

El sembrado de determinada concentración de los anteriores parámetros, en el líquido de lixiviado (spiked with known concentration of the above parameters) nos da la oportunidad de obtener resultados más exactos y verídicos sobre la capacidad de la referida mezcla geológica, para eliminar o reducir estos componentes.

a. Objetivo del Segundo Análisis Geo-Químico:

En este segundo trabajo de laboratorio se mezcló el material calcáreo (margaliche) con una cantidad similar en peso del material arcilloso que abunda en lentes y en forma inter-estratificada en el horizonte geológico superior de la Formación Juana Díaz. Como señaláramos anteriormente esta unidad superior de dicha formación, es la que alberga casi la totalidad de las celdas de disposición en la facilidad y es el mismo material que se facilita su cubierta permanente.

El líquido del lixiviado obtenido del vertedero, así sembrado o aderezado, si se quiere, (spiked) con los contaminantes, fue mezclado por cuatro (4) días con la mezcla geológica, moderadamente compactada, como para permitir una adecuada infiltración y contacto entre el fluido los sólidos. Este proceso fue precedido de las siguientes determinaciones: (Véase Apéndice "D")

- ▶ Se determinó la densidad del lixiviado, la cual arrojó unos 0.9873 g/ml - Se realizó el análisis con 2,500ml litros de lixiviado - volumen necesario para el experimento
- ▶ La mezcla de marga (caliche) y arcilla fue cernido para eliminar las piedras. Se pesaron 1,250 gramos de cada componente geológico (de la mezcla geológica).
- ▶ Se añadieron los 2,500 ml de lixiviados a la bandeja conteniendo los 2500 gramos del material geológico cernido, para un peso proporcional de 50 y 50

por ciento.

- ▶ Se tomaron providencia para que el total del líquido viniera en contacto total con la mezcla geológica durante un periodo de cuatro (4) días.
- ▶ Se colocó una tapa en el envase conteniendo estos elementos durante la duración del ensayo para evitar la evaporación. Al cabo de cuatro (4) a cinco (5) días se filtró el lixiviado para someterlo a los análisis comparativos de rigor y compararlo con el lixiviado no expuesto al material geológico. Los siguientes análisis posteriormente se llevaron a cabo:

1. TAL
2. RCL
3. Orgánicos volátiles y semi-volátiles
4. PCB
5. Herbicidas y pesticidas

Sin entrar en los métodos analíticos observados, los cuales se incluyen en el apéndice número "D", procedemos con las determinaciones y conclusiones de estos ensayos invitando a la lectura de los resultados de laboratorio que se encuentran en dicho Apéndice los resultados son considera muy positivos y alentadores en la determinación de la capacidad de los miembros Juana Diaz en regenerar estos lixiviados. Vease la Tabla #4 con los resultados (tabla #1 en el apéndice "D").

b. Determinaciones y Conclusiones sobre la Capacidad del Material Geológico para Remover y Reducir Tóxicos en Lixiviados:

Es menester señalar y analizar el hecho de que los lixiviados recuperados del Vertedero Municipal de Yauco para estos análisis, ya habían seguido un trayecto pasando en forma natural, a través de las capas de material de cubierta emplazado en la facilidad. Es altamente probable que estas lentas travesías a través del material geológico hayan facilitado su regeneración normal cuando fueron recuperados para la realización de estos experimentos. Por eso los limitados cambios que se reflejan en la Tabla Núm. 1 y la ausencia de tóxicos orgánicos de cianuro y sulfuros según las

tablas 2 y 3 respectivamente que reflejan los resultados en el primer ensayo.

En definitiva, el vínculo que tratamos de descubrir o establecer, entre la capacidad de regeneración del material geológico al venir en contacto con esos lixiviados, quedó reforzada en la segunda ronda de ensayos. Al introducir o "aderezar", si se quiere, el lixiviado obtenido de los parámetros contaminantes con hidrocarburos de petróleo, con bencina tolueno, bencina, pesticidas y PCB, (parámetros estos casi siempre presentes en los vertederos), se pretendió establecer este vínculo regenerativo entre ambos componentes actores en juego. Las conclusiones de este segundo análisis es la siguiente: Conclusión:

Al comparar los resultados de la muestra #2 y la muestra #3, se pudo observar una disminución en el contenido de PCB de 29% y de 25% en el contenido de pesticida, en el contenido de metales se observó también una disminución en la mayoría de los metales que fluctúa entre un 4.18 a un 58.15%. Aunque se observó un aumento en el contenido de plata (8.8%), aluminio (39.6%), calcio (326.43%) y magnesio (30.17%)

Basado en la data generada en este estudio, podemos concluir que la mezcla de calicho y arcilla puede tener la capacidad de cambiar la composición del PCB y pesticida y de absorber ciertos metales en una muestra de lixiviado cuando esta muestra es puesta en contacto por un periodo mínimo de cuatro días. Se recomienda realizar pruebas adicionales para confirmar estos resultados.

Es por lo tanto razonable dejar establecido en esta etapa experimental, aunque sea en teoría, que los lixiviados que se generan en el Vertedero de Yauco se tornan casi inocuos al venir en contacto prolongado con el material que es utilizado para cubrir los desperdicios allí depositados.

El alcance de esta inocuidad, inducida por el material geológico, no debe ser pasada por alto por desapercibida. Esto por la importancia impactante que en pro del medio ambiente ello implica. Especialmente en el ámbito de conservación y protección de los cuerpos de agua y de zonas cenagosas; los que constituyen las primeras víctimas de los derrames de lixiviados tóxicos.

Al analizar estos resultados también se hace imprescindible señalar que el Vertedero de Yauco se puede distinguir entre las facilidades más seguras desde el punto de vista ambiental. Lo anterior no sólo por su ubicación y por la mayordomía y operación efectiva que la rige, sino también por que existe en el lugar algo práctico y esencial para su efectiva operación; es decir, existe material geológico capaz de reducir, remover o neutralizar tóxicos en los ácidos de lixiviados que dicha facilidad genera lo que a su vez debe ayudar a aliviar la rigurosidad de requerimientos operacionales para esta facilidad.

Al comparar los resultados anteriormente ilustrados (Tabla #4) con los resultados en la Tabla #1, del primer análisis y en el cual se utilizó sólo la marga calcárea como potencial agente regenerador, vemos cambios significativos.

Por otro lado, en las tablas 5 y 6 que recogen los resultados de los análisis de componentes orgánicos claves (TCL) y los análisis requeridos en RCL, respectivamente.

A continuación se detalla en las referidas tablas 5 y 6 los resultados de estos análisis, esta vez habiendo sembrado o aderezado el lixiviado con los compuestos que no fueron detectados en los primeros ensayos, a saber: (TCL - volátiles orgánicos, semi volátiles, pesticidas y herbicidas y RCL. (Véase apéndice C y D).

Los resultados aunque no extraordinarios en sus lecturas son alentados,

tanto en cuanto la exposición entre sí de estas mezclas, sólo se extendió por cinco (5) días tal vez muy por debajo de lo que ocurre físicamente en la facilidad.

Respeuosamente sometido a 10 de mayo de 2007.



Mario Soriano Ressay
Ing. Geológico

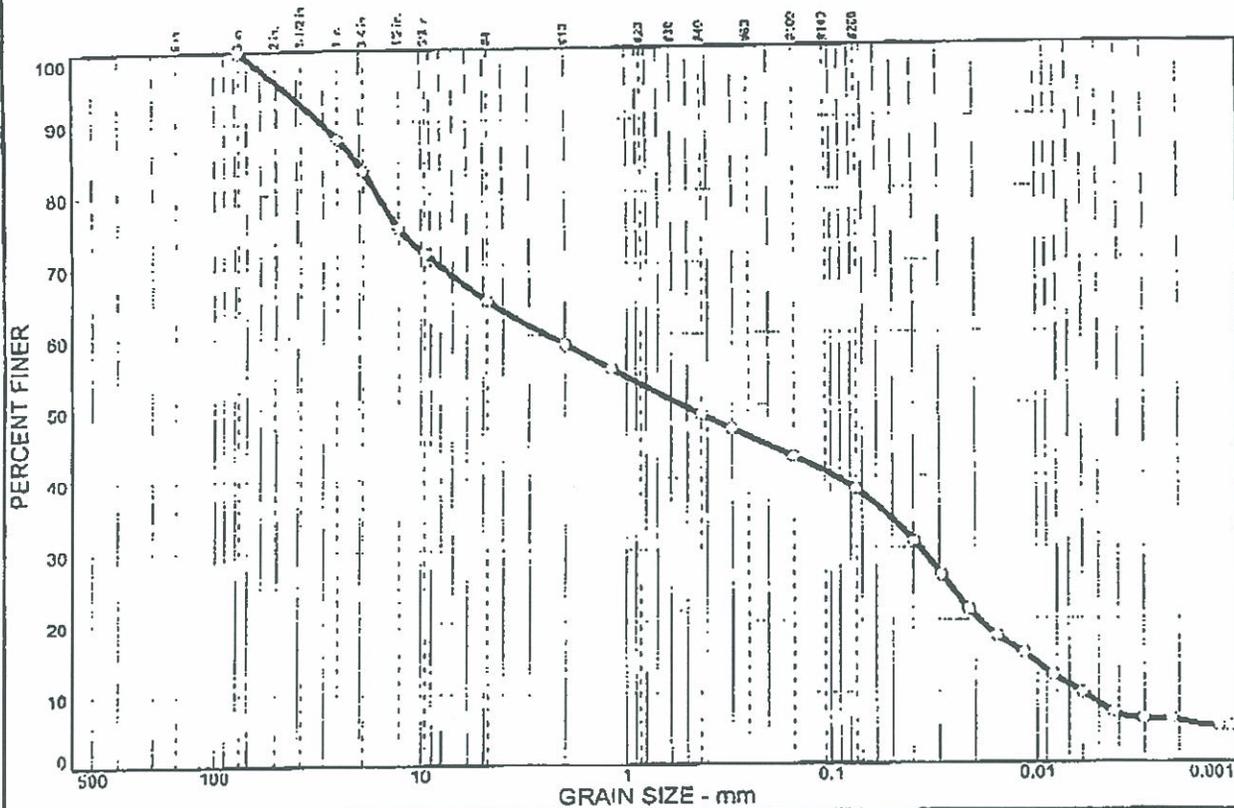


REFERENCIAS

- 1 Carter, Oliver R., Soil Survey of the Lajas Valley Área, Puerto Rico; US Department of Agriculture - University of Puerto Rico (1965)
- 2 Crooks, J.W. et als USGS - Water Resources of the Guayanilla Yauco Área, PR - Cooperation with Commonwealth of Puerto Rico (1968)
- 3 EPA -Diseño Operación y Cláusura de Vertederos de Desperdicios Sólidos Seminario (1992) Ley de Recuperación y Conversión de Recursos (RCRA) Sección 257 Subtítulo "D" - Ley 40 CFR de 1992
- 4 Geraghty v Miller International, Ltd Appraisal of the Ground Water Resources of the Yauco Valley, Puerto Rico (June 1970)
- 5 Grossman, I.G. et als - Water Resources of the Tallaboa Valley, Puerto Rico; USGS in Cooperation with Puerto Ricos' EQB; PR ASA; PRIDCO (1972)
- 6 Krushensky, Richard D. and Monroe Watson H. Geologic Map of Yauco and Pta. Verraco puerto Rico (1979) USGS, Scale 1:20,000 Map
- 7 Soriano Ressay, Mario - Consideraciones Sobre Ubicación de Nuevas Facilidades para Vertederos Bajo las Nuevas Normas - Sec. 258, Ley 40 CFR Seminario Escuela de Planificación UPR (1995)
- 8 U.S.G.S. -Topografic Map of the Yauco Cuadrangle Scale 1:20,000 revised (1982)

APENDICE "A"

Particle Size Distribution Report



% COBBLES	% GRAVEL	% SAND	% SILT	% CLAY
0.0	35.1	26.7	29.9	8.3

SIEVE SIZE	PERCENT FINER	SPEC.* PERCENT	PASS? RIVERA NAZARIO
3 in.	100.0		
1 in.	87.6		
.75 in.	83.2		
.5 in.	75.1		
.375 in.	71.6		
#4	64.9		
#10	58.7		
#16	55.2		
#40	48.7		
#50	46.7		
#100	42.8		
#200	38.2		



Soil Description
sandy silty gravel, trace clay

Atterberg Limits
PL= NP LL= NV PI= --

Coefficients
D₈₅= 21.2 D₆₀= 2.44 D₅₀= 0.527
D₃₀= 0.0372 D₁₅= 0.0112 D₁₀= 0.0061
C_u= 397.75 C_c= 0.09

Classification
USCS= GM AASHTO= A-4(U)

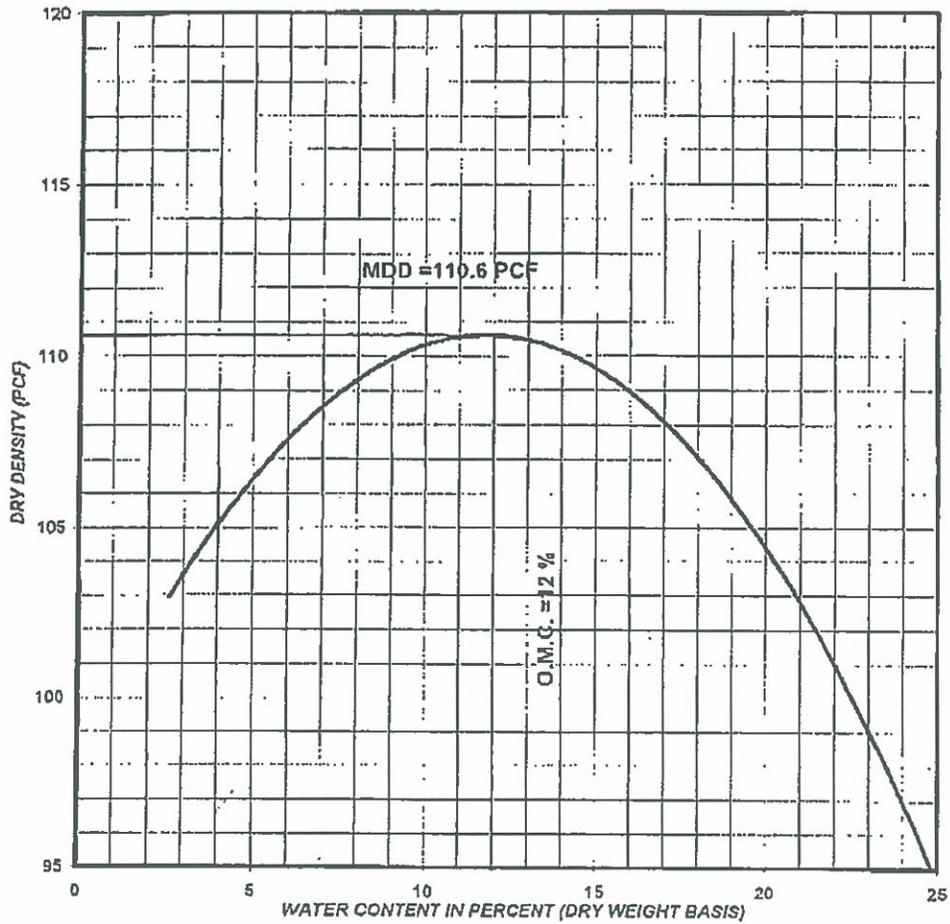
Remarks
SOLIDS SPECIFIC GRAVITY = 2.814
POTENTIAL VOLUME CHANGE ~ NON-CRITICAL
F.M.=2.36

* (no specification provided)

Sample No.: 1 Source of Sample: Date: 02/27/07
Location: SAMPLE FROM THE LANDFILL BORROW PIT AREAS Elev./Depth:

VICTOR E. RIVERA ASSOCIATES

Client: LM WASTE SERVICE CORP.
Project: MUNICIPAL LANDFILL LATERAL EXPANSION
BARINAS WARD, YAUCO, PUERTO RICO
Project No: 06-2749 Approved by: JRRN

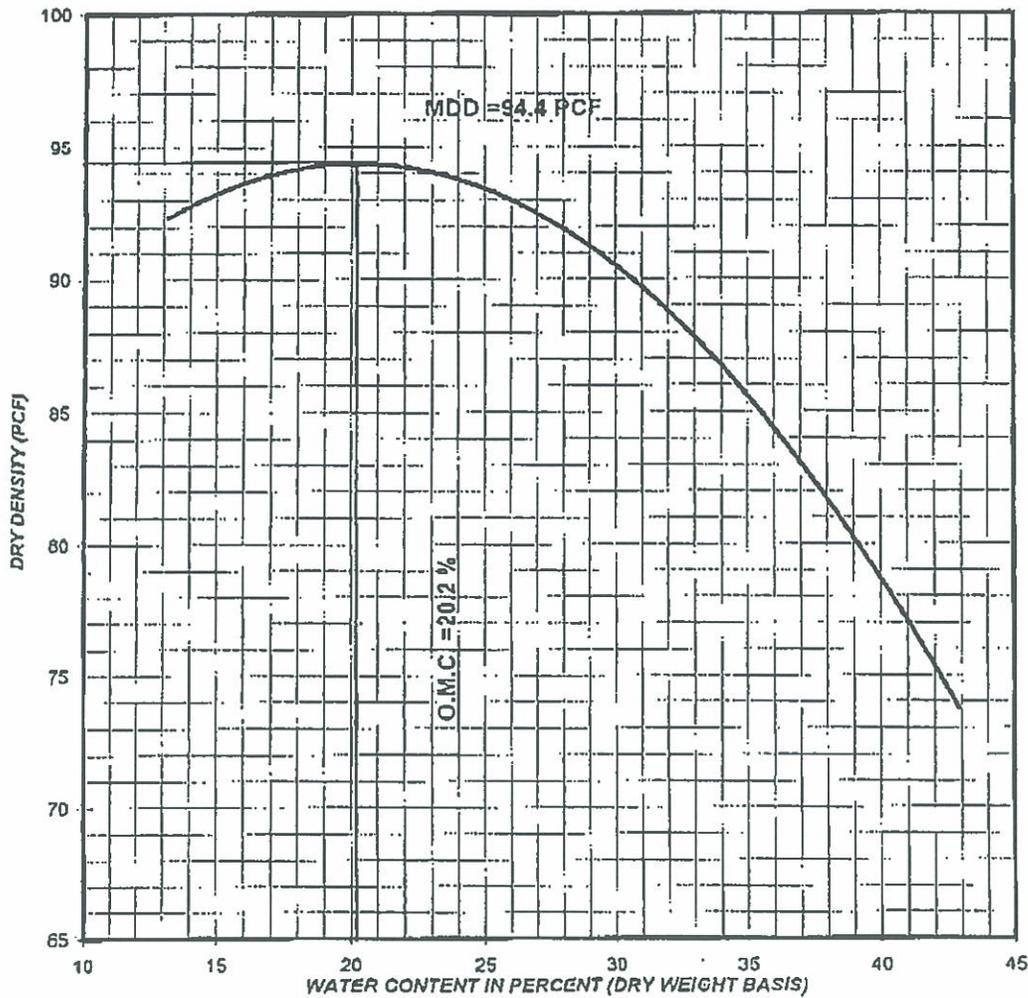


COMPACTION CURVE
ASTM D 1557 - 00, METHOD "C"

SOIL SAMPLE: SANDY SILTY GRAVEL - YELLOW (CALICHE)
 SOURCE: LANDFILL BORROW AREAS

LIQUID LIMIT	NV	% GRAVEL .	35.1
PLASTICITY INDEX	NP	% SAND	26.7
% PASSING NO. 4 SIEVE	64.9	% FINE	30.2
% PASSING NO. 10 SIEVE	58.7		
% PASSING NO. 40 SIEVE	48.7		
% PASSING NO. 200 SIEVE	38.2		
AASHTO M-145 CLASSIFICATION ..	A-4		
GROUP INDEX	0		
USCS	GM		

VICTOR E. RIVERA ASSOCIATES GEOTECHNICAL ENGINEERS		
MUNICIPAL LANDFILL LATERAL EXPANSION BARINAS WARD YAUCO, PUERTO RICO LM WASTE SERVICE CORP. - OWNER		
DATE	TEST NO.	
3/7/2007	1	APPROVED



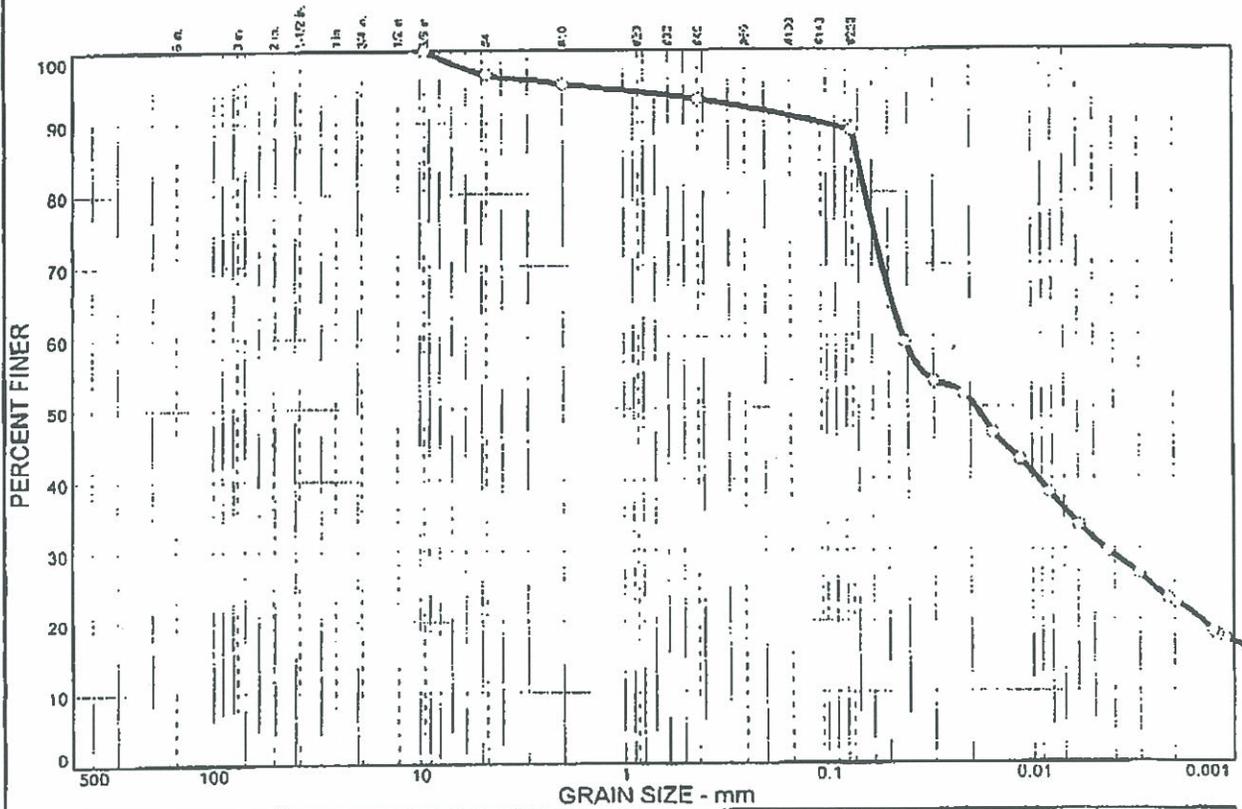
COMPACTION CURVE
ASTM D 1557 - 00, METHOD "C"

SOIL SAMPLE: CLAYEY SILT, TRACE SAND, TRACE GRAVEL - BROWNISH YELLOW
 SOURCE : LANDFILL BORROW AREAS

LIQUID LIMIT	52.0	% GRAVEL .	3.4
PLASTICITY INDEX	22.4	% SAND	7.8
% PASSING NO. 4 SIEVE	96.6	% FINE	88.8
% PASSING NO. 10 SIEVE	95.2		
% PASSING NO. 40 SIEVE	93.1		
% PASSING NO. 200 SIEVE	88.8		
AASHTO M-145 CLASSIFICATION ..	A-7-5		
GROUP INDEX	23		
USCS	MH		

VICTOR E. RIVERA ASSOCIATES GEOTECHNICAL ENGINEERS		
MUNICIPAL LANDFILL LATERAL EXPANSION BARINAS WARD YAUCD, PUERTO RICO LM WASTE SERVICE CORP. - OWNER		
DATE	TEST NO.	
4/16/2007	2	APPROVED

Particle Size Distribution Report



% COBBLES	% GRAVEL	% SAND	% SILT	% CLAY
0.0	3.4	7.8	57.4	31.4

SIEVE SIZE	PERCENT FINER	SPEC.* PERCENT	PASS? (X=NO)
.375 in.	100.0		
#4	96.6		
#10	95.2		
#40	93.1		
#200	88.8		

Soil Description
clayey silt, trace sand, trace gravel.

Atterberg Limits
 PL= 29.6 LL= 52.0 PI= 22.4

Coefficients
 D₈₅= 0.0704 D₆₀= 0.0425 D₅₀= 0.0189
 D₃₀= 0.0044 D₁₅= D₁₀=
 C_u=

Classification
 USCS= MII AASHTO= A-7-5(23)

Remarks
 SOLIDS SPECIFIC GRAVITY - 2.7084
 POTENTIAL VOLUME CHANGE (PVC) = VERY CRITICAL

(no specification provided)

Sample No.: 2 Source of Sample: Date: 04/09/07
 Location: SAMPLE SECURED FROM THE LANDFILL BORROW PIT AREAS Elev./Depth:

VICTOR E. RIVERA ASSOCIATES

Client: LM WASTE SERVICE CORP.
 Project: MUNICIPAL LANDFILL LATERAL EXPANSION BARINAS WARD, YAUCO, PUERTO RICO
 Project No: 06-2749 Approved by:

APENDICE "B"

One solids sample was received by the Georgia Tech Research Institute for semi-quantitative analysis by X-ray diffraction spectroscopy. The CoC sample number was 176469, Number 4.

The following instrumental conditions were used to obtain the XRD patterns:

Rigaku D/MAX-B (2KW) unit
Start 2Theta ----- 5°
End 2Theta ----- 80°
Step size ----- 0.3
Dwell time ----- 3.2 sec
Total time of scan ---- ~2hr 15min

The experimental diffractograms are included as Figures 1 and 2. The semi-quantitative analysis data follows here. The statistical error per result is +/- 2 to 5 weight percent.

Calcium Carbonate - CaCO ₃	Wt% = 17.0
Ankerite - Ca _{1.01} Mg _{0.45} Fe _{0.54} (CO ₃) ₂	Wt% = 11.1
Ankerite - Ca(Fe ⁺² ,Mg)(CO ₃) ₂	Wt% = 22.3
Dolomite - CaMg(CO ₃) ₂	Wt% = 48.6
Quartz - SiO ₂	Wt% = 1.0

There is also some (<1%) amorphous species present in the sample.

Please contact me if you have any questions (404-407-7777). The unused sample will be retained for 30 days before its disposal.

Calcium Carbonate - CaCO_3	Wt% = 17.0
Ankerite - $\text{Ca}_{1.01}\text{Mg}_{0.45}\text{Fe}_{0.54}(\text{CO}_3)_2$	Wt% = 11.1
Ankerite - $\text{Ca}(\text{Fe}^{+2}, \text{Mg})(\text{CO}_3)_2$	Wt% = 22.3
Dolomite - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Wt% = 48.6
Quartz - SiO_2	Wt% = 1.0

There is also some (<1%) amorphous species present in the sample.

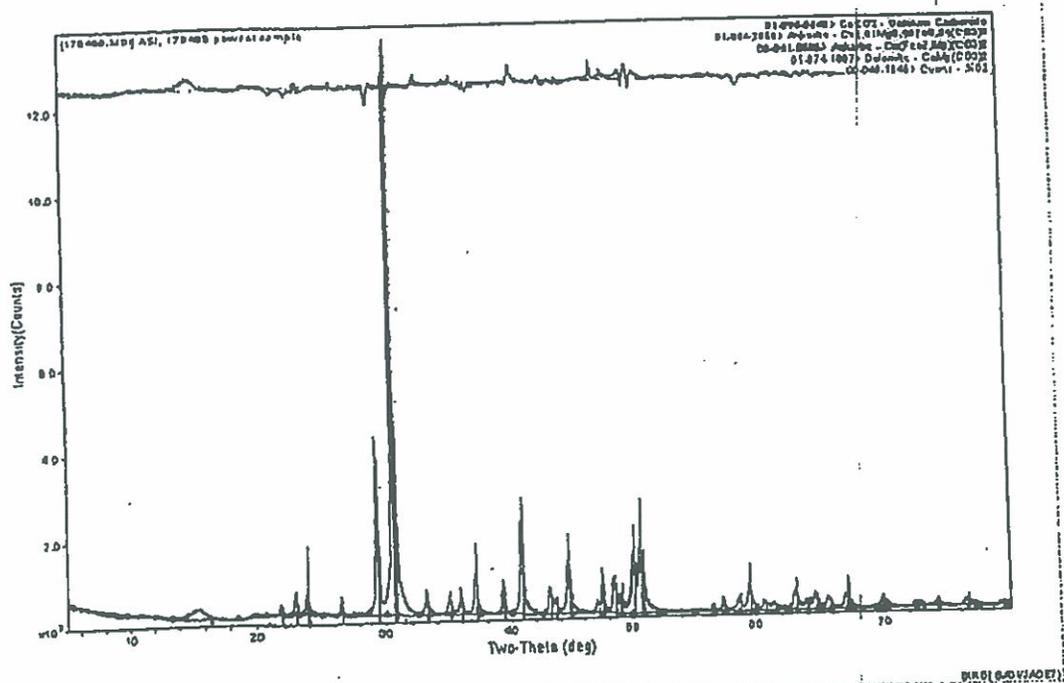


Figure 1: XRD pattern of as-received sample to show phases present

APÉNDICE "C"