



## Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-GM-07-2011

# INFORME SOBRE DESLIZAMIENTO EN CALLE CONCEPCIÓN, DISTRITO DESMONTE, CANTÓN DE SAN MATEO

Preparado por:  
Unidad de Gestión Municipal



San José, Costa Rica  
29 de Julio de 2011

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 1 de 38
----------------------------------	------------------------------------	----------------



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

Para:

Unidad Técnica de Gestión Vial

Municipalidad de San Mateo.  
Gobierno de Costa Rica

APDO.: 10051-1000, SAN JOSÉ-Costa Rica

San Mateo, Alajuela- Costa Rica

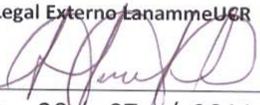
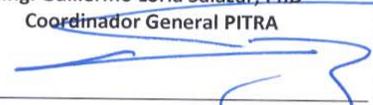
Central Telefónica: (506) 2428-8367.

Fax: 2428-8367- Correo electrónico.

municipalidadesanmateo@ice.co.cr

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 2 de 38
----------------------------------	------------------------------------	----------------



<b>1. INFORME</b> LM-PI-GM -07-2011		<b>2. COPIA NO.</b> 1
<b>3. TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b> INFORME SOBRE DESLIZAMIENTO EN CALLE CONCEPCIÓN, DISTRITO DESMONTE, CANTÓN DE SAN MATEO		<b>4. FECHA DEL INFORME</b> 29 DE JULIO, 2011
<b>5. 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>6. NOTAS COMPLEMENTARIAS</b> NINGUNA		
<b>7. RESUMEN</b> En este informe se presentan las observaciones de la inspección visual y evaluación del deslizamiento en calle Concepción. Esta evaluación es un producto del convenio de cooperación y asesoría técnica sobre gestión vial suscrito entre la Municipalidad de San Mateo y el Lanamme UCR.		
<b>8. Palabras clave</b> Deslizamiento, inspección, Municipalidad de San Mateo	<b>9. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>10. Núm. de páginas</b> 38
<b>11. Inspección realizada por:</b> Ing. Sharline López / Ing. Josué Quesada / Ing. Diego Cordero PITRA LanammeUCR  Fecha: 03 / 05 / 2011	<b>12. Informe preparado por:</b> Ing. Sharline López / Ing. Josué Quesada Unidad de Gestión Municipal  Fecha: 29 / 07 / 2011	<b>13. Revisado por:</b> Ing. Jaime Allen Monge, MSc. Unidad de Gestión Municipal  Fecha: 29 / 07 / 2011
<b>14. Revisado por:</b> Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal Externo LanammeUCR  Fecha: 29 / 07 / 2011	<b>15. Revisado por:</b> Ing. Diego Cordero Carballo Unidad Evaluación Red Vial Nacional  Fecha: 29 / 07 / 2011	<b>16. Aprobado por:</b> Ing. Guillermo Loría Salazar, PhD Coordinador General PITRA  Fecha: 29 / 07 / 2011

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 3 de 38
----------------------------------	------------------------------------	----------------



## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	5
OBJETIVOS.....	6
ALCANCE DEL INFORME .....	6
DESCRIPCIÓN.....	7
ENSAYOS DE LABORATORIO Y ANALISIS DE RESULTADOS .....	11
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	20
REFERENCIAS .....	22
ANEXO: RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO.....	23

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 4 de 38
----------------------------------	------------------------------------	----------------

## 1. INTRODUCCION

### 1.1. General

Este informe es un producto del convenio de cooperación suscrito entre la Municipalidad de San Mateo y el Lanamme UCR; con el objetivo de brindarle asesoría técnica a la Municipalidad. Está basado en la inspección visual del sitio del deslizamiento en estudio, así como la evaluación general del suelo en la corona del talud.

El deslizamiento en Calle Concepción se ubica cerca de Quebrada Concepción en el distrito Desmonte, Cantón San Mateo, Provincia de Alajuela. Se ubica en las coordenadas  $9^{\circ} 57' 47,6''$  de latitud norte y  $84^{\circ} 27' 22,5''$  de longitud este. La Figura 1 muestra la ubicación geográfica del deslizamiento en la hoja cartográfica del Río Grande. La visita al sitio fue realizada el día 03 de Mayo de 2011.



**Figura 1.** Ubicación del Deslizamiento en Calle Concepción  
Hoja Río Grande Escala: 1:50000  
Fuente: Instituto Geográfico Nacional, 1990.

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 5 de 38
----------------------------------	------------------------------------	----------------



## 1.2. Objetivo

El objetivo de la inspección del deslizamiento fue:

- A. Evaluar las condiciones del deslizamiento en cuanto a extensión al día de la visita y determinar las zonas afectadas.
- B. Realizar un muestreo del material en la corona del talud que se encuentra en la zona deslizada para determinar en laboratorio sus características generales, como granulometría, límites de Atterberg y su resistencia al corte directo. Brindar recomendaciones sobre las alternativas de intervención en el sitio para estabilizar el deslizamiento.

## 1.3. Alcance del informe

Este informe de inspección y evaluación del deslizamiento en Calle Concepción se limita a presentar las observaciones técnicas realizadas por personal capacitado, sobre las condiciones encontradas en el sitio del deslizamiento al momento de la visita y a presentar los resultados obtenidos a partir de las pruebas de laboratorio ejecutadas a los materiales muestreados el día de la visita.

Se enfoca en brindar un asesoramiento sobre las acciones a seguir por parte de la Municipalidad de San Mateo para ejecutar obras de contención que estabilicen el terreno y permitan recuperar las zonas de la calzada que se han perdido.

El informe no comprende la revisión o ejecución de diseños, planos constructivos, especificaciones técnicas o procesos de contratación y construcción, tampoco la revisión de registros previos de inspección o mantenimiento, por lo que la evaluación se basa únicamente en la inspección de las condiciones que presentó el deslizamiento en el momento de la inspección.

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 6 de 38
----------------------------------	------------------------------------	----------------



## **2. DESCRIPCIÓN**

El deslizamiento en Calle Concepción presenta una longitud aproximada de 29 metros a lo largo de la vía, la cual presenta una reducción en su ancho pasando de 4,20 metros a un ancho mínimo de hasta 3,30 en la zona más afectada (ver figuras 2 y 3). La altura del terraplén en la zona del deslizamiento se estimó en 10 metros de altura. Además se logró observar entre la vegetación una línea de falla (grieta) que se extiende, en una longitud estimada de 30 metros, desde el límite Este de la zona de deslizamiento hasta la alcantarilla de cuadro sobre la Quebrada Concepción, la cual puede ser evidencia superficial de la falla del talud.

En la zona de falla del talud existe un paso de agua canalizado por medio de tuberías de concreto de 61 cm de diámetro, las cuales se encuentran unidas tope a tope sin contar con un adecuado sellado entre las mismas (ver Figura 4), situación que propicia la infiltración de agua dentro del cuerpo del terraplén; además, no se encontró en el sitio la presencia de cabezales ni aletones en los extremos de la alcantarilla, ni tampoco se observaron cunetas ni contracunetas, que permitan canalizar de forma adecuada el agua de escorrentía lejos del terraplén.

Se logró identificar en sitio la presencia de un muro de gaviones aparentemente cimentado a media altura del talud, el cual ya no aporta soporte ante las cargas laterales del terraplén (ver figura 5), se considera que el muro representa una carga adicional a la de la masa deslizada que puede incrementar las fuerzas desestabilizadoras e incrementar el movimiento de la masa deslizada. Dicho muro presenta grandes deformaciones y pérdida de material de relleno, además hay evidencia de socavación importante en su base. El deslizamiento ocurre en forma paralela a la dirección de la Quebrada Concepción, la misma muestra presencia de rocas y material de gran tamaño en su cauce que podrían haber sido arrastrados por la misma quebrada (ver Figura 6), con lo que se puede inferir que los caudales en la quebrada durante la época lluviosa son significativos; el fondo del cauce, se encuentra sobre una formación rocosa por lo que no se prevee que este nivel de fondo se erosione en el corto plazo.

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 7 de 38
----------------------------------	------------------------------------	----------------



**Figura 2.** Zona de deslizamiento en Calle Concepción.  
Condiciones del sitio al 03 de mayo de 2011.



**Figura 3.** Altura del deslizamiento aproximadamente de 10 metros.  
Condiciones del sitio al 03 de mayo de 2011.

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 8 de 38
----------------------------------	------------------------------------	----------------

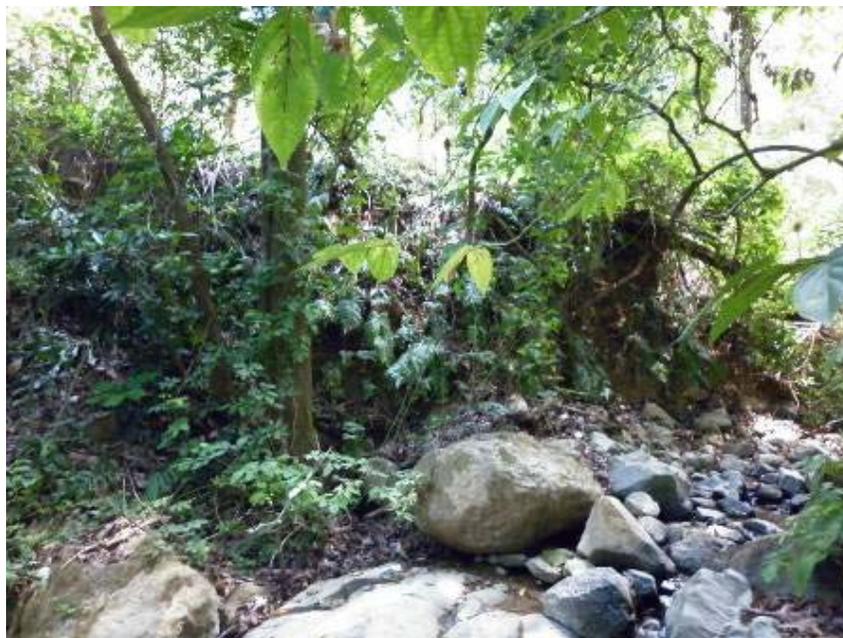


**Figura 4.** Alcantarillas colocadas en el sitio del deslizamiento.  
Condiciones del sitio al 03 de mayo de 2011.

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 9 de 38
----------------------------------	------------------------------------	----------------



**Figura 5.** Gaviones existentes en el sitio muestran deformaciones y falla por estabilidad. Condiciones del sitio al 03 de mayo de 2011.



**Figura 6.** Cauce del río muestra evidencia de arrastre de materiales y caudales importantes, vista aguas abajo desde el sitio del deslizamiento. Condiciones del sitio al 03 de mayo de 2011.

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 10 de 38
----------------------------------	------------------------------------	-----------------



### **3. ENSAYOS DE LABORATORIO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Se tomaron muestras del suelo de la corona del talud, para realizarle ensayos de laboratorio con el objetivo de determinar el tipo de suelo (límites de consistencia y granulometría), además de otros parámetros, a partir de un ensayo de corte directo, con el fin de caracterizarlo.

Para un eventual diseño de la estructura de retención, es necesario realizar ensayos adicionales para conocer la estratigrafía del terreno y las propiedades mecánicas de los materiales, y así poder determinar el perfil geotécnico y las propiedades de los materiales que lo componen, los cuales pueden ser utilizados para el diseño de la obra de contención que se escoja.

#### Densidad del suelo

Se realizó el ensayo de densidad de suelos con parafina para determinar su gravedad específica. La gravedad específica es definida como el peso unitario de un material (en este caso del suelo) entre el peso unitario del agua destilada a 4°C. El valor de la gravedad específica para el tipo de suelo de la corona del talud es de **2,79**.

#### Clasificación del Tipo de Suelo

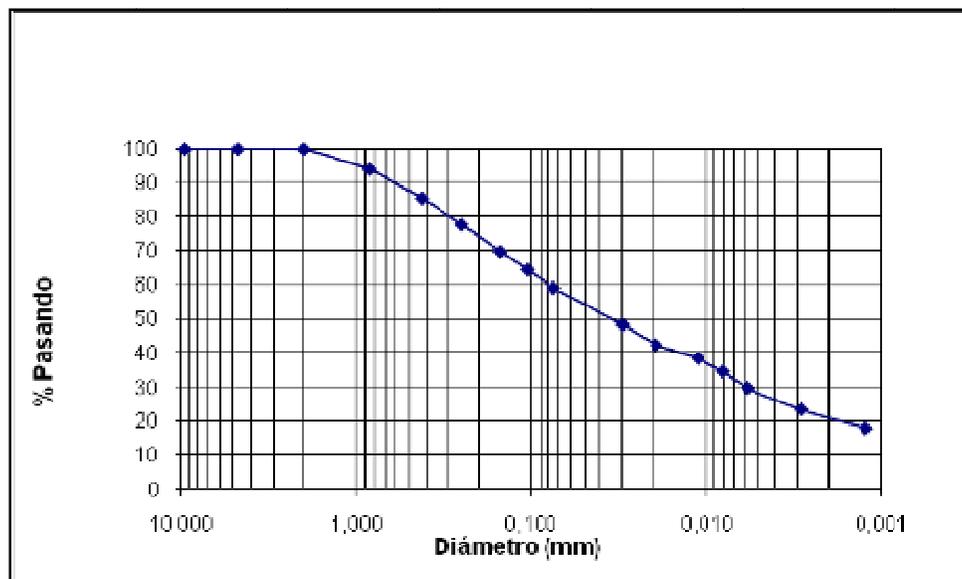
Para poder determinar el tipo de suelo se realizó el método de ensayo para el análisis del tamaño de las partículas de suelo (ASTM D 854), así como el procedimiento para determinar el límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad de un suelo (ASTM D 4318).

En el siguiente cuadro se observan los resultados obtenidos al realizar los ensayos necesarios para determinar el tipo de curva granulométrica que posee el suelo en estudio (ver Figura 7). En el cuadro se detalla el porcentaje de material que pasa cada malla, así como el porcentaje asociado a los diferentes tamaños de partícula (diámetro). Además se presenta en la Figura 7 la curva granulométrica que caracteriza el material. En el Anexo se presenta con detalle la descripción visual del suelo, así como los resultados del ensayo granulométrico.

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 11 de 38
----------------------------------	------------------------------------	-----------------

**Tabla 1:** Porcentaje de material pasando, asociado a distintos tamaños de diámetro de partícula.

Tamiz No.	% Más Finos	Diámetro (mm)
3/8"	100	9,500
Nº 4	100	4,750
Nº 10	100	2,000
Nº 20	94,0	0,850
Nº 40	85,5	0,425
Nº60	77,6	0,250
Nº100	69,8	0,150
Nº140	64,4	0,106
Nº200	59,1	0,075
	48,2	0,030
	42,3	0,019
	38,4	0,011
	34,5	0,008
	29,7	0,006
	23,3	0,003
	17,74	0,001



**Figura 7:** Curva granulométrica que caracteriza al material



Los resultados de los límites de consistencia que presenta el material son característicos de un suelo fino, ya que se obtuvo un valor de límite líquido igual a 42 y un límite plástico igual a 27, lo que implica un valor de índice de plasticidad de 15.

Tanto las características granulométricas así como los Límites de Atterberg permiten realizar la clasificación del tipo de suelo tanto por la metodología del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) como por la metodología de clasificación AASHTO.

Considerando que el 100% del material pasa por el tamiz N°4 y que el 59,1% pasa el tamiz N° 200, se puede inferir que se trata de un material fino. Al realizar un análisis de los límites de consistencia del material y con el uso de la carta de plasticidad de que el suelo se clasifica como un **ML** (Limo ligeramente plástico) según la clasificación SUCS y como un suelo tipo **A-7-6** (suelo arcilloso con alto potencial de expansión), según la metodología de clasificación AASHTO

#### Ensayo de Corte Directo

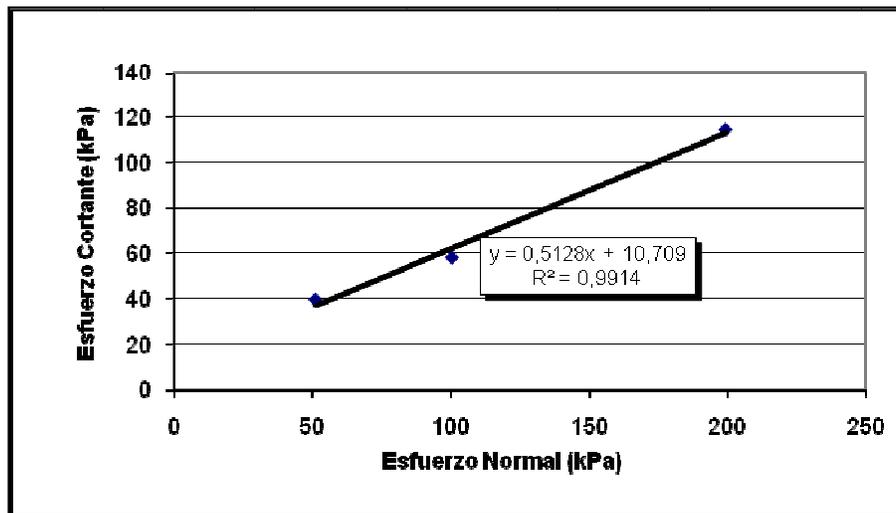
Al realizar el ensayo de corte directo es posible determinar tanto la cohesión ( $c$ ) como el ángulo de rozamiento interno del suelo ( $\phi$ ), valores con los cuales es posible determinar la resistencia al corte ( $\tau$ ) del terreno a favor de un plano de  $45^\circ$ , en función de la tensión total normal ( $\sigma$ ) actuando sobre el mismo plano, tal y como se presenta en la siguiente ecuación:

$$\tau = C + \sigma \tan (\phi) \quad \text{Ecuación 1}$$

Los resultados obtenidos mediante la ejecución del ensayo de corte directo se detalla en el Anexo, sin embargo, en la siguiente figura y la Ecuación 1 se presenta de manera resumida , donde se destaca tanto el valor de la cohesión ( $C$ ) , así como el ángulo de rozamiento interno del suelo ( $\phi$ ):

$$\tau = \mathbf{10,709 \text{ kPa}} + \sigma \tan (\mathbf{27, 15^\circ}) \quad \text{Ecuación 2}$$

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 13 de 38
----------------------------------	------------------------------------	-----------------



**Figura 8:** Esfuerzo Cortante ( $\tau$ ) en función del esfuerzo normal ( $\sigma$ )

Entre las principales ventajas de este ensayo se encuentra el bajo costo y corta duración de la ejecución del ensayo, se basa en los principios elementales de la mecánica de suelos y puede ser empleado para medir la resistencia residual en arcillas. Por otro lado posee limitaciones, según González et al. (2004), en cuanto a que el plano de rotura es obligado, la distribución de tensiones en la superficie no es uniforme y el área de contacto del plano de corte no es constante, ya que disminuye a medida que se produce el desplazamiento horizontal relativo en entre las mitades de la muestra en ensayo.

#### 4. Análisis del Talud

El análisis de estabilidad de un talud se puede realizar mediante métodos determinísticos o métodos probabilísticos. Los métodos determinísticos indican si el talud es estable o no, tomando como parámetro de referencia el equilibrio límite o utilizando métodos tenso-deformacionales. Los métodos probabilísticos consideran la probabilidad de falla de un talud bajo condiciones determinadas.

Es necesario contar con datos que permitan un análisis adecuado, indistintamente del método que se utilice para realizar el análisis de estabilidad. Al menos es necesario conocer las características del material (suelo o macizos rocosos), así como las características generales del talud, como por ejemplo sus características geométricas y las condiciones hidrogeológicas del sitio.

##### Alternativas para la estabilización del talud

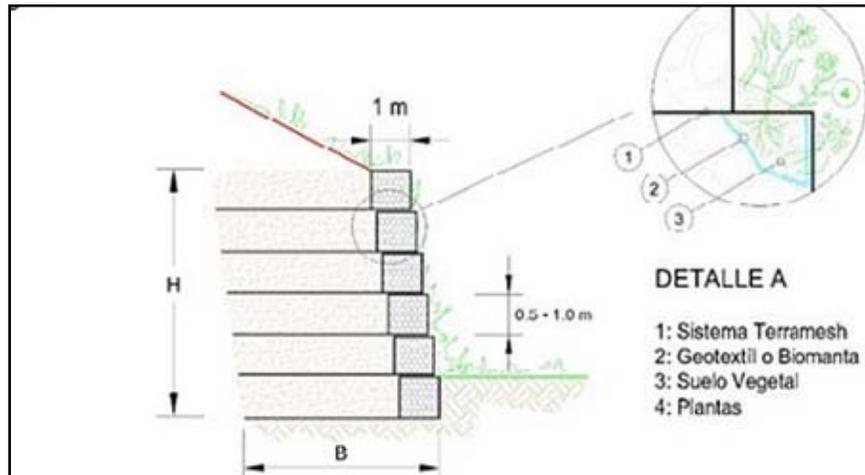
Debido a las condiciones propias del talud, específicamente, a que en la corona del talud se encuentra la ruta que une el distrito de Desmonte con Alto del Monte de Atenas es necesario aplicar un tipo de estructura de contención que permita recuperar el terraplén. Por lo que a continuación se describen diferentes opciones que podrían ser aplicadas. La opción que se elija debe ir respaldada de ensayos que permitan caracterizar de manera suficiente los materiales a utilizar, y de un diseño formal de la obra, así como de un proceso de inspección exhaustivo por parte de un profesional en ingeniería civil.

##### a) Sistemas de suelo reforzado

En esta categoría se pueden englobar básicamente dos opciones que se consideran son viables para la solución del deslizamiento en Calle Concepción de Desmonte. Por un lado se puede utilizar un sistema de muro de gaviones con cola (Terramesh System<sup>®</sup>) el cual consiste en utilizar el mismo material de relleno para ir brindando anclaje a los gaviones, siendo que el mismo relleno aporta capacidad ante el deslizamiento.

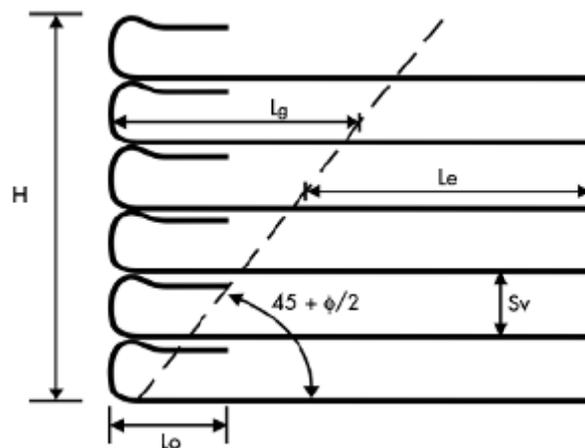
En la Figura 9 se muestra un esquema típico para la construcción de un muro de retención de suelo reforzado con gaviones tipo cola, entre sus ventajas principales se rescata que la altura del muro puede llegar hasta los 10 metros.

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 15 de 38
----------------------------------	------------------------------------	-----------------



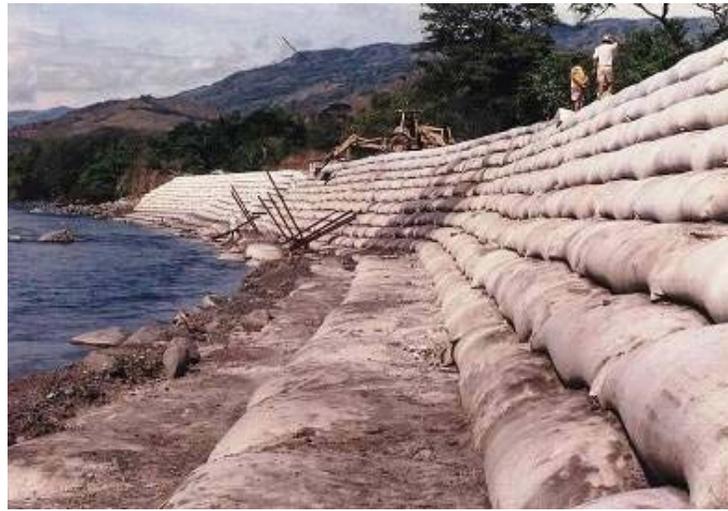
**Figura 9:** Esquema típico de un muro de retención con gaviones de cola.  
Fuente: Arquigráfico.

Otra opción que se considera viable para realizar la estabilización del talud y recuperar la calzada es la utilización de un sistema de geomallas en un esquema de suelo reforzado, similar al planteado anteriormente para el caso del muro de gaviones con cola. En la Figura 10 se muestra un esquema típico de un muro construido con esta metodología. Es importante rescatar que en las condiciones que se esperarían en el sitio de obras (cercanía al río) es primordial emplear algún tipo de protección en la cara frontal del muro para evitar desgaste por abrasión y erosión, la combinación de este sistema con bolsacretos sería adecuada para este deslizamiento (ver figura 11).



**Figura 10:** Esquema típico de un muro de retención en suelo reforzado con geomallas.  
Fuente: Geosistemas Pavco

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 16 de 38
----------------------------------	------------------------------------	-----------------



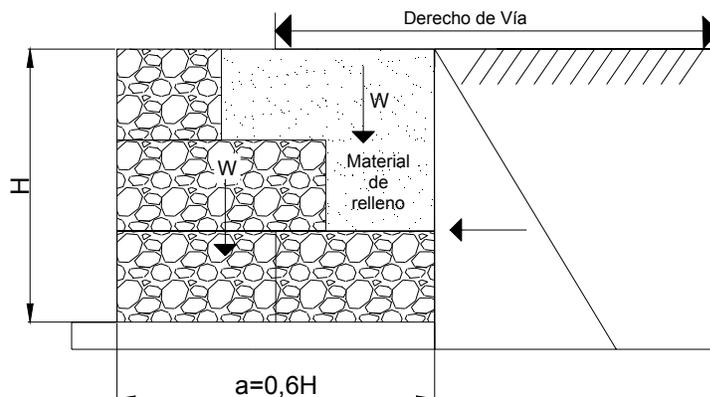
**Figura 11:** Aplicación de pared recubierta con bolsacretos.  
Fuente: Hapil Ingeniería.

b) Muros de gravedad en gaviones

Debido a que es necesario recuperar el derecho de vía perdido por el deslizamiento de parte del talud, otra alternativa que se puede utilizar es el muro de gaviones con material de relleno, de manera que entre el muro de gaviones y el terreno a estabilizar se incorpore material de relleno que permita recuperar la parte del camino que se perdió y al mismo tiempo proporcione una fuerza adicional en contra de la fuerza de empuje que ejerce el suelo a estabilizar, un esquema de este tipo de gaviones se presenta en la Figura 12.

Entre las principales consideraciones que se debe tener para este tipo de estructura es la altura máxima, así como el ancho mínimo de la base, la altura (H) máxima de un muro de gaviones puede ser igual o menor a 8 metros, mientras que el ancho (a) mínimo de la base, por lo general es de al menos 0,6 veces la altura del muro (H). Por lo que dado que se estimó que este deslizamiento tiene una altura de 10 metros esta opción podría implicar que parte de la calzada podría no ser recuperada.

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 17 de 38
----------------------------------	------------------------------------	-----------------

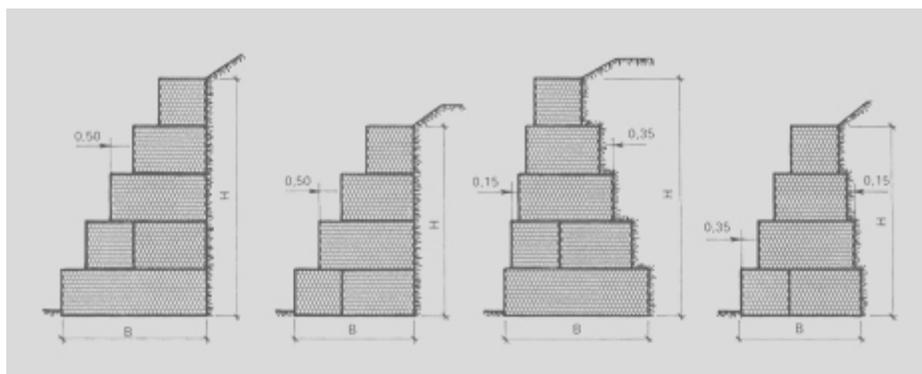


**Figura 12:** Esquema representativo de muros de gaviones

Si se utiliza este tipo de sistema de retención es importante considerar el recubrimiento con concreto en la cara de los gaviones más expuesta a la acción de las aguas, con el objetivo de evitar que el gavión sufra corrosión y la acción abrasiva sobre las mallas. Debido a la ubicación del talud en la ladera de un río, es necesario determinar la profundidad mínima necesaria para que la erosión o la socavación posible en el pie del muro no afecten su estabilidad. En el diseño de este tipo de muros hay que hacer un análisis de estabilidad global, deslizamiento, volcamiento y estabilidad interna. Los factores de seguridad mínimos son establecidos por el Código de Cimentaciones de Costa Rica.

Una consideración importante es que los muros de gaviones son estructuras flexibles, por lo tanto si se pretende construir una solución que no permita agrietamientos menores en el camino tendría que evaluarse la conveniencia de implementar una solución de este tipo (ver Figura 13).

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 18 de 38
----------------------------------	------------------------------------	-----------------



**Figura 13:** Esquemas típicos de configuraciones de muros de gravedad en gaviones.  
Fuente: Bianchini Ingeniero S.A.

Otra solución involucra la colocación de anclajes (posiblemente activos) dentro del mismo terreno utilizando perforaciones en las cuales se colocan elementos de acero (cables o varillas) y lechadas de cemento las cuales conservan la estabilidad del terreno por medio de un sistema de enmallado recubierto con concreto lanzado que está unido a los anclajes (ver Figura 14). Esta alternativa, podría aplicarse para el caso de este deslizamiento, es una alternativa considerada de alto costo y complejidad de ejecución, sin embargo, se plantea como otra opción a evaluar por parte de la municipalidad



**Figura 14:** Detalles de un muro de anclado  
Fuente: Williams Form Engineering Corp.

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 19 de 38
----------------------------------	------------------------------------	-----------------



## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Este informe presenta información sobre la condición del deslizamiento en Calle Concepción al día de la visita y provee recomendaciones generales sobre las posibles intervenciones a los daños observados. Se incluyen los resultados obtenidos a partir de las pruebas de laboratorio de las muestras de material de la parte superior del talud.

El documento no contiene información suficiente para preparar un cartel de licitación con el fin de contratar los trabajos de reparación sugeridos en este informe. Es responsabilidad de la Unidad Técnica de la Municipalidad definir y priorizar los trabajos a realizar, sean estos estudios preliminares o de diseño y/o construcción, antes de preparar el cartel de licitación respectivo.

Una vez realizada la inspección se ha determinado que:

- Es necesario realizar una intervención inmediata en esta zona para evitar que el deslizamiento genere la pérdida total del paso por esta vía. El aumento importante del caudal del río debido a las condiciones climáticas de la época lluviosa y de mal manejo de las aguas de escorrentía podrían acelerar el proceso de pérdida del material en la zona superior del talud.
- Las acciones a ejecutar en esta zona deben incluir un ajuste del manejo de aguas de escorrentía en elementos como cunetas, contracunetas y alcantarillas en el sitio. Se recomienda encauzar las salidas de agua fuera de la zona de falla del talud. Además, es necesario implementar el uso de drenajes en el muro (en cualquiera de las opciones antes planteadas) para evitar que el agua ejerza un efecto negativo en la estabilidad del talud. Durante la construcción del muro y del sistema de drenaje es necesario realizar inspecciones para controlar la calidad de las obras.
- Se recomienda utilizar material adecuado para el relleno de los muros, dicho material debe cumplir con las especificaciones planteadas en el CR-2010 y ser construido empleando una compactación correcta durante el proceso.
- Al momento de la inspección se logró identificar que los problemas vistos en la zona del deslizamiento podrían extenderse incluso hasta donde se ubica la alcantarilla de cuadro sobre la Quebrada Concepción, por lo que se recomienda evaluar la conveniencia de extender las obras de estabilización a ejecutar.

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 20 de 38
----------------------------------	------------------------------------	-----------------



- La ejecución de una obra de retención en esta zona posiblemente implique llevar a cabo trabajos en la zona de la quebrada, por ejemplo reencauzar el río para poder trabajar la base del talud y realizar las excavaciones necesarias, por lo que deberá considerarse el manejo del río dentro del alcance y la programación de las obras.
- En vista de que la obra de retención colindará con la Quebrada Concepción, se espera que este cauce genere socavación y desgaste por abrasión en la cara frontal. Se recomienda implementar medidas de protección ante estos efectos.
- Como parte del proceso constructivo se recomienda implementar un plan de aseguramiento de la calidad en la obra que incluya verificación de las propiedades de los materiales a utilizar y seguimiento de los trabajos durante su ejecución. Cualquier material que no cumpla con las especificaciones indicadas en planos o cualquier otro documento deberán ser rechazados.
- Se recomienda ejecutar una evaluación técnico-económica de varias alternativas de intervención para estimar la opción más viable y factible para la Municipalidad de San Mateo.
- Se recomienda solicitar los servicios de un profesional calificado en diseño de obras de retención para determinar las soluciones a ejecutar. El diseño de estas obras deben incluir el modelado de las condiciones actuales del sitio, verificación de las condiciones de estabilidad global, interna, deslizamiento y volcamiento según los lineamientos del Código de Cimentaciones de Costa Rica.

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 21 de 38
----------------------------------	------------------------------------	-----------------



## 6. REFERENCIAS

- Arquigráfico: Architecture, Engineering and Construction. *Sistema modular Terramesh, para el reforzamiento de Suelos*. En línea: <http://www.arquigrafico.com/sistema-modular-terramesh-para-el-reforzamiento-de-suelos> (Consultado el 27/06/2011).
- Bianchini Ingeniero S.A.. (2010). *Muros de Contención*. En línea: [http://www.abianchini.es/soluciones/muros-de-contencion-2/Muro Anclado](http://www.abianchini.es/soluciones/muros-de-contencion-2/Muro>Anclado) (Consultado el 08/07/2011).
- Geosistemas Pavco. (2009) *Manual de diseño con Geosintéticos Pavco*. Bogota, Colombia: Zetta Comunicadores S.A.
- González, L. (2002) *Ingeniería Geológica*. Madrid, España: Pearson Prentice Hall.
- Hapil Ingeniería. *Proyectos: Recuperación de Ribera del Río y Vía Férrea KM 150 con Muro Marginal en Bolsacretos- Río Negro Vía Férrea Bogotá D.C. - Puerto Salgar-1998*. En Línea: [http://www.suwwwweb.com/hapil-suwwwweb/q\\_rionegro150.html](http://www.suwwwweb.com/hapil-suwwwweb/q_rionegro150.html) (Consultado el 24/06/2011).
- Instituto Geográfico Nacional (1990). *Hoja Río Grande Escala: 1:50000*. San José, Costa Rica: Imprenta Nacional.
- Juárez, B; Rodríguez, R. (1996). *Mecánica de Suelos: Tomo 1 Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. D.F, México: Limusa S.A.
- Suárez, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Colombia: , Universidad Industrial de Santander.
- Williams Form Engineering Corp. *Soil Nail Specifications*. En Línea: [http://www.williamsform.com/Ground Anchors/Soil Nails Soil Nailing/soil\\_nail\\_soil\\_nailing.html](http://www.williamsform.com/Ground Anchors/Soil Nails Soil Nailing/soil_nail_soil_nailing.html) (Consultado el 08/07/2011).

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 22 de 38
----------------------------------	------------------------------------	-----------------



# ANEXO

## Resultados de las pruebas de laboratorio

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 23 de 38
----------------------------------	------------------------------------	-----------------



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0502-11

## Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST-0465 -11

### 1. Información del cliente:

**Nombre:** Unidad de Gestión Municipal – Ing. Sharline López.

**Proyecto:** Municipalidad de San Mateo.

**Domicilio:** San Pedro, Montes de Oca.

### 2. Método de ensayo:

IT-GC-04 (ASTM D 854) (\*) Procedimiento para determinar la gravedad específica del suelo mediante un picnómetro con agua.

IT-GC-01 (ASTM D 422) (\*\*) Método de ensayo para el análisis del tamaño de partículas de suelo.

IT-GC-10 (ASTM D3080) (\*\*) Procedimiento para la prueba de corte directo bajo condiciones drenadas y consolidadas.

(\*\*) Ensayo densidad en suelos con parafina. Procedimiento acordado con el interesado.

(\*) Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

(\*\*) Ensayo no acreditado.

### 3. Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo:

**No. de identificación:**

0763-11

**Descripción:**

1 Saco con suelo limoso color café claro combinado con limo amarillento claro, material alterado fino con grumos y bloquillos de suelo semicompactos, contiene alto grado de material granular de roca compactos y semicompactos (degradables) color grisáceas claras y oscuras, apariencia de relleno.

**Aportadas por:**

Ing. Josué Quesada.

**Fecha de recepción :**

2011/05/11

**Fecha de realización del ensayo:**

2011/05/24 – 2011/06/01

500 metros al norte de Supermercado Muñoz y Nanne, Finca #2, Universidad de Costa Rica  
Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Tel: (506) 2511-5423, Fax: (506) 2511-4440  
e-mail: [direccion.lanamme@ucr.ac.cr](mailto:direccion.lanamme@ucr.ac.cr)



Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 24 de 38
----------------------------------	------------------------------------	-----------------



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



Laboratorio de ensayo  
Alcance de Acreditación Nº LE-018  
Acreditado a partir de: 11.11.2002  
Alcance disponible en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

No. de informe: I-0502-11

## Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR, Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST-0465 -11

### 1. Información del cliente:

**Nombre:** Unidad de Gestión Municipal – Ing. Sharline López.  
**Proyecto:** Municipalidad de San Mateo.  
**Domicilio:** San Pedro, Montes de Oca.

### 2. Método de ensayo:

IT-GC-04 (ASTM D 854) (\*) Procedimiento para determinar la gravedad específica del suelo mediante un picnómetro con agua.  
IT-GC-01 (ASTM D 422) (\*\*) Método de ensayo para el análisis del tamaño de partículas de suelo.  
IT-GC-10 (ASTM D3080) (\*\*) Procedimiento para la prueba de corte directo bajo condiciones drenadas y consolidadas.  
(\*\*) Ensayo densidad en suelos con parafina. Procedimiento acordado con el interesado.

(\*) Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)  
(\*\*) Ensayo no acreditado.

### 3. Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo:

<u>No. de identificación:</u>	<u>Descripción:</u>
0763-11	1 Saco con suelo limoso color café claro combinado con limo amarillento claro, material alterado fino con grumos y bloqueillos de suelo semicompactos, contiene alto grado de material granular de roca compactos y semicompactos (degradables) color grisáceas claras y oscuras, apariencia de relleno.

**Aportadas por:** Ing. Josué Quesada.  
**Fecha de recepción :** 2011/05/11  
**Fecha de realización del ensayo:** 2011/05/24 – 2011/06/01

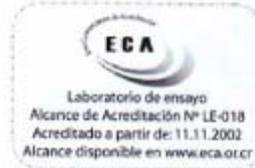
500 metros al norte de Supermercado Muñoz y Nanne, Finca #2, Universidad de Costa Rica  
Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Tel (506) 2511-5423, Fax (506) 2511-4440  
e-mail: [direccion.lanamme@ucr.ac.cr](mailto:direccion.lanamme@ucr.ac.cr)



Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 25 de 38
----------------------------------	------------------------------------	-----------------



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0502-11

#### 4. Información del muestreo:

Realizado por el interesado.

#### 5. Resultados:

##### 5.1 Descripción del ensayo:

Ensayo densidad de suelos con parafina:

- Para este ensayo se toma el peso de una muestra irregular de suelo.
- Se toma en forma adicional una muestra de suelo, para obtener contenido de humedad.
- Se cubre la muestra con parafina.
- Se toma peso de la muestra cubierta con parafina, y peso de la muestra sumergido en agua en un recipiente calibrado.

##### 5.2 Resultados de ensayo

Tabla I Determinación de la gravedad específica del suelo

MUESTRA No.	GRAVEDAD ESPECIFICA
0763-11	2.792



Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 26 de 38
----------------------------------	------------------------------------	-----------------

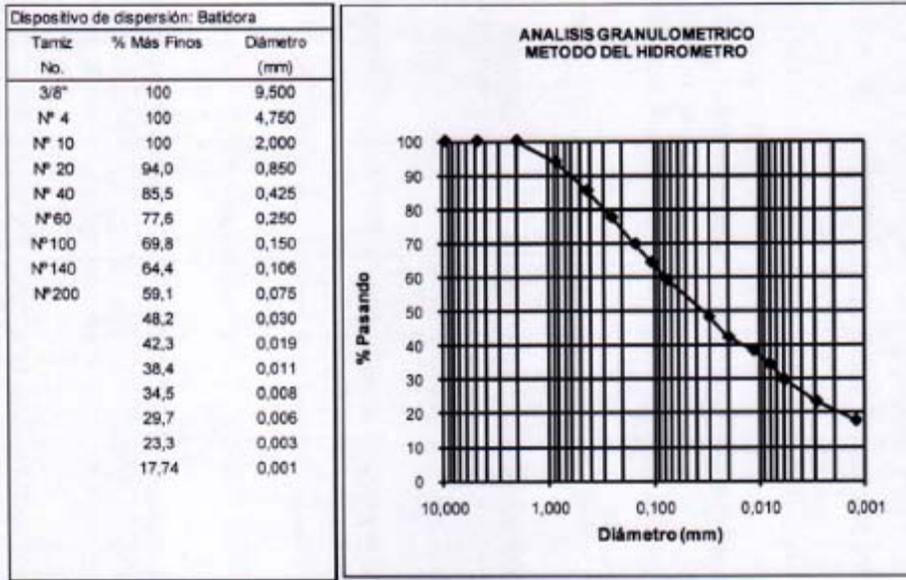


Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0502-11

**Tabla 2 Análisis granulométrico de suelos (Hidrómetro)**





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0502-11

Tabla 3. Datos de la pastilla y resultados del ensayo: Muestra 0763-11 (1)

Dámetro:	6,35	cm	Peso de Tapa :	0,386	kg
Alt. espécimen :	2,19	cm	Carga Normal :	16	kg
Peso espécimen:	108	g	Esf. Normal :	0,518	kg/cm <sup>2</sup>
Area espécimen :	31,6	cm <sup>2</sup>	Anillo :	AN-010	
Humedad natural:	16,3	%	Densidad total:	1,56	g/cm <sup>3</sup>
Humedad de ensayo:	34,8	%	Caja de corte:	Circular	
$\gamma_w$ inicial:	15,3	KN/m <sup>2</sup>	$\gamma_w$ inicial:	13,1	KN/m <sup>2</sup>
$\gamma_w$ final:	17,4	KN/m <sup>2</sup>	$\gamma_w$ final:	12,9	KN/m <sup>2</sup>

TIEMPO (s)	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL	DESPLAZAMIENTO VERTICAL	ÁREA CORREGIDA (cm <sup>2</sup> )	FUERZA CORTE		ESFUERZO CORTANTE	
	(mm)	(mm)		(N)	(kg)	(kPa)	(kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,000	2,137	31,6	0,00	0,00	0,00	0,000
15	0,080	2,156	31,6	61,22	6,24	19,4	0,198
30	0,220	2,194	31,5	65,32	6,66	20,7	0,211
45	0,340	2,21	31,4	77,65	7,92	24,7	0,252
60	0,500	2,25	31,3	79,70	8,13	25,4	0,259
75	0,630	2,26	31,2	81,75	8,3	26,2	0,267
90	0,770	2,29	31,2	85,86	8,8	27,6	0,281
105	0,910	2,31	31,1	89,97	9,2	29,0	0,295
120	1,08	2,34	31,0	92,03	9,4	29,7	0,303
135	1,21	2,37	30,9	94,08	9,6	30,5	0,311
150	1,36	2,39	30,8	96,14	9,8	31,2	0,318
165	1,51	2,40	30,7	98,19	10,0	32,0	0,326
180	1,66	2,41	30,6	100,25	10,2	32,8	0,334
195	1,80	2,42	30,5	102,31	10,4	33,5	0,342
210	1,96	2,44	30,4	104,36	10,6	34,3	0,350
225	2,11	2,46	30,3	106,42	10,9	35,1	0,358
240	2,25	2,48	30,2	108,47	11,1	35,9	0,366
255	2,39	2,50	30,1	108,47	11,1	36,0	0,367
270	2,54	2,53	30,0	110,53	11,3	36,8	0,375
285	2,68	2,57	30,0	110,53	11,3	36,9	0,376
300	2,81	2,66	29,9	110,53	11,3	37,0	0,377
315	2,96	2,69	29,8	110,53	11,3	37,1	0,379
330	3,11	2,64	29,7	112,59	11,5	37,9	0,387
345	3,27	2,60	29,6	112,59	11,5	38,1	0,388
360	3,41	2,57	29,5	114,64	11,7	38,9	0,396
375	3,55	2,56	29,4	114,64	11,7	39,0	0,398
390	3,67	2,56	29,3	114,64	11,7	39,1	0,399
405	3,82	2,56	29,2	114,64	11,7	39,2	0,400



Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 28 de 38
----------------------------------	------------------------------------	-----------------



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica

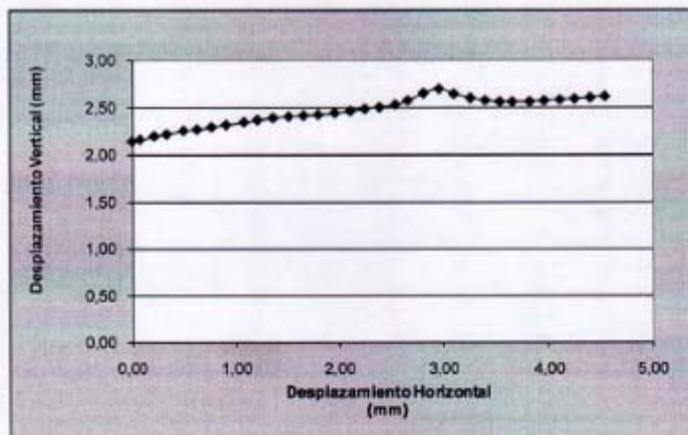


No. de informe: I-0502-11

Tabla 3. Datos de la pastilla y resultados del ensayo: Muestra 0763-11 (1)- Cont.

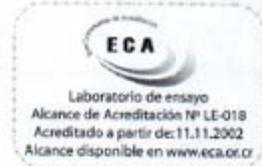
TIEMPO (s)	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	DESPLAZAMIENTO VERTICAL (mm)	ÁREA CORREGIDA (cm <sup>2</sup> )	FUERZA CORTE		ESFUERZO CORTANTE	
				(N)	(kg)	(kPa)	(kg/cm <sup>2</sup> )
420	3,96	2,57	29,1	114,64	11,7	39,3	0,401
435	4,11	2,58	29,0	114,64	11,7	39,5	0,403
450	4,25	2,59	29,0	112,59	11,5	38,9	0,397
465	4,40	2,60	28,9	110,53	11,3	38,3	0,391
480	4,55	2,62	28,8	106,42	10,9	37,0	0,377

Gráfico 1. Desplazamiento vertical vs. Desplazamiento horizontal: Muestra 0763-11 (1)





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0502-11

Gráfico 2. Esfuerzo cortante vs. Desplazamiento horizontal: Muestra 0763-11 (1)

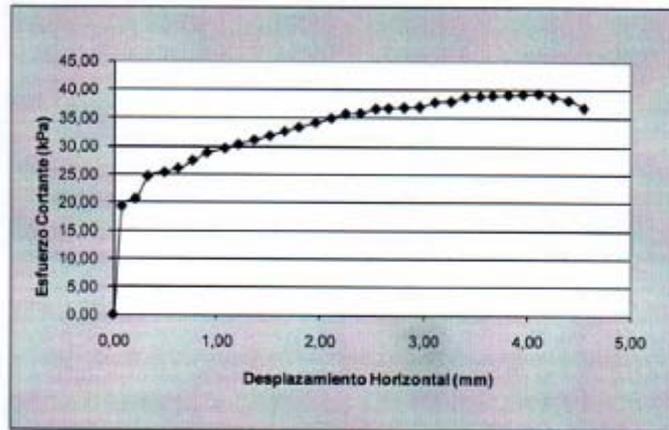


Tabla 4. Datos de la pastilla y resultados del ensayo: Muestra 0763-11 (2)

Diámetro:	6,35	cm	Peso de Tapa:	0,386	kg
Alt. espécimen:	2,19	cm	Carga Normal:	32,0	kg
Peso espécimen:	108	g	Esf. Normal:	1,02	kg/cm <sup>2</sup>
Área espécimen:	<b>31,6</b>	cm <sup>2</sup>	Anillo:	AN-010	
Humedad natural:	17,8	%	Densidad total:	1,56	g/cm <sup>3</sup>
Humedad de ensayo:	35,1	%	Caja de corte:	Circular	
$\gamma_v$ inicial:	15,3	KN/m <sup>2</sup>	$\gamma_v$ inicial:	13,0	KN/m <sup>2</sup>
$\gamma_v$ final:	17,3	KN/m <sup>2</sup>	$\gamma_v$ final:	12,8	KN/m <sup>2</sup>

TIEMPO (s)	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	DESPLAZAMIENTO VERTICAL (mm)	ÁREA CORREGIDA (cm <sup>2</sup> )	FUERZA CORTE (N)	(kg)	ESFUERZO CORTANTE (kPa)	(kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,000	4,19	31,6	0,00	0,00	0,00	0,000
15	0,000	4,20	31,6	70	7,7	23,9	0,244
30	0,190	4,22	31,5	94	9,6	29,8	0,304
45	0,320	4,24	31,4	104	10,6	33,2	0,338
60	0,440	4,26	31,4	115	11,7	36,5	0,373
75	0,560	4,28	31,3	119	12,1	38,0	0,387
90	0,720	4,30	31,2	123	12,5	39,4	0,402
105	0,860	4,32	31,1	125	12,7	40,2	0,410
120	1,000	4,34	31,0	127	12,9	40,9	0,416





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0502-11

Tabla 4. Datos de la pastilla y resultados del ensayo: Muestra 0763-11 (2) – Cont.

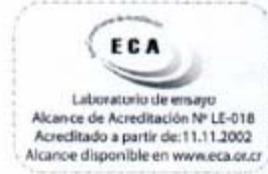
TIEMPO (s)	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL	DESPLAZAMIENTO VERTICAL	ÁREA CORREGIDA (cm <sup>2</sup> )	FUERZA CORTE		ESFUERZO CORTANTE	
	(mm)	(mm)		(N)	(kg)	(kPa)	(kg/cm <sup>2</sup> )
135	1,150	4,36	30,9	131	13,4	42,4	0,432
150	1,28	4,38	30,8	135	13,8	43,8	0,447
165	1,42	4,39	30,7	139	14,2	45,3	0,462
180	1,57	4,41	30,7	143	14,6	46,8	0,477
195	1,72	4,42	30,6	148	15,0	48,3	0,492
210	1,86	4,44	30,5	150	15,3	49,1	0,501
225	2,01	4,45	30,4	152	15,5	49,9	0,509
240	2,15	4,46	30,3	154	15,7	50,8	0,518
255	2,31	4,47	30,2	166	16,9	51,6	0,526
270	2,45	4,48	30,1	158	16,1	52,5	0,535
285	2,60	4,49	30,0	160	16,3	53,3	0,544
300	2,75	4,50	29,9	162	16,5	54,2	0,552
315	2,88	4,51	29,8	164	16,7	55,0	0,561
330	3,04	4,52	29,7	164	16,7	55,2	0,56
345	3,20	4,52	29,6	164	16,7	55,4	0,56
360	3,36	4,54	29,5	166	16,9	56,3	0,57
375	3,51	4,55	29,4	166	16,9	56,5	0,58
390	3,66	4,56	29,3	168	17,1	57,3	0,58
405	3,80	4,57	29,2	168	17,1	57,5	0,59
420	3,94	4,57	29,1	168	17,1	57,7	0,59
435	4,10	4,58	29,0	168	17,1	57,9	0,59
450	4,25	4,59	29,0	168	17,1	58,1	0,59
465	4,40	4,59	28,9	166	16,9	57,6	0,59
480	4,56	4,60	28,8	162	16,5	56,3	0,57



Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 31 de 38
----------------------------------	------------------------------------	-----------------

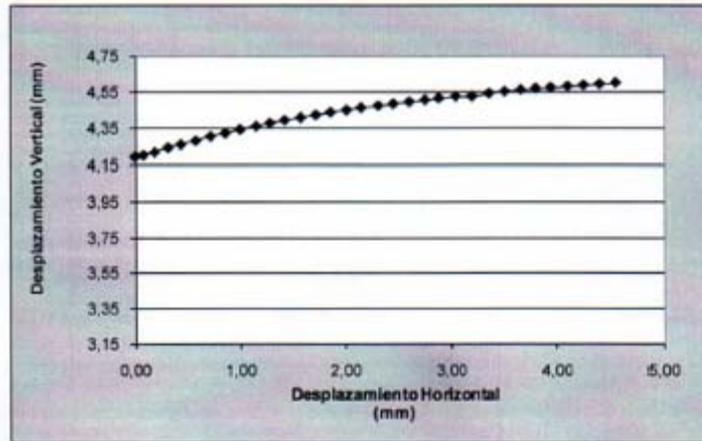


Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica

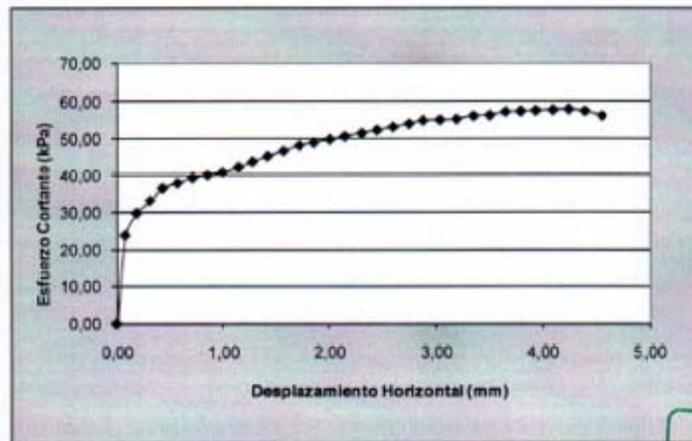


No. de informe: I-0502-11

**Gráfico 3. Desplazamiento vertical vs. Desplazamiento horizontal: Muestra 0763-11 (2)**



**Gráfico 4. Esfuerzo cortante vs. Desplazamiento horizontal: Muestra 0763-11 (2)**





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0502-11

Tabla 5. Datos de la pastilla y resultados del ensayo: Muestra 0763-11 (3)

Díámetro:	6,35	cm	Peso de Tapa:	0,386	kg
Alt. espécimen:	2,19	cm	Carga Normal:	64,0	kg
Peso espécimen:	107,7	g	Es.f. Normal:	2,03	kg/cm <sup>2</sup>
Área espécimen:	31,6	cm <sup>2</sup>	Anillo:	AN-010	
Humedad natural:	17,8	%	Densidad total:	1,56	g/cm <sup>3</sup>
Humedad de ensayo:	35,1	%	Caja de corte:	Circular	
$\gamma_w$ inicial:	15,3	KNm <sup>2</sup>	$\gamma_w$ inicial:	13,0	KNm <sup>2</sup>
$\gamma_w$ final:	16,9	KNm <sup>2</sup>	$\gamma_w$ final:	12,5	KNm <sup>2</sup>

TIEMPO (s)	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	DESPLAZAMIENTO VERTICAL (mm)	ÁREA CORREGIDA (cm <sup>2</sup> )	FUERZA CORTE (N) (kg)		ESFUERZO CORTANTE (kPa) (kg/cm <sup>2</sup> )	
0	0,000	3,61	31,6	0,00	0,00	0,00	0,000
15	0,030	3,61	31,6	94	9,6	29,7	0,303
30	0,140	3,63	31,6	139	14,2	44,1	0,450
45	0,250	3,65	31,5	164	16,7	52,1	0,531
60	0,360	3,67	31,4	185	18,8	58,8	0,599
75	0,490	3,69	31,3	201	20,5	64,2	0,655
90	0,630	3,72	31,2	214	21,8	68	0,70
105	0,770	3,73	31,2	230	23,5	74	0,75
120	0,900	3,75	31,1	238	24,3	77	0,78
135	1,05	3,76	31,0	251	25,6	81	0,83
150	1,18	3,77	30,9	261	26,6	84	0,86
165	1,32	3,78	30,8	271	27,7	88	0,90
180	1,47	3,79	30,7	280	28,5	91	0,93
195	1,61	3,81	30,6	286	29,1	93	0,95
210	1,75	3,82	30,5	288	29,4	94	0,96
225	1,92	3,82	30,4	292	29,8	96	0,98
240	2,06	3,83	30,3	296	30,2	98	1,00
255	2,20	3,83	30,3	300	30,6	99	1,01
270	2,35	3,83	30,2	304	31,0	101	1,03
285	2,49	3,84	30,1	309	31,5	103	1,05
300	2,63	3,86	30,0	313	31,9	104	1,06
315	2,77	3,86	29,9	317	32,3	106	1,08
330	2,90	3,87	29,8	319	32,5	107	1,09
345	3,05	3,89	29,7	321	32,7	108	1,10
360	3,21	3,89	29,6	321	32,7	108	1,11
375	3,35	3,90	29,5	323	32,9	109	1,12

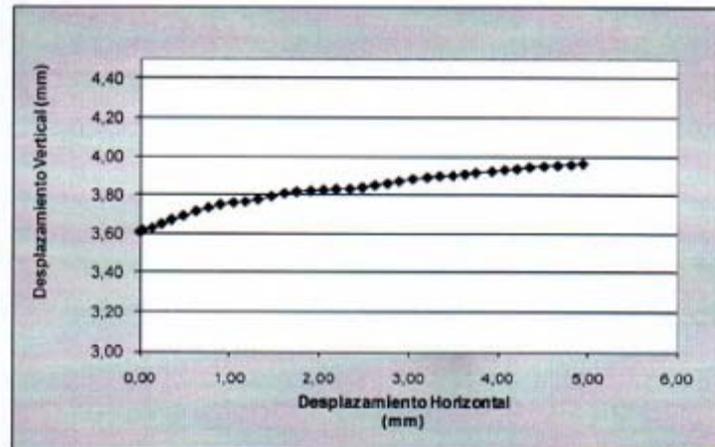


No. de informe: I-0502-11

**Tabla 5. Datos de la pastilla y resultados del ensayo: Muestra 0763-11 (3) – Cont.**

TIEMPO (s)	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL	DESPLAZAMIENTO VERTICAL	ÁREA CORREGIDA (cm <sup>2</sup> )	FUERZA CORTE		ESFUERZO CORTANTE	
	(mm)	(mm)		(N)	(kg)	(kPa)	(kg/cm <sup>2</sup> )
390	3,50	3,90	29,4	325	33,2	110	1,13
405	3,64	3,91	29,3	325	33,2	111	1,13
420	3,76	3,82	29,3	327	33,4	112	1,14
435	3,94	3,93	29,1	327	33,4	112	1,14
450	4,08	3,93	29,1	327	33,4	113	1,15
465	4,22	3,94	29,0	329	33,6	114	1,16
480	4,36	3,95	28,9	329	33,6	114	1,16
495	4,52	3,95	28,8	329	33,6	114	1,17
510	4,67	3,96	28,7	327	33,4	114	1,16
525	4,82	3,96	28,6	321	32,7	112	1,14
540	4,95	3,97	28,5	315	32,1	110	1,13

**Gráfico 5. Desplazamiento vertical vs. Desplazamiento horizontal: Muestra 0763-11 (3)**



No. de informe: I-0502-11

Gráfico 6. Esfuerzo cortante vs. Desplazamiento horizontal: Muestra 0763-11 (3)

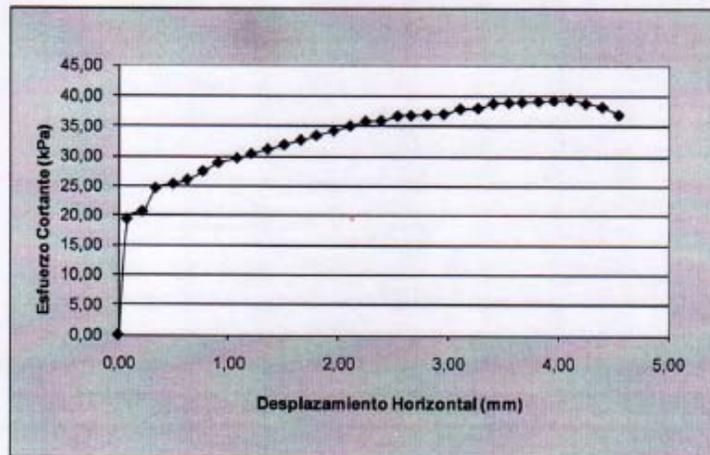


Tabla 6. Resultados del ensayo de corte directo – Muestra 0763-11

ESFUERZO NORMAL (kPa)	ESFUERZO CORTANTE (kPa)
50,8	39,5
100,3	58,1
199,5	114

No. de informe: I-0502-11

Gráfico 7. Esfuerzo cortante vs. Esfuerzo normal – Muestra 0763-11

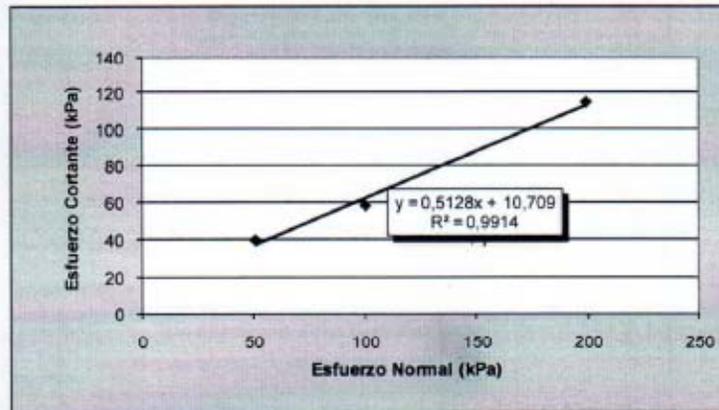


Tabla 7. Densidad seca de la muestra en estado inalterado  
(Método de la parafina)

MUESTRA	DENSIDAD SECA
0763-11	1,44 g/cm³

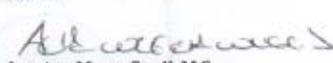
**Nota:**

- El material utilizado en el ensayo de corte directo, es material pasando el tamiz No.10, a humedad natural.
- Para la realización del corte directo, los especímenes han sido fabricados (remoldeados), a la densidad de 1,51 g/cm³ aproximadamente, dato obtenido de espécimen inalterado a humedad natural.

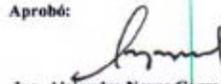
**Aclaraciones:**

- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:

  
Ing. Ana Monge Sandi, M.Sc.  
Coordinadora de Laboratorios  
de Infraestructura Civil

Aprobó:

  
Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.  
Director LanammeUCR





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



Laboratorio de ensayo  
Alcance de Acreditación Nº LE-018  
Acreditado a partir de: 11.11.2002  
Alcance disponible en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

No. de informe: I-0446-11

## Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST-0452 -11

### 1. Información del cliente:

**Nombre:** Unidad de Gestión Municipal.  
**Proyecto:** No aplica  
**Domicilio:** San Pedro, Montes de Oca, San José.

### 2. Método de ensayo:

IT-GC-05 (ASTM D 4318) (\*) Procedimiento para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de un suelo.

(\*) Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

### 3. Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo:

<u>No. de identificación:</u>	<u>Descripción:</u>
0732-11	2 Bolsas con suelo, identificada como: deslizamiento calle Concepción. Suelo "alterado" limoso arenoso color gris claro, con partículas de roca degradables y algunas compactas de formas cúbicas.

**Aportadas por:** Ing. Josué Quesada.

**Fecha de recepción :** 2011/05/05

**Fecha de realización del ensayo:** 2011/05/12 – 2011/05/16

### 4. Información del muestreo:

Realizado por el interesado.



500 metros al norte de Supermercado Muñoz y Nanne, Finca #2, Universidad de Costa Rica  
Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Tel (506) 2511-5423, Fax (506) 2511-4440  
e-mail: [direccion.lanamme@ucr.ac.cr](mailto:direccion.lanamme@ucr.ac.cr)

Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 37 de 38
----------------------------------	------------------------------------	-----------------



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales  
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0446-11

**5. Resultados:**

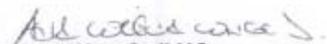
**Tabla 1 Resultados de Límites Atterberg**

MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICIDAD
0732-11	42	27	15

**Aclaraciones:**

- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:

  
Ing. Ana Monge Sandí, M.Sc.  
Coordinadora de Laboratorios  
de Infraestructura Civil

Aprobó:

  
Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.  
Director LanammeUCR



Reporte No. LM-PI-GM -07-2011	Fecha de Emisión: 29 de Julio 2011	Página 38 de 38
----------------------------------	------------------------------------	-----------------