

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

VICEMINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

**UNIDAD DE INVESTIGACION Y
DESARROLLO VIAL**

**Comportamiento de Mezclas
de Suelo-Cemento Fluido.**



SAN SALVADOR, REPUBLICA DE EL SALVADOR.

OBSERVACION

El contenido de este informe refleja las opiniones de los Autores, quienes son responsables de los hechos y la exactitud de los datos presentados. El contenido no refleja necesariamente las opiniones y políticas oficiales del Ministerio de Obras Públicas de El Salvador. Este informe no Constituye una norma, una especificación ni regulación.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DE EL SALVADOR
VICEMINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO VIAL

Comportamiento de mezclas de suelo-cemento fluido

Jorge A. Rodríguez Deras, M.Sc., Director ¹

Aníbal Nájera, Ing. Civil, Depto. de Mecánica de Suelos y Pavimentos ²
Centro de Investigaciones Geotécnicas

¹ El Ing. M.Sc. Jorge A. Rodríguez Deras laboró en el Centro de Investigaciones Geotécnicas (CIG) del Ministerio de Obras Publicas hasta el mes de febrero de 2001.

² El Ing. Aníbal Nájera laboró en el Centro de Investigaciones Geotécnicas (CIG) del Ministerio de Obras Publicas hasta el mes de febrero de 2001.

Resumen

Se presentan los resultados de una investigación de laboratorio llevada a cabo con el objeto de determinar algunas de las propiedades mecánicas del suelo-cemento-fluido a distintas edades. Debido a la importancia práctica que reviste, se consideraron suelos contaminados con diferentes contenidos de materia orgánica.

Los ensayos se efectuaron con especímenes constituidos por cilindros, vigas y ladrillos de suelo cemento fluido, fabricados con mezclas de suelo contaminados con 2.9%, 4.8% y 6.8% de materia orgánica, manteniendo constante el 6% de cemento por peso.

Los especímenes elaborados fueron ensayados a compresión y flexión, habiendo preparado pequeños ensamblajes para estimar esfuerzos de adherencia entre las unidades, a 7, 28 y 56 días.

Para finalizar, se indican algunos usos de este material combinado, particularmente en la estabilización de suelos.

Material y Muestras Ensayados.

El suelo con materia orgánica que fue utilizado, y que se denominará suelo (a) provino de la Finca El Espino en las cercanías de la Calle Masferrer y el suelo aparentemente "sin" orgánicos, denominado (b), de la Colonia La Cima de San Bartolo, en Soyapango; ambos lugares en la periferia de San Salvador.

Para propósitos de ingeniería, los dos tipos de suelo utilizados en la investigación, fueron clasificados de la siguiente manera:

- (a) OL Suelo contaminado con materia orgánica: Limo orgánico arenoso, color gris oscuro, 43% de arena, gravedad específica 2.32.

- (b) SP-SM Suelo no contaminado: Arena pobremente graduada, contiene limo y grava; color café claro, 74% de arena con pómez, 14% de grava, tamaño máximo nominal 3/4", subangular suave, gravedad específica 2.49.

Los suelos indicados fueron clasificados según ASTM D 2487, y los ensayos realizados fueron:

Análisis Granulométrico	ASTM C 136
Limites de Consistencia	ASTM D 4318
Contenido de Materia Orgánica	ASTM D 2974
Gravedad Especifica	ASTM D 854
Clasificación Visual-Manual	ASTM D 2488

Cabe destacar que debido a los problemas que suelen presentarse al recimentar fundaciones de edificaciones existentes, particularmente después de eventos sísmicos, con frecuencia se desea utilizar los suelos del lugar, los que con generalmente se encuentran contaminados con material orgánico, por lo que en la investigación se incluyeron especímenes con diferentes contenidos de materia orgánica: (1) 2.89%, (2) 4.75% y (3) 6.82%.

Los porcentajes anteriores corresponden a diferentes mezclas de los dos tipos de suelos ya indicados, para lo cual se emplearon las siguientes proporciones:

- 1) 100% del suelo (a).
- 2) 70% del suelo (a) y 30% del suelo (b).
- 3) 50% del suelo (a) y 50% del suelo (b).

Todas las muestras ensayadas contenían 6% en peso de cemento, lo que corresponde aproximadamente a la proporción 1 a 20 que con frecuencia se utiliza en El Salvador en proyectos en los que se emplea suelo-cemento compactado.

Los cilindros ensayados a compresión tenían 15 cm de diámetro y 30 cm de altura.

Las vigas sometidas a flexión para determinar el módulo de ruptura a flexión, tenían 56 cm de longitud, 16 cm de ancho y 15 cm de altura.

Para los ensayos de adherencia se prepararon ladrillos de suelo-cemento de 28 cm de largo, 16 cm de ancho y 15 cm de altura (Véase fotografías 1 y 2). Debe destacarse que los ladrillos fueron pegados con mezcla de características similares a la empleada para fabricarlos. En la Figura 1 se muestra el ensamblaje utilizado.

La cantidad de agua que se utilizó se definió basándose en la trabajabilidad deseada de la mezcla, la que correspondió esencialmente al de una masa fluido-viscosa, por lo que el porcentaje en peso de la mezcla varió de 40% a 45%.

Los especímenes fueron preparados según ASTM D 4832 y su fabricación y curado estuvieron de acuerdo a ASTM D 1632.

Todas las muestras de prueba fueron almacenadas en un cuarto de curado, de donde se extrajeron inmediatamente antes de efectuar el ensayo.

Los ensayos realizados fueron:

Resistencia a la compresión conforme a ASTM D 1633, a 7, 28 y 56 días.

Módulo de ruptura en vigas según ASTM D 1635, a 28 días.

Adherencia entre ladrillos, a 28 días.

Resultados.

En la tabla I se muestran los resultados de los ensayos efectuados.

Tabla I. Propiedades mecánicas de las mezclas de suelo-cemento fluído.

% materia orgánica	Resist. a la Comp. 7 días, (kg/cm ²)	Resist. a la Comp. 28 días, (kg/cm ²)	Resist. a la Comp. 56 días, (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura, 28 días (kg/cm ²)	Adherencia, 28 días. (kg/cm ²)
2.89	6.51	28.28	20.70	6.66	6.82
	5.47	15.39	26.65	5.14	4.17
	4.76	18.76	23.36	6.95 6.95	-----
4.75	1.27	2.03	2.26	0.46	-----
	1.06	1.94	2.30	0.23	0.50
	1.48	1.56	1.96	-----	0.26
	1.37	1.94	1.96	-----	-----
6.82	0.17	0.51	0.47	despreciable	-----
	0.15	0.51	0.54	-----	-----
	0.12	0.48	-----	-----	0.25
		0.50	-----	-----	

Debe notarse que las vigas de suelo-cemento fluído con 6.82% de materia orgánica se agrietaron, por lo que no se pudo determinar su módulo de ruptura. También se debe indicar que se les formó una capa de microorganismos en la superficie y además conservaron una apariencia húmeda. Estas viga no desarrollaron un proceso de fraguado que pudiera considerarse normal, ya que las superficies de las mismas se deformaban al tacto.

Conclusiones.

De los resultados que se presentan se concluye que para suelo-cemento fluido con:

1. Menos del 3% de material orgánico:
 - a. La resistencia a la compresión es del orden de 20 kg/cm^2 a 30 kg/cm^2 a los 28 días.
 - b. El módulo de ruptura es del orden de 6 kg/cm^2 .
 - c. El esfuerzo de adherencia por cortante es del orden de 6 kg/cm^2 .

2. De 3% a 6% de material orgánico:
 - a. Resistencia a la compresión del orden de 2 kg/cm^2 a los 28 días.
 - b. Módulo de ruptura despreciable.
 - c. Esfuerzo de adherencia por cortante despreciable.
 - d. Crecimiento de hongos en la superficie.
 - e. Proceso muy lento de endurecimiento o fraguado.



Foto 1: Vigas de Suelo-Cemento Fluido, 6.82% de Materia Orgánica

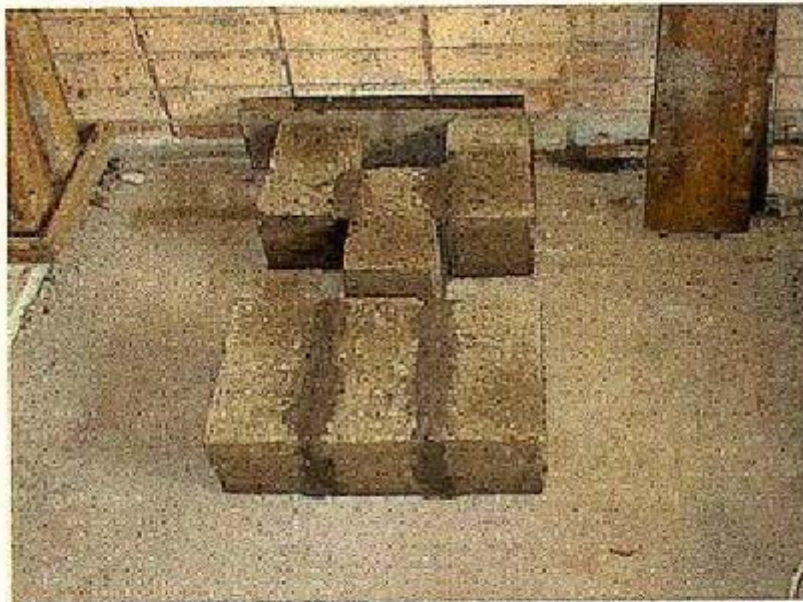


Foto 2: Ladrillos de Suelo-Cemento Fluido pegados con mezcla del mismo material.

[Pagina Principal](#)

E-mail: uidv.contacto@mop.gob.sv