

4



MEMORANDUM

Ref. MOP-VMOP-UIDV-D-410/2008

Para: Ing. José Ángel Meléndez Villalta
Director, Unidad de Planificación Vial

De: Ing. Daniel Antonio Hernández Flores
Director, Unidad de Investigación y Desarrollo Vial

Asunto: Remitiendo informe

c.c. Ing. Carlos Roberto Morán Mancía
Viceministro de Obras Públicas

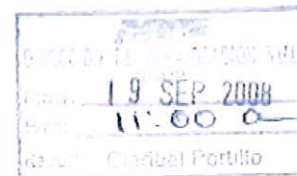
Fecha: 19 de Septiembre de 2008

[Handwritten signature: Daniel Antonio Hernández Flores]
[Circular stamp: DIRECCION UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL UIDV]

En relación con la referencia VMOP-854-2008 y UPV-1382-2008/MOP-VMOP-UPV-GEDV-1252/20087 de fecha 26 de agosto de 2008, recibida en fecha 27 de agosto de 2008, con la presente se remite informe referencia MOP-UIDV-SM-INFTEC 15/2008, que contiene el Estudio de Suelos realizado por esta Unidad, en el Proyecto: **Obras de Mitigación en zona de Carcava, ubicada en la Intersección de la Calle Principal y la Avenida Santa Lucía, Costado Oriente de la Residencial Santa Lucía, Municipio de Ilopango, Departamento de San Salvador.**

Cabe indicar, que con el propósito de atender lo antes posible su solicitud, los resultados de los ensayos de campo y de laboratorio contenidos en este informe, con la excepción de lo correspondiente al sondeo exploratorio SPT 3, fueron enviados vía correo electrónico a la ingeniera Claudec Morales, Gerente de Estudios y Diseños Viales de esa Unidad, en fecha 05 de septiembre de 2008.

Atentamente,



UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL
Alameda Manuel Enrique Araujo Km. 5 ½ Frente al Estado Mayor, San Salvador
Teléfono 2528-3136; Fax 2528-3148

**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTE,
Y DE VIVIENDA Y DESARROLLO URBANO**

VICEMINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

**UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL
GERENCIA DE SUELOS Y MATERIALES**

REF.: MOP-UIDV-SM-INFTEC 15/2008.



ESTUDIO DE SUELOS

**PROYECTO: OBRAS DE MITIGACION EN ZONA DE CARCAVA
UBICADA EN LA INTERSECCION DE LA CALLE PRINCIPAL Y
LA AVENIDA SANTA LUCIA, COSTADO ORIENTE DE LA
RESIDENCIAL SANTA LUCIA, ILOPANGO, DEPARTAMENTO
DE SAN SALVADOR.**

SAN SALVADOR, SEPTIEMBRE DE 2008.

INDICE

1.0 INTRODUCCIÓN.....	3
2.0 TRABAJO REALIZADO.....	3
2.1 VISITA DE INSPECCIÓN	3
2.2 TRABAJO DE CAMPO Y LABORATORIO.....	4
2.2.1 ENSAYOS DE PENETRACION ESTANDAR (SPT).....	4
2.2.2 EXTRACCION DE MUESTRA INALTERADA.....	6
2.2.3 DENSIDAD DEL SUELO EN EL LUGAR.....	7
2.2.4 POZO A CIELO ABIERTO.....	7
3.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	8
ANEXOS.....	10

ESTUDIO DE SUELOS**PROYECTO: OBRAS DE MITIGACION EN ZONA DE CARCAVA UBICADA EN LA INTERSECCION DE LA CALLE PRINCIPAL Y LA AVENIDA SANTA LUCIA, COSTADO ORIENTE DE LA RESIDENCIAL SANTA LUCIA, ILOPANGO, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR.****1.0 Introducción.**

El presente informe técnico contiene estudio de suelos realizado en la cárcava (deslizamiento de tierra) formada en la zona de la intersección de la Calle Principal y la Avenida Santa Lucía, sector oriente de la Residencial Santa Lucía, Municipio de Ilopango, Departamento de San Salvador. El informe ha sido elaborado en atención a solicitud del ingeniero José Ángel Meléndez, Director de la Unidad Planificación Vial (UPV-VMOP), realizada a través de la referencia VMOP-854-2008 y UPV-1382-2008 / MOP-VMOP-UPV-GEDV-1252/20087 de fecha 26 de agosto de 2008, recibida en esta Unidad el 27 de agosto del presente año. El informe ha sido elaborado con base en : a) Visitas de inspección al lugar, b) Exploraciones geotécnicas, c) Ensayos de campo y laboratorio y d) Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

De acuerdo con la información proporcionada por personal de la UPV-VMOP, en la zona investigada se proyecta la estabilización del talud formado por la cárcava, mediante la construcción de muros de retención, construcción de rellenos y conformación de taludes; también incluye la reconstrucción del tramo del colector del sistema de aguas lluvias de la Residencial, el cual se encuentra actualmente colapsado.

Cabe indicar que los resultados de los ensayos de campo y de laboratorio contenidos en este informe, con la excepción de lo correspondiente al sondeo exploratorio SPT 3, fueron enviados vía correo electrónico a la ingeniera Claudee Morales, Gerente de Estudios y Diseños Viales de la UPV-VMOP, en fecha 05 de septiembre de 2008.

2.0 Trabajo realizado.**2.1 Visita de inspección.**

- a. Se realizó visita de inspección el día 28 de agosto de 2008, a la zona donde se ha formado la cárcava, ubicada en la Residencial Santa Lucía, en la cual participó personal de la UPV-VMOP y personal técnico de esta Unidad. Se observó que la cárcava está ubicada en la intersección de la Calle Principal y la Avenida Santa Lucía, la cual posee, al momento de la visita, un ancho de 29 m y una altura de 35 m, aproximadamente (ver en anexo 1, esquema de ubicación de la cárcava).
- b. Se observó que en general, el talud formado por la cárcava, presenta una inclinación casi vertical y esta conformado por estratos constituidos por Arenas Limosas (SM) (ver en anexo 2, fotografía 1).
- c. Durante la visita de inspección, el personal de la UPV-VMOP mostró en campo la zona donde se proyecta la construcción de los muros de retención, así como de la zona donde se ubica el banco de préstamo, del cual se obtendrá el material (suelo) para la construcción de los rellenos (zona donde se ubica actualmente una cancha de fútbol). De acuerdo con lo manifestado por personal de la UPV-VMOP, a la fecha de la visita no se había definido los correspondientes niveles de terraza para el proyecto.

2.2 Trabajo de campo y laboratorio.

Para el desarrollo del estudio de suelos, se llevó a cabo la exploración del subsuelo de la zona en estudio, mediante la ejecución de: a) Ensayos de penetración estándar (SPT), b) Toma de una muestra inalterada (queso), de la cual se practicó ensayos para determinar las propiedades de resistencia al corte del suelo y c) Excavación de un pozo a cielo abierto, del cual se obtuvieron muestras del material (suelo), que se pretende utilizar para la construcción de los rellenos.

Las exploraciones geotécnicas fueron realizadas entre el 29 de agosto y el 5 de septiembre del presente año. Ver en anexo 1, esquema de ubicación de las exploraciones geotécnicas realizadas.

2.2.1 Ensayos de penetración estándar (SPT).

Se realizó un total de tres (3) sondeos exploratorios utilizando el método de penetración estándar SPT (ASTM D1586-99, *Standard Test Method for Penetration Test and Split-Barrel Sampling of Soils*); los sondeos SPT 1 y SPT 2, se realizaron en la corona del talud formado por la cárcava, los cuales se realizaron a partir del nivel del terreno natural existente; y el SPT 3 fue desarrollado en la zona del lecho de la quebrada, en el sector donde se proyecta la construcción del muro de retención.

El sondeo SPT 1, se realizó en la corona del talud, aproximadamente 27 m al costado sur del eje proyectado del colector del sistema de aguas lluvias (ver en anexo 2 fotografía 2); el sondeo SPT 2 se realizó aproximadamente 34 m al norte del mencionado eje; y el sondeo SPT 3, se realizó a una distancia aproximada de 95 m del pie del talud, sobre el eje proyectado del sistema de aguas lluvias, aproximadamente en el Est. 0+190. La profundidad de exploración alcanzada en los sondeos fue de 8 m para el sondeo SPT 1, de 7.38 m para el sondeo SPT 2 y de 6.7 m para el sondeo SPT 3.

El nivel del inicio de perforación para el SPT 3, corresponde a 1 m bajo el nivel del lecho de la quebrada (prof. 0.00), debido a que en el estrato superficial se encontró la presencia de restos de materiales de construcción (restos de carpeta asfáltica), los cuales fueron removidos, previo al inicio de la perforación. Cabe mencionar que el punto donde se realizó el SPT 3, fue definido luego de desplazar el equipo de perforación en tres (3) intentos previos, en los cuales se obtuvo rechazo entre las profundidades de 0.50 m y 1.20 m bajo el nivel existente.

Las muestras obtenidas de los sondeos exploratorios se trasladaron al Laboratorio de Materiales e Investigación Vial de esta Unidad, donde se les practicó los ensayos de laboratorio que se detallan a continuación:

Ensayo de laboratorio	Norma
Determinación del contenido de agua natural	ASTM D2216
Descripción e identificación de suelos (Procedimiento Visual-Manual)	ASTM D2488

Resultados obtenidos.

De los ensayos de campo y de laboratorio se obtuvieron los siguientes resultados:

a. Tipo de suelo.

De acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el subsuelo de la zona explorada, en general se clasifica como **SM: Arena Limosa** color café claro, oscilando con alrededor del 55% al 60% de arena gruesa a fina, aproximadamente entre 40% y 45% de finos no plásticos y alrededor del 5% de gravas tamaño máximo 1/2".

b. Resistencia a la penetración.

La resistencia a la penetración (N) a la cuchara muestrera a cada 0.50 m para cada sondeo, se presenta en la tabla 1 (ver en anexo 3, hojas de registro de las perforaciones SPT).

Tabla 1. Resistencia a la penetración “N” obtenida en cada sondeo.

Profundidad ¹	Valores de N		
	SPT 1	SPT 2	SPT 3 ²
0.00-0.50	26	21	---
0.50-1.00	7	29	---
1.00-1.50	50	30	13
1.50-2.00	---	30	26
2.00-2.50	28	31	12
2.50-3.00	24	34	20
3.00-3.50	24	35	32
3.50-4.00	34	41	21
4.00-4.50	30	54	12
4.50-5.00	35	65	13
5.00-5.50	27	50	22
5.50-6.00	29	9	23
6.00-6.50	10	20	31
6.50-7.00	8	64	---
7.00-7.50	19	---	---
7.50-8.00	20	---	---

¹: Profundidad explorada, respecto al nivel de terreno natural existente.

²: El nivel de inicio de perforación corresponde a 1.00 m abajo del nivel del lecho de la quebrada, debido a que en ese estrato superficial, se detectó la presencia de restos de materiales de construcción, los cuales fueron removidos previo al inicio de la perforación.

c. Densidad relativa.

Con base en los valores de resistencia a la penetración obtenidos de los sondeos SPT, se observa que el subsuelo explorado, presenta valores de densidad relativa que varían de suelta ($4 < N < 10$) a muy densa ($N > 50$); la condición suelta ($4 < N < 10$) fue detectada en el sondeo SPT 1, en el estrato de suelo ubicado a una profundidad entre 0.50m y 1.00m y entre 6.50m a 7.00m. Para el SPT 2, dicha condición fue detectada a una profundidad entre 5.50m y 6.00m; para el SPT 3, no se detectó estratos en condición suelta. En general la condición que prevalece en todos los sondeos es la condición de densidad medianamente densa ($10 < N < 30$), a excepción de los estratos localizados a una profundidad de 1.00m y 1.50m, 3.50m y 4.00m, así como entre 4.50m y 5.00m del sondeo SPT 1; y a una profundidad entre 2.50m y 5.00 m del sondeo SPT 2 y para el SPT 3, a una profundidad entre 3.00m y 3.50m y de 6.00m y 6.50m, que presentan una condición de densidad relativa densa ($30 < N < 50$). La densidad relativa muy densa ($N > 50$), se detectó a las profundidades entre 4.00m y 5.00m y entre 6.50m y 7.00m en el sondeo SPT 2.

d. Condición de humedad.

La condición de humedad que predomina en los suelos recuperados de los SPT varía de media a alta, respecto a los contenidos de humedad óptimos típicos para estos suelos, predominando la condición alta.

Los valores mínimos, máximos y el promedio de contenidos de humedad determinados de las muestras obtenidas de los sondeos exploratorios, se indican a continuación:

Tabla 2. Resumen de contenidos de humedad

Sondeo No.	Contenido de agua (%)		
	Mínimo	Máximo	Promedio
1	14.4	24.3	19.3
2	20.0	25.3	22.6
3	16.6	26.7	21.6

2.2.2 Extracción de muestra inalterada.

Se llevó a cabo la extracción de una (1) muestra inalterada (queso) del subsuelo existente en la corona del talud, ubicado aproximadamente a 31 m al costado norte del eje proyectado del colector del sistema de drenaje de guas lluvias (en la zona donde se llevó a cabo el SPT 2). La muestra inalterada fue obtenida a una profundidad de 1.60m, bajo el nivel del terreno existente en el lugar (ver en anexo 2 fotografía 3 y 4).

De dicha muestra se obtuvieron especímenes para realizar ensayos de Corte Directo de los Suelos en Condiciones Consolidadas Drenadas según la norma *ASTM D 3080-04 (Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Condition)*, con la finalidad de determinar los parámetros de resistencia al corte. Los resultados obtenidos del ensayo de corte directo, se presentan a continuación en la tabla 3.

Tabla 3. Resumen de resultados obtenidos del ensayo de corte directo.

Ubicación del muestreo	Clasificación del suelo	Pesos Volumétricos promedio (kg/m ³)	Ángulo de fricción para esfuerzos de corte máximo (°)	Cohesión (kg/cm ²)
Zona de la corona del talud, ubicada aprox. 31 m al norte del eje proyectado, del colector del sistema de drenaje de aguas lluvias, a 1.60 m bajo el nivel del terreno existente.	Arena limosa (SM) color café claro, con alrededor del 55% de arena gruesa a fina, aproximadamente 40% de finos no plásticos y alrededor del 5% de gravas tamaño máximo 1/2".	Condición Húmeda: 1141 Condición Seco: 1039	Condición Húmeda: 32.8	0.1 ¹

¹ : Tomando en consideración el tipo de suelo y desde el punto de vista de la mecánica de suelos, el valor de cohesión obtenido es considerado como "cohesión aparente", debido a que depende del contenido de humedad del suelo.

2.2.3 Densidad del suelo en el lugar.

Se llevó a cabo el desarrollo de dos (2) ensayos de densidad del suelo en el lugar, en la zona donde se realizaron los ensayos de penetración estándar SPT 1 y SPT 2, respectivamente. Uno de los ensayos (S 1) se realizó a nivel del terreno natural existente, aproximadamente 25 m al sur del eje proyectado del colector del sistema de aguas lluvias; el otro ensayo (S 2) fue practicado aproximadamente 31 m al norte del mencionado eje, a 2 m bajo el nivel del terreno natural existente (ver anexo 1, ubicación de densidad del suelo en el lugar).

Los ensayos de densidad del suelo en el lugar fueron realizados de acuerdo con las normas *ASTM D 2922 Standard Test Methods for Density of Soil and Soil-Aggregate in Place by Nuclear Methods (Shallow Depth)* y *ASTM D 3017 Standard Test Method for Water Content of Soil and Rock in Place by Nuclear Methods (Shallow Depth)*. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Resumen de resultados obtenidos de ensayos de densidad del suelo en el lugar.

Ensayo No.	Ubicación	Peso volumétrico seco (kg/m ³)	Contenido de humedad
S 1	25 m al sur del eje proyectado para el colector del sistema de aguas lluvias, sobre el nivel del terreno natural existente.	Húmedo: 1,892 Seco: 1,629	28.0
S 2	31 m al norte del eje proyectado para el colector del sistema de aguas lluvias, 2 m bajo el nivel del terreno natural existente.	Húmedo: 1,581 Seco: 1,223	16.1

2.2.4 Pozo a Cielo Abierto

El Pozo a Cielo Abierto (PCA) fue realizado en la zona donde se encuentra ubicado el banco de préstamo (zona de la cancha de fútbol), del cual se pretende obtener el suelo para la construcción de los rellenos (ver anexo 1, esquema de ubicación del PCA). Se observó en campo, que el banco de préstamo está conformado básicamente por estratos de suelo clasificados por el SUCS, como Arena Limosa (SM), el cual se considera aceptable para ser utilizado para la construcción de los rellenos. No obstante lo anterior, es importante tener en consideración que este tipo de suelos es altamente susceptible a la erosión, al ser expuesto a flujos de agua, por lo cual debe evitarse que el agua producto de la escorrentía superficial, este en contacto con los rellenos a construir; lo cual puede ser minimizado mediante la incorporación de un adecuado recubrimiento superficial (vegetal o permanente), así como a través de la construcción de un adecuado sistema de drenaje.

Las muestras de suelo fueron obtenidas del PCA, entre las profundidades de 1.50 m y 2.00 m bajo el nivel del terreno existente (ver en anexo 2 fotografía 5), las cuales fueron trasladadas al Laboratorio de Materiales e Investigación Vial de la UIDV, donde se efectuaron los ensayos de laboratorio que a continuación se detallan:

Ensayo de laboratorio	Norma de ensayo
• Análisis Granulométrico de agregado grueso y fino.	ASTM C 136
• Limite líquido, limite plástico e Índice de plasticidad de suelos	ASTM D4318
• Clasificación de suelos para propósitos de ingeniería (SUCS).	ASTM D2487
• Relación densidad - humedad de los suelos.	ASTM D1557 (AASHTO T180)

Resultados obtenidos.

En la tabla 5 se presenta un resumen de los resultados obtenidos a partir de los ensayos practicados a las muestras de suelo obtenidas del pozo a cielo abierto; los registros de los resultados de los ensayos de laboratorio, se presentan en anexo 3.

Tabla 5. Resumen de resultados de ensayos de campo y laboratorio realizados.

Ubicación de pozo a cielo abierto	Clasificación del suelo (material de relleno)	Resultados de laboratorio
Zona de la cancha de foof ball	Arena Limosa (SM) color café (profundidad máxima explorada: 2.00 m)	Límite líquido: No pudo ser determinado Límite plástico: No pudo ser determinado Índice de plasticidad: Material no plástico. PVS máx. = 1,630 kg/m ³ Humedad óptima: 15%


3.0 Conclusiones y Recomendaciones.

- a. Con base en los resultados de la investigación geotécnica realizada en la zona en estudio y de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el subsuelo explorado está conformado por suelos tipificados como Arena Limosa (SM). En general este tipo de suelos es susceptible a sufrir erosión y socavación, al estar expuesto a flujo de agua.
- b. De acuerdo con los resultados de los ensayos de penetración estándar (SPT), los estratos de suelos en las zonas exploradas, presentan densidades relativas variables de muy suelta ($0 < N < 4$) a muy densa ($N > 50$), predominando la condición de medianamente densa ($10 < N < 30$) a densa ($30 < N < 50$).
- c. La condición de humedad de los suelos encontrados, durante el desarrollo de las exploraciones geotécnicas, es predominante alta, respecto al contenido de humedad óptimo de estos suelos.
- d. Con base en los resultados obtenidos del sondeo SPT 3, se considera que el subsuelo de la zona donde se proyecta la construcción del muro de retención, presenta condiciones de resistencia al corte razonablemente aceptables, para cimentar dicho muro empleando cimentaciones superficiales (profundidad de desplante menor o igual a dos veces el ancho (Bf) de la cimentación), tomando en consideración los siguientes aspectos:
 - Desde el punto de vista resistencia del suelo, puede considerarse como posible profundidad de desplante 2.0 m, bajo el nivel del lecho de la quebrada existente (según información proporcionada por la UPV-VMOP, a esa profundidad le corresponde una elevación = 55.975). A esa profundidad puede considerarse una capacidad admisible del suelo de 1.4 kg/cm², para un ancho de cimentación de 2.0m y de 1.7 kg/cm² para un ancho de cimentación de 3.5m. En el caso que el nivel de desplante corresponda a profundidades mayores que 2 m, puede considerarse una capacidad de carga del suelo de 1.7 kg/cm².
 - Para el caso que la cimentación del muro se proyecte a un nivel mayor que el nivel de terreno existente en el lecho de la quebrada, se recomienda que previo a la construcción de los rellenos, se lleve a cabo la restitución del estrato de material que se encuentra contaminado con restos de materiales de construcción; dicha restitución debe realizarse hasta una profundidad mínima de 1.50 m bajo el nivel del lecho de la quebrada.

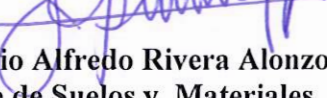
La construcción de los rellenos puede realizarse de acuerdo con lo indicado en el literal e. de este numeral. Bajo estas condiciones, puede considerarse una capacidad de carga admisible del suelo de 2.0 kg/cm². Las dimensiones de la cimentación del muro, deberán garantizar que la capacidad admisible del suelo, no sea superada.

Cabe mencionar que al momento de elaboración de este informe, no se contó con información referente a los niveles de desplante proyectados para el muro de retención.

- Se recomienda que dentro de los trabajos de construcción del muro, se incluyan obras de protección para los apoyos del mismo, así como para los taludes existentes en las cercanías de la zona donde se construirá el muro, con el propósito de prevenir la ocurrencia de fenómenos de erosión y socavación.
- e. En general para la construcción de los rellenos, puede utilizarse suelo proveniente del banco de préstamo identificado para el proyecto, el cual debe ser compactado en capas no mayores de 20 cm, y hasta obtener un grado de compactación mínimo del 90% del peso volumétrico seco máximo, obtenido a través del ensayo de laboratorio AASHTO T180, método A. El contenido de humedad del suelo deberá estar cercano al contenido de humedad óptimo (humedad óptima: 15% ± 2%).
- f. Tomando en consideración que los suelos de la zona en estudio son altamente susceptibles a la erosión, se considera de vital importancia que dentro de las obras proyectadas, se incluya un recubrimiento vegetal o permanente en toda la superficie expuesta del talud, así como un adecuado sistema de drenaje para la escorrentía superficial, con el objetivo de prevenir fenómenos de erosión.


Ing. Santos Jacinto Pérez.
Unidad Técnica.
Gerencia de Suelos y Materiales.




Vo.Bo.
Ing. Julio Alfredo Rivera Alonzo.
Gerente de Suelos y Materiales.

ANEXOS

1. **ESQUEMA DE UBICACIÓN DE CARCAVA Y DE EXPLORACIONES GEOTÉCNICAS.**
2. **REGISTRO FOTOGRAFICO DE ACTIVIDADES DE CAMPO.**
3. **RESULTADOS DE ENSAYOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO.**

ANEXO 1

1. ESQUEMA DE UBICACIÓN DE CARCAVA Y DE EXPLORACIONES GEOTÉCNICAS.

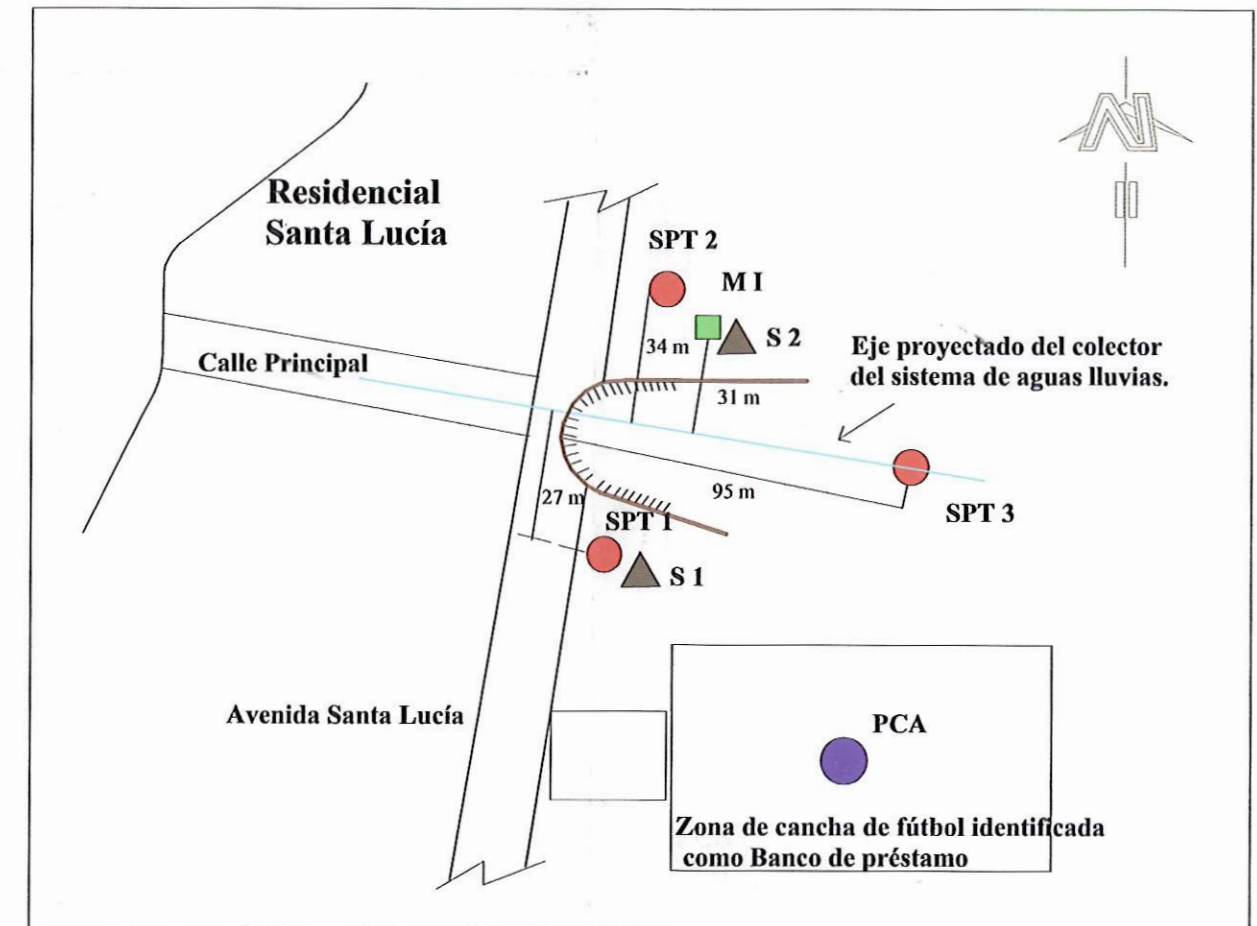
PROYECTO : OBRAS DE MITIGACION EN ZONA DE CARCAVA UBICADA EN LA INTERSECCION DE LA CALLE PRINCIPAL Y LA AVENIDA SANTA LUCIA, COSTADO ORIENTE DE LA RESIDENCIAL SANTA LUCIA, ILOPANGO, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR.

Esquema de ubicación de las exploraciones geotécnicas.

Esquema de ubicación de cárcava.



Fuente : Imagen adaptada de Google Earth



Simbología :

- SPT : Ensayos de penetración estandar
- MI : Muestra inalterada
- PCA : Pozo a cielo abierto
- : Límite de cárcava al momento del desarrollo de las exploraciones geotécnicas.
- ▲ S : Ensayo de densidad del suelo del lugar.

ANEXO 2

1. REGISTRO FOTOGRAFICO DE LAS ACTIVIDADES DE CAMPO REALIZADAS.

ESTUDIO DE SUELOS
PROYECTO: OBRAS DE MITIGACION EN ZONA DE CARCAVA UBICADA EN LA
INTERSECCION DE LA CALLE PRINCIPAL Y LA AVENIDA SANTA LUCIA,
COSTADO ORIENTE DE LA RESIDENCIAL SANTA LUCIA, ILOPANGO,
DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR.



Fotografía 1. Talud en la zona de la cárcava, conformado por estratos de suelo tipificados como Arenas limosas (SM).
Fecha: 29 de agosto de 2008.



Fotografía 2. Personal de la UIDV-VMOP, realizando SPT 1, en la corona del talud, al costado Sur de la cárcava.
Fecha: 29 de agosto de 2008.



Fotografía 3. Personal de la UIDV-VMOP y DMV-VMOP, realizando trabajos para obtener muestra inalterada (zona costado Norte de la cárcava). Ver detalle de la muestra en fotografía, 4.
Fecha: 29 de agosto de 2008.



Fotografía 4. Detalle de muestra inalterada (zona costado Norte de la cárcava).
Fecha: 29 agosto de 2008.



Fotografía 5. Pozo a cielo abierto (PCA), en la zona de la cancha de fútbol de la Residencial Santa Lucia.

Fecha: 04 de agosto de 2008.

ANEXO 3

3. RESULTADOS DE ENSAYOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO.

UIDV

**UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL
GERENCIA DE SUELOS Y MATERIALES**

MOP

**LABORATORIO DE MATERIALES E INVESTIGACION VIAL
HOJA DE REGISTRO DE PERFORACION**

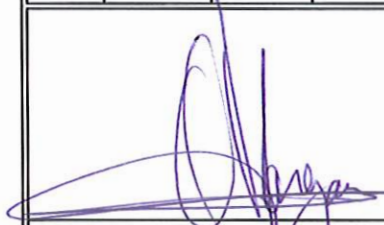
HOJA:1/3

Ref.: SPT 163-167/092008

F-SM-288

SONDEO : No.1
SOLICITANTE : Unidad de Planificación Vial, UPV-VMOP.
PROYECTO : Obras de Mitigación en Zona de Cárcaya Ubicada en la Intersección de la Calle Principal y Avenida Santa Lucía, Costado Oriente de la Residencial Santa Lucía, Ilopango.
UBICACION : Departamento de San Salvador.
PERFORADOR : Téc. Julio Vásquez. **FECHA DE INICIO:** 29/08/2008.
PROFUNDIDAD : 8.00 m **FECHA DE TERMINACION:** 29/08/2008.
NIVEL FREATICO : --- **METODO DE PERFORACION:** Estándar (SPT).

Prof. (m) ¹	Elev. ²	Recup. (m)	Humedad (%)	N	Densidad relativa	Símbolo (SUCS)	Clasificación Visual (SUCS)
0.00	100.197						
		0.35	14.4	26	Medianamente Densa	SM	Arena limosa, color café claro, con alrededor del 60 % de arena de gruesa a fina, con alrededor del 40 % de finos no plásticos; con trazas de grava tamaño máximo ½ pulgada, de forma subredonda. Condición del suelo: húmedo.
0.50	99.697	0.25	22.7	7	Suelta	SM	" " " "
1.00	99.197	0.50	18.7	50	Densa	SM	" " " "
1.50	98.697						
		0.10	16.5	---	---	SM	Arena limosa, color café claro, con alrededor del 60 % de arena de gruesa a fina, con alrededor del 40 % de finos no plásticos; con trazas de grava tamaño máximo ½ pulgada, de forma subredonda. Condición del suelo: húmedo. A la profundidad de 1.67 se obtuvo rechazo, por lo que se cambio a punta.
1.67	98.527						
		---	---	---	---	---	Entre las profundidades de 1.67m y 2.00m la exploracion fue realizada con punta, registrando un total de 67 golpes. A partir de la profundidad de 2.00m se cambio a cuchara muestrera.
2.00	98.197						


 Ing. Edgardo Arturo Chavarría
 Jefe Lab. Materiales e Inv. Vial.




 Ing. Julio Alfredo Rivera A.
 Gerente de Suelos y Materiales.



Fecha de aprobación de este informe: 12/09/2008

UIDV

**UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL
GERENCIA DE SUELOS Y MATERIALES**

MOP

LABORATORIO DE MATERIALES E INVESTIGACION VIAL
HOJA DE REGISTRO DE PERFORACION

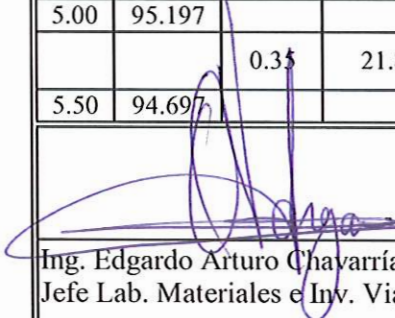
HOJA:2/3

Ref.: SPT 168-173/092008


F-SM-288

SONDEO : No.1
SOLICITANTE : Unidad de Planificación Vial, UPV-VMOP.
PROYECTO : Obras de Mitigación en Zona de Cárcava Ubicada en la Intersección de la, Calle Principal y Avenida Santa Lucia, Costado Oriente de la Residencial Santa Lucia, Ilopango.
UBICACION : Departamento de San Salvador.
PERFORADOR : Téc. Julio Vásquez. **FECHA DE INICIO:** 29/08/2008.
PROFUNDIDAD : 8.00 m **FECHA DE TERMINACION:** 29/08/2008.
NIVEL FREATICO : --- **METODO DE PERFORACION:** Estándar (SPT).

Prof. (m) ¹	Elev. ²	Recup. (m)	Humedad (%)	N	Densidad relativa	Símbolo (SUCS)	Clasificación Visual (SUCS)
2.00	98.197						Arena limosa, color café claro, con alrededor del 55 % de arena de gruesa a fina, con alrededor del 45 % de finos de baja plasticidad; con trazas de grava tamaño máximo 3/8 de pulgada. Condición del suelo: húmedo.
		0.25	21.1	28	Medianamente Densa	SM	
2.50	97.697						" " " "
		0.35	23.5	24	Medianamente Densa	SM	
3.00	97.197						" " " "
		0.35	22.7	24	Medianamente Densa	SM	
3.50	96.697						" " " "
		0.35	25.3	34	Densa	SM	
4.00	96.197						" " " "
		0.30	24.0	30	Medianamente Densa	SM	
4.50	95.697						Arena limosa, color café claro, con alrededor del 55 % de arena de gruesa a fina, con alrededor del 45 % de finos de baja plasticidad, contaminada con materia orgánica (presencia de grumos de materia orgánica). Condición del suelo: húmedo.
		0.30	23.6	35	Densa	SM	
5.00	95.197						" " " "
		0.35	21.8	27	Medianamente Densa	SM	
5.50	94.697						


 Ing. Edgardo Arturo Chavarría
 Jefe Lab. Materiales e Inv. Vial.




 Ing. Julio Alfredo Rivera A.
 Gerente de Suelos y Materiales.



Fecha de aprobación de este informe: 12/09/2008

UIDV

**UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL
GERENCIA DE SUELOS Y MATERIALES**

MOP

LABORATORIO DE MATERIALES E INVESTIGACION VIAL

HOJA DE REGISTRO DE PERFORACION

HOJA:3/3

Ref.: SPT 174-178/092008

F-SM-288

SONDEO : No.1
SOLICITANTE : Unidad de Planificación Vial, UPV-VMOP.
PROYECTO : Obras de Mitigación en Zona de Cárcava Ubicada en la Intersección de la Calle Principal y Avenida Santa Lucia, Costado Oriente de la Residencial Santa Lucia, Ilopango.
UBICACION : Departamento de San Salvador.
PERFORADOR : Téc. Julio Vásquez. **FECHA DE INICIO:** 29/08/2008.
PROFUNDIDAD : 8.00 m **FECHA DE TERMINACION:** 29/08/2008.
NIVEL FREATICO : --- **METODO DE PERFORACION:** Estándar (SPT).

Prof. (m) ¹	Elev. ²	Recup. (m)	Humedad (%)	N	Densidad relativa	Símbolo (SUCS)	Clasificación Visual (SUCS)
5.50	94.697						Arena limosa, color café claro, con alrededor del 55 % de arena de gruesa a fina, con alrededor del 45 % de finos de baja plasticidad, contaminada con materia orgánica (presencia de grumos de materia orgánica). Condición del suelo: húmedo.
		0.35	23.5	29	Medianamente Densa	SM	
6.00	94.197	0.35	20.0	10	Suelta	SM	" " " "
6.50	93.697	0.25	21.9	8	Suelta	SM	" " " "
7.00	93.197	0.25	20.2	19	Medianamente Densa	SM	" " " "
7.50	92.697	0.25	24.7	20	Medianamente Densa	SM	" " " "
8.00	92.197						Profundidad de finalización del sondeo.

¹La profundidad de inicio de perforación (0.00) corresponde al nivel de terreno natural existente en el lugar.

²La elevación del terreno existente (elev. 100.197) que corresponde a la profundidad 0.00, fue proporcionada por el solicitante.

Observaciones: El sondeo SPT 1, se realizó aproximadamente a 27 m al costado sur del eje proyectado del colector del sistema de aguas lluvias (Ver ubicación del sondeo en Anexo 1).

Ing. Edgardo Arturo Chavarría V.
Jefe Lab. Materiales e Inv. Vial.



Ing. Julio Alfredo Rivera A.
Gerente de Suelos y Materiales.



Fecha de aprobación de este informe: 12/09/2008

UIDV

**UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL
GERENCIA DE SUELOS Y MATERIALES**

MOP

LABORATORIO DE MATERIALES E INVESTIGACION VIAL

HOJA DE REGISTRO DE PERFORACION

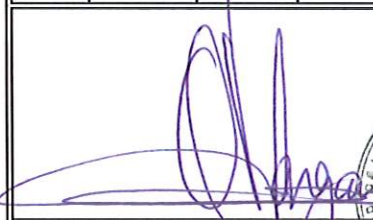



HOJA:1/2

Ref.: SPT 178-186/092008

F-SM-288

SONDEO : No.2
SOLICITANTE : Unidad de Planificación Vial, UPV-VMOP.
PROYECTO : Obras de Mitigación en Zona de Cárcava Ubicada en la Intersección de la Calle Principal y Avenida Santa Lucia, Costado Oriente de la Residencial Santa Lucia, Ilopango.
UBICACION : Departamento de San Salvador.
PERFORADOR : Téc. Julio Vásquez. **FECHA DE INICIO:** 02/09/2008.
PROFUNDIDAD : 7.38 m **FECHA DE TERMINACION:** 03/09/2008.
NIVEL FREATICO : --- **METODO DE PERFORACION:** Estándar (SPT).

Prof. (m) ¹	Elev. ²	Recup. (m)	Humedad (%)	N	Densidad relativa	Símbolo (SUCS)	Clasificación Visual (SUCS)
0.00	100.245						
		0.25	21.8	21	Medianamente Densa	SM	Arena limosa, color café claro, con alrededor del 55 % de arena de gruesa a fina, con alrededor del 45 % de finos no plásticos. Condición del suelo: húmedo.
0.50	99.745	0.25	21.8	29	Medianamente Densa	SM	" " " "
1.00	99.245	0.20	21.6	30	Medianamente Densa	SM	" " " "
1.50	98.745	0.20	21.5	30	Medianamente Densa	SM	" " " "
2.00	98.245	0.25	23.2	31	Densa	SM	" " " "
2.50	97.745	0.30	21.0	34	Densa	SM	" " " "
3.00	97.245	0.25	24.3	35	Densa	SM	" " " "
3.50	96.745	0.22	22.2	41	Densa	SM	" " " "
4.00	96.245	0.20	23.0	54	Muy Densa	SM	" " " "
4.50	95.745						

Ing. Edgardo Arturo Chavarria V.
Jefe Lab. Materiales e Inv. Vial.

Ing. Julio Alfredo Rivera A.
Gerente de Suelos y Materiales.

Fecha de aprobación de este informe: 12/09/2008

UIDV

**UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL
GERENCIA DE SUELOS Y MATERIALES**

MOP

LABORATORIO DE MATERIALES E INVESTIGACION VIAL

HOJA DE REGISTRO DE PERFORACION

HOJA:2/2

Ref.: SPT 187-192/092008

F-SM-288

SONDEO : No.2
SOLICITANTE : Unidad de Planificación Vial, UPV-VMOP.
PROYECTO : Obras de Mitigación en Zona de Cárcava Ubicada en la Intersección de la Calle Principal y Avenida Santa Lucia, Costado Oriente de la Residencial Santa Lucia, Ilopango.
UBICACION : Departamento de San Salvador.
PERFORADOR : Téc. Julio Vásquez. **FECHA DE INICIO:** 02/09/2008.
PROFUNDIDAD : 7.38 m **FECHA DE TERMINACION:** 03/09/2008.
NIVEL FREATICO : --- **METODO DE PERFORACION:** Estándar (SPT).

Prof. (m) ¹	Elev. ²	Recup. (m)	Humedad (%)	N	Densidad relativa	Símbolo (SUCS)	Clasificación Visual (SUCS)
4.50	95.745						
		0.20	21.1	65	Muy Densa	SM	Arena limosa, color café claro, con alrededor del 55 % de arena de gruesa a fina, con alrededor del 45 % de finos no plásticos. Condición del suelo: húmedo.
5.00	95.245	0.45	18.9	50	Densa	SM	" " " "
5.50	94.745	---	---	9	Suelta	---	No se recupero muestra
6.00	94.245						
		0.05	17.7	20	Medianamente Densa	SM	Arena limosa, color café claro, con alrededor del 55 % de arena de gruesa a fina, con alrededor del 45 % de finos no plásticos. Condición del suelo: húmedo.
6.50	93.745	0.20	16.3	64	Muy Densa	SM	" " " "
7.00	93.245						
		0.05	17.1	---	---	SM	Arena limosa, color café claro, con alrededor del 55 % de arena de gruesa a fina, con alrededor del 45 % de finos no plásticos. Condición del suelo: húmedo. Se detuvo la perforación después de 10 golpes sucesivos y no hubo avance.
7.38	92.865						Profundidad de finalización del sondeo, debido a que se obtuvo rechazo

¹La profundidad de inicio de perforación (0.00) corresponde al nivel de terreno natural existente en el lugar.

²La elevación del terreno existente (elev. 100.245), que corresponde a la profundidad 0.00, fue proporcionada por el solicitante.

Observaciones: El sondeo SPT 1, se realizó aproximadamente a 34 m al norte del eje proyectado para el colector del sistema de aguas lluvias (Ver ubicación del sondeo en Anexo 1).

Ing. Edgardo Arturo Chavarría V.
Jefe Lab. Materiales e Inv. Vial



Ing. Julio Alfredo Rivera A.
Gerente de Suelos y Materiales.



Fecha de aprobación de este informe: 12/09/2008

UIDV

UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL
GERENCIA DE SUELOS Y MATERIALES

MOP

LABORATORIO DE MATERIALES E INVESTIGACION VIAL

HOJA DE REGISTRO DE PERFORACION

HOJA:1/2

Ref.: SPT 193-197/092008

F-SM-288

SONDEO : No.3

SOLICITANTE : Unidad de Planificación Vial, UPV-VMOP.

PROYECTO : Obras de Mitigación en Zona de Cárcava Ubicada en la Intersección de la Calle Principal y Avenida Santa Lucia, Costado Oriente de la Residencial Santa Lucia, Ilopango.

UBICACION : Departamento de San Salvador.

PERFORADOR : Téc. Julio Vásquez.

FECHA DE INICIO: 05/09/2008.

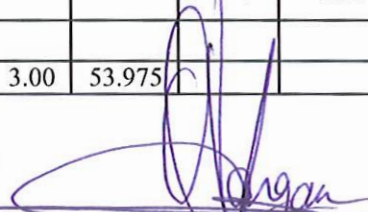
PROFUNDIDAD : 5.67 m

FECHA DE TERMINACION: 05/09/2008.

NIVEL FREATICO : ---

METODO DE PERFORACION: Estándar (SPT).

Prof. (m) ¹	Elev. ²	Recup. (m)	Humedad (%)	N	Densidad relativa	Símbolo (SUCS)	Clasificación Visual (SUCS)
0.00	56.975						
		0.15	26.8	13	Medianamente Densa	SM	Arena limosa, color café claro, con alrededor del 80 % de arena de gruesa a fina, con alrededor del 20 % de finos no plásticos, trazas de grava tamaño máximo 3/4", subangulares. Condición del suelo: húmedo.
0.50	56.475	0.20	19.7	26	Medianamente Densa	SM	" " " "
1.00	55.975	0.30	22.5	12	Medianamente Densa	SM	" " " "
1.50	55.475	0.40	22.2	20	Medianamente Densa	SM	" " " "
2.00	54.975						
		0.50	21.9	32	Densa	SM	Arena limosa, color café claro, con alrededor del 70 % de arena de gruesa a fina, con alrededor del 20 % de finos no plásticos, alrededor del 10% de grava tamaño máximo 3/4", subangulares. Condición del suelo: húmedo.
2.50	54.475						
		0.20	16.9	21	Medianamente Densa	SM	Arena limosa, color café claro, con alrededor del 75 % de arena de gruesa a fina, con alrededor de 25 % de finos no plásticos. Condición del suelo: húmedo.
3.00	53.975						



Ing. Edgardo Arturo Chavarría V.
Jefe Lab. Materiales e Inv. Vial.




Ing. Julio Alfredo Rivera A.
Gerente de Suelos y Materiales.



Fecha de aprobación de este informe: 12/09/2008

UIDV

**UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL
GERENCIA DE SUELOS Y MATERIALES**

MOP

LABORATORIO DE MATERIALES E INVESTIGACION VIAL

HOJA DE REGISTRO DE PERFORACION

HOJA:2/2

Ref.: SPT 197-203/092008
F-SM-288

SONDEO : No.3
SOLICITANTE : Unidad de Planificación Vial, UPV-VMOP.
PROYECTO : Obras de Mitigación en Zona de Cárcava Ubicada en la Intersección de la Calle Principal y Avenida Santa Lucia, Costado Oriente de la Residencial Santa Lucia, Ilopango.
UBICACION : Departamento de San Salvador.
PERFORADOR : Téc. Julio Vásquez. **FECHA DE INICIO:** 05/09/2008.
PROFUNDIDAD : 5.67 m **FECHA DE TERMINACION:** 05/09/2008.
NIVEL FREATICO : --- **METODO DE PERFORACION:** Estándar (SPT).

Prof. (m) ¹	Elev. ²	Recup. (m)	Humedad (%)	N	Densidad relativa	Símbolo (SUCS)	Clasificación Visual (SUCS)
3.00	53.975						Arena limosa, color café claro, con alrededor del 75 % de arena de gruesa a fina, con alrededor de 25 % de finos no plásticos. Condición del suelo: húmedo.
		0.40	18.5	12	Medianamente Densa	SM	
3.50	53.475						" " " "
		0.20	18.1	13	Medianamente Densa	SM	
4.00	52.975						" " " "
		0.20	20.0	22	Medianamente Densa	SM	
4.50	52.475						" " " "
		0.20	24.0	23	Medianamente Densa	SM	
5.00	51.975						" " " "
		0.20	16.6	31	Densa	SM	
5.50	51.475						Arena limosa, color café claro, con alrededor del 70 % de arena de gruesa a fina, con alrededor del 20 % de finos no plásticos, alrededor del 10% de grava tamaño máximo 1", subangulares. Condición del suelo: húmedo. A la profundidad de 5.67 se obtuvo rechazo, por lo que a esta profundidad se finalizó el sondeo.
		0.05	19.4	---	---	SM	
5.67	51.305						

¹El nivel del inicio de perforación para el SPT 3, corresponde a 1 m bajo el nivel del lecho de la quebrada, debido a que en dicho estrato superficial, se encontró la presencia de restos de materiales de construcción (restos de carpeta asfáltica), los cuales fueron removidos previo al inicio de la perforación. Cabe mencionar que el punto donde se realizó el SPT 3, fue definido luego realizar tres (3) ensayos previos, en los cuales se obtuvo rechazo entre las profundidades de 0.50 m y 1.20 m bajo el nivel existente en el lecho de la quebrada.

²La elevación del terreno existente (elev. 57.975), fue proporcionada por el solicitante.

Observaciones: El sondeo SPT 3, se realizó en la zona del lecho de la quebrada, a una distancia aproximada de 95 m de la corona del talud, sobre el eje proyectado del colector (Est. 0+190) del sistema de aguas lluvias (Ver ubicación de sondeo No3 en Anexo 1)

Ing. Edgardo Arturo Chavarría V.
Jefe Lab. Materiales e Inv. Vial.



Ing. Julio Alfredo Rivera A.
Gerente de Suelos y Materiales.

Fecha de aprobación de este informe: 12/09/2008

UIDV

**UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL
GERENCIA DE SUELOS Y MATERIALES**

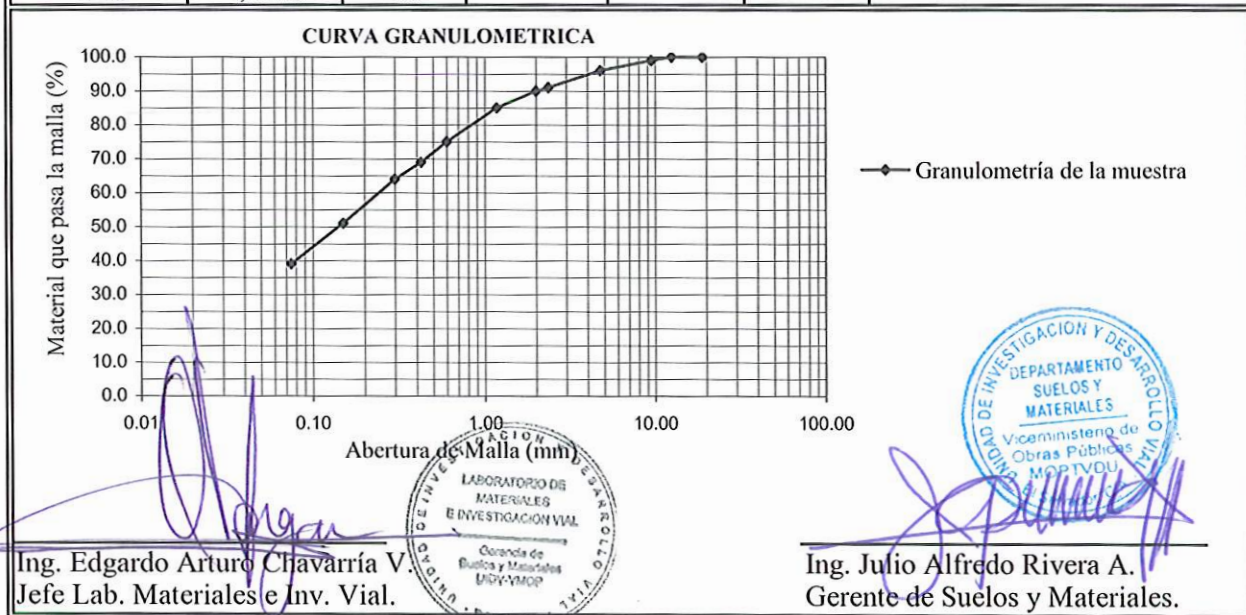
MOP

**LABORATORIO DE MATERIALES E INVESTIGACION VIAL
ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO GRUESO Y FINO
(ASTM C 136 - 06)**

Ref.: GFG 36/022008
F-SM-250

SOLICITANTE : Unidad de Planificación Vial, UPV-VMOP.
PROYECTO : Obras de Mitigación en Zona de Cárcava Ubicada en la Intersección de la Calle Principal y Avenida Santa Lucia, Costado Oriente de la Residencial Santa Lucia, Ilopango.
UBICACION : Departamento de San Salvador.
FECHA DE MUESTREO : 01/09/2008 **Laboratorista:** Téc. Giovanni Lemus
FECHA DE ENSAYO : 02-03/09/2008 **Laboratorista:** Téc. Giovanni Lemus

Malla (Abertura mm)	Material Retenido Parcial (g)	Material Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Mat. que pasa la malla (%)	Franja de Control	Observaciones
3" (75.000)	---	---	---	---	---	El suelo ensayado fue muestreado en el PCA realizado en la zona donde se encuentra ubicado el banco de préstamo (zona de la cancha de fútbol), del cual se pretende obtener el suelo para la construcción de los rellenos. La muestra de suelo fue tomada entre las profundidades de 1.5m a 2.0m, bajo el nivel del terreno existente. El porcentaje de material más fino que el tamiz N° 200 fue determinado a través de ASTM C 117-05, método "A". Clasificación del material Según ASTM D 2487-00: SM, Arena limosa, color café claro.
2½" (63.000)	---	---	---	---	---	
2" (50.000)	---	---	---	---	---	
1½" (38.100)	---	---	---	---	---	
1" (25.000)	---	---	---	---	---	
¾" (19.000)	0.00	0	0	100	---	
½" (12.500)	31.41	0	0	100	---	
3/8" (9.500)	60.27	1	1	99	---	
No 4 (4.750)	216.26	3	4	96	---	
No 8 (2.360)	331.05	5	9	91	---	
No 10 (2.000)	87.62	1	10	90	---	
No 16 (1.180)	292.03	5	15	85	---	
No 30 (0.600)	611.12	10	25	75	---	
No 40 (0.425)	362.30	6	31	69	---	
No 50 (0.300)	295.28	5	36	64	---	
No 100 (0.150)	832.69	13	49	51	---	
No 200 (0.075)	753.90	12	61	39	---	
Fondo	2,429.87	39	100	0	---	
Suma	6,303.80	100				



Fecha de aprobación de este informe: 12/09/2008.

UIDV

UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL

MOP

GERENCIA DE SUELOS Y MATERIALES

LABORATORIO DE MATERIALES E INVESTIGACION VIAL

**LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO
E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO
(AASHTO T 89-02, AASHTO T 90-04)**

Ref.: LLP 66/092008.
F-SM-371

SOLICITANTE : Unidad de Planificación Vial, UPV-VMOP.
PROYECTO : Obras de Mitigación en Zona de Cárcava Ubicada en la Intersección de la Calle Principal y Avenida Santa Lucia, Costado Oriente de la Residencial Santa Lucia, Ilopango.
UBICACION : Departamento de San Salvador.
FECHA DE MUESTREO : 01/09/2008 **Laboratorista:** Téc. Geovanni Lemus.
FECHA DE ENSAYO : 02-03/09/2008 **Laboratorista:** Téc. Geovanni Lemus.

LIMITE PLASTICO DEL SUELO

Prueba No			
Cápsula No			
Peso húmedo + tara (g)			
Peso seco + tara (g)			
Peso de agua (g)	No pudo ser determinado		
Tara (g)			
Peso seco (g)			
Contenido de agua (%)			

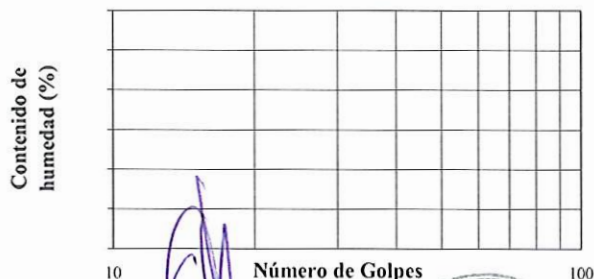
OBSERVACIONES
El suelo ensayado fue muestreado en el PCA realizado en la zona donde se encuentra ubicado el banco de préstamo (zona de la cancha de fútbol), del cual se pretende obtener el suelo para la construcción de los rellenos. La muestra de suelo fue tomada entre las profundidades de 1.5m a 2.0m, bajo el nivel del terreno existente.

Clasificación del material
Según ASTM D 2487-00: SM, Arena limosa, color café claro.

LIMITE LIQUIDO DEL SUELO

Prueba No			
Número de golpes			
Cápsula No			
Peso húmedo + tara (g)			
Peso seco + tara (g)	No pudo ser determinado		
Peso de agua (g)			
Tara (g)			
Peso seco (g)			
Contenido de agua (%)			

CURVA DE FLUJO



Resultados de laboratorio

L. Líquido (%) = No pudo ser determinado
L. Plástico (%) = No pudo ser determinado
I. Plasticidad (%) = NP
IP = LL - LP
Porcentaje de suelo retenido en malla No 40 = 32 %

Ing. Edgardo Arturo Chavarría V.
Jefe Lab. Materiales e Inv. Vial.



Ing. Julio Alfredo Rivera A.
Gerente de Suelos y Materiales.



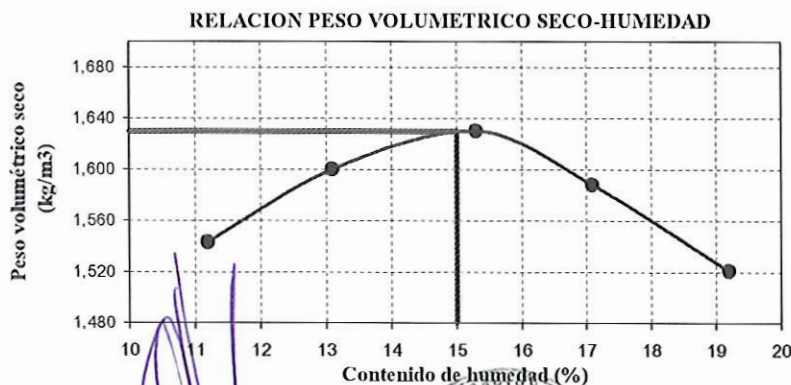
Fecha de aprobación de este informe: 12/09/2008.

**GERENCIA DE SUELOS Y MATERIALES
LABORATORIO DE MATERIALES E INVESTIGACION VIAL
RELACION DENSIDAD - HUMEDAD DE SUELOS USANDO UN
MARTILLO DE 4.54 kg (10 lb) Y UNA CAIDA DE 457 mm (18 pulgadas)
(AASHTO T 180-04)**

Ref: CCM 41/092008.
F-SM-369

SOLICITANTE : Unidad de Planificación Vial, UPV-VMOP.
PROYECTO : Obras de Mitigación en Zona de Cárcava Ubicada en la Intersección de la Calle Principal y Avenida Santa Lucia, Costado Oriente de la Residencial Santa Lucia, Ilopango.
UBICACIÓN : Departamento de San Salvador.
FECHA DE MUESTREO : 01/09/2008 **Laboratorista:** Téc. Geovanni Lemus.
FECHA DE ENSAYO : 03-04/09/2008 **Laboratorista:** Téc. Geovanni Lemus.

P E S O V O L U M E T R I C O S E C O						Observaciones
Prueba No	1	2	3	4	5	Método de compactación: Método D.
Peso de muestra + molde (g)	5,856	5,945	6,010	5,992	5,947	El suelo ensayado fue muestreado en el PCA realizado en la zona donde se encuentra ubicado el banco de préstamo (zona de la cancha de fútbol), del cual se pretende obtener el suelo para la construcción de los rellenos. La muestra de suelo fue tomada entre las profundidades de 1.5m a 2.0m, bajo el nivel del terreno existente.
Peso de molde (g)	4,236	4,236	4,236	4,236	4,236	
Peso de muestra húmeda (g)	1,620	1,709	1,774	1,756	1,711	
Volumen del molde (cm ³)	944	944	944	944	944	
Peso volumétrico húmedo (kg/m ³)	1,716	1,810	1,879	1,860	1,813	
Peso volumétrico seco (kg/m ³)	1,543	1,600	1,630	1,588	1,521	
C O N T E N I D O D E H U M E D A D						Clasificación del material Según ASTM D 2487-00: SM, Arena limosa, color café claro.
Recipiente No	4	D	2X	J	4X	
Peso húmedo+ tara (g)	1,358	1,329	1,440	1,495	1,505	
Peso seco + tara (g)	1,301	1,265	1,354	1,393	1,387	
Peso de agua (g)	57	64	86	102	118	
Tara (g)	792	778	793	796	774	
Peso seco (g)	509	487	561	597	613	
Contenido de humedad (%)	11.2	13.1	15.3	17.1	19.2	



Resultados de Laboratorio
P.V.S. max. (kg/m³) = 1,630
Humedad Optima (%) = 15

[Firma]
Ing. Edgardo Arturo Chavarría V.
Jefe Lab. Materiales e Inv. Vial.



[Firma]
Ing. Julio Alfredo Rivera A.
Gerente de Suelos y Materiales.

Fecha de aprobación de este informe: 12/09/2008.

UIDV

UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL

MOP

GERENCIA DE SUELOS Y MATERIALES

LABORATORIO DE MATERIALES E INVESTIGACION VIAL

DENSIDAD Y CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO Y SUELO-AGREGADO
EN EL LUGAR POR EL METODO NUCLEAR (PROFUNDIDAD SUPERFICIAL)

(ASTM D 2922 -05 y ASTM D 3017-05)

Ref.: DNS 71-72/092008

F-SM-275

SOLICITANTE : Unidad de Planificación Vial, UPV-VMOP.

PROYECTO : Obras de Mitigación en Zona de Cárcava Ubicada en la Intersección de la Calle Principal y Avenida Santa Lucia, Costado Oriente de la Residencial Santa Lucia, Ilopango.

UBICACIÓN : Departamento de San Salvador.

FECHA DE ENSAYO : 04/09/2008.

Laboratorista: Téc. Miguel Barrientos

DATOS DEL EQUIPO

Equipo: TROXLER	Método de ensayo
Modelo No : 3440	Transmisión Directa
Serie No : 31354	

Prueba	1	2	---	---
Superficie ensayada	Terreno Natural			
Estación	---	---	---	---
Lateral	---	---	---	---
Ubicación de L.C. (m)	---	---	---	---
Profundidad de ensayo (cm)	15	---	---	---
Peso vol. Húmedo (kg/m ³)	1,892	---	---	---
Peso vol. Seco (kg/m ³)	1,629	---	---	---
Contenido de Humedad (%)	16.1	---	---	---
VALORES DE COMPARACION				
P.V.S. Máximo (kg/m ³)	---	---	---	---
Humedad Optima (%)	---	---	---	---
Grado de Compactación (%)	---	---	---	---

Observaciones: El ensayo (S 1) fue realizado a nivel del terreno natural existente en la corona del talud, aproximadamente a 25 m al costado sur del eje proyectado del colector del sistema de aguas lluvias (Ver ubicación del sondeo en Anexo 1).



Ing. Edgardo Arturo Chavarría V.
Jefe Lab. Materiales e Inv. Vial.




Ing. Julio Alfredo Rivera A.
Gerente de Suelos y Materiales.



Fecha de aprobación de este informe: 12/09/2008.

UIDV

**UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL
GERENCIA DE SUELOS Y MATERIALES**

MOP

LABORATORIO DE MATERIALES E INVESTIGACION VIAL

**DENSIDAD DEL SUELO EN EL LUGAR
UTILIZANDO EL METODO CONO - ARENA
(ASTM D 1556 - 00)**

Ref.: DCA 31/082008.
F-SM-276

SOLICITANTE : Unidad de Planificación Vial, UPV-VMOP.
PROYECTO : Obras de Mitigación en Zona de Cárcava Ubicada en la Intersección de la Calle Principal y Avenida Santa Lucia, Costado Oriente de la Residencial Santa Lucia, Ilopango.
UBICACIÓN : Departamento de San Salvador.
FECHA DE ENSAYO : 02/09/2008 **Laboratorista:** Téc. Miguel Barrientos

EQUIPO UTILIZADO

PV de Arena (kg/m ³):	1,503	Equipo utilizado: No 2	Volumen de Cono y Plato (cm ³):	1021
Prueba No	1	---	---	---
Estación	---	---	---	---
Lateral	---	---	---	---
Superficie de ensayo	---	---	---	---
Profundidad de ensayo (cm)	11	---	---	---
Peso inicial arena + tara (g)	6,500	---	---	---
Peso final arena + tara (g)	1,200	---	---	---
Peso de arena (g)	5,300	---	---	---
Vol. de arena (cm ³)	3,526	---	---	---
Vol. del agujero de ensayo (cm ³)	2,505	---	---	---
Peso de suelo húmedo (g)	3,961	---	---	---
Peso vol. húmedo de suelo (kg/m ³)	1,581	---	---	---
Peso vol. seco de suelo (kg/m³)	1,235	---	---	---
Peso de Suelo Húmedo + Tara (g)	1,413	---	---	---
Peso Suelo Seco + Tara (g)	1,278	---	---	---
Peso de Agua (g)	135	---	---	---
Tara (g)	791	---	---	---
Peso Suelo Seco (g)	487	---	---	---
Humedad (%)	28	---	---	---
VALORES DE COMPARACIÓN				
Peso vol. seco comparación (kg/m ³)	---	---	---	---
Humedad Optima (%)	---	---	---	---
Grado de Compactación (%)	---	---	---	---

Observación: El ensayo (S 2), fue realizado a 2 m bajo el nivel del terreno natural existente en la zona de la corona del talud, aproximadamente a 31 m al norte del eje proyectado del colector del sistema de aguas lluvias (Ver ubicación del sondeo en Anexo 1).

Ing. Edgardo Arturo Chavarria V.
Jefe Lab. Materiales e Inv. Vial.



Ing. Julio Alfredo Rivera A.
Gerente de Suelos y Materiales.



Fecha de aprobación de este informe: 12/09/2008.

UIDV

**UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL
GERENCIA DE SUELOS Y MATERIALES**

MOP

LABORATORIO DE MATERIALES E INVESTIGACION VIAL

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE LOS SUELOS BAJO
CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

(ASTM D 3080 -04)

Hoja 1/5

Ref.: CDS 01/092008.

F-SM-283

SOLICITANTE : Unidad de Planificación Vial, UPV - VMOP.
PROYECTO : Obras de Mitigación en Zona de Cárcava Ubicada en la Intersección de la Calle Principal y Avenida Santa Lucia, Costado Oriente de la Residencial Santa Lucia, Ilopango.
UBICACIÓN : Departamento de San Salvador.
FECHA DE MUESTREO : 29/08/2008 **Laboratorista:** Téc. A. Pasin.
FECHA DE ENSAYO : 04 - 08/09/2008 **Laboratorista:** Téc. A. Pasin.

DATOS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

Especimen No	1	Clasificación (SUCS): Arena limosa (SM)		Tipo de muestra: Muestra inalterada	
Diámetro (cm)	6.32	Gravedad específica	2.349	Fuerza Normal (kg):	25.00
Altura (cm)	1.94	Contenido de humedad inicial (%)	25.0	Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.80
Area (cm ²)	31.37	Contenido de humedad final (%)	39.1	Velocidad de corte (mm/min)	0.30
Volumen (cm ³)	60.86	Peso unitario húmedo (kg/m ³)	1495	---	---
Peso húmedo (g)	91.00	Peso unitario seco (kg/m ³)	1075	---	---

DATOS DE LABORATORIO

Desplazamiento lateral (mm)	Desplazamiento lateral relativo (%)	Fuerza de Corte (kg)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Desplazamiento lateral (mm)	Desplazamiento lateral relativo (%)	Fuerza de Corte (kg)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	10.50	16.61	20.01	0.64
0.25	0.40	0.12	0.00	12.05	19.07	19.14	0.61
0.48	0.76	5.80	0.18	13.55	21.44	19.14	0.61
0.75	1.19	7.83	0.25	14.50	22.94	19.14	0.61
1.05	1.66	10.15	0.32	---	---	---	---
1.34	2.12	11.46	0.37	---	---	---	---
1.60	2.53	12.76	0.41	---	---	---	---
2.20	3.48	13.49	0.43	---	---	---	---
2.20	3.48	14.36	0.46	---	---	---	---
2.49	3.94	15.23	0.49	---	---	---	---
2.77	4.38	15.66	0.50	---	---	---	---
4.40	6.96	17.69	0.56	---	---	---	---
5.94	9.40	18.71	0.60	---	---	---	---
9.50	15.03	18.71	0.60	---	---	---	---
9.04	14.30	18.85	0.60	---	---	---	---

Observaciones: El espécimen de ensayo fue labrado de la muestra de suelo inalterada, obtenida de la corona del talud, ubicado aproximadamente a 31 m al costado norte del eje proyectado del colector del sistema de aguas lluvias. La muestra inalterada fue obtenida a una profundidad de 1.60m, bajo el nivel del terreno existente en el lugar. Luego de finalizar el proceso de corte, se verificó que el espécimen presentaba un tamaño máximo de partícula de 4.75 mm.

Ing. Edgardo Arturo Chavarría V.
Jefe Lab. Materiales e Inv. Vial.



Ing. Julio Alfredo Rivera A.
Gerente de Suelos y Materiales.



Fecha de aprobación de este informe: 12/09/2008.

UIDV

**UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL
GERENCIA DE SUELOS Y MATERIALES**

MOP

LABORATORIO DE MATERIALES E INVESTIGACION VIAL

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE LOS SUELOS BAJO
CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

(ASTM D 3080 -04)

Hoja 2/5

Ref.: CDS 01/092008.

F-SM-283

SOLICITANTE : Unidad de Planificación Vial, UPV - VMOP.
PROYECTO : Obras de Mitigación en Zona de Cárcava Ubicada en la Intersección de la Calle Principal y Avenida Santa Lucia, Costado Oriente de la Residencial Santa Lucia, Ilopango.
UBICACIÓN : Departamento de San Salvador.
FECHA DE MUESTREO : 29/08/2008 **Laboratorista:** Téc. A. Pasin.
FECHA DE ENSAYO : 08 - 13/09/2008 **Laboratorista:** Téc. A. Pasin.

DATOS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

Especimen No	2	Clasificación (SUCS): Arena limosa (SM)	Tipo de muestra: Muestra inalterada
Diámetro (cm)	6.32	Gravedad específica	2.349
Altura (cm)	1.94	Contenido de humedad inicial (%)	25.0
Area (cm ²)	31.37	Contenido de humedad final (%)	36.6
Volumen (cm ³)	60.86	Peso unitario húmedo (kg/m ³)	1397
Peso húmedo (g)	85.00	Peso unitario seco (kg/m ³)	1022
		Fuerza Normal (kg):	35.00
		Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	1.12
		Velocidad de corte (mm/min)	0.27
		---	---
		---	---

DATOS DE LABORATORIO

Desplazamiento lateral (mm)	Desplazamiento lateral relativo (%)	Fuerza de Corte (kg)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Desplazamiento lateral (mm)	Desplazamiento lateral relativo (%)	Fuerza de Corte (kg)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	7.49	11.85	22.77	0.73
0.45	0.71	4.35	0.14	8.72	13.80	23.93	0.76
0.65	1.03	5.51	0.18	9.92	15.70	25.23	0.80
0.85	1.34	7.11	0.23	11.12	17.59	23.93	0.76
1.02	1.61	10.44	0.33	---	---	---	---
1.34	2.12	12.18	0.39	---	---	---	---
1.55	2.45	13.20	0.42	---	---	---	---
1.87	2.96	14.21	0.45	---	---	---	---
2.01	3.18	15.52	0.49	---	---	---	---
2.28	3.61	16.53	0.53	---	---	---	---
2.52	3.99	17.40	0.55	---	---	---	---
3.75	5.93	18.56	0.59	---	---	---	---
5.00	7.91	20.74	0.66	---	---	---	---
6.25	9.89	22.04	0.70	---	---	---	---

Observaciones: El espécimen de ensayo fue labrado de la muestra de suelo inalterada, obtenida de la corona del talud, ubicado aproximadamente a 31 m al costado norte del eje proyectado del colector del sistema de aguas lluvias. La muestra inalterada fue obtenida a una profundidad de 1.60m, bajo el nivel del terreno existente en el lugar. Luego de finalizar el proceso de corte, se verificó que el espécimen presentaba un tamaño máximo de partícula de 4.75 mm.

Ing. Edgardo Arturo Chavarría V.
Jefe Lab. Materiales e Inv. Vial.



Ing. Julio Alfredo Rivera A.
Gerente de Suelos y Materiales.



Fecha de aprobación de este informe: 12/09/2008.

UIDV

UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL
GERENCIA DE SUELOS Y MATERIALES

MOP

LABORATORIO DE MATERIALES E INVESTIGACION VIAL
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE LOS SUELOS BAJO
CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

(ASTM D 3080 -04)

Hoja 3/5

Ref.: CDS 01/092008.

F-SM-283

SOLICITANTE : Unidad de Planificación Vial, UPV - VMOP.
PROYECTO : Obras de Mitigación en Zona de Cárcava Ubicada en la Intersección de la Calle Principal y Avenida Santa Lucia, Costado Oriente de la Residencial Santa Lucia, Ilopango.
UBICACIÓN : Departamento de San Salvador.
FECHA DE MUESTREO : 29/08/2008 **Laboratorista:** Téc. A. Pasin.
FECHA DE ENSAYO : 04 - 08/09/2008 **Laboratorista:** Téc. A. Pasin.

DATOS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

Especimen No	3	Clasificación (SUCS): Arena limosa (SM)	Tipo de muestra: Muestra inalterada
Diámetro (cm)	6.32	Gravedad específica	2.349
Altura (cm)	1.94	Contenido de humedad inicial (%)	25.0
Area (cm ²)	31.37	Contenido de humedad final (%)	40.1
Volumen (cm ³)	60.86	Peso unitario húmedo (kg/m ³)	1430
Peso húmedo (g)	87.00	Peso unitario seco (kg/m ³)	1020
			Fuerza Normal (kg): 50.00
			Esfuerzo Normal (kg/cm ²): 1.59
			Velocidad de corte (mm/min): 0.31

DATOS DE LABORATORIO

Desplazamiento lateral (mm)	Desplazamiento lateral relativo (%)	Fuerza de Corte (kg)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Desplazamiento lateral (mm)	Desplazamiento lateral relativo (%)	Fuerza de Corte (kg)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	9.48	15.00	35.53	1.13
0.49	0.78	5.08	0.16	11.10	17.56	35.38	1.13
0.77	1.22	6.09	0.19	12.60	19.94	35.38	1.13
1.05	1.66	8.70	0.28	---	---	---	---
1.30	2.06	11.46	0.37	---	---	---	---
1.58	2.50	14.79	0.47	---	---	---	---
1.82	2.88	18.27	0.58	---	---	---	---
2.15	3.40	21.03	0.67	---	---	---	---
2.45	3.88	23.06	0.74	---	---	---	---
2.72	4.30	25.09	0.80	---	---	---	---
3.03	4.79	27.12	0.86	---	---	---	---
4.60	7.28	32.63	1.04	---	---	---	---
6.29	9.95	34.95	1.11	---	---	---	---
7.85	12.42	35.67	1.14	---	---	---	---

Observaciones: El espécimen de ensayo fue labrado de la muestra de suelo inalterada, obtenida de la corona del talud, ubicado aproximadamente a 31 m al costado norte del eje proyectado del colector del sistema de aguas lluvias. La muestra inalterada fue obtenida a una profundidad de 1.60m, bajo el nivel del terreno existente en el lugar. Luego de finalizar el proceso de corte, se verificó que el espécimen presentaba un tamaño máximo de partícula de 4.75 mm.

Ing. Edgardo Arturo Chavarría V.
 Jefe Lab. Materiales e Inv. Vial

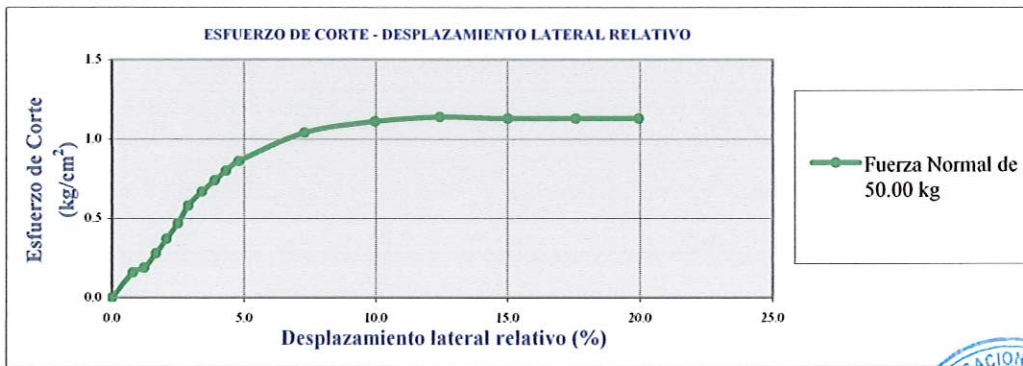
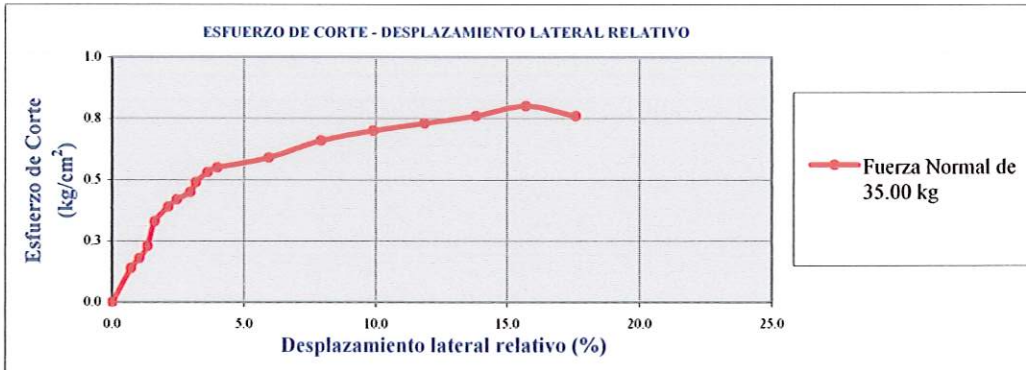
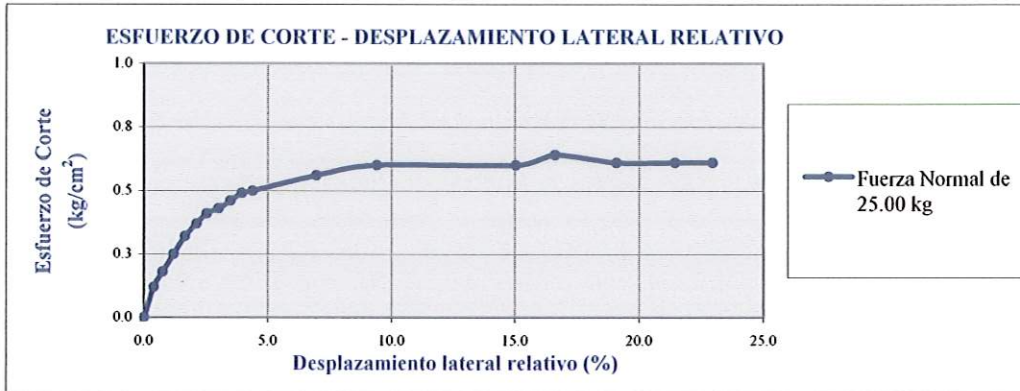


Ing. Julio Alfredo Rivera A.
 Gerente de Suelos y Materiales.



Fecha de aprobación de este informe: 12/09/2008.

GRAFICOS



[Signature]
Ing. Edgardo Arturo Chavarria V.
Jefe Lab. Materiales e Inv. Vial.



[Signature]
Ing. Julio Alfredo Rivera A.
Gerente de Suelos y Materiales.



ANEXO

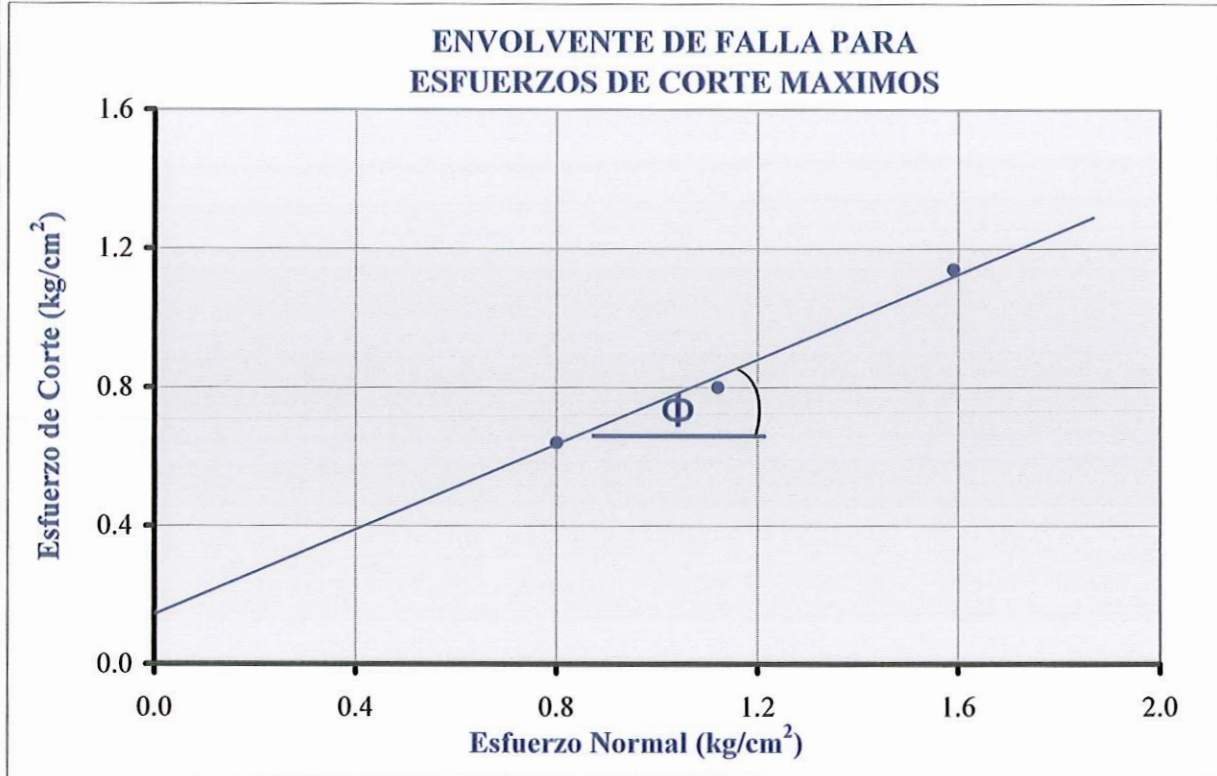


GRAFICO DE ESFUERZOS DE CORTE MAXIMOS

Esfuerzo Normal (kg/cm2)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)
0.8	0.64
1.12	0.80
1.59	1.14

Cohesión (kg/cm2)	Angulo de Fricción (grados)
0.1	32



Ing. Edgardo Arturo Chavarría V.
Jefe Lab. Materiales e Inv. Vial.



Ing. Julio Alfredo Rivera A.
Gerente de Suelos y Materiales.

Fecha de aprobación de este informe: 12/09/2008.