

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL  
ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE  
FLAKES DE TEREFTALATO DE POLIETILENO Y  
FIBRAS DE LANA”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA CIVIL

Autor:

Erika Esperanza Quiroz Ñontol

Asesor:

Mcs. Irene Del Rosario Ravines Azañero

Cajamarca - Perú

2019



## DEDICATORIA

A Dios Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor. Por todos aquellos momentos en los que me dio paciencia y fuerza para continuar y no morir en el intento.

A mi madre Margot Ñontol Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Fausto Quiroz Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis hermanos Danitza, Evelyn, Gabriel, por apoyarme en momentos difíciles, en los que junto a ellos aprendí aciertos y de momentos difíciles, enseñanzas.

## AGRADECIMIENTO

Me van a faltar páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, sin embargo, merecen reconocimiento especial mi Madre y mi Padre que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

Asimismo, agradezco infinitamente a mis Hermanos que con sus palabras me hacían sentir orgulloso de lo que soy y de lo que les puedo enseñar. Para así algún día yo me convierta en esa fuerza para que puedan seguir avanzando en su camino.

De igual forma, agradezco a mi Director de carrera y a mi asesora de tesis, que, gracias a sus consejos, su apoyo, su experiencia, conocimiento y motivación, me orientaron en esta investigación.

A los Profesores que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichosa y contenta.

## Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES	8
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	11
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</b>	15
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	57
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	75
REFERENCIAS	79
ANEXOS	82



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Material de paredes por distrito,13
Tabla N° 2. Cantidad de adobes para ensayo a compresión y flexión del adobe compactado, 15
Tabla N° 3 Sistema de clasificación de suelos unificado “U.S.C.S”, 32
Tabla N° 4. Zonas especiales dentro de las cuales se debe ubicar el valor de los límites de Atterberg de un suelo a utilizar en la construcción con tierra, 34
Tabla N° 5. Determinación de Contenido de Humedad, 57
Tabla N° 6. Determinación de Limite Líquido, 57
Tabla N° 7. Determinación de Limite Plástico,58
Tabla N° 8. Determinación Índice de Plasticidad, 59
Tabla N° 9. Determinación de la granulometría método de lavado, 60
Tabla N° 10. Proctor modificado muestra patrón, 61
Tabla N° 11. Proctor Modificado con sustitución de flakes de PET 0.5% , 62
Tabla N° 12. Proctor Modificado con sustitución de flakes de PET 1% , 63
Tabla N° 13. Proctor Modificado con sustitución de flakes de PET 1.5%, 64
Tabla N° 14 Proctor Modificado con sustitución de fibras de lana 0.5%, 65
Tabla N° 15. Proctor Modificado con sustitución de fibras de lana 1% , 66
Tabla N° 16. Proctor Modificado con sustitución de fibras de lana 1.5%, 67
Tabla N° 17. Contenido de humedad – Antes de hacer el adobe, 68
Tabla N° 18. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – Muestra patrón, 68
Tabla N° 19. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – con sustitución de flakes de PET 0.5%, 69
Tabla N° 20. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – con sustitución de flakes de PET 1%, 69
Tabla N° 21. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – con sustitución de flakes de PET 1.5%, 70
Tabla N° 22. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – con sustitución de fibras de lana 0.5%, 70
Tabla N° 23. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – con sustitución de fibras de lana 1%, 71

Tabla N° 24. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – con sustitución de fibras de lana 1.5%, 71

Tabla N° 25. Desviación estándar de cada mezcla, 72

Tabla N° 26. Resumen general de la resistencia a la compresión, 72

Tabla N° 27. Desviación estándar de cada mezcla, 73

Tabla N° 28. Resumen general de la resistencia a la flexión, 74

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura N° 1: Material de paredes en porcentaje, 13
- Figura N° 2: Extracción del material de la cantera en estudio, 16
- Figura N° 3: Material de la cantera para la elaboración de los adobes,17
- Figura N° 4: Ubicación de la cantera en estudio (croquis),18
- Figura N° 5: material extraído de la cantera del caserío de Aylambo bajo,18
- Figura N° 6: Adobes,19
- Figura N° 7: Adobes no estabilizados,21
- Figura N° 8: Adobe estabilizado,22
- Figura N° 9: Arcillas,25
- Figura N° 10: Plasticidad del suelo utilizado, 27
- Figura N° 11: Carta de Plasticidad Casagrande, 31
- Figura N° 12. Reciclaje de Botellas de PET, 38
- Figura N° 13: Fibra de Lana, 40
- Figura N° 14: Contenido de Humedad, 43
- Figura N° 15: Limite Líquido, 45
- Figura N° 16: Limite Plástico, 46
- Figura N° 17: Granulometría método de lavado, 48
- Figura N° 18: Proctor, 49
- Figura N° 19: Ensayo de compactación Proctor, 51
- Figura N° 20: Cortando la lana en taños de 0.01 m, 52
- Figura N° 21: Sustitución de flakes tereftalato de polietileno del 0.5%, 1.0% y 1.5%, 52
- Figura N° 22: Sustitución de flakes tereftalato de polietileno del 0.5%, 1.0% 1.5%, 53
- Figura N° 23: Sustitución de las fibras de lana del 0.5%, 1.0% 1.5%, 53
- Figura N° 24: Elaboración del adobe compactado, 54
- Figura N° 25: Elaboración del adobe compactado, 54
- Figura N° 26: Obtención del adobe compactado, 55
- Figura N° 27: Secado de los Adobes separados por porcentajes, 55
- Figura N° 28: Ensayo de compactación Proctor, 56

## ÍNDICE DE ECUACIONES

- Ecuación N° 1. Contenido de humedad, 42  
Ecuación N° 2. Índice de plasticidad, 46  
Ecuación N° 3. Porcentajes de los pesos retenidos, 47  
Ecuación N° 4. Resistencia a compresión, 56

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo calcular la resistencia a compresión y flexión del adobe compactado con sustitución de flakes de tereftalato de polietileno y fibras de lana, para ello se realizó el estudio de suelos para clasificarlos y con ello saber si cumplen con las condiciones para elaborar bloques de adobe compactado. La tierra utilizada para la elaboración de las unidades fue extraída de la cantera “Cruz Blanca”, inicialmente se realizó el análisis granulométrico y los límites de consistencia para clasificar los suelos y ver si cumple con los requisitos que exige la N.T.P E.080, luego a través del ensayo de Proctor Modificado permitió determinar la cantidad de agua necesaria utilizada en los bloques de tierra de la muestra patrón elaborados sin sustitución y en los bloques de tierra con sustitución de flakes de tereftalato de polietileno y fibras de lana con porcentajes de 0.5%, 1% y 1.5%, estos adobes fueron elaborados a través de la máquina CINVA RAM, disponible en la Universidad Privada del Norte Cajamarca. Los resultados obtenidos del ensayo a compresión, en mitades, nos indican que todos los adobes superan la resistencia mínima que indica la norma técnica de edificaciones E.080, que los resultados de la muestra patrón de 23.17 Kg/cm<sup>2</sup> de la presente tesis, son mayores a los ya establecidos por la norma E 080 – 2017, cuyo valor es como mínimo de 10.2 Kg/cm<sup>2</sup>; y al sustituir con fibras de lana en porcentajes del 0.5%, 1% y 1.5% se alcanzó un resistencia de 25.10 Kg/cm<sup>2</sup>, 31.10 Kg/cm<sup>2</sup> y 32.22 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; y al sustituir con flakes de tereftalato de polietileno en porcentajes del 0.5%, 1% y 1.5% se alcanzó un resistencia de 26.56 Kg/cm<sup>2</sup>, 23.85 Kg/cm<sup>2</sup> y 23.60 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, adquiriendo estos resultados demostramos que sobrepasan a lo establecido en la norma E-0.80 y al bloque sin sustitución. En el ensayo a la compresión, al sustituir con fibras de lana, el adobe con mejor resistencia a la compresión es el de 1.5% con 32.22 Kg/cm<sup>2</sup> y al sustituir con flakes de tereftalato de polietileno el adobe con mejor resistencia a la compresión es el de 0.5% se alcanzó una resistencia de 26.56

Kg/cm<sup>2</sup>. Para el ensayo a flexión la norma técnica de edificaciones E.080, no especifica parámetros, para ello se realizó teniendo en cuenta la norma ASTM-C67, donde se obtuvieron resultados para la muestra patrón de 24.87 kg/cm<sup>2</sup> y para la sustitución de fibras de lana en porcentajes del 0.5%, 1% y 1.5% se alcanzó un resistencia de 21.45 Kg/cm<sup>2</sup>, 22.57 Kg/cm<sup>2</sup> y 25.05 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; y al sustituir con flakes de tereftalato de polietileno en porcentajes del 0.5%, 1% y 1.5% se alcanzó un resistencia de 21.19 Kg/cm<sup>2</sup>, 17.54 Kg/cm<sup>2</sup> y 17.69 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. En el ensayo a la flexión, al sustituir con fibras de lana, el adobe con mejor resistencia a la flexión es el de 1.5% con 25.05 Kg/cm<sup>2</sup> y al sustituir con flakes de tereftalato de polietileno el adobe con mejor resistencia a la flexión es el de 0.5% se alcanzó una resistencia de 21.19 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Palabras clave:**

- Compactado, consolidación natural del suelo por el peso de los sedimentos o compresión similar mediante el apisonado de un árido.
- Fibras de lana, material de origen natural que se ha empleado básicamente como base de productos convencionales en la industria textil.
- Flakes de tereftalato de polietileno, material caracterizado por su gran ligereza y resistencia mecánica a la compresión y a las caídas, alto grado de transparencia y brillo.
- Proctor modificado, métodos más utilizados para mejorar las propiedades de un suelo y por ello es primordial conocer sus características de compactación y puesta en obra.
- Resistencia a Flexión, Esfuerzo máximo de la fibra desarrollado en una probeta justo antes de que se agriete o se rompa.
- Resistencia a compresión, Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El adobe es uno de los materiales de construcción más antiguos y de uso más difundido. El uso de unidades de barro secadas al sol data desde 8000 B.C. (Houben y Guillard 1994).

Además de ser una tecnología constructiva simple y de bajo costo, la construcción de adobe tiene otras ventajas, tales como excelentes propiedades térmicas y acústicas. Sin embargo, las estructuras de adobe son vulnerables a los efectos de fenómenos naturales tales como terremotos, lluvias e inundaciones. La construcción tradicional de adobe tiene una respuesta muy mala ante los movimientos telúricos, sufriendo daño estructural severo o llegando al colapso, causando con ello pérdidas significativas en términos de vida humana y daño material. La deficiencia sísmica de la construcción de adobe se debe al elevado peso de la estructura, a su baja resistencia y a su comportamiento frágil. Durante terremotos severos, debido a su gran peso, estas estructuras desarrollan niveles elevados de fuerza sísmica, que son incapaces de resistir y por ello fallan violentamente. Daño material y pérdidas humanas considerables han ocurrido en áreas donde este material se ha usado (USAID Perú, 2001).

Alrededor del 30% de la población mundial vive en construcciones de tierra. Aproximadamente el 50% de la población de los países en desarrollo, incluyendo la mayoría de la población rural y por lo menos el 20% de la población urbana y urbano marginal, viven en casas de tierra (Houben y Guillard 1994).

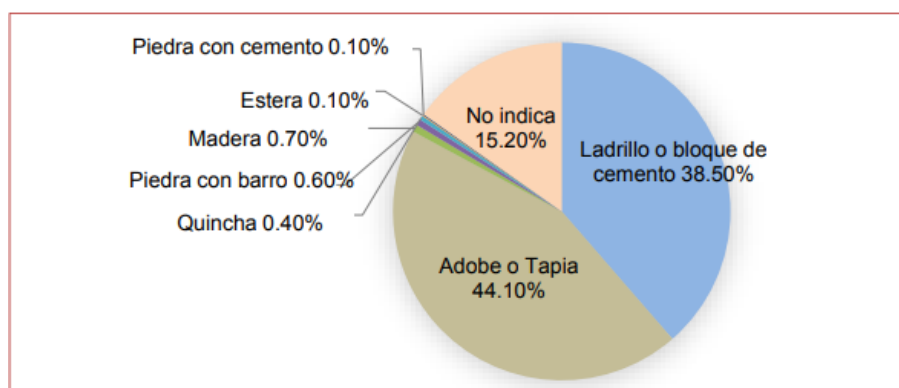
Según el Censo INEI, 1993, en las zonas rurales el porcentaje de viviendas construidas con paredes predominantemente de adobe o tapia (tapial) es de 61.8% y 31.8% en el área urbana y según censo INEI. 2007, en las zonas rurales el porcentaje de viviendas construidas paredes predominantemente de adobe o tapia (tapial) es de 68.5% y 23.5% en el área urbana.

En Cajamarca a pesar de las intensas lluvias y de ser una zona sísmica, se sigue utilizando el adobe mayormente en la zona rural por bajo costo que este representa. En relación a las características, los principales elementos a tomar en cuenta son los materiales de paredes y pisos; para obtener una idea aproximada de la calidad de las viviendas de la ciudad. En el caso de las paredes, las que predominan como primer lugar son las viviendas de adobe o tapia en el 44,1% de los casos y como segundo lugar las paredes de ladrillo o bloque de cemento en el 38,5% de las viviendas de la ciudad de Cajamarca (fondo mi vivienda, 2009).

Según la norma E-080, 2017, los adobes tienen una resistencia a la compresión por unidad de 10.2 Kg/cm<sup>3</sup>, la cual es muy baja para resistir grandes esfuerzos, es por ello que esta investigación realizará un adobe compactado utilizando la maquina CINVA RAM, utilizando dos aditivos, uno sintético que es el Tereftalato de polietileno y el otro natural obtenido de los ovinos que es la fibra de lana, para determinar la resistencia a compresión y flexión si aumenta o disminuye.



**Fig. 1: Material de paredes en porcentaje**



**Fuente: Fondo mi vivienda, 2009.**

El adobe o tapia representa el primer material predominante en el distrito de Baños del Inca y el ladrillo o bloque de cemento, en el distrito de Cajamarca, sin embargo no existen grandes diferencias cualitativas entre las viviendas de una y otra zona (Fondo mi Vivienda, 2009).

**Tabla N 1: Material de paredes por distrito**

Material	Cajamarca (%)	Baños del Inca (%)
Ladrillo o Bloque de cemento	43,2	17,2
Piedra o Sillar con cal o cemento	0,1	0,0
Adobe o tapia	41,7	55,2
Quincha	0,4	0,6
Piedra con barro	0,5	0,6
Madera	0,7	0,8
Estera	0,0	0,1
Otro	0,4	0,3
No indica	12,9	25,1
Total (viviendas)	46 447	10 333

**Fuente: Fondo mi vivienda, 2009.**

## 1.2. Formulación del problema

¿En cuánto aumentará la resistencia a compresión y flexión del adobe compactado con sustitución de flakes de tereftalato de polietileno y fibras de lana?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar la resistencia a la compresión y flexión del adobe compactado con sustitución de flakes de tereftalato de polietileno y fibras de lana.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- ✓ Determinar las propiedades físico-mecánicas de los suelos provenientes de la cantera de la cruz blanca.
- ✓ Identificar y clasificar el material para la elaboración de los bloques de adobe compactado con sustitución de flakes de tereftalato de polietileno y fibras de lana.
- ✓ Comparar los 3 tipos de adobe, el primer sin sustitución de aditivo y los dos restantes con sustitución de flakes de tereftalato de polietileno y fibras de lana.

### **1.4. Hipótesis**

#### **1.4.1. Hipótesis general**

Los flakes de Tereftalato de polietileno y las fibras de lana aumentarán en más del 10% la resistencia a compresión y en más de 5% resistencia a flexión del adobe compactado

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Experimental, este un tipo de investigación que utiliza aplicación práctica mediante ensayos o procesos y éstos pueden ser encontrados en el método científico. Los ensayos pueden ser llevados a cabo en el laboratorio o fuera de él, en el cual su desarrollo será netamente práctico.

### 2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Es intencionada, ya que la población es igual a la muestra, para esta investigación se realizaron 98 bloques de tierra, siguiendo las normas que se describen en la muestra. La muestra es no probabilística por ello se calculó de acuerdo a las normas de adobe E.080, el cual indica un mínimo de 6 cubos para el ensayo a compresión y la norma ASTM-C67 indica mínimo 5 mitades de unidad, para sacar la desviación estándar se optó por un mayor valor de 10 unidades para cada muestra. Para la flexión también la norma ASTM-C67 indica un mínimo de 5 unidades, se elaboró 8 unidades para flexión para cada muestra. En total se realizaron 98 unidades de adobe compactado y estabilizado con flekes de Tereftalato de polietileno y fibra de lana.

**Tabla N°2. Cantidad de adobes para ensayo a compresión y flexión del adobe compactado**

Cantidad de adobes							
Prueba	Patrón	flakes de Tereftalato de polietileno			Fibras de lana		
		0.5%	1%	1.5%	0.5%	1%	1.5%
Compresión	8	8	8	8	8	8	8
Flexión	6	6	6	6	6	6	6
Parcial	14	14	14	14	14	14	14
Total	98						

Fuente: elaboración propia 2017.

## 2.2.1. Obtención de materiales

### 2.2.1.1. Extracción de material

La extracción del suelo para la elaboración de los bloques de adobe para la elaboración de la presente tesis, se realizó mediante la excavación manual por la tesista, en el lugar se realizó el tamizado mediante la malla N° 4, para que de esta manera solo llevara el material necesario para la realización de los ensayos respectivos. Luego se procedió el trasladarlo del material al laboratorio de la Universidad Privada del Norte para poder realizar los estudios de suelos en laboratorio.

**Figura N° 2: Extracción del material de la cantera en estudio.**



**Fuente: Elaboración propia**

El transporte de material se realizó en sacos cubiertos por bolsas para no alterar su humedad y para evitar que se contamine la muestra, se transportó al laboratorio de la Universidad Privada del Norte para realizar los ensayos mencionados anteriormente.

**Figura N° 3: Material de la cantera para la elaboración de los adobes**



**Fuente: Elaboración propia**

Lugar de la cantera: la cantera se encuentra ubicado en el caserío de Aylambo bajo que se encuentra ubicado en:

Distrito : Cajamarca

Provincia : Cajamarca

Región : Cajamarca

Coordenadas UTM :

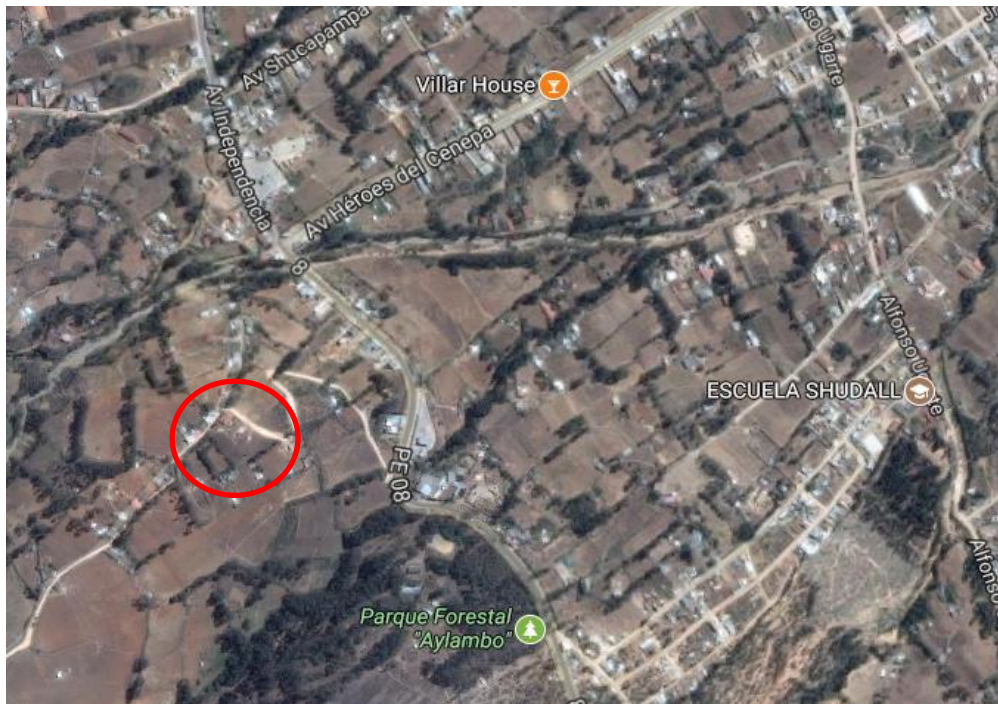
Este : 773873.716

Norte : 79535.04

Altitud : 2989 msnm.



**Figura N° 4: Ubicación de la cantera en estudio (croquis)**



**Fuente: Google Earth, 2017**

**Figura N° 5: material extraído de la cantera del caserío de Aylambo bajo**



**Fuente: Elaboración propia, 2017**

### 2.2.1.2.El adobe

Es un ladrillo de barro sin cocer. Es el material más usado en las construcciones rurales, así como para casas económicas de un solo piso (Oshiro, 1990).

Unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja u arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad (NTE. E. 080, 2017).

Se basa como el tapial en tierra compactada a mano en moldes. Sin embargo, la técnica no implica moldear la tierra in situ, es decir, en el lugar donde se va a levantar el muro, sino que se moldea por piezas de forma prismática. Para su moldeo se necesita una plasticidad mayor, por lo que el contenido de arcilla suele ser mayor. A su vez, dado que los secados de piezas de barro más pequeñas se desecan en mayor medida, necesitan más cantidad de agua, por lo que la retracción también es mayor, obligando la presencia de fibras en cantidad suficiente (Bastraten, Hormias & Atemir).

**Figura N° 6: Adobes**



**Fuente: elaboración propia**

### 2.2.1.3. Tipos de adobe

#### - **Adobe no estabilizado**

Originalmente el adobe se elaboraba con faja, las cuales ayudan a mejorar su comportamiento ante el efecto de contracción y expansión del material que se evidencian principalmente con agrietamiento; sin embargo, si la consistencia del suelo con que se elabora este material esta equilibrada y presenta cambios dimensionales despreciables. El comportamiento del adobe está ligado a las condiciones y constitución del suelo con que este se elabora. Un suelo excesivamente arcilloso exigirá la incorporación de una mayor proporción de otros componentes para balancear su capacidad de contracción y expansión que puede conducir a fisuras y deformaciones (Ríos, 2010).

Por la naturaleza de los materiales que constituyen, así como proceso de fabricación, el adobe no requiere de uso de combustibles, por lo que representa un ahorro económico estimado en el 40% con relación al ladrillo de barro recocido, puesto que este material no requiere de un proceso de cocción a diferencia del ladrillo. Una de las desventajas más significativas del adobe tradicional, después de sus prestaciones mecánicas limitadas, está en la utilización de un gran número de obreros que se requiere la elaboración del mismo (Ríos, 2010).



**Figura N° 7: Adobes no estabilizados**



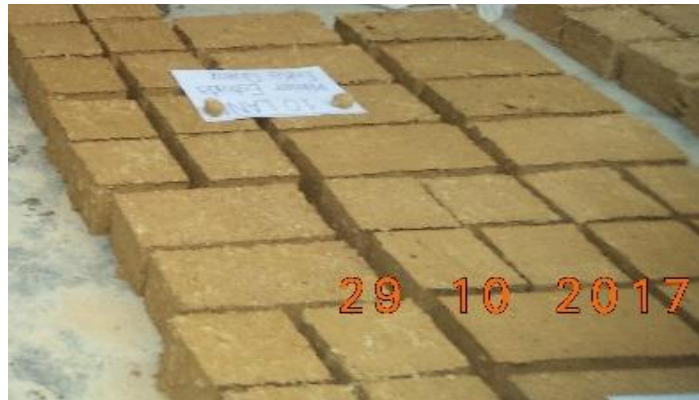
**Fuente: elaboración propia**

- **Adobe estabilizado**

Adobe en el que se ha incorporado otros materiales, con el fin de mejorar sus condiciones de estabilidad ante la presencia de humedad (Oshiro, 1990).

Adobe en el que se ha incorporado otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad (NTE. E. 080, 2006).

**Figura N° 8: Adobe estabilizado**



**Fuente: elaboración propia**

- **Adobe compactado**

La compactación en el adobe es una alternativa en la que se aprovecha las ventajas del adobe tradicional para minimizar sus desventajas de resistencia, ya que al mezclar adecuadamente los ingredientes del adobe tradicional y luego a estos agregarle una fuerza de compactación con una prensa se obtiene un material más homogéneo. El efecto que la compactación produce, se refleja en el aumento en la densidad del adobe, incrementando su resistencia mecánica, debido a que se disminuye la porosidad (Ríos, 2010).

#### **2.2.1.4.Suelo**

La palabra suelo representa todo tipo de material terroso, desde un relleno de desperdicio, hasta areniscas parcialmente cementadas o lutitas suaves. Quedan excluidas de la definición las rocas sanas, ígneas o metamórficas y los depósitos sedimentarios altamente cementados, que no se ablanden o desintegran rápidamente por acción de la intemperie. El agua contenida juega un papel tan

fundamental en el comportamiento mecánico del suelo, que debe considerarse como parte integral del mismo (Juárez & Rico, 2005).

El suelo está formado por diferente granulometría, según la norma NTP 339.134, 1999 y el libro de mecánica de suelos y cimentaciones de Carlos Crespo Villalaz define que de acuerdo con el origen de sus elementos (aspecto que ya se ha desglasado en la definición), los suelos se dividen en dos amplios grupos: suelos cuyo origen se debe a la descomposición física y/o química de las rocas, o sea los suelos inorgánicos y los suelos cuyo origen es principalmente el orgánico.

El origen y la existencia de las arenas es análoga a la de las gravas: Las dos suelen encontrarse juntas en el mismo depósito. La arena de río contiene muy a menudo proporciones relativamente grandes de grava y arcilla. Las arenas estando limpias no se contraen al secarse, no son plásticas, son mucho menos compresibles que la arcilla y si se aplica una carga en su superficie, se comprimen casi de manera instantánea (Crespo, 2000)

#### **2.2.1.4.1. Limos**

Suelo que pasa la malla estándar N°200 (75  $\mu$ m), que es no plástico o muy poco plástico y que exhibe poca o ninguna resistencia cuando se seca al aire. Con propósitos de clasificación, un limo es un suelo de grano fino, o la porción de grano fino de un suelo, con un índice plástico menor que 4 o que su ubicación en el gráfico de índice plástico versus límite líquido cae por debajo la línea "A" (NTP 339.134, 1999).

Es un material componente inerte, estable en contacto con agua y sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca con tamaños comprendidos entre 0.002 mm y 0.08 mm (NTE E. 080, 2017).

#### **2.2.1.4.2. Arcillas**

Suelo que pasa la malla estándar N° 200 (75- $\mu$ m) y puede exhibir plasticidad (propiedades plásticas) dentro de un cierto rango de contenido de humedad y que tiene una considerable resistencia cuando está en seco. Con propósito de clasificación, una arcilla es un suelo de grano fino o la porción de grano fino de un suelo, con índice plástico igual o mayor que 4 y su ubicación dentro de un gráfico de índice plástico versus límite líquido cae en o sobre la línea “A” (NTP 339.134, 1999).

Único material activo e indispensable del suelo. En contacto con el agua permite su amasado, se comporta plásticamente y puede cohesionar el resto de partículas inertes del suelo formando el barro, que al secarse adquiere una resistencia seca que lo convierte en material constructivo. Tiene partículas menores a dos micras (0.002 mm) (NTE E. 080, 2017).

**Figura N° 9: Arcillas**



**Fuente: elaboración propia**

#### **a. Propiedades Físico – Químicas**

Las importantes aplicaciones industriales de este grupo de minerales radican en sus propiedades físico-químicas. Dichas propiedades derivan, principalmente, de:

- Su extremadamente pequeño tamaño de partícula (inferior a 2  $\mu\text{m}$ )
- Su morfología laminar (filosilicatos)
- Las sustituciones isomórficas, que dan lugar a la aparición de carga en las láminas y a la presencia de cationes débilmente ligados en el espacio interlaminar.

Como consecuencia de estos factores, presentan, por una parte, un valor elevado del área superficial y, a la vez, la presencia de una gran cantidad de superficie activa, con enlaces no saturados (Ríos, 2010).

Por ello pueden interactuar con muy diversas sustancias, en especial compuestos polares, por lo que tienen comportamiento plástico en mezclas arcilla-agua con elevada proporción sólido/líquido y son capaces en algunos casos de hinchar, con el desarrollo

de propiedades geológicas en suspensiones acuosas. Por otra parte, la existencia de carga en las láminas se compensa, como ya se ha citado, con la entrada en el espacio interlaminar de cationes débilmente ligados y con estado variable de hidratación, que pueden ser intercambiados fácilmente mediante la puesta en contacto de la arcilla con una solución saturada en otros cationes, a esta propiedad se la conoce como capacidad de intercambio catiónico y es también la base de multitud de aplicaciones industriales (Ríos, 2010).

#### **b. Plasticidad**

La elevada plasticidad de las arcillas es consecuencia, nuevamente de su morfología laminar, tamaño de partícula extremadamente pequeña (elevada área superficial) y alta capacidad de hinchamiento. Dicha plasticidad puede ser cuantitativa mediante la determinación de los índices de atterberg (límite líquido, límite plástico y contracción). La relación entre el límite líquido y el índice de plasticidad ofrece una gran información sobre la composición granulométrica, comportamiento, naturaleza y calidad de la arcilla. En general, cuanto más pequeña son las partículas y más imperfecta su estructura, más plástico es el material (Ríos, 2010).

**Figura N° 10: Plasticidad del suelo**



**Fuente: Elaboración propia**

## **2.2.2. Instrumentos y métodos**

### **2.2.2.1. Ensayos de Laboratorio**

#### **A. Contenido de humedad**

Según la norma técnica peruana NTP 339.127, el contenido de humedad es la cantidad de agua que hay en una muestra de suelo, se determina como la relación que existe entre el peso del agua ( $W_w$ ) contenida en la muestra y el peso de fase sólida. Generalmente se expresa en porcentaje.

Este ensayo tiene por finalidad, determinar el contenido de humedad de una muestra de suelo. El contenido de humedad de una masa de suelo, está formado por la suma de sus aguas libre, capilar e higroscópica. La importancia del contenido de agua que presenta un suelo representa junto con la cantidad de aire, una de las características más importantes para explicar el comportamiento de este (especialmente en aquellos de textura más fina), como por ejemplo cambios de volumen, cohesión, estabilidad mecánica (Geotecnia LNV, 1993).



## **B. Límites de Atterberg o límite de consistencia**

Según la norma técnica peruana (NTP 339. 129, 1999), indica que originalmente Albert Atterberg definió seis “límites de consistencia” de suelos de grano fino: el límite superior de flujo viscoso, el límite líquido, el límite de pegajosidad, el límite de cohesión, el límite plástico y el límite de contracción. En ingeniería se usan frecuentemente el límite líquido, el límite plástico y en algunas referencias el límite de contracción. Límites de consistencia. Es la relativa facilidad con la cual un suelo puede ser denominado.

## **C. Ensayo de granulometría método de lavado**

Los límites de tamaño de las partículas que constituyen un suelo, ofrecen un criterio obvio para una clasificación descriptiva del mismo. Tal criterio fue usado en Mecánica de Suelos desde un principio e incluso antes de la etapa moderna de esta ciencia. Originalmente, el suelo se dividía únicamente en tres o cuatro fracciones debido a lo engorroso de los procedimientos disponibles de separación por tamaño. Posteriormente, con el advenimiento técnico del cribado, fue posible efectuar el trazado de curvas granulométricas, contando con agrupaciones de las partículas del suelo en mayor número de tamaño diferentes. Se utiliza cuando el material es fino (arcillo limoso) o cuando un material granular contiene fino (Juárez & Rico, 2009).

## **D. Clasificación de suelos**

Dada la complejidad y prácticamente la infinita variedad con que los suelos se presentan en la naturaleza, cualquier intento de sistematización científica, debe



ir precedido por otro de clasificación completa. Obviamente la Mecánica de Suelos desarrollo estos sistemas de clasificación desde el principio. Primeramente, dado el escaso conocimiento que sobre los suelos que tenía, fundándose en criterios puramente descriptivos; nacieron varios sistemas, de los cuales, los basados en las características granulométricas, ganaron popularidad rápidamente (Juárez & Rico, 2009).

Entre los diversos estudios tendientes a encontrar un sistema de clasificación que satisfaga los distintos campos de aplicación a la Mecánica de Suelos, destacan los efectuados por el doctor A. Casagrande en la Universidad de Harvard, los cuales cristalizaron en el conocido “sistema de Clasificación de Aeropuertos”, así originalmente llamado, debido a que estaba orientado para el uso en aquel tipo de obras (Juárez & Rico, 2009).

#### **E. Sistema unificado de clasificación de suelos**

Según lo descrito en lo anteriormente, este sistema está basado en el sistema de Clasificación de Aeropuertos, hasta el grado que puede decirse que es el mismo con ligeras modificaciones. El sistema cubre los suelos gruesos y finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla N° 200; las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas, menores. Un suelo se considera “grueso” si más del 50% de sus partículas son gruesas y “fino”, si más de la mitad de sus partículas, en peso, son finas. Se clasificarán en primer lugar los diferentes grupos referentes a suelos gruesos.

- **Suelos gruesos**

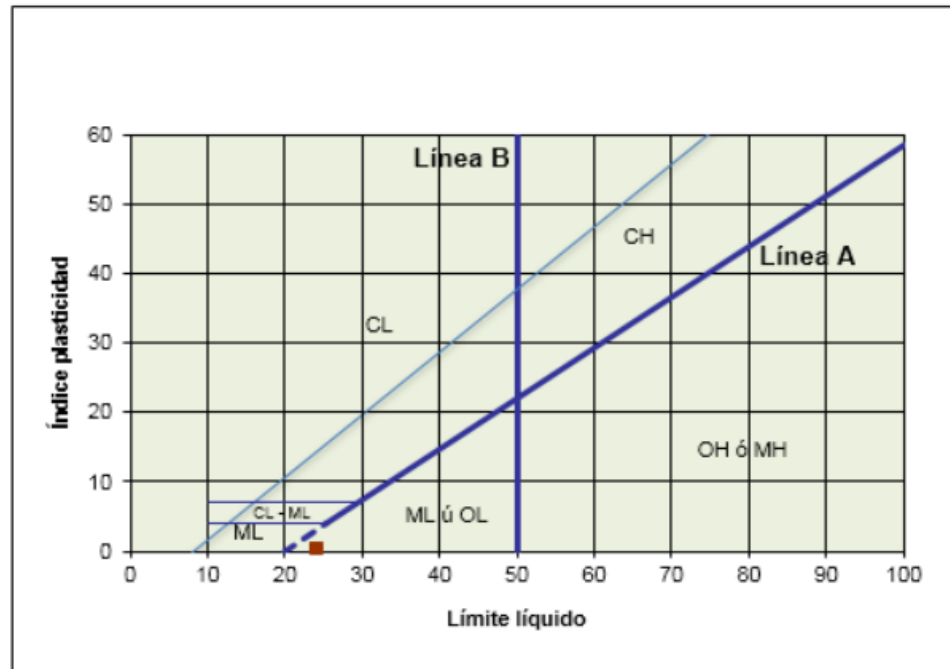
Según Juárez & Rico (2009) el símbolo de cada grupo está formado por dos letras mayúsculas, que son las iniciales de los nombres ingleses de los suelos más típicos de ese grupo. El significado se especifica abajo, Gravas y suelos en que predominen éstas. Símbolo genérico G, arenas y suelos arenosos. Símbolo genérico S, las gravas y las arenas se separan con la malla N° 4, de manera que un suelo pertenece al grupo genérico G, si más del 50% de su fracción gruesa no pasa la malla N° 4 y es del grupo genérico S, en caso contrario.

- **Suelos finos**

Según Juárez & Rico (2009) menciona que en este caso el Sistema a los suelos agrupados, formándose el símbolo de cada grupo por dos letras mayúsculas, elegidas con un criterio similar al usado para los suelos gruesos y dando lugar a las siguientes divisiones: Limos inorgánicos, de símbolo genérico M, arcillas inorgánicas, de símbolo genérico C, limos y arcilla orgánicas, de símbolo genérico O. Cada uno de estos tres tipos de suelos se subdivide, según su límite líquido, en dos grupos. Si éste es menor de 50%, es decir, si son suelos de compresibilidad baja o media, se añade al símbolo genérico la letra L obteniéndose por esta combinación los grupos ML, CL y OL. Los suelos finos con límite líquido mayor de 50% o sea de alta compresibilidad, llevan tras el símbolo genérico la letra H, teniéndose así los grupos MH, CH y OH. Ha de notarse que las letras L y H no se refieren a baja o alta plasticidad, pues esta propiedad del suelo, como se ha dicho, ha

de expresarse en función de dos parámetros (Límite Líquido e Índice de Plasticidad), mientras que en el caso actual

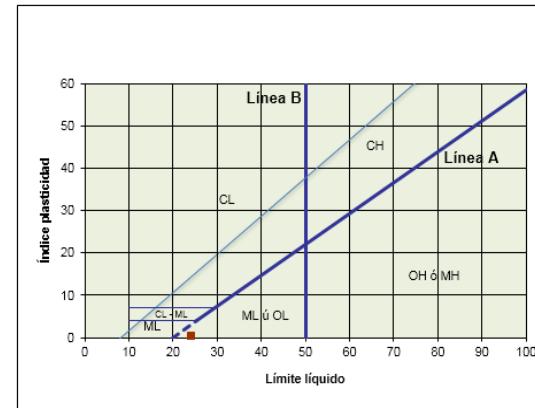
**Figura N° 11: Carta de Plasticidad Casagrande**



**Fuente: Gonzales, 2005.**

Tabla N° 3: Sistema de clasificación de suelos Unificado “SUCS”

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO				
<b>SUELOS DE GRANO GRUESO.</b> Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	<b>GRAVAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	<b>Gravas limpias</b> (sin o con pocos finos)	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava arena, pocos finos o sin finos.	<p>Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: &lt;5%- &gt;GW, GP, SW, SP. &gt;12%- &gt;GM, GC, SM, SC. 5 al 12%- &gt;casos límite que requieren usar doble símbolo.</p>	Cu=D60/D10>4 Cc=(D30)2/D10xD60 entre 1 y 3		
		<b>Gravas con finos</b> (apreciable cantidad de finos)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.		
		<b>ARENAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	<b>Arenas limpias</b> (pocos o sin finos)	GM		Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.	Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4.	Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.
			<b>Arenas con finos</b> (apreciable cantidad de finos)	GC		Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.	
	<b>SUELOS DE GRANO FINO.</b> Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	<b>Limos y arcillas:</b> Límite líquido menor de 50	<b>Arenas limpias</b> (pocos o sin finos)	SW		Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	Cu=D60/D10>6 Cc=(D30)2/D10xD60 entre 1 y 3	
			<b>Arenas con finos</b> (apreciable cantidad de finos)	SP		Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.	
			<b>Arenas limosas, mezclas de arena y limo.</b>	SM		Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4.	Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.
		<b>Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.</b>	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.		
		<b>Limos y arcillas:</b> Límite líquido mayor de 50	<b>ML</b>	ML		Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.		
			<b>CL</b>	CL		Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.		
<b>OL</b>	OL		Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.					
<b>Suelos muy orgánicos</b>	<b>MH</b>	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.					
	<b>CH</b>	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.					
	<b>OH</b>	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.					
		PT	PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.				



## F. Ensayo de compactación Proctor

Se entiende por compactación de suelos al proceso mecánico por el cual se busca mejorar artificialmente las características de resistencia, compresibilidad y el comportamiento esfuerzo – deformación de los mismos. El objetivo del ensayo Proctor es determinar la relación entre el contenido de humedad y el peso unitario seco compactado con una energía de compactación determinada, es decir determinar el contenido de humedad para el cual el suelo alcanza su máxima densidad seca. Es el mejoramiento artificial de las propiedades del suelo por medios mecánicos, con los cuales se disminuye los vacíos, se incrementa la resistencia y se disminuye la capacidad de deformación. El suelo se compacta en forma adecuada con una determinada humedad llamada humedad óptima, si el agua es insuficiente no habrá una buena lubricación y si es excesiva las fuerzas hidrostáticas tenderán a reparar las partículas (Juarez & Rodríguez, 1992).

### - Proctor modificado

Según NTP 339.141, 1999, este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% o menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 3/4" (19,0 mm).

#### Método A

- ✓ Material: se emplea el que pasa por el tamiz N° 4 (4,75 mm).
- ✓ Molde: 4 pulgadas de diámetro.
- ✓ Volumen del molde:  $1/30 \text{ pie}^3$ .
- ✓ Número de golpes por capa: 25 golpes/capa.

- **Proctor Estándar**

Según NTP 339.142, 1999, al igual que en el ensayo de Proctor Modificado, este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% o menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 3/4" (19,0 mm).

**2.2.2.2. Requisitos para la elaboración del bloque de adobe estabilizado y compactado**

**a. Requisitos generales**

La NTE E.080, 2006, presenta los siguientes requisitos generales para la elaboración del adobe: La Gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: Arcilla 10- 20%, limo 15-25% y arena 55-70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos. El adobe debe ser macizo y sólo se permite que tenga perforaciones perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no representen más de 12% del área bruta de esta cara. El adobe deberá estar libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.

Según estudios realizados por Barros & Imhoff, 2010, muestra una recopilación de datos de distintos autores que recomiendan granulometrías óptimas de suelos para ser estabilizados.

**Tabla 4. Zonas especiales dentro de las cuales se debe ubicar el valor de los límites de Atterberg de un suelo a utilizar en la construcción con tierra**

<b>límites de consistencia o de Atterberg</b>	<b>zonas límites</b>	<b>zonas preferenciales</b>
Índice Plástico	De 7 a 29	De 7 a 18
Límite Líquido	De 25 a 30	De 30 a 35
Límite Plástico	De 10 a 25	De 12 a 22

**Fuente: Craterre, 1979.**

## **b. Formas y Dimensiones**

Formas y Dimensiones, según la norma NTE E.080, 2006: Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de  $90^\circ$ , de formas especiales. Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones: Para adobes rectangulares el largo será aproximadamente el doble del ancho. La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1. En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm. Dimensiones del bloque de adobe estabilizado y compactado.

Para el estudio de la presente tesis el bloque de adobe estabilizado y compactado tendrá las siguientes dimensiones: Largo = 28 cm, Ancho = 15 cm, Espesor = 9 cm Estas medidas fue extraída de la máquina CINVA RAM de la Universidad Privada del Norte donada por el exalumno el Ing. Iván Hedilbrando Mejía Díaz.

### **2.2.2.3. Propiedades a evaluar en el bloque de adobe estabilizado**

#### **✓ Esfuerzos admisibles**

Según la norma E.080, indica que para fines de diseño se consideran los siguientes esfuerzos mínimos.

Resistencia a la compresión de la unidad según la norma E.080, debe ser mínimo  $10.2 \text{ kg/cm}^2$ . El valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 6 cubos, definiéndose la resistencia ultima ( $f^b$ ) como el valor que sobrepase en 80% de las piezas ensayos

### ✓ **Resistencia a compresión**

El ensayo de compresión se realiza usualmente en testigos de medias unidades secas aunque algunas normas proponen o aceptan el ensayo de unidades enteras e incluso de dos medidas unidades separadas por una junta de mortero. La carga de compresión se aplica perpendicular a la superficie de asiento. Si el testigo es muy irregular, es rellenado con pasta de cemento portland poco antes de colocar el recubrimiento, normalmente se azufre, para lograr el contacto uniforme con los cabezales de la máquina de compresión. El ensayo se realiza hasta la rotura.

La resistencia a la compresión ( $f'_b$ ) se determina dividiendo la carga de rotura ( $P_u$ ) entre el área bruta ( $A$ ) de la unidad cuando esta es sólida o tubular y el área neta ( $A_n$ ) cuando es hueca o perforada; la norma peruana; sin embargo considera siempre como divisor el área bruta para evitar errores y poder comprar valores de resistencia directamente, así, se obtiene el valor (Gallegos & Casabonne, 2005).

Usualmente la prueba consiste en dos o tres ensayos. Las pruebas se evalúan estadísticamente para obtener el valor característico que, generalmente, está referido a la aceptación de 10% de resultados de pruebas defectuosas.

### ✓ **Resistencia a flexión**

Según Gallegos & Casabonne, 2005, el ensayo de tracción por flexión se efectúa en la máquina de compresión sobre una unidad entera a la cual se apoya con una luz no mayor de 18 cm y se carga al centro.



#### 2.2.2.4. Estabilizantes - Tereftalato de polietileno

Es un material caracterizado por su gran ligereza y resistencia mecánica a la compresión y a las caídas, alto grado de transparencia y brillo, y conservación del sabor y aroma de los alimentos. Es una barrera contra los gases, reciclable al 100%. (Feed Pack News, 2012).

##### ✓ Origen del plástico

El plástico se origina como resultado de un concurso realizado en 1860 en Estados Unidos, para encontrar el sustituto del marfil para la fabricación de bolas de billar; de ese concurso nace un tipo de plástico llamado celuloide. Con dicho material se comenzaron a fabricar productos de plástico como collares, mangos de cuchillos, cajas, armazones de lentes y películas cinematográficas. En 1909, se descubrió una nueva materia prima, el alquitrán, del que se fabricó otro plástico, la baquelita; usada como aislante eléctrico debido a que es altamente resistente al calor, al agua y a los ácidos. Por otra parte los químicos a principio del siglo XX comenzaron a conocer mejor las reacciones químicas, esto aceleró la búsqueda de nuevos materiales y así, en el año 1930 comenzó la fabricación de plásticos a partir de derivados del petróleo. Como por ejemplo el nylon y el PVC, que comenzaron su fabricación industrial en la década de los años 30, siendo en la década de los 40 cuando se incorporaron otros como el polietileno, los poliésteres, los poliuretanos y las resinas epóxicas (Zavala, 2015).

✓ **Contaminación**

Sustancia o forma de energía que puede provocar algún daño o desequilibrio irreversible (no siempre), en un ecosistema, medio físico o ser vivo. Una alteración negativa del estado natural del medio ambiente, que se genera como consecuencia de la actividad humana. Para que ésta exista, la sustancia contaminante debe estar en cantidad suficiente para provocar desequilibrio (Webster Online Dictionary, 2011).

✓ **Reciclar**

Proceso que consiste en someter una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto También se conoce como la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos de nuevo en el ciclo de vida. Se produce ante la perspectiva del agotamiento de recursos naturales o el deterioro de los mismos (Webster Online Dictionary, 2011).

**Figura N° 12. Reciclaje de Botellas de PET.**



**Fuente: Webster Online Dictionary, 2011.**

Hoy en día, debido a la sobrepoblación, las actividades humanas modernas y el consumismo, la cantidad de basura que generamos en México y el mundo ha crecido de manera considerable, y aunado a su ineficiente manejo, la contaminación ocasiona problemas de salud y daño al medio ambiente; además de conflictos sociales y políticos. Anteriormente, gran parte de la basura era quemada, lo que ocasionó una explosión incontrolable de Dióxido de Carbono; por ser llevada a tiraderos, se generó una sobrepoblación de basura que en estos momentos representa un gran problema, pues la capacidad de los denominados tiraderos sanitarios, ha sido rebasada con mucho, (Petmexico, s.f.).

#### **2.2.2.5. Fibra de lana**

La lana de ovino es un material de origen natural que se ha empleado básicamente como base de productos convencionales en la industria textil, tal como alfombras, cortinas, ropa de cama y prendas de vestir. El aislamiento de oveja es un material muy desarrollado en Europa Occidental, por ejemplo en Austria (fabricación de paneles aislantes), España (producción), Bosnia y Herzegovina (acabado en decoración e investigación), Dinamarca (investigación y desarrollo) y la Antigua Yugoslavia (investigación con la grasa corporal de oveja).

Hoy en día se pretende diseñar edificios ecológicos y para esto debemos aclarar que el principio básico del eco-diseño está relacionada con la salud humana, la cual necesita de calidad de aire y de agua, además de la calidad del suelo en el cual se

producen los productos alimenticios (Bednárová, Witek, Pietowska-Laska, & Laska, 2015).

**Figura N° 13: Fibra de Lana**



**Fuente: Elaboración Propia**

Con el propósito de afrontar la tergiversación de lo que constituye el diseño ecológico, es de suma importancia señalar que el diseño verde no es únicamente la reducción del consumo de energía, sino también acerca de la integración del medio ambiente a través del diseño inteligente.

Los nuevos planteamientos de eficiencia energética y del diseño de edificios sostenibles tienen como objetivo la reducción del consumo de energía además del uso de los recursos naturales y materiales disponibles localmente, de esta manera disminuyen los costes de construcción y formamos una consciencia ambiental. Ahorro de energía, uso de materiales sostenibles y la aplicación de métodos constructivos durante todo el ciclo de vida de un edificio es parte del reto. En este sentido, entrada mínima energía, el consumo de recursos sostenible y contaminación minimizado debe ser una parte de la producción, la instalación y el uso de materiales de aislamiento (Berge, 2001).

Desde el punto de vista del desarrollo sostenible, escoger materias primas renovables, disponibles a nivel local y reciclable como la madera, piedra, paja, fibras y la lana de oveja son la solución. Debido al aumento del uso de los recursos se produce el agotamiento, el consumo de energía y la contaminación del medio, estos son estimulantes para el compromiso científico en este tema. El enfoque que se busca es el del diseño ecológico que comienza con el raciocinio ambiental (consiste en ver los recursos disponibles) y se rige por el proceso de lograr la equilibrio con el medio ambiente. La demanda de materiales de construcción verde, especialmente materiales de recursos renovables aislante, está fuerte aumento. (Korjenic, Petranek, Zach, & Hroudova, 2011).

La utilización de materiales naturales de recursos renovables toma mayor envergadura debido a que sus propiedades físicas y mecánicas son equiparables con los materiales convencionales (lana mineral, poliestireno o poliuretano). Por un lado, los materiales convencionalmente usados en el sector de la construcción es el Poliestireno expandido (EPS) como aislante térmico, sin embargo su uso está vinculado con problemas ambientales y de salud, debido a la alta inflamabilidad y como consecuencia vapores tóxicos (Doroudiani & Omidiam, 2010). Por otro, utilizar materiales naturales en edificios representa una ventaja ya que es favorable para la salud humana. (Torrington & Sandvik, 22-24 Mayo 2000) además de ser una solución industrial que se está desarrollando y tomando presencia competitiva en el mercado (Wallbaum, Ostermeyer, Salzer, & Zea, 2012).

### 2.3. Procedimiento

Los procedimientos que se siguieron para la elaboración de los adobes, fueron teniendo en cuenta lo siguiente:

#### A. Contenido de Humedad

##### Ensayo:

Para realizar este ensayo contenido de humedad se tendrá en cuenta lo siguiente.

##### Material

- Muestra alterada extraída del estrato de estudio
- Equipo
- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperatura
- Taras

##### Procedimiento

- Pesamos la tara ( $W_t$ )
- Pesar la muestra húmeda en la tara ( $W_h + t$ )
- Secar la muestra en la estufa, durante 24 horas a 105 °C.
- Pesar la muestra seca en la tara ( $W_s + t$ )
- Determinar el peso del agua  $W_w = (W_h + t) - (W_s + t)$
- Determinar el peso de la muestra seca  $W_s = (W_s + t) - W_t$
- Determinar el contenido de humedad

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad \dots \text{Ecuación N}^\circ \text{ 1. Contenido de humedad}$$

**Figura N° 14: Contenido de Humedad**



**Fuente: Elaboración propia, 2017**

## **B. Límites de ATTERBERG o límites de consistencia**

- **Límite Líquido (LL)**

**Ensayo: Límite líquido**

### **Material**

- Suelo seco que pasa la malla N° 40

### **Equipo**

- Malla N° 40
- Copa de cas grande
- Ranurador o acanalador
- Balanza con aproximación de 0.01gr.
- Estufa con control de temperatura
- Espátula
- Probeta de 100 ml.
- Cápsula de porcelana
- Taras identificadas

### Procedimiento

- Es una cápsula de porcelana mezclar el suelo con agua mediante una espátula hasta obtener una pasta uniforme.
- Colocar una porción de pasta en la copa de Casagrande, nivelar mediante la espátula hasta obtener un espesor de 1 cm.
- En el centro hacer una ranura con el acanalador de tal manera que la muestra quede dividida en dos partes.
- Elevar y dejar caer la copa mediante la manivela a razón de 2 caídas por segundo hasta que las dos mitades de suelo se pongan en contacto en la parte inferior de la ranura y a lo largo de 1.27 cm. Registrar el número de golpes.
- Mediante la espátula retirar la porción de suelo que se ha puesto en contacto en la parte inferior de la ranura y colocarlo en una tara para determinar su contenido de humedad.
- Retirar el suelo remanente de la copa de Casagrande y colocar en la cápsula de porcelana. Agregar agua si el número de golpes del ensayo anterior ha sido alto. O agregar suelo si el número de golpes ha sido bajo. (El número de golpes debe estar comprendido entre 6 y 35)
- Lavar y secar la copa y el acanalador.
- Repetir el ensayo mínimo 2 veces más.
- Dibujar al curva de fluidez (la recta) en escala semilogarítmica, en el eje de abscisas se registrara el número de golpes en escala logarítmica, en el eje de ordenadas los contenidos de humedad en escala natural.
- Determinar la ordenada correspondiente a los 25 golpes en la curva de fluidez, este valor será el límite líquido del suelo.



**Figura N° 15: Limite Líquido**



Fuente: Elaboración propia, 2017

- **Límite plástico (LP)**

**Ensayo: Límite plástico**

**Material**

- Una porción de la mezcla preparada para el límite líquido

**Equipo**

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa
- Espátula
- Cápsula de porcelana
- Placa de vidrio
- Taras identificadas

**Procedimiento**

El límite plástico se determina presionando y enrollando alternadamente a un hilo de 3.2 mm, de diámetro (1/4 pulgada), una porción pequeña de suelo plástico hasta que su contenido de humedad se reduzca hasta el punto en que el hilo se

quiebre y no pueda ser más presionado. El contenido de humedad del suelo en este punto se reporta como el límite plástico.

**Figura N° 16: Limite Plástico**



**Fuente: Elaboración propia, 2017**

- **Índice de plasticidad**

$$IP=LL-L \quad \dots\dots \text{Ecuación N° 2. Índice de plasticidad}$$

Donde:

- IP. Índice de plasticidad
- LL. Límite líquido
- LP. Límite plástico

### **C. Límites de granulometría método de lavado**

#### **Material**

Muestra seca aproximadamente 200 gr si es material arcillo limoso y 500 gr si es material granular que contiene finos

#### **Equipo**

- Juego de tamices
- Balanza con aproximación de 01 gr.

- Estufa con control de temperatura
- Taras

### Procedimiento

- Secar la muestra
- Pesar la muestra seca ( $W_s$ )
- Colocar la muestra en un recipiente, cubrir con agua y dejar durante algunas horas dependiendo del tipo de material.
- Tamizar la muestra por la malla N° 200 mediante chorro de agua
- La muestra retenida en la malla N° 200 se retira en un recipiente y se deja secar.
- Pasar la muestra seca por el juego de tamices, agitando en forma manual o mediante tamizador
- Determinar los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz (%RP)

$$\%RP = \frac{PRP}{W_s} \times 100 \quad \dots \text{Ecuación N° 3. Porcentajes de los pesos retenidos}$$

Determinar los porcentajes retenidos acumulados en cada tamiz %RA, para lo cual se sumarán en forma progresiva los % RP, es decir:

$$\%RA1 = \%RP1$$

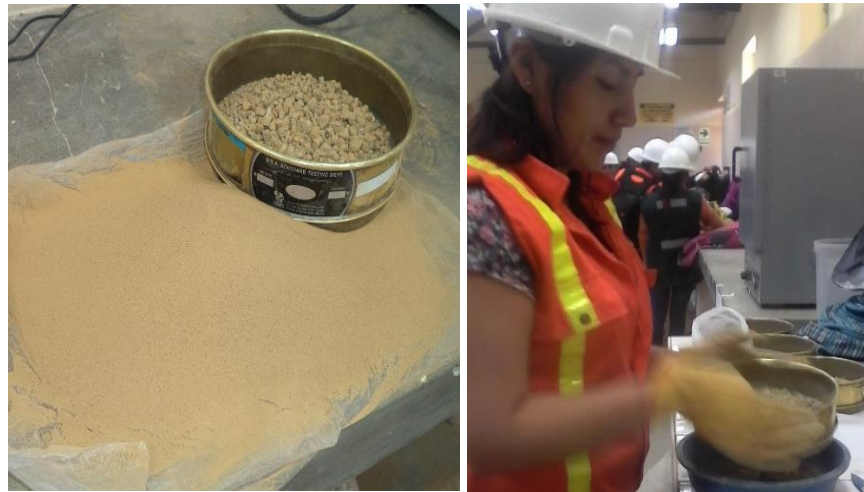
$$\%RA2 = \%RP1 + \%RP2$$

$$\%RA3 = \%RP1 + \%RP2 + \%RP3, \text{ etc.}$$

Determinar los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz %que pasa = 100% - %R. A Ecuación 4. Porcentajes que pasa en cada tamiz. Finalmente dibujar

la curva granulométrica en escala semi logarítmica, en el eje de abscisas se registrará la abertura de las mallas en milímetros y en el eje de ordenadas se registrarán los porcentajes acumulados que pasan en las mallas que se utilizan.

**figura N° 17: Granulometría método de lavado.**



**Fuente: Elaboración propia, 2017**

#### **D. Proctor Modificado**

##### **Parámetros:**

- $E_c$  = Energía de Compactación = 56 000 Lb-pie/pie<sup>3</sup> (2 700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- $W$  = Peso del martillo = 10 lbf (44,5 N)
- $h$  = Altura de caída del martillo = 18" (457 mm)
- $N$  = Número de golpes por capas = depende el molde.
- $n$  = Número de capas = 5
- $V$  = volumen del molde cm<sup>3</sup> = depende del método de prueba.

## Suelo y Molde a Utilizar

### Método A

- Material: Se emplea el que pasa por el tamiz N° 4 (4,75 mm).
- Molde: 4 pulgadas de diámetro.
- Volumen del molde: 1/30 pie<sup>3</sup>.
- Número de golpes por capa: 25 golpes/capa.

**Figura N° 18: Proctor**



**Fuente: Elaboración propia, 2017**

### A. Proctor Estándar

#### Parámetros:

$E_c$  = Energía de Compactación = 12 400 Lb-pie/pie<sup>3</sup> (600 kN-m/m<sup>3</sup>)

- $W$  = Peso del martillo = 5,5 lbf (24,4 N)
- $h$  = Altura de caída del martillo = 12" (305 mm)
- $N$  = Número de golpes por capas = depende el molde.
- $n$  = Número de capas = 3
- $V$  = volumen del molde cm<sup>3</sup> = depende del método de prueba.

## **Suelo y Molde a Utilizar**

### **Método A**

- Material: Se emplea el que pasa por el tamiz N° 4 (4,75 mm).
- Molde: 4 pulgadas de diámetro.
- Volumen del molde:  $1/30 \text{ pie}^3$ .
- Número de golpes por capa: 25 golpes/capa.

### **Ensayo de Proctor Modificado**

- Material
- Muestra alterada seca.-
- Papel filtro.

### **Equipo**

- Equipo Proctor Modificado (molde cilíndrico, placa de base y anillo de extensión)
- Pisón Proctor Modificado.
- Balanza con precisión de 1 gr.
- Estufa con control de temperatura.
- Probeta de 1000 ml.
- Recipiente de 6 kg. De capacidad.
- Espátula.
- Taras identificadas.

### Procedimiento

- Obtener la muestra seca para el ensayo, de acuerdo al método a utilizar (método A, B o C).
- Preparar 5 muestras con una determinada cantidad de agua, de tal manera que el contenido de humedad de cada una de ellas varíe aproximadamente en 1½ en ellas.
- Ensamblar el molde cilíndrico con la placa de base y el collar de extensión y el papel filtro.
- Compactar cada muestra en 5 capas y cada capa con 25 o 56 golpes (depende del método A, B o C), al terminar de compactar la última capa, se retira el collar de extensión, se enrasa con la espátula y se determina la densidad húmeda (Dh)
- Determinar el contenido de humedad de cada muestra compactada (w%), utilizando muestras representativas de la parte superior e inferior.

**Figura N° 19: Ensayo de compactación Proctor**



**Fuente: Elaboración propia**



**Figura N° 20: Cortando la lana en taños de 0.01 m**



**Fuente: Elaboración propia, 2017**

**Figura N° 21: Sustitución de flakes tereftalato de polietileno del  
0.5%, 1.0% y 1.5%.**



**Fuente: Elaboración propia, 2017.**



**Figura N° 22: Sustitución de flakes tereftalato de polietileno del  
0.5%, 1.0% 1.5%.**



**Fuente: Elaboración propia, 2017.**

**Figura N° 23: Sustitución de las fibras de lana del 0.5%, 1.0% 1.5%.**



**Fuente: Elaboración propia, 2017**

**Figura N° 24: Elaboración del adobe compactado**



**Fuente: Elaboración propia, 2017**

**Figura N° 25: Elaboración del adobe compactado**



**Fuente: Elaboración propia, 2017**



**Figura N° 26: Obtención del adobe compactado**



Fuente: Elaboración propia, 2017

**Figura N° 27: Secado de los Adobes separados por porcentajes**



Fuente: Elaboración propia, 2017

### 1.6.1. Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión ( $f^c$ ) se determina dividiendo la carga de rotura ( $P_u$ ) entre el área bruta ( $A$ ) de la unidad cuando esta es sólida o tubular y el área neta ( $A$ ) cuando es hueca o perforada; la norma peruana; sin embargo, considera siempre como divisor el área bruta, para evitar errores y poder comparar valores de resistencia directamente. Así, se obtiene el valor (Gallegos & Casabonne, 2005)

$$f = \frac{P_u}{A} \quad \dots\dots \text{Ecuación N}^\circ 4, \text{ resistencia a la compresión}$$

**Figura N° 28: Ensayo de compactación Proctor**



**Fuente: Elaboración propia**

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 4.1. Resultados de los ensayos para la clasificación del suelo

#### 4.1.1. Contenido de Humedad (Norma MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127)

Tabla N° 5. Determinación de Contenido de Humedad

CONTENIDO DE HUMEDAD						
ID	DESCRIPCION	Unid	1	2	3	4
A	Identificación de la tara		C.H. 1	C.H. 2	C.H. 3	C.H. 4
B	Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	626.90	517.30	616.90	552.90
C	Peso Tara + Muestra Seca	Gr	582.00	482.00	573.00	513.10
D	Peso de la Tara	Gr	71.50	73.60	82.90	72.30
E	Peso de la Muestra Seca	Gr	510.50	408.40	490.10	440.80
F	Peso del Agua(B-C)	Gr	44.90	35.30	43.90	39.80
W%	Contenido de Humedad	%	8.80	8.64	8.96	9.03
G	Promedio		<b>8.86</b>			

Fuente: elaboración propia 2017.

Según el resultado del ensayo de contenido de humedad que se obtuvo de la muestra es de **8.86%**.

#### 4.1.2. Límites de consistencia.

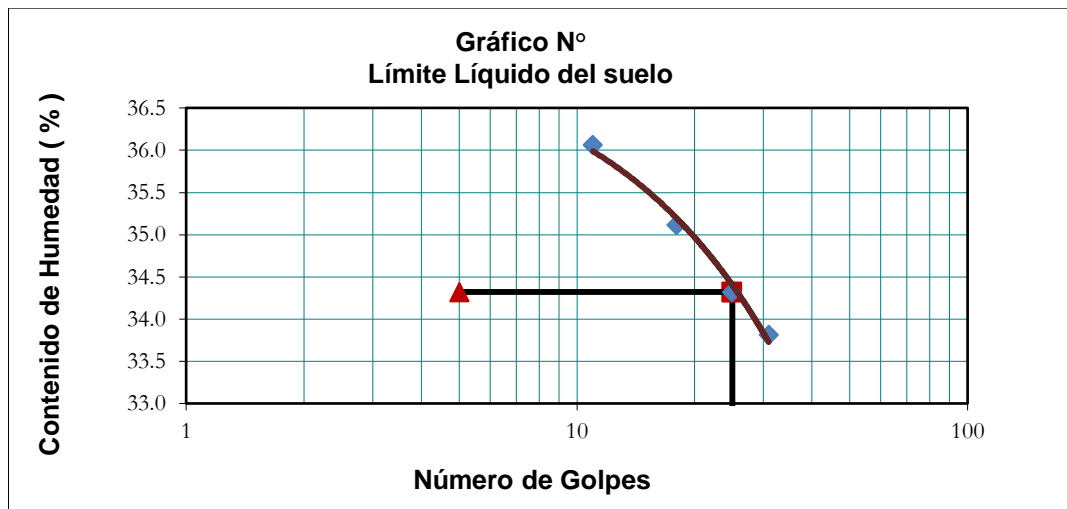
##### 4.1.2.1. Límite Líquido (LL)

Tabla N° 6. Determinación de Limite Líquido

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente	N°	LL. 1	LL. 2	LL. 3
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	43.60	47.10	46.30
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	39.20	41.98	41.12
D	Peso de Recipiente	gr	27.00	27.40	25.80
E	Peso del Agua	gr	4.40	5.12	5.18
F	Peso Suelo Seco	gr	12.20	14.58	15.32
G	Número de Golpes	N	11.00	18.00	31.00
H	Contenido de Humedad	%	36.07	35.12	33.81

Fuente: elaboración propia 2017.

**Grafica N° 1. Limite líquido del suelo**



Fuente: elaboración propia 2017.

Del ensayo de laboratorio para determinar el límite líquido se obtuvo:

Límite Líquido = **34.32%**

#### 4.1.2.2. Límite plástico (LP)

**Tabla N° 7. Determinación de Limite Plástico**

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)				
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2
A	Identificación de Recipiente	N°	P1-E2C1	P2-E2C1
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	42.60	42.10
C	Suelo Seco + Tara	gr	39.60	39.30
D	Peso de Tara	gr	27.00	27.30
E	Peso del Agua	gr	3.00	2.80
F	Peso Suelo Seco	gr	12.60	12.00
G	Contenido de Humedad	%	23.81	23.33
H	Promedio Límite Plástico		<b>23.00</b>	

Fuente: elaboración propia 2017.

Del ensayo de laboratorio para determinar el límite plástico se obtuvo:

Límite plástico = **23.00 %**

#### 4.1.2.3. Índice de plasticidad

**Tabla N° 8. Determinación Índice de Plasticidad**

Límite Líquido:	LL =	34.32%
Límite Plástico:	LP =	23.00%
Índice de Plasticidad :	IP =	11.32%
Contenido de Humedad :	W <sub>n</sub> =	8.86

**Fuente: elaboración propia 2017.**

De los resultados del límite líquido y del límite plástico se tiene que:

Índice de plasticidad = **11.32%**

#### 4.1.3. Análisis granulométrico

Del ensayo de granulometría se obtuvo:

Porcentaje que pasa la malla N° 4 = 99.30%

Más del 12% pasa la malla N° 200 = 54.60 %

Podemos decir que el suelo es adecuado para la elaboración de adobes, ya que según la norma E.080, la gradación del suelo debe aproximarse a: arcilla 10-20%, limo 15-15% y arena 55-70% y no se deberá utilizar suelos orgánicos.

##### 4.1.3.1. Clasificación del suelo

Con los resultados anteriores, de límites de consistencia, se procedió a clasificar el suelo en la carta de plasticidad obteniendo el siguiente resultado:

Menos del 50% pasa la malla N° 200 suelo grueso y con los datos de Límite Líquido e Índice de Plasticidad, se lleva estos valores a la Carta de Plasticidad, en la cual los valores se ubican encima de la Línea A y además su Índice de Plasticidad es mayor que 7, por lo que su clasificación se considera como:

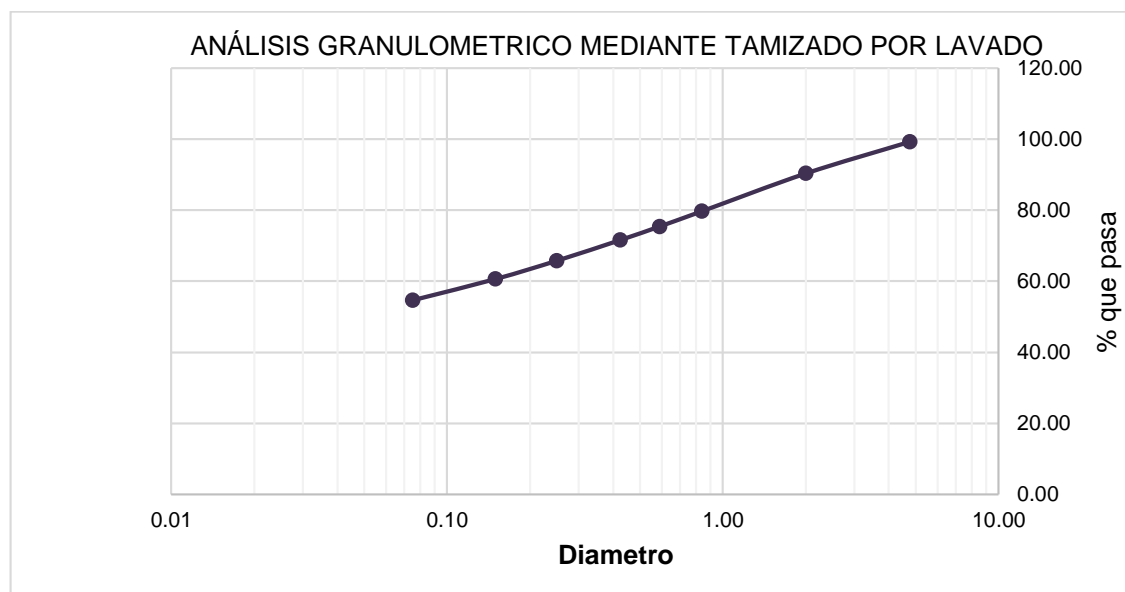
Según clasificación SUCS es un CL: Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.

**Tabla N° 9. Determinación de la granulometría método de lavado**

Tamaño nominal del tamiz		Peso retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa
TAMIZ	DIAMETRO (mm)				
N° 4	4.76	3.50	0.70	0.70	99.30
N° 10	2.00	44.60	8.92	9.62	90.38
N° 20	0.84	53.30	10.66	20.28	79.72
N° 30	0.59	21.50	4.30	24.58	75.42
N° 40	0.43	19.10	3.82	28.40	71.60
N° 60	0.25	29.20	5.84	34.24	65.76
N° 100	0.15	25.80	5.16	39.40	60.60
N° 200	0.08	30.00	6.00	45.40	54.60
Perdida	Lavado	273.00	54.60	100.00	0.00
$\Sigma$ PRP		500.00	100.00		

Fuente: elaboración propia 2017.

**Grafica N° 2. Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado**



Fuente: elaboración propia 2017.

#### 4.1.4. Proctor Modificado

Para determinar el contenido óptimo de humedad y así tener el óptimo grado de compactación, se procedió a realizar el ensayo de Proctor Modificado (Método A) según la ASTM D-1557.91, con cada uno de los materiales estabilizantes y porcentajes utilizados.



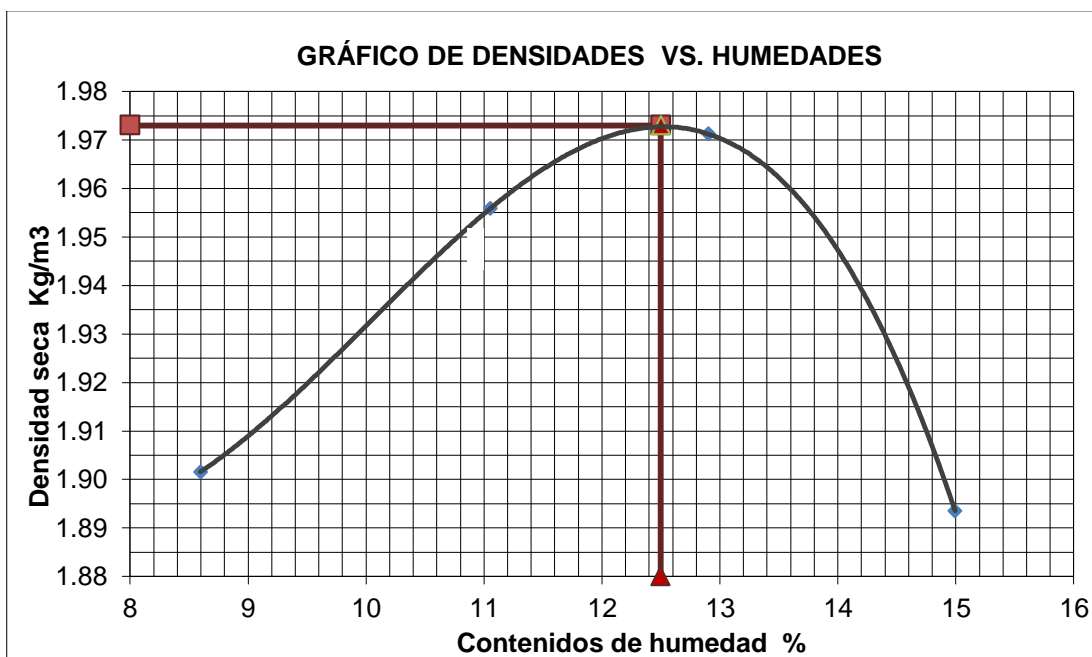
**4.1.4.1. Proctor Patrón (Norma: MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141)**

**Tabla N° 10. Proctor modificado muestra patrón**

Muestra #		1	2	3	4				
Peso del molde + suelo húmedo	g	6125.00	6225.00	6275.00	6230.00				
Peso del suelo húmedo	g	1928.70	2028.70	2078.70	2033.70				
Humedad calculada	%	8.60	11.05	12.90	14.99				
Densidad Húmeda	kg/m <sup>3</sup>	2.07	2.17	2.23	2.18				
Densidad seca	kg/m <sup>3</sup>	1.90	1.96	1.97	1.89				
<b>Contenidos de humedad</b>									
Muestra #		1	2	3	4				
Recipiente #									
Rec + suelo húmedo	g	208.60	196.70	170.30	181.30	153.60	161.10	169.60	197.30
Rec + suelo seco	g	194.20	183.20	156.00	166.00	139.40	145.50	151.10	175.10
Peso del recipiente	g	25.90	26.90	26.90	27.30	27.10	27.00	27.50	27.30
Peso del suelo seco	g	168.30	156.30	129.10	138.70	112.30	118.50	123.60	147.80
Peso del agua	g	14.40	13.50	14.30	15.30	14.20	15.60	18.50	22.20
Contenido de Humedad	%	8.56	8.64	11.08	11.03	12.64	13.16	14.97	15.02
Humedad promedio	%	8.60		11.05		12.90		14.99	

Fuente: elaboración propia 2017.

**Grafica N° 3. Proctor modificado muestra patrón**



Fuente: elaboración propia 2017.

**Densidad Máxima:**

1.973 Kg/m<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**

12.50 %

**4.1.4.2. Proctor Modificado con sustitución de flakes de PET 0.5% (Norma:**

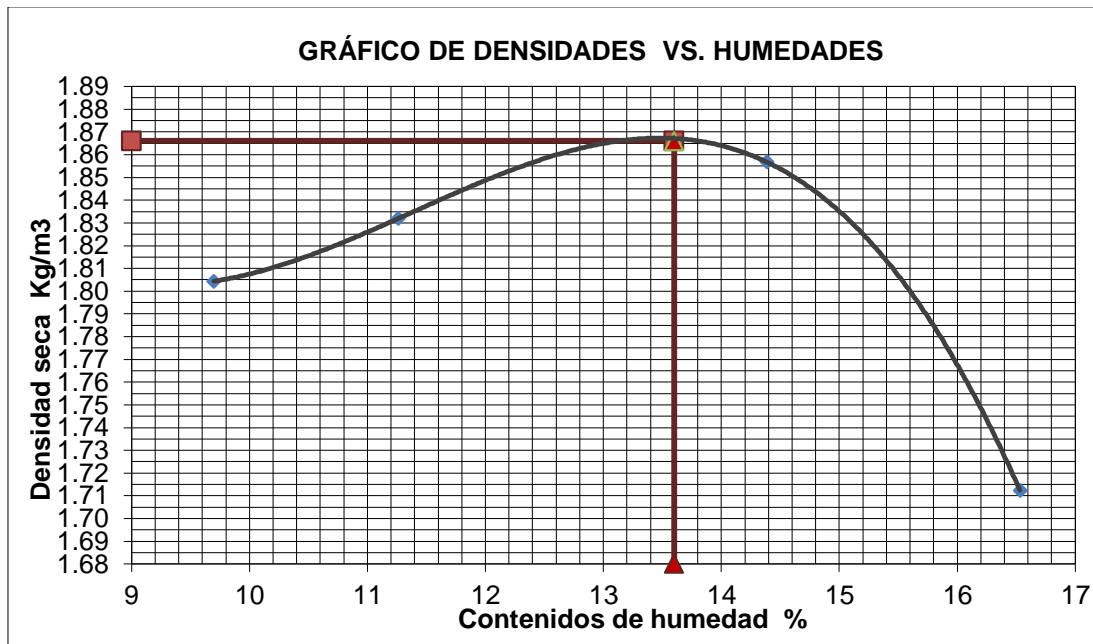
**MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141)**

**Tabla N° 11. Proctor Modificado con sustitución de flakes de PET 0.5%**

Muestra #		1	2	3	4				
Peso del molde + suelo húmedo	g	6045.00	6100.00	6180.00	6060.00				
Peso del suelo húmedo	g	1848.70	1903.70	1983.70	1863.70				
Humedad calculada	%	9.70	11.26	14.38	16.53				
Densidad Húmeda	kg/m <sup>3</sup>	1.98	2.04	2.12	2.00				
Densidad seca	kg/m <sup>3</sup>	1.80	1.83	1.86	1.71				
<b>Contenidos de humedad</b>									
Muestra #		1	2	3	4				
Recipiente #									
Rec + suelo húmedo	g	179.20	167.10	187.20	202.80	214.50	200.90	171.80	170.50
Rec + suelo seco	g	165.70	154.80	171.00	185.00	190.90	179.10	151.20	150.20
Peso del recipiente	g	27.00	27.50	27.10	27.00	27.40	27.00	27.00	27.00
Peso del suelo seco	g	138.70	127.30	143.90	158.00	163.50	152.10	124.20	123.20
Peso del agua	g	13.50	12.30	16.20	17.80	23.60	21.80	20.60	20.30
Contenido de Humedad	%	9.73	9.66	11.26	11.27	14.43	14.33	16.59	16.48
Humedad promedio	%	9.70		11.26		14.38		16.53	

Fuente: elaboración propia 2017.

**Grafica N° 4. Proctor Modificado con sustitución de flakes de PET 0.5%**



Fuente: elaboración propia 2017.

**Densidad Máxima:**

1.866 Kg/m<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**

13.60 %

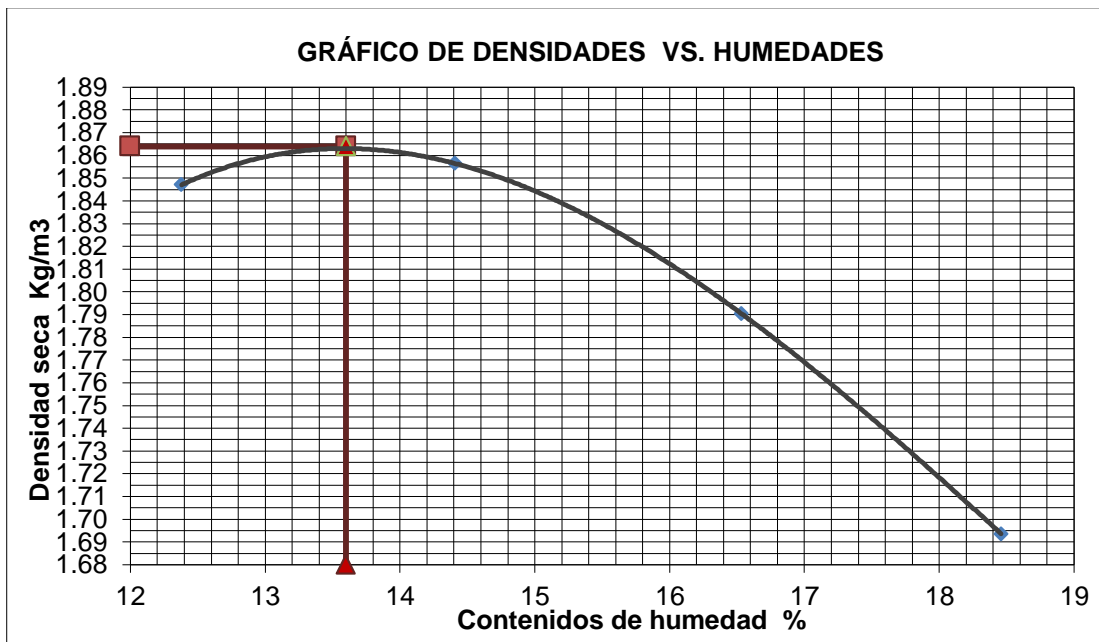
**4.1.4.3. Proctor Modificado con sustitución de flakes de PET 1% (Norma: MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141)**

**Tabla N° 12. Proctor Modificado con sustitución de flakes de PET 1%**

Muestra #		1	2	3	4				
Peso del molde + suelo húmedo	g	6135.00	6180.00	6145.00	6070.00				
Peso del suelo húmedo	g	1938.70	1983.70	1948.70	1873.70				
Humedad calculada	%	12.38	14.41	16.53	18.46				
Densidad Húmeda	kg/m <sup>3</sup>	2.08	2.12	2.09	2.01				
Densidad seca	kg/m <sup>3</sup>	1.85	1.86	1.79	1.69				
<b>Contenidos de humedad</b>									
Muestra #		1	2	3	4				
Recipiente #									
Rec + suelo húmedo	g	154.10	186.50	170.80	175.80	171.80	170.50	175.00	191.10
Rec + suelo seco	g	140.00	168.90	152.70	157.10	151.20	150.20	151.90	165.70
Peso del recipiente	g	25.90	27.00	27.00	27.40	27.00	27.00	27.40	27.40
Peso del suelo seco	g	114.10	141.90	125.70	129.70	124.20	123.20	124.50	138.30
Peso del agua	g	14.10	17.60	18.10	18.70	20.60	20.30	23.10	25.40
Contenido de Humedad	%	12.36	12.40	14.40	14.42	16.59	16.48	18.55	18.37
Humedad promedio	%	12.38		14.41		16.53		18.46	

Fuente: elaboración propia 2017.

**Grafica N° 5. Proctor Modificado con sustitución de flakes de PET 1%**



Fuente: elaboración propia 2017.

**Densidad Máxima:**

1.864 Kg/m<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**

13.60 %

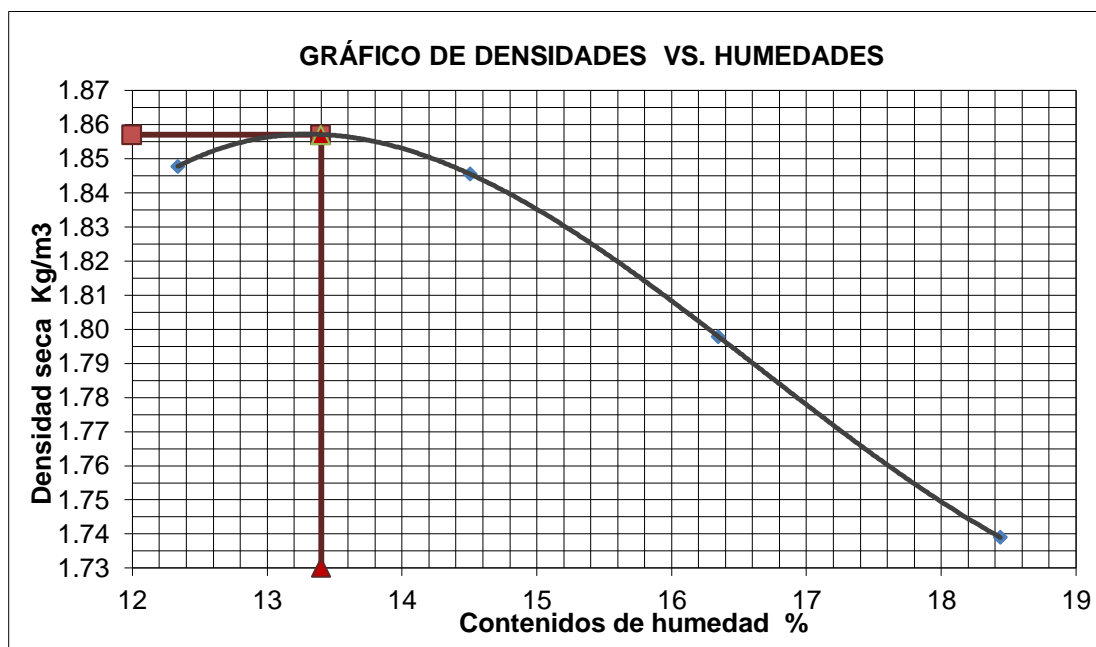
**4.1.4.4. Proctor Modificado con sustitución de flakes de PET 1.5% (Norma: MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141)**

**Tabla N° 13. Proctor Modificado con sustitución de flakes de PET 1.5%**

Muestra #		1	2	3	4				
Peso del molde + suelo húmedo	g	6135.00	6170.00	6150.00	6120.00				
Peso del suelo húmedo	g	1938.70	1973.70	1953.70	1923.70				
Humedad calculada	%	12.34	14.51	16.35	18.44				
Densidad Húmeda	kg/m <sup>3</sup>	2.08	2.11	2.09	2.06				
Densidad seca	kg/m <sup>3</sup>	1.85	1.85	1.80	1.74				
<b>Contenidos de humedad</b>									
Muestra #		1	2	3	4				
Recipiente #									
Rec + suelo húmedo	g	137.90	183.60	167.10	172.30	159.50	151.50	186.10	144.00
Rec + suelo seco	g	125.60	166.40	149.20	154.10	140.80	134.10	161.30	125.90
Peso del recipiente	g	25.90	27.00	27.00	27.40	27.10	27.00	27.40	27.30
Peso del suelo seco	g	99.70	139.40	122.20	126.70	113.70	107.10	133.90	98.60
Peso del agua	g	12.30	17.20	17.90	18.20	18.70	17.40	24.80	18.10
Contenido de Humedad	%	12.34	12.34	14.65	14.36	16.45	16.25	18.52	18.36
Humedad promedio	%	12.34		14.51		16.35		18.44	

Fuente: elaboración propia 2017.

**Grafica N° 6. Proctor Modificado con sustitución de flakes de PET 1.5%**



Fuente: elaboración propia 2017.

**Densidad Máxima:**  
1.857 Kg/m<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**  
13.40 %

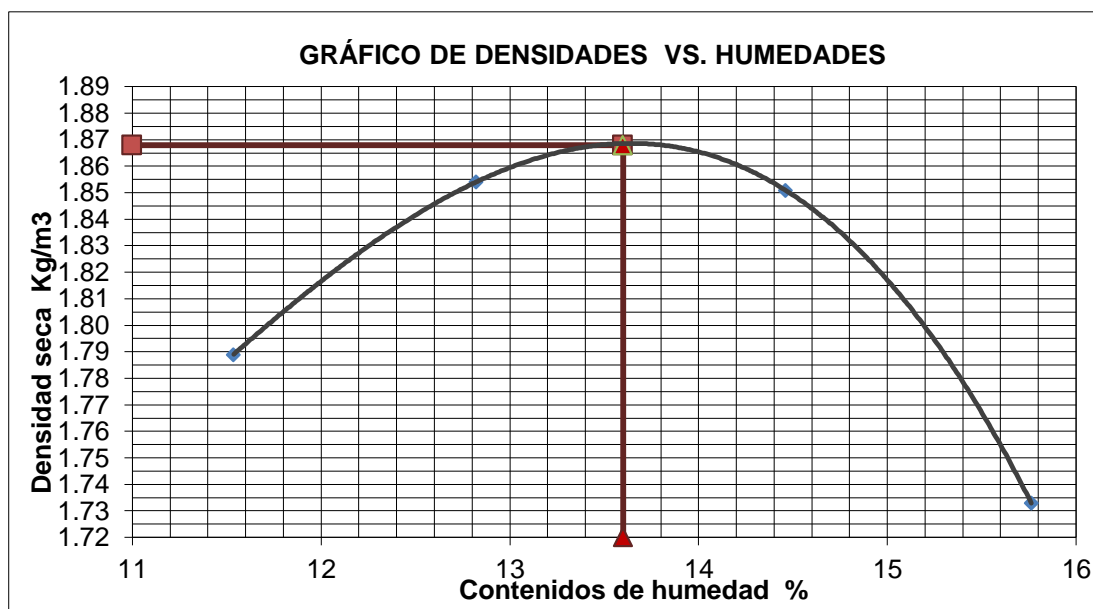
**4.1.4.5. Proctor Modificado con sustitución Sustitución de fibras de lana 0.5%**  
(Norma: MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141)

**Tabla N° 14. Proctor Modificado con sustitución de fibras de lana 0.5%**

Muestra #		1	2	3	4				
Peso del molde + suelo húmedo	g	6060.00	6150.00	6175.00	6070.00				
Peso del suelo húmedo	g	1863.70	1953.70	1978.70	1873.70				
Humedad calculada	%	11.54	12.82	14.46	15.76				
Densidad Húmeda	kg/m <sup>3</sup>	2.00	2.09	2.12	2.01				
Densidad seca	kg/m <sup>3</sup>	1.79	1.85	1.85	1.73				
<b>Contenidos de humedad</b>									
Muestra #		1	2	3	4				
Recipiente #									
Rec + suelo húmedo	g	167.40	240.60	243.00	235.60	148.40	134.30	168.40	169.40
Rec + suelo seco	g	150.60	226.90	224.90	217.60	133.10	120.60	150.20	148.90
Peso del recipiente	g	26.70	82.90	87.20	73.60	26.70	26.40	26.70	26.80
Peso del suelo seco	g	123.90	144.00	137.70	144.00	106.40	94.20	123.50	122.10
Peso del agua	g	16.80	13.70	18.10	18.00	15.30	13.70	18.20	20.50
Contenido de Humedad	%	13.56	9.51	13.14	12.50	14.38	14.54	14.74	16.79
Humedad promedio	%	11.54	12.82	14.46	15.76				

Fuente: elaboración propia 2017.

**Grafica N° 7. Proctor Modificado con sustitución de fibras de lana 0.5%.**



Fuente: elaboración propia 2017.

**Densidad Máxima:**

1.868 Kg/m<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**

13.60 %

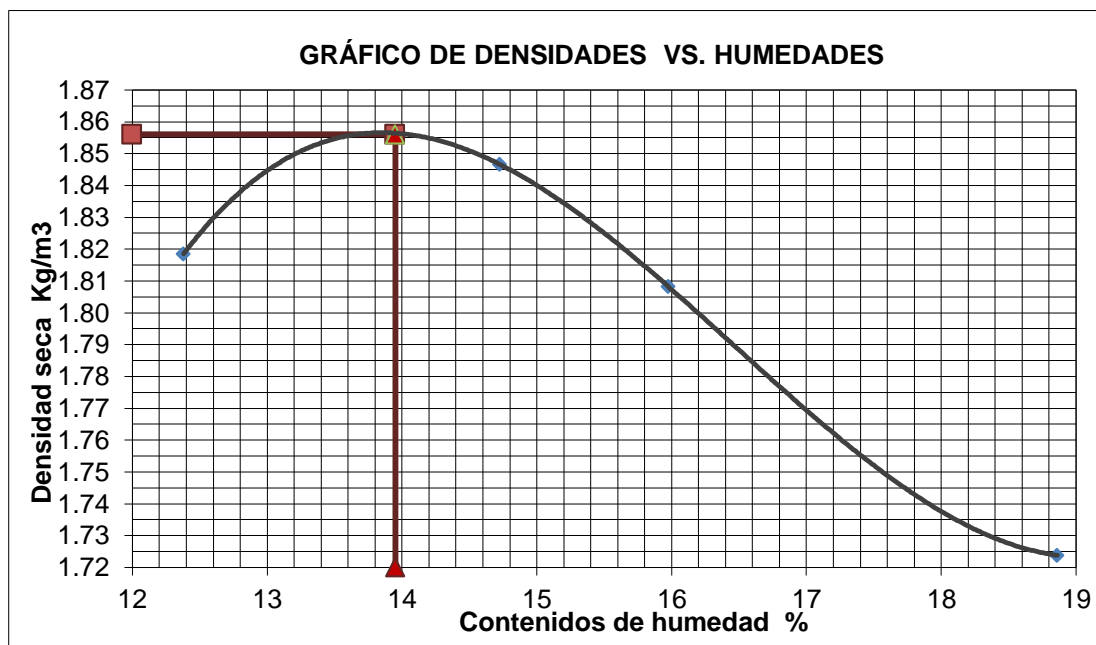
**4.1.4.6. Proctor Modificado con sustitución Sustitución de fibras de lana 1% (Norma: MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141)**

**Tabla N° 15. Proctor Modificado con sustitución de fibras de lana 1%**

Muestra #		1	2	3	4				
Peso del molde + suelo húmedo	g	6105.00	6175.00	6155.00	6110.00				
Peso del suelo húmedo	g	1908.70	1978.70	1958.70	1913.70				
Humedad calculada	%	12.38	14.72	15.97	18.86				
Densidad Húmeda	kg/m <sup>3</sup>	2.04	2.12	2.10	2.05				
Densidad seca	kg/m <sup>3</sup>	1.82	1.85	1.81	1.72				
<b>Contenidos de humedad</b>									
Muestra #		1	2	3	4				
Recipiente #									
Rec + suelo húmedo	g	155.40	185.80	128.70	240.10	241.20	208.30	186.60	152.70
Rec + suelo seco	g	141.10	168.50	115.70	219.80	219.70	190.00	161.30	132.60
Peso del recipiente	g	28.00	25.70	26.70	83.00	87.20	73.60	26.70	26.40
Peso del suelo seco	g	113.10	142.80	89.00	136.80	132.50	116.40	134.60	106.20
Peso del agua	g	14.30	17.30	13.00	20.30	21.50	18.30	25.30	20.10
Contenido de Humedad	%	12.64	12.11	14.61	14.84	16.23	15.72	18.80	18.93
Humedad promedio	%	12.38	14.72	15.97	18.86				

Fuente: elaboración propia 2017.

**Grafica N° 8. Proctor Modificado con sustitución de fibras de lana 1%.**



Fuente: elaboración propia 2017.

**Densidad Máxima:**

1.856 Kg/m<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**

13.95 %

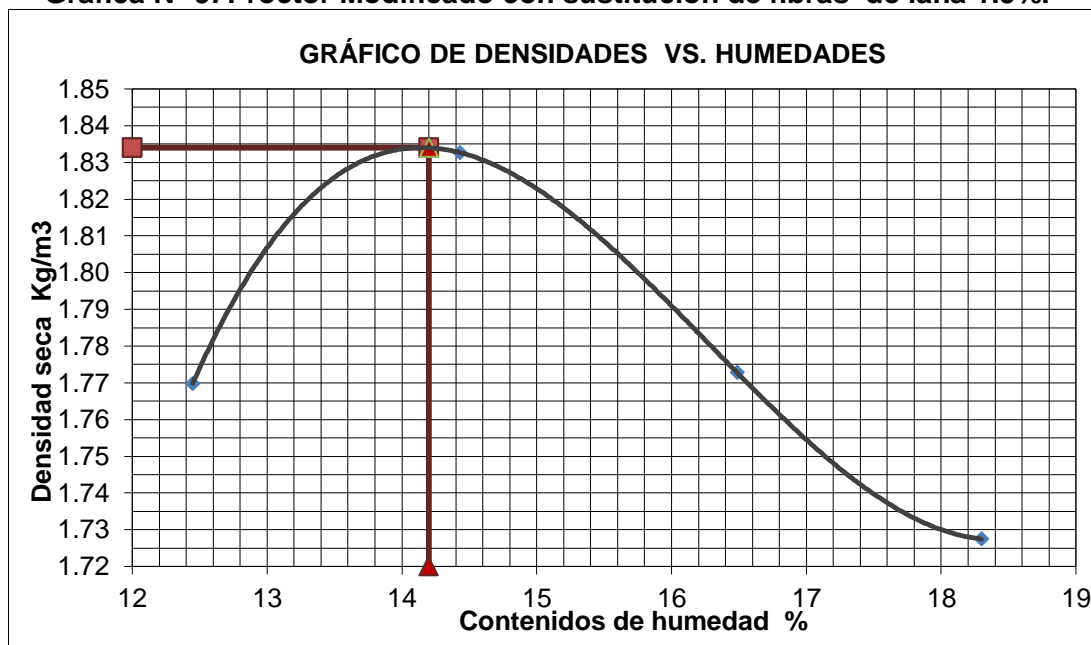
**4.1.4.7. Proctor Modificado con sustitución de fibras de lana 1.5%**  
(Norma: MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141)

**Tabla N° 16. Proctor Modificado con sustitución de fibras de lana 1%**

Muestra #		1	2	3	4				
Peso del molde + suelo húmedo	g	6055.00	6155.00	6125.00	6105.00				
Peso del suelo húmedo	g	1858.70	1958.70	1928.70	1908.70				
Humedad calculada	%	12.45	14.43	16.49	18.30				
Densidad Húmeda	kg/m <sup>3</sup>	1.99	2.10	2.07	2.04				
Densidad seca	kg/m <sup>3</sup>	1.77	1.83	1.77	1.73				
<b>Contenidos de humedad</b>									
Muestra #		1	2	3	4				
Recipiente #									
Rec + suelo húmedo	g	141.40	157.70	111.10	267.80	265.10	247.20	158.90	145.20
Rec + suelo seco	g	128.70	143.20	100.40	244.60	239.90	223.00	138.70	126.60
Peso del recipiente	g	26.60	26.80	26.70	82.90	73.60	87.20	26.70	26.40
Peso del suelo seco	g	102.10	116.40	73.70	161.70	166.30	135.80	112.00	100.20
Peso del agua	g	12.70	14.50	10.70	23.20	25.20	24.20	20.20	18.60
Contenido de Humedad	%	12.44	12.46	14.52	14.35	15.15	17.82	18.04	18.56
Humedad promedio	%	12.45		14.43		16.49		18.30	

Fuente: elaboración propia 2017.

**Grafica N° 9. Proctor Modificado con sustitución de fibras de lana 1.5%.**



Fuente: elaboración propia 2017.

**Densidad Máxima:**

1.834 Kg/m<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**

14.20 %

## 4.2. Resultados de contenido de humedad para realizar el adobe

### 4.2.1. Contenido de humedad – Antes de hacer el adobe

Tabla N° 17. Contenido de humedad – Antes de hacer el adobe

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCION	Unidades	1	2	3
A	Identificación de la tara		<b>C.H. 1</b>	<b>C.H. 2</b>	<b>C.H. 3</b>
B	Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	141.40	155.40	<b>150.7</b>
C	Peso Tara + Muestra Seca	Gr	136.40	149.50	<b>144.9</b>
D	Peso de la Tara	Gr	26.80	26.70	<b>26.6</b>
E	Peso de la Muestra Seca	Gr	109.60	122.80	<b>118.3</b>
F	Peso del Agua(B-C)	Gr	5.00	5.90	<b>5.8</b>
W%	Contenido de Humedad	%	4.56	4.80	<b>4.90</b>
G	Promedio		<b>4.76</b>		

Fuente: elaboración propia 2017.

### 4.2.2. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – Muestra patrón

Tabla N° 18. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – Muestra patrón

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCION	Unidades	1	2	3
A	Identificación de la tara		<b>C.H.M.P. 1</b>	<b>C.H.M.P. 2</b>	<b>C.H.M.P. 3</b>
B	Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	166.80	174.30	<b>182.3</b>
C	Peso Tara + Muestra Seca	Gr	150.00	158.60	<b>165.1</b>
D	Peso de la Tara	Gr	27.20	27.30	<b>27.5</b>
E	Peso de la Muestra Seca	Gr	122.80	131.30	<b>137.6</b>
F	Peso del Agua(B-C)	Gr	16.80	15.70	<b>17.2</b>
W%	Contenido de Humedad	%	13.68	11.96	<b>12.5</b>
G	Promedio		<b>12.71</b>		

Fuente: elaboración propia 2017.



**4.2.3. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – con sustitución de flakes de PET 0.5%.**

**Tabla N° 19. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – con sustitución de flakes de PET 0.5%.**

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
ID	DESCRIPCION	Unidades	1	2	3
A	Identificación de la tara		<b>C.H.P. 0.5% 1</b>	<b>C.H.P. 0.5% 2</b>	<b>C.H.P. 0.5% 3</b>
B	Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	172.40	157.70	166.40
C	Peso Tara + Muestra Seca	Gr	154.80	142.00	149.80
D	Peso de la Tara	Gr	26.90	26.90	26.70
E	Peso de la Muestra Seca	Gr	127.90	115.10	123.10
F	Peso del Agua(B-C)	Gr	17.60	15.70	16.60
W%	Contenido de Humedad	%	13.76	13.64	13.48
G	Promedio		<b>13.63</b>		

Fuente: elaboración propia 2017.

**4.2.4. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – con sustitución de flakes de PET 1%.**

**Tabla N° 20. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – con sustitución de flakes de PET 1%.**

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
ID	DESCRIPCION	Unidades	1	2	3
A	Identificación de la tara		<b>C.H.D.A. 1</b>	<b>C.H.D.A. 2</b>	<b>C.H.D.A. 3</b>
B	Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	148.60	140.20	<b>152.1</b>
C	Peso Tara + Muestra Seca	Gr	134.20	126.60	<b>137</b>
D	Peso de la Tara	Gr	27.30	26.90	<b>27.6</b>
E	Peso de la Muestra Seca	Gr	106.90	99.70	<b>109.4</b>
F	Peso del Agua(B-C)	Gr	14.40	13.60	<b>15.1</b>
W%	Contenido de Humedad	%	13.47	13.64	<b>13.80</b>
G	Promedio		<b>13.64</b>		

Fuente: elaboración propia 2017.

**4.2.5. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – con sustitución de flakes de PET 1.5%.**

**Tabla N° 21. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – con sustitución de flakes de PET 1.5%.**

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
ID	DESCRIPCION	Unidades	1	2	3
A	Identificación de la tara		<b>C.H.P. 1.5% 1</b>	<b>C.H.P. 1.5% 2</b>	<b>C.H.P. 1.5% 3</b>
B	Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	124.70	144.40	<b>143.8</b>
C	Peso Tara + Muestra Seca	Gr	112.90	130.50	<b>130.2</b>
D	Peso de la Tara	Gr	26.70	26.00	<b>26.8</b>
E	Peso de la Muestra Seca	Gr	86.20	104.50	<b>103.4</b>
F	Peso del Agua(B-C)	Gr	11.80	13.90	<b>13.6</b>
W%	Contenido de Humedad	%	13.69	13.30	<b>13.15</b>
G	Promedio		<b>13.38</b>		

Fuente: elaboración propia 2017.

**4.2.6. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – con sustitución de fibras de lana 0.5%.**

**Tabla N° 22. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – con sustitución de fibras de lana 0.5%.**

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
ID	DESCRIPCION	Unidades	1	2	3
A	Identificación de la tara		<b>C.H.L. 0.5% 1</b>	<b>C.H.L. 0.5% 2</b>	<b>C.H.L. 0.5% 3</b>
B	Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	117.90	101.70	<b>95.3</b>
C	Peso Tara + Muestra Seca	Gr	107.10	93.30	<b>86.9</b>
D	Peso de la Tara	Gr	28.00	28.70	<b>27.2</b>
E	Peso de la Muestra Seca	Gr	79.10	64.60	<b>59.7</b>
F	Peso del Agua(B-C)	Gr	10.80	8.40	<b>8.4</b>
W%	Contenido de Humedad	%	13.65	13.00	<b>14.07</b>
G	Promedio		<b>13.58</b>		

Fuente: elaboración propia 2017.

**4.2.7. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – con sustitución de fibras de lana 1%.**

**Tabla N° 23. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – con sustitución de fibras de lana 1%.**

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
ID	DESCRIPCION	Unidades	1	2	3
A	Identificación de la tara		<b>C.H.L. 1% 1</b>	<b>C.H.L. 1% 2</b>	<b>C.H.L. 1% 3</b>
B	Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	130.30	125.50	<b>132.8</b>
C	Peso Tara + Muestra Seca	Gr	118.00	113.50	<b>119.3</b>
D	Peso de la Tara	Gr	26.30	27.60	<b>26.8</b>
E	Peso de la Muestra Seca	Gr	91.70	85.90	<b>92.5</b>
F	Peso del Agua(B-C)	Gr	12.30	12.00	<b>13.5</b>
W%	Contenido de Humedad	%	13.41	13.97	<b>14.59</b>
G	Promedio		<b>13.99</b>		

Fuente: elaboración propia 2017.

**4.2.8. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – con sustitución de fibras de lana 1.5%.**

**Tabla N° 24. Contenido de humedad – Durante la elaboración del adobe – con sustitución de fibras de lana 1.5%.**

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
ID	DESCRIPCION	Unidades	1	2	3
A	Identificación de la tara		<b>C.H.L. 1.5% 1</b>	<b>C.H.L. 1.5% 2</b>	<b>C.H.L. 1.5% 3</b>
B	Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	136.20	100.90	<b>119.2</b>
C	Peso Tara + Muestra Seca	Gr	122.10	91.90	<b>108.1</b>
D	Peso de la Tara	Gr	26.90	27.10	<b>27.8</b>
E	Peso de la Muestra Seca	Gr	95.20	64.80	<b>80.3</b>
F	Peso del Agua(B-C)	Gr	14.10	9.00	<b>11.1</b>
W%	Contenido de Humedad	%	14.81	13.89	<b>13.82</b>
G	Promedio		<b>14.17</b>		

Fuente: elaboración propia 2017.

### 4.3. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A LOS BLOQUES DE TIERRA.

#### 4.3.1. Resultados del ensayo de Resistencia a la Compresión

Los resultados para este ensayo fueron los siguientes:

**Tabla N° 25. Desviación estándar de cada mezcla**

Adobe	Porcentaje	fb (resistencia promedio)	S (Desviación Estándar)	f'b = fb - S kg/cm <sup>2</sup>
Muestra patrón		26.66	3.49	23.17
sustitución con fibras de lana	0.5%	27.92	2.82	25.10
	1%	33.84	2.74	31.10
	1.50%	35.42	3.20	32.22
sustitución con flakes de Tereftalato de Polietileno	0.5%	27.98	1.43	26.56
	1%	26.36	2.51	23.85
	1.50%	25.47	1.87	23.60

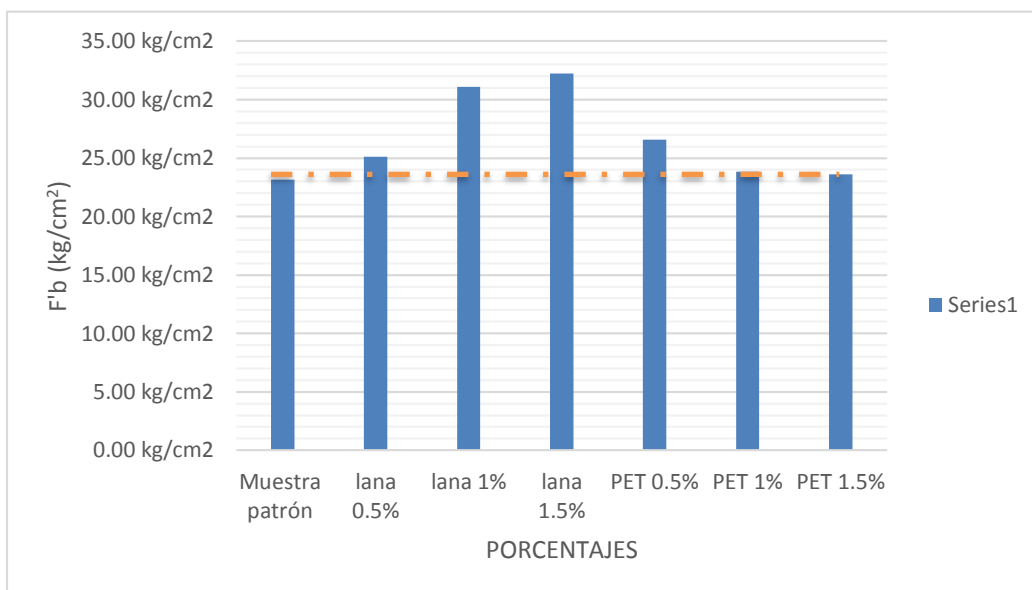
**Fuente: elaboración propia 2017.**

**Tabla N° 26. Resumen general de la resistencia a la compresión.**

resumen general de resistencia a la compresión		
adobe		f'b (Kg/cm <sup>2</sup> )
Muestra patrón		23.17
sustitucion con fibras de lana	0.5%	25.10
	1%	31.10
	1.50%	32.22
sustitucion con flakes de Tereftalato de Polietileno	0.5%	26.56
	1%	23.85
	1.50%	23.60

**Fuente: elaboración propia 2017.**

**Grafica N° 10. Resumen de la resistencia a la compresión**



Fuente: elaboración propia 2017.

#### 4.3.2. Resultados del ensayo de resistencia a flexión

**Tabla N° 27. Desviación estándar de cada mezcla**

Adobe	Porcentaje	fb (resistencia promedio)	S (Desviación Estandar)	f'b = fb - S kg/cm <sup>2</sup>
Muestra patrón		27.48	2.61	24.87
sustitucion con fibras de lana	0.5%	26.30	4.85	21.45
	1%	25.09	2.52	22.57
	1.50%	30.35	5.31	25.05
sustitucion con flakes de Tereftalato de Polietileno	0.5%	26.32	5.13	21.19
	1%	24.70	7.16	17.54
	1.50%	21.24	3.54	17.69

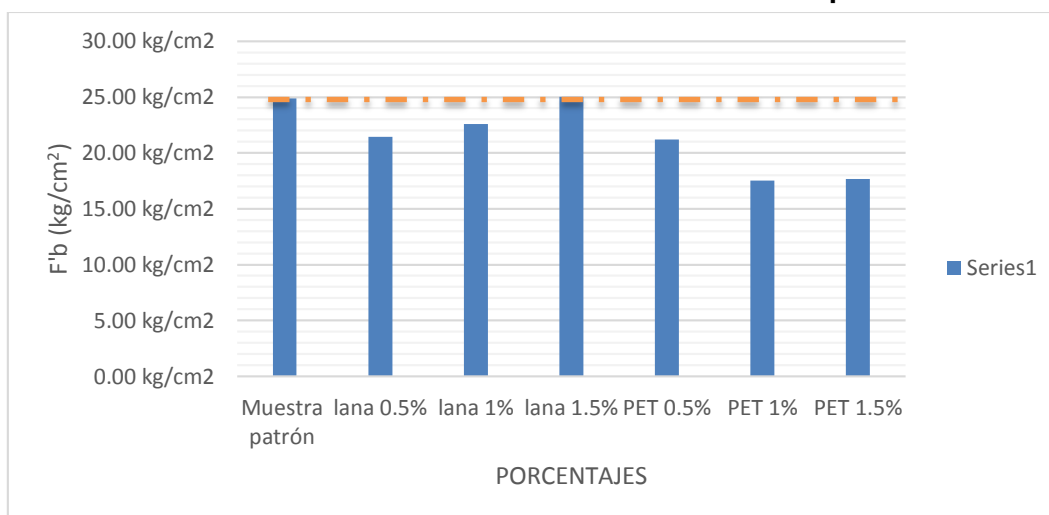
Fuente: elaboración propia 2017.

**Tabla N° 28. Resumen general de la resistencia a la flexión.**

resumen general de resistencia a la compresión		
adobe		f'b (Kg/cm <sup>2</sup> )
Muestra patrón		24.87
sustitucion con fibras de lana	0.5%	21.45
	1%	22.57
	1.50%	25.05
sustitucion con flakes de Tereftalato de Polietileno	0.5%	21.19
	1%	17.54
	1.50%	17.69

Fuente: elaboración propia 2017.

**Grafica N° 10. Resumen de la resistencia a la compresión**



Fuente: elaboración propia 2017.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

#### 4.1.1. Comparación de resistencia a la compresión

Los bloques de adobe elaborados con la máquina CINVA RAM de la muestra patrón sin aditivo y ensayados en mitades a compresión superan al valor mínimo que exige la norma E.080 - 2017 de  $10.2 \text{ kg/cm}^2$ , y los bloques con sustitución de fibras de lana en porcentajes del 0.5%, 1% y 1.5% superan su resistencia a los bloques de adobe de la muestra patrón en un 8.34%, 34.27% y 39.08% respectivamente, y los bloques con sustitución de flakes de tereftalato de polietileno en porcentajes del 0.5%, 1% y 1.5% superan su resistencia a los bloques de adobe de la muestra patrón en un 14.64%, 2.95% y 1.86% respectivamente.

Los resultados mencionados anteriormente, nos muestran que los bloques de adobe compactados con la máquina de CINVA RAM, presentan una mayor resistencia a compresión, corroborando de esta manera que los resultados de la muestra patrón de  $23.17 \text{ Kg/cm}^2$  de la presente tesis, son mayores a los ya establecidos por la norma E 080 – 2017, cuyo valor es como mínimo de  $10.2 \text{ Kg/cm}^2$ ; y al sustituir con fibras de lana en porcentajes del 0.5%, 1% y 1.5% se alcanzó un resistencia de  $25.10 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $31.10 \text{ Kg/cm}^2$  y  $32.22 \text{ Kg/cm}^2$  respectivamente; y al sustituir con flakes de tereftalato de polietileno en porcentajes del 0.5%, 1% y 1.5% se alcanzó un resistencia de  $26.56 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $23.85 \text{ Kg/cm}^2$  y  $23.60 \text{ Kg/cm}^2$  respectivamente, adquiriendo estos resultados demostramos que sobrepasan a lo establecido en la norma E-0.80 y al bloque sin sustitución.

#### 4.1.2. Comparación de resistencia a la flexión

Para el ensayo a flexión, la norma técnica de edificaciones E.080 - 2017, no especifica parámetros, para ello se realizó el ensayo teniendo en cuenta la norma ASTM-C67, donde se obtuvieron resultados para la muestra patrón de 24.87 kg/cm<sup>2</sup> y para la sustitución de fibras de lana en porcentajes del 0.5%, 1% y 1.5% se alcanzó un resistencia de 21.45 Kg/cm<sup>2</sup>, 22.57 Kg/cm<sup>2</sup> y 25.05 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; y al sustituir con flakes de tereftalato de polietileno en porcentajes del 0.5%, 1% y 1.5% se alcanzó un resistencia de 21.19 Kg/cm<sup>2</sup>, 17.54 Kg/cm<sup>2</sup> y 17.69 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, siendo el adobe con mejor resistencia a la flexión el de 0.7% con el 1.5 % con sustitución de lana.



## 4.2 Conclusiones

- La resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado y ensayados en mitades superan al valor mínimo que exige la norma E.080 - 2017 de  $10.2 \text{ kg/cm}^2$ , y los bloques con sustitución de fibras de lana en porcentajes del 0.5%, 1% y 1.5% superan su resistencia a los bloques de adobe de la muestra patrón en un 8.34%, 34.27% y 39.08% respectivamente, y los bloques con sustitución de flakes de tereftalato de polietileno en porcentajes del 0.5%, 1% y 1.5% superan su resistencia a los bloques de adobe de la muestra patrón en un 14.64%, 2.95% y 1.86% respectivamente.
- La resistencia a flexión de los bloques de adobe compactado y ensayados, la norma técnica de edificaciones E.080 - 2017, no especifica parámetros, para ello se realizó el ensayo teniendo en cuenta la norma ASTM-C67, donde se obtuvieron resultados para la muestra patrón de  $24.87 \text{ kg/cm}^2$  y para la sustitución de fibras de lana en porcentajes del 0.5%, 1% y 1.5% se alcanzó un resistencia de  $21.45 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $22.57 \text{ Kg/cm}^2$  y  $25.05 \text{ Kg/cm}^2$  respectivamente; y al sustituir con flakes de tereftalato de polietileno en porcentajes del 0.5%, 1% y 1.5% se alcanzó un resistencia de  $21.19 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $17.54 \text{ Kg/cm}^2$  y  $17.69 \text{ Kg/cm}^2$  respectivamente, siendo el adobe con mejor resistencia a la flexión el de 0.7% con el 1.5% con sustitución de lana.
- Los resultados de las propiedades físico-mecánicas de los suelos provenientes de la cantera de la cruz blanca. De acuerdo a los ensayos elaborados en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte, nos muestran que es un suelo CL: Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, de acuerdo al estudio de suelos de Análisis granulométrico y límites según SUCS, lo que indica que se encuentra dentro los límites que exige la norma E-O80.

- Comparar los tres tipos de adobe, el primer sin sustitución de aditivo estructural y los dos restantes con sustitución de flakes de tereftalato de polietileno y fibras de lana.
- Al comparar Los bloques de adobe con sustitución de fibras de lana en porcentajes del 0.5%, 1% y 1.5% superan su resistencia a los bloques de adobe de la muestra patrón en un 8.34%, 34.27% y 39.08% respectivamente, y los bloques con sustitución de flakes de tereftalato de polietileno en porcentajes del 0.5%, 1% y 1.5% superan su resistencia a los bloques de adobe de la muestra patrón en un 14.64%, 2.95% y 1.86% respectivamente.
- La hipótesis ha sido parcialmente demostrada, el adobe compactado con sustitución de fibras de lana en porcentajes del 0.5%, 1% y 1.5% aumentan la resistencia a compresión y flexión hasta un 39.08% y 0.70 % respectivamente, en comparación con la muestra patrón.

## REFERENCIAS

- NTP 339.128. (1999). MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO. Comisión de Reglamentos Técnicos y comerciales. Lima, Perú: 1° Edición.
- Alcalá, M.; & Rojas, L. (2011). Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como Requisito Parcial para Optar al Título de INGENIERO DE PETROLEO. Barcelona.
- ASTM D 157 2000. (2004). Asociación América de Ensayo de Materiales (ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS). Lima.
- Bardales, C., & Sánchez, D. (2015). TESIS “Comparación de las propiedades de resistencia a la compresión, flexión y absorción del adobe tradicional y adobe estabilizado y compactado con cemento, yeso, cal y grout”. Cajamarca.
- Barros, L. P.; imhoff, F. A. (2010). Resistencia sísmica del suelo-cemento postensado en construcciones de baja complejidad geométrica. Chile: Universidad Técnica Federico Santa María.
- Blondet, M., Villa, G., & Brzev, S. (2003). Investigación “Construcciones de Adobe Resistentes a los Terremotos”. Lima-Perú.
- Cabrera, D., & Huaynate, W. (2010). TESIS “MEJORAMIENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE ANTE UNA EXPOSICION PROLONGADA DE AGUA POR EFECTO DE INUNDACIONES”. Lima.
- Castro, J., Paredes, C., & Munoz, D. (2009). Gerencia Regional Agraria. Trujillo-Perú.

- Ceñedo, D. (2003). INVESTIGACION DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS CON ENZIMA APLICADO A LA SUB-RASANTE DE LA AVENIDA QUITUMBE – ÑAN, CONTÓN QUITO. ECUADOR.
- Creterre. (1979). Construir con tierra Tomo I y II. Traducido del libro original construiré en Terre. Paris.
- Crespo, C. (2000). LIBRO “MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES”. Mexico: Limusa.
- Delgado, E. (2006). “Comportamiento Sísmico de un Módulo de Adobe de Dos Pisos con Refuerzo Horizontal y Confinamiento de Concreto Armado”. Lima.
- Fondo mi Vivienda. (2009). ESTUDIO DE MERCADO DE LA VIVIENDA SOCIAL EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA. Lima – Perú: Fondo MIVIVIENDA S.A.
- Gallegos, H.; & Casabonne, C. (2005). LIBRO “ALBAÑILERIA ESTRUCTURAL”. Lima: Fondo Editorial 2005.
- Gonzales, J. (2005). LIBRO “Geotegnia”. Barcelona.
- Guzmán, D., & Chávez, J. (2007). ESTUDIO BROMATOLOGICO DEL CLADODIO DEL NOPAL (Opuntia ficus-india) PARA EL CONSUMO HUMANO. Arequipa-Perú.
- Houben, H., & Guillaud, H. (1994). Construcción - A Comprehensive Guide. London.
- INEI. (2007). Instituto Nacional de Estadística e Informática. Lima-perú.
- INEI, 2. (2013). Instituto Nacional del Estado del Ambiente 2012-2013. Lima.
- ITINTEC 331.017. (1978). NORMA TECNICA PERUANA. Perú.
- ITINTEC 331.018. (1978). NORMA TECNICA PERUANA. Lima-Perú.

- José, L., & Bernilla, P. (2012). “EVALUACION FUNCIONAL Y CONSTRUCTIVA DE VIVIENDAS CON ADOBE ESTABILIZADO EN CAYALTI. PROGRAMA COBE-1976”. Lima-Perú.
- Juárez, E., & Rico, A. (2009). Mecánica de Suelos- Fundamentos de la Mecánica de Suelos. Mexico.
- JUAREZ BADILLO, E.- RICO RODRIGUEZ, A. “Mecánica de Suelos - Fundamentos de la Mecánica de Suelos” , Tomo I, Limusa. 3º Edición, 1992.

## ANEXOS



<b>ENSAYO:</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
<b>NORMA:</b>	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		CH-LS-UPNC: .....
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE FLAKES DE TEREFTALATO DE POLIETILENO Y FIBRAS LANA"		
<b>CANTERA:</b>	"CRUZ BLANCA" - CASERIO AYLAMBO - DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Suelo en estudio	<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	2000 Gramos
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	25-09-2017	<b>RESPONSABLES:</b>	Erika E. Q. Ñ. y Wilmer E. Z.
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	25-09-2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. Orlando Aguilar Aliaga

Temperatura de Secado  
60 °C / 110 °C / Ambiente

Método  
Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
A	Identificación del recipiente o Tara		C.H.1	C.H.2	C.H.3	C.H.4
B	Peso del Recipiente	gr	71.50	73.60	82.90	72.30
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	626.90	577.30	616.90	552.90
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	582.00	482.00	573.00	513.10
E	Peso del suelo Seca (Ws) D - B	gr				
F	Peso del Agua (Ww) C - D	gr				
W%	Porcentaje de humedad (F / E) * 100	%				
G	Promedio Porcentaje Humedad	%				

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

W =



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Erika E. Quiroz Nontol	NOMBRE: Wilmer Estrada Zelada	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero
FECHA: 25-09-2017		FECHA: 25-09-2017	FECHA: 25-09-2017

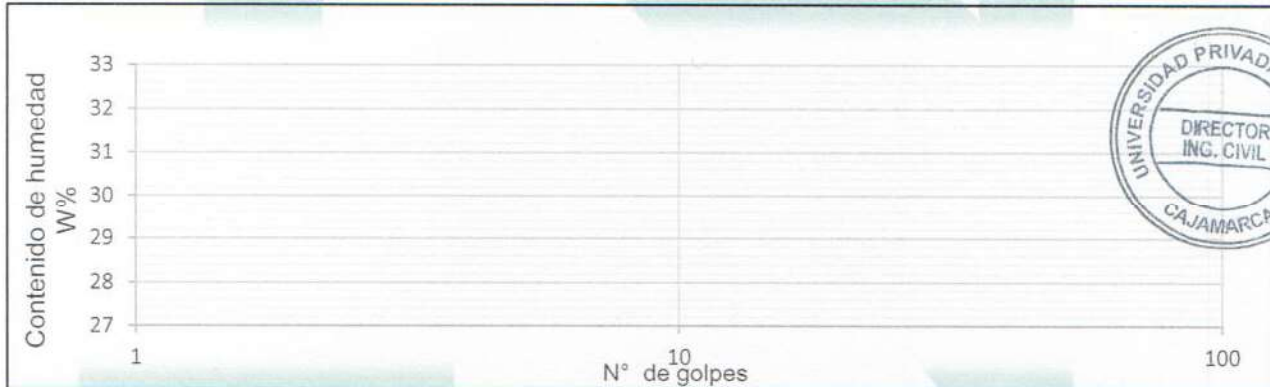




<b>ENSAYO:</b>	LÍMITES DE PLASTICIDAD		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
<b>NORMA:</b>	ASTM D4318 / NTP E339.130 – NTP E111		LP-LS-UPNC: .....
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE FLAKES DE TEREFALATO DE POLIETILENO Y FIBRAS LANA"		
<b>CANTERA:</b>	"CRUZ BLANCA" - CASERIO AYLAMBO - DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA		
<b>TIPO DE MATERIAL</b>	Suelo en estudio	<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	400 Gramos
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	25-09-2017	<b>RESPONSABLES:</b>	Erika E. Q. Ñ. y Wilmer E. Z.
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	25-09-2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. Orlando Aguilar Aliaga

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	identificación de Recipiente	N°	LL.1	LL.2	LL.3		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	43.60	47.10	46.30		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	39.20	41.98	41.12		
D	Peso de Recipiente	gr	27.00	27.40	25.80		
E	Peso del Agua	gr					
F	Peso Suelo Seco	gr					
G	Número de Golpes	N					
H	Contenido de Humedad	%					

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	identificación de Recipiente	N°	LP.1	LP.2			
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	42.60	42.10			
C	Suelo Seco + Tara	gr	39.60	39.30			
D	Peso de Tara	gr	27.00	27.30			
E	Peso del Agua	gr					
F	Peso Suelo Seco	gr					
G	Contenido de Humedad						
H	Promedio Limite Plástico						



**OBSERVACIONES:**

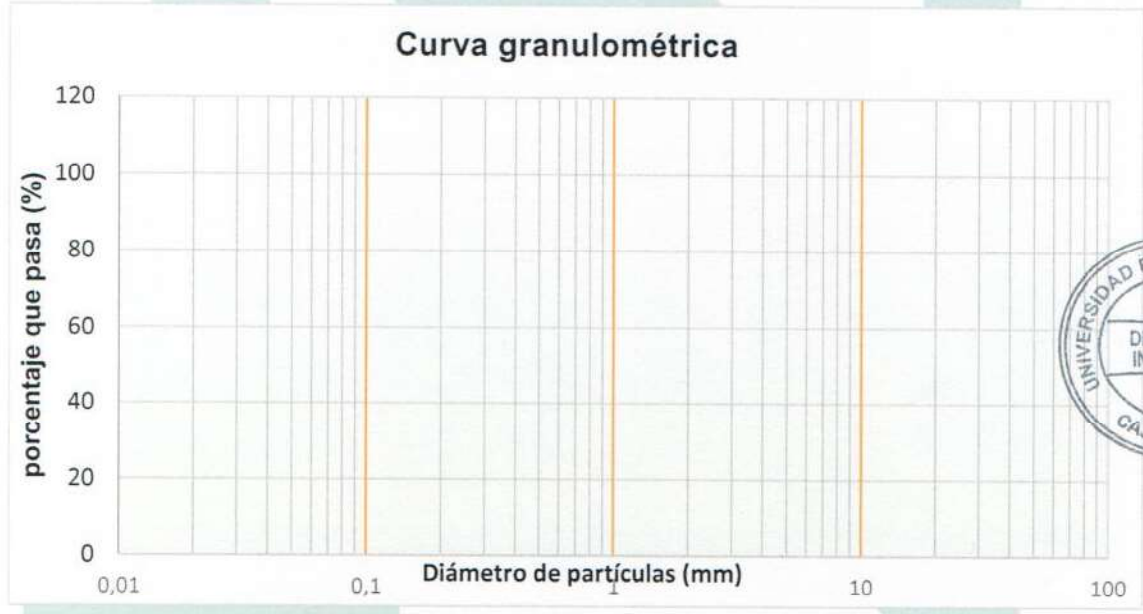
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Erika E. Quiroz Nontol	NOMBRE: Wilmer Estrada Zelada	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero
FECHA: 25-09-2017		FECHA: 25-09-2017	FECHA: 25-09-2017



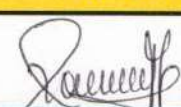
<b>ENSAYO:</b>	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
<b>NORMA:</b>	ASTM D421		AGTL-LS-UPNC: .....
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE FLAKES DE TEREFTALATO DE POLIETILENO Y FIBRAS LANA"		
<b>CANTERA:</b>	"CRUZ BLANCA" - CASERIO AYLAMBO - DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA		
<b>TIPO DE MATERIAL</b>	Suelo en estudio	<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	500 Gramos
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	25-09-2017	<b>RESPONSABLES:</b>	Erika E. Q. Ñ. y Wilmer E. Z.
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	25-09-2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. Orlando Aguilar Aliaga

Peso de muestra seca; Ws  gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO					
Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4,76	3.50			
Nº10	2,36	44.60			
Nº20	0,84	53.30			
Nº30	0,59	21.50			
Nº40	0,42	19.10			
Nº60	0,25	29.20			
Nº100	0,15	25.80			
Nº200	0,074	30.00			
Perdida	Lavado	273.00			
Total		500.00			



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Erika E. Quiroz Nontol	NOMBRE: Wilmer Estrada Zelada	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Del Rosario Ravín Azañero
FECHA: 25-09-2017	FECHA: 25-09-2017	FECHA: 25-09-2017	FECHA: 25-09-2017





<b>ENSAYO:</b>	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO - MUESTRA PATRON		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
<b>NORMA:</b>	MTC E 115 / ASTM D1557 / NTP 339.141		CPM-LS-UPNC: .....
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE FLAKES DE TEREFALATO DE POLIETILENO Y FIBRAS LANA"		
<b>CANTERA:</b>	"CRUZ BLANCA" - CASERIO AYLAMBO - DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Suelo en estudio	<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	12 kg
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	03-10-2017	<b>RESPONSABLES:</b>	Erika E. Q. Ñ. y Wilmer E. Z.
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	04-10-2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. Orlando Aguilar Aliaga

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr								
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6/25.00		6225.00		6275.00		6230.00	
C	Peso Muestra Húmeda	gr								
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>								
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>								
G	<b>Recipiente</b>	<b>N°</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
H	Peso Recipiente	gr	25.90	26.90	26.90	27.30	27.10	27.00	27.50	27.30
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	208.60	196.70	170.30	181.30	153.60	161.10	169.60	197.30
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	194.20	183.20	156.00	166.00	139.40	145.50	151.10	175.10
K	Peso del Agua	gr								
L	Peso Muestra seca	gr								
M	Contenido de Humedad W%	%								
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%								
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm <sup>3</sup>								

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Erika E. Quiroz Nontol	NOMBRE: Wilmer Estrada Zelada	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero
FECHA: 04-10-2017		FECHA: 04-10-2017	FECHA: 04-10-2017





<b>ENSAYO:</b>	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO – MUESTRA CON SUST. DE PET 0.5%		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
<b>NORMA:</b>	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141		CPM-LS-UPNC: .....
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE FLAKES DE TEREFTALATO DE POLIETILENO Y FIBRAS LANA"		
<b>CANTERA:</b>	"CRUZ BLANCA" - CASERIO AYLAMBO - DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Suelo en estudio	<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	12 kg
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	11-10-2017	<b>RESPONSABLES:</b>	Erika E. Q. Ñ. y Wilmer E. Z.
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12-10-2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. Orlando Aguilar Aliaga

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr								
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6045.00	6100.00	6180.00	6060.00				
C	Peso Muestra Húmeda	gr								
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>								
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>								
G	<b>Recipiente</b>	<b>Nº</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
H	Peso Recipiente	gr	27.00	27.50	27.10	27.00	27.40	27.00	27.00	27.00
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	79.20	67.10	87.20	202.30	24.50	200.90	77.80	170.50
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	65.70	54.30	71.00	185.00	190.90	79.10	151.20	150.20
K	Peso del Agua	gr								
L	Peso Muestra seca	gr								
M	Contenido de Humedad W%	%								
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%								
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm <sup>3</sup>								



**OBSERVACIONES:**

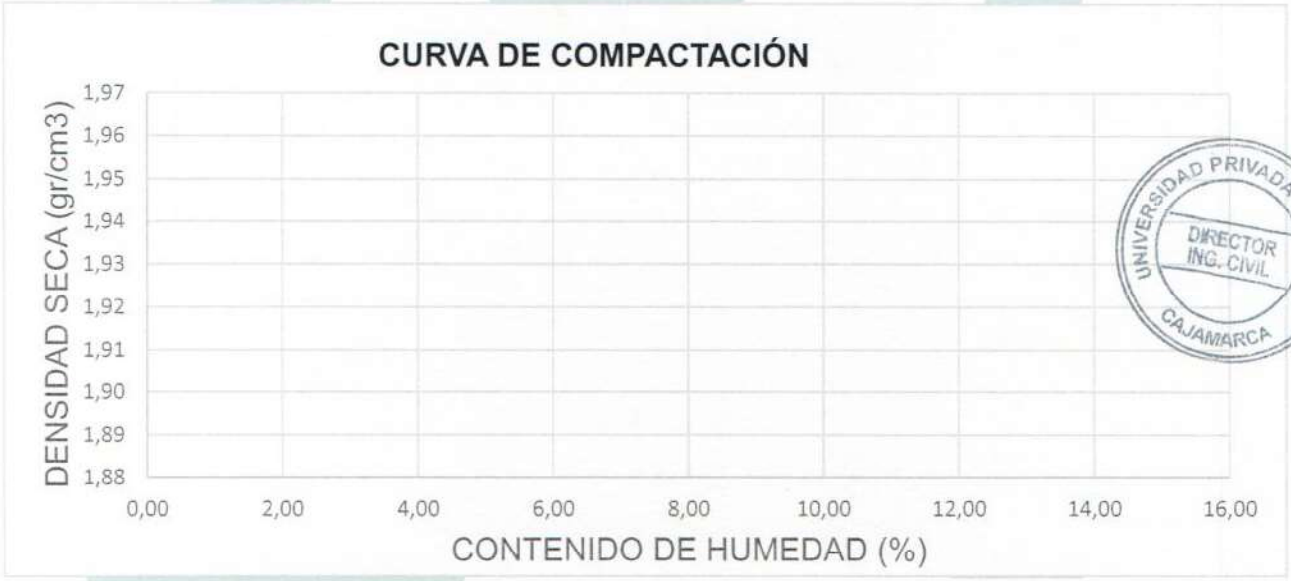
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Erika E. Quiroz Nontol	NOMBRE: Wilmer Estrada Zelada	NOMBRE: Victor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero
FECHA: 12-10-2017	FECHA: 12-10-2017	FECHA: 12-10-2017	FECHA: 12-10-2017





<b>ENSAYO:</b>	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO - MUESTRA CON SUST. DE PET 1%		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
<b>NORMA:</b>	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141		CPM-LS-UPNC: .....
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE FLAKES DE TEREFTALATO DE POLIETILENO Y FIBRAS LANA"		
<b>CANTERA:</b>	"CRUZ BLANCA" - CASERIO AYLAMBO - DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Suelo en estudio	<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	12 kg
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	12-10-2017	<b>RESPONSABLES:</b>	Erika E. Q. Ñ. y Wilmer E. Z.
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	13-10-2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. Orlando Aguilar Aliaga

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr								
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6135.00		6180.00		6145.00		6070.00	
C	Peso Muestra Húmeda	gr								
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>								
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>								
G	<b>Recipiente</b>	<b>Nº</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
H	Peso Recipiente	gr	25.90	27.00	27.00	27.40	27.00	27.00	27.40	27.40
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	154.10	186.50	170.80	175.80	179.80	170.50	175.00	191.10
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	140.00	168.90	152.70	157.10	151.20	150.20	151.90	165.70
K	Peso del Agua	gr								
L	Peso Muestra seca	gr								
M	Contenido de Humedad W%	%								
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%								
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm <sup>3</sup>								



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Erika E. Quiroz Nontol	NOMBRE: Wilmer Estrada Zelada	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero
FECHA: 13-10-2017		FECHA: 13-10-2017	FECHA: 13-10-2017



<b>ENSAYO:</b>	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO – MUESTRA CON SUST. DE PET 1.5%		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
<b>NORMA:</b>	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141		CPM-LS-UPNC: .....
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE FLAKES DE TEREFALATO DE POLIETILENO Y FIBRAS LANA"		
<b>CANTERA:</b>	"CRUZ BLANCA" - CASERIO AYLAMBO - DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Suelo en estudio	<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	12 kg
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	13-10-2017	<b>RESPONSABLES:</b>	Erika E. Q. Ñ. y Wilmer E. Z.
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	14-10-2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. Orlando Aguilar Aliaga

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr								
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6,135.00	6,170.00	6,150.00	6,120.00				
C	Peso Muestra Húmeda	gr								
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>								
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>								
G	<b>Recipiente</b>	<b>N°</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
H	Peso Recipiente	gr	25.90	27.00	27.00	27.40	27.10	27.00	27.40	27.30
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	137.90	183.60	167.10	172.30	159.50	151.50	186.10	144.00
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	125.60	166.40	149.20	154.10	140.80	134.10	161.30	125.90
K	Peso del Agua	gr								
L	Peso Muestra seca	gr								
M	Contenido de Humedad W%	%								
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%								
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm <sup>3</sup>								



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Erika E. Quiroz Ñontol	NOMBRE: Wilmer Estrada Zelada	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero
FECHA: 14-10-2017	FECHA: 14-10-2017	FECHA: 14-10-2017	FECHA: 14-10-2017



<b>ENSAYO:</b>	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO – MUESTRA CON SUST. DE FIBRA DE LANA 0.5%		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
<b>NORMA:</b>	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141		CPM-LS-UPNC: .....
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE FLAKES DE TEREFTALATO DE POLIETILENO Y FIBRAS LANA"		
<b>CANTERA:</b>	"CRUZ BLANCA" - CASERIO AYLAMBO - DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Suelo en estudio	<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	12 kg
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	11-10-2017	<b>RESPONSABLES:</b>	Erika E. Q. Ñ. y Wilmer E. Z.
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12-10-2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. Orlando Aguilar Aliaga

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr								
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6060.00		6150.00		6175.00		6070.00	
C	Peso Muestra Húmeda	gr								
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>								
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>								
G	<b>Recipiente</b>	<b>N°</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
H	Peso Recipiente	gr	26.70	32.90	37.20	73.60	26.70	26.40	26.70	26.80
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	167.40	240.60	243.00	235.60	148.40	134.30	168.40	169.40
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	156.60	226.90	224.90	217.60	133.10	120.60	150.20	148.90
K	Peso del Agua	gr								
L	Peso Muestra seca	gr								
M	Contenido de Humedad W%	%								
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%								
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm <sup>3</sup>								



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Erika E. Quiroz Nontol	NOMBRE: Wilmer Estrada Zelada	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero
FECHA: 12-10-2017		FECHA: 12-10-2017	FECHA: 12-10-2017





**ENSAYO:** COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO – MUESTRA CON SUST. DE FIBRA DE LANA 1%  
**NORMA:** MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141  
**TESIS:** "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE FLAKES DE TEREFTALATO DE POLIETILENO Y FIBRAS LANA"

**CÓDIGO DEL DOCUMENTO:** CPM-LS-UPNC: .....

**CANTERA:** "CRUZ BLANCA" - CASERIO AYLAMBO - DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA  
**TIPO DE MATERIAL:** Suelo en estudio      **CANTIDAD DE MUESTRA:** 12kg  
**FECHA DE MUESTREO:** 13-10-2017      **RESPONSABLES:** Erika E. Q. Ñ. y Wilmer E. Z.  
**FECHA DE ENSAYO:** 14-10-2017      **REVISADO POR:** Ing. Orlando Aguilar Aliaga

**COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr								
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6055.00	6155.00	6125.00	6105.00				
C	Peso Muestra Húmeda	gr								
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>								
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>								
G	<b>Recipiente</b>	<b>N°</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
H	Peso Recipiente	gr	26.60	26.80	26.70	82.90	73.60	87.20	26.70	26.40
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	141.40	157.70	111.10	267.80	265.10	247.20	158.90	145.20
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	128.70	143.20	100.40	244.60	239.90	223.00	138.70	126.60
K	Peso del Agua	gr								
L	Peso Muestra seca	gr								
M	Contenido de Humedad W%	%								
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%								
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm <sup>3</sup>								

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Erika E. Quiroz Nontol	NOMBRE: Wilmer Estrada Zelada	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irené Del Rosario Ravines Azañero
FECHA: 14-10-2017	FECHA: 14-10-2017	FECHA: 14-10-2017	FECHA: 14-10-2017





<b>ENSAYO:</b>	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO – MUESTRA CON SUST. DE FIBRA DE LANA 1.5%		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
<b>NORMA:</b>	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141		CPM-LS-UPNC: .....
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE FLAKES DE TEREFALATO DE POLIETILENO Y FIBRAS LANA"		
<b>CANTERA:</b>	"CRUZ BLANCA" - CASERIO AYLAMBO - DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Suelo en estudio	<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	12 Xg
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	12-10-2017	<b>RESPONSABLES:</b>	Erika E. Q. Ñ. y Wilmer E. Z.
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	13-10-2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. Orlando Aguilar Aliaga

**COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr								
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6105.00		6175.00		6155.00		6110.00	
C	Peso Muestra Húmeda	gr								
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>								
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>								
G	<b>Recipiente</b>	<b>N°</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
H	Peso Recipiente	gr	28.00	25.70	26.70	33.00	37.20	73.60	26.70	26.40
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	155.70	185.80	128.70	240.10	241.20	208.30	186.60	152.70
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	141.10	168.50	115.70	219.80	219.70	190.00	161.30	132.60
K	Peso del Agua	gr								
L	Peso Muestra seca	gr								
M	Contenido de Humedad W%	%								
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%								
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm <sup>3</sup>								

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Erika E. Quiroz Nontol	NOMBRE: Wilmer Estrada Zelada	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero
FECHA: 13-10-2017	FECHA: 13-10-2017	FECHA: 13-10-2017	FECHA: 14-10-2017





<b>ENSAYO:</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD - MUESTRA ANTES DE LA ELABORACION DEL ADOBE		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
<b>NORMA:</b>	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		CH-LS-UPNC: .....
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE FLAKES DE TEREFTALATO DE POLIETILENO Y FIBRAS LANA"		
<b>CANTERA:</b>	"CRUZ BLANCA" - CASERIO AYLAMBO - DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Suelo en estudio	<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	400 Gramos
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	18-10-2017	<b>RESPONSABLES:</b>	Erika E. Q. Ñ. y Wilmer E. Z.
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	18-10-2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. Orlando Aguilar Aliaga

Temperatura de Secado

60 °C / 110 °C / Ambiente

Método

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
A	Identificación del recipiente o Tara		C.H.1	C.H.2	C.H.3	
B	Peso del Recipiente	gr	26.80	26.70	26.60	
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	141.40	155.40	150.70	
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	136.40	149.50	144.90	
E	Peso del suelo Seca (Ws) D - B	gr				
F	Peso del Agua (Ww) C - D	gr				
W%	Porcentaje de humedad (F / E) * 100	%				
G	Promedio Porcentaje Humedad	%				

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

W =



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Erika E. Quiroz Ñontol	NOMBRE: Wilmer Estrada Zelada	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero
FECHA: 18-10-2017	FECHA: 18-10-2017	FECHA: 18-10-2017	FECHA: 18-10-2017





<b>ENSAYO:</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD - MUESTRA DURANTE LA ELABORACION DEL ADOBE - MUESTRA PATRON		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CH-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE FLAKES DE TEREFTALATO DE POLIETILENO Y FIBRAS LANA"		
<b>CANTERA:</b>	"CRUZ BLANCA" - CASERIO AYLAMBO - DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Suelo en estudio	<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	400 Gramos
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	31-10-2017	<b>RESPONSABLES:</b>	Erika E. Q. Ñ. y Wilmer E. Z.
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	31-10-2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. Orlando Aguilar Aliaga

Temperatura de Secado  
60 °C / 110 °C / Ambiente

Método  
Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
A	Identificación del recipiente o Tara		C.H.M.P.1	C.H.M.P.2	C.H.M.P.3	
B	Peso del Recipiente	gr	27.20	27.30	27.50	
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	166.80	174.30	182.30	
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	150.00	158.60	165.10	
E	Peso del suelo Seca (Ws) D - B	gr				
F	Peso del Agua (Ww) C - D	gr				
W%	Porcentaje de humedad (F / E) * 100	%				
G	Promedio Porcentaje Humedad	%				

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

W =



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Erika E. Quiroz Nontol	NOMBRE: Wilmer Estrada Zelada	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero
FECHA: 31-10-2017		FECHA: 31-10-2017	FECHA: 31-10-2017





UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>ENSAYO:</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD - MUESTRA DURANTE LA ELABORACION DEL ADOBE CON SUSTITUCIÓN DE PET 0.5 %		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CH-LS-UPNC: .....
	<b>NORMA:</b>	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		
	<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE FLAKES DE TEREFALATO DE POLIETILENO Y FIBRAS LANA"		
<b>CANTERA:</b>	"CRUZ BLANCA" - CASERIO AYLAMBO - DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA			
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Suelo en estudio	<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	400 Gramos	
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	31-10-2017	<b>RESPONSABLES:</b>	Erika E. Q. Ñ. y Wilmer E. Z.	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	31-10-2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. Orlando Aguilar Aliaga	

Temperatura de Secado  
60 °C / 110 °C / Ambiente

Método  
Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
A	Identificación del recipiente o Tara		C.H.P.05%	C.H.P.0.5%2	C.H.P.0.5%3	
B	Peso del Recipiente	gr	26.90	26.90	26.70	
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	172.70	157.70	166.40	
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	154.80	142.00	149.80	
E	Peso del suelo Seca (Ws) D - B	gr				
F	Peso del Agua (Ww) C - D	gr				
W%	Porcentaje de humedad (F / E) * 100	%				
G	Promedio Porcentaje Humedad	%				

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

W =



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Erika E. Quiroz Nontol	NOMBRE: Wilmer Estrada Zelada	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero
FECHA: 31-10-2017		FECHA: 31-10-2017	FECHA: 31-10-2017





<b>ENSAYO:</b> <b>NORMA:</b> <b>TESIS:</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD - MUESTRA DURANTE LA ELABORACION DEL ADOBE CON SUSTITUCIÓN DE PET 1 %		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CH-LS-UPNC: .....
	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		
	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE FLAKES DE TEREFTALATO DE POLIETILENO Y FIBRAS LANA"		
<b>CANTERA:</b>		"CRUZ BLANCA" - CASERIO AYLAMBO - DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA	
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Suelo en estudio	<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	400 Gramos
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	31-10-2017	<b>RESPONSABLES:</b>	Erika E. Q. Ñ. y Wilmer E. Z.
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	31-10-2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. Orlando Aguilar Aliaga

Temperatura de Secado

60 °C / 110 °C / Ambiente

Método

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
A	Identificación del recipiente o Tara		C.H.P.1%	C.H.P.1%2	C.H.P.1%3	
B	Peso del Recipiente	gr	27.30	26.90	27.60	
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	148.60	140.20	152.10	
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	134.20	126.60	137.00	
E	Peso del suelo Seca (Ws) D - B	gr				
F	Peso del Agua (Ww) C - D	gr				
W%	Porcentaje de humedad (F / E) * 100	%				
G	Promedio Porcentaje Humedad	%				

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

W =



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Erika E. Quiroz Nontol FECHA: 31-10-2017	NOMBRE: Wilmer Estrada Zelada FECHA: 31-10-2017	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán FECHA: 31-10-2017	NOMBRE: Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero FECHA: 31-10-2017





ENSAYO:

CONTENIDO DE HUMEDAD - MUESTRA DURANTE LA ELABORACION DEL ADOBE CON SUSTITUCIÓN DE PET 1.5%

CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: .....

NORMA:

MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127

TESIS:

"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE FLAKES DE TEREFALATO DE POLIETILENO Y FIBRAS LANA"

CANTERA:

"CRUZ BLANCA" - CASERIO AYLAMBO - DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA

TIPO DE MATERIAL:

Suelo en estudio

CANTIDAD DE MUESTRA

400 Gramos

FECHA DE MUESTREO:

31-10-2017

RESPONSABLES:

Erika E. Q. Ñ. y Wilmer E. Z.

FECHA DE ENSAYO:

31-10-2017

REVISADO POR:

Ing. Orlando Aguilar Aliaga

Temperatura de Secado

Método

60 °C / 110 °C / Ambiente

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
A	Identificación del recipiente o Tara		C.H.P. 1.5%	C.H.P. 1.5% 2	C.H.P. 1.5% 3	
B	Peso del Recipiente	gr	26.70	26.00	26.80	
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	124.70	144.40	143.80	
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	112.90	130.50	130.20	
E	Peso del suelo Seca (Ws) D - B	gr				
F	Peso del Agua (Ww) C - D	gr				
W%	Porcentaje de humedad (F / E) * 100	%				
G	Promedio Porcentaje Humedad	%				

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

W =



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO

COORDINADOR DE LABORATORIO

ASESOR

NOMBRE: Erika E. Quiroz Nontol

NOMBRE: Wilmer Estrada Zelada

NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán

NOMBRE: Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero

FECHA: 31-10-2017

FECHA: 31-10-2017

FECHA: 31-10-2017





<b>ENSAYO:</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD - MUESTRA DURANTE LA ELABORACION DEL ADOBE CON SUSTITUCIÓN DE LANA 0.5 %	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CH-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE FLAKES DE TEREFALATO DE POLIETILENO Y FIBRAS LANA"	

<b>CANTERA:</b>	"CRUZ BLANCA" - CASERIO AYLAMBO - DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Suelo en estudio	<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	400 Gramos
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	31-10-2017	<b>RESPONSABLES:</b>	Erika E. Q. Ñ. y Wilmer E. Z.
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	31-10-2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. Orlando Aguilar Aliaga

Temperatura de Secado  
60 °C / 110 °C / Ambiente

Método  
Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
A	Identificación del recipiente o Tara		C.H. 0.5%	C.H. 0.5% 2	C.H. 0.5% 3	
B	Peso del Recipiente	gr	28.00	28.70	27.20	
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	117.90	101.70	95.30	
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	107.10	93.30	86.90	
E	Peso del suelo Seca (Ws) D - B	gr				
F	Peso del Agua (Ww) C - D	gr				
W%	Porcentaje de humedad (F / E) * 100	%				
G	Promedio Porcentaje Humedad	%				

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

W =



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Erika E. Quiroz Nontol	NOMBRE: Wilmer Estrada Zelada	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero
FECHA: 31-10-2017		FECHA: 31-10-2017	FECHA: 31-10-2017





<b>ENSAYO:</b> <b>NORMA:</b> <b>TESIS:</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD - MUESTRA DURANTE LA ELABORACION DEL ADOBE CON SUSTITUCIÓN DE LANA 1 %		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CH-LS-UPNC: .....
	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		
	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE FLAKES DE TEREFALATO DE POLIETILENO Y FIBRAS LANA"		
CANTERA:		"CRUZ BLANCA" - CASERIO AYLAMBO - DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA	
TIPO DE MATERIAL:	Suelo en estudio	CANTIDAD DE MUESTRA	400 Gramos
FECHA DE MUESTREO:	31-10-2017	RESPONSABLES:	Erika E. Q. Ñ. y Wilmer E. Z.
FECHA DE ENSAYO:	31-10-2017	REVISADO POR:	Ing. Orlando Aguilar Aliaga

Temperatura de Secado  
60 °C / 110 °C / Ambiente

Método  
Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
A	Identificación del recipiente o Tara		C.H.L/121	C.H.L/122	C.H.L/123	
B	Peso del Recipiente	gr	26.30	27.60	26.80	
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	130.30	125.50	132.80	
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	118.00	113.50	119.30	
E	Peso del suelo Seca (Ws) D - B	gr				
F	Peso del Agua (Ww) C - D	gr				
W%	Porcentaje de humedad (F / E) * 100	%				
G	Promedio Porcentaje Humedad	%				

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

W =



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Erika E. Quiroz Nontol	NOMBRE: Wilmer Estrada Zelada	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero
FECHA: 31-10-2017		FECHA: 31-10-2017	FECHA: 31-10-2017





<b>ENSAYO:</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD - MUESTRA DURANTE LA ELABORACION DEL ADOBE CON SUSTITUCIÓN DE LANA 1.5%		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CH-LS-UPNC: .....
	<b>NORMA:</b>	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE FLAKES DE TEREFALATO DE POLIETILENO Y FIBRAS LANA"		

<b>CANTERA:</b>	"CRUZ BLANCA" - CASERIO AYLAMBO - DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA		
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Suelo en estudio	<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	400 Gramos
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	31-10-2017	<b>RESPONSABLES:</b>	Erika E. Q. Ñ. y Wilmer E. Z.
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	31-10-2017	<b>REVISADO POR:</b>	Ing. Orlando Aguilar Aliaga

Temperatura de Secado  
60 °C / 110 °C / Ambiente

Método  
Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
A	Identificación del recipiente o Tara		CHL.1521	CHL.1522	CHL.1523	
B	Peso del Recipiente	gr	26.90	27.10	27.80	
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	136.20	100.90	119.10	
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	122.10	91.90	108.10	
E	Peso del suelo Seca (Ws) D - B	gr				
F	Peso del Agua (Ww) C - D	gr				
W%	Porcentaje de humedad (F / E) * 100	%				
G	Promedio Porcentaje Humedad	%				

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

W =



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Erika E. Quiroz Nontol	NOMBRE: Wilmer Estrada Zelada	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero
FECHA: 31-10-2017		FECHA: 31-10-2017	FECHA: 31-10-2017





























































































































ENSAYO:

Resistencia a la Compresión

CÓDIGO DEL DOCUMENTO:

CH-LS-UPNC: .....

NORMA:

TESIS:

"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON SUSTITUCIÓN DE FLAKES DE TEREFALATO DE POLIETILENO Y FIBRAS LANA"

CANTERA: "CRUZ BLANCA" - CASERIO AYLAMBO - DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA

TIPO DE MUESTRA: lana 1.5% NUMERO DE MUESTRA 7

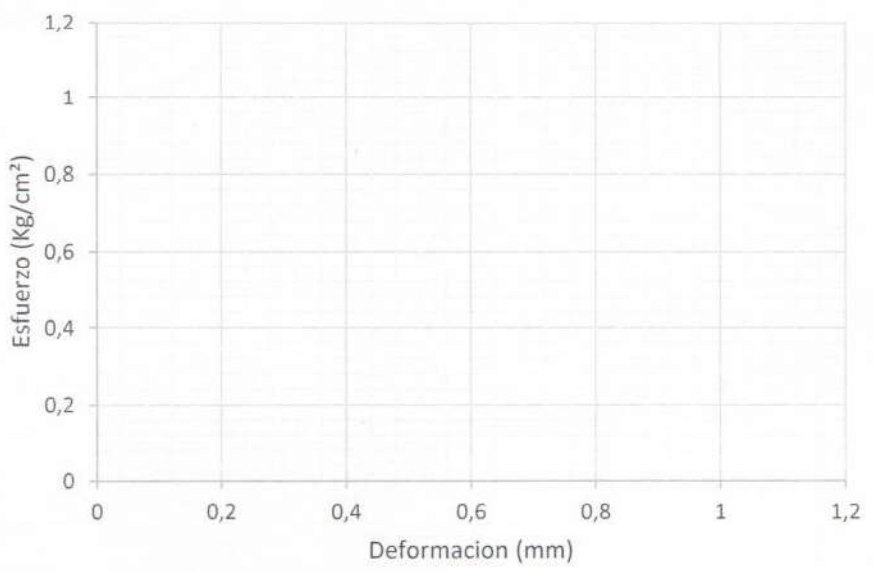
FECHA DE MUESTREO: RESPONSABLES: Erika E. Q. Ñ. y Wilmer E. Z.

FECHA DE ENSAYO: REVISADO POR: Ing. Orlando Aguilar Aliaga

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)
0		0
500		3.38
1000		4.76
1500		5.73
2000		6.62
2500		7.01
3000		7.56
3500		8.13
4000		8.56
4500		9.01
5000		9.47
5500		9.97
6000		10.52
6500		11.11
7000		11.89
7500		12.68
8000		13.06
8187		13.34

Ancho (A)	14.8 cm
Largo (L)	15.0 cm
Alto (H)	10.2 cm
Área Neta	

Curva Esfuerzo - Deformación unitaria ( )



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Erika E. Quiroz Nontol	NOMBRE: Wilmer Estrada Zelada	NOMBRE: Victor Cuzco Minchán	NOMBRE: Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero
FECHA: 25-11-2017		FECHA: 25-11-2017	FECHA: 25-11-2017

































































































































































































































































