombre internacional.

Informe LM-PI-UMP-007-P	Fecha de emisión: 13 de Marzo de 2013	Página 22 de 32
-------------------------	---------------------------------------	-----------------

Actualmente, se desempeña como Coordinador General del Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) en el Lanamme UCR, es miembro del comité AFK20 "Materiales Bituminosos" del Transportation Research Board y directivo de la International Road Federation (IRF).

El Coordinador General del PITRA tiene la tarea –entre otras- de gestionar, coordinar, desarrollar toda la investigación, transferencia tecnológica y tareas de fiscalización que la ley 8114 le da al LanammeUCR para garantizar la calidad de la inversión en obra pública que hace Costa Rica en materia de infraestructura vial. El monto promedio que asigna la ley 8114 al presupuesto del MOPT-CONAVI ronda los 144 mil millones de colones anuales y al coordinador del PITRA le corresponde velar por la fiscalización y uso eficiente de dichos recursos. Las funciones de la ley 8114 se detallan a continuación:

Artículo 6º—Fiscalización para garantizar la calidad de la red vial nacional. Para lograr la eficiencia de la inversión pública, la Universidad de Costa Rica podrá celebrar convenios con el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) a fin de realizar, por intermedio de su Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, las siguientes tareas:

- a) Programas de formación y acreditación para técnicos de laboratorio.
- b) Auditorías técnicas de proyectos en ejecución.
- c) Evaluación bienal de toda la red nacional pavimentada.
- d) Evaluación anual de las carreteras y puentes en concesión.
- e) Actualización del manual de especificaciones y publicación de una nueva edición (revisada y actualizada) cada diez años.
- f) Auditorías técnicas a los laboratorios que trabajan para el sector vial.
- g) Asesoramiento técnico al jerarca superior de la Dirección de Vialidad del MOPT, así como al ministro y viceministro del sector.
- h) Ejecución y auspicio de programas de cursos de actualización y actividades de transferencia de tecnología dirigidas a ingenieros e inspectores.
- i) Programas de investigación sobre los problemas de la infraestructura vial pavimentada del país.

El laboratorio citado en este artículo informará, para lo que en derecho corresponda, a la Asamblea Legislativa, al Ministerio de la Presidencia, al MOPT, a la Contraloría General de la República y a la Defensoría de los Habitantes, el resultado final de las auditorías técnicas realizadas a proyectos en ejecución y de las evaluaciones efectuadas a la red nacional pavimentada, las carreteras y los puentes en concesión.

El puesto implica la dirección, revisión y asumir la responsabilidad de cualquier informe emitido por el PITRA en cualquiera de las materias indicadas en el texto sustraído de la ley 8114. Adicionalmente, se deben gestionar relaciones y mediar en conflictos diarios acerca de la infraestructura vial del país, como cuando falla algún proyecto de forma prematura o cuando ocurren catástrofes naturales. Por lo tanto, todos los informes que emite el PITRA-LanammeUCR como parte de las funciones deben ser revisados y autorizados por el Coordinador General del PITRA, dichos informes incluyen pero no están supeditados solo a informes de: a) auditoría técnica, b) evaluación de la red vial nacional, c) asesoría y convenios con municipalidades d) todos los manuales y especificaciones técnicas de carreteras (construcción, conservación vial, puentes,

Informe LM-PI-UMP-007-P	Fecha de emisión: 13 de Marzo de 2013	Página 23 de 32
-------------------------	---------------------------------------	-----------------

diseños geométricos estándar, seguridad vial) que elabore el LanammeUCR, e) investigación aplicada en diversas materias relacionadas con la infraestructura vial y f) documentos de transferencia tecnológica que se imparten en las decenas de cursos anuales que imparte el LanammeUCR.

El PITRA está subdividido en varias unidades que atienden las diversas tareas de la ley, y cada grupo tiene trabajadores de los mas diversos niveles académicos (desde estudiantes-asistentes hasta doctores especializados en transportes, seguridad vial, puentes, carreteras o estructuras) y toda una estructura administrativa-logística. Las unidades son: programa municipal, auditoría técnica, evaluación de la red vial nacional, capacitación y transferencia de tecnología, Actualización de normativa técnica e investigación aplicada de la red vial.

El personal a cargo incluye ingenieros, abogados, topógrafo, químicos, ingenieros químicos, calculistas, asistentes tiempo completo, personal de apoyo administrativo y asistentes de investigación.

Se debe hacer énfasis en que los informes, trabajo, actividades –como cursos de capacitación o congresos- y documentos emitidos son objeto de escrutinio del mas alto nivel de la administración activa en Costa Rica en instituciones como la Contraloría General, la Asamblea Legislativa, la Casa Presidencial. La defensoría de los habitantes y el propio Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

Otras funciones del coordinador del PITRA implican dar cursos de actualización a técnicos y profesionales del área vial, revisar y actualizar la compra de equipos de alta tecnología que efectúa el LanammeUCR en temas de infraestructura (transportes, pavimentos, materiales, estructuras de puentes y geotecnia vial), todo esto dentro del más alto grado de rigurosidad académica y científica.

Otra tarea consiste en dirigir la proyección del programa hacia la comunidad tanto nacional (acción social) e internacional-regional. En material nacional, se desarrollan programas de ayuda a comunidades y consejo a personas que así lo requieran en material de infraestructura del transporte. A nivel regional se deben buscar fondos para investigación que permitan proyectar al PITRA y al LanammeUCR hacia el futuro, siempre manteniendo el mayor nivel técnico y científico, para lo cual hay que localizar y atraer inversión de diversas entidades del exterior.

Otra función importante se encuentra en coordinar directamente al menos 4 proyectos de investigación aplicada en materia de pavimentos y materiales, así como colaborar en la realización y gestión de todo el programa de investigación en materia de infraestructura vial del LanammeUCR.

Otras labores incluyen la colaboración, elaboración, o realización de los planes anuales operativos, planes estratégicos quinquenales, otros requisitos de gestión que pida la universidad y toda la estrategia de crecimiento y proyección del LanammeUCR en es materia de infraestructura del transporte.



Otro aspecto que se ha incluido en el trabajo es la acreditación del PITRA mediante ISO 9001.

Finalmente, una tarea bastante compleja es colaborar y realizar el presupuesto anual de los fondos que la ley 8114 asigna al LANAMME.

### 3. DETALLE DE PUBLICACIONES CIENTÍFICAS NACIONALES E INTERNACIONALES

La siguiente constituye una lista de las publicaciones generadas durante los últimos 5 años:

#	Detalles de la publicación	Nombre de la revista en la que se publicó		Se relaciona con el tema de la solicitud	
		Indexada	No Indexada	Sí	No
1	Loría-Salazar L.G., Aguiar-Moya, J.P., Corrales-Azofeifa, J.P., (2012), <i>Advances in Asphalt Research and Specifications in Central America</i> , Association of Asphalt Paving Technologists Annual Proceedings Journal, Vol. 81, Pág. 807 - 840	X		X	
2	Aguiar-Moya, J.P., Corrales-Azofeifa, J.P., Elizondo, F., Loría-Salazar L.G., (2012), <i>PaveLab and Heavy Vehicle Simulator (HVS) Implementation at the National Laboratory of Materials and Testing Models (LanammeUCR) of the University of Costa Rica</i> , <i>Advances in Pavement Design through Full-Scale Accelerated Pavement Testing</i> , Taylor and Francis Group, Pág. 25 - 33	X		X	
3	Villegas-Villegas, Rafael E, Aguiar-Moya, José P., Loria-Salazar, Luis G., Navas-Carro, Alejandro, (2012), <i>Modified Binder Characterization Methods</i> , <i>Asfalto y Pavimentación</i> , Vol. 7, Pág 19 - 25	X		X	
4	Villegas-Villegas, Rafael E, Aguiar-Moya, José P., Loria-Salazar, Luis G., Navas-Carro, Alejandro, (2012), <i>DE LA CONSISTENCIA AL DESEMPEÑO - Nueva tendencia en la compra, control de calidad y diseño de los asfaltos en Latinoamérica</i> , <i>Asfaltos y Pavimentos</i> , Vol. 25.	X		X	
5	Villegas-Villegas, Rafael E, Aguiar-Moya, José P., Loria-Salazar, Luis G., Navas-Carro, Alejandro, (2012), <i>Métodos Modernos de Incorporación Polimérica</i> , <i>Revista Ingeniería de Obras Civiles</i> , Vol. 2 - 2012, Pág. 57 - 63.	X		X	
6	Leiva, Paulina, Loría-Salazar, Luis G., (2012), <i>Observaciones a la metodología de diseño tradicional de pavimentos reforzados con geosintéticos</i> , <i>Revista Ingeniería de Obras Civiles</i> , Vol. 2 - 2012, Pág. 64 - 75.	X			X
7	Hajj, E., and Loria, L., (2012), <i>Effect of Extraction Methods on the Properties of Aggregates in Reclaimed Asphalt Pavement</i> , <i>Association of Asphalt Paving Technologists Annual Proceedings Journal</i> , Vol. 81, Pág. 441 - 476	X		X	
8	Hajj, E., Sebaaly, P., and Loria, L., (2012), <i>Estimating Effective Performance Grade of Asphalt Binders in High Rap Mixtures Using Different Methodologies: Case Study</i> , <i>Transportation Research Record</i> , Vol. 2294, Pág. 53 - 63.	X		X	
9	Loria, L, Hajj, E, Sebaaly, P, (2011), <i>Optimum Time for Application of Slurry Seal to Asphalt Concrete Pavement</i> , <i>Transportation Research Record</i> , Vol. 2235, Pág. 66 - 81.	X			X
10	Loria, L, Hajj, E, Sebaaly, P, Barton, M, Kass, S, Liske, T., (2011), <i>Performance Evaluation of Asphalt Mixtures with High RAP Content</i> , <i>Transportation Research Record</i> , Vol. 2208, Pág. 72 - 81.	X		X	

11	Kvasnak, A., West, R., Michael, J., Loria, L., Hajj, E., (2010), <i>Evaluation of the Effect of Recycled Asphalt Pavement Bulk Specific Gravity</i> , Transportation Research Record, Vol. 2180, Pág. 30 - 35.	X		X	
12	Hajj, E, Loria, L and Sebaaly, P., (2010), <i>Performance Evaluation of Asphalt Preservation Activities</i> , Transportation Research Record, Vol. 2150, Pág. 36 - 46.	X			X
13	Loria, L, Hajj, E, and Sebaaly, P., (2009), <i>Evaluation of the Design Methods for Asphalt Overlay Reflective Cracking</i> , Actas do XV Congresso Ibero-LatinoAmericano do Asfalto., Pág. 765 - 773.	X			X
14	Loria, L, Hajj, E, and Sebaaly, P., (2009), <i>Review and Improvement of Performance Prediction Models for Flexible Pavement Using Statistical Techniques</i> , Actas do XV Congresso Ibero-LatinoAmericano do Asfalto., Núm. 1039.	X		X	
15	Loria, L, Hajj, E, and Sebaaly, P., (2009), <i>Long-Term Performance of Reflective Cracking Mitigation Techniques in the State of Nevada</i> , Actas do XV Congresso Ibero-LatinoAmericano do Asfalto., Núm. 1043.	X			X
16	Loria, L, Hajj, E, and Sebaaly, P., (2008), <i>Long-Term Performance of Reflective Cracking Mitigation Techniques in the State of Nevada</i> , Transportation Research Record, Vol. 2044, Pág. 86 - 95.	X			X

#### 4. EXPERIENCIA EN INVESTIGACIÓN

Se adjunta un listado de los proyectos en que se ha participado el Investigador Principal de esta propuesta, que han sido debidamente inscritos en la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

#	Nombre del Proyecto	Período de ejecución	Tipo de investigador	Fuente de financiamiento	¿Se relaciona con el tema propuesto?
1	B1501 - Proyecto de aporte tecnológico para el mejoramiento de la infraestructura vial de Costa Rica (PROMEVIAl)	2011 - 2015	Principal	Ley 8114	Sí
2	B2A10 - Cuantificación del modificante en un asfalto modificado	2012 - 2013	Colaborador	Ley 8114	Sí
3	A9244 - Incidencia de las estaciones de pesaje móvil en los factores camión en pavimentos de Costa Rica	2009 - 2010	Colaborador	Ley 8114	No
4	A9243 - Implementación de los ensayos de laboratorio para el diseño y evaluación del desempeño de materiales estabilizados con cal	2009 - 2010	Colaborador	Ley 8114	Sí
5	A9242 - Implementación de los ensayos de laboratorio para el diseño de mezcla y evaluación del desempeño para los sellos de lechada asfáltica (slurry seals) en Costa Rica	2009 - 2010	Colaborador	Ley 8114	Sí

6	A9241 - Implementación del diseño y procedimientos de ensayo de laboratorio para mezclas en frío para la reparación de baches en Costa Rica	2009 - 2010	Colaborador	Ley 8114	Sí
7	A9240 - Desarrollo de herramientas de gestión con base en la determinación de índices. Validación de los modelos de correlación PSI - IRI para Costa Rica	2009 - 2010	Colaborador	Ley 8114	No
8	A9239 - Análisis reológico de asfaltos modificados	2009 - 2010	Colaborador	Ley 8114	Sí

Adicionalmente, se adjunta un listado de proyectos a nivel internacional en que también ha participado el Investigador Principal de esta propuesta.

#	Nombre del Proyecto	Período de ejecución	Tipo de investigador	Fuente de financiamiento	¿Se relaciona con el tema propuesto?
1	Determinación de las técnicas de mantenimiento más efectivas aplicadas en el estado de Nevada	2006 - 2009	Colaborador	Nevada Department of Transportation	Sí
2	Determinación de la efectividad de la aplicación de sellos de lechada asfáltica en el condado del Washoe, nevada	2008 - 2011	Colaborador	Regional Transportation Commission (RTC), Condado del Washoe, Nevada	No
3	Determinación de una metodología para mitigar el reflejo de grietas en el estado de Nevada	2006 - 2008	Colaborador	Nevada Department of Transportation	No
4	Determinación de una metodología para el diseño de mezclas asfálticas con alto contenido de material reciclado	2008 - 2011	Colaborador	Asphalt Research Consortium mediante contrato de Federal Highway Administration	Sí

## **SECCIÓN D: SOBRE EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN.**

### **1. PROGRAMA O LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

El proyecto planteado en la presente propuesta se enmarca dentro de un gran proyecto de investigación denominado Proyecto "Aporte Tecnológico para el mejoramiento de la Infraestructura Vial de Costa Rica" (Promeval) inscrito mediante resolución VI-321-B1-501 ante la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

Este proyecto específico dentro del área de investigación, propone una plataforma para la generación de productos que generen un salto cuantitativo y cualitativo en pro del mejoramiento de la Infraestructura Vial del país y su efecto en la calidad de vida de todos los costarricenses.

Esta iniciativa es una proyección del trabajo que se ha venido realizando en el LanammeUCR en pro de la investigación en Infraestructura vial para la solución de problemas, en donde propone

Informe LM-PI-UJP-007-P	Fecha de emisión: 13 de Marzo de 2013	Página 27 de 32
-------------------------	---------------------------------------	-----------------

además de los aspectos técnicos y de enfoque planteados en lo anterior, una vinculación estrecha con el resto de actividades desarrolladas por esta institución como parte de la Ley de simplificación y eficiencia tributaria (Ley N°8114) pero sobre todo una retroalimentación e intercambio de insumos con la Administración (MOPT, CONAVI, Municipalidades); expedita y con el objetivo de solucionar los problemas prioritarios presentes en nuestra red vial.

El objetivo principal de Promevial es: “Propuesta y desarrollo del marco experimental para la generación de herramientas necesarias en el área de infraestructura vial que produzcan un cambio significativo en la calidad de vida de los Costarricenses mediante un salto positivo en la calidad funcional y estructural de nuestras carreteras.”

Los objetivos específicos son:

1. Realizar un cambio radical en el área técnico-científica de materiales para estructuras de pavimentos mediante la adquisición de equipos de la más alta tecnología y modelación matemática por computadora.
2. Proponer modificaciones sustanciales al diseño y análisis de los materiales utilizados actualmente en la Infraestructura vial costarricense evaluando su comportamiento bajo las condiciones y características de nuestro medio; generando de esta manera nuevas especificaciones basadas en su desempeño.
3. Estudio y propuesta para Costa Rica del uso de nuevos materiales que permitan tener un mejor y más eficiente desempeño de las carreteras.
4. Desarrollo de una guía de diseño estructural de pavimentos basada en las condiciones nacionales (materiales, clima, tránsito) junto con herramientas que faciliten su implementación.
5. Desarrollo de un software que sirva como plataforma para la implementación de la guía de diseño estructural a implementar la cual incluirá los modelos y parámetros de calibración con base en las condiciones nacionales, generando una interface “amigable” para la implementación sencilla del nuevo procedimiento.
6. Publicación de artículos a nivel nacional e internacional como producto de las investigaciones realizadas en cuanto a la caracterización de materiales, análisis y generación de modelos matemáticos para desempeño, e implementación de nuevos materiales.
7. Generación de herramientas para la gestión de infraestructura vial que impulsen la mejora continua de la red vial costarricense con base en el uso de alternativas (materiales y procesos) técnicamente eficientes y criterios de máxima eficiencia en los recursos.

Por tanto, para atender las labores asignadas por ley al LanammeUCR, el presente proyecto busca facilitar, entre otros objetivos, la investigación y desarrollo en las siguientes líneas con el fin de cumplir con objetivos muy específicos en el mediano y largo plazo: 1) caracterización de materiales empleados en la construcción de pavimentos, 2) desarrollo de bases de datos de materiales para pavimentos y su desempeño, 3) desarrollo y calibración de modelos de deterioro para pavimentos nacionales y 4) revisión y actualización de la normativa actual.

## 2. DETALLE DE INVESTIGADORES ASOCIADOS

#	Nombre del/la Investigador/a Colaborador/a	Grado académico y especialidad	Experiencia en el tema de la investigación	Publicaciones de los últimos 5 años en el tema	Papel dentro del proyecto
1	Adriana Vargas Nordbeck	Ph.D. Ingeniería Civil	Amplia experiencia en el uso de WMA y RAP, temática en que se basa el proyecto de Investigación.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Timm, D, Vargas-Nordbeck A, Willis JR, (2012), <i>Test Track Shows Outstanding Results for Warm Mix with 50% RAP</i>, Asphalt Pavement Magazine, Vol. 17, No. 2, Pág. 60 - 68.</li> <li>2. Timm, DH, Vargas-Nordbeck A, (2012), <i>Structural values of OGFCs</i>, Asphalt Pavement Magazine, Vol. 17, No. 1, January/February.</li> <li>3. Vargas-Nordbeck A, Timm DH, (2012), <i>Structural Evaluation and Short-Term Performance of Sustainable Pavement Sections at the NCAT Test Track</i>, Advances In Pavement Design through Full-Scale Accelerated Pavement Testing, Taylor and Francis Group, Pág. 187 - 202.</li> <li>4. Vargas-Nordbeck A, Timm DH, (2012), <i>Rutting Characterization of Warm Mix Asphalt and High RAP Mixtures</i>. Journal of Road Materials and Pavement Design, Vol. 13, Pág. 1 - 20.</li> <li>5. Vargas-Nordbeck A, Timm DH, (2011), <i>Validation of Cooling Curve Prediction Model for Nonconventional Asphalt Concrete Mixtures</i>. Transportation Research Board, Vol. 2228, Pág. 111 - 119.</li> <li>6. Watson D, Vargas-Nordbeck A, Moore J, Jared D, Wu P, (2008), <i>Evaluation of the Use of Reclaimed Asphalt Pavement in Stone Matrix Asphalt Mixtures</i>. Transportation Research Record, Vol. 2051, Pág. 64 - 70.</li> </ol>	Caracterización y análisis de materiales. Desempeño de materiales a escala de laboratorio.
2	Fabricio Leiva Villacorta	Ph.D. Ingeniería Civil	Amplia experiencia en la evaluación de pavimentos a escala natural e instrumentación de pavimentos.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Leiva-Villacorta, F. and D. Timm, (2012), <i>Simulating the effects of Instrumentation on measured pavement response</i>, Advances In Pavement Design through Full-Scale Accelerated Pavement Testing, Taylor and Francis Group, Pág. 153 - 164.</li> <li>2. Leiva-Villacorta, F. and D. Timm, (2011), <i>Effects of Asphalt Pavement Instrumentation on In Situ Density</i>, Proceedings of the First T&amp;D Congress 2011, ASCE, Pág. 607 - 616.</li> <li>3. Leiva F., West R., (2008), <i>Relationships between Laboratories Measured Characteristics of HMA and Field Compactability</i>, Association of Asphalt Paving Technologists Annual Proceedings Journal, Vol. 77, Pág. 183 - 220.</li> <li>4. Leiva F., West R., (2008), <i>Analysis of HMA laboratory compactability using laboratory compaction parameters and mix characteristics</i>, Transportation Research Record, Vol. 2057, Pág. 89 - 98.</li> </ol>	Evaluación de desempeño de materiales a escala natural. Correlación de resultados a escalas de laboratorio y real.
3	Paulina Leiva Padilla	Lic. Ingeniería Civil	Modelación de estructuras y ensayos según distintas metodologías (análisis de multicapa elástica, elemento finito)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Leiva, Paulina, Loria-Salazar, Luis G., (2012), <i>Observaciones a la metodología de diseño tradicional de pavimentos reforzados con geosintéticos</i>, Revista Ingeniería de Obras Civiles, Vol. 2 - 2012, Pág. 64 - 75.</li> </ol>	Modelado en elemento finito de las estructuras de pavimento a ser evaluadas en el PaveLab (escala natural).
4	Ellen Rodríguez Castro	Lic. Ingeniería Química	Gran conocimiento en la evaluación de ligantes asfálticos y en las metodologías de caracterización de los mismos. Además se desempeña como Jefa del laboratorio de Ligantes Asfálticos del LanammeUCR	Rodríguez, E., Villegas, E., (2012), <i>Caracterización de polímeros aplicando el método termogravimétrico</i> , Revista Métodos y Materiales. Vol. 2.	Supervisión y programación de evaluación de ligante asfáltico en el laboratorio
5	Mónica Jiménez Acuña	Lic. Ingeniería Civil	Gran conocimiento en la evaluación y caracterización de mezclas asfálticas, suelos y agregados. Se desempeña como Jefa del laboratorio de Ensayos Dinámicos del LanammeUCR	NA	Supervisión y programación de evaluación de mezcla asfáltica a escala de laboratorio

6	José Pablo Aguiar Moya	Ph.D. Ingeniería de Transportes	Experiencia en la evaluación del desempeño de pavimentos a largo plazo y en la modelación empírica y mecanística-empírica del comportamiento de la estructura y el deterioro.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Loria-Salazar L.G., Aguiar-Moya, J.P., Corrales-Azofeifa, J.P., (2012), <i>Advances in Asphalt Research and Specifications in Central America</i>, Association of Asphalt Paving Technologists Annual Proceedings Journal, Vol. 81, Pág. 807 - 840.</li> <li>2. Aguiar-Moya, J.P., Corrales-Azofeifa, J.P., Elizondo, F., Loria-Salazar L.G., (2012), <i>PaveLab and Heavy Vehicle Simulator (HVS) Implementation at the National Laboratory of Materials and Testing Models (LanammeUCR) of the University of Costa Rica</i>, Advances in Pavement Design through Full-Scale Accelerated Pavement Testing, Taylor and Francis Group, Pág. 25 - 33.</li> <li>3. Villegas-Villegas, Rafael E, Aguiar-Moya, José P., Loria-Salazar, Luis G., Navas-Carro, Alejandro, (2012), <i>Modified Binder Characterization Methods</i>, Asfalto y Pavimentación, Vol. 7, Pág 19 - 25.</li> <li>4. Villegas-Villegas, Rafael E, Aguiar-Moya, José P., Loria-Salazar, Luis G., Navas-Carro, Alejandro, (2012), <i>DE LA CONSISTENCIA AL DESEMPEÑO - Nueva tendencia en la compra, control de calidad y diseño de los asfaltos en Latinoamérica</i>, Asfaltos y Pavimentos, Vol. 25.</li> <li>5. Villegas-Villegas, Rafael E, Aguiar-Moya, José P., Loria-Salazar, Luis G., Navas-Carro, Alejandro, (2012), <i>Métodos Modernos de Incorporación Polimérica</i>, Revista Ingeniería de Obras Civiles, Vol. 2 - 2012, Pág. 57 - 63.</li> <li>6. Gao, Lu, Aguiar-Moya, José P., Zhang, Zhaming, (2012), <i>A Bayesian Analysis of Heterogeneity in Modeling of Pavement Fatigue Cracking</i>. American Society of Civil Engineers Journal of Computing In Civil Engineering, Vol. 25, No. 1, Pág. 37 - 43.</li> <li>7. Gao, Lu, Aguiar-Moya, José P., and Zhang, Zhanmin, (2011), <i>Performance Modeling of Infrastructure Condition Data with Maintenance Intervention</i>. Transportation Research Record, Vol. 2225, Pág. 109 - 116.</li> <li>8. Aguiar-Moya, José P., Prozzi, Jorge A., Smit, Andre de Fortler, (2011), <i>A Mechanistic-Empirical IRI Model Accounting for Potential Bias</i>. American Society of Civil Engineers Journal of Transportation Engineering, Vol. 137, No. 5, Pág. 297 - 304.</li> <li>9. Banerjee, Ambarish, Aguiar-Moya, José P., Prozzi, Jorge A., (2009), <i>Calibration of "Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide" Permanent Deformation Models: Texas Experience with Long-Term Pavement Performance</i>, Transportation Research Record, Vol. 2094, Pág. 12 - 20.</li> </ol>	Modelación del desempeño de los materiales. Análisis estadístico de los datos.
---	------------------------	---------------------------------	---	---	--

### 3. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS DISPONIBLES

La siguiente tabla describe los equipos e infraestructura con que cuenta el LanammeUCR para ejecutar el proyecto y específicamente para las actividades planteadas:

#	Equipo / Infraestructura	Estado Actual	Actividades
1	Compactador giratorio Superpave	Estado de la práctica internacional	Compactación de mezclas para diseño, y análisis de daño por humedad y deformación permanente.
2	Compactador de rodillo	Tecnología de punta	Compactación de mezclas para análisis de fatiga.
3	Rueda de Hamburgo	Tecnología de punta	Realización de ensayo de carga para evaluación de daño por humedad y deformación permanente.
4	AMPT (marco de carga con confinamiento y control de temperatura)	Tecnología de punta	Realización de ensayos de módulo dinámico (E*) y desarrollo de curvas maestras de módulo para mezcla asfáltica.
5	Viga para Fatiga	Tecnología de punta	Equipo para medición de la resistencia a la fatiga en vigas de mezcla asfáltica.
6	Laboratorio de Mezclas Bituminosas	Caracterización clásica	Equipado para realización y caracterización básica, pero necesaria, de cualquier mezcla asfáltica: absorción, contenido de vacíos, densidades, acondicionamiento de mezclas (humedad).
7	Laboratorio de Ensayos Dinámicos	Estado de la práctica internacional	Equipado con todo lo necesario para realizar los diseños de mezcla siguiendo los últimos desarrollos en el ámbito de la Ing. de Pavimentos: mezclado de asfalto, RAP, agregado y aditivos, compactación y realización de ensayos dinámicos (deformación permanente, daño por humedad, fatiga).

8	Microscopio de Fuerza Atómica	Tecnología de punta	Evaluación de propiedades micro-mecánicas del asfalto modificado y análisis de Incorporación de aditivos al asfalto.
9	Espectrómetro Infrarrojo (FTIR)	Tecnología de punta	Análisis químico de asfalto y asfalto con aditivos. Cuantificación de modificación del asfalto.
10	Reómetro Dinámico de Corte (DSR)	Tecnología de punta	Caracterización reológica del asfalto sin y con aditivos. Caracterización del asfalto según su grado de desempeño (Indicador de condiciones de uso del asfalto).
11	Viscosímetro	Caracterización clásica	Determinación de viscosidad del asfalto a 60 °C.
12	Viscosímetro rotacional	Estado de la práctica internacional	Determinación de viscosidad del asfalto a altas temperaturas.
13	Penetrómetro	Caracterización clásica	Determinación de Índice de penetración (indicador del tipo de asfalto clásico),
14	Copa Cleveland	Caracterización clásica	Determinación de punto de ignición del asfalto o asfalto con aditivo.
15	Solubilidad	Caracterización clásica	Cuantificación de pureza del asfalto.
16	Hornos RTFO y PAV	Estado de la práctica internacional	Equipo para envejecer el asfalto de manera que se simulen los procesos de oxidación y envejecimiento a que se somete el asfalto durante su vida útil.
17	Ductilidad	Caracterización clásica	Evaluación de elasticidad del asfalto.
18	Cromatógrafo de capa fina	Tecnología de punta	Determinación de fracciones SARA (saturados, asfaltenos, resinas y aromáticos) de cualquier asfalto.
19	Medidor de Pruebas para Adherencia Neumático (PATTI)	Tecnología de punta	Ensayo para caracterización de la adhesión entre el asfalto (con o sin modificación) y el sustrato de roca o agregado mineral.
20	Laboratorio de Ligantes Asfálticos	Caracterización clásica y tecnología de punta	Equipado para realización y caracterización básica y de tecnología de punta de cualquier tipo de asfalto y aditivo.
21	PaveLab (Laboratorio para realización de ensayos a escala natural)	Tecnología de punta	Infraestructura e instrumentación requerida para realización de ensayos a escala natural.
22	Simulador de Vehículos Pesados (HVS)	Tecnología de punta	Equipo requerido para aplicación de cargas reales a estructuras de pavimento a escala natural.
23	Espumador de Asfalto y Mezcladora (equipo a adquirir según resolución de la presente propuesta)	Tecnología de punta (este equipo se pretende adquirir para la realización del proyecto)	Producción de WMA, mezclado de distintas combinaciones de RAP, agregado, asfalto y aditivos.

## REFERENCIAS

1. Chappat, M. *The Environmental Road of the Future: Life Cycle Analysis*. Colas Group, 2003.
2. Anderson, R.M., G. Baumgardner, R. May and G. Reinke. *Engineering Properties, Emissions, and Field Performance of Warm Mix Asphalt Technologies*. NCHRP 9-47 Interim Report, Transportation Research Board of the National Academies, 2008.
3. Prowell, B. D. and G. C. Hurley. *Warm-Mix Asphalt: Best Practices*. National Asphalt Pavement Association, December 2007.
4. Newcomb, D. *An Introduction to Warm Mix Asphalt*. National Asphalt Pavement Association, 2007.
5. Shen, J., B. Huang, X. Shu and B. Tang. *Size Effect of Sub Nano-scaled Hydrated Lime o Selected Properties of HMA*. International Journal of Pavement Research, Vol.4, No.4, 2011, pp.252–257.
6. Ávila, T. *Evaluación de las propiedades de la cal como material estabilizante de suelos plásticos para carreteras y su efecto en las características del material a estabilizar*. Trabajo final de graduación para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil. Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, 2010.
7. Badilla, G. y T. Ávila. *Evaluación del Desempeño de Materiales Tratados con Cal en Tramos de Prueba*. Reporte LM-PI-UI-002-11, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales. San Pedro de Montes de Oca, 2011.





## **LUIS GUILLERMO LORIA SALAZAR**

**Nombre completo:** Luis Guillermo Loría-Salazar

---

**Fecha de nacimiento:** 6 de octubre de 1974

**Dirección:** Cartago, Costa Rica

**Estado civil:** Casado

**Nacionalidad:** Costarricense

### **Teléfonos:**

Trabajo: (506)-2511-4080  
TEL/FAX: (506)-2511-4442

**e-mail:** [luis.loriasalazar@ucr.ac.cr](mailto:luis.loriasalazar@ucr.ac.cr)  
[lgloria27@gmail.com](mailto:lgloria27@gmail.com)

### **Educación:**

- 1987-1991: Bachillerato Educación Media, Colegio San Luis Gonzaga
- 1992-1998: Universidad, Ingeniero Civil, Título: Licenciatura
- 2005-2007: Maestría en Ingeniería Civil, Universidad de Nevada, Reno.
- 2007-2011: Doctorado (PhD), Universidad de Nevada, Reno.

### **Posición Actual: Setiembre 2009-actual**

Coordinador General del Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR) y Profesor de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica.

El puesto consiste en la coordinación de 80 profesionales, divididos en 7 unidades de trabajo: investigación aplicada en obras viales, auditoría técnica de proyectos viales, grupo consultor en normativa técnica, transferencia de tecnología, gestión técnica y evaluación de redes viales, gestión vial municipal, y puentes.

**Experiencia Laboral:**

---

1. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. **Técnico de campo** especializado en materiales para pavimento. Dic 97 – Ene 99
2. Universidad de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Civil, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica **Profesor del curso Mecánica I (Estática)**. Feb 00 - Jul 01
3. Universidad de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Civil, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica, **Profesor de laboratorio de pavimentos**. Ago 01 – Ago 05
4. Oficina de Aviación Civil, Ministerio de Transportes de Costa Rica **Consultor de la reconstrucción del pavimento de la pista**, rampas de aproximación y pistas de maniobra del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría en San José, Costa Rica, Ago 01 - Mar 02. INGENYA CONSULTORES.
5. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica **Proyecto sobre el Desarrollo de un Nuevo Método para el Control de la Calidad, Aseguramiento y Pago de los Trabajos de Carreteras**, Ene 99 - Ago 00
6. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica **Consultor sobre el Desarrollo del Manual Centroamericano de Especificaciones** para la Construcción de Carreteras y Puentes, publicado en 2001, Ene 99 – May 01
7. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica **Coordinador de estudios especiales**: Análisis y Diseño de Subrasantes, Bases Granulares, Bases Estabilizadas y Terraplenes. Aug 00 - Jul 01
8. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica **Coordinador de Laboratorios de Infraestructura Vial**. Personal a cargo: 15 ingenieros, 30 técnicos, 3 químicos, 2 asistentes, 3 administrativos. Ago 01 – Ago 05
9. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica **Profesional a cargo de la dirección técnica** de la acreditación del laboratorio de Materiales de la UCR por ISO 17025:2000 (La acreditación se obtuvo en enero 2003). Ago 01 – Ago 05
10. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica **"investigador asociado"**
11. Universidad de Nevada, Reno. Departamento de Ingeniería Civil. Centro Superpave Regional del Oeste, **Asistente de Investigación**, Ago 05-Ago 10.
12. Universidad de Nevada, Reno. Departamento de Ingeniería Civil. Centro Superpave Regional del Oeste, **Profesor de los cursos**: Materiales de Construcción, Taller de Diseño, y Diseño y Análisis de Pavimentos, Enero 08-Ago 09.
13. Universidad de Costa Rica. **Coordinador de la Unidad de Investigación** en Pavimentos y Materiales del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales. Junio 2007-Agosto 2009.

**Publicaciones:**

---

1. Manual Centroamericano de Especificaciones para la Construcción de Carreteras y Puentes, publicado en 2001. Realizado en LanammeUCR bajo contrato de la SIECA. Co-autor.
2. Nueva Metodología Costarricense para el control de plantas de mezcla asfáltica en caliente, Departamento de Transporte Costarricense –Universidad de Costa Rica, Publicado en 2000. Co-autor.
3. Desarrollo de un Nuevo Método para el Control/Aseguramiento y Pago de los Trabajos de Carreteras, Departamento de Transporte costarricense –Universidad de Costa Rica, Publicado en 2000. Co-autor.
4. Desempeño de las mezclas asfálticas Micro-surficing para los materiales costarricenses de acuerdo con la Metodología de Diseño Española, Fase I. Publicado en 2003. Publicado en el Congreso Iberoamericano del Asfalto 2003. Autor principal.
5. Efecto del agua atrapada sobre el desempeño de mezclas asfálticas en caliente, Fase I. Publicado en 2003. Publicado en el Congreso Iberoamericano del Asfalto 2003. Autor principal.
6. Análisis sobre Ligantes Asfálticos Modificados en laboratorio con seis polímeros diferentes de acuerdo con el protocolo NCHRP 9-10. Publicado en 2005. Publicado en el Congreso Iberoamericano del Asfalto. Autor principal.
7. Desempeño de las mezclas asfálticas Micro-surficing para los materiales costarricenses de acuerdo con la Metodología de Diseño Española, Fase II. Publicado en 2005. Publicado en el Congreso Iberoamericano del Asfalto 2005. Autor Principal.
8. Efecto del agua atrapada sobre el desempeño de mezclas asfálticas en caliente, Fase II. Publicado en 2005. Publicado en el Congreso Iberoamericano del Asfalto 2005. Autor Principal.
9. Desarrollo de una Ecuación para la Ley de Fatiga para mezclas asfálticas en caliente. Publicado en el Congreso Iberoamericano del Asfalto 2005. Autor Principal.
10. Efecto del Agua Atrapada en Mezclas Asfálticas. Fase III. XV Simposio Colombiano de Pavimentos, Melgar, 2005.
11. Desarrollo de una Especificación para Densidad de Juntas Longitudinales. Fase II: Evaluación de Secciones de Prueba. Universidad de Nevada-Reno. Co-autor. 2005.
12. Desempeño a largo plazo de las Técnicas de Mitigación del Agrietamiento Reflectivo en Nevada. Universidad de Nevada-Reno. Autor. Washington D.C., Transportation Research Board 2008.
13. Desarrollo y Evaluación de Modelos de Deterioro de Lechadas Asfálticas en el Condado del Washoe, Nevada. Autor Principal, Congreso Mairepav6, Torino, Italia 2009.
14. Hajj, E, Loria, L and Sebaaly, P. "Performance Evaluation of Asphalt Preservation Activities. TRB 2010
15. Kvasnak, A., West, R., Michael, J., Loria, L., Hajj, E. "Evaluation of the Effect of Recycled Asphalt Pavement Bulk Specific Gravity". TRB 2010.

16. Loria, L, Hajj, E, and Sebaaly, P. "Evaluation of the Design Methods for Asphalt Overlay Reflective Cracking". Proc of the XV Iberoamerican Conference of Asphalt CILA, Portugal, 2009, pp.765-773.
17. Loria, L, Hajj, E, and Sebaaly, P. "Review and Improvement of Performance Prediction Models for Flexible Pavement Using Statistical Techniques". Proc of the XV Iberoamerican Conference of Asphalt CILA, Portugal, CD ROM, Paper 1039.
18. Loria, L, Hajj, E, and Sebaaly, P. "Long-Term Performance of Reflective Cracking Mitigation Techniques in the State of Nevada". Proc of the XV Iberoamerican Conference of Asphalt CILA, Portugal, CD ROM, Paper 1043.
19. Loria, L, Hajj, E, and Sebaaly, P. "Long-Term Performance of Reflective Cracking Mitigation Techniques in the State of Nevada". TRB 2008.
20. Loria, L, Hajj, E, and Sebaaly, P. "Long-Term Performance of Reflective Cracking Mitigation Techniques in the State of Nevada". Transportation Research Record, number 2044,ISSN 0361-1981, ISBN 978-0-309-11312-0, 2008.
21. Loria, L, Hajj, E, and Sebaaly, P. "Performance Models for Maintenance Activities in Nevada". Proc. Of the Sixth Conference on Maintenance and Rehabilitation of Pavements and Technological Control, MAIREPAV 6, Italy 2009, pp 1201-1209
22. Loria, L, Hajj, E., Sebaaly, P., and, Elizondo, F. Diseño de Sobrecapas Asfálticas anti-reflejo de Grietas Calibrado para Costa Rica". CIC 2010. Congreso de Ingeniería Civil. 6-8 Octubre, 2010.
23. Loria, L, Hajj, E., Sebaaly, P., and, Elizondo, F. Diseño de Sobrecapas Asfálticas anti-reflejo de Grietas Calibrado para Costa Rica". Tercer Congreso Regional Latinoamericano de la International Road Federation (IRF). 8-9 Noviembre, 2010.
24. Loria, L. et al. "Experiences in Calibration of AASHTO's Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide for Flexible Pavement from Costa Rica". TRB 2011.
25. Loria, L, Hajj, E, Sebaaly, P, Barton, M, Kass, S, Liske, T. "Performance Evaluation of Asphalt Mixtures with High RAP Content". TRB 2011.
26. Loria, L, Hajj, E, Sebaaly, P. "Optimum Time for Application of Slurry Seal to Asphalt Concrete Pavement" TRB 2011.
27. Loria, L., Hajj, E.Y., Navas, A., Villegas, E., and Sebaaly, P. "Backcalculation of the Dynamic Shear Modulus and Delta Angle of Asphalt Binders from the Hot-Mix Asphalt Dynamic Modulus ( $E^*$ ) using the Hirsch and the Huet-Sayet Models". Proc. Of XVI Iberoamerican Conference of Asphalt, CILA, Sao Paulo, Brasil, 2011, in CD-ROM and Proceedings, Paper 2209.
28. Loria, L., Hajj, E.Y., Navas, A., and Sebaaly, P. "Performance of Double Application of Slurry Seals for the Washoe County, Nevada". Proc. Of XVI Iberoamerican Conference of Asphalt, CILA, Sao Paulo, Brasil, 2011, in CD-ROM and Proceedings, Paper 2210.
29. Loria, L., Hajj, E., Navas, A., and Sebaaly, P. "Design and Performance Evaluation of Recycled Asphalt Mixtures for Cold Weathers: A Case Study for Manitoba, Canada". Proc. Of XVI Iberoamerican Conference of Asphalt, CILA, Sao Paulo, Brasil, 2011, in CD-ROM and Proceedings, Paper 2210.
30. Hajj, E., Sebaaly, P., Kass, S., Liske, T., and, Loria, L. Impact of High RAP Content on the Performance Characteristics of Asphalt Mixtures in Manitoba. Paper prepared for presentation at The Innovative Developments in Sustainable Pavements Session of the 2011 Annual Conference of the Transportation

- Association of Canada Edmonton, Alberta. 2011. <http://www.tac-atc.ca/english/annualconference/tac2011/francais/seances/seance22.htm>
31. Hajj, E., Sebaaly, P., Cortez, E., and, Loria, L. Effective Timing of Double Slurry Seal Applications on Asphalt Pavement Performance. TRB 2012. Paper 12-4524.
  32. Hajj, E., Sebaaly, P., and, Loria, L. Estimating Effective Performance Grade of Asphalt Binders in High Rap Mixtures Using Different Methodologies: Case Study. TRB 2012. Paper 12-2696.
  33. Kvasnak, A., West, R., Michael, J., Loria, L., and, Hajj, E. Bulk Specific Gravity of Reclaimed Asphalt Pavement Aggregate Evaluating the Effect on Voids in Mineral Aggregate. Transportation Research Record, TRR. 2011. <http://trb.metapress.com/content/26932265g6818m8v/fulltext.pdf>
  34. Traducción de la Guía de Diseño Mecánico-Empírico de Pavimentos. Miembro del grupo técnico de traducción al español. Instituto de la Construcción y Gerencia. PT-56. Fondo Editorial ICG. 2011.
  35. Hajj, E., Sebaaly, P., West, R., Morian, N., and Loria, L. Recommendations for the Characterization of RAP Aggregate Properties Using Traditional Testing and Mixture Volumetrics. AAPT 2012, Austin, Texas, 2012.
  36. Aguiar-Moya, J.P., Corrales, J.P., Elizondo, F., and Loria, L. Heavy Vehicle Simulator (HVS) Implementation at the National Laboratory of Materials and Testing Models (LanammeUCR) of the University of Costa Rica. Accelerated Pavement Tests (APT). Davis, California. Paper #22. 2012.
  37. Villegas, E., Loria, L., Reyes, F., and, Fernandez, W., Recycling of banana production waste bags in bitumens: A green alternative. Eurobitumen 2012, Istanbul, Turkey.
  38. Villegas, R.E., Loria-Salazar, L., Aguiar-Moya, J.P., Fernandez, W., and, Reyes-Lizcano, F. Advanced methods in material science and nanotechnology applied to the asphalt modification process. In proceedings VII Jornada Internacional de Asfalto. Bogotá, Colombia, Octubre 2012.
  39. Aguiar-Moya, J.P., Villegas, R.E., Rodriguez, E., and, Loria-Salazar, L. Master curves model calibration for mixing and compaction temperatures in Costa Rica. In proceedings VII Jornada Internacional de Asfalto. Bogotá, Colombia, Octubre 2012.
  40. Villegas, R.E., Aguiar-Moya, J.P., Loria-Salazar, L., and, Navas, A. Nueva tendencia en la compra, control de calidad y diseño de los asfaltos en Latinoamérica. Revista Corasfaltos. 2012.
  41. Corrales, J.P., Aguiar-Moya, J.P., Salazar, J., and, Loria-Salazar, L. Tests Modification of the Particulate Additive Test (PAT), for the determination of the SBR polymer content on Asphalt Binders. TRB 2013.
  42. Barrantes, R., Sanabria, J., Aguiar-Moya, J.P., Loria-Salazar, L. Methodology for Determining Traffic Accident Risk Zones. TRB 2013.
  43. Hajj, E., Sebaaly, P., Loria-Salazar, Alavi, Z., and, Naidoo, P. Influence of BituTech RAP Bio-asphalt on Viscoelastic Properties of Reclaimed Asphalt Pavements (RAP). TRB 2013.
  44. Leiva, F., Aguiar-Moya, J.P., and, Loria-Salazar, L. Development of an Improved and more Effective Dynamic Modulus  $E^*$  Model For Mixtures In Costa Rica By Means Of Artificial Neural Networks. TRB 2013.

45. Aguiar-Moya, J.P., Villegas, R.E., Loria-Salazar, L. Evaluation of Adhesion Properties of Costa Rican Asphalt Mixtures using the Bitumen Bond Strength (BBS) and Contact Angle Measurement Tests. TRB 2013.

**Por publicar:**

---

46. Villegas, R.E., Aguiar-Moya, J.P, Loria-Salazar, L., and., Navas.A., Métodos modernos de incorporación polimérica en matrices asfálticas. Revista RIOG, Chile. 2012.
47. Villegas, R.E., Aguiar-Moya, J.P, Loria-Salazar, L., and., Navas, A. Modified binder characterization methods. Revista Asfalto y Pavimentación, ASEFMA. España. 2012.
48. Leiva, P., and Loria-Salazar, L., Observaciones a la metodología de diseño tradicional de pavimentos reforzados con geosintéticos. Revista RIOG, Chile. 2012.
49. Elie Hajj, Peter Sebaaly, Luis Loria, Edward Cortez. Effective timing for two sequential applications of slurry seal on asphalt pavement. Journal of Transportation Engineering, 2012.
50. Elie Hajj, Peter Sebaaly, Luis Loria. Randy West (Univ. of Auburn, Alabama), Nathan Morian (UNR) Recommendations for the Characterization of RAP Aggregate Properties Using Traditional Testing and Mixture Volumetrics. Journal: Road Materials and Pavement Design.

**Tesis y disertación doctoral:**

---

**TESIS DE MAESTRIA:**

Evaluación y Desarrollo de Técnicas de Mitigacion de Reflejo de Grietas en el Estado de Nevada, Estados Unidos. 2008.

**DISERTACION DOCTORAL:**

Evaluación y Desarrollo de Metodologías de Diseño de Mezclas Asfálticas que Contienen Materiales Asfálticos Reciclados. 2011.

**Cursos Impartidos:**

---

**Pregrado y Posgrado**

- Estática, Universidad de Costa Rica. 2000-2001
- Laboratorio de Pavimentos, Universidad de Costa Rica, 2001-2005
- Materiales de Construcción, Universidad de Nevada, Reno, 2008-2010
- Análisis y Diseño de Pavimentos, Universidad de Nevada, Reno. 2010.
- Estadística Aplicada para Ingenieros, Universidad de Costa Rica, 2011-2012.
- Control de Calidad de Obras Viales, Universidad Nacional de Ingeniería, Managua, Nicaragua, 2011.

### **Actualización Profesional/Capacitación continua**

- Laboratorio de Mezclas Asfálticas, LanammeUCR, 2001.
- Laboratorio de Mezclas Asfálticas. LanammeUCR, 2002.
- Control de Calidad de Agregados, UCR. 2004.
- Inspección de la Construcción y Conservación de Pavimentos Asfálticos: Regularidad y Fricción Superficiales. UCR 2004.
- Sistemas de Gestión de Calidad para Acreditación de Laboratorios de Ensayo. UCR 2004
- Diseño Avanzado de Pavimentos, Universidad de Costa Rica, 2010,2011
- Diseño de Pavimentos de Concreto, Universidad de Costa Rica, 2010
- Introducción a la Guía de Diseño Empírico Mecanístico de Diseño de Pavimentos de los Estados Unidos, MEPDG. Pontificia Universidad Javeriana, 2011.

### **Revisor de Publicaciones Científicas:**

---

- Congreso Iberoamericano del Asfalto. CILA.
- Iberoamerican Committee, A0010, Transportation Research Board, TRB.
- Bituminous Materials Committee, AFK20, Transportation Research Board, TRB.
- International Journal of Pavement Research and Technology (IJPRT).
- Revista de Ingeniería Universidad de los Andes, Colombia.
- 8th International Conference on Managing Pavement.
- Geohunan 2011 International Conference.

### **Presentaciones Magistrales mas importantes:**

---

#### **Nacionales:**

- Foro de Investigaciones en Tecnología Vial. LanammeUCR, 2004, 2005, 2010.
- Técnicas modernas de diseño de pavimentos asfálticos reciclados. 70° Aniversario de la Facultad de Ingeniería. San Pedro de Montes de Oca, 29 de marzo 2011.
- Mesa Redonda Privada: Retos de la Infraestructura Vial, ECOANALISIS, tema: Análisis de la Infraestructura Vial de Costa Rica. San José, Costa Rica. 18 de Noviembre, 2010.

#### **Internacionales:**

- Ensayos Superpave. Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña. San Juan, Argentina, 5 de Julio, 2007.
- “El LanammeUCR: Desarrollo de un modelo de intercambio científico para carreteras en Latinoamérica”. Reunión del Comité Iberoamericano (A010) del Transportation Research Board (TRB). Washington DC, USA, 14 Enero 2009.

- Asset Management Initial Experience of Costa Rica's local Governments at the International Road Federation Conference: "Preserving our Highway Infrastructure Assets". August 3-6, 2010 in Orlando, Florida.
- Panel: Panorama de las Actualidades de la Pavimentación Asfáltica, programado para el día 25 de noviembre de 2011. Rio de Janeiro, Brasil.

### **Premios**

---

- Abril 2009: "**Profesor del Año**" de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Nevada en Reno (UNR). Premio otorgado por la Asociación de Estudiantes de Ingeniería Civil de UNR y la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles.

En este premio, fue el primer latino y primer extranjero que lo gana.

### **Otras Actividades:**

---

- Representante de Costa Rica en el Comité Director del Congreso Iberoamericano del Asfalto (CILA).
- Integrante del Directorio Ejecutivo Internacional de la International Road Federation (IRF), Febrero 2011.
- Miembro titular del Comité AFK20 (Materiales Bituminosos) del Transportation Research Board (TRB) de la Academia Nacional de Ciencias (NAS) de Estados Unidos . Periodo 2011-2014.
- Fundador del Congreso de Infraestructura de Transportes (CiTRANS)



# University of Nevada Reno

HAS CONFERRED UPON

## Luis Guillermo Loria-Salazar

THE DEGREE OF  
**Master of Science**  
WITH A MAJOR IN  
**Civil Engineering**

APPROVED BY THE BOARD OF REGENTS UPON RECOMMENDATION OF THE FACULTY  
ON THE NINETEENTH DAY OF MAY IN THE YEAR TWO THOUSAND EIGHT.

*Mark S. Brunner*  
Dean of Graduate School

*Milton Glick*  
President



*James E. Hagen*  
Chancellor, Nevada System  
of Higher Education

*Michael B. Dofner*  
Chair, Board of Regents

# University of Nevada

## Reno

HAS CONFERRED UPON

### Luis Guillermo Loria-Salazar

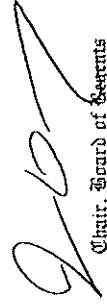
THE DEGREE OF

### Doctor of Philosophy

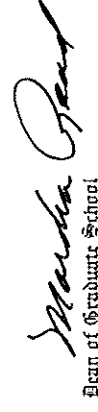
WITH A MAJOR IN

### Civil Engineering

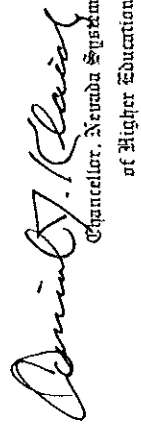
APPROVED BY THE BOARD OF REGENTS UPON RECOMMENDATION OF THE FACULTY  
ON THE SIXTEENTH DAY OF MAY IN THE YEAR TWO THOUSAND ELEVEN.



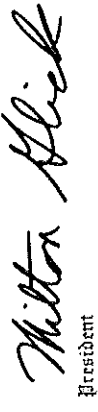
Chair, Board of Regents



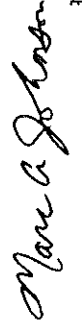
Dean of Graduate School



Cancellor, Nevada System  
of Higher Education



President



Provost



# UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

## *Certifica*

Que **Loría Salazar Luis Guillermo**, cédula 1 0892 0218, expediente R-109-2011 B, se incorporó a la Universidad de Costa Rica el **9 de agosto del 2012**, mediante el proceso de reconocimiento del diploma de **Doctor de Filosofía con una especialización en Ingeniería Civil**, extendido por la Universidad de Nevada, Estados Unidos, que se equiparó al grado de **Doctorado Académico**, el cual se encuentra inscrito en esta Oficina bajo el número 790-41-----

Se extiende en la Ciudad Universitaria Rodrigo Facio a solicitud del interesado (a) a los nueve días del mes de agosto del año dos mil doce-----

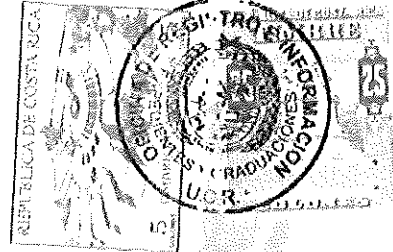
Nulo sin el sello blanco de la Oficina de Registro e Información y la firma del Director de la misma y si no constan cancelados los derechos y timbres en recibo adjunto---

*NOTA: Equiparación de grado: Es el acto mediante el cual la Universidad de Costa Rica, previa resolución de la Unidad Académica que realiza el estudio del expediente, declara el nivel académico y la validez del grado obtenido por la persona interesada, aunque sus estudios no sean equiparables con los correspondientes a algún plan de estudios que imparte la Institución. La autorización para el ejercicio profesional corresponderá al Colegio Profesional respectivo, de acuerdo con sus propios parámetros y procedimientos.*-----

Después de última línea cualquier inclusión anula este folio-----

-----**ULTIMA LINEA**-----

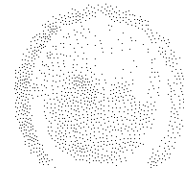
**M.B.A. José Rivera Monge**  
**Director**  
**Oficina de Registro e Información**



# UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



UNIVERSIDAD DE

Nº 0690

## José Pablo Aguiar-Moya

---

Cédula de Identidad: 1-1096-0827  
Carnet Ingeniero Civil CFIA: IC-15741

### Educación

---

**The University of Texas at Austin**, Austin, Texas  
*Ph.D. Ingeniería Civil – Transportes*

Agosto 2007 – Agosto 2011

**The University of Texas at Austin**, Austin, Texas  
*M.S.C.E. Ingeniería Civil – Transportes*

Agosto 2005 – Mayo 2007

Cursos relevantes: Ingeniería de Carreteras, Ingeniería de Tráfico Avanzada, Mezclas Bituminosas, Caracterización de Materiales Bituminosos, Sostenibilidad en Ingeniería de Pavimentos, Diseño y Desempeño de Pavimentos Rígidos, Teoría y Diseño de Pavimentos, Economía de Transportes, Confiabilidad de Sistemas de Infraestructura, Confiabilidad Estructural, Herramientas de Modelación con Aplicaciones Ingenieriles, Métodos Estadísticos en Ingeniería y Aseguramiento de la Calidad, Probabilidad y Estadística, Econometría I & II, Micro-econometría Aplicada, Modelación Financiera y Optimización, Herramientas de Modelación y Optimización, Principios y Aplicación de Administración de Bases de Datos, Proyectos de Información de Administración de Sistemas.

**Universidad de Costa Rica**, San José, Costa Rica  
*Licenciado en Ingeniería Civil*  
*Graduación con Honores*

Enero 1999 – Agosto 2004

Cursos relevantes: Ingeniería de Tráfico (2 cursos), Diseño Geométrico, Diseño y Materiales de Pavimentos.

Otros cursos / seminarios: Seminario Internacional sobre Aplicaciones Asfálticas (2005), Introducción a la Mecánica de Suelos no Saturados (2004), Inspección de la Construcción y Conservación de Pavimentos Asfálticos (2004), Nuevas Tecnologías en Diseño y Construcción de Pavimentos Asfálticos (2003), Aseguramiento de la Calidad para Obras Viales (2003), Valuación de Bienes Inmuebles para Entidades Financieras (2002).

### Experiencia

---

**LANAMME, Universidad de Costa Rica**, San José, Costa Rica  
*Coordinador Unidad de Materiales y Pavimentos, Programa de Infraestructura Vial (PITRA)*

Septiembre 2011 – la fecha

A cargo de la coordinación del programa de investigación en las áreas de materiales y pavimentos, a saber: materiales granulares y suelos, ligantes asfálticos, mezcla asfáltica y técnicas de rehabilitación. Supervisar el avance de los distintos proyectos de investigación que se están desarrollando por el PITRA y participar activamente de los proyectos y en la generación de reportes y publicaciones con base a los resultados obtenidos.

Adicionalmente, encargado de asesorar a las otras unidades del PITRA en temas relacionados a materiales y pavimentos cuando sea necesario.

**The University of Texas at Austin**, Austin, Texas  
*Asistente de Investigación a Nivel de Posgrado*

Agosto 2005 – Agosto 2011

Modelación del Desempeño de Pavimentos. Evaluación de Confiabilidad en el Diseño y Análisis de Pavimentos. Desarrollo de bases de datos / recolección de datos para predicción, diseño y calibración de modelos Mecanístico-Empíricos para pavimentos flexibles. Análisis del efecto de compactación en mezclas asfálticas sobre el desempeño y la durabilidad de mezclas asfálticas. Análisis de pavimentos con WMA, SMA, mezclas de atenuación de agrietamiento y pavimentos perpetuos. Evaluación de campo: encuesta visual de deterioro, deflectometría, perfilómetro, medición de agrietamiento y ahuellamiento mediante métodos automáticos. Ensayos de laboratorio: compactación según metodologías Superpave, Texas y vibración, evaluación de desempeño de mezclas asfálticas y ligantes asfálticos, ITS, módulo resiliente y dinámico, viga en fatiga, ensayo de rueda Hamburg (HWTB), Sistema de Imágenes de Agregados (AIMS).

#### *Enseñanza Académica*

A cargo de enseñar y evaluar el Laboratorio de Mezclas Bituminosas (CE366K) durante el semestre de Otoño del 2006 y 2007.  
A cargo de enseñar y evaluar el Laboratorio de Estadística para Ingenieros Civiles (CE311S) durante el semestre de primavera del 2008, el Otoño del 2008 y 2009.

**LANAMME, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica**

Enero 2005 – Julio 2005

*Investigador y Profesor*

Formulación, planeamiento, coordinación y ejecución de proyectos de investigación en el área de Ingeniería de Pavimentos: Diseño de Mezclas Asfálticas de Alto Módulo, Aplicación de Método UCL (Método Universal para Caracterización de Ligantes Asfálticos) en mezclas asfálticas a nivel nacional y Pavimentos de Adoquines. Adicionalmente a cargo de enseñar y evaluar el Laboratorio de Materiales de Construcción.

**LANAMME, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica**

Julio 2002 – Diciembre 2004

*Asistente de Investigación a Nivel de Pregrado*

Asistir en labor como: retrocálculo de módulo resiliente de datos de FWD (Deflectómetro de Impacto), análisis multielástico de pavimentos flexibles y análisis de elemento finito para pavimentos rígidos, desarrollo de bases de datos para propiedades de ligantes asfálticos y mezclas asfálticas.

### **Conocimientos en Computación**

Microsoft Office (Word, Excel, Powerpoint, Access), Microsoft Visio, Microsoft Project, SPSS, STATA, Matlab, JMP, AutoCAD, MicroStation, GEOPAK, ArcGIS, MySQL, VBA básico, Ox, Analysis Center.

### **Publicaciones y Presentaciones Técnicas**

Aguiar-Moya, José P., Villegas-Villegas, Rafael E, Rodríguez-Castro, Ellen, Loria-Salazar, Luis G. *Master Curves Model Calibration for Mixing and Compaction Temperatures in Costa Rica*. 8va Jornada Internacional del Asfalto. Colombia. Octubre, 2012.

Villegas-Villegas, Rafael E, Loria-Salazar, Luis G, Aguiar-Moya, José P., Corrales-Azofeifa, José P, Fernández-Gómez, Wilmar D, Reyes-Lizcano, Fredy A. *Advanced Methods in Material Science and Nanotechnology Applied to the Asphalt Modification Process*. 8va Jornada Internacional del Asfalto. Colombia. Octubre, 2012.

Loria-Salazar, Luis G., Aguiar-Moya, José P., Corrales-Azofeifa. *Advances in Asphalt Research and Specifications in Central America*. Association of Asphalt Paving Technologists (AAPT) Meeting. Austin, TX. Abril, 2012.

Aguiar-Moya, José P., Corrales-Azofeifa, José P, Loria-Salazar, Luis G., Elizondo-Arrieta, Fabián. *PaveLab and Heavy Vehicle Simulator (HVS) Implementation at the National Laboratory of Materials and Testing Models (LanammeUCR) of the University of Costa Rica*. Accelerated Pavement Testing (APT) Conference. Davis, CA. Setiembre, 2012.

Villegas-Villegas, Rafael E, Aguiar-Moya, José P., Loria-Salazar, Luis G., Navas-Carro, Alejandro. *Modified Binder Characterization Methods*. Revista Asfalto y Pavimentación, Vol. 25. España. 2012.

Loria-Salazar, Luis G., Aguiar-Moya, José P., Corrales-Azofeifa, José P, Elizondo-Arrieta, Fabián, Leiva-Padilla, Paulina. *Implementación del PaveLab y del equipo de ensayo acelerado de pavimentos en el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR)*. Congreso Nacional de Geotecnia CONGEO. San José Costa Rica. Agosto, 2012.

Villegas-Villegas, Rafael E, Aguiar-Moya, José P., Loria-Salazar, Luis G., Navas-Carro, Alejandro. *DE LA CONSISTENCIA AL DESEMPEÑO - Nueva tendencia en la compra, control de calidad y diseño de los asfaltos en Latinoamérica*. Revista Asfaltos y Pavimentos No. 25. Corasfaltos, Colombia. 2013.

Villegas-Villegas, Rafael E, Aguiar-Moya, José P., Loria-Salazar, Luis G., Navas-Carro, Alejandro. *Métodos Modernos de Incorporación Polimérica*. Revista Ingeniería de Obras Civiles, Vol. 2. Chile. 2012.

Villegas-Villegas, Rafael E, Loria-Salazar, Luis G., Aguiar-Moya, José P., Fernández-Gómez, Wilmar D, Reyes-Lizcano, Fredy A. *Recycling of Banana Production Waste Bags in Bitumens: A Green Alternative*. Eurasphalt & Eurobitumen Congress. Istanbul, Turkey. Junio, 2012.

Prozzi, Jorge A., Smit, Andre dF., Aguiar-Moya, José P., Buddhavarapu, Prasad, Banerjee, Ambarish. *Project Report on the Continued Development and Analysis of the Flexible Pavement Database*. Reporte Técnico FHWA/TX-11/0-6275-1. Center for Transportation Research, Austin, TX. Febrero, 2012.

Aguiar-Moya, José P., Prozzi, Jorge A., Manuel, Lance. *Framework for Reliability Analysis of Pavement Structures Using Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide*. Transportation Research Board 91<sup>st</sup> Annual Meeting Proceedings. Washington, DC. Enero, 2012.

- Buddhavarapu, Prasad, Smit, Andre dF., Prozzi, Jorge A., Aguiar-Moya, José P.. Influence of Pavement Condition on Crash-Injury Severity. Transportation Research Board 91<sup>st</sup> Annual Meeting Proceedings. Washington, DC. Enero, 2012.
- Aguiar-Moya, José P. y Prozzi, Jorge A. Development of Reliable Pavement Models. U.S. Department of Transportation, University Transportation Centers Program. Reporte SWUTC/11/161025-1. College Station, TX. Mayo, 2011.
- Gao, Lu, Aguiar-Moya, José P., Zhang, Zhaming. A Bayesian Analysis of Heterogeneity in Modeling of Pavement Fatigue Cracking. American Society of Civil Engineers Journal of Computing in Civil Engineering, Volumen 25, Revista 1. 2012.
- Aguiar-Moya, José P., Hong, Feng, y Prozzi, Jorge A. *Reclaimed Asphalt Pavement: Save Today, Pay Later?* Transportation Research Board 90<sup>th</sup> Annual Meeting Proceedings. Washington, DC. Enero, 2011.
- Aguiar-Moya, José P., y Prozzi, Jorge A. *Effect of Field Variability of Design Inputs on the MEPDG*. Transportation Research Board 90<sup>th</sup> Annual Meeting Proceedings. Washington, DC. Enero, 2011.
- Loría, Luis G., Badilla, Gustavo, Jiménez-Acuña, Mónica, Elizondo, Fabián, y Aguiar-Moya, José P. *Experiences in Calibration of AASHTO's Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide for Flexible Pavement from Costa Rica*. Transportation Research Board 90<sup>th</sup> Annual Meeting Proceedings. Washington, DC. Enero, 2011.
- Gao, Lu, and Aguiar-Moya, José P. *Bayesian Analysis of Heterogeneity in Modeling of Pavement Fatigue Cracking*. Transportation Research Board 90<sup>th</sup> Annual Meeting Proceedings. Washington, DC. Enero, 2011.
- Gao, Lu, Aguiar-Moya, José P., and Zhang, Zhanmin. *Performance Modeling of Infrastructure Condition Data with Maintenance Intervention*. Transportation Research Record, Número 2225. Washington, DC. 2011.
- Aguiar-Moya, José P., Prozzi, Jorge A., y Smit, Andre de Fortier. *A Mechanistic-Empirical IRI Model Accounting for Potential Bias*. American Society of Civil Engineers Journal of Transportation Engineering, Volumen 137, Revista 5. 2011.
- Vásquez, Christian G., Aguiar-Moya, José P., Smit, Andre, y Prozzi, Jorge A. *Laboratory Evaluation of Influence of Operational Tolerance (Acceptance Criterion) on Performance of Hot-Mix Asphalt Concrete*. Reporte Técnico FHWA/TX-11/0-6045-1. Center for Transportation Research. Austin, TX. Junio, 2010.
- Banerjee, Ambarish, Aguiar-Moya, José P., Smit, Andre, y Prozzi, Jorge A. *Development of the Texas Flexible Pavements Database*. Reporte Técnico FHWA/TX-10/0-5513-2. Center for Transportation Research. Austin, TX. Febrero, 2010.
- Aguiar-Moya, José P., Banerjee, Ambarish, y Prozzi, Jorge A. *Survival Analysis of Rutting for Flexible Pavements Based on LTPP Sections*. 11th International Conference on Asphalt Pavements. Nagoya, Japón, 2010.
- Aguiar-Moya, José P., Prozzi, Jorge A., y Manuel, Lance. *Framework for Reliability Analysis Using the Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide*. Canadian Society of Civil Engineers Annual Conference. Winnipeg, Manitoba, 2010.
- Prozzi, Jorge A., y Aguiar-Moya, José P. *Design, Response, and Performance of Cement-Treated Materials*. Transportation Research Board 89<sup>th</sup> Annual Meeting Proceedings. Washington, DC. Enero, 2010.
- Banerjee, Ambarish, Prozzi, Jorge A., y Aguiar-Moya, José P. *Calibrating the MEPDG Permanent Deformation Performance Model for Different Maintenance and Rehabilitation Strategies*. Transportation Research Board 89<sup>th</sup> Annual Meeting Proceedings. Washington, DC. Enero, 2010.
- Banerjee, Ambarish, Prozzi, Jorge A., Smit, Andre de Fortier, Bhasin, Amit, y Aguiar-Moya, José P. *Curing Rates for Asphalt Emulsions*. Transportation Research Board 89<sup>th</sup> Annual Meeting Proceedings. Washington, DC. Enero, 2010.
- Aguiar-Moya, José P., Banerjee, Ambarish, y Prozzi, Jorge A. *Survival Analysis of Flexible Pavements Based on LTPP Data*. Transportation Research Board 89<sup>th</sup> Annual Meeting Proceedings. Washington, DC. Enero, 2010.
- Aguiar-Moya, José P. *Improving on Flexible Pavement IRI predictions by correcting for possible bias*. ECTRI – FEHRL – FERSI Seminario de Investigadores Jóvenes 2009. Torino, Italia, 2009.
- Banerjee, Ambarish, Aguiar-Moya, José P., y Prozzi, Jorge A. *Calibration of "Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide" Permanent Deformation Models: Texas Experience with Long-Term Pavement Performance*. Transportation Research Record, Número 2094. Washington, DC. 2009.

- Aguiar-Moya, José P., Banerjee, Ambarish, y Prozzi, Jorge A. *Sensitivity Analysis of the M-E PDG Using Measured Probability Distributions of Pavement Layer Thickness*. Transportation Research Board 88<sup>th</sup> Annual Meeting Proceedings. Washington, DC. Enero, 2009.
- Aguiar-Moya, José P., y Prozzi, Jorge A. *Enhancements to An M-E IRI Model By Correcting for Potential Bias*. Transportation Research Board 88<sup>th</sup> Annual Meeting Proceedings. Washington, DC. Enero, 2009.
- Hong, Feng, Aguiar-Moya, José P. y Prozzi, Jorge A. *First Year Progress Report on the Development of the Texas Flexible Pavement Database*. Reporte Técnico FHWA/TX-09/0-5513-1. Center for Transportation Research. Austin, TX. Noviembre, 2008.
- Aguiar-Moya, José P., Hong, Feng, y Prozzi, Jorge A. *Upgrading the Texas LTPP database to support the M-E Pavement Design Guide*. Transportation Research Board 87<sup>th</sup> Annual Meeting Proceedings. Washington, DC. Enero, 2008.
- Aguiar-Moya, José P., y Prozzi, Jorge A. *Método de optimización del número de giros de diseño mediante desempeño relativo*. Infraestructura Vial, Año X, Número 17. LANAMME, UCR. Febrero, 2007.
- Aguiar-Moya, José P., Prozzi, Jorge A., y Tahmoressi, Maghsoud. *Optimum Number of Superpave Gyration based on Project Requirements*. Transportation Research Record, Número 2001. Washington, DC. 2007.
- Prozzi, Jorge A., Aguiar-Moya, José P., Smit, Andre, Tahmoressi, Maghsoud, y Fults, Kenneth. *Recommendations for Reducing Superpave Compaction Effort to Improve Mixture Durability and Fatigue Performance*. Reporte Técnico FHWA/TX-07/0-5132-1. Center for Transportation Research. Austin, TX. Octubre, 2006.
- Aguiar-Moya, José P., y Lorla, Luis G. *Desarrollo de modelos de fatiga para capas asfálticas*. Infraestructura Vial, Año IX, Número 15. LANAMME, UCR. Febrero, 2006.
- Aguiar-Moya, José P., y Castro F. Pedro. *Valoración de resistencia al daño por humedad y a la deformación permanente en mezclas asfálticas con matriz de agregado grueso de origen volcánico*. Congreso Ibero – Latinoamericano del Asfalto, CILA XIII. Noviembre, 2005.
- Aguiar-Moya, José P., Castro F. Pedro, y Allen, Jaime. *Comparación de resistencia al agua y a la deformación permanente en mezclas asfálticas densas y SMA con agregado de origen volcánico*. Congreso Ibero – Latinoamericano del Asfalto, CILA XIII. Noviembre, 2005.



### **Premios**

---

Primer Lugar Concurso Internacional 2008 sobre análisis de datos LTPP, ASCE (Categoría 2: Estudiantes de Posgrado)

International Road Federation Road Scholar 2010

Miembro International Road Federation 2010

University of Texas Professional Development Award 2010

Mejores Artículos del Sixth Annual Interuniversity Symposium on Infrastructure Management

Kolodzey Grant 2011, Departamento CAEE, The University of Texas at Austin

### **Actividades**

---

Miembro del Institute of Transportation Engineers (ITE)

Miembro del Intelligent Transportation Society (ITS)

Tesorero para el Capítulo ITS de la University of Texas (período 2008)

Miembro del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (Carnet Número IC-15741)

### **Idiomas**

---

Lengua nativa: español.

Inglés avanzado y japonés básico.

## Adriana Vargas Nordbeck

---

Teléfono: 8437-4629

Email: [adriana.vargasnordbeck@ucr.ac.cr](mailto:adriana.vargasnordbeck@ucr.ac.cr)

### EDUCACION:

Doctor de Filosofía en Ingeniería Civil, Agosto 2012.  
Auburn University, Auburn, Alabama  
Título de Disertación: Caracterización Estructural y Física de Secciones Sostenibles de Pavimento Asfáltico en la Pista de Pruebas del NCAT.

Master de Ciencia en Ingeniería Civil, Diciembre 2007.  
Auburn University, Auburn, Alabama  
Título de Tesis: Evaluación del Uso de Pavimento Asfáltico Reciclado en Mezclas SMA.

Master en Administración de Negocios, Julio 2005.  
Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica

Licenciatura en Ingeniería Civil, Agosto 2003.  
Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica

### EXPERIENCIA:

Investigadora, 2013–presente

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, San José, Costa Rica

- Responsabilidades: supervisión de proyectos, análisis de datos, preparación de propuestas y reportes técnicos, instrucción de cursos de capacitación.

Asistente de Investigación, 2009 a 2012.

Auburn University, Auburn, Alabama

- Responsabilidades: instalación de instrumentación de pavimentos en la pista de pruebas del Centro Nacional de Tecnología del Asfalto (National Center for Asphalt Technology, NCAT); recolección y análisis de datos; preparación de reportes.
- Cursos impartidos: Laboratorio de Materiales de Ingeniería Civil, Diseño y Control de Mezclas Asfálticas
- Temas de investigación: tasas de enfriamiento de mezclas asfálticas no convencionales (mezclas tibias, mezclas con alto contenido de asfalto reciclado, asfaltos modificados), caracterización de laboratorio y campo de mezclas asfálticas sostenibles, capacidad estructural de mezclas asfálticas porosas.

Ingeniera de Pavimentos, 2007 a 2009

Nichols Consulting Engineers, Richmond, California

- Responsabilidades: preparación de propuestas, memorándums técnicos y reportes finales; organización de reuniones con clientes; cumplimiento de operaciones de control de calidad y suministro de asistencia a usuarios del software StreetSaver® para gestión de pavimentos.
- Proyectos representativos: creación y actualización de Sistemas de Gestión de Pavimentos, diseño estructural de pavimentos, análisis forense e investigación de pavimentos.

Asistente de Investigación, 2005 a 2007

National Center for Asphalt Technology (NCAT), Auburn University

- Responsabilidades: ejecución de pruebas de laboratorio para agregados y mezclas asfálticas, análisis de resultados, preparación de reportes.

Ingeniera de Proyectos, 2003 a 2005

Ultrapark, Heredia, Costa Rica

- Responsabilidades: inspecciones de campo, programación y presupuestación de proyectos.
- Proyectos representativos: construcción de edificios comerciales y residenciales, estabilización de suelos, remodelación de edificios.

Asistente de Ingeniería, 2002

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), San José, Costa Rica

- Responsabilidades: asistencia con el diseño de infraestructura y facilidades temporales para proyectos hidroeléctricos.

#### HONORES Y PREMIOS:

2009 – 2012: Kenyon Fellowship – National Center for Asphalt Technology.

2012: Brasfield and Gorrie Fellowship – Auburn University.

2010: AAPT Scholarship – Association of Asphalt Paving Technologists.

2010: Gottlieb Fellowship – Auburn University.

#### PUBLICACIONES:

Vargas-Nordbeck, A. and D.H. Timm. *Physical and Structural Characterization of Sustainable Asphalt Pavement Sections at the NCAT Test Track*. NCAT Report 13-02, Auburn University, 2013.

Vargas-Nordbeck, A. and D.H. Timm. *Structural Evaluation and Short-Term Performance of Sustainable Pavement Sections at the NCAT Test Track*. *Advances in Pavement Design through Full-Scale Accelerated Pavement Testing*, Taylor and Francis Group, 2012, pp. 187-202.

Vargas-Nordbeck, A. and D.H. Timm. *Rutting Characterization of Warm Mix Asphalt and High RAP Mixtures*. *Journal of Road Materials and Pavement Design*, Volume 13, 2012, pp. 1-20.

Timm D.H, and A. Vargas-Nordbeck. *Structural Coefficient of Open Graded Friction Course*. TRB 91st Annual Meeting Compendium of Papers, Washington DC, 2012.

Timm, D.H. and A. Vargas-Nordbeck. *Structural values of OGFCs*. *Asphalt Pavement Magazine*. Volume 17, Number 1, January/February 2012.

Timm, D., A. Vargas-Nordbeck and J.R. Willis. *Test Track Shows Outstanding Results for Warm Mix with 50% RAP*. *Asphalt Pavement Magazine*, Volume 17, No. 2, 2012, pp. 60-68.

West R, D. Timm, R. Willis, B. Powell, N. Tran, D. Watson, M. Sakhaeifar, R. Brown, M. Robbins, A. Vargas-Nordbeck, F. Leiva-Villacorta, X. Guo and J. Nelson. *Phase IV NCAT Pavement Test Track Findings*. NCAT Report 12-10, Auburn University, 2012.

Vargas-Nordbeck, A. and D.H. Timm. *Evaluation of Pavement Responses of Warm Mix Asphalt Sections at the NCAT Test Track*. Proceedings, 2<sup>nd</sup> International Conference on Warm-Mix Asphalt. St. Louis, MO, 2011.

Vargas-Nordbeck, A. and D.H. Timm. *Evaluation of Pavement Temperatures of Various Pavement Sections*. Proceedings, 1<sup>st</sup> Transportation & Development Institute Congress. Chicago, IL, 2011.

Vargas-Nordbeck, A. and D.H. Timm. *Validation of Cooling Curve Prediction Model for Nonconventional Asphalt Concrete Mixtures*. Journal of the Transportation Research Board, No. 2228, National Academies, Washington, D.C., 2011, pp. 111–119.

Watson, D., A. Vargas-Nordbeck, J. Moore, D. Jared and P. Wu. *Evaluation of the Use of Reclaimed Asphalt Pavement in Stone Matrix Asphalt Mixtures*. Journal of the Transportation Research Board, No. 2051, National Academies, Washington, D.C., 2008, pp. 64–70.

**CERTIFICACIONES:**

Engineer in Training (EIT), Agosto 2008.  
Incorporada al Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, 2003.

**REFERENCIAS:**

Disponibles bajo solicitud

## **Fabricio Leiva Villacorta**

Email: [fabricio.leiva@ucr.ac.cr](mailto:fabricio.leiva@ucr.ac.cr)

Tel: (506) 2511-2500

Fax: (506) 2511-4440

### **Educación**

**Auburn University**, Auburn, Alabama, 2012, PhD Doctor en Ingeniería Civil

**Auburn University**, Auburn, Alabama, 2007, MSc Maestría Científica en Ingeniería Civil

**UNED - Costa Rica**, San José, Costa Rica. 2005, MBA Maestría en Administración de Negocios

**Universidad de Costa Rica**, San José, Costa Rica, 2003, Licenciatura en Ingeniería Civil

### **Experiencia Laboral**

**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**, San José, Costa Rica. **09/2012 – presente**

Puesto: Investigador en la Unidad de Materiales y Pavimentos, PITRA

**Auburn University/National Center for Asphalt Technology**, Auburn, AL **05/2009 – 07/2012**

Puesto: Asistente de Investigación y profesor asistente laboratorio de materiales

**Granite Construction Inc. Bay Area Branch**, San José, California, **08/ 2007- 04/2009**

Puesto: Ingeniero de control de calidad

**National Center for Asphalt Technology**, Auburn, AL **09/2005 – 08/2007**

Puesto: Asistente de Investigación

**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**, San José, Costa Rica. **08/2003 – 08/2005**

Puesto: Ingeniero Civil (Investigación-PITRA)

**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales**, San José, Costa Rica. **08/2002 – 08/2003**

Puesto: Estudiante asistente de investigación

**Ingeniería y Perforación**. San José, Costa Rica. **08 – 12/2000**

Puesto: Asistente de laboratorio de mecánica de suelos

**Otros**, Costa Rica, **12/1996 - Mar/2001**

Puesto: Asistente de topografía

### **Habilidades**

#### **Uso y conocimiento en programas:**

- Microsoft Office
- AutoCAD
- MatLab, MathCad (análisis matemático)
- SPSS, MiniTab, R (análisis estadístico)
- Elsym5, WESLEA, PerRoad, Everseries, EverFE and EverFlex, ADINA (análisis de pavimentos)

#### **Idiomas**

- Inglés

### Areas de Experiencia

- Diseño de pavimentos
- Administración de pavimentos
- Modelación de pavimentos
- Instrumentación de pavimentos
- Ingeniería de transportes
- Tecnología del asfalto
- Materiales de construcción
- Mecánica de suelos
- Equipos de radiación aplicados a ingeniería civil

### Publicaciones seleccionadas

- Leiva F., West R. *Analysis of HMA field compactability using the accumulated compaction pressure (ACP) concept*. Transportation Research Board Compendium of papers DVD, Washington DC, January 2008.
- Leiva F., West R. *Analysis of HMA laboratory compactability using laboratory compaction parameters and mix characteristics*. Transportation Research Board Compendium of papers DVD, Washington DC, January 2008.
- Leiva F., West R. *Using the primary control sieve index to define gradation type and as a factor related to HMA properties*. Transportation Research Board Compendium of papers DVD, Washington DC, January 2008.
- Leiva F., West R. *Relationships between Laboratories Measured Characteristics of HMA and Field Compactability. Paper #24*. Association of Asphalt Paving Technologists Annual meeting, Philadelphia, Pennsylvania, April 2008.
- Leiva-Villacorta, F. and D. Timm, "Effects of Asphalt Pavement Instrumentation on In Situ Density," Proceedings, T&DI Congress 2011: Integrated Transportation and Development for a Better Tomorrow, Proceedings of the First T&DI Congress 2011, American Society of Civil Engineers, Chicago, IL, 2011, pp. 607-616.
- Leiva-Villacorta, F. and D. Timm, "Analysis of Measured Versus Predicted Critical Pavement Strain Responses," Proceedings of the 90th Annual Transportation Research Board, Washington, D.C., 2011.
- Leiva-Villacorta, F. and D. Timm, "Simulating the effects of instrumentation on measured pavement response" 4th International Conference on Accelerated Pavement Testing. Davis, California, 2012.

---

---

---

---

---

---

## Paulina Leiva Padilla

Curriculum Vitae

Teléfono celular: 88622587

Teléfono trabajo: 25112524

Correo-e: paulina.leivapadilla@ucr.ac.cr



### Datos personales

Número de cédula: 0113140591.

Nacionalidad: Costarricense.

Estado civil: Soltera.

Fecha de nacimiento: 26 de marzo de 1987.

Dirección permanente: 1 kilómetro sur oeste de la escuela Manuel Padilla Ureña, Río Conejo, Corralillo, Cartago, Costa Rica.

Dirección temporal: 100 metros este 50 metros norte del Perimercados, Vargas Araya, San Pedro, San José, Costa Rica.

### Idiomas

Idioma nativo: español.

Otros: inglés (nivel intermedio habla, escucha y escritura).

### Estudios realizados

#### Educación Básica:

**1999 – Escuela Manuel Padilla Ureña, Río Conejo, Corralillo, Cartago.**

Primer y segundo ciclo de educación general básica en formación primaria.

**2002 – Liceo San Gabriel – La Salle, San Gabriel, Aserri, San José.**

Segundo ciclo de educación general básica en formación secundaria.

**2004 – Liceo San Gabriel – La Salle, San Gabriel, Aserrí, San José.**

Bachillerato en educación general básica.

**Títulos Universitarios:**

**2011 - Universidad de Costa Rica, San Pedro, San José.**

Licenciatura en Ingeniería Civil.

**Capacitaciones:**

**2004 – Liceo San Gabriel – La Salle, San Gabriel, Aserrí, San José (300 horas).**

300 horas en la especialidad de dibujo técnico arquitectónico.

**2011 - LanammeUCR, San Pedro, San José (40 horas).**

Curso de manejo del programa de elemento finito ABAQUS.

**2012 – LanammeUCR, San Pedro, San José (40 horas).**

Curso de manejo del programa de elemento finito y operaciones matemáticas AC, Análisis Center.

**2012 – LanammeUCR, San Pedro, San José.**

Técnico en diseño de pavimentos.

**2012 – LanammeUCR, San Pedro, San José (40 horas)..**

Curso de manejo del programa de análisis estructural de pavimentos ELMOND 6.

**2012 – LanammeUCR, San Pedro, San José (40 horas)..**

Curso “Rehabilitación de Puentes”.

**2012 – LanammeUCR, San Pedro, San José (40 horas).**

Curso “Caracterización avanzada de suelos, materiales granulares y mezclas asfálticas.



## **Experiencia laboral**

### **Mayo 2008 a diciembre 2011 - LanammeUCR , Asistente de Investigación en Ingeniería Civil.**

Descripción del puesto: Labores asistenciales en ingeniería de pavimentos.

Logros obtenidos:

- Elaboración de artículos: Colaboración en la elaboración de artículos investigativos para la Unidad de Investigación del LanammeUCR, a nivel del país y para congresos internacionales como el TRB, CILA, entre otros, tanto en los idiomas español como inglés.
- Capacitación en el manejo de programas de elemento finito: Especialización en modelación de pavimentos por medio de la metodología del elemento finito, específicamente con el programa ABAQUS.
- Colaboración en el análisis de las instalaciones requeridas para la implementación del "Heavy Vehicle Simulator (HVS)", por medio de modelaciones con elemento finito.

### **II Semestre del 2009 – Universidad de Costa Rica, Asistente del curso de Construcción II de la Carrera de Ingeniería Civil.**

### **I Semestre del 2011 a la actualidad - Universidad de Costa Rica, Asistente del curso de Estadística Aplicada de la Carrera de Ingeniería Civil.**

### **Enero 2012 a la actualidad – LanammeUCR, Unidad de Materiales y Pavimentos del Programa de Infraestructura del Transporte, Ingeniera Investigadora en el Área de Materiales y Pavimentos.**

Descripción del puesto: Labores de investigación aplicada a la ingeniería de pavimentos.

Logros obtenidos:

- Desarrollo de una herramienta de cálculo:  
Elaboración de una interfaz gráfica para el cálculo de curvas maestras de módulo dinámico de la mezcla asfáltica en MATLAB.

- Planificación y elaboración de artículos y manuales asociados a la utilización de geosintéticos en pavimentos.
- Colaboración en la elaboración de boletines e informes del área de pavimentos.
- Elaboración de investigación relacionada a la modelación con elemento finito de elementos necesarios dentro del análisis de pavimentos.
- Asesoría a estudiantes de pregrado en la elaboración de trabajos finales de graduación.
- Capacitación de estudiantes asistentes en la utilización de los programas ABAQUS y Matlab. Apoyo en el curso de estadística aplicada de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica.

## Publicaciones

Comparación entre modelación de respuestas de pavimentos flexibles con análisis de multicapa elástica, viscoelasticidad y elemento finito, publicado en 2011 en el XVI Congreso Iberoamericano del Asfalto (CILA). Autora principal.

Óptimo tiempo de aplicación de "Slurry Seal" a pavimentos de concreto asfáltico, publicado en 2011 en el congreso del Transportation Research Board (TRB). Co-autora.

Cuantificación del efecto de confinamiento de un geosintético en estructuras de pavimento (utilización para tal efecto de modelaciones con el método de elemento finito). Trabajo final de graduación para obtener el grado de licenciatura en ingeniería civil, publicado en 2011. Autora principal.

Observaciones a la metodología de diseño tradicional de pavimentos reforzados con geosintéticos, publicado en 2012 en la Revista Ingeniería de Obras Civiles. Autora principal.

¿Debe América Latina desarrollar su propia Guía de Diseño Mecánico-Empírico para Pavimentos (LAMPA)?, publicado en 2012, en la serie de Boletines mensuales publicados por el LanammeUCR. Colaboradora.

Efecto de las propiedades del agregado extraído de un pavimento asfáltico reciclado (RAP) en el cálculo de los vacíos en el agregado mineral (VMA), publicado en 2012,

en la serie de Boletines mensuales publicados por el LanammeUCR. Colaboradora.

**Habilidades y características personales destacadas**

Manejo de los programas de los paquetes Ms Office, Everseries, AutoCAD Civil 3D, Elemento Finito ABAQUS y Analysis Center, aquellos específicos de la ingeniería de pavimentos 3D-Move, BISAR, EVERSERIES, ELSYM 5, CEDEM, manejo de los programas del paquete de GEOSTUDIO, programación de interfaces gráficas en MATLAB, entre otros.

Incorporada al colegio de ingenieros civiles de Costa Rica.

Con licencia de conducir B1 al día.

# CURRÍCULUM VITAE

## INFORMACIÓN PERSONAL



- Nombre: Ellen A. Rodríguez Castro
- Nacionalidad: Costarricense
- Fecha de Nacimiento: 5 de octubre de 1973

## FORMACIÓN

### INGENIERÍA

Setiembre 1999	<b>Licenciatura en Ingeniería Química</b> Universidad de Costa Rica
1991 - 1997	<b>Desarrollo del Programa de Estudios</b> Escuela de Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca San José, Costa Rica
Enero a Julio de 1998	<b>Práctica Profesional</b> Instituto Costarricense de Electricidad Laboratorio de Corrosión

### ADMINISTRACIÓN

Abril 2007	<b>Diplomado en Administración de Empresas</b> Escuela de Administración Universidad Estatal a Distancia
2007 hasta la actualidad	<b>Desarrollo del Programa de Estudios en Licenciatura de Administración de empresas con énfasis en producción</b> Escuela de Administración Universidad Estatal a Distancia

## EXPERIENCIA LABORAL

### AUDITORÍA TÉCNICA Y DE CALIDAD

Agosto 2005 hasta la actualidad	<p><b>Auditoría Técnica</b> Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR). Universidad de Costa Rica</p> <p><u>Actividades:</u> Auditoría técnica de laboratorios y procesos de calidad de proyectos que se desarrollan en el sector vial de acuerdo con el mandato establecido en el Inciso f) de la Ley N° 8114.</p> <p>Incluye análisis de datos e información, tratamientos estadísticos de datos, estudio de documentos contractuales, manuales, especificaciones, normas, reglamentos y leyes relacionadas, elaboración de informes técnicos.</p>
Febrero 2006, Marzo 2007, Abril 2009, Junio 2009 (Auditora Líder)	<p><b>Auditora Interna 17025</b> Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR). Universidad de Costa Rica</p>

### DOCENTE

Septiembre 2004 hasta Julio 2005	<p><b>IPT</b> Profesora Contacto Daniel Castro Castro: 2280-0391</p> <p><u>Actividades:</u> Impartir clases de química, matemática y física además de cursos para exámenes de admisión a las universidades.</p>
Marzo a Noviembre del 2000	<p><b>Profesora del curso de Autocad</b> Ingeniería Mecánica Universidad de Costa Rica</p>
Enero 2008 hasta la actualidad	<p><b>Curso de Laboratoristas Viales</b> Temas generales (matemática y calidad) LanammeUCR Universidad de Costa Rica</p>

### TRATAMIENTO DE DESECHOS

Noviembre del 2000 hasta Setiembre del 2004	<p><b>Consultoría.</b> Técnica del Futuro S.A. Consultoría Contacto Lic. Raúl León : 2245-5151</p> <p><u>Actividades:</u> Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales, trámites de aprobación, análisis de datos, evaluación de alternativas, supervisión del proyecto, contacto con proveedores y clientes, elaboración de manuales y memoria de cálculo.</p>
Septiembre de 1998 a noviembre del 2000	<p><b>Diseño</b> EPA Consultores Consultoría Ambiental Contacto Ing. Hernán Camacho Soto: 22234-0450</p> <p><u>Actividades:</u> Diseño de plantas de tratamiento de aguas, análisis de datos, evaluación de alternativas, elaboración de manuales y memoria de cálculo. Desarrollo de sistemas de calidad</p>

## CURSOS

### AUDITORÍA TÉCNICA Y DE CALIDAD

Octubre 2008	Universidad de Costa Rica San Pedro, San José <b>Fiscalización de obras viales en concesiones (30 horas)</b>
Setiembre 2007	Ente Costarricense de Acreditación (ECA) San Pedro, San José <b>Curso de Formación de Auditores Internos en la Norma 17025:2005 (24 horas)</b>
Abril 2007	Universidad de Costa Rica San Pedro, San José <b>Control y Fiscalización de Contrato de Obras Públicas y Reajuste (30 horas)</b>
2000	Universidad de Costa Rica San Pedro, San José <b>Auditoría interna de los Sistemas de la Calidad (40 horas)</b>

### INGENIERÍA

Abril 2010	Universidad de Costa Rica San Pedro, San José <b>Emulsiones asfálticas: Química, Fabricación, Usos, Conservación de Pavimentos (20 horas)</b>
Agosto 2009	Universidad de Costa Rica San Pedro, San José <b>Análisis de tramos de concentración de accidentes (30 horas)</b>
Enero-Febrero 2009	Universidad de Costa Rica San Pedro, San José Reconocimiento por participar como instructora en el curso: <b>Tópicos generales y caracterización de suelos I</b>
Noviembre 2007	Universidad de Costa Rica San Pedro, San José <b>Diseño y colocación de sistemas de contención vial (30 horas)</b>
Octubre 2007	Universidad de Costa Rica San Pedro, San José <b>Calidad en la Producción y Colocación de Mezcla Asfáltica (30 horas)</b>
Febrero 2007	University of Maryland Consorting for ITS training education (CITE) Curso en línea <b>Pavement marking (6 horas)</b>
Febrero 2007	Universidad de Costa Rica San Pedro, San José <b>Introducción a la Ingeniería de la Seguridad Vial (30 horas)</b>
Julio 2006	Universidad de Costa Rica San Pedro, San José <b>Ingeniería de Tránsito Aplicada (30 horas)</b>
Marzo 2006	Universidad de Costa Rica San Pedro, San José <b>Construcción y Mantenimiento de Carreteras (32 horas)</b>
Febrero 2006	Universidad de Costa Rica

San Pedro, San José  
**Ingeniería de Puentes (32 horas)**

---

## **HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS Y COMPUTACIONALES**

---

Agosto 2008      Universidad de Costa Rica  
 San Pedro, San José  
**Diseño de experimentos y modelos de predicción estadísticos con SAS (30 horas)**

Julio 2007      Asesorías Creativas  
 San Pedro, San José  
**Organice y Gestione sus datos utilizando las herramientas básicas de Access 2003 (8 horas)**

Febrero 2007      Universidad de Costa Rica  
 San Pedro, San José  
**Estadística aplicada para ingenieros (20 horas)**

Setiembre 1997      I.P.T.  
 San Pedro, San José  
**Microsoft Excel**

Agosto 1997      I.P.T.  
 San Pedro, San José  
**Microsoft Power Point**

Marzo 1996      I.P.T.  
 San Pedro, San José  
**Windows 95**

Mayo 1996      I.P.T.  
 San Pedro, San José  
**Microsoft Word**

15 de febrero al 22 de mayo de 1993      Instituto de Informática Contable  
 San José  
**Word Perfect Versión 5.01**

---

## **LABORATORIO Y SISTEMAS DE GESTIÓN**

---

9 agosto al 2 de diciembre 2005      Universidad de Costa Rica  
 San Pedro, San José  
**Formación de Laboratoristas Viales (65 horas)**

Octubre 2005      Universidad de Costa Rica  
 San Pedro, San José  
**ISO 9001 Sistemas de Gestión de la Calidad en empresas de Ingeniería Civil (30 horas)**

2000      Universidad de Costa Rica  
 San Pedro, San José  
**Documentación de los Sistemas de la Calidad (20 horas)**

## SEMINARIOS Y CONGRESOS

### INGENIERÍA

Mayo 2008	LanammeUCR-Escuela de Ingeniería Civil San José, Costa Rica <b>Primer Congreso Iberoamericano de Seguridad Vial (I CISEV)</b>
Abril 2008	Asociación Española de Carreteras Cartagena de Indias, Colombia <b>Seminario sobre "Seguridad Vial: Infraestructura y Usuarios Vulnerables"</b>
Octubre 2007	Asociación Española de Carreteras La Antigua, Guatemala <b>Curso sobre "Seguridad Vial Infraestructura y Tráfico"</b>
Noviembre 1999	Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH) Limón, Costa Rica <b>Seminario: "Cultivo y Aprovechamiento del Coco"</b>
Setiembre 1997	Universidad del Valle, Universidad de San Carlos y Universidad Rafael Landívar Ciudad de Guatemala, Guatemala. <b>Curso teórico práctico: "Tecnologías Informáticas para la Administración de la Producción"</b>
Setiembre 1997	Universidad del Valle, Universidad de San Carlos y Universidad Rafael Landívar Ciudad de Guatemala, Guatemala. <b>XII Convención Guatemalteca y VI Regional de Estudiantes de Ingeniería Química: "El Ingeniero Químico en el Desarrollo de Nuevos Productos"</b>
Agosto 1995	Ricalit San José, Costa Rica <b>Seminario: "PLYCEM FIBROLIT nuevas posibilidades y aplicaciones".</b>

### CALIDAD Y AMBIENTE

Enero 1999	FUNDECOOPERACIÓN, PNUD, World Business Council for Sustainable Development. San José, Costa Rica <b>Seminario: "La oportunidad ambiental"</b>
Noviembre 1998	Colegio de Ingenieros Electricistas, Mecánicos e Industriales San José, Costa Rica <b>Seminario: "La importancia de la Calidad del Aire en la Ingeniería de la Ventilación y Aire Acondicionado"</b>
Noviembre 1996	Universidad de Costa Rica y Red Interamericana para la Calidad Ambiental San José, Costa Rica <b>III Congreso Interamericano sobre el Medio Ambiente</b>

## IDIOMAS

1999-2001	Universidad de Costa Rica San Pedro, San José <b>Conversación Inglesa</b>
-----------	---



## ALGUNOS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

### AUDITORÍAS TÉCNICAS

#### 2006

**1. Laboratorio del MOPT encargado de la verificación del control de calidad ubicado en plantel del MOPT en San Ramón**

**Proyecto:** Construcción de la nueva carretera a San Carlos, Sección I: Sifón – La Abundancia

**Alcance:** Evaluar la competencia técnica del laboratorio de verificación de calidad de la Administración, en las actividades de verificación del control de calidad que se realiza en la etapa actual de construcción y determinar si el grado de cumplimiento con relación a los requerimientos señalados en los documentos de referencia del contrato, así como los documentos de la legislación nacional aplicables

**2. Laboratorio OJM Consultores de calidad y Laboratorios S.A. encargado del control de calidad**

**Proyecto:** Construcción de la nueva carretera a San Carlos, Sección I: Sifón – La Abundancia

**Alcance:** Determinar el grado de cumplimiento con relación a los requerimientos señalados en el contrato y en los documentos de referencia relacionados con el proyecto, así como los documentos de la legislación nacional aplicables, para evaluar la competencia técnica del laboratorio OJM Consultores de Calidad y Laboratorios S.A. que está a cargo de las actividades de control de calidad que se efectúan en la etapa actual de construcción por parte del contratista

#### 2007

**3. Evaluación de las labores de demarcación vial horizontal: Especificaciones, cartel de licitación y labores realizadas sobre la Ruta Nacional N° 32**

**Proyecto:** Proyectos de demarcación de ruta nacional N° 32 y otras

**Alcance:** Evaluar la ejecución y el control de calidad de las labores de demarcación horizontal, para tal efecto se visitaron los frentes de obra activos sobre la ruta N°32 ubicados entre las estaciones de peaje y la entrada al túnel Zurquí los días 11 y 20 de setiembre de 2006. Adicionalmente se evaluaron las labores de señalamiento horizontal realizadas en la Radial San Sebastián, en La Fortuna de San Carlos y en el tramo entre Ciudad Quesada y la Marina con fechas de 06, 20 y 27 de octubre del 2006 respectivamente.

**4. Laboratorio de pinturas de la Subdirección de Geotecnia y Materiales del Ministerio de Obras Públicas y Transportes**

**Proyecto:** Ejecutor de ensayos a las pinturas utilizadas en el señalamiento horizontal de rutas nacionales

**Alcance:** Evaluar aspectos generales del Laboratorio de Pinturas del MOPT tales como condición de las instalaciones físicas, aspectos de control, calibración, mantenimiento y comprobaciones intermedias de los equipos de medición y ensayo, así como la documentación utilizada para el control de las diversas actividades realizadas dentro de las instalaciones del laboratorio

**5. Laboratorio del MOPT encargado de la verificación del control de calidad ubicado en Matapalo, Quepos**

**Proyecto:** Construcción de drenajes y terraplenes de la carretera Costanera Sur, Sección Quepos Savegre-Barú, Ruta N° 34

**Alcance:** Evaluar las actividades de verificación de la calidad ejecutadas por el laboratorio del MOPT durante las visitas del equipo auditor. Dicha evaluación comprende las instalaciones, documentación, equipos de medición y ensayo, planes de calibración y mantenimiento, recursos asignados, entre otros. La condición encontrada será representativa del periodo en el que el laboratorio del MOPT se hizo cargo de las actividades de verificación de calidad

**6. Laboratorio del MOPT encargado de la verificación del control de calidad ubicado en Palmichal**

**Proyecto:** Mejoramiento de la Ruta Nacional N° 209, Sección Palmichal-Chirracá

**Alcance:** Analizar las actividades que realiza el personal técnico y los recursos de los que dispone el laboratorio de verificación del MOPT, para corroborar que los materiales que se incorporan y los procesos constructivos que se ejecutan en el proyecto en estudio, cumplen con las especificaciones establecidas en los documentos de prevalencia

**7. Laboratorio del MOPT encargado de la verificación de calidad ubicado en Santa Marta, Puerto Carrillo, Guanacaste**

**Proyecto:** Mejoramiento de las Rutas Nacionales N° 160, Sección Puerto Carrillo-Estrada y N° 158, Sección Estrada-Lajas

**Alcance:** Evaluar las actividades de verificación de la calidad ejecutadas por el laboratorio del MOPT durante las visitas del equipo auditor. Dicha evaluación comprende las instalaciones, documentación, equipos de medición y ensayo, planes de calibración y mantenimiento, recursos asignados, entre otros para corroborar que cumplan con las especificaciones establecidas en los documentos contractuales

**8. Evaluación de las labores de demarcación horizontal e la Ruta Nacional N° 2 carretera Interamericana Sur, Sección la Lima-San Isidro de Pérez Zeledón y la Ruta Nacional N° 3, Sección Manolos-San Mateo**

**Proyecto:** Proyectos de demarcación de rutas nacionales N° 2 y N° 3

**Alcance:** Corroborar que las actividades de señalamiento horizontal que se realizan en la Ruta Nacional N° 3, sección Manolos-San Mateo y en la Ruta Nacional N°2 carretera Interamericana Sur, sección La Lima-San Isidro, cumplan con las especificaciones definidas en los documentos contractuales, la documentación de referencia y las buenas prácticas de ingeniería.

**9. Análisis del procedimiento aplicado por la Dirección de Obras del CONAVI para la Supervisión de los procesos de control verificación de calidad en proyectos viales**

**Proyecto:** Control y verificación de calidad de los proyectos de obra realizados entre

2002 y 2007

**Alcance:** Identificar diversos aspectos de los cuales adolecen, las actividades de supervisión y verificación de los procesos de control de calidad de los proyectos viales. Los aspectos considerados comprenden las actividades de evaluación aplicadas para el inicio de operación de los laboratorios, así como las de supervisión. Además se consideran aspectos de control y confirmación metrológicas de los equipos de medición y ensayo, así como las instalaciones de laboratorio.

**2008**

**10. Análisis de la metodología de pago aplicada por la Dirección de Conservación Vial del CONAVI**

**Proyecto:** Proyectos de conservación vial contratados mediante la licitación LP-01-2005

**Alcance:** Analizar si el modelo de pago en función de la calidad es aplicado por los organismos de inspección de los veintidós (22) contratos vigentes en conservación vial, en apego a lo establecido en los carteles de licitación y demás documentos contractuales (para cumplir con éste propósito se analizaron algunas zonas de conservación vial) y valorar el efecto de las modificaciones realizadas al modelo de pago en función de la calidad, con el propósito de determinar si existe una reducción en la capacidad del modelo para evaluar la calidad final de la mezcla recibida y pagada por la Administración.

**11. Laboratorio de pinturas de la Subdirección de Geotecnia y Materiales del Ministerio de Obras Públicas y Transportes**

**Proyecto:** Laboratorio ejecutor de ensayos a las pinturas utilizadas en el señalamiento horizontal de Rutas Nacionales. Seguimiento.

**Alcance:** Evaluar las acciones correctivas y preventivas planteadas por la Sub-Dirección de Geotecnia y Materiales del MOPT con relación a los hallazgos y observaciones expuestos en el informe LM-AT-15-07, como producto de la auditoría técnica externa realizada al Laboratorio de Pinturas de la Subdirección de Geotecnia del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (Laboratorio de Pinturas del MOPT).

**12. Análisis del procedimiento aplicado por la Dirección de Obras del CONAVI para la supervisión de los procesos de control y verificación de calidad en proyectos viales**

**Proyecto:** Proyectos de obra realizados entre 2002 y 2007. Seguimiento.

**Alcance:** Indagar sobre las acciones correctivas y preventivas planteadas por la Dirección de Obras del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI), con relación a los hallazgos y observaciones expuestos en el informe LM-AT-89-07 "Análisis del procedimiento aplicado por la Dirección de Obras del CONAVI para la supervisión de los procesos de control y verificación de calidad de los proyectos viales", emitido en diciembre de 2007

**13. Análisis del procedimiento de pago en función de la calidad aplicado en el proyecto**

**Proyecto:** Mejoramiento de la Ruta Nacional N° 10, Sección Cartago-Paraíso.

**Alcance:** Corroborar que el procedimiento de pago en función de la calidad se está aplicando de manera completa y oportuna, considerando todos los renglones de pago y parámetros de evaluación establecidos en el cartel de licitación y documentos

---

contractuales complementarios

**2009**

**14. Evaluación de calidad de la mezcla asfáltica en caliente de la planta de producción de la empresa Constructora Santa Fe Ltda, Cebadilla, Alajuela**

**Proyecto:** Proyectos de conservación vial contratados mediante la licitación LP-01-2005.

**Alcance:** Visitar las instalaciones de la planta productora durante el periodo de producción de mezcla asfáltica en caliente por un lapso de dos semanas. Durante las visitas se tomaron ocho muestras de la mezcla asfáltica producida, para ser posteriormente ensayadas y analizar el cumplimiento de las especificaciones contractuales de los parámetros de contenido de asfalto y granulometría y examinar la variabilidad estadística de los mismos.

**15. Evaluación de los diseños de mezcla asfáltica en caliente utilizados en actividades de conservación vial "Cumplimiento de los requisitos técnicos de las especificaciones contractuales y normativa vigente"**

**Proyecto:** Proyectos de conservación vial contratados mediante la licitación LP-01-2005.

**Alcance:** Estudio integral del proceso de revisión aprobación y aceptación de los diseños de mezcla asfáltica en caliente. Los temas anteriormente referidos se desarrollaran en fases, iniciando con el análisis del proceso de revisión de diseño de mezcla asfáltica en caliente.

**16. Evaluación de calidad de la mezcla asfáltica en caliente de la planta de producción de la empresa Constructora Meco, La Uruca, San José**

**Proyecto:** Proyectos de conservación vial contratados mediante la licitación LP-01-2005.

**Alcance:** Evaluar estadísticamente algunas de las características más relevantes de la mezcla asfáltica que se produce, a saber: contenido de asfalto y graduación de la mezcla, así como algunos aspectos del proceso productivo, de acuerdo con lo que se establece en la Actualización de las Especificaciones Especiales del cartel de Licitación LP-01-2005.

**17. Evaluación de calidad de la mezcla asfáltica en caliente de la planta de producción de la empresa Quebradores del Sur, Los Chiles, Pérez Zeledón**

**Proyecto:** Proyectos de conservación vial contratados mediante la licitación LP-01-2005.

**Alcance:** Evaluar estadísticamente algunas de las características más relevantes de la mezcla asfáltica que se produce, a saber: contenido de asfalto y graduación de la mezcla, así como algunos aspectos del proceso productivo, de acuerdo con lo que se establece en la Actualización de las Especificaciones Especiales del cartel de Licitación LP-01-2005.

**18. Evaluación de calidad de la mezcla asfáltica en caliente de la planta de producción de la empresa Constructora Meco, Bagaces, Guanacaste**

**Proyecto:** Proyectos de conservación vial contratados mediante la licitación LP-01-2005.

**Alcance:** Evaluar estadísticamente algunas de las características más relevantes de la mezcla asfáltica que se produce, a saber: contenido de asfalto y graduación de la mezcla, así como algunos aspectos del proceso productivo, de acuerdo con lo que se establece en la Actualización de las Especificaciones Especiales del cartel de Licitación LP-01-

2005.

**19. Evaluación de calidad de la mezcla asfáltica en caliente de la planta de producción de la empresa Constructora Santa Fe, Palmar Sur, Puntarenas**

**Proyecto:** Proyectos de conservación vial contratados mediante la licitación LP-01-2005.

**Alcance:** Evaluar estadísticamente algunas de las características más relevantes de la mezcla asfáltica que se produce, a saber: contenido de asfalto y graduación de la mezcla, así como algunos aspectos del proceso productivo, de acuerdo con lo que se establece en la Actualización de las Especificaciones Especiales del cartel de Licitación LP-01-2005.

**20. Evaluación de calidad de la mezcla asfáltica en caliente producida y colocada**

**Proyecto:** Concesión San José -Caldera, Sección II: Ciudad Colón-Orotina.

**Alcance:** Evaluación de algunos parámetros de calidad de la mezcla asfáltica en caliente y del proceso de compactación mediante el análisis de las muestras de mezcla asfáltica tomadas y los núcleos extraídos de la primera capa de la carpeta asfáltica colocada en la Sección II del proyecto de Concesión San José-Caldera

**21. Evaluación del laboratorio ITP encargado de las labores de control de calidad**

**Proyecto:** Concesión San José -Caldera, Sección II: Ciudad Colón-Orotina.

**Alcance:** Corroborar que los planes de calidad y de control metrológico presentados por el laboratorio de control de calidad Ingeniería Técnica de Pavimentos S.A. (ITP), consideren todos los elementos indicados en las especificaciones establecidas en los documentos de prevalencia

---

## AUDITORÍAS DE CALIDAD

**2006**

**1. Auditora Adjunta**

**Objetivo de la auditoría:** Evaluar el cumplimiento y la eficacia del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de acuerdo con lo que establece su documentación y la norma INTE-ISO/IEC-17025:2000.

**Alcance:** De acuerdo con lo establecido en el PG-07, inciso 5.3, el alcance definido por la Dirección es la comprobación de conformidad con la norma INTE-ISO/IEC-17025:2000, aplicada a los siguientes aspectos:

1. Seguimiento de la auditoría interna del 15 de abril de 2005.
2. Seguimiento de la auditoría interna del 29 de abril de 2005.

**Fecha:** 20 de febrero al 1 de marzo de 2006

**2007**

**2. Auditora Adjunta**

**Objetivo de la auditoría:** Evaluar el cumplimiento y la eficacia del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de acuerdo con lo que establece su documentación y la norma INTE-ISO/IEC-17025:2000.

**Alcance:** De acuerdo con lo establecido en el PG-07, inciso 5.3 y el memorando LM-UGC-13-2007, el alcance definido por la Dirección es la comprobación de conformidad con la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005, aplicada a los siguientes aspectos:

1. Sistema de Gestión de Calidad incluyendo la evaluación de la transición de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2000 a la INTE-ISO/IEC 17025:2005.
2. Conformidad de los métodos de ensayo: IT-LA-(19-22,24), IT-GC-(03, 06-08) e IT-CA-(30, 31, 33, 35, 36, 38, 42-44, 46-48, 51)
3. Seguimiento de la auditoría interna del 1 de marzo de 2006.

**Fecha:** 12 de marzo al 23 de marzo de 2007

**2008**

**3. Auditora Adjunta**

**Objetivo de la auditoría:** Evaluar la conformidad, cumplimiento y eficacia del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de acuerdo con la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2005 y la documentación interna y proporcionar oportunidades de mejora que contribuyan con el cumplimiento de los objetivos de la calidad.

**Alcance:** De acuerdo con lo establecido en el PG-07, inciso 5.3.1, el alcance definido por la Dirección es la comprobación de conformidad con la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005 en su totalidad, incluyendo los siguientes métodos de ensayo: IT-CA-09 al IT-CA-17, IT-CA-52, IT-GC-02, IT-GC-04, IT-GC-05 y IT-LF-02.

El cierre efectivo de las no conformidades de la Auditoría Interna realizada del 12 al 23 de marzo de 2007.

La incorporación del Laboratorio de Fuerza dentro del Sistema de Gestión de Calidad.

**Fecha:** 21 al 30 de abril de 2008

**2009**

**4. Auditora Líder**

**Objetivo de la auditoría:** Evaluar la conformidad, cumplimiento y eficacia del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de acuerdo con la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2005, así como la documentación interna con el propósito de proporcionar oportunidades de mejora que contribuyan con el cumplimiento de los objetivos de la calidad.

**Alcance:** El alcance definido para esta auditoría interna es la comprobación de conformidad con la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005, considerando los siguientes aspectos:

1. Sistema de Gestión de Calidad incluyendo los siguientes métodos de ensayo: IT-ED-03 e IT-ED-04.
2. El cierre efectivo de las no conformidades de la Auditoría Interna realizada del 21 al 30 de abril de 2008.
3. La incorporación del Laboratorio de Fuerza dentro del Sistema de Gestión de Calidad.

**Fecha:** 8 de junio al 16 de junio de 2009

**SISTEMAS DE TRATAMIENTO**

**1997 a  
Noviembre  
2001**

**EPA Consultores S.A.**

**Asistente de ingeniería**

**Labores realizadas:**

- Dimensionamiento de equipos
- Elaboración de memorias de cálculo de sistemas de tratamiento
- Elaboración de manuales de operación y mantenimiento de sistemas de tratamiento
- Elaboración de diagramas de flujo en Autocad
- Impartir capacitación sobre sistemas de tratamientos de desechos
- Impartir capacitación y asesorar en implantación de sistemas de gestión de calidad
- Asesoría para implantación de sistemas ISO

**Algunos proyectos en los que se participó como asistente de ingeniería:**

1. Sistema de tratamiento de aguas residuales de Compañía Lizano
2. Sistema de tratamiento de aguas residuales de la sección de Fosfatizado de la empresa Terramix S.A.
3. Sistema de tratamiento de aguas residuales de la Planta Procesadora de Alimentos de Casa Phillips

**2001 a  
agosto  
2004**

**TDF Consultores S.A.**

**Ingeniera de proyecto**

**Labores realizadas:**

- Recolección de muestras
- Dimensionamiento y selección de equipos
- Contactar a proveedores de equipo y materiales
- Elaboración de memorias de cálculo de sistemas de tratamiento
- Elaboración de manuales de operación y mantenimiento de sistemas de tratamiento
- Elaboración de diagramas de flujo y planos en AutoCAD
- Trámites de aprobación
- Capacitar al personal encargado de la planta
- Impartir capacitación sobre sistemas de tratamientos de desechos

**Algunos proyectos en los que se participó en supervisión y puesta en marcha**

1. Sistema de tratamiento de aguas residuales de Heladería Díaz
2. Sistema de tratamiento de aguas residuales de Sur Química S.A. de Grupo Sur
3. Sistema de tratamiento de aguas residuales de Alimentos Heinz de Costa Rica

**Algunos proyectos en los que se participó en diseño, supervisión y puesta en marcha**

1. Sistema de tratamiento de aguas residuales de Quivel S.A
2. Sistema de tratamiento de aguas residuales de Baltimore Spice C.A. S.A.

**Otros proyectos en los que se participó:**

- |  |  |
|--|--|
|  | 1. Medición de emisiones gaseosas de compuestos orgánicos volátiles y dimensionamiento de equipo de lavado de gases y filtro de carbón activado. |
|--|--|



Teléfono habitación: (506) 2537-5203  
E-mail: [monica.jimenez@lucr.ac.cr](mailto:monica.jimenez@lucr.ac.cr)

# MÓNICA JIMÉNEZ ACUÑA



**Fecha de nacimiento:** 12 de julio de 1974

**Número de cédula:** 1-886-288

**Nacionalidad:** Costarricense

**Estado civil:** Casada

**Dirección:** Barrio San Nicolás en Taras, Cartago. Del nuevo Colegio San Nicolás Tolentino, 500 m al norte y 300 m al oeste.

## **Estudios:**

- ✿ Colegio Madre del Divino Pastor. Bachillerato en Educación Media. 1987-1991.
- ✿ Universidad de Costa Rica. Sede Rodrigo Facio-San José. Licenciatura en Ingeniería Civil. 1992-2001.
- ✿ LanammeUCR. Técnico en Diseño de Pavimentos. 11 de mayo al 26 de octubre del 2010. 160 horas
- ✿ Curso: Calidad Total en Obras Viales. 15 de octubre de 1999.  
LANAMME-CTT-ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL. 8 horas
- ✿ Curso: Desempeño de Mezclas y Evaluación de Pavimentos. 19 al 23 de febrero de 2001.  
LANAMME-CTT-ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL. 20 horas
- ✿ Curso: Producción Técnica de Agregados Pétreos para Mezclas Asfálticas. 16 al 19 de mayo de 2001.  
LANAMME-CTT-ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL. 20 horas
- ✿ Curso: Evaluación, Rehabilitación y Construcción de Pavimentos. 18 al 21 de setiembre de 2001.  
LANAMME-CTT-ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL. 20 horas

- ✿ Curso: Auditoría de Campo y Elaboración de Informe de Auditoría basados en Norma INTE-ISO/IEC 17025:2000, 14 al 24 de mayo de 2001.  
ECO GLOBAL, 56 horas
- ✿ Curso: Requisitos Generales para la Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración Norma INTE-ISO/IEC 17025:2000, 22 de junio de 2001.  
ECO GLOBAL, 8 horas
- ✿ Curso: Audidores Internos de Calidad, 10 y 11 de setiembre de 2001.  
ECO GOLBAL, 16 horas
- ✿ Curso: Control Estadístico Interno de la Calidad para Laboratorios de Ensayo, 26 al 29 de noviembre de 2001.  
LABCAL-MACNOR, 16 horas
- ✿ Curso: Metrología General y Trazabilidad, Aplicación Práctica, 4 al 8 de marzo de 2002.  
LABCAL-MACNOR, 20 horas
- ✿ Curso: Programación y Contratación del Mantenimiento Vial-Gestión de Pavimentos, 28 al 31 de mayo de 2002.  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA-INSTITUTO PANAMERICANO DE CARRETERAS (IPC), 20 horas
- ✿ Curso: Nuevas Tecnologías en Diseño y Construcción de Pavimentos Asfálticos, 18 al 21 de agosto de 2003.  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA, 20 horas
- ✿ Curso: Técnicas de Evaluación y Análisis para Capas Granulares y Suelos en Pavimentos, 24 al 27 de noviembre de 2003.  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA, 20 horas
- ✿ Curso: Excel Avanzado con Programación en Visual Basic, 2004.  
UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA, 32 horas
- ✿ Curso aprovechamiento: Diseño Racional de Pavimentos, 2005.  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA, 30 horas
- ✿ Curso aprovechamiento: Construcción y mantenimiento de carreteras, 2006, UNIVERSIDAD DE COSTA RICA, 32 horas
- ✿ Curso: Reología, Reología de Asfalto y manejo del reómetro de corte dinámico AR-G2, 2006, UNIVERSIDAD DE COSTA RICA, 16 horas.

- ✿ Curso: Estadística aplicada para ingenieros. 2007. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 20 horas.
- ✿ Curso aprovechamiento: Control de calidad en la colocación de mezclas asfálticas. 2008. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 30 horas.
- ✿ Curso aprovechamiento: Diseño de experimentos y modelos de predicción estadísticos con SAS. 2008. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 30 horas.
- ✿ Curso: Producción de asfaltos modificados en plantas de mezclas asfáltica en caliente. 2009. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 25 horas.
- ✿ Curso: Diseño mecanístico de pavimentos. 2009. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 20 horas.
- ✿ Curso: Emulsiones asfálticas: química, fabricación, usos y conservación de pavimentos. 2010. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 20 horas
- ✿ Curso: Diseño de materiales para pavimentos flexibles y introducción al diseño AASHTO 93. 2010. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 20 horas.
- ✿ Curso de aprovechamiento: Diseño pavimentos asfálticos. 2010. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 40 horas.
- ✿ Curso de aprovechamiento: Diseño y construcción de pavimentos de concreto. 2010. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 40 horas.
- ✿ Curso de aprovechamiento: Diseño estructural de pavimentos. 2010. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 40 horas.
- ✿ Curso: Sistemas de gestión de Infraestructura Vial. 2010. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 25 horas.
- ✿ Curso: Geotécnia Vial I. 2010. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 30 horas.
- ✿ Taller: Slurry Systems Workshop. 2012. INTERNATIONAL SLURRY SURFACING ASSOCIATION. 24 horas.

### **Experiencia laboral:**

- ✿ Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME)-Universidad de Costa Rica. Auditorías Internas, Programa de Ingeniería de Infraestructura del Transporte. Febrero 2001-Setiembre 2001.
- ✿ Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME)-Universidad de Costa Rica. Jefatura del Laboratorio de Mezclas Bituminosas. Setiembre 2001 hasta 2006.
- ✿ Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME)-Universidad de Costa Rica. Jefatura del Laboratorio de Ensayos Dinámicos para Pavimentos. Agosto 2006 hasta la fecha.
- ✿ Foro de Investigaciones en Infraestructura Vial del Lanamme. Agosto 2004.
- ✿ Participación en el XIII Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto. Costa Rica. 2005. Tema: Mezclas Drenantes.
- ✿ Juez en la XX Feria Nacional de Ciencia y Tecnología. 2006.
- ✿ Comisión de Normas para la Aplicación como Normativa para Costa Rica. Febrero 2004 hasta 2008.
- ✿ Participación en el Foro de Análisis de datos en el desempeño de pavimentos. Washington Estados Unidos. 2008. Tema: Efecto de la granulometría y adición de fibra en el desempeño de mezclas asfálticas drenantes de Costa Rica.
- ✿ Participación en las Jornadas de Investigación del LanammeUCR. 2010. Tema: Sellos de lechada asfáltica y mezclas asfálticas en frío.
- ✿ Participación en las Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería. 2010. Tema: Implementación del ensayo de módulo resiliente en bases granulares para pavimentos.

### **Asociaciones profesionales:**

- ✿ Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. IC-10686
- ✿ Miembro de ASTM en el Comité de Pavimentos D04.

**Otras habilidades:**

- ✦ Dominio total del Idioma Inglés.
- ✦ Dominio 80% del idioma Portugués.
- ✦ Manejo de Paquete Básico de Windows.
- ✦ Licencia de conducir B1.



**CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL**  
**Sistema Centralizado de Recaudación**  
**SUCURSAL OFICINAS CENTRALES**

HACE CONSTAR QUE

RAZÓN SOCIAL/NOMBRE  
**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

CÉDULA (FÍS/JUR)  
**4000042149**

**ESTADO: VARIOS**

**CONSTANCIA No: 1123000000888 - 949121**

REVISADOS LOS REGISTROS POR CONCEPTO DE CUOTAS OBRERAS, PATRONALES, ARREGLOS DE PAGO, CHEQUES DEBITADOS Y OTRAS FACTURAS, EL (LOS) PATRONO(S)/TRABAJADOR INDEPENDIENTE ABAJO DETALLADO(S) CON CÉDULA Y RAZÓN SOCIAL/NOMBRE INDICADA SE ENCUENTRA(N) AL DÍA.

**DADA EN SUCURSAL OFICINAS CENTRALES**  
**AL 21/FEB/2013**

**ESTE DOCUMENTO TIENE VÁLIDEZ HASTA EL 15/03/2013**

-----ÚLTIMA LÍNEA-----

JONATHAN ANDRES MORA LIZANO

Nombre y firma funcionario responsable



Refrendado por:

*Lic. Ricardo Valdesquez Castro*

Estado "No Encontrado": Indica que no existe registrado el estado del patrono.

Estado " Varios": Indica que el patrono tiene más de un segurado o sector. y puede que algunos esten Activos y otros Inactivos



DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO SOCIAL Y ASIGNACIONES FAMILIARES  
Departamento Gestión de Cobro

Tel 2233-0434 fax: 2222-23-76

2906  
OK 20

Oficio GCO-027-2012  
San José, 28 de febrero de 2012

Señor  
M.B.A Luis Carlos Soto Quirós  
Jefe, Sección de Tesorería  
Universidad de Costa Rica  
Vicerrectoría de Administración  
Oficina de Administración Financiera

Estimado señor:

En atención a su Oficio OAF-1125-02-2012-T-CP, en el que solicita estudio de exoneración de la Universidad de Costa Rica, cédula jurídica 4000042149, nos permitimos indicar:

Analizado el artículo 15 de la Ley 5662 del 23 de diciembre de 1974, donde se enumeran los requisitos formales para exonerar legalmente a determinados patronos del pago correspondiente al FODESAF, encontramos que se exceptúa de este recargo a las instituciones de enseñanza superior del Estado; es decir que de acuerdo a su solicitud, los números patronales 2-04000042149-003-001, 2-04000042149-004-001, 2-04000042149-006-001 y 2-04000042149-002-001, se encuentran incluidos dentro del beneficio citado.

Con base en lo anterior, es evidente que la Universidad de Costa Rica, cumple con las exigencias legales correspondientes para ser exonerado del pago de la carga social del 5% sobre el total de las planillas correspondiente al FODESAF.

Así las cosas es criterio de este Departamento, junto con la recomendación técnica del Departamento de Asesoría Legal, declarar la exoneración de los número patronales 2-04000042149-003-001, 2-04000042149-004-001, 2-04000042149-006-001 y 2-04000042149-002-001 que corresponden a la Universidad de Costa Rica, toda vez que por su naturaleza jurídica se encuentra dentro de los supuestos establecidos en la Ley 5662, antes citada.

Con respecto a la solicitud de exoneración de los números patronales 2-04000042149-001-001, y 2-04000042149-005-001, le informamos que se ya se encuentran exonerados.

Atentamente,

Lic. Mauricio Donato Sanchez  
Jefe, Depto. Gestión de Cobro



Juan Cancio Quesada Picado  
Jefe, Departamento Asesoría Legal  
Recomendación Técnica Legal



cc. Licda. Susana Aguilar, jefe Unidad Cobro Administrativo  
Archivo