



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

## Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-INF-003-12

### **CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SOBRE RÍO CIRUELAS- MIRAMAR, PUNTARENAS**

Preparado por:  
Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)



San José, Costa Rica  
Marzo, 2012

<b>1. Informe</b> LM-PI-INF-003-12		<b>2. Copia No.</b> 1	
<b>3. Título y subtítulo:</b> REEMPLAZO DEL "PUENTE NEGRO"-MIRAMAR, PUNTARENAS.		<b>4. Fecha del Informe</b> Marzo, 2012	
<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> Sobre el río Ciruelas existe una estructura de puente; sin embargo, el estado actual del acero no permite el paso de vehículos de ningún tipo sobre ella. De acuerdo con el informe PM-10-03, emitido por la Unidad de Gestión Municipal del LanammeUCR, "el estado de deterioro del Puente Negro clasifica como extremadamente crítico, debido a la extensión del daño observado por corrosión en la cuerda inferior de las cerchas. Por lo tanto, no se recomienda el tránsito de vehículos, (ni siquiera livianos), sobre este puente hasta que éste haya sido reparado por un profesional o empresa competente". Esto motivó el inicio de la construcción de un puente nuevo, que requiere cumplir con ciertos estándares mínimos. Sin embargo, de una visita realizada el 8 de marzo de 2012, se evidencia que la altura del puente nuevo será 1.5 m más baja que la estructura clausurada.			
<b>10. Palabras clave</b> Puente, río, caudal		<b>11. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>12. Núm. de páginas</b> 10
<b>13. Preparado por:</b> Ing. Tania Ávila Ingeniera  Fecha: / /	<b>Ing. Erick Acosta</b> Ingeniero  Fecha: / /	<b>Ing. Edgar Herrera</b> Ingeniero  Fecha: / /	
<b>14. Revisado por:</b> Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR  Fecha: / /	<b>15. Aprobado por:</b> Ing. Guillermo Loría Salazar, MSc Coordinador General PITRA  Fecha: / /		



## TABLA DE CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>3</b>
<b>1 DATOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>4</b>
<b>2 ANTECEDENTES .....</b>	<b>6</b>
<b>3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>6</b>
3.1 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE ARRASTRE DEL RÍO.....	9
<b>4 RECOMENDACIONES .....</b>	<b>10</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

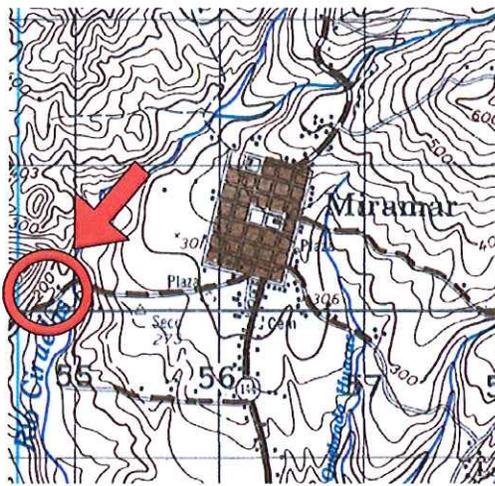
Figura 1. Ubicación de puente Negro en Hoja Cartográfica Miramar 1:50.000 .....	4
Figura 2. Área tributaria del río Ciruelas.....	5
Figura 3. Altura del "Puente Negro" .....	7
Figura 4. Disminución de la altura del puente nuevo con respecto al viejo .....	7
Figura 5. Tamaño de rocas.....	8
Figura 6. Garganta en el cauce del río .....	8
Figura 7. Margen derecho del río .....	9

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos experimentales sobre la velocidad de arrastre de diferentes materiales.....	9
--	---

## 1 DATOS DEL PROYECTO

**Ubicación:** El proyecto se encuentra ubicado en el Cantón Montes de Oro, Distrito Miramar, de la Provincia de Puntarenas. Las coordenadas globales son Este 418673.916 y Norte 1115856.588.



**Figura 1.** Ubicación de puente Negro en Hoja Cartográfica Miramar 1:50.000

### Otros datos:

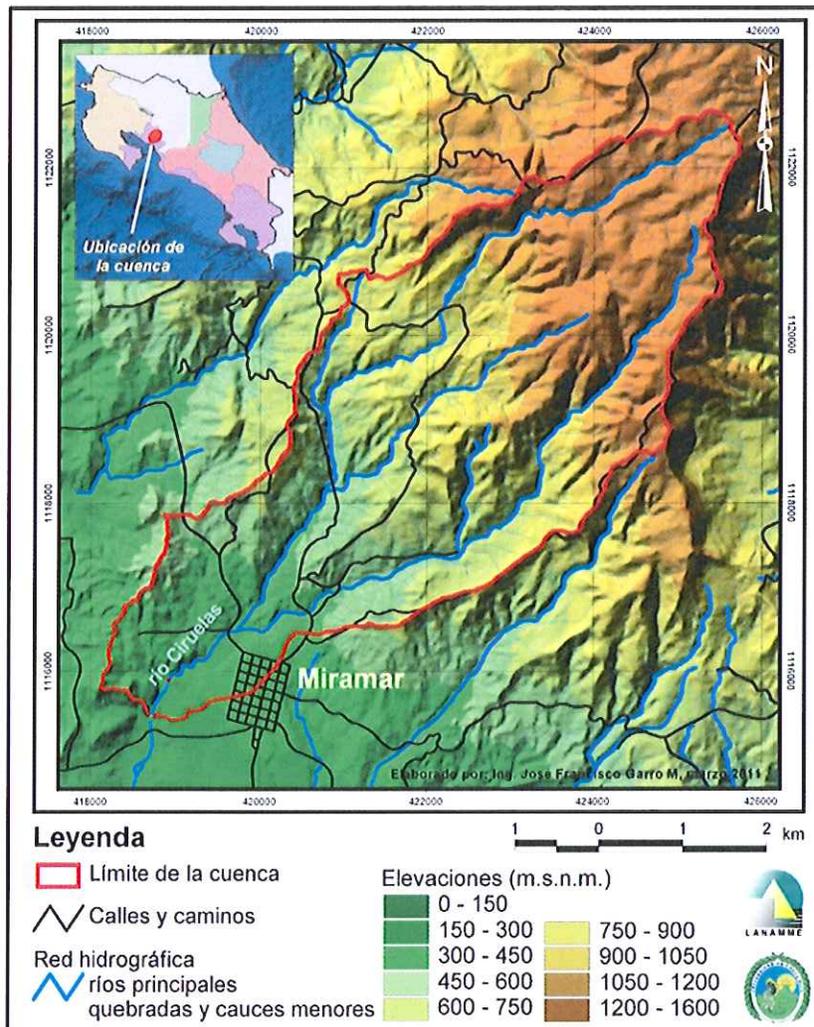
- El puente será construido sobre el río Ciruelas
- Posee 30m de luz
- La pendiente promedio del río es de 11%
- El área tributaria del río es de 2440 hectáreas

Respecto al río Ciruelas, su cauce mantiene todas las características de un sistema fluvial en transición, pendientes pronunciadas aguas arriba, comunes en ríos de montaña, seguido por una disminución abrupta de éstas, lo cual define el patrón de flujo en estos casos. Un comportamiento fuertemente marcado por estabilidad estática, debido a las condiciones de confinamiento del canal, algunas veces en cañones profundos enmarcados por el tipo de roca, ignimbritas, que afloran en su margen izquierda aguas abajo, donde está el bastión izquierdo del puente viejo a sustituir.

El tipo de material del lecho en la parte de transición, indica la gran capacidad de arrastre de la corriente y también la posibilidad de que se forme acorazamiento en el lecho del río.

Cercano al puente viejo se nota un estrangulamiento del cauce, el cual puede provocar socavación en la margen derecha aguas abajo, con posibilidad de arrastre de árboles.

El área de paso de las aguas en el puente actual, es sobrada para los caudales máximos esperados; sin embargo, se recomienda conservar la altura actual del puente, previendo el arrastre de árboles como históricamente ha sucedido.



**Figura 2.** Área tributaria del río Ciruelas



## 2 ANTECEDENTES

Sobre el río Ciruelas ya existe una estructura de puente; sin embargo, el estado actual del acero no permite el paso de vehículos de ningún tipo sobre ella.

Mediante el informe el informe PM-10-03 de fecha 20 de setiembre de 2010, emitido por la Unidad de Gestión Municipal del LanammeUCR, se señaló en lo conducente lo siguiente: “el estado de deterioro del Puente Negro clasifica como **extremadamente crítico**, debido a la extensión del daño observado por corrosión en la cuerda inferior de las cerchas. Por lo tanto, **no se recomienda** el tránsito de vehículos, (ni siquiera livianos), sobre este puente hasta que éste haya sido reparado por un profesional o empresa competente”

Además se cita lo siguiente “Se recomienda sustituir el puente por otro que esté diseñado para una carga viva HS20-44. En caso que se decida reparar el puente, se recomienda en primera instancia solicitar la asesoría del MOPT/CONAVI o contratar los servicios de un profesional calificado incorporado al CFIA con experiencia en el área de puentes para que realice un estudio detallado de la estructura, en particular, los elementos de acero ubicados bajo la superficie de rodamiento (cuerda inferior de las armaduras, vigas principales, largueros, arriostres horizontales y conexiones) y determine la factibilidad técnico-económica de reparar el puente o sustituirlo por uno nuevo. **Puede resultar más económico colocar un nuevo puente.**”

## 3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La altura del puente existente es de 5.3m desde la parte inferior del mismo y hasta el nivel inferior del río, como se aprecia en la figura 3. Ahora bien, de acuerdo con lo construido hasta la fecha y las previstas existentes del puente nuevo, se nota la disminución del nivel inferior con respecto al del Puente Negro, ver figura 4. La capacidad hidráulica del puente actual es de 2145 m<sup>3</sup>/s, si existiese una disminución en la altura del puente de 1.5 m, la capacidad se disminuiría en un 40% aproximadamente.



Figura 3. Altura del "Puente Negro"

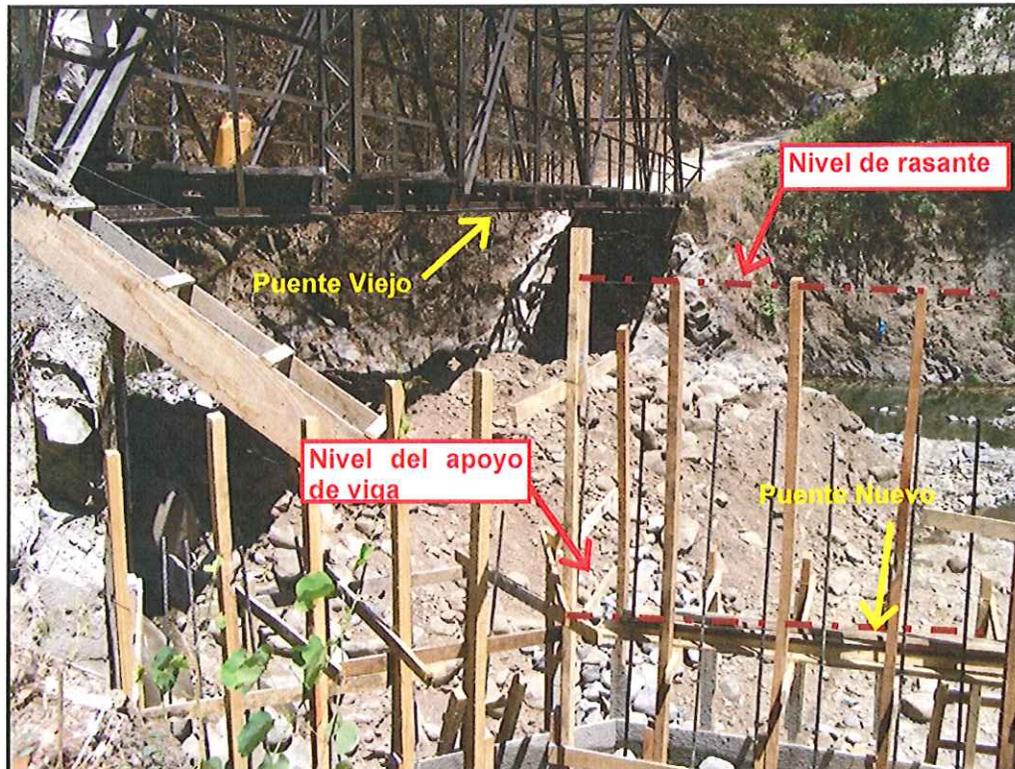


Figura 4. Disminución de la altura del puente nuevo con respecto al viejo

El tamaño de las rocas encontradas en el río indica la existencia de una gran velocidad de arrastre, ver figura 5. Existe una garganta en el cauce del río aguas arriba, que puede aumentar la velocidad mencionada como se muestra en la figura 6.



Figura 5. Tamaño de rocas



Figura 6. Garganta en el cauce del río

El margen derecho del río (dirección del agua), puede presentar problemas de estabilidad pues el material está suelto. Ver figura 7.



Figura 7. Margen derecho del río

### 3.1 Cálculo de la velocidad de arrastre del río

Utilizando la fórmula racional mostrada en la ecuación 1, tenemos los siguientes datos:

- Una constante  $c$  de 0.24
- Una intensidad de 115mm/hr, Estación Miramar (Instituto Meteorológico)
- Un área tributaria de 2439Ha

$$Q = \frac{cIA}{360} \quad (\text{ecu. 1})$$

El valor del caudal es de 187 m<sup>3</sup>/s, por lo que la velocidad de arrastre es de 1.5 m/s. De acuerdo con lo indicado en la tabla 1, el río es capaz de arrastrar Grava Gruesa como se muestra en las figuras 5 y 7.

Tabla 1. Datos experimentales sobre la velocidad de arrastre de diferentes materiales

Clase de material que constituye el lecho del río	Velocidad de arrastre	
	Minima (m/s)	Maxima (m/s)
Aluvión suave	Menor de 0.15	
Arena	0.3	0.45
Arcilla ordinaria	0.5	1
Arcilla compacta	1.5	2
Grava Gruesa	1	2

Fuente: Manual Hidráulica de H.W. King (pág. 7-30)



#### 4 RECOMENDACIONES

Se recomienda revisar la altura del puente que se está construyendo y elevarla a por lo menos la altura del puente original, ya que el área transversal de la estructura nueva con el río, no permitirá el paso apropiado de las crecidas que pueda sufrir el mismo en época lluviosa, como se notó en el capítulo 3 en donde se muestra que existirá una pérdida del 40% de la capacidad hidráulica del puente si existe una reducción de 1.5m de altura. Adicionalmente, se recomienda que un profesional responsable, firme el diseño estructural del puente, sus planos y su proceso constructivo. Asimismo, un profesional debe hacerse cargo del análisis de la hidráulica del Río Ciruelas y su impacto en la estructura del puente.

De acuerdo con el análisis visual y los cálculos realizados sobre la geografía de la cuenca del río, se puede notar que el mismo posee una velocidad de arrastre lo suficientemente alta, como para mover el material que se encuentra a ambos márgenes del mismo, esto gracias a la pendiente y área tributaria del río. Además existe un “cuello de botella” que puede aumentar más esta velocidad durante una crecida, pudiendo arrastrar piedras de gran tamaño y árboles.

Además, se recomienda reforzar el margen derecho del río, colocando rocas de mediano tamaño formando un muro, revestido por rocas de mayor tamaño.