

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE SUELOS REFORZADOS CON
POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD**

**ÁLVARO JOSÉ BARRAGÁN ORTEGA
CESAR AUGUSTO ALFONSO VELASCO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2009

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE SUELOS REFORZADOS CON
POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD**

**ÁLVARO JOSÉ BARRAGÁN ORTEGA
CESAR AUGUSTO ALFONSO VELASCO**

**Trabajo de grado para optar título de
Ingeniero Civil**

**Director
WILFREDO DEL TORO RODRÍGUEZ
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2009

A Dios

A mis padres que me apoyaron

A mis queridas hermanas

CESAR A.

A Dios
A mi madre con todo mi amor;
A mi padre y mis queridos hermanos;
A mis abuelas, por su apoyo...

ALVARO J.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este proyecto expresan sus agradecimientos a:

DIOS, quien es todo para nosotros.

Nuestros padres por su constante apoyo

Ingeniero Wilfredo del Toro, director de este proyecto, por estar tan atento y ser un excelente guía.

Germán Hernández, auxiliar de laboratorio de suelos, por su ayuda en los ensayos realizados.

Jairo Hernández, auxiliar de laboratorio de hormigón, por su buena atención y colaboración.

Nuestros amigos y compañeros por estar tan cerca de nosotros y brindarnos su apoyo en la realización de los ensayos.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	xvi
1. OBJETIVO	3
1.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
2. MARCO TEORICO	4
2.1 NATURALEZA Y ORIGEN DE LOS SUELOS	4
2.2 TIPOS DE SUELOS	4
2.3 ESTRUCTURACION DE LOS SUELOS	5
2.4 GRANULOMETRIA DE LOS SUELOS	6
3. DESCRIPCION DEL MATERIAL UTILIZADO COMO REFUERZO	7
3.1 GENERALIDADES DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	8
3.2 PROPIEDADES FISICAS, MECANICAS Y QUIMICAS DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	9
3.2.1 Ventajas y desventajas del polietileno de baja densidad	10
3.3 MEZCLADO DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD CON LOS SUELOS	10
4. CARACTERISTICAS FISICO - MECANICA DE LOS SUELOS	11
4.1 SISTEMA DE CLASIFICACION DE LOS SUELOS	11
4.1.1 Granulometría	11
4.1.2 Limites de atterberg.	13
4.1.3 Análisis de ensayos de la resistencia de los suelos.	14
4.1.4 Compactación de los suelos.	14
4.1.5 Suelo sin polietileno de baja densidad.	17
4.1.6 Ensayo de resistencia a la compresión simple.	17
4.1.7 Ensayo de resistencia por corte directo.	18
4.1.8 Relación de soporte de California o CBR	20
5. COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS CON LA ADICION DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	22

5.1 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DICIONÁNDOLE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD AL SUELO.	22
5.2 DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES ÓPTIMAS DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	24
5.3 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD.	25
5.4 RESISTENCIA POR CORTE DIRECTO CON LA ADICIÓN DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD.	29
5.5 RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA O CBR.	30
6. ANALISIS DE RESULTADOS	32
6.1 ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE.	32
6.2 ENSAYOS DE RESISTENCIA POR CORTE DIRECTO.	33
6.3 ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR.	35
6.4. VARIACIÓN DE LA ESCALA.	37
6.5 COMPARACIÓN DE LOS DOS TAMAÑOS DE PROBETAS.	38
7. ANALISIS ECONOMICO	40
8. CONCLUSIONES	43
9. RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFIA	45
ANEXO	47

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Propiedades físico - mecánicas del material	9
Tabla 2. Propiedades químicas del material	9
Tabla 3. Granulometría Lebrija.	12
Tabla 4. Granulometría Piedecuesta.	12
Tabla 5. Resumen de la clasificación de los suelos.	14
Tabla 6. Energías de compactación de los ensayos proctor normal y proctor modificado.	16
Tabla 7. Muestra los resultados de humedad óptima y densidad seca para cada una de las muestras de suelo.	16
Tabla 8. Resultados del ensayo de compresión simple sin polietileno de baja densidad.	18
Tabla 9. Resultados obtenidos de corte directo del las dos muestras.	19
Tabla 10. Resultados ensayos de CBR suelo de Lebrija y suelo de Piedecuesta.	20
Tabla 11a. Máxima resistencia a la compresión simple para un porcentaje de polietileno de baja densidad de 0.25%.	23
Tabla 11b. Máxima resistencia a la compresión simple para un porcentaje de polietileno de baja densidad de 0.50%.	24
Tabla 11c. Máxima resistencia a la compresión simple para un porcentaje de polietileno de baja densidad de 0.75%.	24
Tabla 12: resultados del ensayo de corte directo con polietileno de baja densidad.	30
Tabla 13. Resultado del ensayo de CBR con polietileno de baja densidad.	31
Tabla 14. Porcentaje de variación de la resistencia en los ensayos de corte directo sobre muestras de suelo adicionadas con polietileno de baja densidad comparadas con muestras de suelo sin plástico.	33
Tabla 15. . Porcentaje de variación de la resistencia en los ensayos de CBR sobre muestras de suelo adicionadas con polietileno de baja densidad comparadas con muestras de suelo sin plástico.	35
Tabla 16. Resumen de todos los laboratorios realizados.	36

Tabla 17. Resumen de los resultados del ensayo de compresión simple variando la escala de las probetas.	38
Tabla 18. Costo del plástico.	40
Tabla 19. Análisis del costo por m ³ sin la adición de polietileno de baja densidad.	41

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mezclas de polietileno de baja densidad con los suelos.	10
Figura 2. Grafica de granulometría, suelo de Lebrija.	12
Figura 3. Grafica de granulometría, suelo de Piedecuesta.	12
Figura 4. Limites de atterberg.	13
Figura 5. Ensayo compresión simple	18
Figura 6. Maquina universal	18
Figura 7. Grafica de corte directo de los suelos de Piedecuesta y Lebrija sin polietileno de baja densidad.	19
Figura 8. Anillos de corte directo.	19
Figura 9. Molde del ensayo de CBR.	21
Figura 10. Probeta con polietileno de baja densidad fallada a compresión simple	23
Figura 11. Máximos esfuerzos en el ensayo de compresión simple. Suelo Lebrija.	26
Figura 12. Máximos esfuerzos en el ensayo de compresión simple. Suelo Piedecuesta.	27
Figura 13. Comparación de las probetas sin y con la adición de polietileno de baja densidad.	32
Figura 14. Comparación de las probetas sin y con la adición de polietileno de baja densidad.	33
Figura 15. Grafica comparativa de Φ y c. suelo de Lebrija.	34
Figura 16. Grafica comparativa de Φ y c. suelo de Piedecuesta.	34
Figura 17. Grafica comparativa de CBR suelo de Lebrija.	35
Figura 18. Grafica comparativa de CBR suelo de Piedecuesta.	36
Figura 19. Graficas comparativas de la variación del la resistencia (q_u). Suelo Lebrija.	39
Figura 20. Graficas comparativas de la variación del la resistencia (q_u). Suelo Piedecuesta.	39

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Ensayos de clasificación de los suelos.	47
Anexo B. Ensayos de compactación de proctor.	52
Anexo C. Ensayos de compresión simple en muestras de suelo sin y con polietileno de baja densidad.	55
Anexo D. Graficas comparativas de los ensayos de compresión simple en muestras de suelo sin y con polietileno de baja densidad.	83
Anexo E. Ensayos de corte directo y graficas comparativas de las muestras sin y con polietileno de baja densidad.	de suelo 112
Anexo F. Ensayos de CBR y graficas comparativas de las muestras de suelo polietileno de baja densidad.	sin y con 127
Anexo G. Ensayos de compresión simple en la probeta de mayor escala sin polietileno de baja densidad.	y con 136

RESUMEN

TITULO

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE SUELOS REFORZADOS CON POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD.*

AUTORES

CESAR AUGUSTO ALFONZO VELÁSQUEZ

ÁLVARO JOSÉ BARRAGÁN ORTEGA. **

PALABRAS CLAVES

Suelos, Polietileno de baja densidad, Refuerzo, Ensayos, Esfuerzo, Deformación.

DESCRIPCIÓN:

En la mayoría de los casos los suelos presentan poca resistencia cuando son sometidos a esfuerzos, este problema se le presenta a todo ingeniero cuando se va a desarrollar una obra. En la realización de este proyecto se utilizará una alternativa diferente para observar de qué manera influyen los plásticos en las características mecánicas de los suelos.

En el presente proyecto se utilizó polietileno de baja, un material muy conocido a nivel mundial y de mucho uso en nuestra vida diaria. En primera instancia se buscaron dos clases de muestras, se trajo una del municipio de Piedecuesta y otra del municipio de Lebrija. Se realizaron ensayos a cada muestra para adquirir sus características.

Fue necesario hacer a cada muestra los ensayos de granulometría, Límites de atterberg, Compactación, Compresión simple, Corte directo y Relación de soporte de California, sin ningún tipo de refuerzo, sucesivamente se realizó el ensayo de compresión simple variando las dimensiones del plástico para hallar una longitud y porcentaje óptimo de polietileno.

En última instancia se realizaron los mismos ensayos con las dimensiones óptimas, se compararon resultados y se obtuvo que el polietileno de baja densidad es un buen material para el refuerzo de suelos.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ciencias Físico Mecánicas Escuela de Ingeniería Civil. Ing. WILFREDO DEL TORO.

ABSTRACT

TITLE

Analysis of soil behavior being reinforced with low density polyethylene.*

AUTHORS

Cesar Augusto Alfonzo Velásquez
Álvaro José Barragán Ortega**

KEY WORDS

Soils, LDPE, reinforcement, testing, effort, deformation.

DESCRIPTION

In most of cases, soils have little resistance when they are subjected to efforts. This problem is presented when an engineer develops a work. In the ongoing of this project we will use a different alternative, seeing how plastics affect the mechanical properties of soils.

In this project we used low density polyethylene, a worldwide known material and used in our daily lives. At first instance two kinds of samples were sought, one was brought from Piedecuesta and the other from Lebrija. Tests were performed for each sample to acquire their characteristics.

It was necessary to make a Granulometry test to each sample. Atterberg limits, compaction, simple compression, direct cut and relationship of California support, without any reinforcement, the test was carried out successively from simple compression by varying the size of the plastic to find an optimal length and percentage of polyethylene.

Ultimately the same tests were performed with the optimum size, and results were compared and it was found that the low density polyethylene is a good material for soil reinforcement.

* Grade Thesis

** Physical Mechanical Engineering Faculty. Civil Engineering. Eng. WILFREDO DEL TORO.

INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los años, podemos observar que la contaminación día a día está creciendo en el mundo; desde el punto de vista de la ingeniería civil sería interesante buscar maneras de colaborar con este problema que nos afecta a todos.

Si tenemos en cuenta la gran cantidad de residuos plásticos que contaminan el medio ambiente y llegáramos a tratarlos de manera correcta, sería mucho el aporte a la ecología de mundo. Por esta razón se hace importante el tema de tratar todos los desechos de polietileno de baja densidad de nuestra región y de esta manera crear conciencia y cultura ecológica a la comunidad.

Los suelos en general, presentan muy poca resistencia a esfuerzos de tensión y cuando son sometidos a ellos, se producen agrietamientos que generalmente dan inicio a problemas de estabilidad, especialmente en suelos finos.

En el presente trabajo, se pretende observar si los residuos de polietileno de baja densidad son viables para el refuerzo de suelos finos y arenas. Se utilizarán suelos traídos desde Piedecuesta (Santander) y desde Lebrija (Santander), El suelo de Piedecuesta es clasificado como una arcilla arenosa y el suelo de Lebrija es clasificado como una arena limosa.

En consecuencia un factor importante es la compatibilidad entre el suelo y el material que se le adicione; según estudios realizados el polietileno de baja densidad es un material inerte ante las sustancias químicas que se encuentran dentro del suelo.

El polietileno de baja densidad es un sólido más o menos flexible, según el grosor, ligero y buen aislante eléctrico, se trata de un material plástico que por sus características y bajo costo se utiliza mucho en envasado, revestimiento de cables y en la fabricación de

tuberías, En este proyecto se utilizaron tiras de polietileno de baja densidad obteniendo su relación (largo, ancho) de acuerdo al diámetro de la probeta utilizada.

Por lo anterior se hace muy interesante la idea de investigar acerca de este y otros materiales cuyo objetivo sea que al mezclarlos con los suelos finos o arenas le sirvan de refuerzo y mejorar sus características en especial las de resistencia a la tensión; el polietileno es ya muy reconocido para tal uso y genera una gran disminución de los costos al compararlos con otros materiales que se utilizan para dicho fin.

1. OBJETIVO

1.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar los efectos de la adición de residuos de polietileno de baja densidad (LDPE) en suelos esencialmente finos y arenas con finos, en sus propiedades geomecánicas, a diferentes escalas.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar las principales propiedades de los diferentes tipos de suelos sin ningún tipo de refuerzo de polietileno de baja densidad.

Establecer una dosificación óptima de polietileno de baja densidad a agregar a cada suelo ensayado.

Encontrar las principales propiedades de los diferentes tipos de suelos reforzados utilizando polietileno de baja densidad.

Analizar de qué manera influye la adición de polietileno de baja densidad en la resistencia de suelos finos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 NATURALEZA Y ORIGEN DE LOS SUELOS

El suelo constituye la interface entre las rocas del sustrato continental y la atmósfera, formándose como consecuencia de los fenómenos físicos, físico-químicos y biológicos de intercambio que ahí se producen. El concepto de suelo es, por tanto, un concepto evolutivo. Este se forma como consecuencia de un proceso dinámico, que implica un cambio progresivo desde que la roca se pone en contacto con la atmósfera como consecuencia de la erosión, hasta su desarrollo completo.

Los componentes primarios del suelo son: 1) compuestos inorgánicos, no disueltos, producidos por la meteorización y la descomposición de las rocas superficiales; 2) los nutrientes solubles utilizados por las plantas; 3) distintos tipos de materia orgánica, viva o muerta y 4) gases y agua requeridos por las plantas y por los organismos subterráneos.

La naturaleza física del suelo está determinada por la proporción de partículas de varios tamaños. Las partículas inorgánicas tienen tamaños que varían entre el de los trozos distinguibles de piedra y grava hasta los de menos de 1/40.000 centímetros. Las grandes partículas del suelo, como la arena y la grava, son en su mayor parte químicamente inactivas; pero las pequeñas partículas inorgánicas, componentes principales de las arcillas finas, sirven también como depósitos de los que las raíces de las plantas extraen nutrientes. El tamaño y la naturaleza de estas partículas inorgánicas diminutas determinan en gran medida la capacidad de un suelo para almacenar agua, vital para todos los procesos de crecimiento de las plantas.

2.2 TIPOS DE SUELOS

Existen básicamente tres tipos de suelos: los no evolucionados, los poco evolucionados y los muy evolucionados; atendiendo al grado de desarrollo del perfil, la naturaleza de la evolución y el tipo de humus.

Los suelos no evolucionados: Estos son suelos brutos muy próximos a la roca madre. Apenas tienen aporte de materia orgánica y carecen de horizonte B.

Si son resultado de fenómenos erosivos, pueden ser: regosoles, si se forman sobre roca madre blanda, o litosoles, si se forman sobre roca madre dura. También pueden ser resultado de la acumulación reciente de aportes aluviales.

Los suelos poco evolucionados: Dependen en gran medida de la naturaleza de la roca madre. Existen tres tipos básicos: los suelos ránker, los suelos rendzina y los suelos de estepa. Los suelos ránker son más o menos ácidos y tienen un humus de tipo moder o mor. Pueden ser fruto de la erosión, si están en pendiente, del aporte de materiales coluviales, o climáticos, como los suelos de tundra y los alpinos. Los suelos rendzina se forman sobre una roca madre carbonatada, como la caliza, y suelen ser fruto de la erosión. El humus típico es el mull y son suelos básicos. Los suelos de estepa se desarrollan en climas continentales y mediterráneo subárido. El aporte de materia orgánica es muy alto, por lo que el horizonte A está muy desarrollado. La lixiviación es muy escasa.

Los suelos evolucionados: Estos son los suelos que tienen perfectamente formados los tres horizontes. Encontramos todo tipo de humus, y cierta independencia de la roca madre. Los suelos típicos son: los suelos pardos, lixiviados, podsólicos, podsoles, ferruginosos, ferralíticos, pseudogley, gley y halomorfos (solonchaks, alcalinos, solonetz y solods).

2.3 ESTRUCTURACIÓN DE LOS SUELOS

Se refiere a la manera en que las partículas del suelo se agrupan en fragmentos mayores. Las partículas irregulares de aristas y vértices agudos dan lugar a una estructura en bloques con forma de nuez. Si las partículas son más o menos esféricas, la estructura es

granular. Algunos suelos tienen estructura prismática o en columnas, formada por prismas o columnas verticales de tamaño comprendido entre 0,5 y 10 centímetros.

La estructura laminar consiste en trozos planos en posición horizontal. La estructura influye en la proporción de agua que es absorbida por el suelo, en la susceptibilidad del suelo a la erosión y en la facilidad de cultivo.

2.4 GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS

Se denomina distribución granulométrica de un suelo a la división del mismo en diferentes fracciones, seleccionadas por el tamaño de sus partículas componentes; las partículas de cada fracción se caracteriza porque su tamaño se encuentra comprendido entre un valor máximo y un valor mínimo, en forma correlativa para las distintas fracciones de tal modo que el máximo de una fracción es el mínimo de la que le sigue correlativamente.

En suelos gruesos (gravas, arenas y limos no plásticos), de estructura simple, la característica más importante para definir su resistencia es la compactación; la angulosidad de los granos y la orientación de las partículas juegan también un papel importante, aunque menor.

Los suelos gruesos con amplia gama de tamaños (bien gradado) se compactan mejor, para una misma energía de compactación, que los suelos muy uniformes (mal gradado). Estos sin duda es cierto, pues sobre todo con vibrador, las partículas más chicas pueden acomodarse en los huecos entre las partículas más grandes, adquiriendo el contenido una mayor compactación.

Una de las razones que han contribuido a la difusión de las técnicas granulométricas es que, en cierto sentido, la distribución granulométrica proporciona un criterio de clasificación. Los conocidos términos arcilla, limo, arena y grava tiene tal origen y un suelo se clasificaba como arcilla o como arena según tuviera tal o cual tamaño máximo. La

necesidad de un sistema de clasificación de suelos no es discutible, pero el ingeniero ha de buscar uno en que el criterio de clasificación le sea útil.

La gráfica de la distribución granulométrica suele dibujarse con porcentajes como ordenadas y tamaños de las partículas como abscisas. Las ordenadas se refieren a porcentaje, en peso, de las partículas menores que el tamaño correspondiente. La representación en escala semilogarítmica resulta preferible a la simple presentación natural, pues en la primera se dispone de mayor amplitud en los tamaños finos y muy finos, que en escala natural resultan muy comprimidos.

La forma de la curva da idea inmediata de la distribución granulométrica del suelo; un suelo constituido por partículas de un solo tamaño estará representado por una línea vertical, una curva muy tendida indica gran variedad en tamaños (suelo bien graduado).

3. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL UTILIZADO COMO REFUERZO

Para la realización de este proyecto se trabajó con polietileno de baja densidad; es de vital importancia destacar las diferentes combinaciones de longitud, ancho. Otro factor importante es el porcentaje en peso relacionado con la cantidad de suelo a utilizar.

Se denomina polietileno a cada uno de los polímeros del etileno. La fabricación de polímeros consume el 60% del etileno que se produce. El polietileno es probablemente el polímero que más se ve en la vida diaria. Es el plástico más popular del mundo. Éste es el polímero que hace las bolsas de almacén, los frascos de champú, los juguetes de los niños, e incluso chalecos a prueba de balas. Por ser un material tan versátil, tiene una estructura muy simple, la más simple de todos los polímeros comerciales. Una molécula del polietileno no es nada más que una cadena larga de átomos de carbono, con dos átomos de hidrógeno unidos a cada átomo de carbono.

Existen, básicamente, dos tipos de polietileno, el polietileno de baja densidad (Low Density PolyEthylene LDPE) y el polietileno de alta densidad (High Density PolyEthylene HDPE).

3.1 GENERALIDADES DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD

También llamado polietileno ramificado, debido a que algunas veces los carbonos en lugar de tener hidrógenos unidos tienen largas cadenas de polietileno. Este material ofrece una buena resistencia a la corrosión y baja permeabilidad, puede ser usado en aplicaciones donde la resistencia a la corrosión es importante, pero la rigidez, altas temperaturas y fuerza estructural no.

El Polietileno de Baja Densidad es un polímero que se caracteriza por:

- Buena resistencia térmica y química.
- Buena resistencia al impacto.
- Es translúcido.
- Muy buena procesabilidad, es decir, se puede procesar por los métodos de conformados empleados para los termoplásticos, como inyección y extrusión.
- Es más flexible que el Polietileno de alta densidad.

Algunas de sus aplicaciones son:

- Bolsas plásticas.
- Bolsas plásticas para invernadero y basura.
- Juguetes.
- Preservativos (condones)

3.2 PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD

Tabla 1. Propiedades físico - mecánicas del material

Propiedades	Unidad	Valor
Densidad	g/cm ³	0,92-0,93
Resistencia a la tracción * 1000 psi	-	0,9-2,5
Elongacion	%	550-600
Cristalinidad	%	65
Rigidez dielectric	v/mill	480
Maxima temperatura de uso	°C	82-100

El Polietileno de Baja Densidad es un polímero cuya estructura es altamente ramificada; esto hace que tenga una densidad más baja que la del PEAD.

Tabla 2. Propiedades químicas del material

Productos quimicos	Resistencia
Acido debil	No atacado
Acido fuerte	No atacado
Base debil	No atacado
Base fuerte	Poco atacado
Alcoholes	No atacado

3.2.1 Ventajas y desventajas del polietileno de baja densidad

Ventajas

- Este material puede ser reciclado, al igual que los demás termoplásticos.
- Relativa inactividad química
- Transparente
- Excelente resistencia al impacto
- Liviano
- No toxico

Desventajas

- Presenta dificultades para imprimir, pintar o pegar sobre él.
- Baja barrera a los gases, como oxígeno, dióxido de carbono.

3.3 MEZCLADO DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD CON LOS SUELOS

Para el proceso de mezclado de las tiras de polietileno de baja densidad con los suelos, se presentaron diversos inconvenientes debido a que el polietileno tendía a aglomerarse por las cargas eléctricas que actuaban sobre ellas, luego cuando se procedía a compactar las tiras tendían a quedar de forma no homogéneas en cada capa, debido al peso del suelo comparado con estas. Para solucionar estos inconvenientes se hizo necesario utilizar mezcladores, y se realizaban mezclas dentro de las respectivas capas y luego se compactaban.

Figura 1. Mezclas de polietileno de baja densidad con los suelos.



4. CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICA DE LOS SUELOS

Los suelos en general, presentan muy poca resistencia a esfuerzos de tensión y cuando son sometidos a ellos, se producen agrietamientos que generalmente dan inicio a problemas de estabilidad; como el principal objetivo de este proyecto es analizar las propiedades de los suelos, se trajeron muestras de dos partes distintas del departamento de Santander.

La primera muestra se sacó de la vía que conduce al municipio de piedecuesta, esta presenta un color café claro sin ningún contenido de materia orgánica.

La segunda muestra se sacó de la vía que conduce al municipio de Lebrija; ésta también presenta color café pero mucho más claro que la de piedecuesta, no presenta ningún tipo de materia orgánica y contiene un poco de material grueso.

4.1 SISTEMA DE CLASIFICACION DE LOS SUELOS

Para la clasificación de los suelos se utilizo el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) deriva de un sistema desarrollado por A. Casagrande para identificar y agrupar suelos en forma rápida en obras militares durante la guerra.

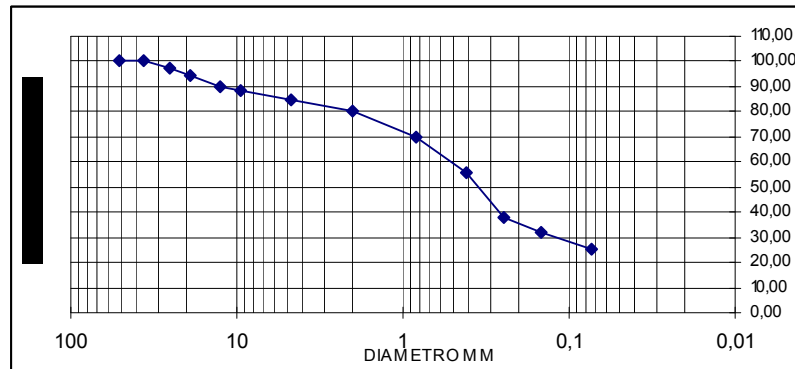
4.1.1 Granulometría. Para obtener la granulometría de los suelos se utilizo el método de medición por mallas, cuyos resultados se muestran a continuación.

Suelo de Lebrija

Tabla 3. Granulometría Lebrija.

GRAVAS=	15,25	%
ARENAS =	59,47	%
FINOS=	25,28	%

Figura 2. Grafica de granulometría, suelo de Lebrija.

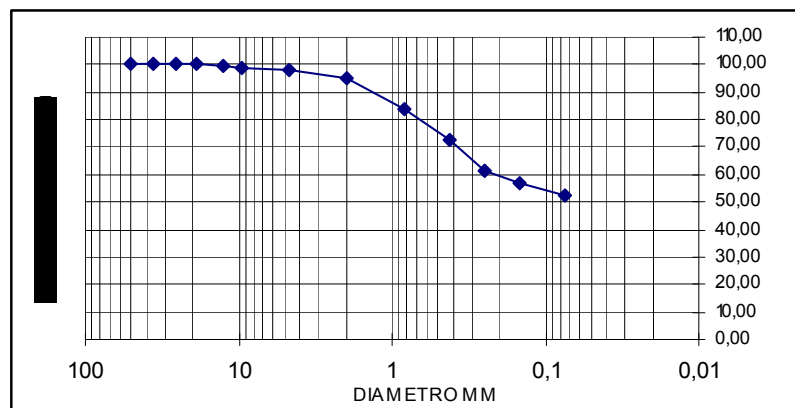


Suelo de Piedecuesta

Tabla 4. Granulometría Piedecuesta.

GRAVAS=	1,76	%
ARENAS =	45,89	%
FINOS=	52,35	%

Figura 3. Grafica de granulometría, suelo de Piedecuesta.

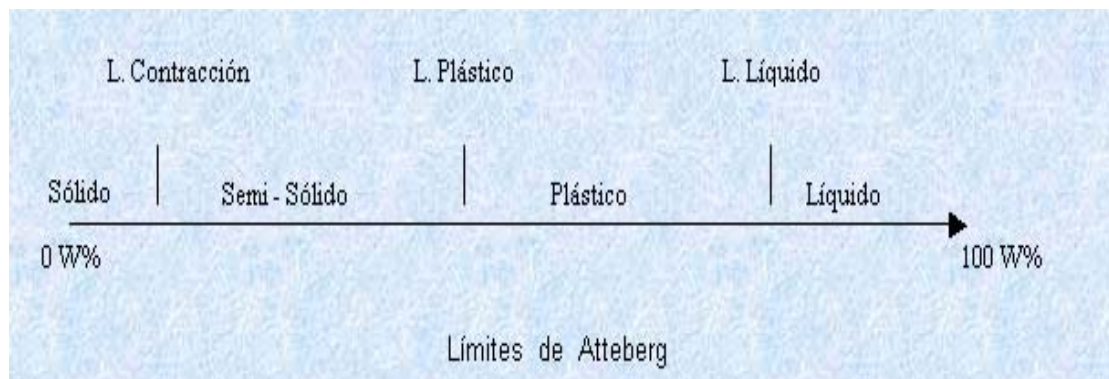


Haciendo un análisis a los suelos anteriores se indica que el suelo de Lebrija es una arena, caso contrario el suelo de piedecuesta que la muestra de suelo pasa más del 50% del material por el tamiz 200 clasificándolo como un suelo fino.

4.1.2 Límites de atterberg. Los límites de Atterberg son propiedades índices de los suelos, con que se definen la plasticidad y se utilizan en la identificación y clasificación de un suelo.

Los resultados de límites de los suelos se muestran a continuación.

Figura 4. Límites de atterberg.



- **Límite líquido (LL).** La frontera entre el límite plástico y líquido se llama límite líquido.
Límite líquido Lebrija: 34%
Límite líquido Piedecuesta: 48%
- **Límite plástico (LP).** La frontera convencional entre los estados semisólido y plástico se llama límite plástico.
Límite plástico Lebrija: 21%
Límite plástico Piedecuesta: 34 %

- **Índice plástico.** El índice de plasticidad se define como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, y su función es medir el intervalo plástico del suelo.

Índice de plasticidad Lebrija: 12%

Índice de plasticidad Piedecuesta: 14%

Tabla 5. Resumen de la clasificación de los suelos.

	Granulometria			Plasticidad		Clasificacion SUSC
	%Gravas	%Arenas	%Arcillas	LL	LP	
Lebrija	15,247	59,4685	25,2845	34	21	SM
Piedecuesta	1,76	45,89	52,35	48	34	CL

Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) SM es una arena con finos limosos y CL es un material fino el cual hace parte de arcillas inorgánicas.

4.1.3 Análisis de ensayos de la resistencia de los suelos. Para realizar una interpretación adecuada de los resultados de los ensayos se necesitó realizar pruebas a los suelos sin ningún tipo de refuerzo para obtener una caracterización de estos. Los ensayos que se le realizaron a dichos suelos fueron en primera instancia el laboratorio de compactación, los cuales determinan ciertas características necesarias para la realización de los ensayos de compresión simple, luego se realizaron laboratorios de corte directo y relación de soporte de California CBR.

Ya habiéndose realizado tales pruebas y teniendo resultados concretos acerca de las características de los suelos sin refuerzo, se procedió a realizar los mismos ensayos pero ya con el refuerzo de polietileno de baja densidad en diferentes proporciones y longitudes.

4.1.4 Compactación de los suelos. Un método de compactación y quizás el mas utilizado en laboratorios es la compactación por impacto, este método es adecuado para

la mayoría de los suelos, por su facilidad y disposición se utilizo dicho método para este proyecto.

Energía de compactación. La energía de compactación es aquella que se le suministra al suelo por unidad de volumen durante el proceso de compactación. La energía específica de compactación cuando se utiliza un pison esta determinada

por la siguiente expresión:

$$Ee = \frac{N * n * W * h}{V}$$

Donde:

Ee: energía de compactación

N: numero de golpes del pison compactador por cada capa en el molde

n: numero de capas hasta llenar el molde

h: altura de caída libre del pison

V: volumen del suelo compactado el cual es igual al volumen del molde.

Para realizar la compactación de suelos se conocen principalmente dos pruebas: Proctor estándar y proctor modificado, las variables de estos laboratorios se muestran a continuación:

Tabla 6. Energías de compactación de los ensayos proctor normal y proctor modificado.

		PROCTOR NORMAL		PROCTOR MODIFICADO	
		METODO 1	METODO 2	METODO 1	METODO 2
Especificaciones del pison	W(lb)	5,5	5,5	10	10
	h(pie)	1	1	1,5	1,5
Numero de capas	N	3	3	5	5
Golpes por capa	N	25	56	25	56
Molde de compactacion	θ (pulg)	4	6	4	6
	Altura(pie)	4,59	4,59	4,59	4,59
	vol.(pie ³)	1/30,0	1/13,33	1/30,0	1/13,33
Energia de compactacion	$\frac{(lb - pie)}{pie^3}$	12375	12317	56250	55986

Ensayo de compactación de proctor. Este ensayo se realiza con el objetivo de hallar la humedad óptima correspondiente a la máxima densidad seca del suelo, la compactación de las probetas se realizaron en moldes medianos, En estos moldes se emplean 5 capas compactadas cada una en su sección transversal con un pison que pesa 4.53kg y una altura de caída de 45.7 cm.

Tabla 7. Muestra los resultados de humedad óptima y densidad seca para cada una de las muestras de suelo.

Suelo	Humedad optima (%)	densidad seca (gr/cm ³)
Lebrija	11,49	1,98
Piedecuesta	18,2	1.81

4.1.5 Suelo sin polietileno de baja densidad. En esta parte se muestran los resultados de los laboratorios realizados, tanto a la muestra de Lebrija como la muestra de Piedecuesta sin ningún tipo de refuerzo.

4.1.6 Ensayo de resistencia a la compresión simple. Este ensayo es quizás el más importante en el desarrollo de esta investigación, debido a que muestra el comportamiento de los suelos cuando se le aplica una fuerza axial.

Para la realización de los ensayos se utilizó un molde cuyas medidas son de 15cm de altura con un diámetro de 7.9 cm, en este molde se compactó la probeta adicionándole la humedad óptima de cada material para poder obtener los esfuerzos máximos de cada suelo.

Buscando excelentes resultados se comenzó alineando de manera estricta las máquinas a utilizar, para el suelo de Lebrija se utilizó el aparato de compresión simple figura 6, en tanto que para el suelo de Piedecuesta se utilizó la máquina universal figura 7, se utilizaron dos máquinas por que la muestra de Lebrija no alcanzaba a dar lectura en la máquina universal debido a su poca resistencia a la compresión.

De los suelos de Lebrija y Piedecuesta se tomaron tres muestras y se promediaron, en la tabla 6 se muestran los resultados. Estos resultados serán los utilizados para el análisis comparativo con las muestras que se les adicione polietileno de baja densidad.

Figura 5. Ensayo compresión simple.



Figura 6. Maquina universal

Tabla 8. Resultados del ensayo de compresión simple sin polietileno de baja densidad.

Suelo	q_u (kg/cm ²)
Lebrija	0,579394377
Piedecuesta	3,9796

4.1.7 Ensayo de resistencia por corte directo. La finalidad de los ensayos de corte, es determinar la resistencia de una muestra de suelo, sometida a fatiga o deformaciones que simulen las que existen o existirán en el suelo producto de la aplicación de una carga.

De los ensayos de corte directo de realizados sin ningún tipo de refuerzo se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 9. Resultados obtenidos de corte directo del las dos muestras.

Suelo	Cohesion (kg/cm ²)	Angulo de friccion Φ
Lebrija	0,0384	33,9
Piedecuesta	0,3297	25.35

Figura 7. Grafica de corte directo de los suelos de Piedecuesta y Lebrija sin polietileno de baja densidad.

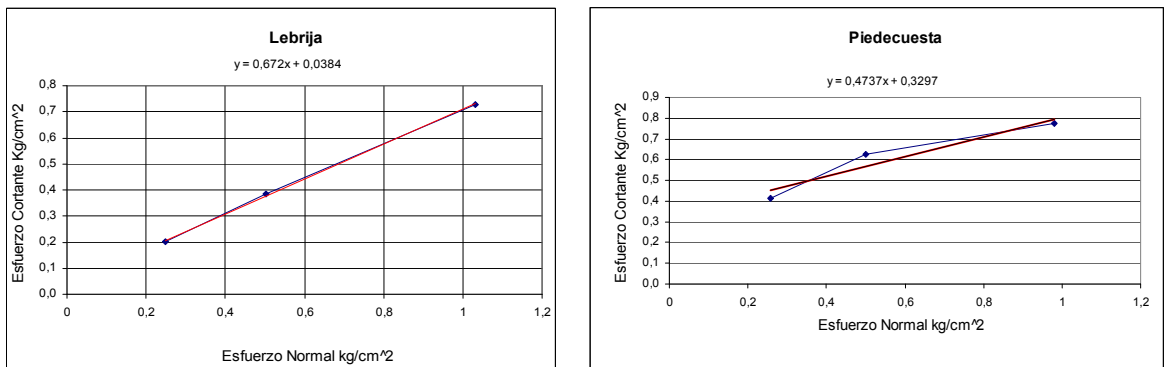


Figura 8. Anillos de corte directo.



4.1.8 Relación de soporte de California o CBR. Este ensayo tiene como objetivo determinar la capacidad de soporte (CBR) de suelos, con una humedad óptima y niveles de compactación variables. La expresión que define al CBR, es la siguiente:

$$\text{CBR} = (\text{carga unitaria del ensayo} / \text{carga unitaria patrón}) * 100 (\%)$$

Comúnmente el número CBR, se basa en la relación de carga para una penetración de 2.5 mm (0.1"), sin embargo, si el valor de CBR a una penetración de 5 mm (0.2") es mayor, el ensayo se repite. Si en un segundo ensayo se produce nuevamente un valor de CBR mayor de 5 mm. De penetración, dicho valor será aceptado como el valor del ensayo.

En este proyecto los ensayos de CBR se realizaron sobre muestras compactadas con el contenido de humedad óptimo de cada suelo y con la misma energía de compactación aplicada en las pruebas anteriores, para comenzar el ensayo se agregó el material en el molde y se compactaron 5 capas aplicándole 55 golpes a cada capa.

Para este ensayo se realizaron 2 probetas sin plástico para cada muestra de suelo con iguales condiciones de compactación y se escogió para comparación el valor máximo de CBR.

Tabla 10. Resultados ensayos de CBR suelo de Lebrija y suelo de Piedecuesta.

Suelo	CBR A	
	0,1"	CBR A 0,2"
Lebrija	30,375	34,425
Piedecuesta	25,312	23,625

Figura 9. Molde del ensayo de CBR.



5. COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS CON LA ADICION DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD

Para la obtención del polietileno de baja densidad se visitaron diferentes tiendas de plásticos, para obtener información acerca de que empresas y fábricas manejaban con frecuencia este material. Teniendo el material suficiente para las prácticas de laboratorio, se pensó en la manera de como adicionárselo a las muestras de suelo, se plantearon diferentes alternativas pero la más conveniente fue sacar tiras rectangulares que estuviesen estrictamente relacionadas con el diámetro del molde. Se propusieron las siguientes medidas teniendo en cuenta el diámetro de las probetas de los ensayos a realizar (7.9 cm):

Longitud: 2.4, 3.6, 4.8 cm. (De acuerdo con relaciones L/D pre-establecidas)

Relación ancho-longitud: 0.2, 0.4, 0.6

Porcentajes en peso de polietileno adicionado, teniendo en cuenta el peso del suelo: 0.25, 0.5, 0.75 %

Esta combinación de posibilidades permitirá determinar tanto las dimensiones como la dosificación óptima de polietileno.

5.1 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE ADICIONÁNDOLE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD AL SUELO.

Para el desarrollo estos ensayos se realizaron con las mismas características tenidas en cuenta cuando se realizaron los ensayos sin ningún tipo de refuerzo.

Teniendo en cuenta los parámetros anteriores se ensayaron un total de 54 probetas, 27 para el suelo de Lebrija y 27 para el suelo de Piedecuesta, utilizando las mismas máquinas que se utilizaron para los ensayos de compresión simple sin polietileno de baja densidad.

De estos ensayos de compresión simple reforzados con polietileno de baja densidad se obtuvieron los valores máximos de resistencia en (kg/cm^2) de las muestras de suelos con diferentes longitudes, ancho, y porcentaje en peso de polietileno de baja densidad.

Figura 10. Probeta con polietileno de baja densidad fallada a compresión simple.



En la tabla 11a-11b-11c se muestran los resultados para cada uno de los suelos.

Tabla 11a. Máxima resistencia a la compresión simple para un porcentaje de polietileno de baja densidad de 0.25%.

SUELO	L=2,4	L=2,4	L=2,4	L=3,6	L=3,6	L=3,6	L=4,8	L=4,8	L=4,8
	A/L=0, 2	A/L=0, 4	A/L=0, 6	A/L=0, 2	A/L=0, 4	A/L=0, 6	A/L=0, 2	A/L=0, 4	A/L=0, 6
LEBRIJA	0,5753	0,459	0,5733	0,5916	0,4815	0,4896	0,5549	0,4447	0,5814
PIEDRECUES					4.9797	5.0264	4.1283	3.7614	5.1530
TA	2.231	3.518	4.600	3.077					

Tabla 11b. Máxima resistencia a la compresión simple para un porcentaje de polietileno de baja densidad de 0.50%.

SUELO	L=2,4	L=2,4	L=2,4	L=3,6	L=3,6	L=3,6	L=4,8	L=4,8	L=4,8
	A/L=0, 2	A/L=0, 4	A/L=0, 6	A/L=0, 2	A/L=0, 4	A/L=0, 6	A/L=0, 2	A/L=0, 4	A/L=0, 6
LEBRIJA	0,3448	0,3427	0,2571	0,5753	0,5672	0,5549	0,4876	0,4243	0,4896
PIEDECUES TA	3.506	4.2734	4.2429	3.1014	3.5253	2.7019	2.9870	3.4294	2.7347

Tabla 11c. Máxima resistencia a la compresión simple para un porcentaje de polietileno de baja densidad de 0.75%.

SUELO	L=2,4	L=2,4	L=2,4	L=3,6	L=3,6	L=3,6	L=4,8	L=4,8	L=4,8
	A/L=0, 2	A/L=0, 4	A/L=0, 6	A/L=0, 2	A/L=0, 4	A/L=0, 6	A/L=0, 2	A/L=0, 4	A/L=0, 6
LEBRIJA	0,5529	0,5733	0,4529	0,5937	0,5406	0,4998	0,4631	0,5243	0,4651
PIEDECUES TA	2.703 5	4.9680	5.5614	4.9571	5.0964	3.4891	3.2247	3.0139	4.2010

Teniendo ya estos resultados se procede a un análisis detallado para ver que relación proporciona la mayor resistencia al suelo y tomarla como punto de comparación con la probeta que no tiene ningún tipo de refuerzo,

5.2 DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES ÓPTIMAS DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD.

Con el objetivo de no adicionar el polietileno de baja densidad en cualquier proporción se escogieron las medidas anteriormente mencionadas, esto con el propósito de obtener una mejor repuesta de la resistencia de los suelos, de todas estas dimensiones y proporciones se escogería la que mayor resistencia le brindara a las muestras de suelo y se tomaría como dimensiones optimas.

Este análisis se basa en el ensayo de compresión simple el cual permite obtener de manera fácil y rápida la resistencia de un suelo y observar el comportamiento del suelo con la adición de polietileno de baja densidad.

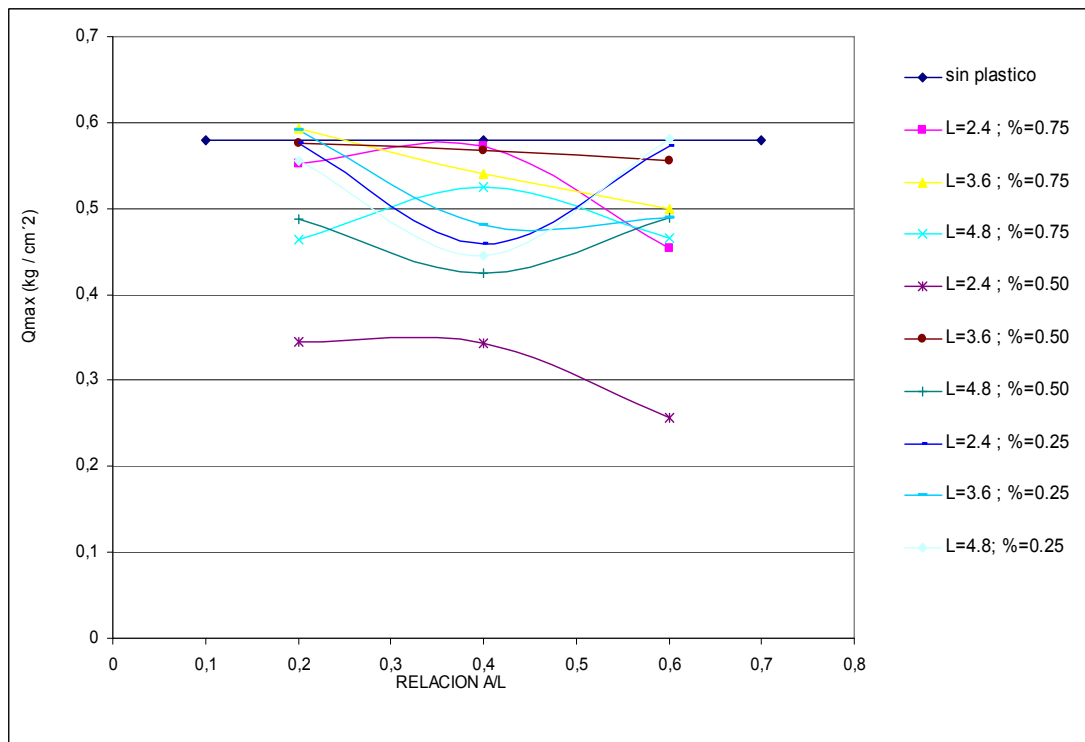
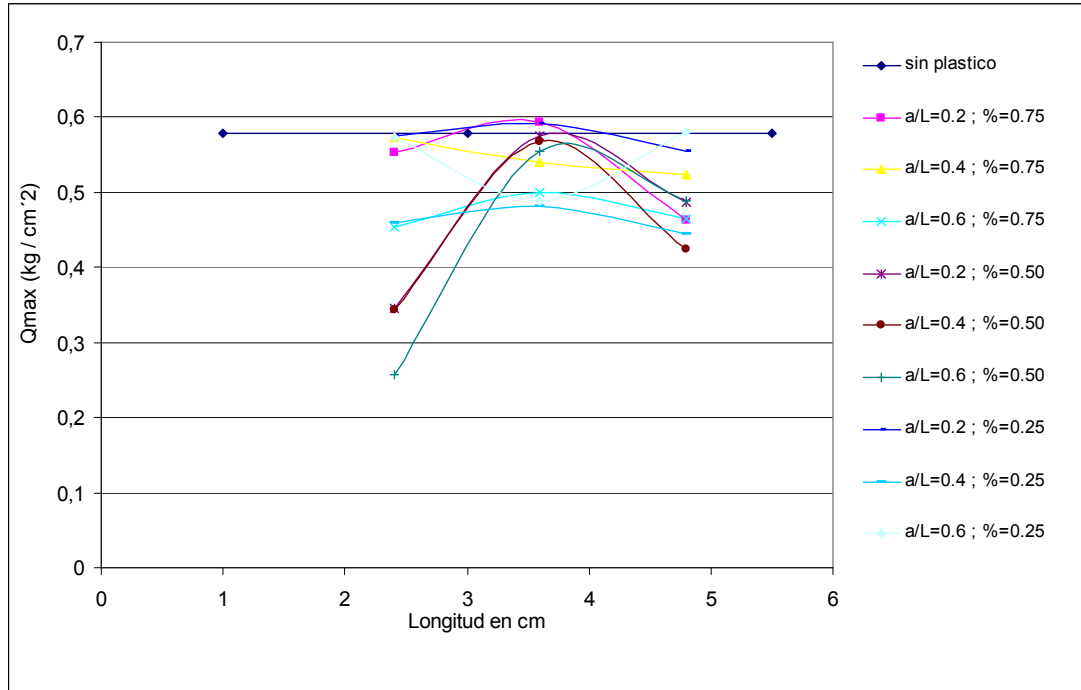
Realizando un análisis detallado a los resultados obtenidos de cada probeta se estableció como dimensiones óptimas de polietileno de baja densidad 3.6 cm. de longitud y 0.72cm de ancho ($a/L=0.2$) para el suelo de Lebrija, en tanto que para el suelo de Piedecuesta las dimensiones óptimas de polietileno de baja densidad son de 2.4 cm de longitud y 1.44 cm de ancho ($a/L=0.6$).

5.3 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD.

Para no adicionar el polietileno de baja densidad en cualquier cantidad se escogió como dosis óptima 0.75% en peso de polietileno de baja densidad con relación a la muestra de suelo que se utilizará. Este porcentaje se obtuvo para ambos tipos de suelo.

La determinación de los parámetros anteriores esta basada en el comportamiento de las muestras analizadas cuyas graficas comparativas se presentan a continuación. En el anexo c se encuentra un análisis mas detallado.

Figura 11. Máximos esfuerzos en el ensayo de compresión simple. Suelo Lebrija.



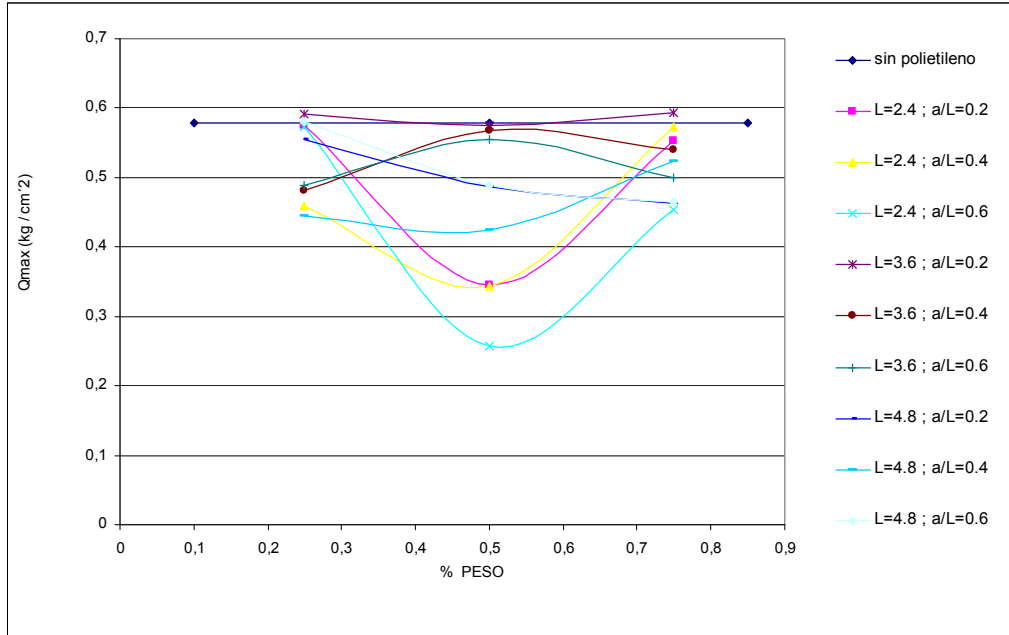
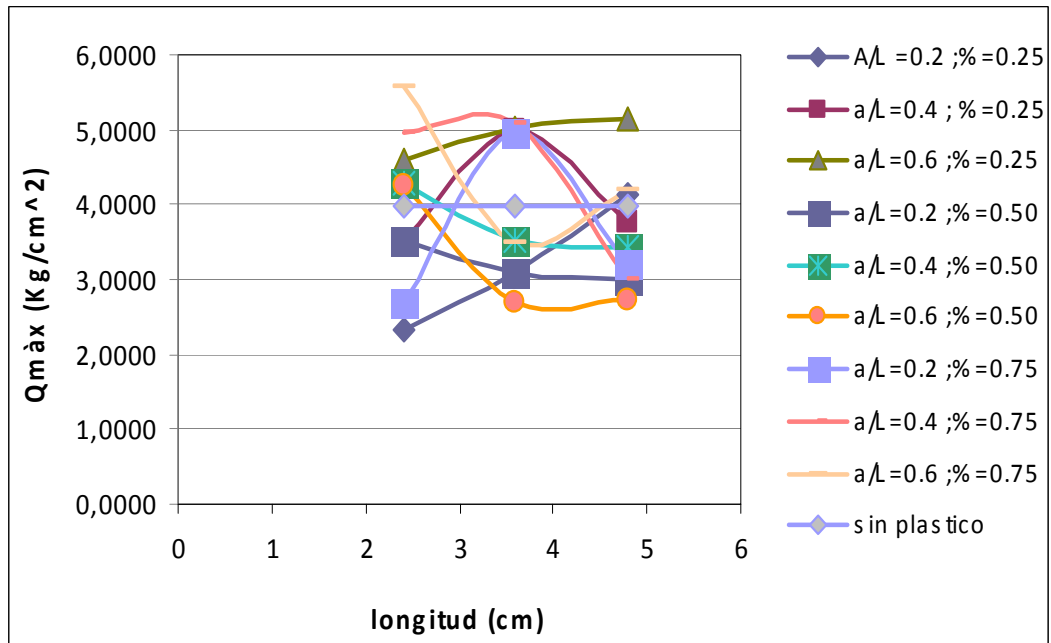
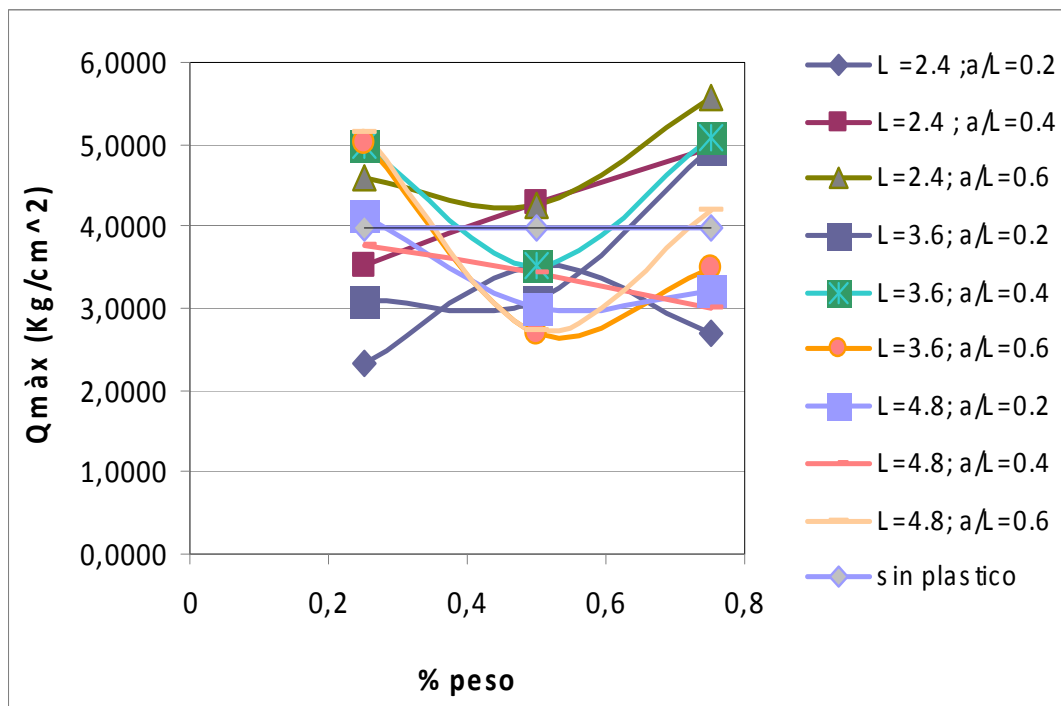
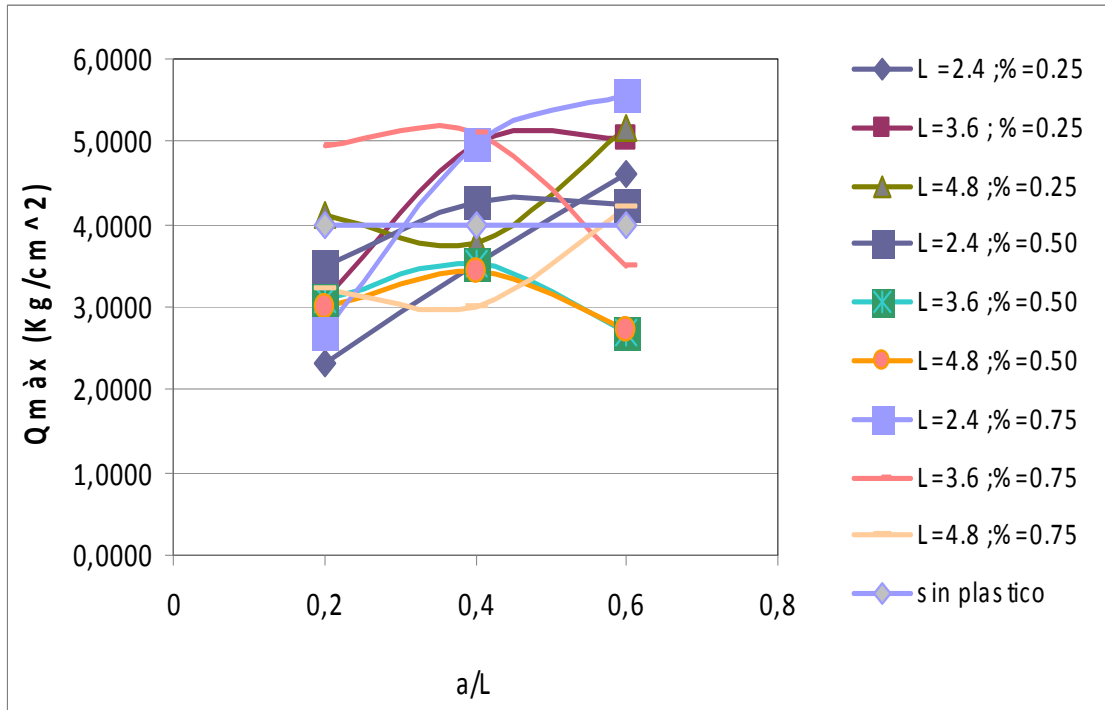


Figura 12. Máximos esfuerzos en el ensayo de compresión simple. Suelo Piedecuesta.





5.4 RESISTENCIA POR CORTE DIRECTO CON LA ADICIÓN DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD.

Para la realización del ensayo de corte directo con polietileno de baja densidad se tomó el mismo procedimiento y características del ensayo de corte directo sin ningún tipo de refuerzo y se adaptaron las dimensiones de las tiras de plástico al diámetro de los anillos.

Suelo de Lebrija

Diámetro de las probeta 7.9 cm: longitud = 3.6cm

$$a/L = 0.2$$

$$\text{Ancho} = 0.72 \text{ cm}$$

Diámetro del anillo 6.3 cm: longitud = 2.87 cm

$$a/L = 0.2$$

$$\text{Ancho} = 0.57 \text{ cm}$$

Suelo de Piedecuesta

Diámetro de las probeta 7.9 cm: longitud = 2.4cm

$$a/L = 0.6$$

$$\text{Ancho} = 1.44 \text{ cm}$$

Diámetro del anillo 6.3 cm: longitud = 1.91 cm

$$a/L = 0.6$$

$$\text{Ancho} = 1.15 \text{ cm}$$

Realizando estos detalles se obtuvo los resultados del ensayo de corte directo que se muestran a continuación:

Tabla 12: resultados del ensayo de corte directo con polietileno de baja densidad.

Suelo	Cohesion (kg/cm ²)	Angulo de friccion Φ
Lebrija	0,1033	34,16
Piedecuesta	0,5600	29.25

5.5 RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA O CBR.

Para la realización de este ensayo con polietileno de baja densidad se realizo el mismo procedimiento y se tuvo en cuenta las dimensiones y el porcentaje optimo obtenido del ensayo de compresión simple pero adaptándolo a las medidas del diámetro de del molde de CBR.

Suelo de Lebrija

Diámetro de las probeta 7.9 cm: longitud = 3.6cm

$$a/L = 0.2$$

$$\text{Ancho} = 0.72 \text{ cm}$$

Diámetro del molde 15.3 cm: longitud = 6.97 cm

$$a/L = 0.2$$

$$\text{Ancho} = 1.39 \text{ cm}$$

Suelo de Piedecuesta

Diámetro de las probeta 7.9 cm: longitud = 2.4cm

$$a/L = 0.6$$

$$\text{Ancho} = 1.44 \text{ cm}$$

Diámetro del molde 15.3 cm: longitud = 4.64 cm

$$a/L = 0.6$$

$$\text{Ancho} = 2.79 \text{ cm}$$

Tabla 13. Resultado del ensayo de CBR con polietileno de baja densidad.

Suelo	CBR A 0,1"	CBR A 0,2"
Lebrija	40,5	37,8
Piedecuesta	36,45	33,07

6. ANALISIS DE RESULTADOS

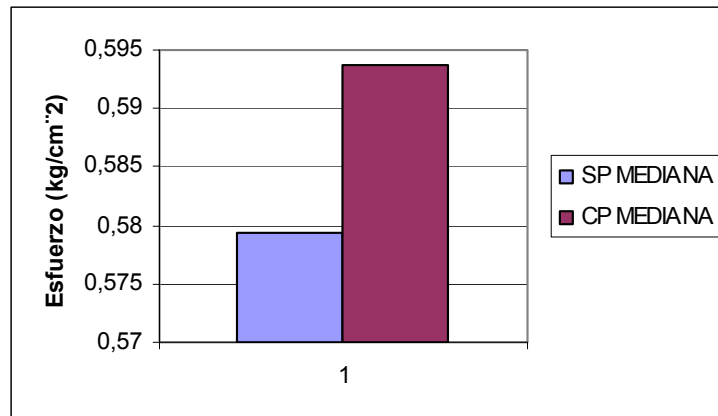
En esta parte del proyecto se presenta un resumen de detallado de los ensayos realizados sin refuerzo y con polietileno de baja densidad para los dos tipos de suelo.

6.1 ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE.

En las siguientes tablas se presenta el comportamiento de la resistencia de los suelos con a la adición del polietileno de baja densidad teniendo en cuenta dimensiones y porcentaje optimo

Suelo de Lebrija

Figura 13. Comparación de las probetas sin y con la adición de polietileno de baja densidad.

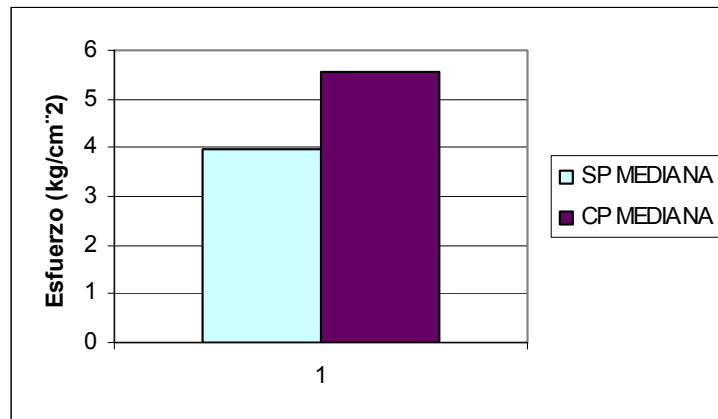


Se puede observar de manera clara como aumenta la resistencia del suelo con la adición de polietileno en sus dimensiones y porcentaje óptimos.

SP: SIN POLIETILENO; CP: CON POLIETILENO

Suelo de Piedecuesta

Figura 14. Comparación de las probetas sin y con la adición de polietileno de baja densidad.



En estos ensayos de compresión simple notamos el aumento en la resistencia de los suelos reforzados con polietileno de baja densidad tanto para el suelo de Lebrija como para el suelo de Piedecuesta.

6.2 ENSAYOS DE RESISTENCIA POR CORTE DIRECTO.

En las siguientes graficas se observa claramente la resistencia que aporta el polietileno de baja densidad a cada muestra de suelo.

Tabla 14. Porcentaje de variación de la resistencia en los ensayos de corte directo sobre muestras de suelo adicionadas con polietileno de baja densidad comparadas con muestras de suelo sin plástico.

Suelo	Sin plastico	Con plastico	%
Lebrija			
Cohesion (kg/cm ²)	0,0384	0,1033	169,010417
Angulo de friccion Φ	33,9	34,16	0,76696165
Piedecuesta			
Cohesion (kg/cm ²)	0,3297	0,5600	38,4615385
Angulo de friccion Φ	25.35	29.25	4,34240166

Figura 15. Grafica comparativa de Φ y c. suelo de Lebrija.

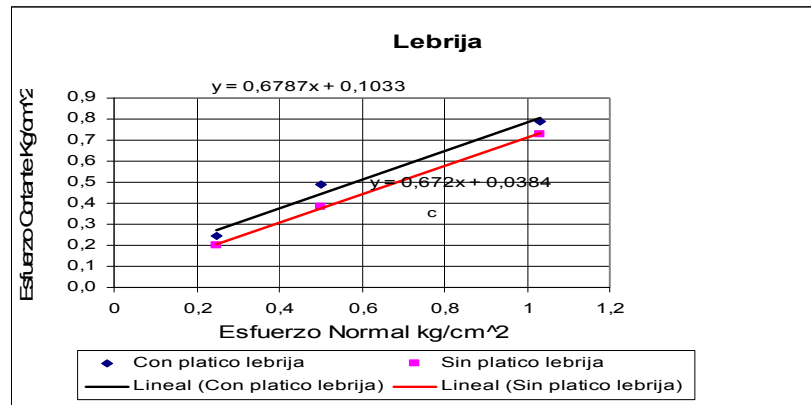
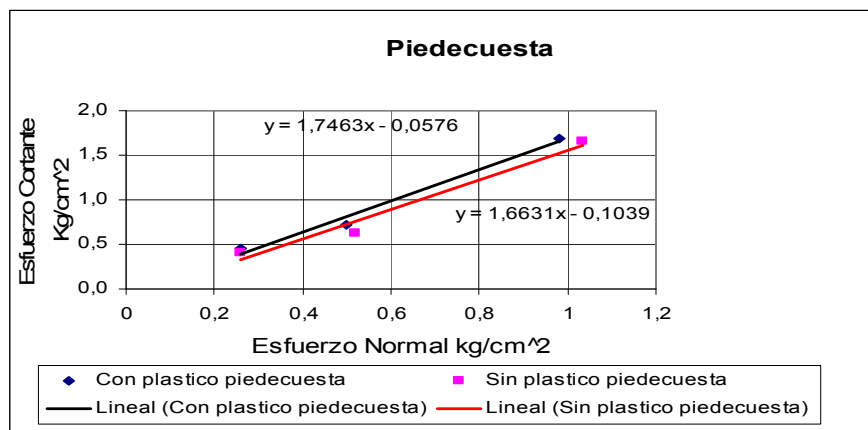


Figura 16. Grafica comparativa de Φ y c. suelo de Piedecuesta.



6.3 ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR.

Al adicionarle el polietileno de baja densidad a las probetas de CBR se noto notablemente la disminucion de los valores comparados con las probetas de CBR sin ningún tipo de refuerzo.

Tabla 15. . Porcentaje de variación de la resistencia en los ensayos de CBR sobre muestras de suelo adicionadas con polietileno de baja densidad comparadas con muestras de suelo sin plástico.

SUELOS	CBR A 0,1"			CBR A 0,2"		
	SP	CP	%	SP	CP	%
LEBRIJA	30,375	40,5	33,3333	34,425	37,8	9,8039
PIEDRECUESTA	25,3125	36,45	44	23,625	33,075	40

Figura 17. Grafica comparativa de CBR suelo de Lebrija.

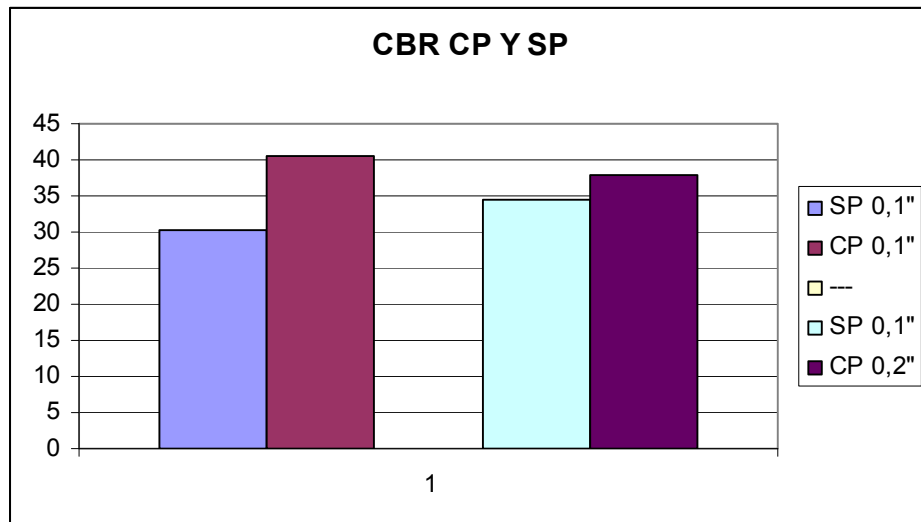
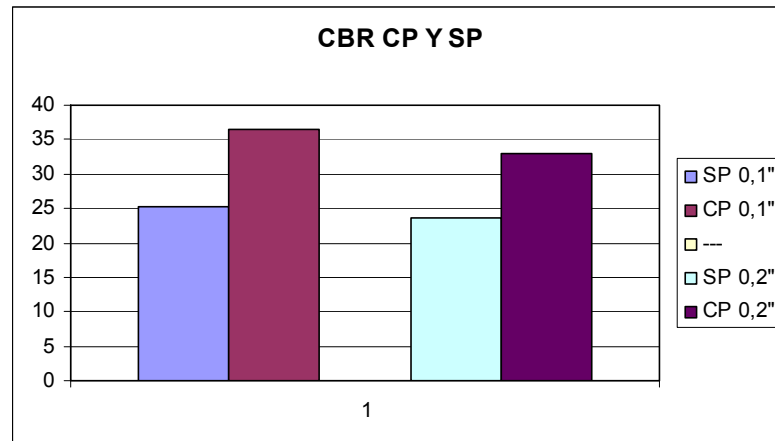


Figura 18. Grafica comparativa de CBR suelo de Piedecuesta.



A continuación se muestra una tabla resumen de todos los laboratorios, comparando los ensayos que están reforzados con polietileno de baja densidad y los ensayos que no poseen ningún tipo de refuerzo.

Tabla 16. Resumen de todos los laboratorios realizados.

SUELOS	LEBRIJA			PIEDECUESTA		
	SP	CP	%	SP	CP	%
ENSAYOS DE RESISTENCIA						
COMPRESION SIMPLE						
qu(kg/cm²)	0,5793	0,5937	2,48576	3,9796	5,5614	39,748
CORTE DIRECTO						
Cohesion (kg/cm²)	0,0384	0,1033	169,01	0,0416	0,0576	38,462
Angulo de friccion Φ	33,9	34,16	0,76696	57,71	60,216	4,3424
CBR						
0,1"	30,375	40,5	33,3333	25,3125	36,45	44
0,2"	34,425	37,8	9,80392	23,625	33,075	40

6.4. VARIACIÓN DE LA ESCALA.

Con el objetivo de analizar de qué manera exactamente influye el polietileno de baja densidad en el comportamiento de los suelos, se decidió realizar los ensayos de compresión simple a mayor escala y observar que relación tienen estos resultados con los ya analizados.

Para tal fin se utilizó un molde cuyas dimensiones son las siguientes: 31.0 cm. de altura y un diámetro de 15.7 cm.

Para esta probeta se realizaron las respectivas tiras de polietileno de baja densidad debido que el diámetro del molde aumento.

Suelo de Lebrija

Diámetro de las probeta 7.9 cm: longitud = 3.6cm

$$a/L = 0.2$$

$$\text{Ancho} = 0.72 \text{ cm}$$

Diámetro de la probeta grande 15.7 cm: longitud = 7.15 cm

$$a/L = 0.2$$

$$\text{Ancho} = 1.43 \text{ cm}$$

Suelo de Piedecuesta

Diámetro de las probeta 7.9 cm: longitud = 2.4cm

$$a/L = 0.6$$

$$\text{Ancho} = 1.44 \text{ cm}$$

Diámetro del anillo 15.7 cm: longitud = 4.77 cm

$$a/L = 0.4$$

$$\text{Ancho} = 2.86 \text{ cm}$$

Para realizar estas probetas se utilizó la fórmula de energía específica para hallar el número de golpes y el número de capas. Se tomó una energía específica igual a

$27.2 \frac{kg - cm}{cm^3}$, se supuso un numero de capas y se hallo el numero de golpes con que se debía compactar cada capa.

Las probetas a mayor escalas fueron ensayadas, para ambos suelos, en la maquina universal, debido a su gran tamaño y a la resistencia que estas podían soportar.

6.5 COMPARACIÓN DE LOS DOS TAMAÑOS DE PROBETAS.

En las muestras de suelo con polietileno se observa de manera clara como refuerza la resistencia del suelo, los resultados obtenidos del ensayo de compresión simple variando la escala de las probetas se encuentran en la tabla 23, los cuales se encuentran en anexo G.

Tabla 17. Resumen de los resultados del ensayo de compresión simple variando la escala de las probetas.

SUELOS	LEBRIJA			PIEDECUESTA		
COMPRESION SIMPLE qu(kg/cm ²)	SP	CP	%	SP	CP	%
PROBETAS MEDIANAS	0,5793	0,5937	2,48576	3,9796	5,5614	39,748
PROBETAS GRANDES	1,75626	2,3761215	35,2941	3,78313	3,94	4,1465

Figura 19. Graficas comparativas de la variación del la resistencia (qu). Suelo Lebrija.

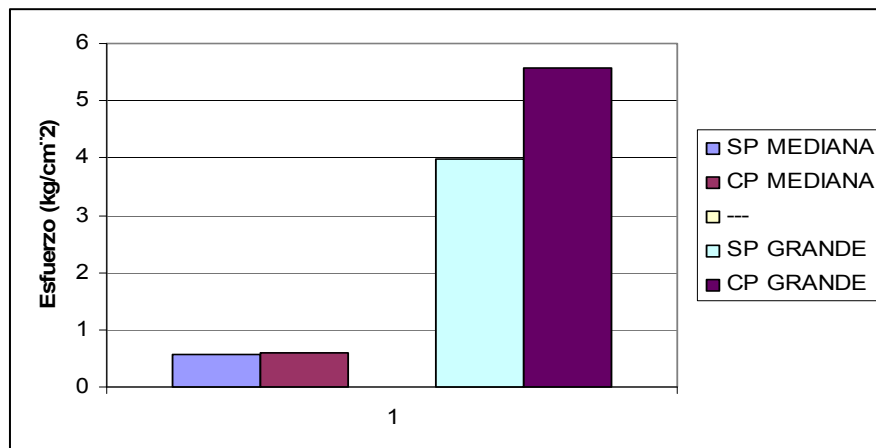
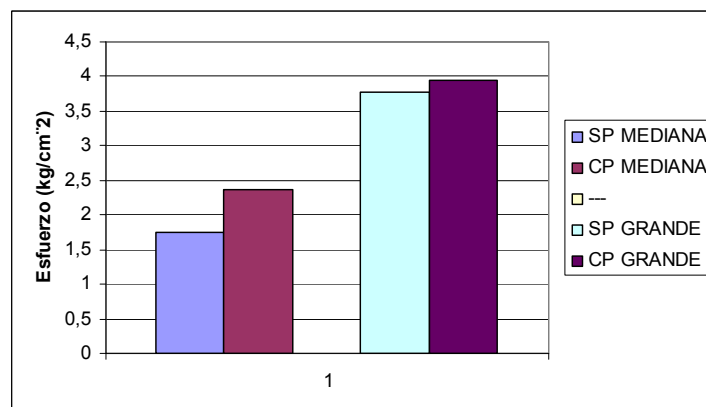


Figura 20. Graficas comparativas de la variación del la resistencia (qu). Suelo Piedecuesta.



Como se pudo observar en las graficas anteriores el polietileno de baja densidad proporciona una buena resistencia a los suelos ya sean finos o arenas.

7. ANALISIS ECONOMICO

En este proyecto la adición de polietileno de baja densidad se dosifico como un porcentaje del peso total final de las mezcla. Se presento que para un valor de densidad seca de $1980 \frac{kg}{m^3}$ para el suelo de Lebrija y una dosificación del material del 0.75% se tiene que por cada metro cúbico de este suelo se requieren 14.85 kg de polietileno de baja densidad, tanto que para el suelo de Piedecuesta cuya densidad seca es de $1810 \frac{kg}{m^3}$ y con una dosificación de 0.75% del material, se requieren 13.575 kg de polietileno de baja densidad.

Tabla 18. Costo del platico.

MATERIAL	CANTIDAD	VALOR
POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	1 KG	

Para observar de qué manera el valor del polietileno de baja densidad influye en el costo total de una obra se tomo como ejemplo la realización de unos andenes en el municipio de Tolú sucre. Se tuvo en cuenta los procesos preliminares hasta el proceso de compactación que es donde se le agregara el polietileno de baja densidad.

Tabla 19. Análisis del costo por m³ sin la adición de polietileno de baja densidad.

ITEM	ACTIVIDADES	UNIDAD	VALOR UNITARIO
1	PRELIMINARES		
1,1	Localizacion y replanteo	M2	\$ 2.000.000
2	EXPLANACION		
2,1	Excavacion en material comun	M3	\$ 2.835
2,2	Transporte de materiales	M3-Km	\$ 1.000
3	ESTRUCTURA DEL ANDEN		
3,1	Subbase,incluye suministro y compactada	M3	\$ 34.400
3,3	Imprimacion - ART. 420 INVIAS 2002	M2	\$ 2.010
3,4	Rodadura	M2	\$ 4.076
	TOTAL		\$ 2.044.321

Tabla 20. Análisis del costo por m³ con la adición de polietileno de baja densidad.

ITEM	ACTIVIDADES	UNIDAD	VALOR UNITARIO
1	PRELIMINARES		
1,1	Localizacion y replanteo	M2	\$ 2.000.000
2	EXPLANACION		
2,1	Excavacion en material comun	M3	\$ 2.835
2,2	Polietileno de baja densidad	KG	
2,3	Transporte del plastico	M3-Km	\$ 1.000
2,4	Transporte de materiales	M3-Km	\$ 1.000
3	ESTRUCTURA DEL ANDEN		
3,1	Equipo para mezcla del plástico con el suelo	km	\$ 60.000
3,2	Subbase,incluye suministro y compactada	M3	\$ 34.400
3,3	Imprimacion - ART. 420 INVIAS 2002	M2	\$ 2.010
3,4	Rodadura	M2	\$ 4.076
	TOTAL		\$ 2.105.321

Realizando un análisis comparativo entre las obras, en la cual se reforzó su subbase con polietileno de baja densidad y la subbase que no tiene ningún tipo de refuerzo podemos notar que el aumento económico es solo del 2.98% siendo significativamente bajo, cabe destacar que el suelo que se refuerza con polietileno de baja densidad adquiere una mayor resistencia a la compresión.

8. CONCLUSIONES

La investigación realizada da como resultado que el polietileno de baja densidad es un buen material para reforzar e incrementar la resistencia de suelos finos y fino-granulares. Aumentando la resistencia de los suelos de Lebrija en un 2.5% en las probetas medianas y en un 39% en las probetas a mayor escala, en tanto que el suelo de Piedecuesta aumenta su resistencia en un 35% en las probetas medianas y en un 4.5% en las probetas de mayor tamaño.

La resistencia de los suelos mezclados con los parámetros óptimos de polietileno de baja densidad, mejora con respecto a la de los suelos sin plástico, sin embargo es necesario determinar las dimensiones óptimas del polietileno de baja densidad que se le va a adicionar al suelo.

Cuando se le adiciona el polietileno de baja densidad al suelo en dimensiones muy grandes, la resistencia disminuye debido a que el plástico no queda distribuido uniformemente y se aglomera dando como resultado la no uniformidad de la muestra.

Se necesita relacionar de manera coherente la dimensiones de las tiras de polietileno de baja densidad con el diámetro de las probetas que se van a utilizar, no obstante si se va a mezclar a grandes porciones de suelo se debe tener debido cuidado con la relación a/L.

El porcentaje en peso del polietileno de baja densidad es de gran importancia debido a que si se le adiciona al suelo demasiado material su resistencia baja notablemente.

Las muestras de suelo mezcladas con polietileno de baja densidad presentan planos de fallas que no se encuentran bien definidos, contrario a las que no se les adicionó polietileno, las cuales presentaban fallas de tipo frágil muy marcadas, significando que al parecer, el polietileno le proporciona al suelo características de ductilidad.

9. RECOMENDACIONES

Para adicionar el polietileno de baja densidad a grandes cantidades de suelo se deben establecer las dosificaciones óptimas y la forma de mezclado para poder observar el aumento en la resistencia de estos.

Observar de manera minuciosa las características de un suelo diferente a los tratados en este proyecto si se le quisiese reforzar con polietileno de baja densidad.

BIBLIOGRAFIA

- ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE SUELOS FINOS MEDIANTE LA ADICION DE RESIDUOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD. FABIOLA EUGENIA FONTECHA DULCEY. MONICA PATRICIA PICO VARGAS. Proyecto de grado. UIS. 2002.
- ESTABILIZACION DE SUELOS MEDIANTE EL USO DE UN ADITIVO QUIMICO A BASE DE COMPUESTOS INORGANICOS, JESUS ALBERTO DIAZ ARIZA, JULIO CESAR MEJIA VARGAS, Proyecto de grado. UIS.2004.
- ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL USO DE FIBRAS DE NYLON PARA EL REFUERZO DE SUELO. JOSE FELIX CACERES REYES, GONZALO JOSE LEON FRANCO, Proyecto de grado. UIS. 2008.
- JUARES, Badillo. Mecánica de suelos. TOMO I. Editorial limusa Noriega, 1997.
- MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TECNICOS, Laboratorio de suelos y pavimentos, Universidad Industrial de Santander.
- USO DE DESPERDICIO PLASTICO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO. ARTICULO 18P. REYES LIZCANO FREDY, REYES ORTIZ OSCAR.
- USO DE FIBRAS SINTETICAS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUELOS FINO. LUZ ESTELLA TORRES MOLINA. ALFREDO ENRIQUE VEGA SALTAREN. Proyecto de Grado. UIS. 2001.
- www.uclm.es/users/higueras/mga/Tema03/Tema_03_Suelos_1.htm

ANEXOS

Anexo A. Ensayos de clasificación de los suelos.



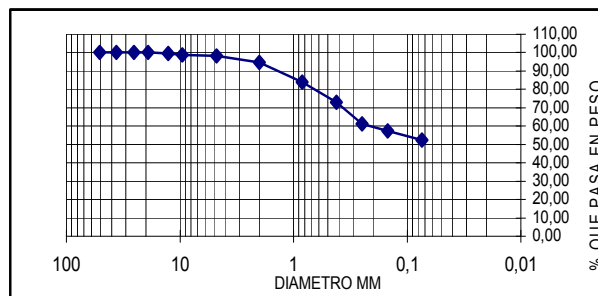
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123

FECHA : 15 de agosto de 2008
PROYECTO : proyecto de grado
LOCALIZACION: piedecuesta

PESO TARA (gr)	7,2
TARA+MUESTRA HUMEDA (gr)	23,8
TARA+MUESTRA SECA (gr)	22,71
PESO AGUA (gr)	1,09
PESO MUEST. SECA (gr)	15,51
HUMEDAD (%)	6,56%

PESO INICIAL DE LA MUESTRA gr: 1000
 PESO DESPUES DE LAVADO gr: 512,67
 PORCENTAJE DE ERROR %: 0,50

MALLA No	ABERTURA	PESO SUELO RETENIDO	PORCIENTO RETENIDO PARCIAL	% QUE PASA LA MALLA	MALLA No	ABERTURA	PESO SUELO RETENIDO	PORCIENTO RETENIDO PARCIAL	% QUE PASA LA MALLA
****	mm	gr	%	%	****	mm	gr	%	%
2"	50,8	0,00	0,00	100,00	10	2	35,05	3,51	94,73
1 1/2"	36,1	0,00	0,00	100,00	20	0,84	107,69	10,77	83,97
1"	25,4	0,00	0,00	100,00	40	0,42	111,33	11,13	72,83
3/4"	19,05	0,00	0,00	100,00	60	0,25	116,78	11,68	61,15
1/2"	12,7	4,76	0,48	99,52	100	0,149	39,55	3,96	57,20
3/8"	9,52	7,86	0,79	98,74	200	0,074	48,46	4,85	52,35
No 4	4,75	4,99	0,50	98,24	PASA 200	*****	518,53		
SUMA	*****	17,61	1,76		SUMA	*****	977,39	45,89	
					TOTAL		995,00		



GRAVAS= 1,76 %
 ARENAS = 45,89 %
 FINOS= 52,35 %

CLASIFICACION SUCS: CL (ARCILLA ARENOSA DE BAJA COMPRESIBILIDAD)



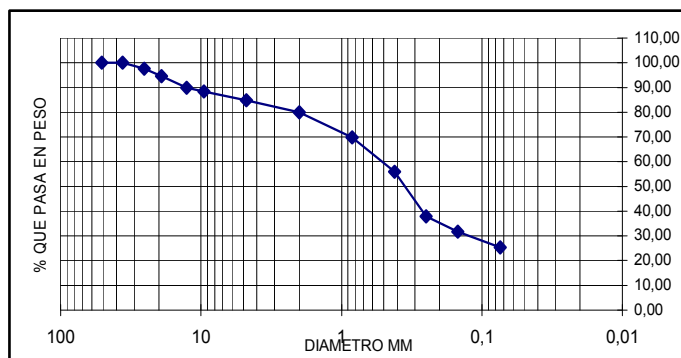
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123

FECHA 16 de agosto de 2008
 PROYECTO proyecto de grado
 LOCALIZACION lebrija

PESO TARA (gr)	6,71
TARA+MUESTRA HUMEDA (gr)	49,3
TARA+MUESTRA SECA (gr)	48,38
PESO AGUA (gr)	0,92
PESO MUEST. SECA (gr)	41,67
HUMEDAD (%)	2,16%

PESO INICIAL DE LA MUESTRA gr: 2000
 PESO DESPUES DE LAVADO gr: 1527
 PORCENTAJE DE ERROR %: 0,36

MALLA No	ABERTURA	PESO SUELO RETENIDO	PORCIENTO RETENIDO PARCIAL	% QUE PASA LA MALLA	MALLA No	ABERTURA	PESO SUELO RETENIDO	PORCIENTO RETENIDO PARCIAL	% QUE PASA LA MALLA
****	mm	gr	%	%	****	mm	gr	%	%
2"	50,8	0,00	0,00	100,00	10	2	95,09	4,75	80,00
1 1/2"	36,1	0,00	0,00	100,00	20	0,84	202,2	10,11	69,89
1"	25,4	49,23	2,46	97,54	40	0,42	280,3	14,02	55,87
3/4"	19,05	59,68	2,98	94,55	60	0,25	358,5	17,93	37,95
1/2"	12,7	91,83	4,59	89,96	100	0,149	124,31	6,22	31,73
3/8"	9,52	32,44	1,62	88,34	200	0,074	128,97	6,45	25,28
No 4	4,75	71,76	3,59	84,75	PASA 200	*****	498,50		
SUMA	*****	304,94	15,25		SUMA	*****	1687,87	59,47	
					TOTAL		1992,81		



GRAVAS= 15,25 %
 ARENAS = 59,47 %
 FINOS= 25,28 %

CLASIFICACION SUCS: SL (ARENA LIMOSA DE BAJA COMPRESIBILIDAD)



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

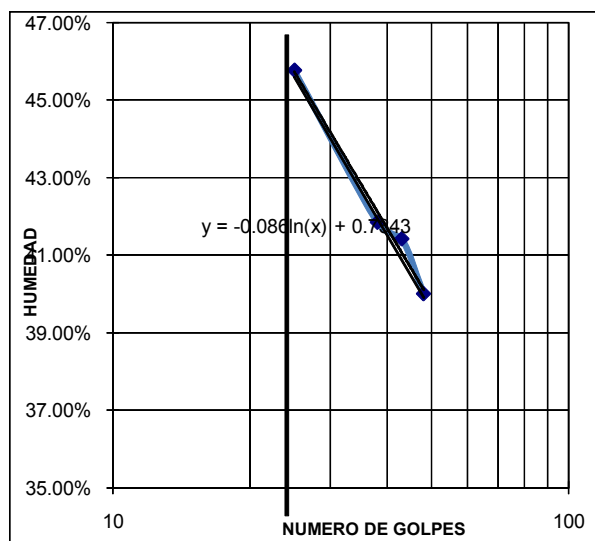
FECHA : 17 de agosto de 2008
 PROYECTO : proyecto de grado
 LOCALIZACION: piedecuesta

LIMITE LIQUIDO

CAPSULA	NUMERO DE	PESO	PESO CAPSULA	PESO CAPSULA	PESO DEL	PESO SUELO	CONTENIDO DE
No	GOLPES	CAPSULA	SUELO HUMED	+ SUELO SECO	AGUA	SECO	AGUA
		gr	gr	gr	gr	gr	%
1	48	7.19	17.48	14.54	2.94	7.35	40.00%
2	43	6.72	14.3	12.08	2.22	5.36	41.42%
3	38	10.89	21.5	18.37	3.13	7.48	41.84%
4	25	6.82	14.4	12.02	2.38	5.2	45.77%

LIMITE PLASTICO

1	-	6.7	14.25	12.15	2.1	5.45	38.53%
2	-	6.64	10.1	9.18	0.92	2.54	36.22%
3	-	10.48	12.7	12.23	0.47	1.75	26.86%
4	-	12.39	13.5	13.21	0.29	0.82	35.37%



LIMITE LIQUIDO : 48%
 LIM. PLASTICO : 34%
 IND. DE PLASTI. : 14%
 CLASIFICACION SUCS. : CH
arcilla arenosa



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

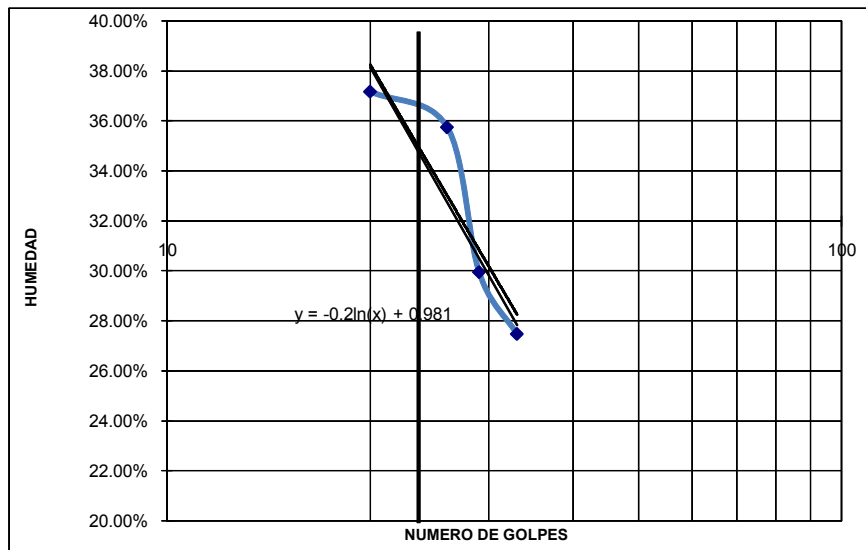
FECHA : 17 de agosto de 2008
 PROYECTO : proyecto de grado
 LOCALIZACION: lebrija

LIMITE LIQUIDO

CAPSULA	NUMERO DE	PESO	PESO CAPSULA	PESO CAPSULA	PESO DEL	PESO SUELO	CONTENIDO DE
No	GOLPES	CAPSULA	+ SUELO HUMEDO	+ SUELO SECO	AGUA	SECO	AGUA
		gr	gr	gr	gr	gr	%
1	33	7.02	16.67	14.59	2.08	7.57	27.48%
2	29	17.39	28.41	25.87	2.54	8.48	29.95%
3	26	7.17	16.7	14.19	2.51	7.02	35.75%
4	20	6.79	20.33	16.66	3.67	9.87	37.18%

LIMITE PLASTICO

1	-	11.36	16.36	15.51	0.85	4.15	20.48%
2	-	10.39	15.39	14.42	0.97	4.03	24.07%
3	-	7.37	14.19	12.97	1.22	5.6	21.79%
4	-	6.7	15.01	13.65	1.36	6.95	19.57%



LIMITE LIQUIDO : 34%

LIM. PLASTICO : 21%

IND. DE PLASTI. : 12%

CLASIFICACION SUCS. : CH
 arena limosa

Anexo B. Ensayos de compactación de proctor.

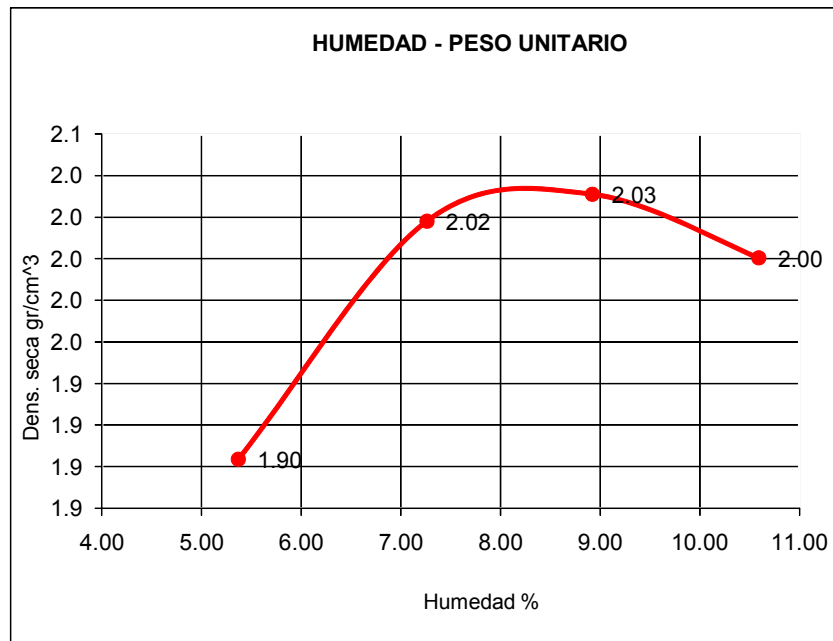


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 PROCTOR STANDART

MUESTRA: ARENA
 METODO: PROCTOR STANDARD

PRUEBA #	1	2	3	4		
# GOLPES	25	25	25	25		
MUESTRA HUMEDA (gr)	3500	3500	3500	3500		
MOLDE #	1	1	1	1		
PESO MOLDE (gr)	4175	4175	4175	4175		
MOLDE+MUESTRA COMPACTADA (gr)	6070	6220	6265	6265		
# TARA	1	2	3	4		
PESO TARA (gr)	7.08	7.21	10.39	7.03		
W TARA+W HUMEDO (gr)	26.91	51.39	38.83	54.33		
W TARA+W SECO (gr)	25.9	48.4	36.5	49.8		
% DE HUMEDAD	5.37	7.26	8.92	10.59		
% DE HUMEDAD PROMEDIO	5.37	7.26	8.92	10.59		
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2.006	2.165	2.212	2.212		
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.90	2.02	2.03	2.00		

VOLUMEN CILINDRO= 944,74 cm ³
RADIO= 5.085 cm
ALTURA= 11.63 cm



Humedad optima %: 11.49

Densidad seca 1.98

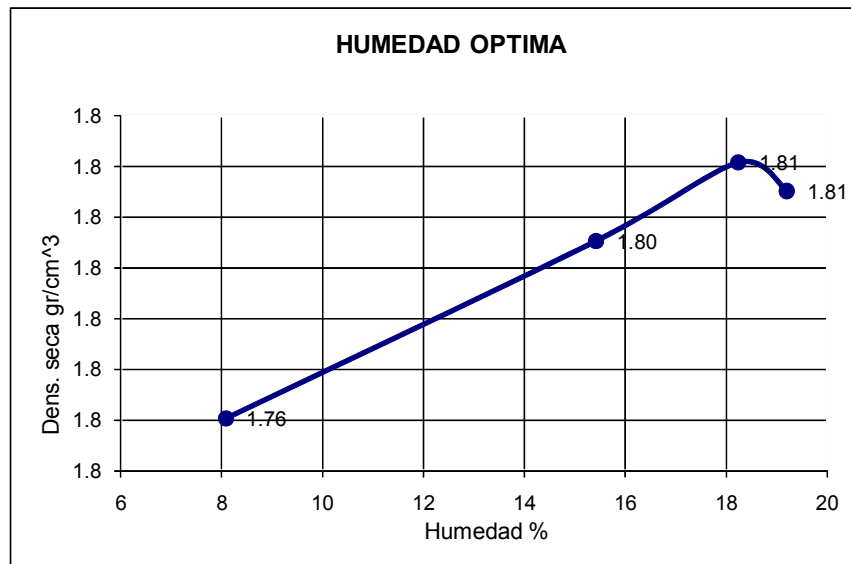


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 PROCTOR STANDART

MUESTRA: ARCILLA
 METODO: PROCTOR STANDARD

PRUEBA #	1	2	3	4	
# GOLPES	25	25	25	25	
MUESTRA HUMEDA (gr)	2500	2500	2500	2500	
MOLDE #	1	1	1	1	
PESO MOLDE (gr)	4145	4145	4145	4145	
MOLDE+MUESTRA COMPACTADA (gr)	5940	6100	6165	6175	
# TARA	1	2	3	4	
PESO TARA (gr)	6.96	7.13	11.34	10.69	
W TARA+W HUMEDO (gr)	18.46	16.56	25.6	22.3	
W TARA+W SECO (gr)	17.6	15.3	23.4	20.43	
% DE HUMEDAD	8.08	15.42	18.24	19.20	
% DE HUMEDAD PROMEDIO	8.08	15.42	18.24	19.20	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.903	2.072	2.141	2.152	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.76	1.80	1.81	1.81	

VOLUMEN CILINDRO= 943.45 cm ³
RADIO= 5.08 cm
ALTURA= 11.66 cm



Humedad optima %: 18.2

Densidad seca 1.81

Anexo C. Ensayos de compresión simple en muestras de suelo sin y con polietileno de baja densidad.

SIN POLIETILENO

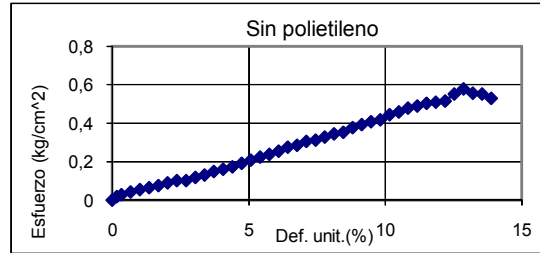


**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA LEBRIJA**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diametro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25

0,0254

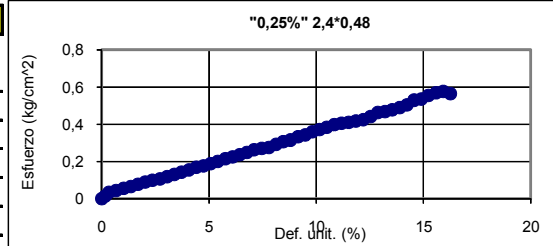


Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	0,9	0,25	0,0017	0,02	0,169
0,3	1,4	0,51	0,0034	0,03	0,339
0,6	2,1	1,02	0,0068	0,04	0,677
0,9	2,7	1,52	0,0102	0,06	1,016
1,2	3,2	2,03	0,0135	0,07	1,355
1,5	3,7	2,54	0,0169	0,08	1,693
1,8	4,4	3,05	0,0203	0,09	2,032
2,1	5	3,56	0,0237	0,10	2,371
2,4	5	4,06	0,0271	0,10	2,709
2,7	5,8	4,57	0,0305	0,12	3,048
3	6,4	5,08	0,0339	0,13	3,387
3,3	7,3	5,59	0,0373	0,15	3,725
3,6	7,9	6,10	0,0406	0,16	4,064
3,9	8,5	6,60	0,0440	0,17	4,403
4,2	9,4	7,11	0,0474	0,19	4,741
4,5	10,2	7,62	0,0508	0,21	5,080
4,8	11	8,13	0,0542	0,22	5,419
5,1	11,7	8,64	0,0576	0,24	5,757
5,4	12,5	9,14	0,0610	0,26	6,096
5,7	13,5	9,65	0,0643	0,28	6,435
6	14	10,16	0,0677	0,29	6,773
6,3	15	10,67	0,0711	0,31	7,112
6,6	15,3	11,18	0,0745	0,31	7,451
6,9	16,1	11,68	0,0779	0,33	7,789
7,2	16,9	12,19	0,0813	0,34	8,128
7,5	17,3	12,70	0,0847	0,35	8,467
7,8	18,5	13,21	0,0881	0,38	8,805
8,1	19,3	13,72	0,0914	0,39	9,144
8,4	20	14,22	0,0948	0,41	9,483
8,7	20,5	14,73	0,0982	0,42	9,821
9	21,8	15,24	0,1016	0,44	10,160
9,3	22,5	15,75	0,1050	0,46	10,499
9,6	23,5	16,26	0,1084	0,48	10,837
9,9	24	16,76	0,1118	0,49	11,176
10,2	24,7	17,27	0,1151	0,50	11,515
10,5	25	17,78	0,1185	0,51	11,853
10,8	25,3	18,29	0,1219	0,52	12,192
11,1	27,1	18,80	0,1253	0,55	12,531
11,4	28,4	19,30	0,1287	0,58	12,869
11,7	27,3	19,81	0,1321	0,56	13,208
12	27,1	20,32	0,1355	0,55	13,547
12,3	26	20,83	0,1389	0,53	13,885



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 1	0,25%	2,4*0,48
DIMENSIONES CILINDRO		
Diámetro superior (cm)	7,9	
Diámetro central (cm)	7,9	
Diametro inferior (cm)	7,9	
Altura (cm)	15,00	
Área (cm ²)	49,02	
Volumen (cm ³)	735,25	



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	0,7	0,25	0,0017	0,01	0,169
0,3	1,7	0,51	0,0034	0,03	0,339
0,6	2,1	1,02	0,0068	0,04	0,677
0,9	2,7	1,52	0,0102	0,06	1,016
1,2	3,2	2,03	0,0135	0,07	1,355
1,5	3,8	2,54	0,0169	0,08	1,693
1,8	4,4	3,05	0,0203	0,09	2,032
2,1	4,8	3,56	0,0237	0,10	2,371
2,4	5,2	4,06	0,0271	0,11	2,709
2,7	5,8	4,57	0,0305	0,12	3,048
3	6,4	5,08	0,0339	0,13	3,387
3,3	7	5,59	0,0373	0,14	3,725
3,6	7,5	6,10	0,0406	0,15	4,064
3,9	8,3	6,60	0,0440	0,17	4,403
4,2	8,6	7,11	0,0474	0,18	4,741
4,5	9,2	7,62	0,0508	0,19	5,080
4,8	9,8	8,13	0,0542	0,20	5,419
5,1	10,5	8,64	0,0576	0,21	5,757
5,4	11	9,14	0,0610	0,22	6,096
5,7	11,6	9,65	0,0643	0,24	6,435
6	12,1	10,16	0,0677	0,25	6,773
6,3	12,9	10,67	0,0711	0,26	7,112
6,6	13,2	11,18	0,0745	0,27	7,451
6,9	13,4	11,68	0,0779	0,27	7,789
7,2	14,3	12,19	0,0813	0,29	8,128
7,5	15	12,70	0,0847	0,31	8,467
7,8	15,4	13,21	0,0881	0,31	8,805
8,1	16,3	13,72	0,0914	0,33	9,144
8,4	16,8	14,22	0,0948	0,34	9,483
8,7	17,6	14,73	0,0982	0,36	9,821
9	18,2	15,24	0,1016	0,37	10,160
9,3	18,8	15,75	0,1050	0,38	10,499
9,6	19,5	16,26	0,1084	0,40	10,837
9,9	19,8	16,76	0,1118	0,40	11,176
10,2	20,1	17,27	0,1151	0,41	11,515
10,5	20,4	17,78	0,1185	0,42	11,853
10,8	20,8	18,29	0,1219	0,42	12,192
11,1	21,6	18,80	0,1253	0,44	12,531
11,4	22,6	19,30	0,1287	0,46	12,869
11,7	22,9	19,81	0,1321	0,47	13,208
12	23,4	20,32	0,1355	0,48	13,547
12,3	24	20,83	0,1389	0,49	13,885
12,6	24,7	21,34	0,1422	0,50	14,224
12,9	25,9	21,84	0,1456	0,53	14,563
13,2	26,2	22,35	0,1490	0,53	14,901
13,5	27,1	22,86	0,1524	0,55	15,240
13,8	27,9	23,37	0,1558	0,57	15,579
14,1	28,2	23,88	0,1592	0,58	15,917
14,4	27,6	24,38	0,1626	0,56	16,256

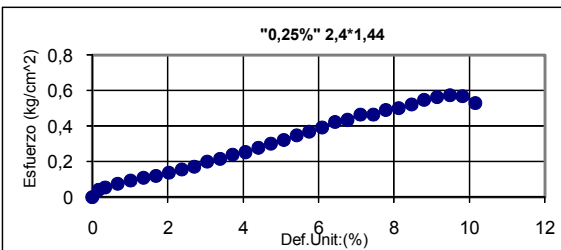


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 3 **0,25%** **2,4*1,44**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diametro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volumen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	2	0,25	0,0017	0,04	0,169
0,3	2,7	0,51	0,0034	0,06	0,339
0,6	3,7	1,02	0,0068	0,08	0,677
0,9	4,6	1,52	0,0102	0,09	1,016
1,2	5,3	2,03	0,0135	0,11	1,355
1,5	5,8	2,54	0,0169	0,12	1,693
1,8	6,7	3,05	0,0203	0,14	2,032
2,1	7,6	3,56	0,0237	0,16	2,371
2,4	8,4	4,064	0,0271	0,17	2,709
2,7	9,8	4,572	0,0305	0,20	3,048
3	10,6	5,08	0,0339	0,22	3,387
3,3	11,7	5,588	0,0373	0,24	3,725
3,6	12,4	6,096	0,0406	0,25	4,064
3,9	13,6	6,604	0,0440	0,28	4,403
4,2	14,8	7,112	0,0474	0,30	4,741
4,5	15,8	7,62	0,0508	0,32	5,080
4,8	17	8,128	0,0542	0,35	5,419
5,1	18	8,636	0,0576	0,37	5,757
5,4	19,2	9,144	0,0610	0,39	6,096
5,7	20,7	9,652	0,0643	0,42	6,435
6	21,3	10,16	0,0677	0,43	6,773
6,3	22,8	10,668	0,0711	0,47	7,112
6,6	22,8	11,176	0,0745	0,47	7,451
6,9	24	11,684	0,0779	0,49	7,789
7,2	24,6	12,192	0,0813	0,50	8,128
7,5	25,5	12,7	0,0847	0,52	8,467
7,8	26,8	13,208	0,0881	0,55	8,805
8,1	27,6	13,716	0,0914	0,56	9,144
8,4	28,1	14,224	0,0948	0,57	9,483
8,7	27,9	14,732	0,0982	0,57	9,821
9	26	15,24	0,1016	0,53	10,160

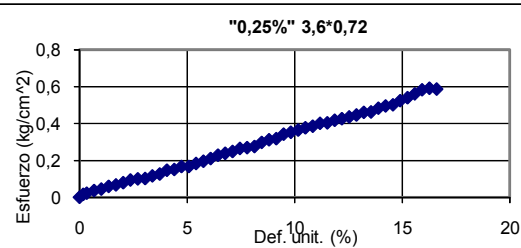


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 1 **0,25%** **3,6*0,72**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diametro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volumen (cm ³)	735,25



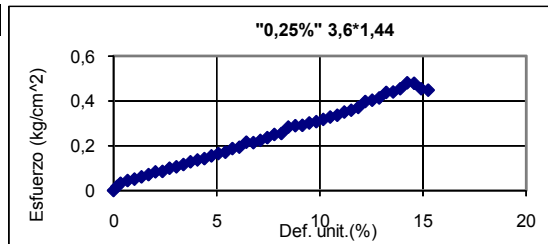
0,0254

Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	0,8	0,25	0,0017	0,02	0,169
0,3	1,1	0,51	0,0034	0,02	0,339
0,6	1,8	1,02	0,0068	0,04	0,677
0,9	2,2	1,52	0,0102	0,04	1,016
1,2	2,9	2,03	0,0135	0,06	1,355
1,5	3,3	2,54	0,0169	0,07	1,693
1,8	3,9	3,05	0,0203	0,08	2,032
2,1	4,6	3,56	0,0237	0,09	2,371
2,4	4,9	4,06	0,0271	0,10	2,709
2,7	5	4,57	0,0305	0,10	3,048
3	5,7	5,08	0,0339	0,12	3,387
3,3	6,2	5,59	0,0373	0,13	3,725
3,6	7,2	6,10	0,0406	0,15	4,064
3,9	7,4	6,60	0,0440	0,15	4,403
4,2	8,2	7,11	0,0474	0,17	4,741
4,5	8,2	7,62	0,0508	0,17	5,080
4,8	9	8,13	0,0542	0,18	5,419
5,1	9,6	8,64	0,0576	0,20	5,757
5,4	10,3	9,14	0,0610	0,21	6,096
5,7	11,2	9,65	0,0643	0,23	6,435
6	11,7	10,16	0,0677	0,24	6,773
6,3	12,2	10,67	0,0711	0,25	7,112
6,6	13	11,18	0,0745	0,27	7,451
6,9	13,2	11,68	0,0779	0,27	7,789
7,2	13,5	12,19	0,0813	0,28	8,128
7,5	14,6	12,70	0,0847	0,30	8,467
7,8	15,3	13,21	0,0881	0,31	8,805
8,1	15,6	13,72	0,0914	0,32	9,144
8,4	16,8	14,22	0,0948	0,34	9,483
8,7	17,3	14,73	0,0982	0,35	9,821
9	17,9	15,24	0,1016	0,37	10,160
9,3	18,5	15,75	0,1050	0,38	10,499
9,6	18,9	16,26	0,1084	0,39	10,837
9,9	19,7	16,76	0,1118	0,40	11,176
10,2	19,8	17,27	0,1151	0,40	11,515
10,5	20,5	17,78	0,1185	0,42	11,853
10,8	20,9	18,29	0,1219	0,43	12,192
11,1	21,4	18,80	0,1253	0,44	12,531
11,4	21,9	19,30	0,1287	0,45	12,869
11,7	22,6	19,81	0,1321	0,46	13,208
12	22,7	20,32	0,1355	0,46	13,547
12,3	23,7	20,83	0,1389	0,48	13,885
12,6	24,3	21,34	0,1422	0,50	14,224
12,9	24,6	21,84	0,1456	0,50	14,563
13,2	25,7	22,35	0,1490	0,52	14,901
13,5	26,5	22,86	0,1524	0,54	15,240
13,8	27,5	23,37	0,1558	0,56	15,579
14,1	28,6	23,88	0,1592	0,58	15,917
14,4	29	24,38	0,1626	0,59	16,256
14,7	28,8	24,89	0,1659	0,59	16,595



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA LEBRUJA

PROBETA 2	0,25%	3,6*1,44
DIMENSIONES CILINDRO		
Diámetro superior (cm)	7,9	
Diámetro central (cm)	7,9	
Diámetro inferior (cm)	7,9	
Altura (cm)	15,00	
Área (cm ²)	49,02	
Volumen (cm ³)	735,25	

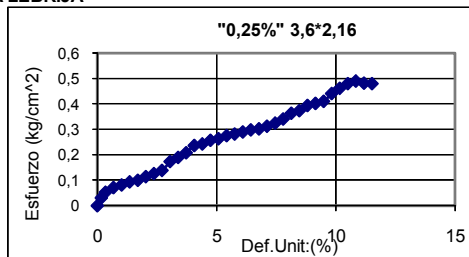


Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	0,9	0,25	0,0017	0,02	0,169
0,3	1,6	0,51	0,0034	0,03	0,339
0,6	2,2	1,02	0,0068	0,04	0,677
0,9	2,5	1,52	0,0102	0,05	1,016
1,2	3	2,03	0,0135	0,06	1,355
1,5	3,5	2,54	0,0169	0,07	1,693
1,8	4,1	3,05	0,0203	0,08	2,032
2,1	4,2	3,56	0,0237	0,09	2,371
2,4	4,9	4,06	0,0271	0,10	2,709
2,7	5,2	4,57	0,0305	0,11	3,048
3	5,7	5,08	0,0339	0,12	3,387
3,3	6,3	5,59	0,0373	0,13	3,725
3,6	6,7	6,10	0,0406	0,14	4,064
3,9	7	6,60	0,0440	0,14	4,403
4,2	7,6	7,11	0,0474	0,16	4,741
4,5	8,1	7,62	0,0508	0,17	5,080
4,8	8,4	8,13	0,0542	0,17	5,419
5,1	9,2	8,64	0,0576	0,19	5,757
5,4	9,5	9,14	0,0610	0,19	6,096
5,7	10,6	9,65	0,0643	0,22	6,435
6	10,5	10,16	0,0677	0,21	6,773
6,3	11	10,67	0,0711	0,22	7,112
6,6	11,6	11,18	0,0745	0,24	7,451
6,9	12,3	11,68	0,0779	0,25	7,789
7,2	12,5	12,19	0,0813	0,26	8,128
7,5	13,9	12,70	0,0847	0,28	8,467
7,8	14,2	13,21	0,0881	0,29	8,805
8,1	14,3	13,72	0,0914	0,29	9,144
8,4	14,8	14,22	0,0948	0,30	9,483
8,7	15,1	14,73	0,0982	0,31	9,821
9	15,6	15,24	0,1016	0,32	10,160
9,3	16,1	15,75	0,1050	0,33	10,499
9,6	16,5	16,26	0,1084	0,34	10,837
9,9	17,2	16,76	0,1118	0,35	11,176
10,2	17,6	17,27	0,1151	0,36	11,515
10,5	18,2	17,78	0,1185	0,37	11,853
10,8	19,5	18,29	0,1219	0,40	12,192
11,1	19,8	18,80	0,1253	0,40	12,531
11,4	20,3	19,30	0,1287	0,41	12,869
11,7	21,5	19,812	0,1321	0,44	13,208
12	21,6	20,32	0,1355	0,44	13,547
12,3	22,3	20,828	0,1389	0,45	13,885
12,6	23,6	21,336	0,1422	0,48	14,224
12,9	23,5	21,844	0,1456	0,48	14,563
13,2	22,3	22,352	0,1490	0,45	14,901
13,5	22	22,86	0,1524	0,45	15,240



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 3	0,25%	3,6*2,16
DIMENSIONES CILINDRO		
Diámetro superior (cm)	7,9	
Diámetro central (cm)	7,9	
Diámetro inferior (cm)	7,9	
Altura (cm)	15,00	
Área (cm ²)	49,02	
Volumen (cm ³)	735,25	

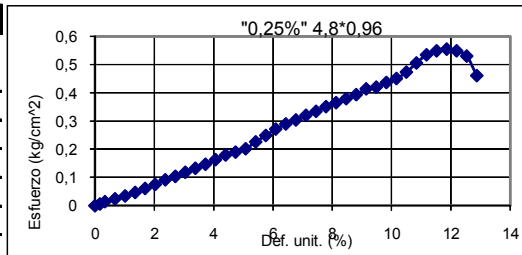


Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	1,5	0,25	0,0017	0,03	0,169
0,3	2,6	0,51	0,0034	0,05	0,339
0,6	3,5	1,02	0,0068	0,07	0,677
0,9	4	1,52	0,0102	0,08	1,016
1,2	4,6	2,03	0,0135	0,09	1,355
1,5	4,9	2,54	0,0169	0,10	1,693
1,8	5,6	3,05	0,0203	0,11	2,032
2,1	6,2	3,56	0,0237	0,13	2,371
2,4	6,8	4,064	0,0271	0,14	2,709
2,7	8,5	4,572	0,0305	0,17	3,048
3	9,3	5,08	0,0339	0,19	3,387
3,3	10,2	5,588	0,0373	0,21	3,725
3,6	11,6	6,096	0,0406	0,24	4,064
3,9	11,9	6,604	0,0440	0,24	4,403
4,2	12,6	7,112	0,0474	0,26	4,741
4,5	12,9	7,62	0,0508	0,26	5,080
4,8	13,5	8,128	0,0542	0,28	5,419
5,1	13,8	8,636	0,0576	0,28	5,757
5,4	14,2	9,144	0,0610	0,29	6,096
5,7	14,6	9,652	0,0643	0,30	6,435
6	14,8	10,16	0,0677	0,30	6,773
6,3	15,3	10,668	0,0711	0,31	7,112
6,6	15,9	11,176	0,0745	0,32	7,451
6,9	16,7	11,684	0,0779	0,34	7,789
7,2	17,8	12,192	0,0813	0,36	8,128
7,5	18,3	12,7	0,0847	0,37	8,467
7,8	19,3	13,208	0,0881	0,39	8,805
8,1	19,7	13,716	0,0914	0,40	9,144
8,4	20,1	14,224	0,0948	0,41	9,483
8,7	21,6	14,732	0,0982	0,44	9,821
9	22,6	15,24	0,1016	0,46	10,160
9,3	23,5	15,75	0,1050	0,48	10,499
9,6	24	16,26	0,1084	0,49	10,837
9,9	23,6	16,76	0,1118	0,48	11,176
10,2	23,5	17,27	0,1151	0,48	11,515



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 1	0,25%	4,8*0,96
DIMENSIONES CILINDRO		
Diámetro superior (cm)	7,9	
Diámetro central (cm)	7,9	
Diametro inferior (cm)	7,9	
Altura (cm)	15,00	
Área (cm²)	49,02	
Volúmen (cm³)	735,25	



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	0,3	0,25	0,0017	0,01	0,169
0,3	0,7	0,51	0,0034	0,01	0,339
0,6	1,2	1,02	0,0068	0,02	0,677
0,9	1,7	1,52	0,0102	0,03	1,016
1,2	2,3	2,03	0,0135	0,05	1,355
1,5	3	2,54	0,0169	0,06	1,693
1,8	3,7	3,05	0,0203	0,08	2,032
2,1	4,5	3,56	0,0237	0,09	2,371
2,4	5,1	4,06	0,0271	0,10	2,709
2,7	5,8	4,57	0,0305	0,12	3,048
3	6,5	5,08	0,0339	0,13	3,387
3,3	7,2	5,59	0,0373	0,15	3,725
3,6	8	6,10	0,0406	0,16	4,064
3,9	8,8	6,60	0,0440	0,18	4,403
4,2	9,3	7,11	0,0474	0,19	4,741
4,5	9,9	7,62	0,0508	0,20	5,080
4,8	11,1	8,13	0,0542	0,23	5,419
5,1	12,2	8,64	0,0576	0,25	5,757
5,4	13,3	9,14	0,0610	0,27	6,096
5,7	14,2	9,65	0,0643	0,29	6,435
6	14,9	10,16	0,0677	0,30	6,773
6,3	15,7	10,67	0,0711	0,32	7,112
6,6	16,4	11,18	0,0745	0,33	7,451
6,9	17,2	11,68	0,0779	0,35	7,789
7,2	17,9	12,19	0,0813	0,37	8,128
7,5	18,6	12,70	0,0847	0,38	8,467
7,8	19,3	13,21	0,0881	0,39	8,805
8,1	20,3	13,72	0,0914	0,41	9,144
8,4	20,6	14,22	0,0948	0,42	9,483
8,7	21,4	14,73	0,0982	0,44	9,821
9	22,1	15,24	0,1016	0,45	10,160
9,3	23,2	15,75	0,1050	0,47	10,499
9,6	24,8	16,26	0,1084	0,51	10,837
9,9	26,2	16,76	0,1118	0,53	11,176
10,2	26,9	17,27	0,1151	0,55	11,515
10,5	27,2	17,78	0,1185	0,55	11,853
10,8	26,9	18,29	0,1219	0,55	12,192
11,1	26	18,80	0,1253	0,53	12,531
11,4	22,6	19,30	0,1287	0,46	12,869

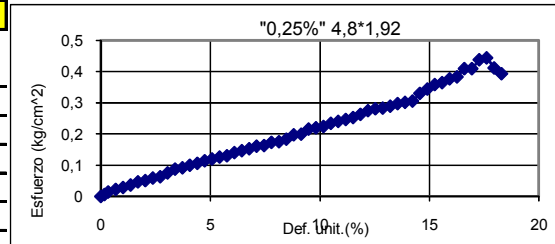


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 2 0,25% 4,8*1,92

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volumen (cm ³)	735,25

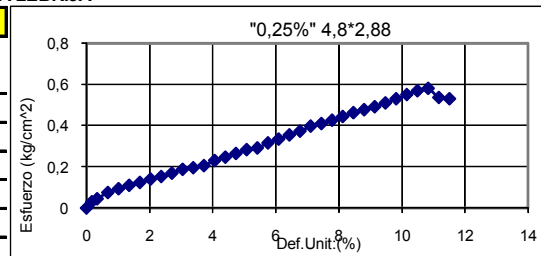


Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	0,3	0,25	0,0017	0,01	0,169
0,3	0,7	0,51	0,0034	0,01	0,339
0,6	1,1	1,02	0,0068	0,02	0,677
0,9	1,4	1,52	0,0102	0,03	1,016
1,2	1,8	2,03	0,0135	0,04	1,355
1,5	2,3	2,54	0,0169	0,05	1,693
1,8	2,5	3,05	0,0203	0,05	2,032
2,1	2,9	3,56	0,0237	0,06	2,371
2,4	3,1	4,06	0,0271	0,06	2,709
2,7	3,7	4,57	0,0305	0,08	3,048
3	4,3	5,08	0,0339	0,09	3,387
3,3	4,5	5,59	0,0373	0,09	3,725
3,6	4,9	6,10	0,0406	0,10	4,064
3,9	5,2	6,60	0,0440	0,11	4,403
4,2	5,6	7,11	0,0474	0,11	4,741
4,5	5,9	7,62	0,0508	0,12	5,080
4,8	6,2	8,13	0,0542	0,13	5,419
5,1	6,4	8,64	0,0576	0,13	5,757
5,4	6,9	9,14	0,0610	0,14	6,096
5,7	7,2	9,65	0,0643	0,15	6,435
6	7,5	10,16	0,0677	0,15	6,773
6,3	7,9	10,67	0,0711	0,16	7,112
6,6	8	11,18	0,0745	0,16	7,451
6,9	8,5	11,68	0,0779	0,17	7,789
7,2	8,6	12,19	0,0813	0,18	8,128
7,5	9	12,70	0,0847	0,18	8,467
7,8	9,7	13,21	0,0881	0,20	8,805
8,1	9,8	13,72	0,0914	0,20	9,144
8,4	10,6	14,22	0,0948	0,22	9,483
8,7	10,8	14,73	0,0982	0,22	9,821
9	11	15,24	0,1016	0,22	10,160
9,3	11,5	15,75	0,1050	0,23	10,499
9,6	11,8	16,26	0,1084	0,24	10,837
9,9	12,1	16,76	0,1118	0,25	11,176
10,2	12,4	17,27	0,1151	0,25	11,515
10,5	12,9	17,78	0,1185	0,26	11,853
10,8	13,5	18,29	0,1219	0,28	12,192
11,1	13,8	18,80	0,1253	0,28	12,531
11,4	13,9	19,30	0,1287	0,28	12,869
11,7	14,2	19,812	0,1321	0,29	13,208
12	14,6	20,32	0,1355	0,30	13,547
12,3	14,8	20,828	0,1389	0,30	13,885
12,6	15	21,336	0,1422	0,31	14,224
12,9	16,2	21,84	0,1456	0,33	14,563
13,2	16,9	22,35	0,1490	0,34	14,901
13,5	17,6	22,86	0,1524	0,36	15,240
13,8	17,9	23,37	0,1558	0,37	15,579
14,1	18,5	23,88	0,1592	0,38	15,917
14,4	18,8	24,38	0,1626	0,38	16,256
14,7	20,1	24,89	0,1659	0,41	16,595
15	20,1	25,40	0,1693	0,41	16,933
15,3	21,5	25,91	0,1727	0,44	17,272
15,6	21,8	26,42	0,1761	0,44	17,611
15,9	20,2	26,92	0,1795	0,41	17,949
16,2	19,3	27,43	0,1829	0,39	18,288



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 3	0,25%	4,8*2,88
DIMENSIONES CILINDRO		
Diámetro superior (cm)	7,9	
Diámetro central (cm)	7,9	
Diámetro inferior (cm)	7,9	
Altura (cm)	15,00	
Área (cm ²)	49,02	
Volumen (cm ³)	735,25	

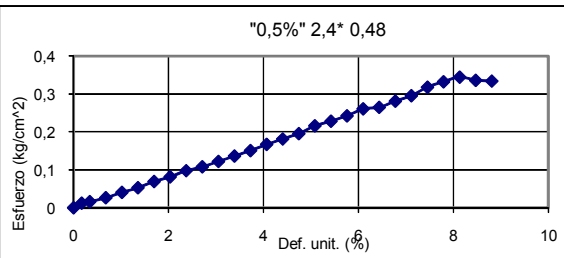


Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	1,5	0,25	0,0017	0,03	0,169
0,3	2,2	0,51	0,0034	0,04	0,339
0,6	3,7	1,02	0,0068	0,08	0,677
0,9	4,6	1,52	0,0102	0,09	1,016
1,2	5,4	2,03	0,0135	0,11	1,355
1,5	6,1	2,54	0,0169	0,12	1,693
1,8	6,9	3,05	0,0203	0,14	2,032
2,1	7,5	3,556	0,0237	0,15	2,371
2,4	8,3	4,064	0,0271	0,17	2,709
2,7	9,2	4,572	0,0305	0,19	3,048
3	9,6	5,08	0,0339	0,20	3,387
3,3	10,1	5,588	0,0373	0,21	3,725
3,6	11,3	6,096	0,0406	0,23	4,064
3,9	12,1	6,604	0,0440	0,25	4,403
4,2	13	7,112	0,0474	0,27	4,741
4,5	13,9	7,62	0,0508	0,28	5,080
4,8	14,3	8,128	0,0542	0,29	5,419
5,1	15,5	8,636	0,0576	0,32	5,757
5,4	16,4	9,144	0,0610	0,33	6,096
5,7	17,4	9,652	0,0643	0,35	6,435
6	18,3	10,16	0,0677	0,37	6,773
6,3	19,5	10,668	0,0711	0,40	7,112
6,6	20,1	11,176	0,0745	0,41	7,451
6,9	20,9	11,684	0,0779	0,43	7,789
7,2	21,8	12,192	0,0813	0,44	8,128
7,5	22,7	12,7	0,0847	0,46	8,467
7,8	23,4	13,208	0,0881	0,48	8,805
8,1	24,1	13,716	0,0914	0,49	9,144
8,4	25	14,224	0,0948	0,51	9,483
8,7	26	14,732	0,0982	0,53	9,821
9	27	15,24	0,1016	0,55	10,160
9,3	27,9	15,75	0,1050	0,57	10,499
9,6	28,5	16,26	0,1084	0,58	10,837
9,9	28,3	16,76	0,1118	0,54	11,176
10,2	26	17,27	0,1151	0,53	11,515



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 1 **0,50%** **2,4*0,48**
DIMENSIONES CILINDRO
 Diámetro superior (cm) _____ 7,9
 Diámetro central (cm) _____ 7,9
 Diámetro inferior (cm) _____ 7,9
 Altura (cm) _____ 15,00
 Área (cm²) _____ 49,02
 Volúmen (cm³) _____ 735,25



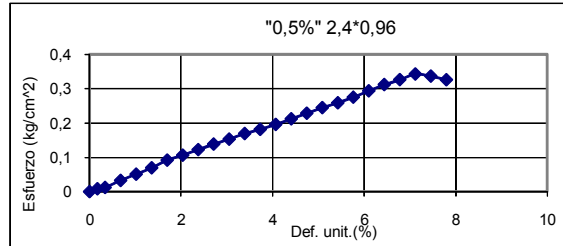
0,0254

Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	0,6	0,25	0,0017	0,01	0,169
0,3	0,8	0,51	0,0034	0,02	0,339
0,6	1,3	1,02	0,0068	0,03	0,677
0,9	2	1,52	0,0102	0,04	1,016
1,2	2,6	2,03	0,0135	0,05	1,355
1,5	3,4	2,54	0,0169	0,07	1,693
1,8	4	3,05	0,0203	0,08	2,032
2,1	4,8	3,56	0,0237	0,10	2,371
2,4	5,3	4,06	0,0271	0,11	2,709
2,7	6	4,57	0,0305	0,12	3,048
3	6,7	5,08	0,0339	0,14	3,387
3,3	7,4	5,59	0,0373	0,15	3,725
3,6	8,2	6,10	0,0406	0,17	4,064
3,9	8,9	6,60	0,0440	0,18	4,403
4,2	9,6	7,11	0,0474	0,20	4,741
4,5	10,6	7,62	0,0508	0,22	5,080
4,8	11,2	8,13	0,0542	0,23	5,419
5,1	11,9	8,64	0,0576	0,24	5,757
5,4	12,8	9,14	0,0610	0,26	6,096
5,7	13	9,65	0,0643	0,27	6,435
6	13,8	10,16	0,0677	0,28	6,773
6,3	14,5	10,67	0,0711	0,30	7,112
6,6	15,6	11,18	0,0745	0,32	7,451
6,9	16,3	11,68	0,0779	0,33	7,789
7,2	16,9	12,19	0,0813	0,34	8,128
7,5	16,5	12,70	0,0847	0,34	8,467
7,8	16,4	13,21	0,0881	0,33	8,805



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 2	0,50%	2,4*0,96
DIMENSIONES CILINDRO		
Diámetro superior (cm)	7,9	
Diámetro central (cm)	7,9	
Diámetro inferior (cm)	7,9	
Altura (cm)	15,00	
Área (cm ²)	49,02	
Volúmen (cm ³)	735,25	



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	0,4	0,25	0,0017	0,01	0,169
0,3	0,6	0,51	0,0034	0,01	0,339
0,6	1,6	1,02	0,0068	0,03	0,677
0,9	2,5	1,52	0,0102	0,05	1,016
1,2	3,4	2,03	0,0135	0,07	1,355
1,5	4,5	2,54	0,0169	0,09	1,693
1,8	5,2	3,05	0,0203	0,11	2,032
2,1	6	3,56	0,0237	0,12	2,371
2,4	6,8	4,06	0,0271	0,14	2,709
2,7	7,5	4,57	0,0305	0,15	3,048
3	8,3	5,08	0,0339	0,17	3,387
3,3	8,9	5,59	0,0373	0,18	3,725
3,6	9,6	6,10	0,0406	0,20	4,064
3,9	10,4	6,60	0,0440	0,21	4,403
4,2	11,2	7,11	0,0474	0,23	4,741
4,5	12	7,62	0,0508	0,24	5,080
4,8	12,7	8,13	0,0542	0,26	5,419
5,1	13,5	8,64	0,0576	0,28	5,757
5,4	14,4	9,14	0,0610	0,29	6,096
5,7	15,3	9,65	0,0643	0,31	6,435
6	16	10,16	0,0677	0,33	6,773
6,3	16,8	10,67	0,0711	0,34	7,112
6,6	16,5	11,18	0,0745	0,34	7,451
6,9	16	11,68	0,0779	0,33	7,789

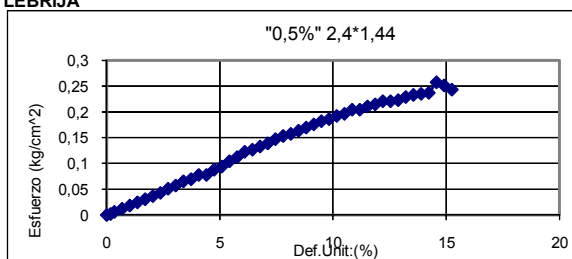


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 3 **0,50%** **2,4*1,44**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volumen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	0,1	0,25	0,0017	0,00	0,169
0,3	0,3	0,51	0,0034	0,01	0,339
0,6	0,6	1,02	0,0068	0,01	0,677
0,9	0,9	1,52	0,0102	0,02	1,016
1,2	1,2	2,03	0,0135	0,02	1,355
1,5	1,5	2,54	0,0169	0,03	1,693
1,8	1,8	3,05	0,0203	0,04	2,032
2,1	2,1	3,56	0,0237	0,04	2,371
2,4	2,5	4,06	0,0271	0,05	2,709
2,7	2,8	4,57	0,0305	0,06	3,048
3	3,2	5,08	0,0339	0,07	3,387
3,3	3,4	5,58	0,0373	0,07	3,725
3,6	3,8	6,09	0,0406	0,08	4,064
3,9	3,8	6,60	0,0440	0,08	4,403
4,2	4,3	7,12	0,0474	0,09	4,741
4,5	4,6	7,62	0,0508	0,09	5,080
4,8	5,1	8,12	0,0542	0,10	5,419
5,1	5,5	8,63	0,0576	0,11	5,757
5,4	6	9,14	0,0610	0,12	6,096
5,7	6,2	9,65	0,0643	0,13	6,435
6	6,5	10,16	0,0677	0,13	6,773
6,3	6,8	10,66	0,0711	0,14	7,112
6,6	7,2	11,17	0,0745	0,15	7,451
6,9	7,5	11,68	0,0779	0,15	7,789
7,2	7,7	12,19	0,0813	0,16	8,128
7,5	8	12,7	0,0847	0,16	8,467
7,8	8,3	13,20	0,0881	0,17	8,805
8,1	8,6	13,71	0,0914	0,18	9,144
8,4	8,9	14,22	0,0948	0,18	9,483
8,7	9,1	14,73	0,0982	0,19	9,821
9	9,4	15,24	0,1016	0,19	10,160
9,3	9,6	15,75	0,1050	0,20	10,499
9,6	10	16,26	0,1084	0,20	10,837
9,9	10	16,76	0,1118	0,20	11,176
10,2	10,3	17,27	0,1151	0,21	11,515
10,5	10,5	17,78	0,1185	0,21	11,853
10,8	10,8	18,29	0,1219	0,22	12,192
11,1	10,8	18,80	0,1253	0,22	12,531
11,4	10,9	19,30	0,1287	0,22	12,869
11,7	11,2	19,81	0,1321	0,23	13,208
12	11,4	20,32	0,1355	0,23	13,547
12,3	11,5	20,82	0,1389	0,23	13,885
12,6	11,6	21,33	0,1422	0,24	14,224
12,9	12,6	21,84	0,1456	0,26	14,563
13,2	12,3	22,35	0,1490	0,25	14,901
13,5	11,9	22,86	0,1524	0,24	15,240



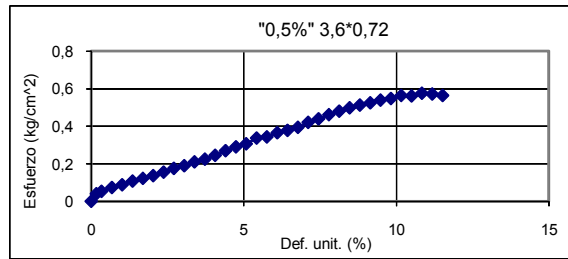
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 1 **0,50%** **3,6*0,72**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diametro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volumen (cm ³)	735,25

0,0254

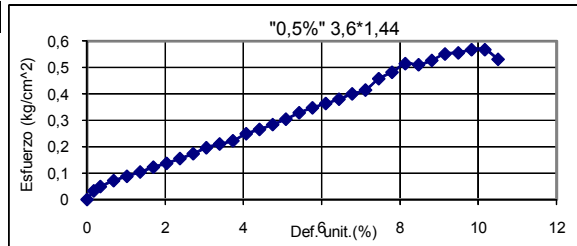


Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	2	0,25	0,0017	0,04	0,169
0,3	2,6	0,51	0,0034	0,05	0,339
0,6	3,6	1,02	0,0068	0,07	0,677
0,9	4,3	1,52	0,0102	0,09	1,016
1,2	5,3	2,03	0,0135	0,11	1,355
1,5	6	2,54	0,0169	0,12	1,693
1,8	6,7	3,05	0,0203	0,14	2,032
2,1	7,6	3,56	0,0237	0,16	2,371
2,4	8,6	4,06	0,0271	0,18	2,709
2,7	9,3	4,57	0,0305	0,19	3,048
3	10,3	5,08	0,0339	0,21	3,387
3,3	11	5,59	0,0373	0,22	3,725
3,6	12	6,10	0,0406	0,24	4,064
3,9	13,2	6,60	0,0440	0,27	4,403
4,2	14,2	7,11	0,0474	0,29	4,741
4,5	15	7,62	0,0508	0,31	5,080
4,8	16,5	8,13	0,0542	0,34	5,419
5,1	16,8	8,64	0,0576	0,34	5,757
5,4	17,9	9,14	0,0610	0,37	6,096
5,7	18,5	9,65	0,0643	0,38	6,435
6	19,3	10,16	0,0677	0,39	6,773
6,3	20,6	10,67	0,0711	0,42	7,112
6,6	21,5	11,18	0,0745	0,44	7,451
6,9	22,6	11,68	0,0779	0,46	7,789
7,2	23,5	12,19	0,0813	0,48	8,128
7,5	24,4	12,70	0,0847	0,50	8,467
7,8	25,1	13,21	0,0881	0,51	8,805
8,1	25,7	13,72	0,0914	0,52	9,144
8,4	26,4	14,22	0,0948	0,54	9,483
8,7	26,8	14,73	0,0982	0,55	9,821
9	27,6	15,24	0,1016	0,56	10,160
9,3	27,5	15,75	0,1050	0,56	10,499
9,6	28,2	16,26	0,1084	0,58	10,837
9,9	28	16,76	0,1118	0,57	11,176
10,2	27,6	17,27	0,1151	0,56	11,515



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 2	0,50%	3,6*1,44
DIMENSIONES CILINDRO		
Diámetro superior (cm)	7,9	
Diámetro central (cm)	7,9	
Diámetro inferior (cm)	7,9	
Altura (cm)	15,00	
Área (cm ²)	49,02	
Volúmen (cm ³)	735,25	

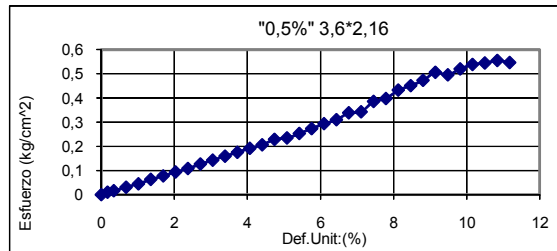


Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	1,6	0,25	0,0017	0,03	0,169
0,3	2,4	0,51	0,0034	0,05	0,339
0,6	3,5	1,02	0,0068	0,07	0,677
0,9	4,3	1,52	0,0102	0,09	1,016
1,2	5,1	2,03	0,0135	0,10	1,355
1,5	6	2,54	0,0169	0,12	1,693
1,8	6,7	3,05	0,0203	0,14	2,032
2,1	7,6	3,56	0,0237	0,16	2,371
2,4	8,5	4,06	0,0271	0,17	2,709
2,7	9,6	4,57	0,0305	0,20	3,048
3	10,3	5,08	0,0339	0,21	3,387
3,3	10,9	5,59	0,0373	0,22	3,725
3,6	12,2	6,10	0,0406	0,25	4,064
3,9	13	6,60	0,0440	0,27	4,403
4,2	13,9	7,11	0,0474	0,28	4,741
4,5	14,9	7,62	0,0508	0,30	5,080
4,8	16,1	8,13	0,0542	0,33	5,419
5,1	17	8,64	0,0576	0,35	5,757
5,4	17,8	9,14	0,0610	0,36	6,096
5,7	18,6	9,65	0,0643	0,38	6,435
6	19,6	10,16	0,0677	0,40	6,773
6,3	20,3	10,67	0,0711	0,41	7,112
6,6	22,4	11,18	0,0745	0,46	7,451
6,9	23,6	11,68	0,0779	0,48	7,789
7,2	25,2	12,19	0,0813	0,51	8,128
7,5	25	12,70	0,0847	0,51	8,467
7,8	25,8	13,21	0,0881	0,53	8,805
8,1	27	13,72	0,0914	0,55	9,144
8,4	27,2	14,22	0,0948	0,55	9,483
8,7	27,8	14,73	0,0982	0,57	9,821
9	27,8	15,24	0,1016	0,57	10,160
9,3	26	15,75	0,1050	0,53	10,499



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 3	0,50%	3,6*2,16
DIMENSIONES CILINDRO		
Diámetro superior (cm)	7,9	
Diámetro central (cm)	7,9	
Diámetro inferior (cm)	7,9	
Altura (cm)	15,00	
Área (cm ²)	49,02	
Volumen (cm ³)	735,25	



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	0,5	0,25	0,0017	0,01	0,169
0,3	0,8	0,51	0,0034	0,02	0,339
0,6	1,5	1,02	0,0068	0,03	0,677
0,9	2,2	1,52	0,0102	0,04	1,016
1,2	3,1	2,03	0,0135	0,06	1,355
1,5	3,8	2,54	0,0169	0,08	1,693
1,8	4,6	3,05	0,0203	0,09	2,032
2,1	5,3	3,56	0,0237	0,11	2,371
2,4	6,2	4,064	0,0271	0,13	2,709
2,7	7	4,572	0,0305	0,14	3,048
3	7,8	5,08	0,0339	0,16	3,387
3,3	8,6	5,588	0,0373	0,18	3,725
3,6	9,4	6,096	0,0406	0,19	4,064
3,9	10,1	6,604	0,0440	0,21	4,403
4,2	11,2	7,112	0,0474	0,23	4,741
4,5	11,5	7,62	0,0508	0,23	5,080
4,8	12,4	8,128	0,0542	0,25	5,419
5,1	13,4	8,636	0,0576	0,27	5,757
5,4	14,4	9,144	0,0610	0,29	6,096
5,7	15,2	9,652	0,0643	0,31	6,435
6	16,6	10,16	0,0677	0,34	6,773
6,3	16,8	10,668	0,0711	0,34	7,112
6,6	18,9	11,176	0,0745	0,39	7,451
6,9	19,5	11,684	0,0779	0,40	7,789
7,2	21,2	12,192	0,0813	0,43	8,128
7,5	22,1	12,7	0,0847	0,45	8,467
7,8	23,2	13,208	0,0881	0,47	8,805
8,1	24,8	13,716	0,0914	0,51	9,144
8,4	24,3	14,224	0,0948	0,50	9,483
8,7	25,5	14,732	0,0982	0,52	9,821
9	26,4	15,24	0,1016	0,54	10,160
9,3	26,7	15,75	0,1050	0,54	10,499
9,6	27,2	16,26	0,1084	0,55	10,837
9,9	26,8	16,76	0,1118	0,55	11,176

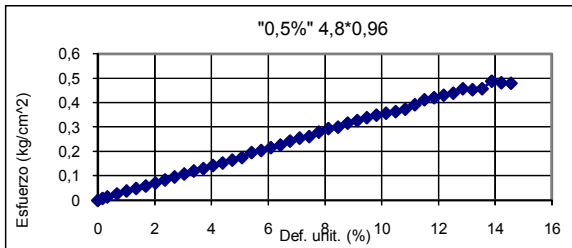


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 1 0,50% 4,8*0,96

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diametro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volumen (cm ³)	735,25



0,0254

Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	0,4	0,25	0,0017	0,01	0,169
0,3	0,7	0,51	0,0034	0,01	0,339
0,6	1,3	1,02	0,0068	0,03	0,677
0,9	1,9	1,52	0,0102	0,04	1,016
1,2	2,4	2,03	0,0135	0,05	1,355
1,5	2,9	2,54	0,0169	0,06	1,693
1,8	3,5	3,05	0,0203	0,07	2,032
2,1	4,1	3,56	0,0237	0,08	2,371
2,4	4,7	4,06	0,0271	0,10	2,709
2,7	5,3	4,57	0,0305	0,11	3,048
3	5,9	5,08	0,0339	0,12	3,387
3,3	6,4	5,59	0,0373	0,13	3,725
3,6	7	6,10	0,0406	0,14	4,064
3,9	7,5	6,60	0,0440	0,15	4,403
4,2	8,1	7,11	0,0474	0,17	4,741
4,5	8,6	7,62	0,0508	0,18	5,080
4,8	9,6	8,13	0,0542	0,20	5,419
5,1	10	8,64	0,0576	0,20	5,757
5,4	10,6	9,14	0,0610	0,22	6,096
5,7	11,1	9,65	0,0643	0,23	6,435
6	11,9	10,16	0,0677	0,24	6,773
6,3	12,5	10,67	0,0711	0,26	7,112
6,6	12,8	11,18	0,0745	0,26	7,451
6,9	13,7	11,68	0,0779	0,28	7,789
7,2	14,4	12,19	0,0813	0,29	8,128
7,5	14,7	12,70	0,0847	0,30	8,467
7,8	15,5	13,21	0,0881	0,32	8,805
8,1	16	13,72	0,0914	0,33	9,144
8,4	16,6	14,22	0,0948	0,34	9,483
8,7	17,1	14,73	0,0982	0,35	9,821
9	17,5	15,24	0,1016	0,36	10,160
9,3	17,8	15,75	0,1050	0,36	10,499
9,6	18,3	16,26	0,1084	0,37	10,837
9,9	19,2	16,76	0,1118	0,39	11,176
10,2	20,2	17,27	0,1151	0,41	11,515
10,5	20,6	17,78	0,1185	0,42	11,853
10,8	21,1	18,29	0,1219	0,43	12,192
11,1	21,5	18,80	0,1253	0,44	12,531
11,4	22,4	19,30	0,1287	0,46	12,869
11,7	22,2	19,812	0,1321	0,45	13,208
12	22,4	20,32	0,1355	0,46	13,547
12,3	23,9	20,828	0,1389	0,49	13,885
12,6	23,6	21,336	0,1422	0,48	14,224
12,9	23,5	21,84	0,1456	0,48	14,563

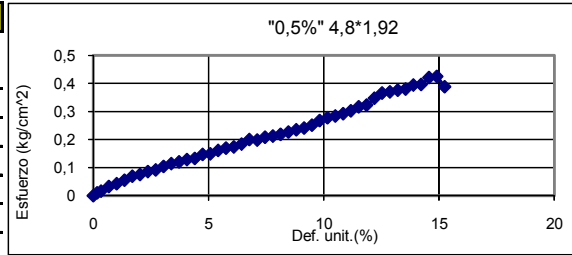


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 2 **0,50%** **4,8*1,92**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diametro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volumen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	0,5	0,25	0,0017	0,01	0,169
0,3	0,8	0,51	0,0034	0,02	0,339
0,6	1,6	1,02	0,0068	0,03	0,677
0,9	2,1	1,52	0,0102	0,04	1,016
1,2	2,7	2,03	0,0135	0,06	1,355
1,5	3,4	2,54	0,0169	0,07	1,693
1,8	3,7	3,05	0,0203	0,08	2,032
2,1	4,2	3,56	0,0237	0,09	2,371
2,4	4,5	4,06	0,0271	0,09	2,709
2,7	5,1	4,57	0,0305	0,10	3,048
3	5,6	5,08	0,0339	0,11	3,387
3,3	5,9	5,59	0,0373	0,12	3,725
3,6	6,3	6,10	0,0406	0,13	4,064
3,9	6,5	6,60	0,0440	0,13	4,403
4,2	7,2	7,11	0,0474	0,15	4,741
4,5	7,3	7,62	0,0508	0,15	5,080
4,8	7,9	8,13	0,0542	0,16	5,419
5,1	8,3	8,64	0,0576	0,17	5,757
5,4	8,5	9,14	0,0610	0,17	6,096
5,7	9	9,65	0,0643	0,18	6,435
6	9,8	10,16	0,0677	0,20	6,773
6,3	9,7	10,67	0,0711	0,20	7,112
6,6	10,2	11,18	0,0745	0,21	7,451
6,9	10,4	11,68	0,0779	0,21	7,789
7,2	10,7	12,19	0,0813	0,22	8,128
7,5	11,1	12,70	0,0847	0,23	8,467
7,8	11,5	13,21	0,0881	0,23	8,805
8,1	11,8	13,72	0,0914	0,24	9,144
8,4	12,3	14,22	0,0948	0,25	9,483
8,7	13,1	14,73	0,0982	0,27	9,821
9	13,6	15,24	0,1016	0,28	10,160
9,3	13,9	15,75	0,1050	0,28	10,499
9,6	14,3	16,26	0,1084	0,29	10,837
9,9	14,8	16,76	0,1118	0,30	11,176
10,2	15,5	17,27	0,1151	0,32	11,515
10,5	15,8	17,78	0,1185	0,32	11,853
10,8	17	18,29	0,1219	0,35	12,192
11,1	17,9	18,80	0,1253	0,37	12,531
11,4	18,1	19,30	0,1287	0,37	12,869
11,7	18,4	19,812	0,1321	0,38	13,208
12	18,6	20,32	0,1355	0,38	13,547
12,3	19,3	20,828	0,1389	0,39	13,885
12,6	19,4	21,336	0,1422	0,40	14,224
12,9	20,6	21,84	0,1456	0,42	14,563
13,2	20,8	22,35	0,1490	0,42	14,901
13,5	19	22,86	0,1524	0,39	15,240

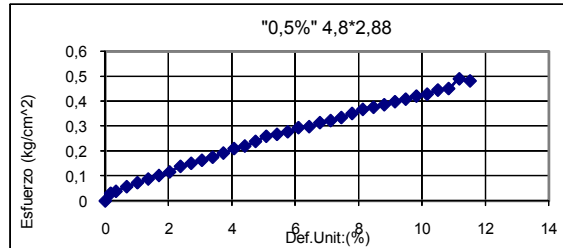


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 3 0,50% 4,8*2,88

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volumen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	1,5	0,25	0,0017	0,03	0,169
0,3	1,9	0,51	0,0034	0,04	0,339
0,6	2,8	1,02	0,0068	0,06	0,677
0,9	3,6	1,52	0,0102	0,07	1,016
1,2	4,3	2,03	0,0135	0,09	1,355
1,5	5	2,54	0,0169	0,10	1,693
1,8	5,7	3,05	0,0203	0,12	2,032
2,1	6,8	3,56	0,0237	0,14	2,371
2,4	7,4	4,064	0,0271	0,15	2,709
2,7	8	4,572	0,0305	0,16	3,048
3	8,6	5,08	0,0339	0,18	3,387
3,3	9,4	5,588	0,0373	0,19	3,725
3,6	10,3	6,096	0,0406	0,21	4,064
3,9	10,8	6,604	0,0440	0,22	4,403
4,2	11,7	7,112	0,0474	0,24	4,741
4,5	12,7	7,62	0,0508	0,26	5,080
4,8	13,1	8,128	0,0542	0,27	5,419
5,1	13,6	8,636	0,0576	0,28	5,757
5,4	14,4	9,144	0,0610	0,29	6,096
5,7	14,6	9,652	0,0643	0,30	6,435
6	15,4	10,16	0,0677	0,31	6,773
6,3	15,8	10,668	0,0711	0,32	7,112
6,6	16,4	11,176	0,0745	0,33	7,451
6,9	17,2	11,684	0,0779	0,35	7,789
7,2	18	12,192	0,0813	0,37	8,128
7,5	18,4	12,7	0,0847	0,38	8,467
7,8	18,9	13,208	0,0881	0,39	8,805
8,1	19,5	13,716	0,0914	0,40	9,144
8,4	20	14,224	0,0948	0,41	9,483
8,7	20,6	14,732	0,0982	0,42	9,821
9	21	15,24	0,1016	0,43	10,160
9,3	21,8	15,75	0,1050	0,44	10,499
9,6	22,1	16,26	0,1084	0,45	10,837
9,9	24	16,76	0,1118	0,49	11,176
10,2	23,6	17,27	0,1151	0,48	11,515



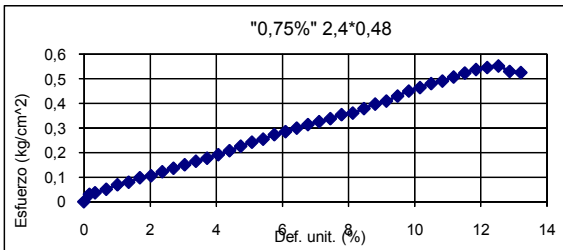
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 1 0,75% 2,4*0,48

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diametro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volumen (cm ³)	735,25

0,0254

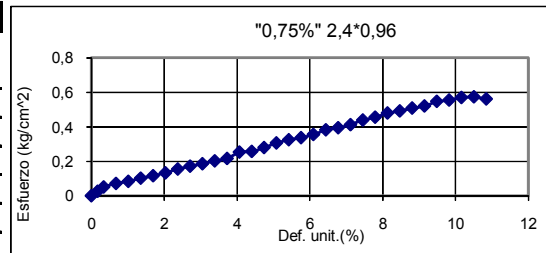


Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	1,5	0,25	0,0017	0,03	0,169
0,3	1,8	0,51	0,0034	0,04	0,339
0,6	2,5	1,02	0,0068	0,05	0,677
0,9	3,4	1,52	0,0102	0,07	1,016
1,2	3,9	2,03	0,0135	0,08	1,355
1,5	4,8	2,54	0,0169	0,10	1,693
1,8	5,2	3,05	0,0203	0,11	2,032
2,1	6	3,56	0,0237	0,12	2,371
2,4	6,7	4,06	0,0271	0,14	2,709
2,7	7,4	4,57	0,0305	0,15	3,048
3	8,1	5,08	0,0339	0,17	3,387
3,3	8,7	5,59	0,0373	0,18	3,725
3,6	9,4	6,10	0,0406	0,19	4,064
3,9	10,2	6,60	0,0440	0,21	4,403
4,2	11,1	7,11	0,0474	0,23	4,741
4,5	11,9	7,62	0,0508	0,24	5,080
4,8	12,5	8,13	0,0542	0,26	5,419
5,1	13,4	8,64	0,0576	0,27	5,757
5,4	14	9,14	0,0610	0,29	6,096
5,7	14,7	9,65	0,0643	0,30	6,435
6	15,4	10,16	0,0677	0,31	6,773
6,3	16	10,67	0,0711	0,33	7,112
6,6	16,6	11,18	0,0745	0,34	7,451
6,9	17,4	11,68	0,0779	0,35	7,789
7,2	17,7	12,19	0,0813	0,36	8,128
7,5	18,6	12,70	0,0847	0,38	8,467
7,8	19,5	13,21	0,0881	0,40	8,805
8,1	20,1	13,716	0,0914	0,41	9,144
8,4	21,1	14,224	0,0948	0,43	9,483
8,7	22,1	14,732	0,0982	0,45	9,821
9	22,8	15,24	0,1016	0,47	10,160
9,3	23,6	15,75	0,1050	0,48	10,499
9,6	24,1	16,26	0,1084	0,49	10,837
9,9	24,9	16,76	0,1118	0,51	11,176
10,2	25,7	17,27	0,1151	0,52	11,515
10,5	26,4	17,78	0,1185	0,54	11,853
10,8	26,8	18,29	0,1219	0,55	12,192
11,1	27,1	18,80	0,1253	0,55	12,531
11,4	26	19,30	0,1287	0,53	12,869
11,7	25,8	19,812	0,1321	0,53	13,208



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 2	0,75%	2,4*0,96
DIMENSIONES CILINDRO		
Diámetro superior (cm)	7,9	
Diámetro central (cm)	7,9	
Diametro inferior (cm)	7,9	
Altura (cm)	15,00	
Área (cm ²)	49,02	
Volúmen (cm ³)	735,25	



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0,3	0	0	0	0
0,15	1,3	0,25	0,0017	0,03	0,169
0,3	2,5	0,51	0,0034	0,05	0,339
0,6	3,5	1,02	0,0068	0,07	0,677
0,9	4,1	1,52	0,0102	0,08	1,016
1,2	5	2,03	0,0135	0,10	1,355
1,5	5,7	2,54	0,0169	0,12	1,693
1,8	6,5	3,05	0,0203	0,13	2,032
2,1	7,6	3,56	0,0237	0,16	2,371
2,4	8,4	4,06	0,0271	0,17	2,709
2,7	9,1	4,57	0,0305	0,19	3,048
3	9,9	5,08	0,0339	0,20	3,387
3,3	10,6	5,59	0,0373	0,22	3,725
3,6	12,4	6,10	0,0406	0,25	4,064
3,9	12,6	6,60	0,0440	0,26	4,403
4,2	13,7	7,11	0,0474	0,28	4,741
4,5	15	7,62	0,0508	0,31	5,080
4,8	15,9	8,13	0,0542	0,32	5,419
5,1	16,5	8,64	0,0576	0,34	5,757
5,4	17,4	9,14	0,0610	0,35	6,096
5,7	18,7	9,65	0,0643	0,38	6,435
6	19,3	10,16	0,0677	0,39	6,773
6,3	20,2	10,67	0,0711	0,41	7,112
6,6	21,5	11,18	0,0745	0,44	7,451
6,9	22,3	11,68	0,0779	0,45	7,789
7,2	23,5	12,19	0,0813	0,48	8,128
7,5	24,1	12,70	0,0847	0,49	8,467
7,8	24,9	13,21	0,0881	0,51	8,805
8,1	25,5	13,716	0,0914	0,52	9,144
8,4	26,8	14,224	0,0948	0,55	9,483
8,7	27,2	14,732	0,0982	0,55	9,821
9	27,9	15,24	0,1016	0,57	10,160
9,3	28,1	15,75	0,1050	0,57	10,499
9,6	27,5	16,26	0,1084	0,56	10,837

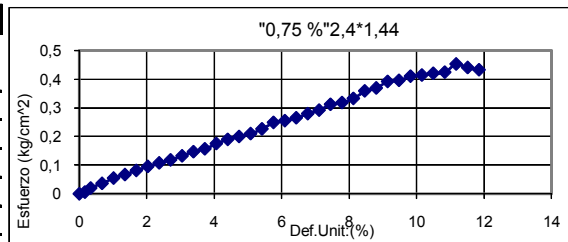


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 3 0,75% 2,4*1,44

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volumen (cm ³)	735,25

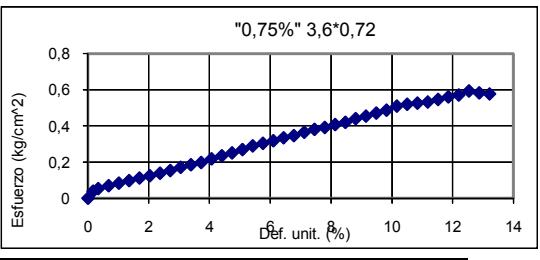


Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	0,3	0,25	0,0017	0,01	0,169
0,3	1	0,51	0,0034	0,02	0,339
0,6	1,8	1,02	0,0068	0,04	0,677
0,9	2,7	1,52	0,0102	0,06	1,016
1,2	3,3	2,03	0,0135	0,07	1,355
1,5	4	2,54	0,0169	0,08	1,693
1,8	4,7	3,05	0,0203	0,10	2,032
2,1	5,3	3,556	0,0237	0,11	2,371
2,4	5,8	4,064	0,0271	0,12	2,709
2,7	6,5	4,572	0,0305	0,13	3,048
3	7,2	5,08	0,0339	0,15	3,387
3,3	7,7	5,588	0,0373	0,16	3,725
3,6	8,6	6,096	0,0406	0,18	4,064
3,9	9,3	6,604	0,0440	0,19	4,403
4,2	9,8	7,112	0,0474	0,20	4,741
4,5	10,3	7,62	0,0508	0,21	5,080
4,8	11,1	8,128	0,0542	0,23	5,419
5,1	12,2	8,636	0,0576	0,25	5,757
5,4	12,5	9,144	0,0610	0,26	6,096
5,7	13	9,652	0,0643	0,27	6,435
6	13,7	10,16	0,0677	0,28	6,773
6,3	14,3	10,668	0,0711	0,29	7,112
6,6	15,3	11,176	0,0745	0,31	7,451
6,9	15,6	11,684	0,0779	0,32	7,789
7,2	16,3	12,192	0,0813	0,33	8,128
7,5	17,6	12,7	0,0847	0,36	8,467
7,8	18,1	13,208	0,0881	0,37	8,805
8,1	19,2	13,716	0,0914	0,39	9,144
8,4	19,4	14,224	0,0948	0,40	9,483
8,7	20,1	14,732	0,0982	0,41	9,821
9	20,3	15,24	0,1016	0,41	10,160
9,3	20,6	15,75	0,1050	0,42	10,499
9,6	20,8	16,26	0,1084	0,42	10,837
9,9	22,2	16,76	0,1118	0,45	11,176
10,2	21,6	17,27	0,1151	0,44	11,515
10,5	21,2	17,78	0,1185	0,43	11,853



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 1	0,75%	3,6*0,72
DIMENSIONES CILINDRO		
Diámetro superior (cm)	7,9	
Diámetro central (cm)	7,9	
Diametro inferior (cm)	7,9	
Altura (cm)	15,00	
Área (cm ²)	49,02	
Volumen (cm ³)	735,25	

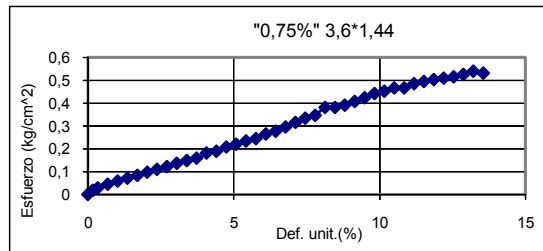


Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	1,9	0,25	0,0017	0,04	0,169
0,3	2,6	0,51	0,0034	0,05	0,339
0,6	3,4	1,02	0,0068	0,07	0,677
0,9	4,1	1,52	0,0102	0,08	1,016
1,2	4,8	2,03	0,0135	0,10	1,355
1,5	5,5	2,54	0,0169	0,11	1,693
1,8	6,1	3,05	0,0203	0,12	2,032
2,1	6,8	3,56	0,0237	0,14	2,371
2,4	7,5	4,06	0,0271	0,15	2,709
2,7	8,4	4,57	0,0305	0,17	3,048
3	9,1	5,08	0,0339	0,19	3,387
3,3	9,7	5,59	0,0373	0,20	3,725
3,6	10,7	6,10	0,0406	0,22	4,064
3,9	11,5	6,60	0,0440	0,23	4,403
4,2	12,3	7,11	0,0474	0,25	4,741
4,5	13,2	7,62	0,0508	0,27	5,080
4,8	14,2	8,13	0,0542	0,29	5,419
5,1	14,9	8,64	0,0576	0,30	5,757
5,4	15,6	9,14	0,0610	0,32	6,096
5,7	16,4	9,65	0,0643	0,33	6,435
6	17	10,16	0,0677	0,35	6,773
6,3	17,9	10,67	0,0711	0,37	7,112
6,6	18,7	11,18	0,0745	0,38	7,451
6,9	19,2	11,68	0,0779	0,39	7,789
7,2	20	12,19	0,0813	0,41	8,128
7,5	20,6	12,70	0,0847	0,42	8,467
7,8	21,6	13,21	0,0881	0,44	8,805
8,1	22,3	13,72	0,0914	0,45	9,144
8,4	23,1	14,22	0,0948	0,47	9,483
8,7	23,9	14,73	0,0982	0,49	9,821
9	25	15,24	0,1016	0,51	10,160
9,3	25,5	15,75	0,1050	0,52	10,499
9,6	25,8	16,26	0,1084	0,53	10,837
9,9	26,1	16,76	0,1118	0,53	11,176
10,2	26,8	17,27	0,1151	0,55	11,515
10,5	27,5	17,78	0,1185	0,56	11,853
10,8	28	18,29	0,1219	0,57	12,192
11,1	29,1	18,80	0,1253	0,59	12,531
11,4	28,6	19,30	0,1287	0,58	12,869
11,7	28,3	19,812	0,1321	0,58	13,208



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 2	0,75%	3,6*1,44
DIMENSIONES CILINDRO		
Diámetro superior (cm)	7,9	
Diámetro central (cm)	7,9	
Diametro inferior (cm)	7,9	
Altura (cm)	15,00	
Área (cm ²)	49,02	
Volumen (cm ³)	735,25	



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	0,9	0,25	0,0017	0,02	0,169
0,3	1,4	0,51	0,0034	0,03	0,339
0,6	2,2	1,02	0,0068	0,04	0,677
0,9	2,9	1,52	0,0102	0,06	1,016
1,2	3,5	2,03	0,0135	0,07	1,355
1,5	4,1	2,54	0,0169	0,08	1,693
1,8	4,8	3,05	0,0203	0,10	2,032
2,1	5,4	3,56	0,0237	0,11	2,371
2,4	6	4,06	0,0271	0,12	2,709
2,7	6,7	4,57	0,0305	0,14	3,048
3	7,3	5,08	0,0339	0,15	3,387
3,3	7,8	5,59	0,0373	0,16	3,725
3,6	8,9	6,10	0,0406	0,18	4,064
3,9	9,3	6,60	0,0440	0,19	4,403
4,2	10,2	7,11	0,0474	0,21	4,741
4,5	10,8	7,62	0,0508	0,22	5,080
4,8	11,5	8,13	0,0542	0,23	5,419
5,1	12	8,64	0,0576	0,24	5,757
5,4	13	9,14	0,0610	0,27	6,096
5,7	13,6	9,65	0,0643	0,28	6,435
6	14,5	10,16	0,0677	0,30	6,773
6,3	15,5	10,67	0,0711	0,32	7,112
6,6	16,4	11,18	0,0745	0,33	7,451
6,9	17	11,68	0,0779	0,35	7,789
7,2	18,7	12,19	0,0813	0,38	8,128
7,5	18,7	12,70	0,0847	0,38	8,467
7,8	19,2	13,21	0,0881	0,39	8,805
8,1	20	13,72	0,0914	0,41	9,144
8,4	20,8	14,22	0,0948	0,42	9,483
8,7	21,7	14,73	0,0982	0,44	9,821
9	22,2	15,24	0,1016	0,45	10,160
9,3	22,9	15,75	0,1050	0,47	10,499
9,6	22,9	16,26	0,1084	0,47	10,837
9,9	23,8	16,76	0,1118	0,49	11,176
10,2	24,3	17,27	0,1151	0,50	11,515
10,5	24,7	17,78	0,1185	0,50	11,853
10,8	25	18,29	0,1219	0,51	12,192
11,1	25,3	18,80	0,1253	0,52	12,531
11,4	25,8	19,30	0,1287	0,53	12,869
11,7	26,5	19,812	0,1321	0,54	13,208
12	26,1	20,32	0,1355	0,53	13,547

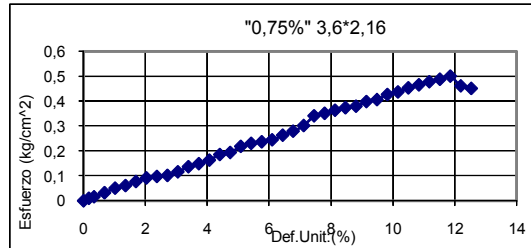


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 3 0,75% 3,6*2,16

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volumen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	0,5	0,25	0,0017	0,01	0,169
0,3	0,8	0,51	0,0034	0,02	0,339
0,6	1,6	1,02	0,0068	0,03	0,677
0,9	2,5	1,52	0,0102	0,05	1,016
1,2	3	2,03	0,0135	0,06	1,355
1,5	3,8	2,54	0,0169	0,08	1,693
1,8	4,5	3,05	0,0203	0,09	2,032
2,1	4,8	3,56	0,0237	0,10	2,371
2,4	5	4,064	0,0271	0,10	2,709
2,7	5,7	4,572	0,0305	0,12	3,048
3	6,7	5,08	0,0339	0,14	3,387
3,3	7,3	5,588	0,0373	0,15	3,725
3,6	8	6,096	0,0406	0,16	4,064
3,9	9,1	6,604	0,0440	0,19	4,403
4,2	9,5	7,112	0,0474	0,19	4,741
4,5	10,7	7,62	0,0508	0,22	5,080
4,8	11,3	8,128	0,0542	0,23	5,419
5,1	11,6	8,636	0,0576	0,24	5,757
5,4	12	9,144	0,0610	0,24	6,096
5,7	12,9	9,652	0,0643	0,26	6,435
6	13,7	10,16	0,0677	0,28	6,773
6,3	14,8	10,668	0,0711	0,30	7,112
6,6	16,7	11,176	0,0745	0,34	7,451
6,9	17,2	11,684	0,0779	0,35	7,789
7,2	17,8	12,192	0,0813	0,36	8,128
7,5	18,3	12,7	0,0847	0,37	8,467
7,8	18,6	13,208	0,0881	0,38	8,805
8,1	19,5	13,716	0,0914	0,40	9,144
8,4	19,9	14,224	0,0948	0,41	9,483
8,7	20,9	14,732	0,0982	0,43	9,821
9	21,4	15,24	0,1016	0,44	10,160
9,3	22,2	15,75	0,1050	0,45	10,499
9,6	22,8	16,26	0,1084	0,47	10,837
9,9	23,4	16,76	0,1118	0,48	11,176
10,2	23,9	17,27	0,1151	0,49	11,515
10,5	24,5	17,78	0,1185	0,50	11,853
10,8	22,6	18,29	0,1219	0,46	12,192
11,1	22,1	18,80	0,1253	0,45	12,531

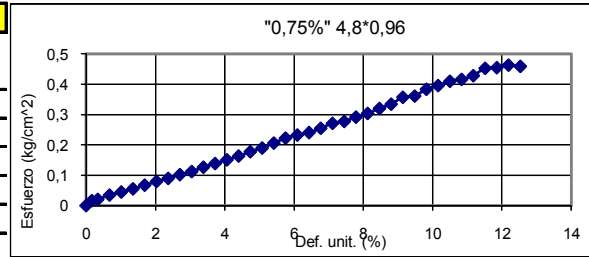


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 1 **0,75%** **4,8*0,96**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diametro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volumen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	0,8	0,25	0,0017	0,02	0,169
0,3	1	0,51	0,0034	0,02	0,339
0,6	1,7	1,02	0,0068	0,03	0,677
0,9	2,2	1,52	0,0102	0,04	1,016
1,2	2,7	2,03	0,0135	0,06	1,355
1,5	3,3	2,54	0,0169	0,07	1,693
1,8	3,9	3,05	0,0203	0,08	2,032
2,1	4,4	3,56	0,0237	0,09	2,371
2,4	5	4,06	0,0271	0,10	2,709
2,7	5,5	4,57	0,0305	0,11	3,048
3	6,2	5,08	0,0339	0,13	3,387
3,3	6,8	5,59	0,0373	0,14	3,725
3,6	7,4	6,10	0,0406	0,15	4,064
3,9	8	6,60	0,0440	0,16	4,403
4,2	8,7	7,11	0,0474	0,18	4,741
4,5	9,3	7,62	0,0508	0,19	5,080
4,8	10,1	8,13	0,0542	0,21	5,419
5,1	10,9	8,64	0,0576	0,22	5,757
5,4	11,4	9,14	0,0610	0,23	6,096
5,7	11,8	9,65	0,0643	0,24	6,435
6	12,5	10,16	0,0677	0,26	6,773
6,3	13,3	10,67	0,0711	0,27	7,112
6,6	13,6	11,18	0,0745	0,28	7,451
6,9	14,3	11,68	0,0779	0,29	7,789
7,2	14,9	12,19	0,0813	0,30	8,128
7,5	15,7	12,70	0,0847	0,32	8,467
7,8	16,4	13,21	0,0881	0,33	8,805
8,1	17,5	13,72	0,0914	0,36	9,144
8,4	17,7	14,22	0,0948	0,36	9,483
8,7	18,8	14,73	0,0982	0,38	9,821
9	19,4	15,24	0,1016	0,40	10,160
9,3	20,1	15,75	0,1050	0,41	10,499
9,6	20,4	16,26	0,1084	0,42	10,837
9,9	21	16,76	0,1118	0,43	11,176
10,2	22,2	17,27	0,1151	0,45	11,515
10,5	22,3	17,78	0,1185	0,45	11,853
10,8	22,7	18,29	0,1219	0,46	12,192
11,1	22,5	18,80	0,1253	0,46	12,531

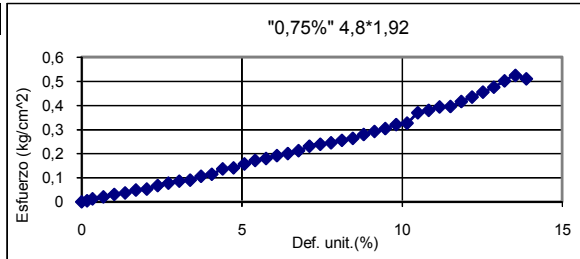


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 2 **0,75%** **4,8*1,92**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diametro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volumen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	0,2	0,25	0,0017	0,00	0,169
0,3	0,6	0,51	0,0034	0,01	0,339
0,6	1	1,02	0,0068	0,02	0,677
0,9	1,5	1,52	0,0102	0,03	1,016
1,2	1,8	2,03	0,0135	0,04	1,355
1,5	2,4	2,54	0,0169	0,05	1,693
1,8	2,6	3,05	0,0203	0,05	2,032
2,1	3,3	3,56	0,0237	0,07	2,371
2,4	3,8	4,06	0,0271	0,08	2,709
2,7	4,2	4,57	0,0305	0,09	3,048
3	4,4	5,08	0,0339	0,09	3,387
3,3	5,2	5,59	0,0373	0,11	3,725
3,6	5,6	6,10	0,0406	0,11	4,064
3,9	6,7	6,60	0,0440	0,14	4,403
4,2	6,9	7,11	0,0474	0,14	4,741
4,5	7,7	7,62	0,0508	0,16	5,080
4,8	8,4	8,13	0,0542	0,17	5,419
5,1	8,8	8,64	0,0576	0,18	5,757
5,4	9,4	9,14	0,0610	0,19	6,096
5,7	9,8	9,65	0,0643	0,20	6,435
6	10,4	10,16	0,0677	0,21	6,773
6,3	11,3	10,67	0,0711	0,23	7,112
6,6	11,7	11,18	0,0745	0,24	7,451
6,9	12	11,68	0,0779	0,24	7,789
7,2	12,5	12,19	0,0813	0,26	8,128
7,5	12,9	12,70	0,0847	0,26	8,467
7,8	13,7	13,21	0,0881	0,28	8,805
8,1	14,3	13,72	0,0914	0,29	9,144
8,4	14,9	14,22	0,0948	0,30	9,483
8,7	15,7	14,73	0,0982	0,32	9,821
9	16	15,24	0,1016	0,33	10,160
9,3	18,1	15,75	0,1050	0,37	10,499
9,6	18,6	16,26	0,1084	0,38	10,837
9,9	19,3	16,76	0,1118	0,39	11,176
10,2	19,4	17,27	0,1151	0,40	11,515
10,5	20,4	17,78	0,1185	0,42	11,853
10,8	21,3	18,29	0,1219	0,43	12,192
11,1	22,3	18,80	0,1253	0,45	12,531
11,4	23,3	19,30	0,1287	0,48	12,869
11,7	24,6	19,812	0,1321	0,50	13,208
12	25,7	20,32	0,1355	0,52	13,547
12,3	25	20,828	0,1389	0,51	13,885

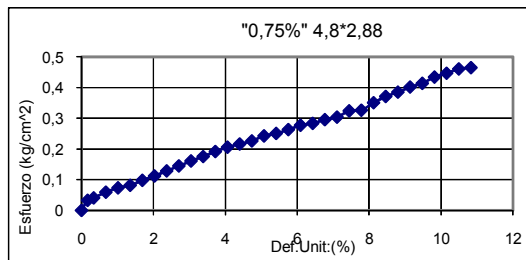


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA LEBRIJA

PROBETA 3 **0,75%** **4,8*2,88**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,15	1,6	0,25	0,0017	0,03	0,169
0,3	2	0,51	0,0034	0,04	0,339
0,6	2,9	1,02	0,0068	0,06	0,677
0,9	3,6	1,52	0,0102	0,07	1,016
1,2	4	2,03	0,0135	0,08	1,355
1,5	4,8	2,54	0,0169	0,10	1,693
1,8	5,5	3,05	0,0203	0,11	2,032
2,1	6,3	3,56	0,0237	0,13	2,371
2,4	7,1	4,064	0,0271	0,14	2,709
2,7	7,9	4,572	0,0305	0,16	3,048
3	8,6	5,08	0,0339	0,18	3,387
3,3	9,4	5,588	0,0373	0,19	3,725
3,6	10,1	6,096	0,0406	0,21	4,064
3,9	10,6	6,604	0,0440	0,22	4,403
4,2	11,1	7,112	0,0474	0,23	4,741
4,5	11,9	7,62	0,0508	0,24	5,080
4,8	12,3	8,128	0,0542	0,25	5,419
5,1	12,9	8,636	0,0576	0,26	5,757
5,4	13,6	9,144	0,0610	0,28	6,096
5,7	13,9	9,652	0,0643	0,28	6,435
6	14,5	10,16	0,0677	0,30	6,773
6,3	14,9	10,668	0,0711	0,30	7,112
6,6	15,9	11,176	0,0745	0,32	7,451
6,9	16	11,684	0,0779	0,33	7,789
7,2	17,2	12,192	0,0813	0,35	8,128
7,5	18,2	12,7	0,0847	0,37	8,467
7,8	18,9	13,208	0,0881	0,39	8,805
8,1	19,7	13,716	0,0914	0,40	9,144
8,4	20,3	14,224	0,0948	0,41	9,483
8,7	21,3	14,732	0,0982	0,43	9,821
9	21,9	15,24	0,1016	0,45	10,160
9,3	22,6	15,75	0,1050	0,46	10,499
9,6	22,8	16,26	0,1084	0,47	10,837

PROBETA 1

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE
MUESTRA PIEDECUESTA



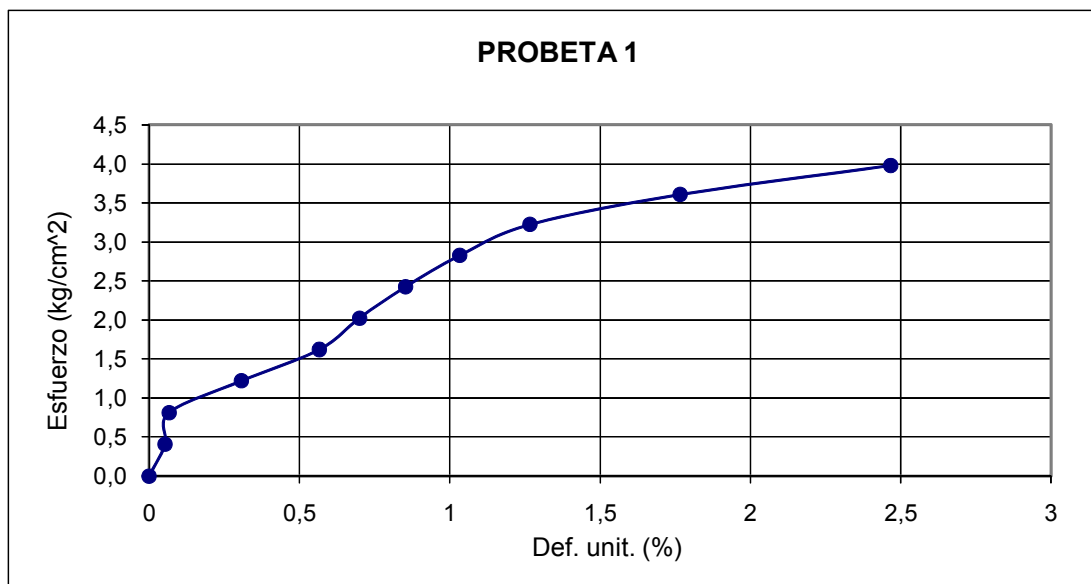
DIMENSIONES **sin polietileno**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diametro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25

0,01

Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	8,00	0,0005	0,4078	0,053
0,5	40	10,00	0,0007	0,8155	0,067
0,75	60	46,00	0,0031	1,2203	0,307
1	80	85,00	0,0057	1,6228	0,567
1,25	100	105,00	0,0070	2,0258	0,700
1,5	120	128,00	0,0085	2,4273	0,853
1,75	140	155,00	0,0103	2,8267	1,033
2	160	190	0,0127	3,2228	1,267
2,25	180	265	0,0177	3,6073	1,767
2,5	200	370,00	0,0247	3,9796	2,467



PROBETA 1 "0.25%"

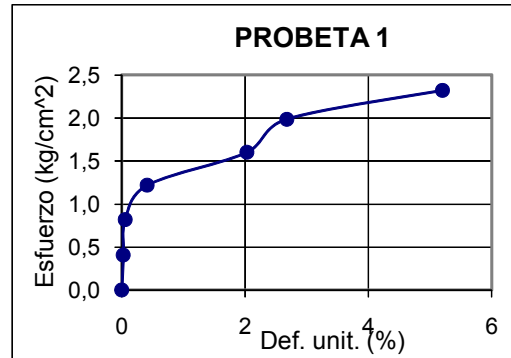
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA PIEDECUESTA



DIMENSIONES L=2.4 - A=0.48

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diametro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25

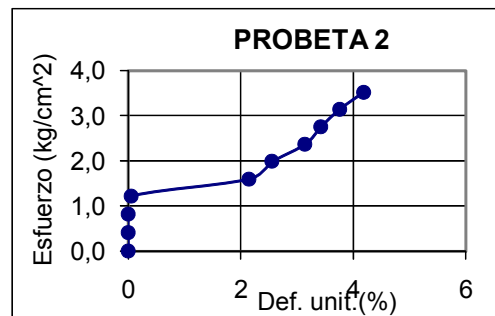


Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	4,00	0,0003	0,4079	0,027
0,5	40	8,00	0,0005	0,8156	0,053
0,75	60	62,00	0,0041	1,2190	0,413
1	80	304,00	0,0203	1,5990	2,027
1,25	100	401,00	0,0267	1,9856	2,673
1,5	120	780,00	0,0520	2,3208	5,200

PROBETA 2 "0.25%"

DIMENSIONES L=2.4 - A=0.96

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diametro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,00	0,0000	0,4080	0,000
0,5	40	0,00	0,0000	0,8160	0,000
0,75	60	0,08	0,0005	1,2234	0,053
1	80	3,22	0,0215	1,5971	2,147
1,25	100	3,84	0,0256	1,9879	2,560
1,5	120	4,72	0,0315	2,3711	3,147
1,75	140	5,14	0,0343	2,7583	3,427
2	160	5,64	0,0376	3,1415	3,760
2,25	180	6,28	0,0419	3,5185	4,187

PROBETA 3 "0.25%"

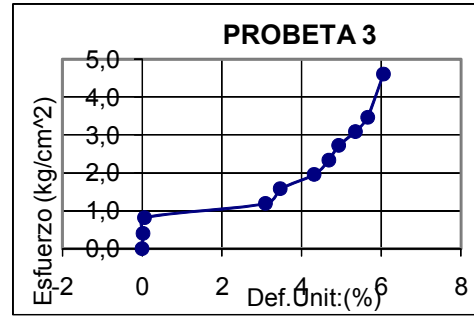
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA PIEDECUESTA



DIMENSIONES **L=2.4 - A=1.44**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



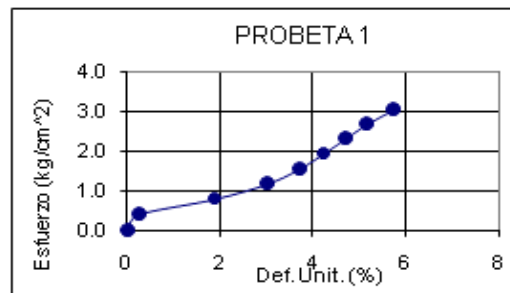
Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,04	0,0003	0,4079	0,027
0,5	40	0,09	0,0006	0,8156	0,060
0,75	60	4,65	0,0310	1,1861	3,100
1	80	5,20	0,0347	1,5755	3,467
1,25	100	6,48	0,0432	1,9520	4,320
1,5	120	7,02	0,0468	2,3336	4,680
1,75	140	7,40	0,0493	2,7153	4,933
2	160	8,03	0,0535	3,0895	5,353
2,25	180	8,48	0,0565	3,4646	5,653
2,5	240	9,08	0,0605	4,5999	6,053

PROBETA 1 "0.25%"

DIMENSIONES **L=3.6 - A=0.72**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,38	0,0008	0,0272	0,078
0,5	40	2,82	0,0058	0,0541	0,575
0,75	60	4,52	0,0092	0,0809	0,922
1	80	5,56	0,0113	0,1076	1,134
1,25	100	6,32	0,0129	0,1343	1,289
1,5	120	7,02	0,0143	0,1609	1,432
1,75	140	7,72	0,0157	0,1874	1,575
2	160	8,58	0,0175	0,2138	1,750

PROBETA 2 "0.25%"

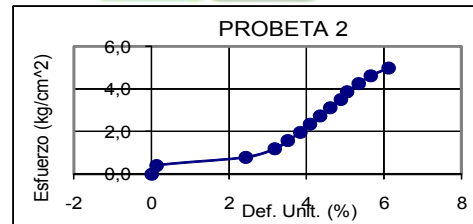
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA PIEDECUESTA



DIMENSIONES L=3.6 - A=1.44

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



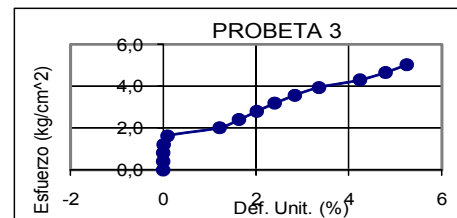
Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,18	0,0012	0,4075	0,120
0,5	40,0	3,65	0,0243	0,7962	2,433
0,75	60	4,76	0,0317	1,1852	3,173
1	80,0	5,28	0,0352	1,5746	3,520
1,25	100	5,75	0,0383	1,9619	3,833
1,5	120,0	6,13	0,0409	2,3481	4,087
1,75	140	6,53	0,0435	2,7318	4,353
2	160,0	6,92	0,0461	3,1136	4,613
2,25	180	7,32	0,0488	3,4930	4,880
2,5	200,0	7,58	0,0505	3,8741	5,053
2,75	220	8,02	0,0535	4,2483	5,347
3	240,0	8,48	0,0565	4,6195	5,653
3,25	260	9,18	0,0612	4,9797	6,120

PROBETA 3 "0.25%"

DIMENSIONES L=3.6 - A=2.16

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,00	0,0000	0,4080	0,000
0,5	40	0,00	0,0000	0,8160	0,000
0,75	60	0,01	0,0001	1,2240	0,007
1	80	0,14	0,0009	1,6306	0,093
1,25	100	1,82	0,0121	2,0154	1,213
1,5	120	2,45	0,0163	2,4082	1,633
1,75	140	3,02	0,0201	2,7987	2,013
2	160	3,60	0,0240	3,1859	2,400
2,25	180	4,25	0,0283	3,5682	2,833
2,5	200	5,02	0,0335	3,9437	3,347
2,75	220	6,35	0,0423	4,2983	4,233
3	240	7,18	0,0479	4,6619	4,787
3,25	260	7,86	0,0524	5,0264	5,240

PROBETA 1 "0.25%"

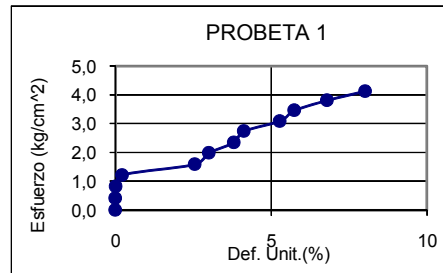
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA PIEDECUESTA



DIMENSIONES L=4.8 - A=0.96

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



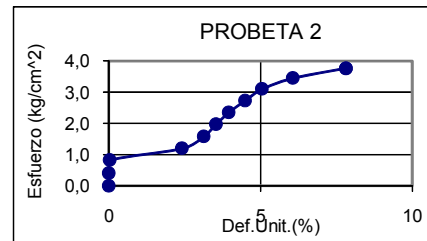
Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,00	0,0000	0,4080	0,000
0,5	40	0,01	0,0001	0,8160	0,007
0,75	60	0,32	0,0021	1,2215	0,213
1	80	3,82	0,0255	1,5905	2,547
1,25	100	4,50	0,0300	1,9789	3,000
1,5	120	5,71	0,0381	2,3550	3,807
1,75	140	6,18	0,0412	2,7385	4,120
2	160	7,92	0,0528	3,0918	5,280
2,25	180	8,62	0,0575	3,4612	5,747
2,5	200	10,18	0,0679	3,8033	6,787
2,75	220	12,03	0,0802	4,1283	8,020

PROBETA 2 "0.25%"

DIMENSIONES L=4.8 - A=1.92

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,01	0,0001	0,4080	0,007
0,5	40	0,04	0,0003	0,8158	0,027
0,75	60	3,62	0,0241	1,1945	2,413
1	80	4,70	0,0313	1,5810	3,133
1,25	100	5,30	0,0353	1,9680	3,533
1,5	120	5,94	0,0396	2,3512	3,960
1,75	140	6,75	0,0450	2,7276	4,500
2	160	7,58	0,0505	3,0992	5,053
2,25	180	9,10	0,0607	3,4494	6,067
2,5	200	11,72	0,0781	3,7614	7,813
2,75	200	11,72	0,0781	3,7614	7,813

PROBETA 3 "0.25%"

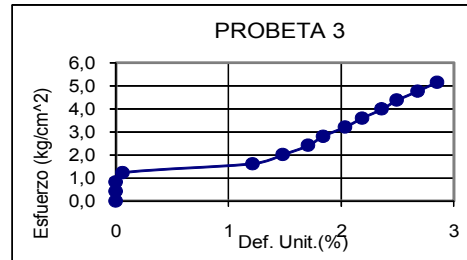
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA PIEDECUESTA



DIMENSIONES **L=4.8 - A=2.88**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



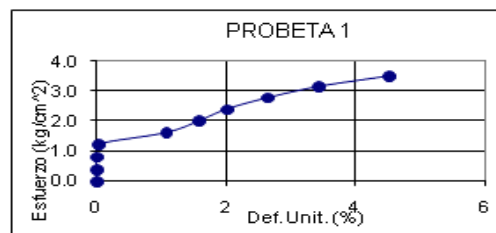
Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,00	0,0000	0,4080	0,000
0,5	40	0,00	0,0000	0,8160	0,000
0,75	60	0,09	0,0006	1,2233	0,060
1	80	1,82	0,0121	1,6123	1,213
1,25	100	2,22	0,0148	2,0099	1,480
1,5	120	2,56	0,0171	2,4064	1,707
1,75	140	2,76	0,0184	2,8036	1,840
2	160	3,05	0,0203	3,1978	2,033
2,25	180	3,28	0,0219	3,5919	2,187
2,5	200	3,54	0,0236	3,9839	2,360
2,75	220	3,74	0,0249	4,3764	2,493
3	240	4,02	0,0268	4,7651	2,680
3,25	260	4,28	0,0285	5,1530	2,853

PROBETA 1 "0.50%"

DIMENSIONES **L=2.4 - A=0.48**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	20	0,00	0,0000	0,408024209	0,000
0,5	40	0,00	0,0000	0,816048418	0,000
0,75	60	0,04	0,0003	1,223746208	0,027
1	80	1,62	0,0108	1,614470191	1,080
1,25	100	2,38	0,0159	2,007751125	1,587
1,5	120	3,02	0,0201	2,398855931	2,013
1,75	140	3,98	0,0265	2,780385768	2,653
2	160	5,15	0,0343	3,152123024	3,433
2,25	180	6,80	0,0453	3,505744005	4,533

PROBETA 2 "0.50%"

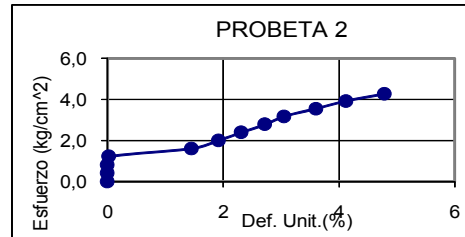
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA PIEDECUESTA



DIMENSIONES **L=2.4 - A=0.96**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



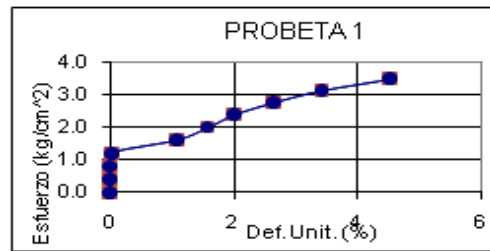
Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,00	0,0000	0,4080	0,000
0,5	40	0,00	0,0000	0,8160	0,000
0,75	60	0,04	0,0003	1,2237	0,027
1	80	2,18	0,0145	1,6084	1,453
1,25	100	2,88	0,0192	2,0010	1,920
1,5	120	3,46	0,0231	2,3917	2,307
1,75	140	4,08	0,0272	2,7785	2,720
2	160	4,58	0,0305	3,1645	3,053
2,25	180	5,40	0,0360	3,5400	3,600
2,5	200	6,18	0,0412	3,9121	4,120
2,75	220	7,18	0,0479	4,2734	4,787

PROBETA 3 "0.50%"

DIMENSIONES **L=2.4 - A=1.44**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,00	0,0000	0,4080	0,000
0,5	40	0,00	0,0000	0,8160	0,000
0,75	60	0,08	0,0005	1,2234	0,053
1	80	1,68	0,0112	1,6138	1,120
1,25	100	2,54	0,0169	2,0056	1,693
1,5	120	3,05	0,0203	2,3984	2,033
1,75	140	3,68	0,0245	2,7861	2,453
2	160	4,38	0,0292	3,1689	2,920
2,25	180	5,50	0,0367	3,5376	3,667
2,5	200	6,40	0,0427	3,9062	4,267
2,75	220	8,20	0,0547	4,2429	5,467

PROBETA 1 "0.50%"

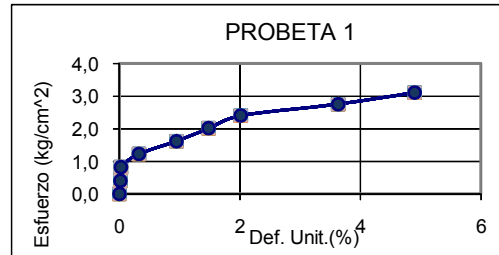
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA PIEDECUESTA



DIMENSIONES **L=3.6 - A=0.72**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diametro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



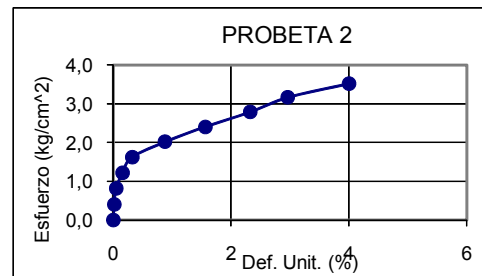
Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,02	0,0001	0,4080	0,013
0,5	40	0,04	0,0003	0,8158	0,027
0,75	60	0,48	0,0032	1,2202	0,320
1	80	1,42	0,0095	1,6166	0,947
1,25	100	2,22	0,0148	2,0099	1,480
1,5	120	3,02	0,0201	2,3989	2,013
1,75	140	5,45	0,0363	2,7524	3,633
2	160	7,35	0,0490	3,1042	4,900

PROBETA 2 "0.50%"

DIMENSIONES **L=3.6 - A=1.44**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diametro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,02	0,0001	0,4080	0,013
0,5	40	0,07	0,0005	0,8157	0,047
0,75	60	0,23	0,0015	1,2222	0,153
1	80	0,48	0,0032	1,6269	0,320
1,25	100	1,32	0,0088	2,0222	0,880
1,5	120	2,34	0,0156	2,4100	1,560
1,75	140	3,48	0,0232	2,7899	2,320
2	160	4,44	0,0296	3,1676	2,960
2,25	180	6,00	0,0400	3,5253	4,000

PROBETA 3 "0.50%"

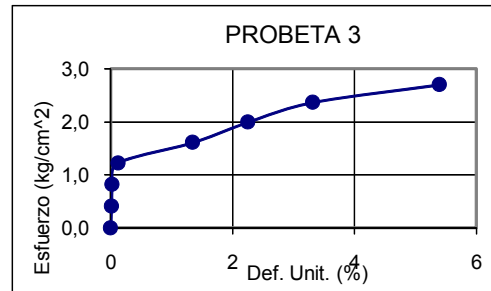
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA PIEDECUESTA



DIMENSIONES L=3.6 - A=2.16

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



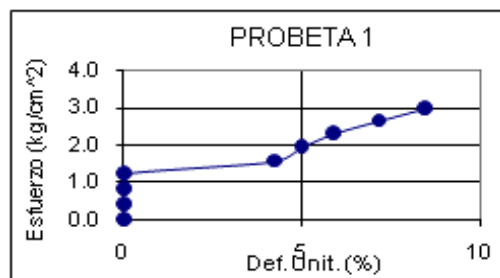
Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,02	0,0001	0,4080	0,013
0,5	40	0,04	0,0003	0,8158	0,027
0,75	60	0,18	0,0012	1,2226	0,120
1	80	2,02	0,0135	1,6101	1,347
1,25	100	3,38	0,0225	1,9942	2,253
1,5	120	4,98	0,0332	2,3669	3,320
1,75	140	8,10	0,0540	2,7019	5,400

PROBETA 1 "0.50%"

DIMENSIONES L=4.8 - A=0.96

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,00	0,0000	0,4080	0,000
0,5	40	0,00	0,0000	0,8160	0,000
0,75	60	0,04	0,0003	1,2237	0,027
1	80	6,38	0,0425	1,5627	4,253
1,25	100	7,54	0,0503	1,9376	5,027
1,5	120	8,88	0,0592	2,3032	5,920
1,75	140	10,78	0,0719	2,6509	7,187
2	160	12,74	0,0849	2,9870	8,493

PROBETA 2 "0.50%"

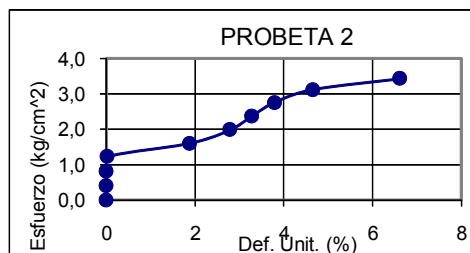
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA PIEDECUESTA



DIMENSIONES L=4.8 - A=1.92

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volumen (cm ³)	735,25



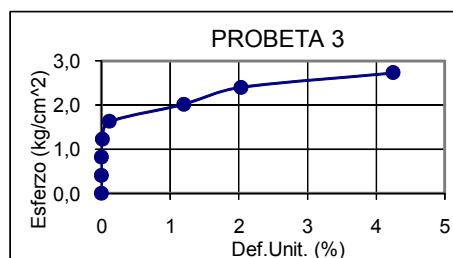
Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,00	0,0000	0,4080	0,000
0,5	40	0,00	0,0000	0,8160	0,000
0,75	60	0,03	0,0002	1,2238	0,020
1	80	2,82	0,0188	1,6014	1,880
1,25	100	4,18	0,0279	1,9833	2,787
1,5	120	4,92	0,0328	2,3678	3,280
1,75	140	5,68	0,0379	2,7480	3,787
2	160	6,98	0,0465	3,1123	4,653
2,25	180	9,92	0,0661	3,4294	6,613

PROBETA 3 "0.50%"

DIMENSIONES L=4.8 - A=2.88

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volumen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,00	0,0000	0,4080	0,000
0,5	40	0,00	0,0000	0,8160	0,000
0,75	60	0,02	0,0001	1,2239	0,013
1	80	0,18	0,0012	1,6301	0,120
1,25	100	1,80	0,0120	2,0156	1,200
1,5	120	3,05	0,0203	2,3984	2,033
1,75	140	6,38	0,0425	2,7347	4,253

PROBETA 1 "0.75%"

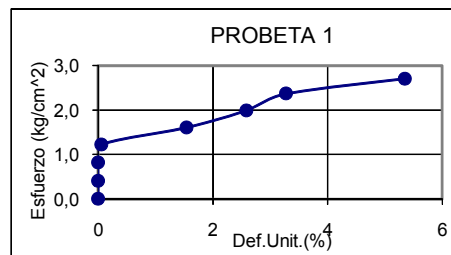
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA PIEDECUESTA



DIMENSIONES L=2.4 - A=0.48

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



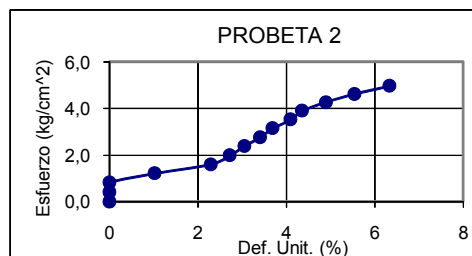
Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,00	0,0000	0,4080	0,000
0,5	40	0,00	0,0000	0,8160	0,000
0,75	60	0,08	0,0005	1,2234	0,053
1	80	2,32	0,0155	1,6069	1,547
1,25	100	3,88	0,0259	1,9873	2,587
1,5	120	4,92	0,0328	2,3678	3,280
1,75	140	8,02	0,0535	2,7035	5,347

PROBETA 2 "0.75%"

DIMENSIONES L=2.4 - A=0.96

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,00	0,0000	0,4080	0,000
0,5	40	0,01	0,0001	0,8160	0,007
0,75	60	1,54	0,0103	1,2115	1,027
1	80	3,45	0,0230	1,5946	2,300
1,25	100	4,09	0,0273	1,9845	2,727
1,5	120	4,58	0,0305	2,3734	3,053
1,75	140	5,12	0,0341	2,7587	3,413
2	160	5,54	0,0369	3,1436	3,693
2,25	180	6,15	0,0410	3,5217	4,100
2,5	200	6,54	0,0436	3,9023	4,360
2,75	220	7,34	0,0489	4,2686	4,893
3	240	8,32	0,0555	4,6247	5,547
3,25	260	9,51	0,0634	4,9680	6,340

PROBETA 3 "0.75%"

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

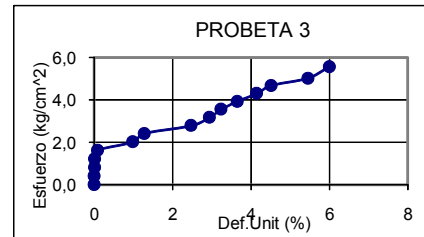


COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA PIEDECUESTA

DIMENSIONES **L=2.4 - A=1.44**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



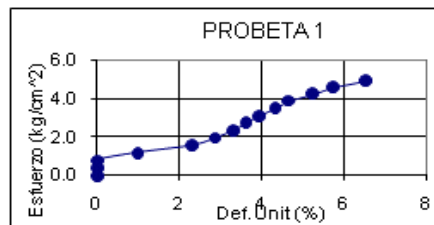
Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,00	0,0000	0,4080	0,000
0,5	40	0,02	0,0001	0,8159	0,013
0,75	60	0,02	0,0001	1,2239	0,013
1	80	0,13	0,0009	1,6307	0,087
1,25	100	1,48	0,0099	2,0200	0,987
1,5	120	1,92	0,0128	2,4168	1,280
1,75	140	3,71	0,0247	2,7855	2,473
2	160	4,41	0,0294	3,1682	2,940
2,25	180	4,86	0,0324	3,5532	3,240
2,5	200	5,48	0,0365	3,9312	3,653
2,75	220	6,22	0,0415	4,3022	4,147
3	240	6,78	0,0452	4,6750	4,520
3,25	260	8,18	0,0545	5,0151	5,453
3,5	290	9,00	0,0600	5,5614	6,000

PROBETA 1 "0.75%"

DIMENSIONES **L=3.6- A=0.72**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,00	0,0000	0,4080	0,000
0,5	40	0,01	0,0001	0,8160	0,007
0,75	60	1,48	0,0099	1,2120	0,987
1	80	3,48	0,0232	1,5942	2,320
1,25	100	4,32	0,0288	1,9814	2,880
1,5	120	4,98	0,0332	2,3669	3,320
1,75	140	5,45	0,0363	2,7524	3,633
2	160	5,92	0,0395	3,1354	3,947
2,25	180	6,52	0,0435	3,5126	4,347
2,5	200	7,00	0,0467	3,8898	4,667
2,75	220	7,88	0,0525	4,2525	5,253
3	240	8,62	0,0575	4,6149	5,747
3,25	260	9,82	0,0655	4,9571	6,547

PROBETA 2 "0.75%"

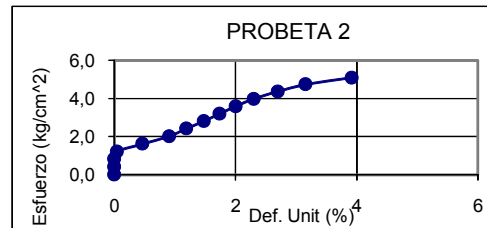
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA PIEDECUESTA



DIMENSIONES **L=3.6 - A=1.44**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volumen (cm ³)	735,25



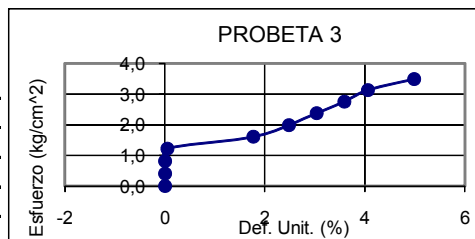
Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,00	0,0000	0,4080	0,000
0,5	40	0,00	0,0000	0,8160	0,000
0,75	60	0,07	0,0005	1,2235	0,047
1	80	0,70	0,0047	1,6245	0,467
1,25	100	1,36	0,0091	2,0216	0,907
1,5	120	1,78	0,0119	2,4191	1,187
1,75	140	2,22	0,0148	2,8139	1,480
2	160	2,61	0,0174	3,2074	1,740
2,25	180	3,01	0,0201	3,5985	2,007
2,5	200	3,45	0,0230	3,9864	2,300
2,75	220	4,05	0,0270	4,3671	2,700
3	240	4,74	0,0316	4,7416	3,160
3,25	260	5,88	0,0392	5,0964	3,920

PROBETA 3 "0.75%"

DIMENSIONES **L=3.6 - A=2.16**

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volumen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,00	0,0000	0,4080	0,000
0,5	40	0,00	0,0000	0,8160	0,000
0,75	60	0,07	0,0005	1,2235	0,047
1	80	2,65	0,0177	1,6033	1,767
1,25	100	3,72	0,0248	1,9895	2,480
1,5	120	4,55	0,0303	2,3739	3,033
1,75	140	5,38	0,0359	2,7537	3,587
2	160	6,09	0,0406	3,1317	4,060
2,25	180	7,48	0,0499	3,4891	4,987

PROBETA 1 "0.75%"

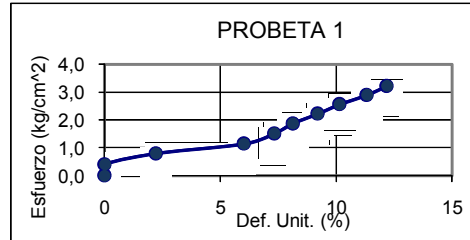
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA PIEDECUESTA



DIMENSIONES L=4.8 - A=0.96

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



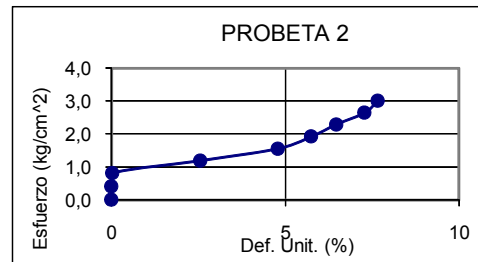
Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,02	0,0001	0,4080	0,013
0,5	40	3,32	0,0221	0,7980	2,213
0,75	60	9,02	0,0601	1,1505	6,013
1	80	11,00	0,0733	1,5124	7,333
1,25	100	12,20	0,0813	1,8742	8,133
1,5	120	13,80	0,0920	2,2229	9,200
1,75	140	15,22	0,1015	2,5664	10,147
2	160	16,98	0,1132	2,8947	11,320
2,25	180	18,28	0,1219	3,2247	12,187

PROBETA 2 "0.75%"

DIMENSIONES L=4.8 - A=1.92

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,00	0,0000	0,4080	0,000
0,5	40	0,03	0,0002	0,8159	0,020
0,75	60	3,84	0,0256	1,1927	2,560
1	80	7,18	0,0479	1,5540	4,787
1,25	100	8,62	0,0575	1,9229	5,747
1,5	120	9,70	0,0647	2,2898	6,467
1,75	140	10,92	0,0728	2,6482	7,280
2	160	11,50	0,0767	3,0139	7,667

PROBETA 3 "0.75%"

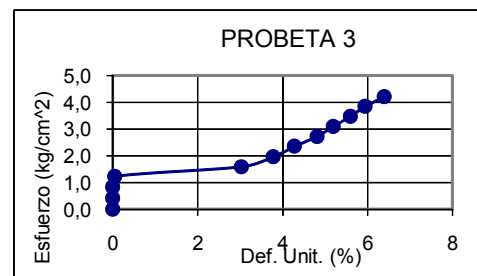
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE
 MUESTRA PIEDECUESTA



DIMENSIONES **L=4.8 - A=2.88**

DIMENSIONES CILINDRO

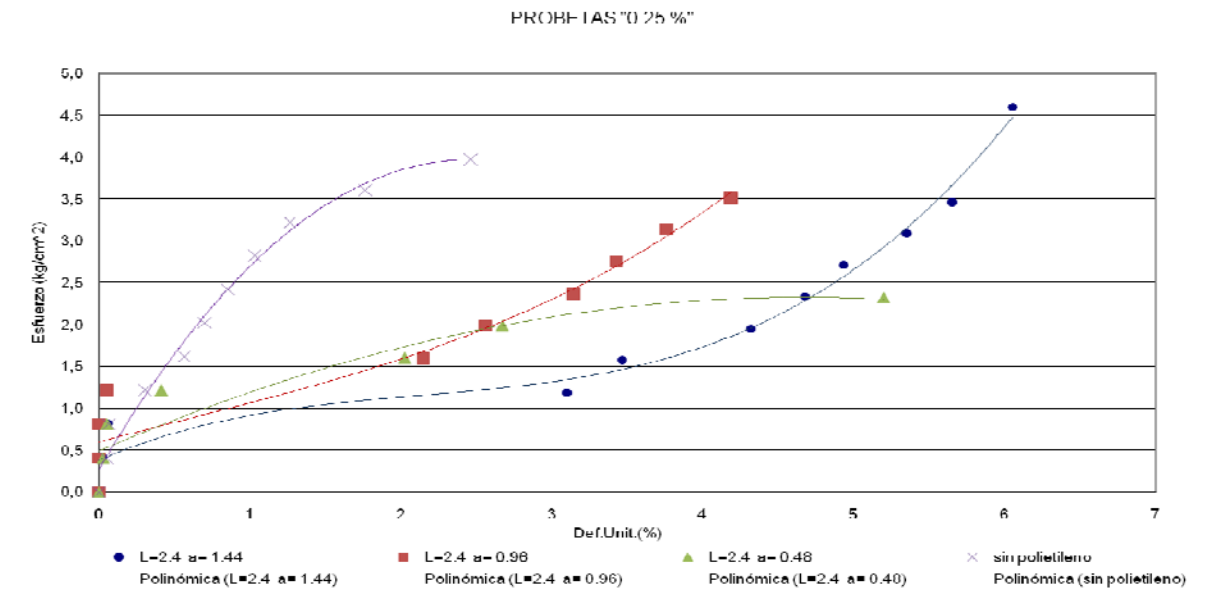
Diámetro superior (cm)	7,9
Diámetro central (cm)	7,9
Diámetro inferior (cm)	7,9
Altura (cm)	15,00
Área (cm ²)	49,02
Volúmen (cm ³)	735,25



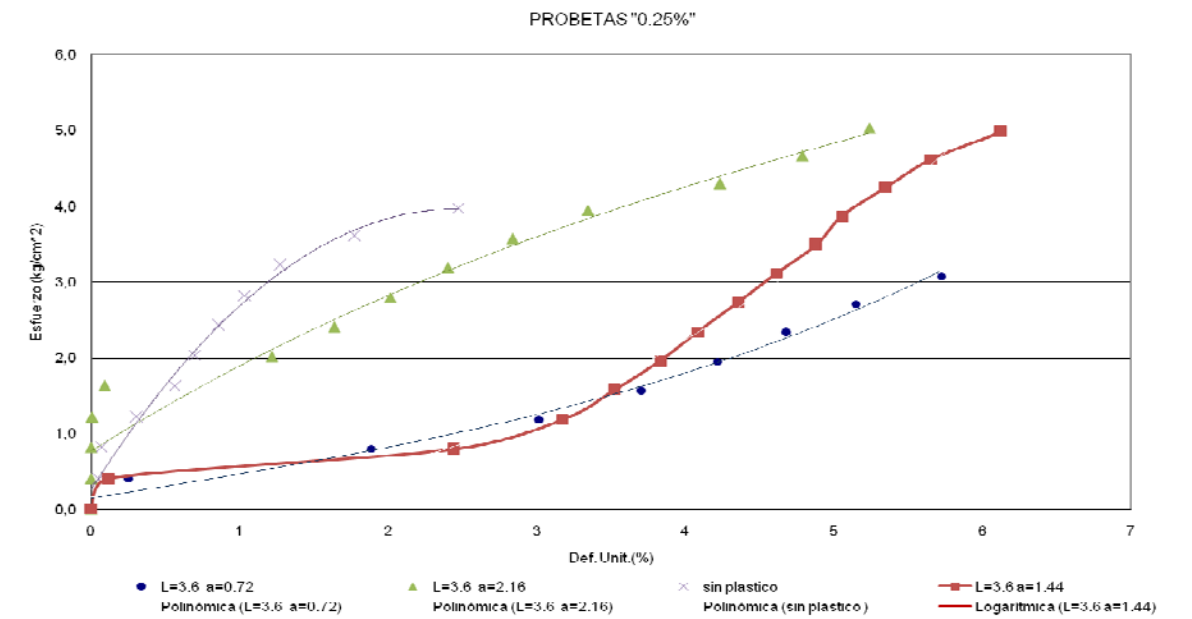
Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	sfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0,0000	0
0,25	20	0,00	0,0000	0,4080	0,000
0,5	40	0,00	0,0000	0,8160	0,000
0,75	60	0,07	0,0005	1,2235	0,047
1	80	4,55	0,0303	1,5826	3,033
1,25	100	5,68	0,0379	1,9629	3,787
1,5	120	6,42	0,0428	2,3434	4,280
1,75	140	7,22	0,0481	2,7187	4,813
2	160	7,80	0,0520	3,0945	5,200
2,25	180	8,40	0,0560	3,4666	5,600
2,5	200	8,92	0,0595	3,8376	5,947
2,75	220	9,60	0,0640	4,2010	6,400

Anexo D. Graficas comparativas de los ensayos de compresión simple en muestras de suelo sin y con polietileno de baja densidad.

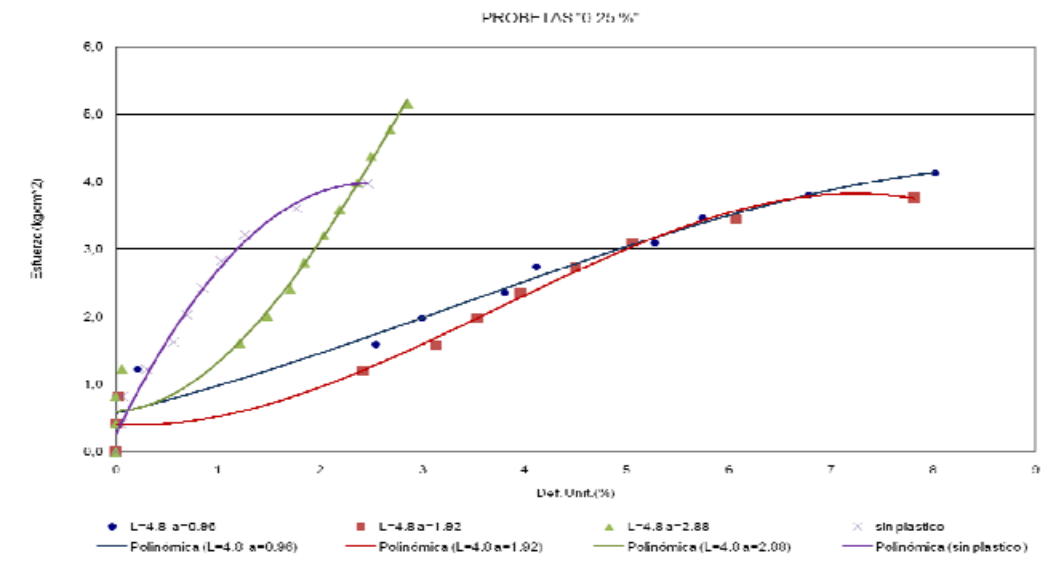
grafica comparativa entre esfuerzos obtenidos en el ensayo de compresion simple en suelos sin y con plastico de longitud 2.4 cm y un % 0.25. suelo de piedecuesta.



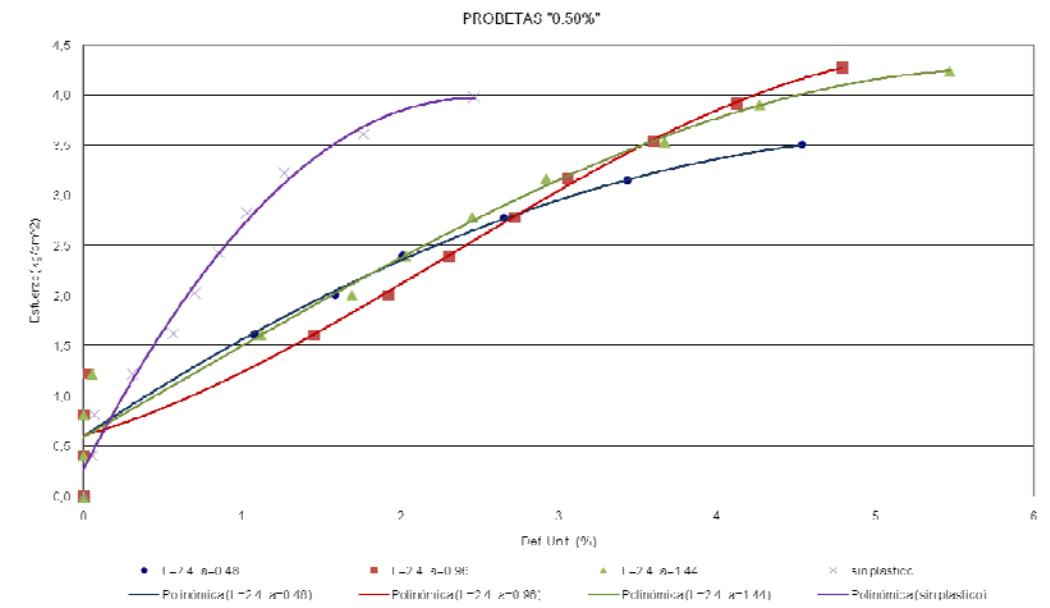
grafica comparativa entre esfuerzos obtenidos en el ensayo de compresion simple en suelos sin y con plastico de longitud 3.6 cm y un % 0.25. suelo de piedecuesta.



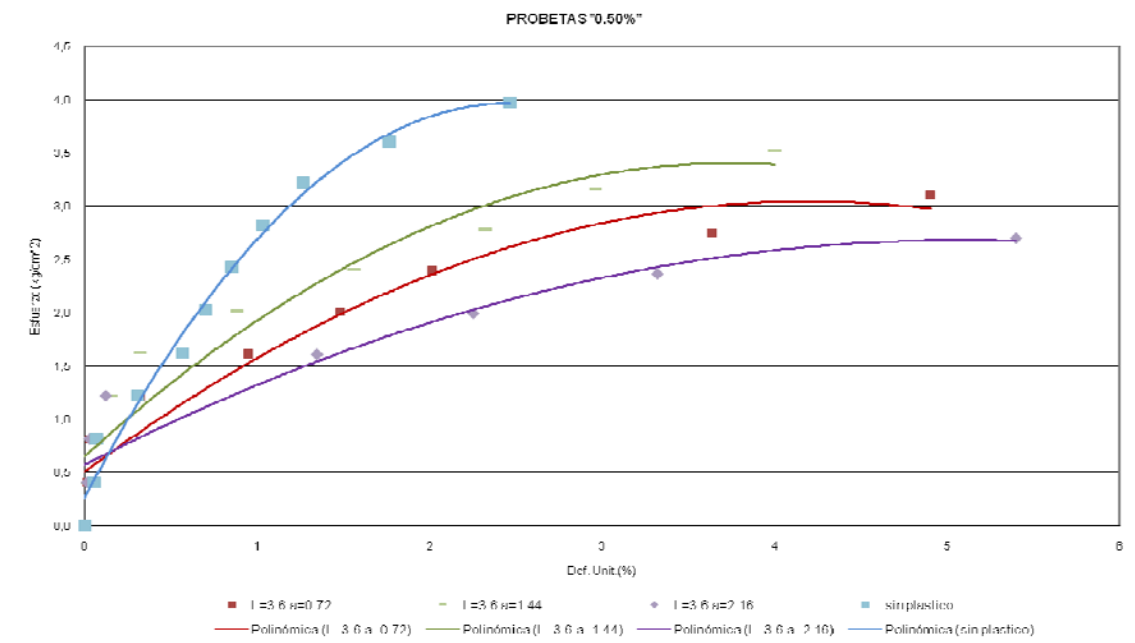
grafica comparativa entre esfuerzos obtenidos en el ensayo de compresion simple en suelos sin y con plastico de longitud 4.8 cm y un % 0.25. suelo de piedecuesta.



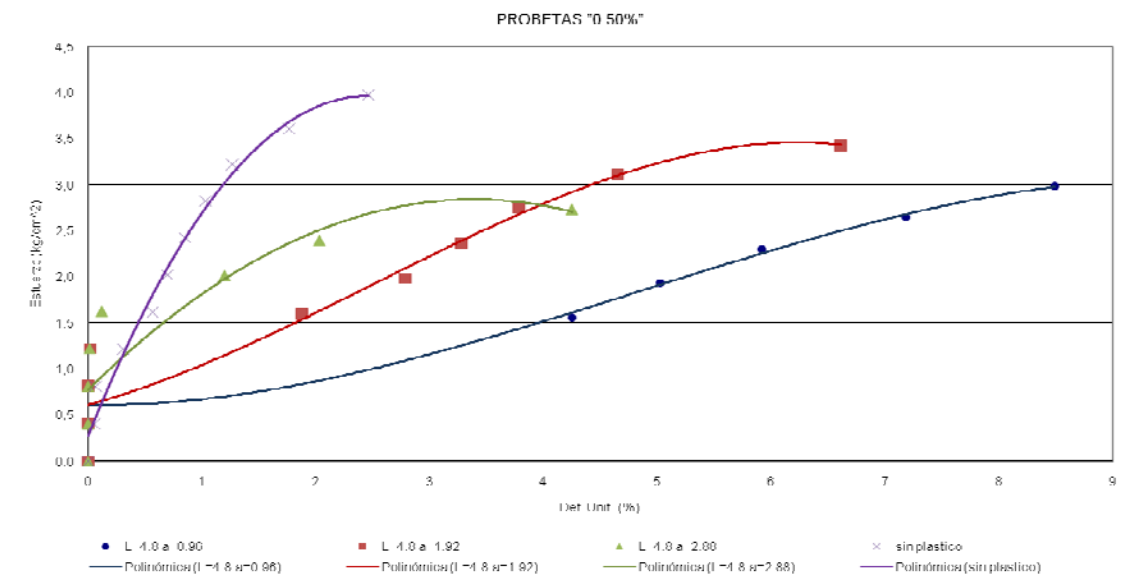
grafica comparativa entre esfuerzos obtenidos en el ensayo de compresion simple en suelos sin y con plastico de longitud 2.4 cm y un % 0.50. suelo de piedecuesta.



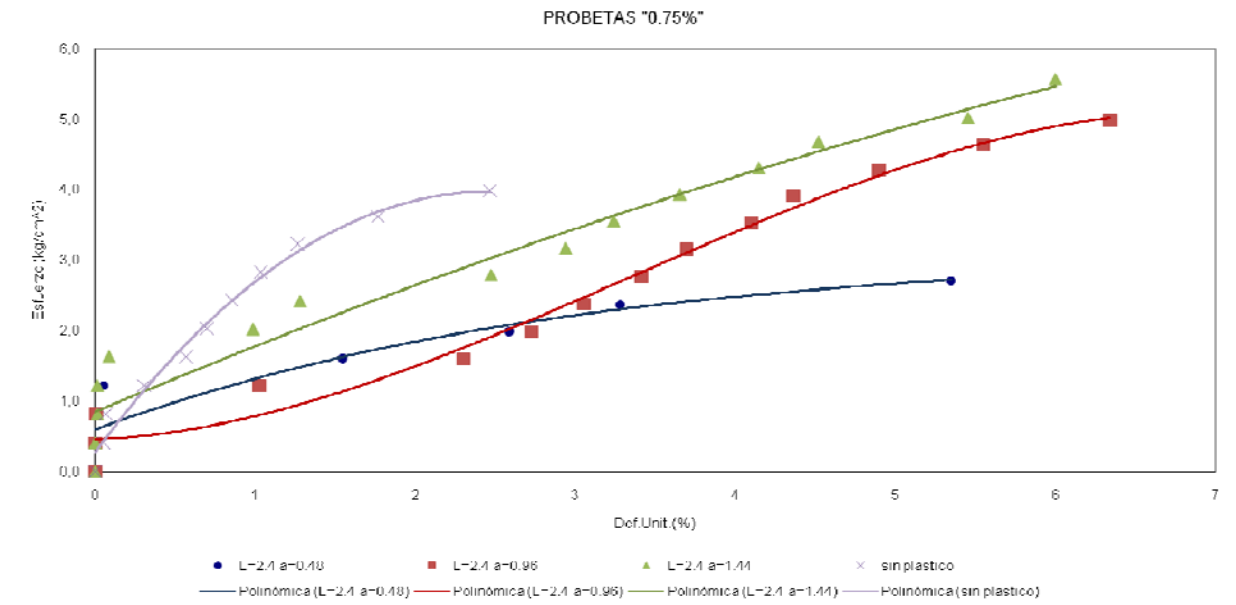
grafica comparativa entre esfuerzos obtenidos en el ensayo de compresion simple en suelos sin y con plastico de longitud 3.6 cm y un % 0.50. suelo de piedecuesta.



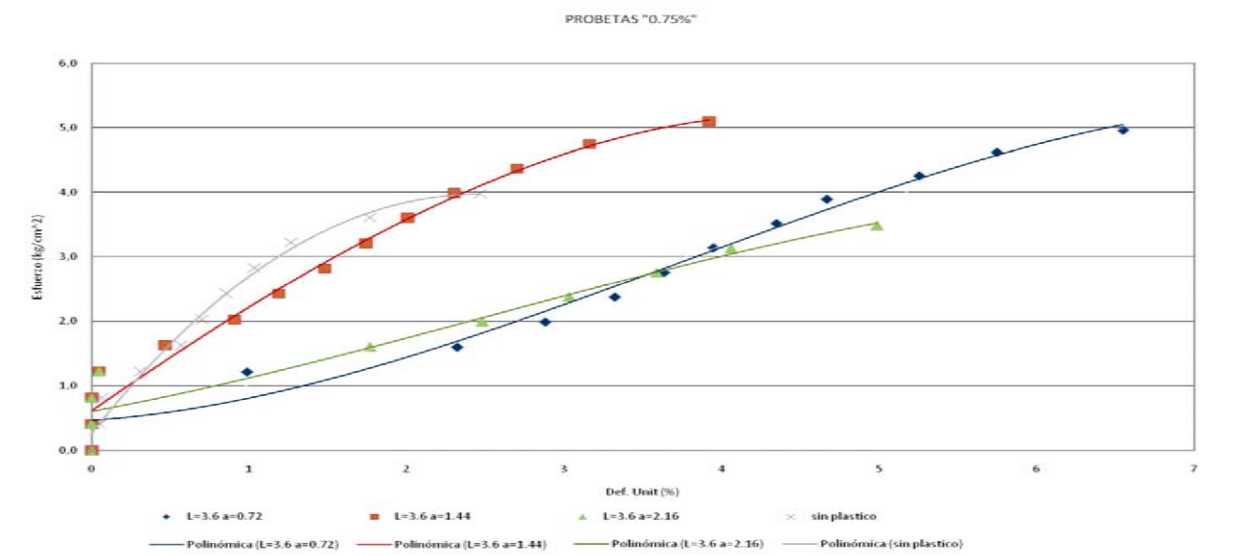
grafica comparativa entre esfuerzos obtenidos en el ensayo de compresion simple en suelos sin y con plastico de longitud 4.8 cm y un % 0.50. suelo de piedecuesta.



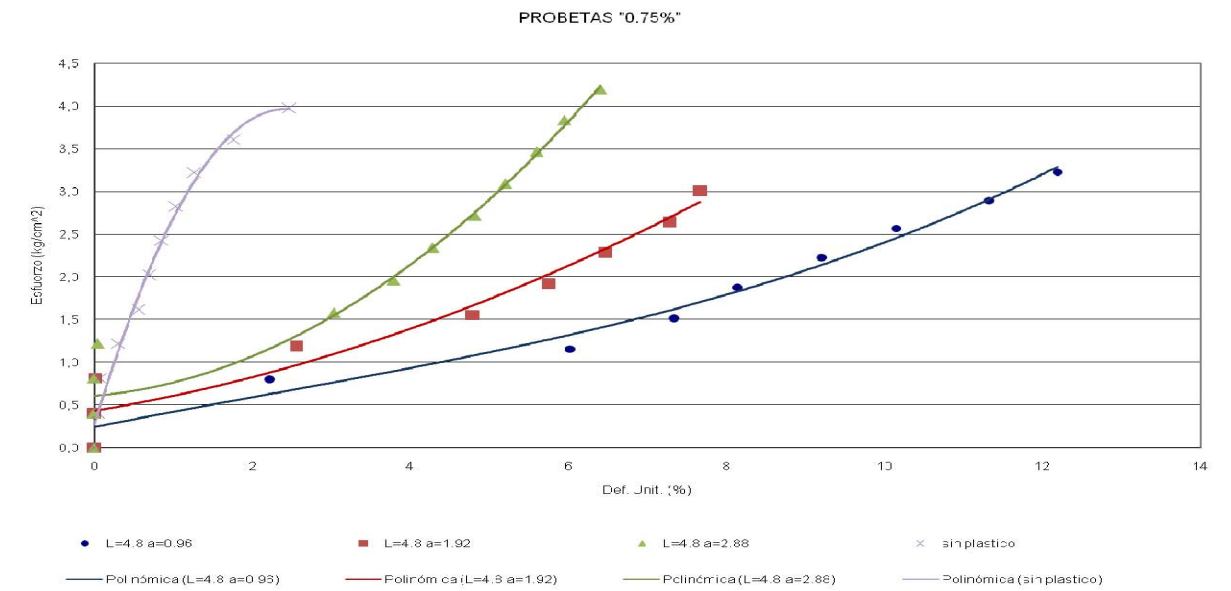
grafica comparativa entre esfuerzos obtenidos en el ensayo de compresion simple en suelos sin y con plastico de longitud 2.4 cm y un % 0.75. suelo de piedecuesta.



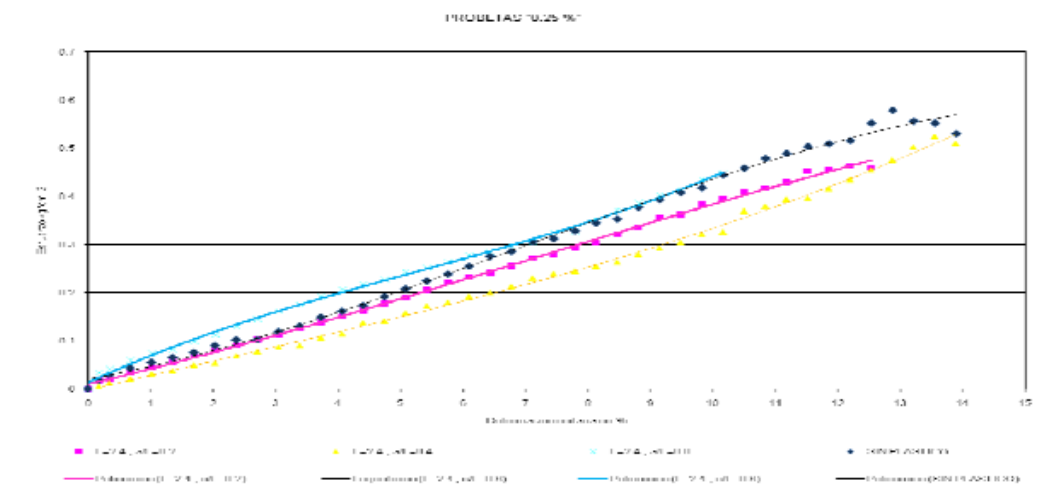
grafica comparativa entre esfuerzos obtenidos en el ensayo de compresion simple en suelos sin y con plastico de longitud 3.6 cm y un % 0.75. suelo de piedecuesta.



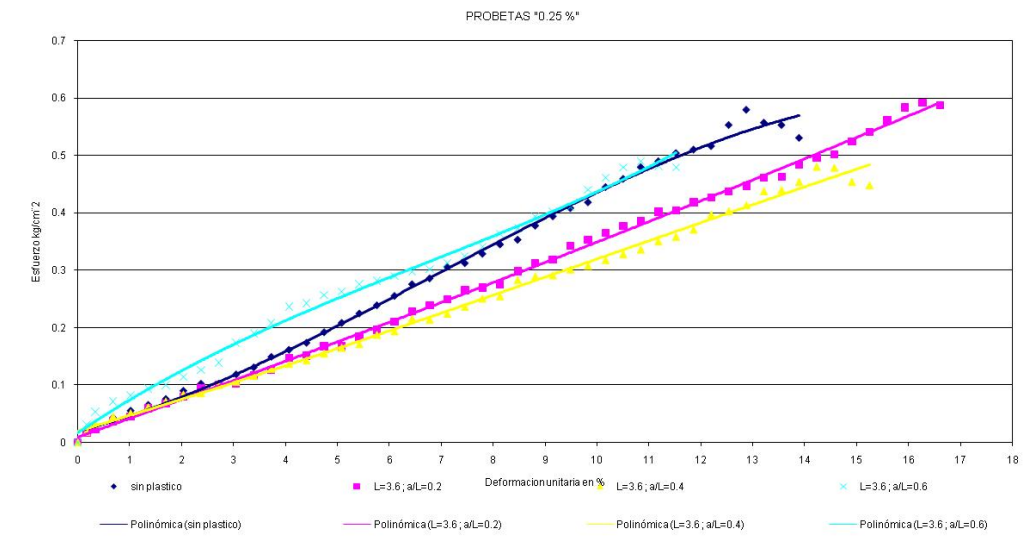
grafica comparativa entre esfuerzos obtenidos en el ensayo de compresion simple en suelos sin y con plastico de longitud 4.8 cm y un % 0.75. suelo de piedecuesta.



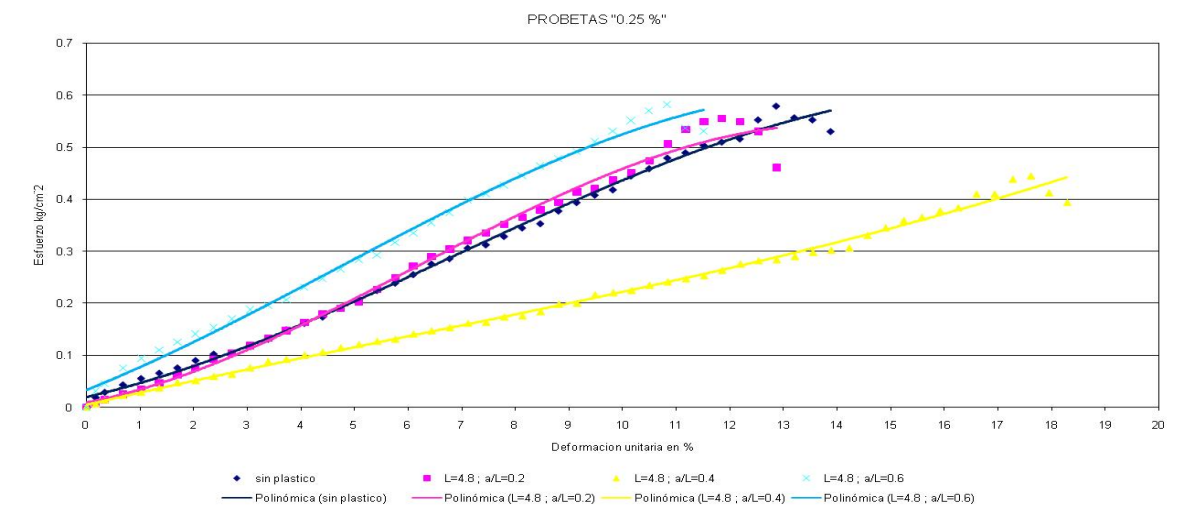
grafica comparativa entre esfuerzos obtenidos en el ensayo de compresion simple en suelos sin y con plastico de longitud 2.4 cm y un % 0.25. suelo de lebrija.



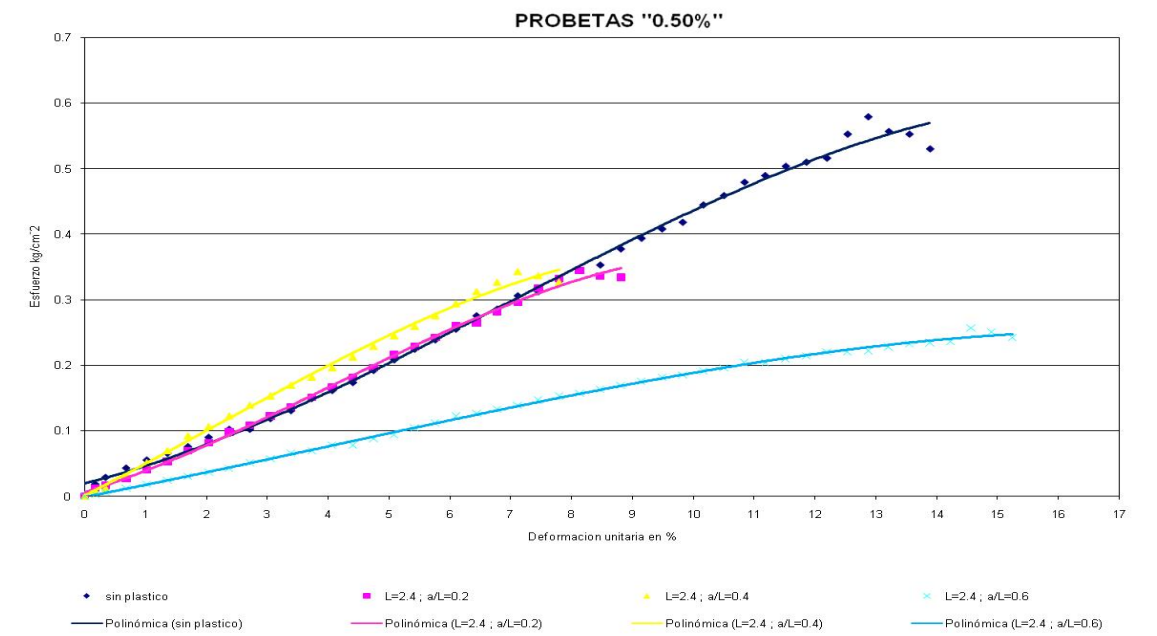
grafica comparativa entre esfuerzos obtenidos en el ensayo de compresion simple en suelos sin y con plastico de longitud 3.6 cm y un % 0.25. suelo de lebrija.



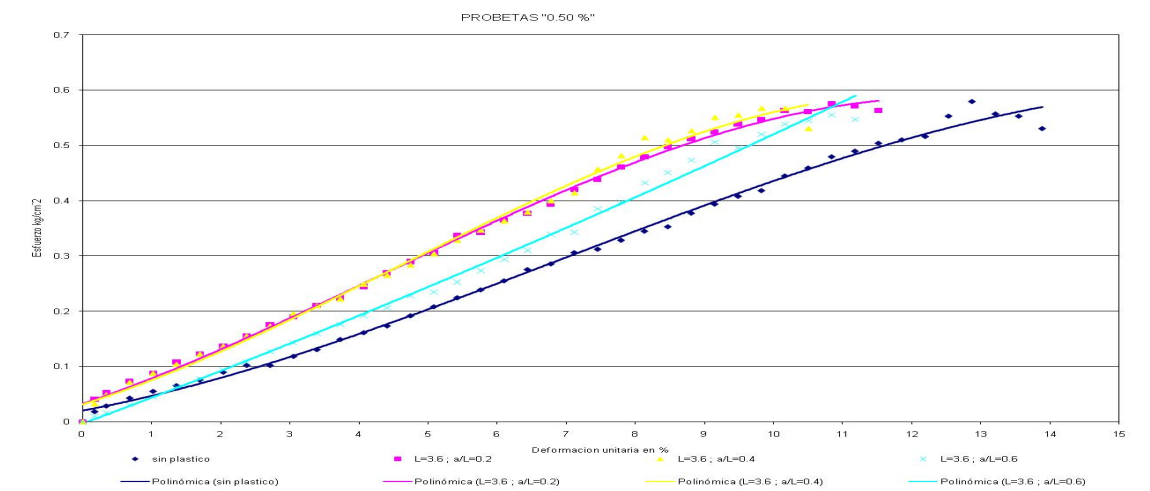
grafica comparativa entre esfuerzos obtenidos en el ensayo de compresion simple en suelos sin y con plastico de longitud 4.8 cm y un % 0.25. suelo de lebrija.



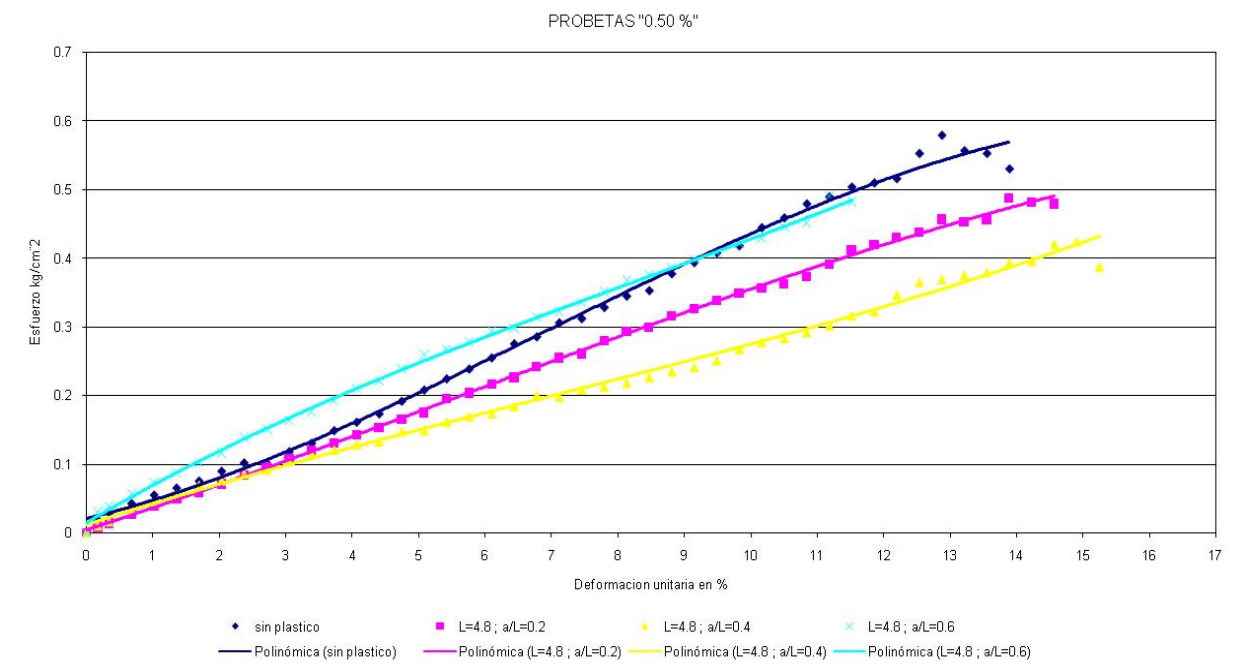
grafica comparativa entre esfuerzos obtenidos en el ensayo de compresion simple en suelos sin y con plastico de longitud 2.4 cm y un % 0.50. suelo de lebrija.



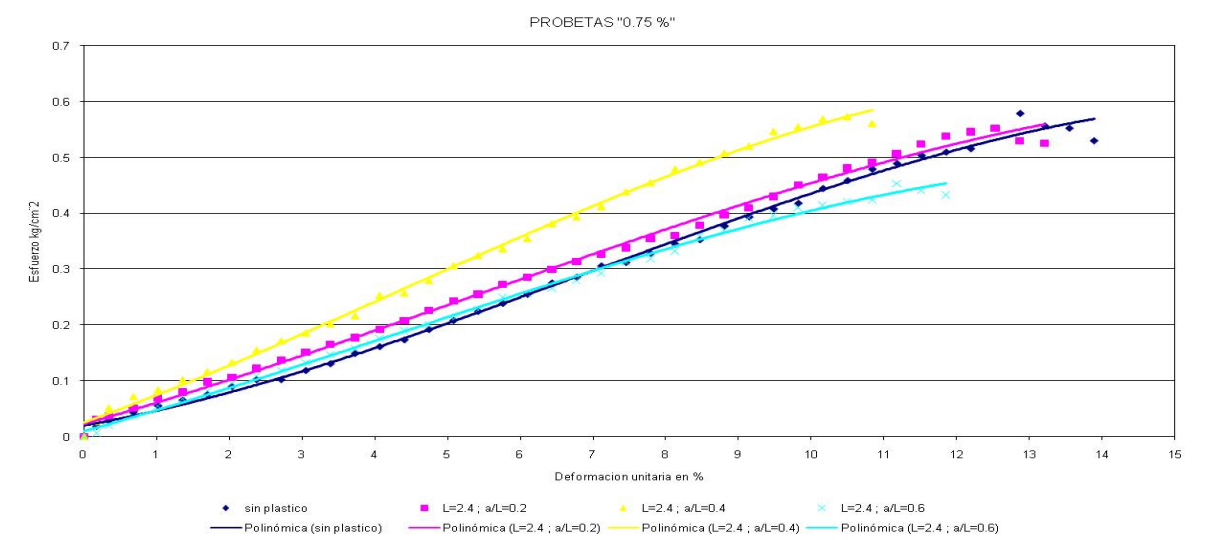
grafica comparativa entre esfuerzos obtenidos en el ensayo de compresion simple en suelos sin y con plastico de longitud 3.6 cm y un % 0.50. suelo de lebrija



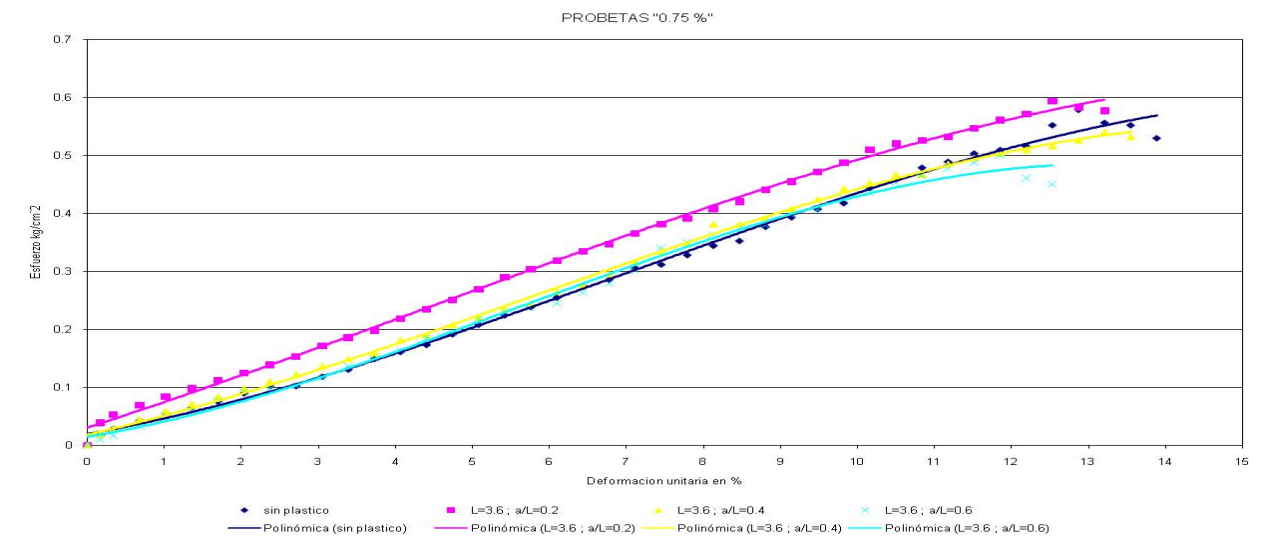
grafica comparativa entre esfuerzos obtenidos en el ensayo de compresion simple en suelos sin y con plastico de longitud 4.8 cm y un % 0.50. suelo de lebrija.



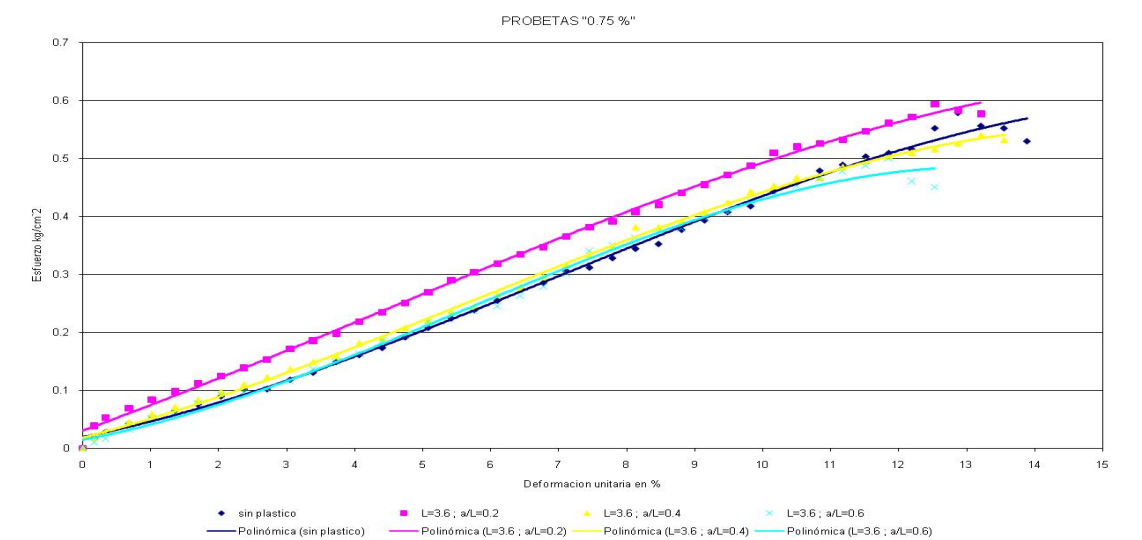
grafica comparativa entre esfuerzos obtenidos en el ensayo de compresion simple en suelos sin y con plastico de longitud 2.4 cm y un % 0.75. suelo de lebrija.



grafica comparativa entre esfuerzos obtenidos en el ensayo de compresion simple en suelos sin y con plastico de longitud 3.6 cm y un % 0.75. suelo de lebrija.



grafica comparativa entre esfuerzos obtenidos en el ensayo de compresion simple en suelos sin y con plastico de longitud 4.8 cm y un % 0.75. suelo de lebrija



Anexo E. Ensayos de corte directo y graficas comparativas de las muestras de suelo sin y con polietileno de baja densidad.

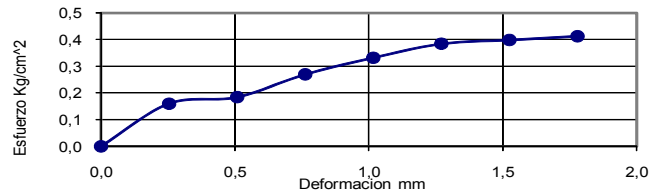


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

MUESTRA	piedecuesta sin plastico
carga normal en(gr)	8000
diametro (cm)	6,277
area probeta	30,942

Lectura de carga	P (Kg)	Deformacion Horizontal (0,001In)	Deformacion Horizontal (mm)	Esfuerzo cortante
0	0,000	0,0	0,00	0,000
35	4,957	10	0,25	0,160
40	5,693	20	0,51	0,184
58	8,344	30	0,76	0,270
71	10,258	40	1,02	0,332
82	11,878	50	1,27	0,384
85	12,320	60	1,52	0,398
88	12,761	70	1,78	0,412

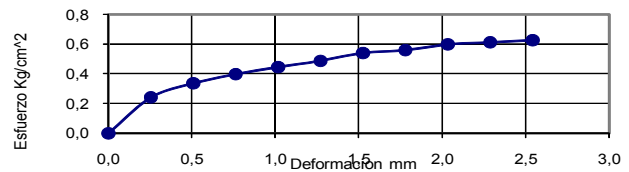
ANILLO 1



MUESTRA	piedecuesta sin plastico
carga normal en(gr)	16000
diametro (cm)	6,277
area probeta	30,942

Lectura de carga	P (Kg)	Deformacion Horizontal (0,001In)	Deformacion Horizontal (mm)	Esfuerzo Cortante
0	0,000	0	0,00	0,000
52	7,460	10	0,25	0,241
72	10,405	20	0,51	0,336
85	12,320	30	0,76	0,398
95	13,792	40	1,02	0,446
104	15,117	50	1,27	0,489
115	16,737	60	1,52	0,541
119	17,326	70	1,78	0,560
127	18,504	80	2,03	0,598
130	18,946	90	2,29	0,612
133	19,387	100	2,54	0,627

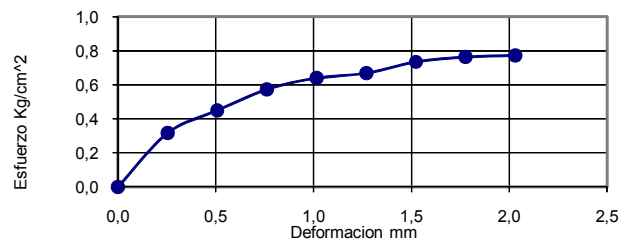
ANILLO 2



MUESTRA	pedecuesta sin plastico
carga normal en(gr)	32000
diametro (cm)	6,277
area probeta	30,942

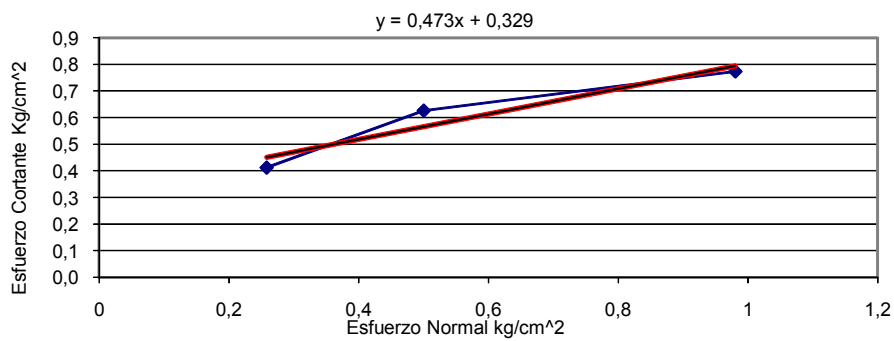
Lectura de carga	P (Kg)	Deformacion Horizontal (0,001In)	Deformacion Horizontal (mm)	Esfuerzo Cortante
0	0,000	0	0,00	0,000
68	9,816	10	0,25	0,317
96	13,939	20	0,51	0,450
122	17,768	30	0,76	0,574
136	19,829	40	1,02	0,641
142	20,712	50	1,27	0,669
156	22,774	60	1,52	0,736
162	23,657	70	1,78	0,765
164	23,952	80	2,03	0,774

ANILLO 3



esfuerzo cortante(T)	esfuerzo normal (σ)
0,412	0,258548472
0,627	0,500482324
0,774	0,980369219

ARCILLA

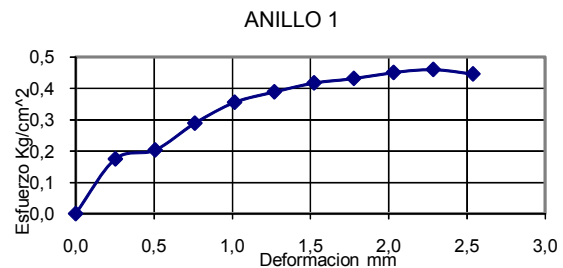




UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

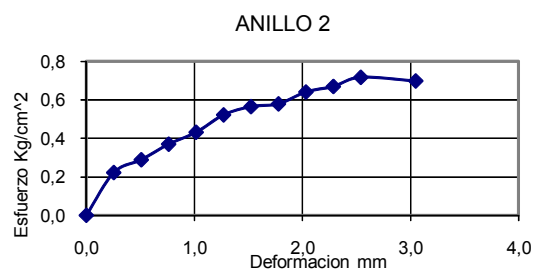
Lectura de carga	P (Kg)	Deformacion Horizontal (0,001In)	Deformacion Horizontal (mm)	Esfuerzo cortante
0	0,000	0,0	0,00	0,000
38	5,399	10	0,25	0,174
44	6,282	20	0,51	0,203
62	8,933	30	0,76	0,289
76	10,994	40	1,02	0,355
83	12,025	50	1,27	0,389
89	12,908	60	1,52	0,417
92	13,350	70	1,78	0,431
96	13,939	80	2,03	0,450
98	14,234	90	2,29	0,460
95	13,792	100	2,54	0,446

MUESTRA	PIEDRECUESTA CON POLIETILENO
carga normal en(gr)	8000
diametro (cm)	6,277
area probeta	30,942



Lectura de carga	P (Kg)	Deformacion Horizontal (0,001In)	Deformacion Horizontal (mm)	Esfuerzo Cortante
0	0,000	0	0,00	0,000
48	6,871	10	0,25	0,222
62	8,933	20	0,51	0,289
79	11,436	30	0,76	0,370
92	13,350	40	1,02	0,431
111	16,148	50	1,27	0,522
120	17,473	60	1,52	0,565
123	17,915	70	1,78	0,579
136	19,829	80	2,03	0,641
142	20,712	90	2,29	0,669
152	22,185	100	2,54	0,717
148	21,596	120	3,048	0,698

MUESTRA	PIEDRECUESTA CON POLIETILENO
carga normal en(gr)	16000
diametro (cm)	6,277
area probeta	30,942

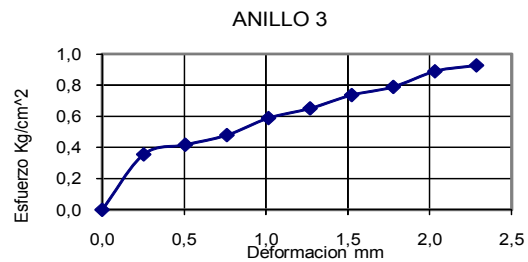




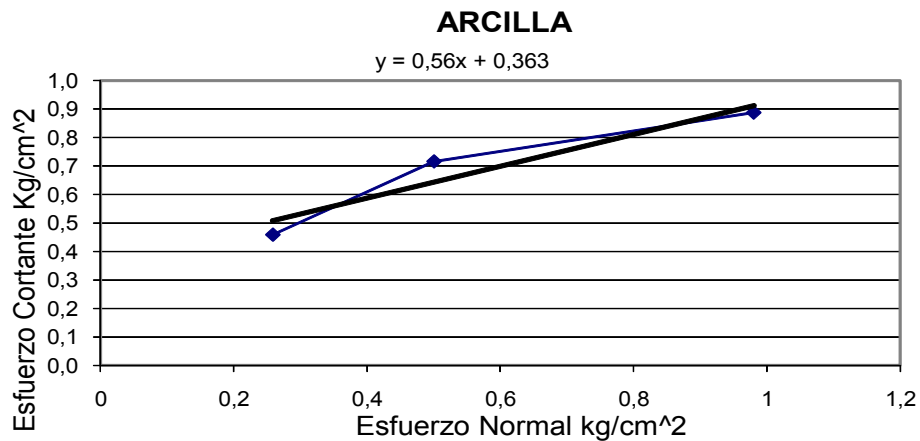
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Lectura de carga	P (Kg)	Deformacion Horizontal (0,001In)	Deformacion Horizontal (mm)	Esfuerzo Cortante
0	0,000	0	0,00	0,000
76	10,994	10	0,25	0,355
89	12,908	20	0,51	0,417
102	14,823	30	0,76	0,479
125	18,209	40	1,02	0,588
138	20,123	50	1,27	0,650
156	22,774	60	1,52	0,736
167	24,394	70	1,78	0,788
188	27,486	80	2,03	0,888
196	28,664	90	2,29	0,926

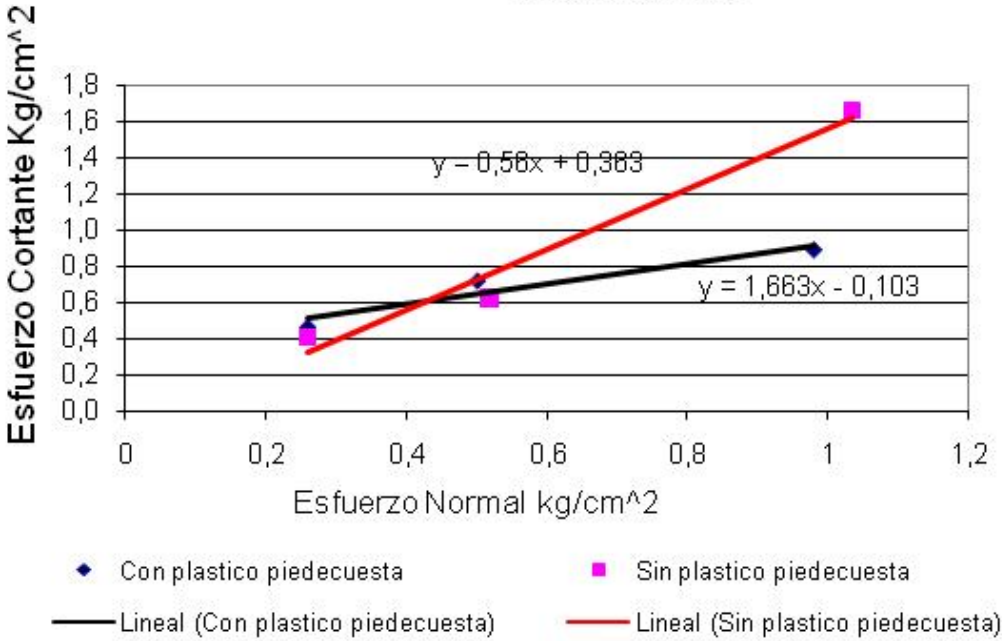
MUESTRA	PIEDRECUESTA CON POLIETILENO
carga normal en(gr)	32000
diametro (cm)	6,277
area probeta	30,942



esfuerzo cortante(T)	esfuerzo normal (σ)
0,460	0,258548472
0,717	0,500482324
0,888	0,980369219



Piedecuesta



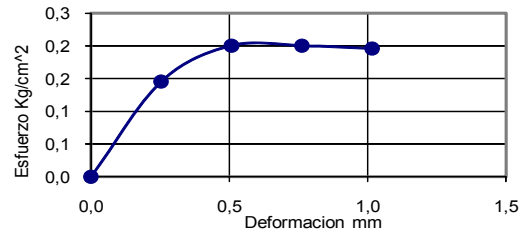


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

MUESTRA	lebrija sin plastico
carga normal en(gr)	8000
diametro (cm)	6,277
area probeta	30,942

Lectura de carga	P (Kg)	Deformacion Horizontal (0,001In)	Deformacion Horizontal (mm)	Esfuerzo cortante
0	0,000	0,0	0,00	0,000
33	4,663	10	0,25	0,146
45	6,430	20	0,51	0,201
45	6,430	30	0,76	0,201
44	6,282	40	1,02	0,196

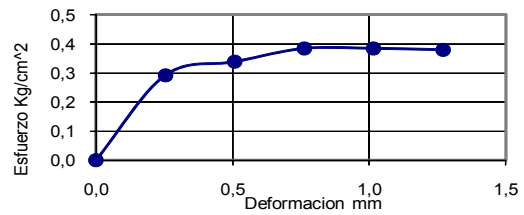
ANILLO 1



MUESTRA	lebrija sin plastico
carga normal en(gr)	16000
diametro (cm)	6,277
area probeta	30,942

Lectura de carga	P (Kg)	Deformacion Horizontal (0,001In)	Deformacion Horizontal (mm)	Esfuerzo Cortante
0	0,000	0	0,00	0,000
65	9,375	10	0,25	0,293
75	10,847	20	0,51	0,339
85	12,320	30	0,76	0,385
85	12,320	40	1,02	0,385
84	12,172	50	1,27	0,380

ANILLO 2

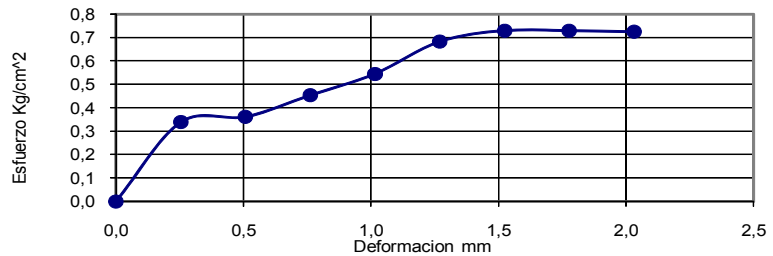




UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

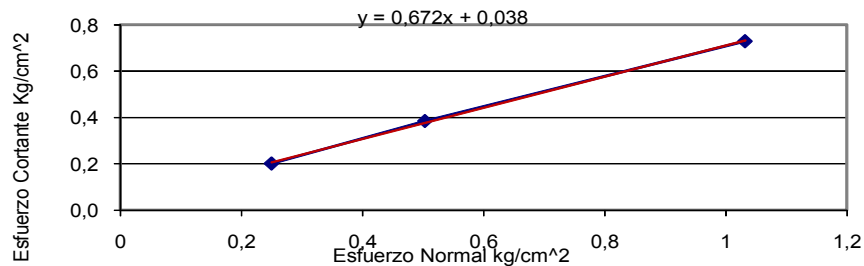
MUESTRA		lebrija sin plastico		
carga normal en(gr)		32000		
diámetro (cm)		6,277		
area probeta		30,942		
Lectura de carga	P (Kg)	Deformacion Horizontal (0,001In)	Deformacion Horizontal (mm)	Esfuerzo Cortante
0	0,000	0	0,00	0,000
75	10,847	10	0,25	0,339
80	11,583	20	0,51	0,362
100	14,528	30	0,76	0,453
120	17,473	40	1,02	0,545
150	21,890	50	1,27	0,683
160	23,363	60	1,52	0,729
160	23,363	70	1,78	0,729
159	23,216	80	2,03	0,725

ANILLO 3



esfuerzo cortante(T)	esfuerzo normal (σ)
0,201	0,249719011
0,385	0,503107456
0,729	1,032000475

Lebrija



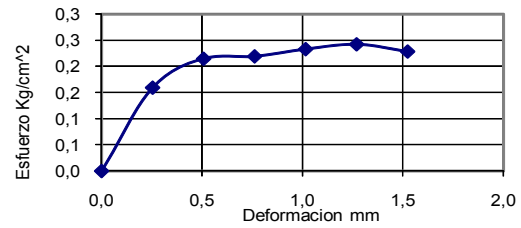


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

MUESTRA	LEBRIJA CON POLIETILENO
carga normal en(gr)	8000
diametro (cm)	6,277
area probeta	30,942

Lectura de carga	P (Kg)	Deformacion Horizontal (0,001In)	Deformacion Horizontal (mm)	Esfuerzo cortante
0	0,000	0,0	0,00	0,000
36	5,104	10	0,25	0,159
48	6,871	20	0,51	0,214
49	7,019	30	0,76	0,219
52	7,460	40	1,02	0,233
54	7,755	50	1,27	0,242
51	7,313	60	1,52	0,228

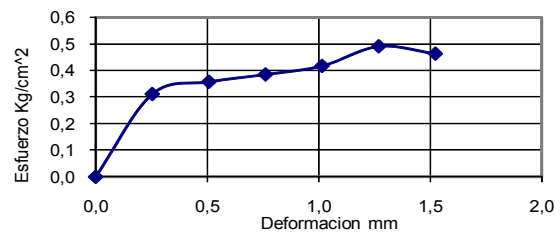
ANILLO 1



MUESTRA	LEBRIJA CON POLIETILENO
carga normal en(gr)	16000
diametro (cm)	6,277
area probeta	30,942

Lectura de carga	P (Kg)	Deformacion Horizontal (0,001In)	Deformacion Horizontal (mm)	Esfuerzo Cortante
0	0,000	0	0,00	0,000
69	9,964	10	0,25	0,311
79	11,436	20	0,51	0,357
85	12,320	30	0,76	0,385
92	13,350	40	1,02	0,417
108	15,706	50	1,27	0,490
102	14,823	60	1,52	0,463

ANILLO2



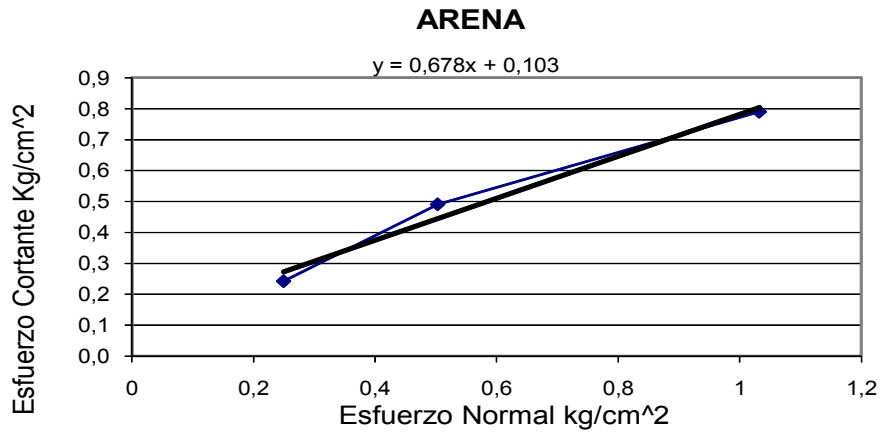
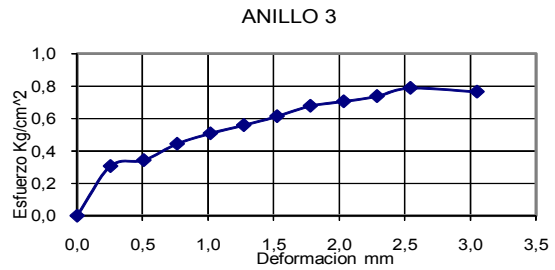


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

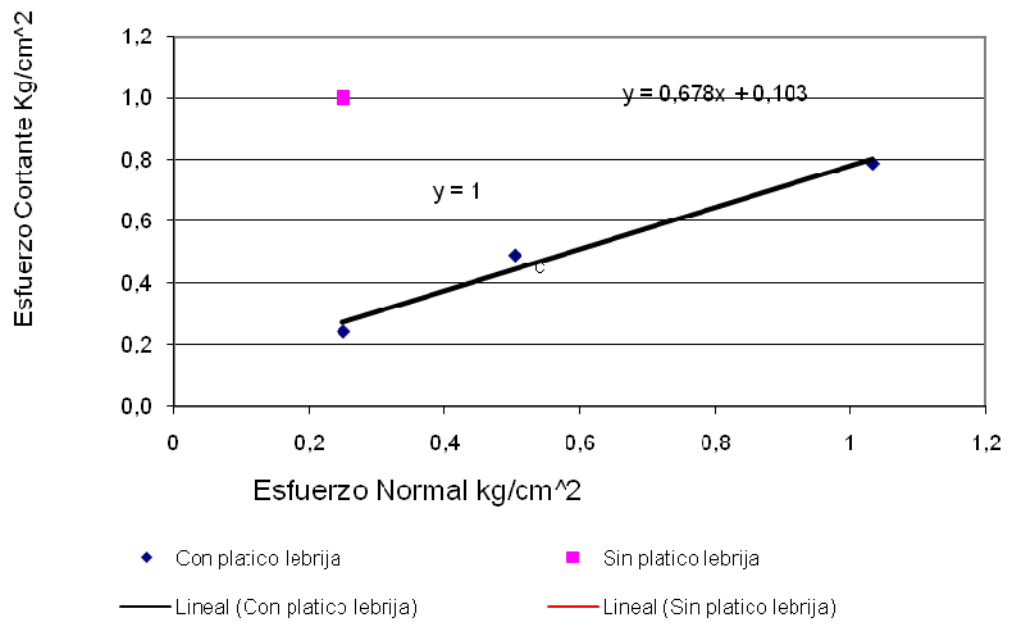
MUESTRA	LEBRIJA CON POLIETILENO
carga normal en(gr)	32000
diametro (cm)	6,277
area probeta	30,942

Lectura de carga	P (Kg)	Deformacion Horizontal (0,001In)	Deformacion Horizontal (mm)	Esfuerzo Cortante
0	0,000	0	0,00	0,000
68	9,816	10	0,25	0,306
76	10,994	20	0,51	0,343
98	14,234	30	0,76	0,444
112	16,295	40	1,02	0,509
123	17,915	50	1,27	0,559
135	19,682	60	1,52	0,614
149	21,743	70	1,78	0,679
155	22,627	80	2,03	0,706
162	23,657	90	2,29	0,738
173	25,277	100	2,54	0,789
168	24,541	120	3,05	0,766

esfuerzo cortante(T)	esfuerzo normal (σ)
0,242	0,249719011
0,490	0,503107456
0,789	1,032000475



Lebrija



Anexo F. Ensayos de CBR y graficas comparativas de las muestras de suelo sin y con polietileno de baja densidad.

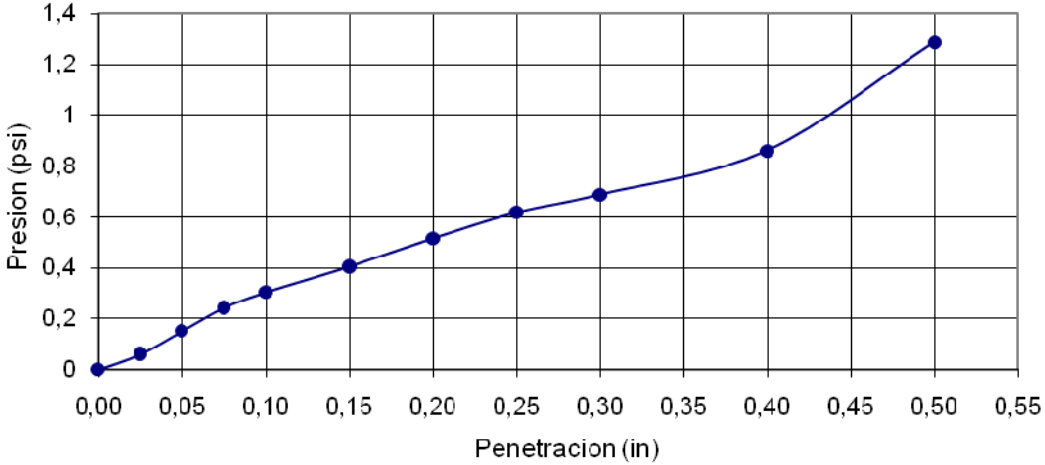


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE CBR

OBRA: MUESTRA
 GRANULAR
MUESTRA: LEBRIJA
PLASTICO: SIN PLASTICO

MOLDE No	15		
No DE GOLPES	55 golpes		
DIAS DE INMERSION	4		
PENETRACION EN			
PLG	LEC.	CARGA	PRESION
0.000	0	0	0
0.025	6	0.006	0.0608
0.050	15	0.015	0.1519
0.075	24	0.024	0.2430
0.100	30	0.03	0.3038
0.150	40	0.04	0.4050
0.200	51	0.051	0.5164
0.250	61	0.061	0.6176
0.300	68	0.068	0.6885
0.400	85	0.085	0.8606
0.500	127	0.127	1.2859
CBR A 0.1"	30.38		
CBR A 0.2"	34.43		

PRESION Vs PENETRACION



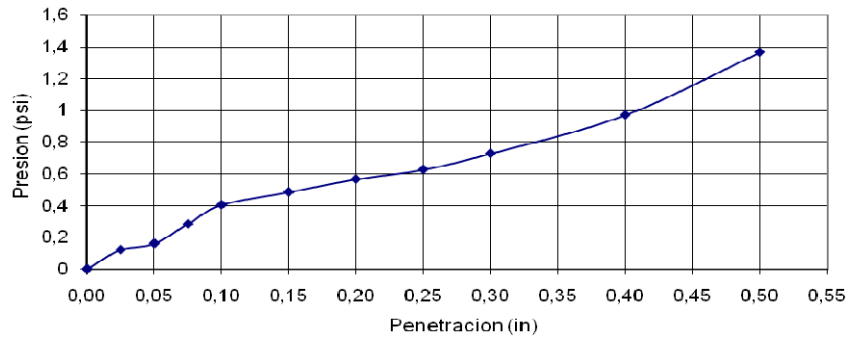


**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 ENSAYO DE CBR**

OBRA: MUESTRA GRANULAR
MUESTRA: LEBRIJA
PLASTICO: L=3.6 A=0.72 a/L=0.2 0.75%

MOLDE No	15		
No DE GOLPES	55 golpes		
DIAS DE INMERSION	4		
PENETRACION EN PLG	LEC.	CARGA	PRESION
0.000	0	0	0
0.025	12	0.012	0.1215
0.050	16	0.016	0.1620
0.075	28	0.028	0.2835
0.100	40	0.04	0.4050
0.150	48	0.048	0.4860
0.200	56	0.056	0.5670
0.250	62	0.062	0.6278
0.300	72	0.072	0.7290
0.400	96	0.096	0.9720
0.500	135	0.135	1.3669
CBR A 0.1"	40.50		
CBR A 0.2"	37.80		

PRESION Vs PENETRACION





UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CBR

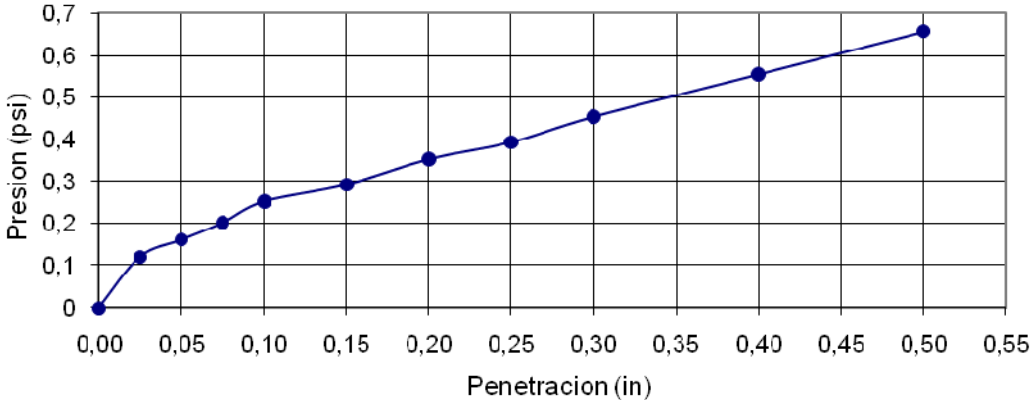
OBRA: MUESTRA ARSILLA

MUESTRA: PIEDRECUESTA

PLASTICO: SIN PLASTICO

MOLDE No	7		
No DE GOLPES	55 golpes		
DIAS DE INMERSION	4		
PENETRACION EN PLG	LEC.	CARGA	PRESION
0.000	0	0	0
0.025	12	0.012	0.1215
0.050	16	0.016	0.1620
0.075	20	0.02	0.2025
0.100	25	0.025	0.2531
0.150	29	0.029	0.2936
0.200	35	0.035	0.3544
0.250	39	0.039	0.3949
0.300	45	0.045	0.4556
0.400	55	0.055	0.5569
0.500	65	0.065	0.6581
CBR A 0.1"	25.31		
CBR A 0.2"	23.625		

PRESION Vs PENETRACION



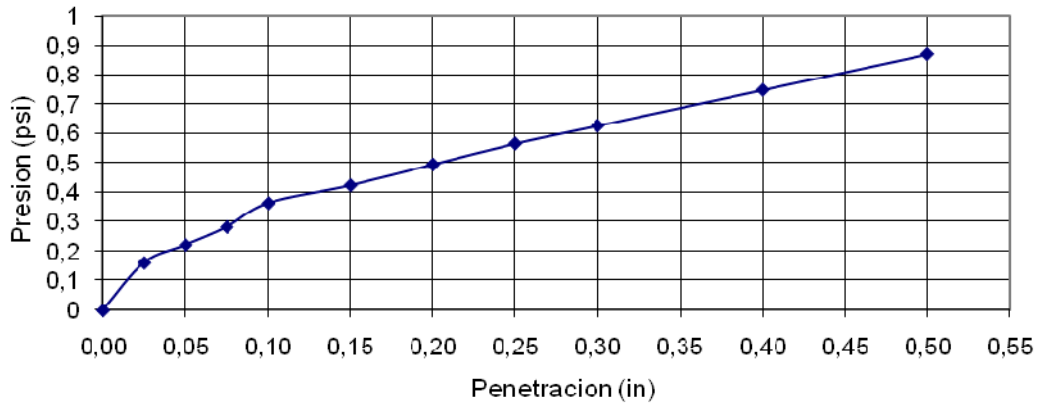


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE CBR

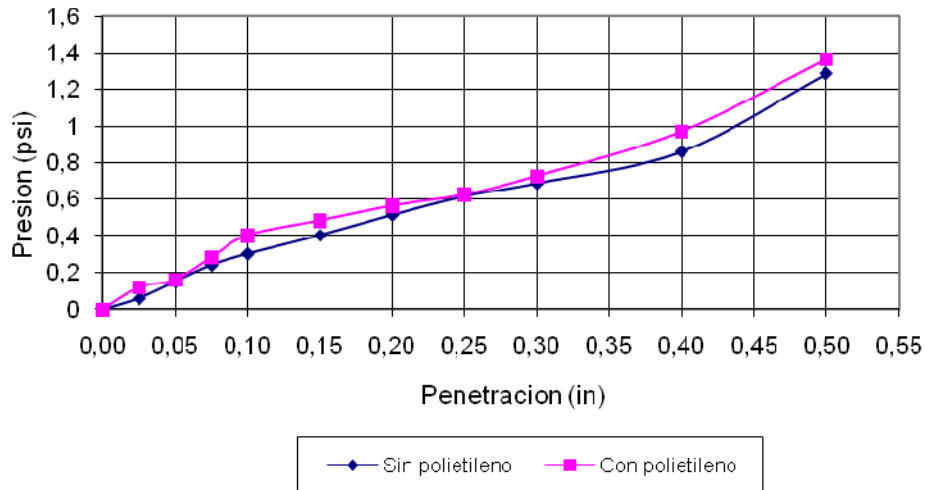
OBRA: MUESTRA
MUESTRA: ARSILLA
PLASTICO: PIEDECUESTA
L=3.6 A=0.1.44 a/L=0.2
0.75%

MOLDE No	7		
No DE GOLPES	55 golpes		
DIAS DE INMERSION	4		
PENETRACION EN PLG	LEC.	CARGA	PRESION
0.000	0	0	0
0.025	16	0.016	0.1620
0.050	22	0.022	0.2228
0.075	28	0.028	0.2835
0.100	36	0.036	0.3645
0.150	42	0.042	0.4253
0.200	49	0.049	0.4961
0.250	56	0.056	0.5670
0.300	62	0.062	0.6278
0.400	74	0.074	0.7493
0.500	86	0.086	0.8708
CBR A 0.1"	36.45		
CBR A 0.2"	33.075		

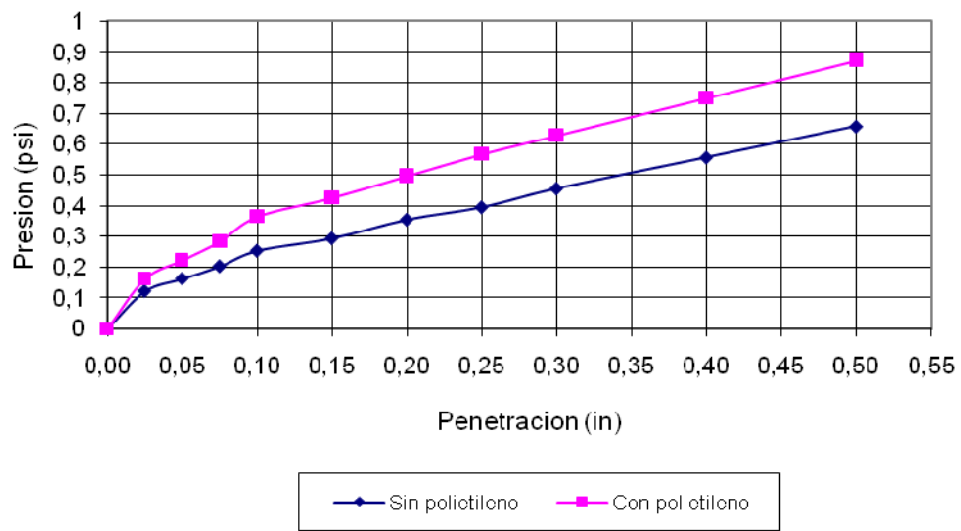
PRESION Vs PENETRACION



"CBR" Lebrija



"CBR" Piedecuesta



Anexo G. Ensayos de compresión simple en la probeta de mayor escala sin y con polietileno de baja densidad.

PROBETA 1



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
COMPRESION SIMPLE

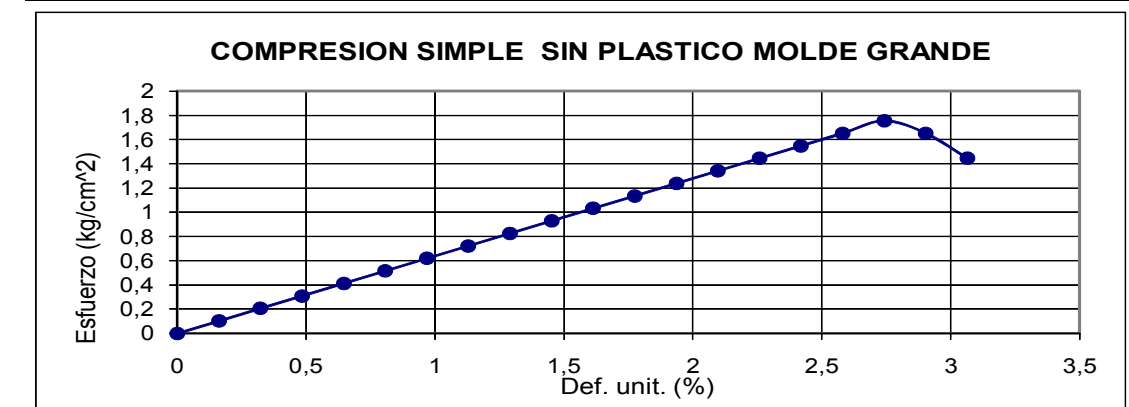
MUESTRA

LEBRIJA

DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	15,7
Diámetro central (cm)	15,7
Diametro inferior (cm)	15,7
Altura (cm)	31,50
Área (cm ²)	193,59
Volúmen (cm ³)	6098,17
Plastico	sin plastico
	0,0254

Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	20	0,51	0,0016	0,10	0,161
0,5	40	1,02	0,0032	0,21	0,323
0,75	60	1,52	0,0048	0,31	0,484
1	80	2,03	0,0065	0,41	0,645
1,25	100	2,54	0,0081	0,52	0,806
1,5	120	3,05	0,0097	0,62	0,968
1,75	140	3,56	0,0113	0,72	1,129
2	160	4,06	0,0129	0,83	1,290
2,25	180	4,572	0,0145	0,93	1,451
2,5	200	5,08	0,0161	1,03	1,613
2,75	220	5,588	0,0177	1,14	1,774
3	240	6,096	0,0194	1,24	1,935
3,25	260	6,604	0,0210	1,34	2,097
3,5	280	7,112	0,0226	1,45	2,258
3,75	300	7,62	0,0242	1,55	2,419
4	320	8,128	0,0258	1,65	2,580
4,25	340	8,636	0,0274	1,76	2,742
4,5	320	9,144	0,0290	1,65	2,903
4,75	280	9,652	0,0306	1,45	3,064



PROBETA 1



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

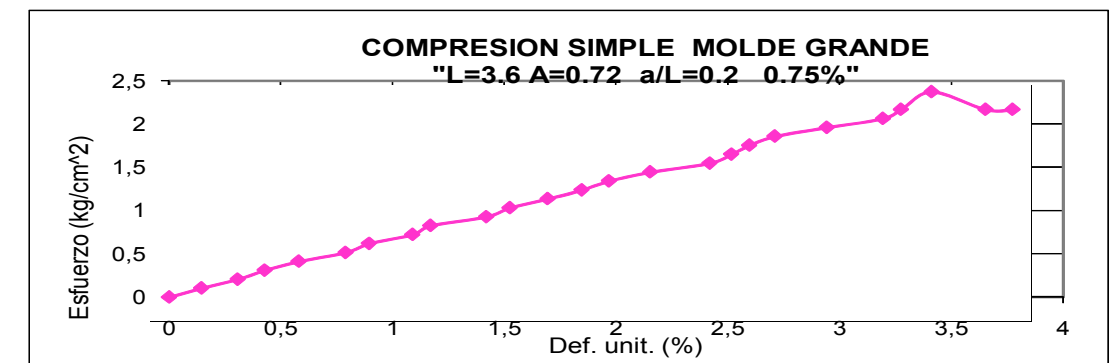
MUESTRA

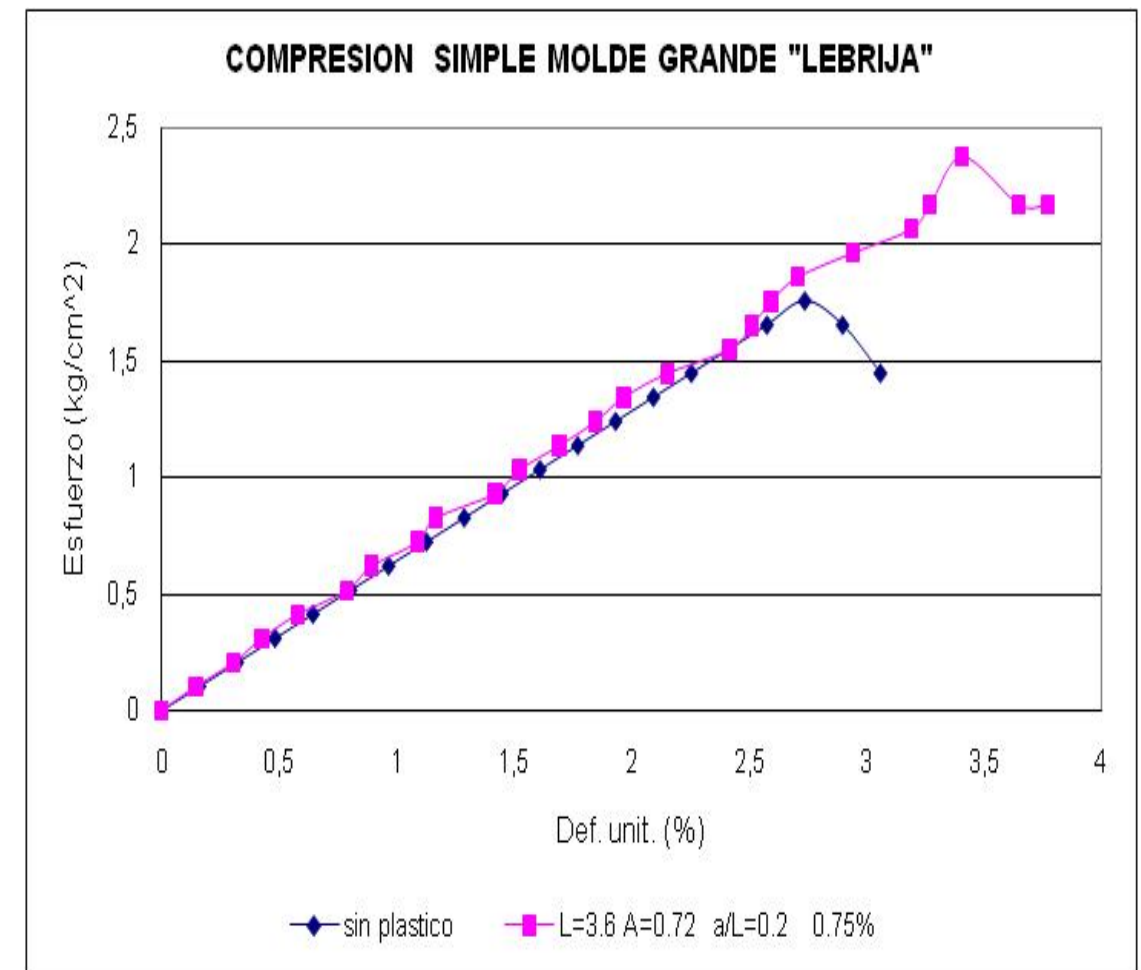
COMPRESION SIMPLE

DIMENSIONES CILINDRO

	<u>LEBRIJA</u>
Diámetro superior (cm)	15,7
Diámetro central (cm)	15,7
Diámetro inferior (cm)	15,7
Altura (cm)	31,50
Área (cm ²)	193,59
Volúmen (cm ³)	6098,17
plastico	L=3.6 A=0.72 a/L=0.2 0.75% 0,0254

Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	20	0,46	0,0015	0,10	0,145
0,5	40	0,97	0,0031	0,21	0,306
0,75	60	1,35	0,0043	0,31	0,427
1	80	1,83	0,0058	0,41	0,581
1,25	100	2,49	0,0079	0,52	0,790
1,5	120	2,82	0,0090	0,62	0,895
1,75	140	3,43	0,0109	0,72	1,089
2	160	3,68	0,0117	0,83	1,169
2,25	180	4,4704	0,0142	0,93	1,419
2,5	200	4,8006	0,0152	1,03	1,524
2,75	220	5,334	0,0169	1,14	1,693
3	240	5,8166	0,0185	1,24	1,847
3,25	260	6,1976	0,0197	1,34	1,967
3,5	280	6,7818	0,0215	1,45	2,153
3,75	300	7,62	0,0242	1,55	2,419
4	320	7,9248	0,0252	1,65	2,516
4,25	340	8,1788	0,0260	1,76	2,596
4,5	360	8,5344	0,0271	1,86	2,709
4,75	380	9,271	0,0294	1,96	2,943
5	400	10,0584	0,0319	2,07	3,193
5,25	420	10,3124	0,0327	2,17	3,274
5,5	460	10,7442	0,0341	2,38	3,411
5,75	420	11,5062	0,0365	2,17	3,653
6	420	11,8872	0,0377	2,17	3,774





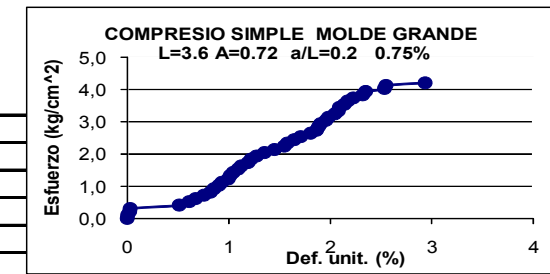
PROBETA 1

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE



MUESTRA PIEDECUESTA
 DIMENSIONES L=2.4 - A=1.44
 DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	15,7
Diámetro central (cm)	15,7
Diámetro inferior (cm)	15,7
Altura (cm)	31,00
Área (cm ²)	193,59
Volúmen (cm ³)	6001,38
	0,01



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0,00	0	0,0000	0
0,25	20	2,00	0,0000	0,1033	0,003
0,5	40	8,00	0,0003	0,2066	0,026
0,75	60	10,00	0,0035	0,3088	0,355
1	80	160,00	0,0077	0,4101	0,768
1,25	100	190,00	0,0103	0,5112	1,026
1,5	120	210,00	0,0122	0,6123	1,219
1,75	140	235,00	0,0152	0,7122	1,523
2	160	255,00	0,0155	0,8136	1,555
2,25	180	265,00	0,0159	0,9150	1,587
2,5	200	280,00	0,0168	1,0157	1,681
2,75	220	290,00	0,0175	1,1165	1,748
3	240	310,00	0,0188	1,2164	1,877
3,25	260	315,00	0,0192	1,3173	1,916
3,5	280	325,00	0,0197	1,4178	1,974
3,75	300	340,00	0,0205	1,5180	2,045
4	320	348,00	0,0209	1,6184	2,090
4,25	340	370,00	0,0214	1,7186	2,142
4,5	360	379,00	0,0219	1,8189	2,187
4,75	380	395,00	0,0225	1,9188	2,245
5	400	420,00	0,0230	2,0186	2,303
5,25	420	450,00	0,0236	2,1183	2,361
5,5	440	480,00	0,0241	2,2180	2,413
5,75	460	490,00	0,0246	2,3177	2,458
6	480	510,00	0,0254	2,4164	2,542
6,25	500	530,00	0,0255	2,5168	2,555
6,5	520	560,00	0,0293	2,6074	2,929
6,75	540	578,00	0,0298	2,7062	2,981
7	560	584,00	0,0304	2,8048	3,039
7,25	580	590,00	0,0309	2,9034	3,090
7,5	600	608,00	0,0314	3,0019	3,142
7,75	620	615,00	0,0320	3,1001	3,200
8	640	635,00	0,0327	3,1978	3,271
8,25	660	645,00	0,0334	3,2955	3,335
8,5	680	648,00	0,0339	3,3933	3,394
8,75	700	664,00	0,0346	3,4906	3,465
9	720	674,00	0,0354	3,5874	3,542
9,25	740	690,00	0,0362	3,6842	3,616
9,5	760	720,00	0,0372	3,7796	3,723
9,75	780	729,00	0,0385	3,8742	3,845
10	800	786,00	0,0396	3,9687	3,961
10,25	820	790,00	0,0415	4,0600	4,148
10,5	840	910,00	0,0449	4,1443	4,487

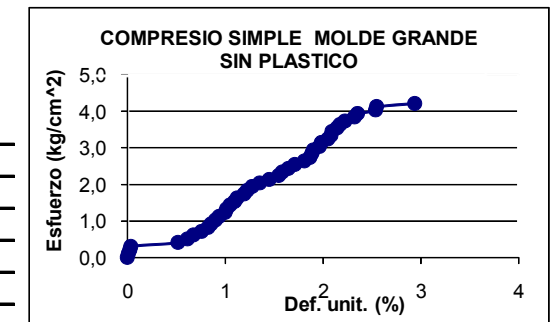
PROBETA 1

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 COMPRESION SIMPLE



MUESTRA PIEDECUESTA
 DIMENSIONES SIN PLASTICO
 DIMENSIONES CILINDRO

Diámetro superior (cm)	15,7
Diámetro central (cm)	15,7
Diametro inferior (cm)	15,7
Altura (cm)	31,00
Área (cm ²)	193,59
Volúmen (cm ³)	6001,38
	0,01



Tiempo (min)	Carga (kg)	Deformacion (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)	Def. Unit. (%)
0	0	0,00	0	0,0000	0
0,25	20	2,00	0,0001	0,1033	0,006
0,5	40	8,00	0,0003	0,2066	0,026
0,75	60	10,00	0,0003	0,3098	0,032
1	80	160,00	0,0052	0,4111	0,516
1,25	100	190,00	0,0061	0,5134	0,613
1,5	120	210,00	0,0068	0,6157	0,677
1,75	140	235,00	0,0076	0,7177	0,758
2	160	255,00	0,0082	0,8197	0,823
2,25	180	265,00	0,0085	0,9218	0,855
2,5	200	280,00	0,0090	1,0238	0,903
2,75	220	290,00	0,0094	1,1258	0,935
3	240	310,00	0,0100	1,2273	1,000
3,25	260	315,00	0,0102	1,3294	1,016
3,5	280	325,00	0,0105	1,4312	1,048
3,75	300	340,00	0,0110	1,5326	1,097
4	320	348,00	0,0112	1,6344	1,123
4,25	340	370,00	0,0119	1,7353	1,194
4,5	360	379,00	0,0122	1,8368	1,223
4,75	380	395,00	0,0127	1,9379	1,274
5	400	420,00	0,0135	2,0382	1,355
5,25	420	450,00	0,0145	2,1380	1,452
5,5	440	480,00	0,0155	2,2376	1,548
5,75	460	490,00	0,0158	2,3386	1,581
6	480	510,00	0,0165	2,4386	1,645
6,25	500	530,00	0,0171	2,5386	1,710
6,5	520	560,00	0,0181	2,6375	1,806
6,75	540	578,00	0,0186	2,7374	1,865
7	560	584,00	0,0188	2,8382	1,884
7,25	580	590,00	0,0190	2,9390	1,903
7,5	600	608,00	0,0196	3,0385	1,961
7,75	620	615,00	0,0198	3,1391	1,984
8	640	635,00	0,0205	3,2382	2,048
8,25	660	645,00	0,0208	3,3383	2,081
8,5	680	648,00	0,0209	3,4391	2,090
8,75	700	664,00	0,0214	3,5384	2,142
9	720	674,00	0,0217	3,6383	2,174
9,25	740	690,00	0,0223	3,7374	2,226
9,5	760	720,00	0,0232	3,8346	2,323
9,75	780	729,00	0,0235	3,9343	2,352
10	800	786,00	0,0254	4,0276	2,535
10,25	820	790,00	0,0255	4,1278	2,548
10,5	840	910,00	0,0294	4,2116	2,935

