



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA, CAJAMARCA 2018”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero civil

Autor:

Winkler Jhonatan Lozano Rojas

Asesor:

Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llanos

Cajamarca - Perú

2018

## DEDICATORIA

A Dios, por todas sus bondades y bendiciones recibidas.

A mi madre Janeth, por su amor, consejos y apoyo constante.

A mis abuelas, Cristina y Asunción, por su abnegación y sus oraciones.

A mis hermanos y demás familiares.

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por su inagotable amor.

A mi madre, por sus inmensas muestras de apoyo, cariño y comprensión.

A mi hermano Daniles por los consejos brindados y apoyo incondicional.

## Tabla de contenidos

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	10
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	12
1.1. Realidad problemática .....	12
1.2. Formulación del problema .....	23
1.3. Objetivos.....	23
1.4. Hipótesis .....	23
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b> .....	24
2.1. Tipo de investigación .....	24
2.2. Población y muestra .....	24
2.3. Operacionalización de variables .....	25
2.4. Materiales y equipos.....	26
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos. ....	27
2.6. Procedimiento.....	31
2.7. Aspectos éticos .....	47
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....	48
3.1. Contenido de humedad .....	48
3.2. Límites de atterberg.....	48
3.3. Análisis granulométrico por lavado .....	49
3.4. Análisis granulométrico median sifonaje .....	51
3.5. Proctor Modificado .....	52
3.6. Resultados de los ensayos a los bloques de tierra. ....	56
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....	61
<b>REFERENCIAS</b> .....	67
<b>ANEXOS</b> .....	68
Anexo N° 01. Panel fotográfico. ....	68
Anexo N° 02. Cálculos .....	85
Anexo N° 03. Protocolos de laboratorio .....	118
Anexo N° 04. Datos del proveedor.....	162
Anexo N° 05. Ficha de información técnica .....	163

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de aceite de linaza .....	20
Tabla 2. Muestra para ensayo a compresión.....	255
Tabla 3. Muestra para ensayo de absorción .....	255
Tabla 4. Operacionalización de variables.....	255
Tabla 5. Determinación de la humedad del suelo .....	488
Tabla 6. Límite de consistencia .....	488
Tabla 7. Determinación del límite plástico.....	49
Tabla 8. Determinación del índice de plasticidad .....	49
Tabla 9. Análisis granulométrico del suelo .....	500
Tabla 10. Análisis granulométrico del suelo por sifonaje .....	511
Tabla 11. Proctor modificado muestra patrón. ....	522
Tabla 12. Proctor modificado muestra al 1% de aceite linaza.....	533
Tabla 13. Proctor modificado muestra al 1.5 % de aceite de linaza. ....	533
Tabla 14. Proctor modificado muestra al 2.0 % de aceite de linaza. ....	544
Tabla 15. Resumen general de los resultados del ensayo de proctor modificado .....	545
Tabla 16. Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 0% adición de aceite de linaza. ....	566
Tabla 17. Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 1.0 % adición de aceite de linaza. ....	566
Tabla 18. Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 1.5 % de adición de aceite de linaza. ....	577
Tabla 19. Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 2.0 % adición de aceite de linaza. ....	577
Tabla 20. Resumen general de la resistencia a la compresión.....	577
Tabla 21. Bloques de Adobe Compactado con 0% adición de aceite de linaza. ....	59
Tabla 22. Porcentaje de Absorción promedio de los bloques de Adobe Compactado con 1.0 % adición de aceite de linaza.....	59
Tabla 23. Porcentaje de Absorción promedio de los bloques de Adobe Compactado con 1.5 % adición de aceite de linaza.....	59
Tabla 24. Porcentaje de Absorción promedio de los bloques de Adobe Compactado con 2.0 % adición de aceite de linaza.....	59
Tabla 25. Resumen de porcentaje de Absorción de los bloques de Adobe Compactado. ....	60
Tabla 26. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 01 del bloque de adobe compactado.....	855
Tabla 27. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 02 del bloque de adobe compactado.....	866
Tabla 28. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 03 del bloque de adobe compactado.....	877
Tabla 29. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 04 del bloque de adobe compactado.....	888
Tabla 30. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 05 del bloque de adobe compactado.....	89
Tabla 31. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 06 del bloque de adobe compactado.....	900
Tabla 32. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 07 del bloque de adobe compactado.....	911
Tabla 33. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 08 del bloque de adobe compactado.....	922
Tabla 34. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 01 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.0 % de aceite de linaza. ....	933
Tabla 35. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 02 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.0 % de aceite de linaza. ....	944
Tabla 36. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 03 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 1.0 % de aceite de linaza. ....	955
Tabla 37. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 04 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.0 % de aceite de linaza. ....	966
Tabla 38. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 05 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.0 % de aceite de linaza. ....	977
Tabla 39. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 06 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.0 % de aceite de linaza. ....	988
Tabla 40. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 07 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.0 % de aceite de linaza. ....	99
Tabla 41. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 08 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.0 % de aceite de linaza .....	100

<i>Tabla 42. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 01 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.5 % de aceite de linaza. ....</i>	<i>1011</i>
<i>Tabla 43. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 02 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.5 % de aceite de linaza. ....</i>	<i>1022</i>
<i>Tabla 44. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 03 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.5 % de aceite de linaza. ....</i>	<i>1033</i>
<i>Tabla 45. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 04 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.5 % de aceite de linaza. ....</i>	<i>1044</i>
<i>Tabla 46. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 05 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.5 % de aceite de linaza. ....</i>	<i>1055</i>
<i>Tabla 47. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 06 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 1.5 % de aceite de linaza. ....</i>	<i>1066</i>
<i>Tabla 48. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 07 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 1.5 % de aceite de linaza. ....</i>	<i>1077</i>
<i>Tabla 49. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 08 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 1.5 % de aceite de linaza. ....</i>	<i>1088</i>
<i>Tabla 50. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 01 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 2.0 % de aceite de linaza. ....</i>	<i>10909</i>
<i>Tabla 51. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 02 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 2.0 % de aceite de linaza. ....</i>	<i>1100</i>
<i>Tabla 52. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 03 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 2.0 % de aceite de linaza. ....</i>	<i>1111</i>
<i>Tabla 53. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 04 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 2.0 % de aceite de linaza. ....</i>	<i>1122</i>
<i>Tabla 54. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 05 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 2.0 % de aceite de linaza. ....</i>	<i>1133</i>
<i>Tabla 55. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 06 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 2.0 % de aceite de linaza. ....</i>	<i>1144</i>
<i>Tabla 56. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 07 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 2.0 % de aceite de linaza. ....</i>	<i>1155</i>
<i>Tabla 57. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 08 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 2.0 % de aceite de linaza. ....</i>	<i>1166</i>
<i>Tabla 58. Resultados de Ensayo de absorción de agua del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 1.0 % de aceite de linaza. ....</i>	<i>1177</i>
<i>Tabla 59. Resultados de Ensayo de absorción de agua del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 1.5 % de aceite de linaza. ....</i>	<i>1177</i>
<i>Tabla 60. Resultados de Ensayo de absorción de agua del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 2.0 % de aceite de linaza. ....</i>	<i>1177</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Extracción del material (Shultín).....	26
Figura 2. Partes del protocolo del ensayo a la compresión.....	29
Figura 3. Partes del protocolo del ensayo de absorción.....	30
Figura 4. Extracción del material (Baños del Inca-Shultín).....	31
Figure 5. Ubicación de la cantera de extracción del material.....	32
Figura 6. Aceite de linaza.....	33
Figura 7. Peso de la muestra para contenido de humedad.....	34
Figura 8. Realizando ensayo de plasticidad de la muestra.....	36
Figura 9. Toma de datos para ensayo de granulometría por sifonaje.....	38
Figura 10. Sistema de clasificación de suelos unificados “SUCS”.....	39
Figura 11. Realizando el ensayo de proctor modificado.....	41
Figura 12. Tamizado del material para elaboración de los bloques de tierra.....	42
Figura 13. Dosificación de aceite de linaza para cada muestra.....	43
Figura 14. Mezclado de suelo, agua y aceite de linaza.....	43
Figura 15. Prensado del material para elaboración del bloque de tierra.....	44
Figura 16. Obtención del adobe compactado.....	44
Figura 17. Acopio de los adobes compactados.....	45
Figure 18. Adobes en proceso de secados.....	45
Figura 19. Límite de consistencia.....	48
Figura 20. Curva de distribución granulométrica calicata Shultín.....	50
Figura 21. Curva de distribución granulométrica (sifonaje) - calicata Shultín.....	51
Figura 22. Proctor modificado de la muestra patrón.....	52
Figura 23. Proctor modificado de la muestra con adición de 1% de aceite de linaza.....	53
Figura 24. Proctor modificado de muestra con adición de 1.5% de aceite de linaza.....	54
Figura 25. Proctor modificado de muestra con adición de 2% de aceite de linaza.....	55
Figura 26. Resumen general de la resistencia a la compresión.....	58
Figura 27. Porcentaje de absorción de los adobes compactado según % adición de aceite de linaza.....	60
Figura 28. Lugar de extracción del material. (Santa Bárbara alta-Baños del inca).....	68
Figura 29. Extracción del material para realizar ensayos de laboratorio.....	68
Figura 30. Peso para ensayo de contenido de humedad.....	69
Figura 31. Material para ensayo de sifonaje.....	69
Figura 32. Peso del material utilizado para el ensayo de sifonaje.....	70
Figura 33. Colocación de muestra en agitador mecánico.....	70
Figura 34. Toma de datos del ensayo de granulometría por sifonaje.....	71
Figura 35. Peso del molde para realización de ensayo de proctor modificado.....	71
Figura 36. Peso de la muestra para el ensayo de proctor modificado.....	72
Figura 37. Realización del ensayo proctor modificado sin aditivo (aceite de linaza).....	72
Figura 38. Peso del molde con muestra para de ensayo de proctor modificado.....	73
Figura 39. Peso de la muestra para determinación del contenido de humedad en el ensayo de proctor modificado.....	73
Figura 40. Muestra de suelo con aceite de linaza para realización de ensayo de proctor.....	74
Figura 41. Dosificación de aceite de linaza para realizar el ensayo de proctor modificado.....	74
Figura 42. Realización del ensayo con aditivo (aceite de linaza).....	75
Figura 43. Realización del ensayo con aditivo (aceite de linaza).....	75
Figura 44. Mezclado de aceite de linaza con el material para elaboración del adobe.....	76
Figura 45. Material para la elaboración de cada adobe.....	76
Figura 46. Prensado del material de tierra en la maquina Cinva-ram.....	77
Figura 47. Obtención del adobe compactado.....	77
Figura 48. Secado de los adobes elaborados.....	78
Figura 49. Adobes en proceso de secado.....	78
Figura 50. Adobes a los 28 días de su elaboración.....	79
Figura 51. Medición de los adobes compactados patron para ensayo de compresión.....	79

Figura 52. Medición de los adobes compactados con aditivo para ensayo de compresión. ....	80
Figura 53. Ruptura de adobes en la máquina de compresión. ....	80
Figura 54. Toma de datos de ensayo de compresión para su posterior procesamiento .....	81
Figura 55. Pesado de muestras secas para ensayo de absorción.....	81
Figura 56. Obtención de pesos de las muestras secas de cada porcentaje de aditivo para ensayo de absorción. .....	82
Figura 57. Adobe compactado en inmersión para ensayo de absorción.....	82
Figura 58. Adobes de cada porcentaje de aditivo, sumergidos en agua para ensayo de absorción. ....	83
Figura 59. Adobe compactado sin aditivo, sumergido en agua durante 24 horas (no resiste al agua). ....	83
Figura 60. Adobes compactados con aditivo después de 24 horas sumergido (si resiste al agua). ....	84
Figura 61. Peso de adobe compactado con adición de aditivo, después de 24 horas sumergido (si resiste al agua).....	84
Figura 62. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra patrón 01 (sin adición de aceite de linaza).....	85
Figura 63. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra patrón 02 (sin adición de aceite de linaza).....	86
Figura 64. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra patrón 03 (sin adición de aceite de linaza).....	87
Figura 65. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra patrón 04 (sin adición de aceite de linaza).....	88
Figura 66. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra patrón 05 (sin adición de aceite de linaza).....	89
Figura 67. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra patrón 06 (sin adición de aceite de linaza).....	90
Figura 68. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra patrón 07 (sin adición de aceite de linaza).....	91
Figura 69. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra patrón 08 (sin adición de aceite de linaza). ....	92
Figura 70. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 01 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.0% de aceite de linaza. ....	93
Figura 71. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 02 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.0% de aceite de linaza. ....	94
Figura 72. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 03 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.0% de aceite de linaza. ....	95
Figura 73. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 04 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.0% de aceite de linaza. ....	96
Figura 74. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 05 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.0% de aceite de linaza. ....	97
Figura 75. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 06 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.0% de aceite de linaza. ....	98
Figura 76. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 07 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.0% de aceite de linaza. ....	99
Figura 77. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 08 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.0% de aceite de linaza. ....	100
Figura 78. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 01 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza. ....	101
Figura 79. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 02 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza. ....	102
Figura 80. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 03 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza. ....	103
Figura 81. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 04 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza. ....	104
Figura 82. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 05 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza. ....	105
Figura 83. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 06 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza. ....	106
Figura 84. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 07 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza. ....	107
Figura 85. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 08 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza. ....	108
Figura 86. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 01 de los bloques de adobe compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza. ....	109
Figura 87. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 02 de los bloques de adobe compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza. ....	110

*Figura 88. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 03 de los bloques de adobe compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza. .... 111*

*Figura 89. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 04 de los bloques de adobe compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza. .... 112*

*Figura 90. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 05 de los bloques de adobe compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza. .... 113*

*Figura 91. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 06 de los bloques de adobe compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza. .... 114*

*Figura 92. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 07 de los bloques de adobe compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza. .... 115*

*Figura 93. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 08 de los bloques de adobe compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza. .... 116*

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Resistencia a la compresión.....	29
Ecuación 2. Absorción de agua.....	30
Ecuación 3. Contenido de humedad.....	35
Ecuación 4. Índice de plasticidad.....	37
Ecuación 5. Porcentajes de los pesos retenidos.....	38
Ecuación 6. Porcentajes de los pesos retenidos .....	39
Ecuación 7. Humedad optima.....	39
Ecuación 8. Densidad seca.....	39

## RESUMEN

Esta tesis tuvo como objetivo determinar la resistencia a compresión y absorción del adobe compactado con adición de aceite de linaza en 1%, 1.5% y 2%. Esta investigación según su propósito es aplicada, pues busca solucionar un problema específico, y es experimental, ya que los adobes compactados son sometidos a ciertas condiciones (adición de aceite de linaza) para observar los efectos que se producen en ellos. Los resultados obtenidos mostraron que la adición de aceite de linaza en los adobes compactados en porcentajes de 1.0%, 1.5% y 2.0%, alcanzaron una resistencia de 25.91 kg/cm<sup>2</sup>, 27.45 kg/cm<sup>2</sup> y 26.75 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, con un aumento de 18.50% en comparación a la muestra patrón, obteniéndose para esta 22.54 kg/cm<sup>2</sup>. En el ensayo de absorción, las muestras patrón no resistieron la prueba, en cambio las muestras con adición de aceite de linaza en 1%, 1.5% y 2.0% obtuvieron porcentajes de absorción de 14.98%, 10.63% y 10.33% respectivamente, cumpliéndose la hipótesis totalmente al lograr un incremento de más del 10% en resistencia a la compresión y en cuanto a la absorción se tuvo una reducción de 29.05% si comparamos los adobes con 1.5% de aceite de linaza y los adobes con 1% de aceite de linaza.

**Palabras clave:** adobe compactado, aceite de linaza, absorción, compresión, suelo.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Presentar y describir el problema de investigación. Integrar antecedentes de investigación, definiciones conceptuales y datos que permitan sustentar con claridad y precisión el problema de investigación.

La construcción tradicional con tierra, está presente en una gran parte del mundo, y se puede decir que el uso del adobe es una de las técnicas de construcción más antiguas y populares existentes, y esto se debe a que además de ser una tecnología constructiva simple y de bajo costo, las construcciones de adobe tienen ciertas ventajas, tales como excelentes propiedades térmicas, acústicas, pero una de las explicaciones más claras del éxito de esta tecnología de construcción es que la materia prima, en otras palabras, la tierra que se utiliza para la elaboración de los adobes, es de los recursos más abundantes y es posible encontrarla en cualquier parte.

En Europa, según Valverde (2019) la utilización de adobe en las construcciones se mantiene vigente, en donde en ciudades como Madrid, se usa en gran medida este sistema constructivo y a lo largo de los años se ha buscado modos de fortificarlo con materiales como armaduras de acero o mediante el uso de mampostería a base de adobe con adición de paja en la mayoría de construcciones, esto con la finalidad de mejorar su capacidad de resistencia y estabilidad.

Fernando (2018) nos menciona que, en América Latina, ciertos países han obtenido grandes avances en el estudio y la puesta en valor de su patrimonio arqueológico de arquitectura a base de tierra. Perú es el gran pionero debido a sus investigaciones sobre la costa norte de este país. Por ejemplo, tenemos a Chan Chan, más conocida como la capital

del Imperio Chimú, es uno de los sitios más representativos, el cual es excavado desde mediados del siglo XIX.

Para Torres (2016), en el Perú es muy común ver pequeñas construcciones a base de adobe y se las suele encontrar en las cercanías a los polos urbanos pero más aún en las zonas rurales, ya que debido a la brusca orografía y el relieve de la zona, a los pobladores les dificulta acceder a los ejes principales de comunicación y de intercambio comercial, por lo tanto, es más factible utilizar los recursos locales disponibles como la tierra, puesto que esta es abundante y de bajo costo.

En el año 2017, se llevó a cabo el Censo Nacional, realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI (2017), el cual mostró que; del total de viviendas en el país con ocupantes presentes de 7 698 900 viviendas, el 27.90% (2 148 494) de estas viviendas son de adobe o tapia. INEI (2017) también nos ofrece valores por área urbana y rural, para el área urbana de un total de 5 884 013 viviendas con ocupantes presentes el 15% (887 203) de viviendas son de adobe o tapial y en el área rural de un total de 1 814 887 viviendas con ocupantes presentes el 69.5% (1 261 291) son de adobe o tapia. Para el departamento de Cajamarca los datos del INEI (2017) muestran que, de un total de 376 223 viviendas con ocupantes presentes, el 70.25% (264 310) viviendas de la región son de adobe o tapia.

Es así que podemos concluir que el empleo de los bloques de adobe en construcción está muy presente en la cultura peruana, sobre todo en el área rural, donde vemos que el porcentaje de viviendas que utilizan este material, es en gran medida mayor que en el área urbana, por lo que siendo una técnica de construcción muy usada, es de vital importancia realizar un buen proceso durante la elaboración de los bloques de adobe, ya que aunque

estas construcciones tienen muchas ventajas, una de sus debilidades es su poca resistencia ante los efectos negativos de la humedad.

Como menciona De La Cruz (2012): “uno de los defectos más críticos del adobe como material de construcción, es su alta vulnerabilidad ante la exposición o contacto con el agua proveniente de lluvias y posteriores inundaciones, las cuales azotan nuestro territorio de forma recurrente e inevitable”. (Pag.15)

Ya que según los registros de la Dirección Nacional de Operaciones del INDECI en nuestro país, durante el año 2018, se presentaron 1 263 emergencias por lluvias intensas con un recuento de 14 114 viviendas afectadas y 168 emergencias por inundación con un total de 3 109 viviendas afectadas. Así mismo en la región de Cajamarca se registraron 117 emergencias por lluvias intensas y 7 emergencias por inundaciones, las cuales trajeron como consecuencias un cuantioso número de daños personales, así como también daños materiales, principalmente en las viviendas de adobe por ser estas las más vulnerables ante los efectos de las lluvias.

El Plan Integral de Reconstrucción con Cambios (2017) nos muestra otro ejemplo muy claro de la vulnerabilidad de las viviendas de adobe ante el efecto de la lluvias e inundaciones, pues según este El fenómeno del Niño Costero del 2017 generó graves daños afectando a 48 731 viviendas, de estas el 30% (14 792) de viviendas afectadas colapsaron y el otro 70% (33 939) de las viviendas afectadas quedaron inhabitables, Del total de viviendas inhabitables, un 6% (2,036) fueron construidas con material noble, mientras que el 94% (31,903) fueron construidas con materiales no nobles como es el adobe y madera.

## **Justificación**

Estos datos nos muestran el alto grado de afectación que tienen las lluvias en las viviendas de adobe y estando la región de Cajamarca, así como gran parte de la sierra del Perú, expuestas a fuertes e intensas lluvias durante todo el año, es de gran importancia la investigación de soluciones técnicas, viables y económicas para la protección del adobe, por ejemplo, una técnica que suele usarse como medio para lograr mejorar el comportamiento de estos bloques ante los efectos negativos de la exposición al agua, es la estabilización de adobes.

Dentro de la estabilización de adobes, según Reyes (2001), la inclusión de aceite en el suelo tiene un efecto de mejoría en la resistencia mecánica, además, por las características hidrófobas del aceite, tiende a reducir la absorción de agua en dicho material.

Según Diaz (2015) dentro de los aceites con propiedades secantes de mayor uso en los revocos de tierra tenemos el aceite de linaza, ya que dentro de sus principales compuestos tenemos a los ácidos linoleico y linolénico, los cuales son los que determinan el secado por oxidación o absorción del oxígeno del aire de los aceites secantes, conformando de esta manera una película que se va endureciendo con el paso de los años, volviéndose cada vez más dura y estable.

Por dicho motivo y dado la importancia del adobe, así como su alto grado de utilización en nuestro país, en este trabajo de investigación se busca mejorar las propiedades físico-mecánicas tales como absorción y resistencia a la compresión del adobe compactado con adición de aceite de linaza en porcentajes de 1%, 1.5% y 2%.

### **Otras investigaciones para estabilizar adobes con sustancias naturales y artificiales:**

Ríos (2010) en su tesis “Efecto de la adición de látex y jabón en la resistencia mecánica y absorción de adobe compactado”- México, analizo el grado de afectación de un polímero (látex natural) y ácidos grasos (jabón) en la resistencia a la flexión, compresión y absorción de agua, en bloques compactados. En donde se adiciona los ácidos grasos emulsificados en dos niveles (0.5 y 1.0%) y el polímero entres niveles, (1.0, 2.0 y 3%) de la masa de suelo seco utilizado, los datos obtenidos muestran que las adiciones de jabón en combinación de látex no mostraron mejoras significativas en los ensayos de resistencia a flexión, compresión, pero en cambio redujeron la absorción del agua en un rango de 14 al 16% con respecto al espécimen de referencia.

Según Benites (2017) en su investigación “Adobe estabilizado con extracto de cabuya (*furcraea andina*)” – Piura, en la cual analizó la preparación de un polímero como agente estabilizador antes de su adición al bloque de tierra, con un tiempo de maceración de entre 5 y 20 días, proponiéndose tres periodos de maceración diferentes y evaluándose para cada uno de estos el desenvolvimiento del adobe estabilizado en dos aspectos: la resistencia mecánica por medio de resistencia a la flexión y compresión; así también, la resistencia al agua a través del ensayo de inmersión y el chorro de agua. Los datos obtenidos nos muestran que el extracto de Cabuya requiere o necesita de un tiempo de maceración de 5 días y un tiempo óptimo de 10 para lograr la activación de sus propiedades estabilizantes y de esta forma acrecentar de manera significativa la propiedad de resistencia al agua del adobe. En cuanto a la resistencia a la compresión del adobe, esta mejora en un 9.6%, así también se pudo lograr determinar atreves de la prueba del chorro de agua, que la capacidad de resistir a la acción de esta aumenta notablemente en

comparación con la muestra de patrón, por lo que podemos decir que este estabilizante es competitivo con otros, así como por ejemplo con la cal o el cemento.

Pallma (2017) en su tesis “Impermeabilidad de BTC en climas lluvioso en el anexo de Cochabamba Grande”- Huancayo, en su investigación tiene como objetivo determinar el proceso de impermeabilización óptimo para evitar la erosión de los BTC en climas lluviosos del anexo de Cochabamba Grande, el impermeabilizante que uso fue el aceite de linaza, en donde el bloque fue sometido a una prueba de erosión mediante la simulación de precipitación, posteriormente con estos bloques se realizó el ensayo de absorción, obteniendo para el bloque impermeabilizado superficialmente con aceite de linaza un porcentaje de absorción de 2.70% y para el bloque sin impermeabilizar un porcentaje de absorción de 13.56%, lográndose una mejora del 80% en esta prueba.

Rodríguez (2016) en su tesis “Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna.”- Cajamarca, en la cual se tuvo como objetivo principal determinar la resistencia a flexión, compresión y absorción del bloque de tierra compactado mediante adición de goma de tuna. En sus resultados se observa que los adobes que fueron compactados con adición de goma de tuna, con los porcentajes de 5%, 10% y 15%, lograron acrecentar sus propiedades de resistencia a la flexión y compresión hasta en un 42% y 43% respectivamente, esto en comparación con la muestra de referencia (sin aditivo). Así también, para la absorción de agua, la muestra de referencia no logro superar dicha prueba, en cambio los adobes con 10% de dicho aditivo lograron acrecentar hasta un 15%, si se compara a los adobes con 5% de goma de tuna.

## **Conceptos, normas y recomendaciones:**

### **El adobe**

La Norma E.080 (2017) del El Reglamento Nacional De Edificaciones, define al adobe como “Unidad a base de tierra cruda, la cual puede estar mezclada con paja u arena gruesa con la finalidad de lograr mejorar su resistencia y durabilidad”.(Pag.5)

Así también dicha norma nos brinda algunos alcances sobre el adobe, tales como:

#### **Requisitos generales para la unidad de adobe**

Según Norma E.080 (2017), el adobe tiene que ser sólido y además solo deberá tener orificios perpendiculares a su lado de asiento, y que estas no representen más de 12% de su área bruta en dicha cara. El bloque de tierra tendrá que estar exento de materias orgánicas o rajaduras, ya que estas podrían reducir su resistencia o durabilidad.

#### **Formas y dimensiones del adobe.**

En la Norma E.080 (2017), se precisa que los bloques de tierra generalmente son de forma rectangular o cuadrada y además en el caso de encuentros con ángulos que no sean de 90°. Sus longitudes tendrán que ajustarse a las siguientes proporciones:

- a) Para los bloques de tierra de forma rectangular, su largo será aproximadamente el doble de su ancho.
- b) En cuanto a la relación entre el largo y la altura esta deberá ser del orden de 4 a 1 aproximadamente.
- c) En lo posible la altura del adobe tendrá que ser mayor a 8 cm.

#### **Gradación del suelo.**

Según Norma E.080 (2017), la gradación del suelo debe aproximarse a los parámetros siguientes: limo 15-25%, arcilla 10-20% y arena 55-70%, y nunca se deberá hacer uso de

suelos orgánicos. Dichos rangos podrían variar en el caso de que se elaboren adobes estabilizados.

### **Adobe compactado**

La norma española UNE 41410 (2008) lo define como: “Pieza para fabricar albañilería generalmente con figura o forma de paralelepípedo rectangular, la cual es obtenida por medio compresión dinámica o estática de suelo húmedo, y puede contener aditivos o estabilizantes con el fin de mejorar sus propiedades”.(pag.5)

### **Adobe estabilizado**

La Norma E.080 (2017), lo define como: “un bloque a base de tierra en el cual se ha adicionado otros materiales como asfalto, cemento, cal, entre otros, con el propósito de lograr una mejoraría en su propiedad de resistencia a la compresión, así como en la estabilidad ante existencia de humedad”. (pag.5)

Para Benites (2017) existen diversas formas de estabilización de suelos, desde la mecánica en la que se logra mejorar el suelo considerablemente a través de la compactación, la estabilización física en la que se utiliza la combinación de diferentes materiales, hasta la química en donde que utilizan diversos aditivos de naturaleza cementante.

### **Estabilizante**

Según Ríos (2010) el estabilizante es el material con el que se busca reducir uno de los defectos más comunes del adobe simple, el cual es su baja resistencia a la humedad por lo que un buen estabilizante debe disminuir parcial o totalmente la absorción de agua, tapando los poros y cubriendo las partículas de arcilla con una capa impermeable.

Para esta investigación se utiliza el aceite de linaza para estabilizar el adobe compactado.

## Aceite de lianza

Ha sido el aceite secante de mayor importancia y el más usual desde la antigüedad. Se obtiene a partir de la semilla de lino, siendo la especie más importante "lino usitatissimum". El contenido de aceite en la semilla es de 32 a 42% dependiendo de la calidad de la planta. (Navarro & Abril, 2012)

## Composición del aceite de lianza

Tabla 1  
*Composición de aceite de linaza*

Ácidos palmítico	Ácido oleico	Ácido linoleico	Ácido linolénico
10 %	15%	16%	56%

*Fuente:* Díaz (2015)

## Extracción de linaza

Según Díaz (2015) La extracción del aceite secante se obtiene a través del prensado de semillas. La materia bruta resultante de la presión está compuesta además de por los ácidos grasos libres, por determinadas proporciones de sustancias mucilaginosas y otras colorantes; que son las impurezas del aceite.

### El suelo y su composición

Según Sánchez (2010) el suelo, que es la materia prima para la elaboración del bloque de adobe y mortero de barro, está compuesto por tres fases: mineral, gaseosa y líquida. La fase mineral está compuesta por partículas de variados tamaños como grava, arena, limo y arcilla. Las fases restantes, conformadas por gases y líquidos, ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas.

Crespo (2004) nos da la definición de los suelos más comunes con los nombres más usados por el ingeniero civil para su identificación.

## **Grava**

Son producto del desprendimiento a causa de la fragmentación de rocas, las cuales tienen más de dos milímetros de diámetro. Por lo general se las logra encontrar en los lechos de los ríos.

## **Arena**

Son los materiales de granos finos que se originan a partir de la erosión y denudación de las rocas, y sus partículas miden entre los 2 milímetros y 0.05 milímetros.

## **Limo**

Son suelos esencialmente de granos finos, los diámetros de estas partículas están entre los 0.05 milímetros y 0.0005 milímetros.

## **Arcilla**

Son partículas de carácter sólido y cuyo diámetro es menor de 0.005 milímetros, además su masa tiende a volverse plástica al combinarse con agua.

### **Propiedades del bloque de adobe estabilizado y compactado:**

#### **a) Resistencia a la compresión:**

Según el reglamento nacional de edificaciones RNE (2017), los ensayos de esfuerzos de rotura mínimos mediante los cuales se logra determinar la resistencia, del bloque de tierra, a la compresión, se efectúa de acuerdo al siguiente procedimiento:

- ✓ La resistencia se calcula a través el ensayo de compresión del material en cubos con 0.1 m de arista.
- ✓ Las muestras o cubos a ensayar deberán lograr cumplir con que la media de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

Generalmente el ensayo de compresión se realiza en testigos de medias unidades secas.

La carga de compresión se aplica de forma perpendicular a la superficie de asiento.

La propiedad de resistencia a la compresión ( $f'b$ ) se calcula al dividir la carga de rotura ( $P_m$ ) entre el área bruta ( $A_b$ ) del bloque de tierra.

$$f'b = \frac{P_m}{A_b} \dots\dots\dots \text{Ecuación 1. Resistencia a la compresión}$$

Donde:

$f'b$  = Resistencia a la compresión del bloque de tierra (Kg/cm<sup>2</sup>)

$P_m$  = Carga máxima ejercida (Kg)

$A_b$  = Área bruta sobre la cual se aplica la carga (cm<sup>2</sup>)

Por lo general esta prueba se conforma de dos o tres ensayos. Dichas pruebas se analizan estadísticamente, con el propósito de hallar el valor característico, que usualmente está referido a la aprobación de 10% de resultados de pruebas deficientes.

**b) Absorción de agua:**

Calderon (2018) la define como la cantidad de agua que logra absorber el bloque de tierra por medio de sus poros, logrando así saturar al material, ya sea de forma total o parcial. La absorción de agua tiene como consecuencia la alteración de las características de un material o espécimen, usualmente reduce la resistencia y la dureza, acrecentando la tenacidad.

En este ensayo se calcula el porcentaje de absorción que alcanza la unidad sumergida en agua fría durante 24 horas, antes de esto se tiene que tener el peso de las unidades secas, y luego de ser sumergidas se vuelven a pesar. Se denomina absorción máxima a la resta o diferencia del peso de la unidad mojada y de la unidad seca, el cual se expresa en porcentaje del peso de la unidad seca.

$$\% \text{ absorción de agua} = \frac{P_{mojada} - P_{seca}}{P_{seca}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 2. Absorción de agua}$$

Donde:

%ABS = Porcentaje de absorción de agua en el adobe (%)

w1 = Peso de la unidad seca del adobe (gr)

w2 = Peso de la unidad saturada del adobe (gr)

## 1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la resistencia a la compresión y absorción del adobe compactado con adición de aceite de linaza en tres porcentajes (1%, 1.5%, 2%)?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

- Determinar la resistencia a la compresión y absorción del adobe compactado con adición de aceite de linaza en tres porcentajes (1%,1.5%,2%).

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la resistencia a compresión de los adobes patrón y de los adobes con adición de 1.0%, 1.5% y 2.0% de aceite de linaza.
- Determinar el porcentaje de absorción de agua de los adobes patrón y de los adobes con adición de 1.0%, 1.5% y 2.0% de aceite de linaza.

## 1.4. Hipótesis

### 1.4.1. Hipótesis general

- La adición de aceite de linaza, en 3 porcentajes (1.0%, 1.5% y 2.0%) en los adobes compactados, incrementa hasta en un 10% su resistencia a la compresión y disminuye el porcentaje de absorción en un 8% de los adobes con adición 1.5% de aceite de linaza en comparación los adobes con adición de 1% de aceite de linaza.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Es aplicada, puesto que esta investigación busca la obtención de conocimiento con una aplicación de forma directa a los problemas de la sociedad, la cual está basada principalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación.

#### · Según el diseño de investigación

Es experimental, ya que se elabora el adobe compactado con diferentes porcentajes de adición de aceite de linaza, y se observan los cambios o efectos que se producen en la resistencia a la compresión y absorción.

### 2.2. Población y muestra

#### 2.2.1. Población.

Tomando en consideración la Norma E.080 (2017), en cuanto al número mínimo de probetas a ensayar tanto para la prueba de resistencia a la compresión, así como para absorción, se elaboraron 40 bloques de adobe compactado, los cuales fueron elaborados con y sin adición de aceite de linaza con dimensiones de: 30x15x10 cm, estas medidas se obtuvieron de la maquina CINVA RAM, la cual se encuentra en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte-Cajamarca. De estos 40 bloques de adobe, 24 se usaron para el ensayo a absorción y de los 16 adobes restantes se obtuvieron 32 muestras para los ensayos a compresión.

#### **Para ensayos a compresión:**

La Norma E.080 (2017), menciona que se deben ensayar un mínimo de 6 probetas para el ensayo de resistencia a la compresión. Para esta investigación se tuvieron 8 probetas para cada tipo de adobe compactado.

Tabla 2.  
*Muestra para ensayo a compresión.*

Cantidad	Tipo de adobe
8	adobes compactados tipo patrón
8	adobes compactados con 1.0% de aceite de linaza
8	adobes compactados con 1.5% de aceite de linaza
8	adobes compactados con 2.0% de aceite de linaza

### Para ensayo de porcentaje de humedad:

Se tomó en cuenta el mínimo de probetas del ensayo a compresión y se optó por ensayar 6 unidades.

Tabla 3  
*Muestra para ensayo de absorción*

Cantidad	Tipo de adobe
6	adobes compactados tipo patrón
6	adobes compactados con 1.0% de aceite de linaza
6	adobes compactados con 1.5% de aceite de linaza
6	adobes compactados con 2.0% de aceite de linaza

## 2.3. Operacionalización de variables

Tabla 4  
*Operacionalización de variables*

TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD
<b>Independiente:</b> % de aceite de linaza.	Se obtiene de la semilla de lino, siendo la especie más importante "lino usitatissimum".	Ingrediente con el cual se pretende alterar la resistencia del adobe.	% de adición de aceite de lino (con respecto al peso seco de la muestra).	% de aceite de linaza.
<b>Dependiente:</b> Resistencia a compresión del adobe compactado.	Es la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm <sup>2</sup> ), mega pascales (MPa).	Capacidad de soportar cargas y esfuerzos.	-Ensayo resistencia a la compresión del bloque de adobe.	Kg/cm <sup>2</sup> .
<b>Dependiente:</b> Absorción de agua del adobe compactado.	Capacidad total que tiene un material para absorber agua hasta saturarse.	Capacidad de resistir humedad.	-Ensayo de porcentaje de absorción del bloque de adobe.	% de absorción.

## 2.4. Materiales y equipos.

### 2.4.1. Materiales.

#### Tierra de la cantera “Shultín”.

Materia prima y componente principal en la fabricación de los bloques de adobe compactado, se obtuvo de la cantera Shultín ya que fue esta la única que cumplió con los requisitos especificados en la norma técnica E-080 en cuanto a gradación del suelo.



*Figura 1.* Extracción del material (Shultín).

#### Aceite de linaza.

El aceite de linaza es una sustancia de origen vegetal y tiene variedades de usos por sus propiedades protectoras y cristalinizantes, en construcción suele usarse para impermeabilizar y proteger la tierra de la humedad.

#### Maquina CINVA RAM.

En la actualidad existen muchos tipos de prensas, Sin embargo, una de las más conocidas es la llamada CINVA – RAM, creada en 1956 por el Ing. chileno Raúl Ramírez, del Centro Interamericano de Vivienda (CINVA), Bogotá, Colombia.

Esta máquina consta de una caja metálica de acero, con un brazo de compresión, el cual puede ser un tubo metálico, que al hacer palanca eleva la plataforma inferior comprimiendo el bloque contra la tapa. Produce un bloque por vez y alcanza una productividad de unos 40 a 60 bloques por hora (Instituto de Arte Americano, 2006)

### **Palana.**

Una palana es una herramienta de mano, la cual fue utilizada para excavar o mover materiales, en este caso el suelo con el que se elaboró los bloques de adobe.

### **Bolsas.**

Material plástico con el que transportamos material en cantidades relativamente pequeñas.

### **Costales.**

Son sacos o bolsas de tamaño moderado, estos fueron utilizados para mover tierra en proporciones considerables.

## **2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.**

### **2.5.1. Técnica**

Esta investigación se realizó a través de ensayos y pruebas en los laboratorios de concreto y de suelos de la Universidad Privada del Norte-Cajamarca, dichos ensayos fueron: contenido de humedad (según la norma técnica peruana NTP 339.127, 1999) , límites de Atterberg o límites de consistencia (según la norma técnica peruana NTP 339.129, 1999), ensayos de granulometría por método de lavado (Según la norma técnica peruana NTP 339.128, 1999), ensayos de granulometría por método de sifonaje (según la ASTM D421) , proctor modificado (Según NTP 339-141, 1999), ensayo de compresión y absorción de agua para el adobe compactado de la manera indicada en esta investigación.

### **2.5.2. Instrumentos de recolección de datos**

Como instrumentos de recolección de datos se usaron protocolos y fichas para los ensayos realizados, dichos ensayos son los siguientes:

- Contenido de Humedad (anexo 03)
- Límites de atterberg o límites de consistencia (anexo 03)
- Límite Líquido (LL) (anexo 03)
- Límite plástico (LP) (anexo 03)
- Índice de plasticidad (anexo 03)
- Ensayo de granulometría método de lavado (anexo 03)
- Análisis granulométrico por sifonaje (anexo 03)
- Clasificación de suelos (anexo 03)
- Ensayo de compactación proctor. (anexo 03)

- Protocolo de ensayo de resistencia al esfuerzo cortante-compresión simple  
ASTM D2166. (anexo 03)

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	CPM-LS-UPNC: .....
NORMA:	ASTM D2166		
TESIS:			
CANTERA:		MUESTRA N°:	
UBICACIÓN:		ADITIVO:	
UNIDAD DE MUESTRA:		RESPONSABLE:	
FECHA DE ENSAYO:		REVISADO POR:	

**ENCABEZADO**

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)	Dimensiones de la unidad	
1	0.000				Largo (cm)	
2	500.000				Ancho(cm)	
3	1000.000				Altura (cm)	
4	1500.000				Área (cm <sup>2</sup> )	
5	2000.000					
6	2500.000					
7	3000.000					
8	3500.000					
9	4000.000					
10	4500.000					
11	5000.000					
12	5139.000					

**TABLA DE DIMENSIONES Y AREA DEL ESPECIMEN**

**TABLA DE DATOS DE ESFUERZO**



**GRÁFICA DE ESFUERZO DEMORMACIÓN**

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

**PIE DE PÁGINA**

Figura 2. Partes del protocolo del ensayo a la compresión.

- Protocolo de ensayo de porcentaje de absorción NPT 399.613. (anexo 03)

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	NTP 399.613		CPM-LS-UPNC: .....
TESIS:			
CANTERA:		MUESTRA N°:	
UBICACIÓN:		ADITIVO:	
UNIDAD DE MUESTRA:		RESPONSABLE:	
FECHA DE ENSAYO:		REVISADO POR:	

ADICIÓN DE 0 % DE ACEITE DE LINAZA			
MUESTRA	PESO SECO (Kg)	PESO SATURADO (Kg)	% ABS
1			
2			
3			
4			
5			
6			

PROMEDIO (%)	
--------------	--

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

ENCABEZADO

TABLA DE DATOS DEL  
ENSAYO DE ABSORCIÓN  
DEL ESPECIMEN

PIE DE PÁGINA

Figura 3. Partes del protocolo del ensayo de absorción.

### 2.5.3. Análisis de datos

El análisis y procesamiento de los datos se llevaron a cabo en gabinete una vez obtenidos los resultados de los ensayos de laboratorio, para lo cual se utilizó el software Microsoft Excel 2016 versión estudiante.

Ya obtenidos los datos finales se hizo el análisis de los ensayos realizados comparando las propiedades físicas y mecánicas obtenidas de las muestras de adobe compactado con adición de aceite de linaza en 0%, 1.0%, 1.5% y 2.0%. Para este proceso se emplearon tablas, gráficos e indicadores estadísticos (promedio).

## 2.6. Procedimiento

### 2.6.1. Obtención de material para ensayos

EL material se extrajo de la cantera Shutín mediante el uso de una retroexcavadora, de donde se obtuvo el material para los ensayos en laboratorio, así como para la elaboración de los adobes.



Figura 4. Extracción del material (Baños del Inca-Shultín).

## 2.6.2. Ubicación y acceso a la cantera

### · Ubicación de la cantera

Departamento: Cajamarca.

Provincia: Cajamarca.

Distrito: Baños del Inca.

Caserío: Shultín

Coordenadas UTM WGS-84: 777102.268 E; 9211979.409 N

### · El acceso a la cantera:

Plaza de Armas de Cajamarca - Caserío de Shultín      8.5 km

Caserío de Shultín – Cantera      120 m

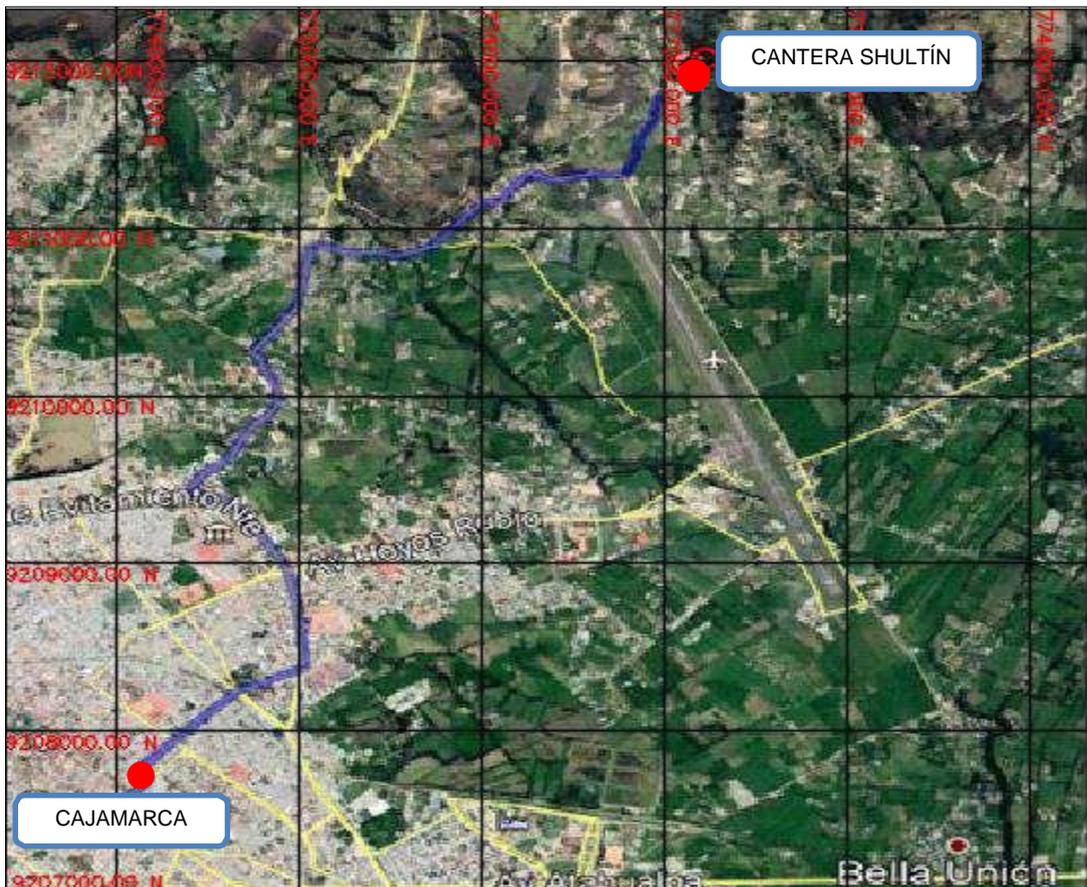


Figure 5. Ubicación de la cantera de extracción del material.

Fuente: Adaptado de google earth.

### 2.6.3. Obtención, forma de comercialización y costo del Aceite de linaza

El aceite de linaza se obtuvo por medio de la empresa **CORPORACIÓN GRIMSA E.I.R.L.**, la cual se encuentra ubicada en la ciudad de Lima, esta empresa dedicada a la venta de este tipo de aceite vegetal entre otros. (ver Anexo N°04. Datos del proveedor)

Este aceite vegetal generalmente se comercializa envasado en botellas ya sea de plástico o de cristal, usualmente en presentaciones de 1 galón, 1 litro, 1/2 litro y 1/4 de litro y tiene un costo de S/ 20 por litro.



Figura 6. Aceite de linaza.

### 2.6.4. Ensayos realizados

#### a) Contenido de Humedad

Esta prueba se realizó según la norma NTP 339.127, 1998 (Método de ensayo mediante el cual se determina el contenido de humedad de un suelo).

Para la realización de este ensayo se tomaron 3 muestras y se prosiguió de la manera siguiente:

Se pesó la tara, luego se pesó la muestra húmeda en la tara y se secó la muestra utilizando la estufa, por 24 horas a 105 °C, luego se pesó la muestra seca en la tara y así se determina el peso del agua. Estos datos se procesan para hallar el porcentaje promedio del contenido de humedad del suelo.



Figura 7. Peso de la muestra para contenido de humedad.

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100 \dots\dots \text{Ecuación 3. Contenido de humedad}$$

Donde:

W = Contenido de agua, (%)

Ww = peso del agua existente en el suelo, (gr)

Ws = peso de la muestra seca, (gr)

### **b) Ensayo de Límites de Atterberg**

Para Este ensayo nos basamos en la norma NTP 339.129, 1999 (Método de ensayo mediante el cual se halla el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos).

#### **Límite líquido (LL)**

Como primer paso en la realización de este ensayo se colocó la muestra en una capsula de porcelana y se agregó agua en pocas cantidades hasta que la muestra tenga una consistencia apropiada (no muy seca, no muy húmeda), dicha muestra se coloca en la copa de Casagrande y se hizo una ranura en medio de la muestra con la espátula de metal para seguidamente mover la manija a razón de dos golpes por

segundo hasta que dicha ranura se una en el punto medio, tomando como dato el número de golpes necesarios para lograr esto.

Finalmente se colocó 3 porciones de la muestra, cada muestra en una tara y se pusieron en el horno por 24 horas. Una vez que se sacaron las muestras del horno se procedió a pesarlas y a tomar los datos para procesarlos, con los cuales se obtuvo el límite del suelo.

### **Límite plástico (LP)**

En este ensayo se procedió realizando rollitos sobre una lámina de vidrio con la muestra de consistencia apropiada, para después colocar porciones de dichos rollitos en taras las cuales luego de ser pesadas con las muestras y sin la muestra, son colocadas en el horno por 24 horas. Al pasar estas 24 horas, las muestras son retiradas y se vuelven a pesar y con los datos obtenidos se pudo hallar el límite plástico.

### **Índice de plasticidad (IP)**

El índice de plasticidad viene a ser el rango de contenido de humedad en el cual un suelo actúa plásticamente. Se determina mediante la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, así lo menciona la norma NTP 339.129, 1999.

$$IP = L_{LL} - L_{LP} \dots \dots \dots \text{Ecuación 4. Índice de plasticidad}$$

**Donde:**

IP. Índice de plasticidad

LL. Límite líquido

LP. Límite plástico



Figura 8. Realizando ensayo de plasticidad de la muestra.

### c) Ensayo de granulometría método de lavado:

El ensayado fue realizado según la norma técnica peruana NTP 339.128, 1999.

Se secó la muestra y se pesó, luego se colocó la muestra en un recipiente y se agregó agua y se dejó aproximadamente 3 horas. Luego se procedió a tamizar la muestra mediante la malla N° 200 con un chorro de agua y la muestra retenida en esta malla se retiró en un recipiente y se dejó secar.

Se procedió pasando la muestra seca a través del juego de tamices, agitando estos de forma manual.

Luego se determina los porcentajes de los pesos que quedaron retenidos en cada uno de los tamices (%RP) mediante las siguientes expresiones.

$$\% \text{ Retenidos } = \frac{P_{\text{RP}}}{P} * 100 \text{ Ecuación 5..... Porcentajes de los pesos retenidos}$$

Al determinar los porcentajes retenidos acumulados en cada uno de los tamices

%RA, se tiene que sumar en forma progresiva los % RP, Por ejemplo:

$$\%RA1 = \%RP1$$

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

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

Luego se determinó los porcentajes acumulados que pasaron en cada tamiz:

**% que pasa=100%-%R.A..... Ecuación 6. Porcentajes que pasa en cada tamiz**

Por último, se procedió con el dibujo de la curva granulométrica en escala semilogarítmica, en cuyo eje de abscisas se observa el diámetro de abertura de las mallas en milímetros y en el eje de ordenadas se registraron los porcentajes acumulados que pasaron en las mallas utilizadas.

#### **d) Análisis granulométrico por sifonaje**

Se pesó y se tamizó la muestra seca utilizando la malla N° 10, el material que quedó retenido en esta malla es grava, luego se pesó el material que pasó la malla N° 10 el cual es arena y arcilla, seguidamente se colocó en la cápsula de porcelana en donde se agregó agua y 5 ml de glicerina para su mezclado. Luego de mezclar se trasladó la muestra a un agitador mecánico y se dejó 15 minutos, se prosiguió a vaciar la mezcla del agitador a una probeta de 1000 ml, luego se agregó agua hasta una altura de 20 cm y se agitó durante 1 minuto aproximadamente, paso seguido se dejó reposar la probeta con la muestra durante 15 minutos.

Se tiene que introducir el disco metálico en la probeta hasta llegar al material sedimentado, luego procedió a sifonear, mediante la manguera, el agua. La muestra ya sedimentada se retiró y se procedió a secar en la estufa durante 24 horas a 105 °C. Luego se pesó la muestra seca y se determinó la cantidad de arcilla por

diferencia de pesos y con dicha muestra se realizó el tamizado por las mallas N° 40 y N° 200 de esto, el material que fue retenido en la malla N° 40 es definido como arena gruesa, el material que logra pasar por la malla N° 40 y se retiene en la malla N° 200, es arena fina y, por último, el material que logra pasar la malla N° 200 es considerada como limo.



*Figura 9.* Toma de datos para ensayo de granulometría por sifonaje.

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)	<b>GW</b> Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	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: <5% ->GW,GP,SW,SP. >12% ->GM,GC,SM,SC. 5 al 12% ->casos limite que requieren usar doble símbolo.	$C_u = D_{60}/D_{10} > 4$ $C_c = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3		
		<b>Gravas con finos</b> (apreciable cantidad de finos)	<b>GP</b> 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)		<b>SW</b> Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	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)		<b>SP</b> Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	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>ML</b> Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$ . Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$ .	Los límites situados en la zona rayada con $IP$ entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.	
			<b>CL</b> Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.				
		<b>OL</b> Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.					
		<b>MH</b> Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.					
<b>Limos y arcillas:</b> Límite líquido mayor de 50	<b>CH</b> Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.	<b>OH</b> Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.					
	<b>Suelos muy orgánicos</b>	<b>PT</b> Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.					

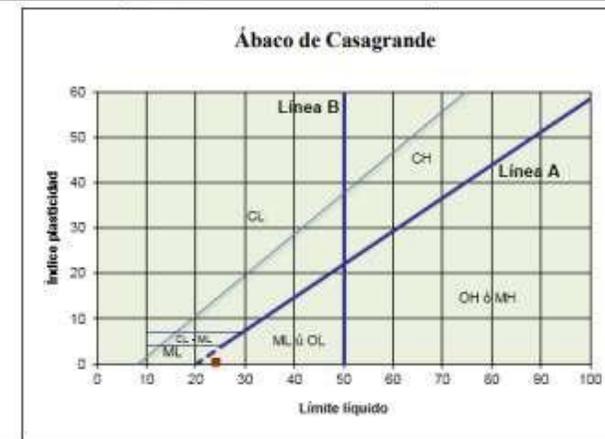


Figura 10. Sistema de clasificación de suelos unificados "SUCS".

Fuente: Adaptado de ASTM D-2487-98

**e) Ensayo de Proctor Modificado.**

Para este ensayo nos basamos en la norma NTP 339-141, 1999 (Método de ensayo para la compactación del suelo mediante la utilización de una energía modificada (2, 700 kN-m/m<sup>3</sup> (56, 000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)).

El ensayo consistió en elaborar 4 probetas para cada porcentaje determinado, apisonando con el pistón (5 capas de 25 golpes) en el molde, se colocó 4 muestras de cada molde en una tara, se las pesó y colocó en el horno durante 24 horas. Pasadas las 24 horas se sacaron las muestras del horno y se las pesó para procesar los datos y finalmente se obtuvo la curva Densidad Óptima vs Porcentaje de Humedad. Esta curva permitió determinar la cantidad de agua óptima que debió agregarse a cada adobe.

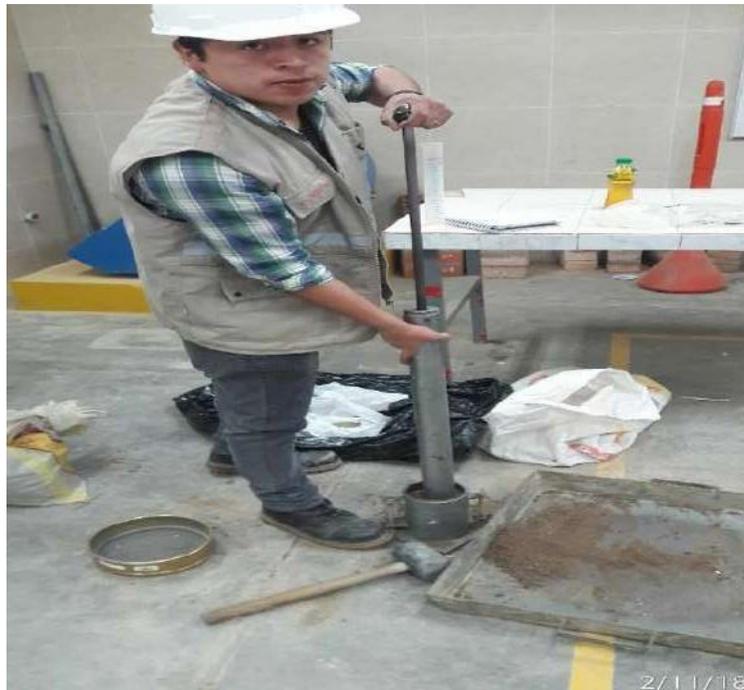
Para hallar la “humedad óptima (Dh)” del suelo se utiliza la siguiente expresión:

$$D_s = \frac{P_a \cdot a_{\text{ú}}}{100} \dots \text{Ecuación 7. Humedad óptima.}$$

Y para hallar la “densidad seca máxima Proctor Modificado (Ds)” del utilizamos:

$$D_s = \frac{P_a \cdot a_{\text{ú}}}{(1 + \frac{P_a \cdot a_{\text{ú}}}{100})} \dots \text{Ecuación 8.}$$

Densidad seca,



*Figura 11.* Realizando el ensayo de proctor modificado.

### **2.6.5. Procesos y pasos para la obtención del adobe.**

#### **Fabricación de adobes.**

En el lugar se contó con las condiciones necesarias para el proceso de elaboración de los adobes compactados, tales como un amplio espacio, piso uniforme y techo, este último para que protegiese a los adobes de las lluvias con lo cual se aseguró un correcto proceso de secado.

El lugar donde se fabricaron los adobes está ubicado en:

Departamento: Cajamarca

Provincia: Cajamarca

Distrito: Baños del Inca

Centro poblado: Agopampa Bajo.

Coordenadas UTM WGS-84: 772419.84 E; 9208837.51 E

### **Tamizado**

Una vez que se tuvo el material se procedió a tamizarlo mediante la malla N°4 evitando con esto que nuestro material contenga piedras o elementos que afecten la elaboración del adobe compactado.



*Figura 12.* Tamizado del material para elaboración de los bloques de tierra.

### **Dosificación de agua**

Se calculó la cantidad de agua, según el ensayo de proctor modificado, para cada porcentaje de aditivo (aceite de linaza).

### **Dosificación de aceite de linaza**

Como primer paso se pesó el material suficiente para cada adobe (10.50kg) y se colocó en bolsas. Para cada una de las bolsas que contenían el material, se determinó el porcentaje de aceite de linaza propuesto (1%,1.5% y 2%) en proporción al peso del material que se emplea en cada adobe compactado.



*Figura 13.* Dosificación de aceite de linaza para cada muestra.



*Figura 14.* Mezclado de suelo, agua y aceite de linaza.

### **Prensado y obtención del adobe compactado**

Se coloca material en el molde y se recomienda que este sobresalga unos centímetros para obtener un mayor grado de compactación. Seguidamente se

coloca la tapa y por último el tubo, este servirá de palanca de cuyo extremo se procede a hacer presión hacia abajo, logrando así que el material se compacte y obteniendo el bloque de adobe compactado.



*Figura 15.* Prensado del material para elaboración del bloque de tierra.



*Figura 16.* Obtención del adobe compactado.

### **Acopio**

Luego de la obtención de los bloques los adobes se colocaron en filas y organizados según los porcentajes de aditivo (aceite de linaza) en una superficie plana, limpia y seca.



*Figura 17.* Acopio de los adobes compactados.

### **Secado**

Los adobes completaron los 28 días de secado, después de la primera semana se procedió a voltearlos para logara un mejor secado.



*Figure 18.* Adobes en proceso de secados.

## **2.6.6. Determinación de las propiedades mecánicas y físicas de los especímenes.**

### **Ensayo de Resistencia a Compresión**

Este ensayo se basó en la Norma Técnica Peruana (NTP. 399.613, 2003)

Las muestras se ensayaron utilizando la prensa hidráulica la cual se encuentra en el laboratorio de Concreto de la Universidad Privada del Norte - Sede Cajamarca.

La cantidad de especímenes que se ensayaron fue:

- 8 adobes con 0% de adición de aceite de linaza.
- 8 adobes con 1.0% de adición de aceite de linaza.
- 8 adobes con 1.5% de adición de aceite de linaza.
- 8 adobes con 2.0% de adición de aceite de linaza.

### **Ensayo de Absorción de Agua**

Para este ensayo nos basamos en la Norma Técnica Peruana (NTP. 399.613, 2003)

Los especímenes fueron sumergidos totalmente en una tina correspondiente para este ensayo. (Tina para curado de especímenes de la Universidad Privada del Norte - Sede Cajamarca).

La cantidad de especímenes que se ensayaron fue:

- 6 adobes con 0% de adición de aceite de linaza.
- 6 adobes con 1.0% de adición de aceite de linaza.
- 6 adobes con 1.5% de adición de aceite de linaza.
- 6 adobes con 2.0% de adición de aceite de linaza.

## 2.7. Aspectos éticos

Para que esta investigación sea fiable, demostrable y repetible se han determinado criterios de importancia como:

- ✓ Las confiabilidades de los resultados obtenidos a través de los ensayos realizados en laboratorio. Los mismos que fueron verificados y validados por el técnico laboratorista y aprobación de datos por el asesor.
- ✓ Se utilizaron software en versión estudiante como Word y Excel, mediante los cuales se lograron la creación de tablas y cuadros estadísticos.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Contenido de humedad

Tabla 5

*Determinación de la humedad del suelo*

C1	Contenido de humedad			
	unidad	E1	E2	E3
W (%)	%	11.59	11.72	11.87
W(%) promedio	%	11.73		

El contenido de humedad W (%) promedio que se obtuvo fue de 11.73 %.

### 3.2. Límites de atterberg

#### 3.2.1. Límite líquido

Tabla 6

*Límite de consistencia*

Tara Número	Límite líquido			
	Unidades	1	2	3
W(%) promedio	%	35.00	26.67	18.31
Número de Golpes	Golp.	15	24	31



Se obtuvo el límite líquido, el cual tiene un valor de 24.5%.

### 3.2.2. Limite plástico

Tabla 7

*Determinación del límite plástico*

<b>Limite plástico</b>				
Tara Número	Unidades	E1	E2	E3
W (%)	%	13.58	24.10	14.46
W(%) promedio	%	17.4		

En este ensayo se determinó que el suelo presentaba un índice plástico de 17.4 %.

### 3.2.3. Índice de plasticidad

Tabla 8

*Determinación del índice de plasticidad*

Limite liquido	Limite plástico	Índice de plasticidad
24.5	17.4	7.1

El índice de plasticidad obtenido tiene un valor de 7.1

### 3.3. Análisis granulométrico por lavado

De este ensayo se obtuvieron los siguientes datos:

El Porcentaje de material que pasa la malla N° 4 es igual a 100%

Más del 12% del material pasa la malla N° 200, cuyo valor es 43.80%

Según esto, podemos decir que este suelo es adecuado y pertinente para la elaboración de adobes, puesto que según la norma técnica E.080, la gradación del material que se planea utilizar para la elaboración de los adobes tendrá que ajustarse a los siguientes rangos: arcilla 10-20%, limo 15-15% y arena 55-70% y no se deberá utilizar de ningún modo suelos orgánicos.

Tabla 9

*Análisis granulométrico del suelo*

Análisis granulométrico (muestra = 500 gr)					
N°	Abertura de tamiz(mm)	PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA
N°4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N°10	2.00	0.90	0.18	0.18	99.82
N°20	0.84	4.50	0.90	1.08	98.92
N°30	0.59	7.70	1.54	2.62	97.38
N°40	0.42	25.30	5.06	7.68	92.32
N°60	0.25	153.20	30.64	38.32	61.68
N°100	0.15	55.90	11.18	49.50	50.50
N°200	0.074	33.50	6.70	56.20	43.80
Perdida	Lavado	219.00	43.80	100.00	0.00
Total		500.00			

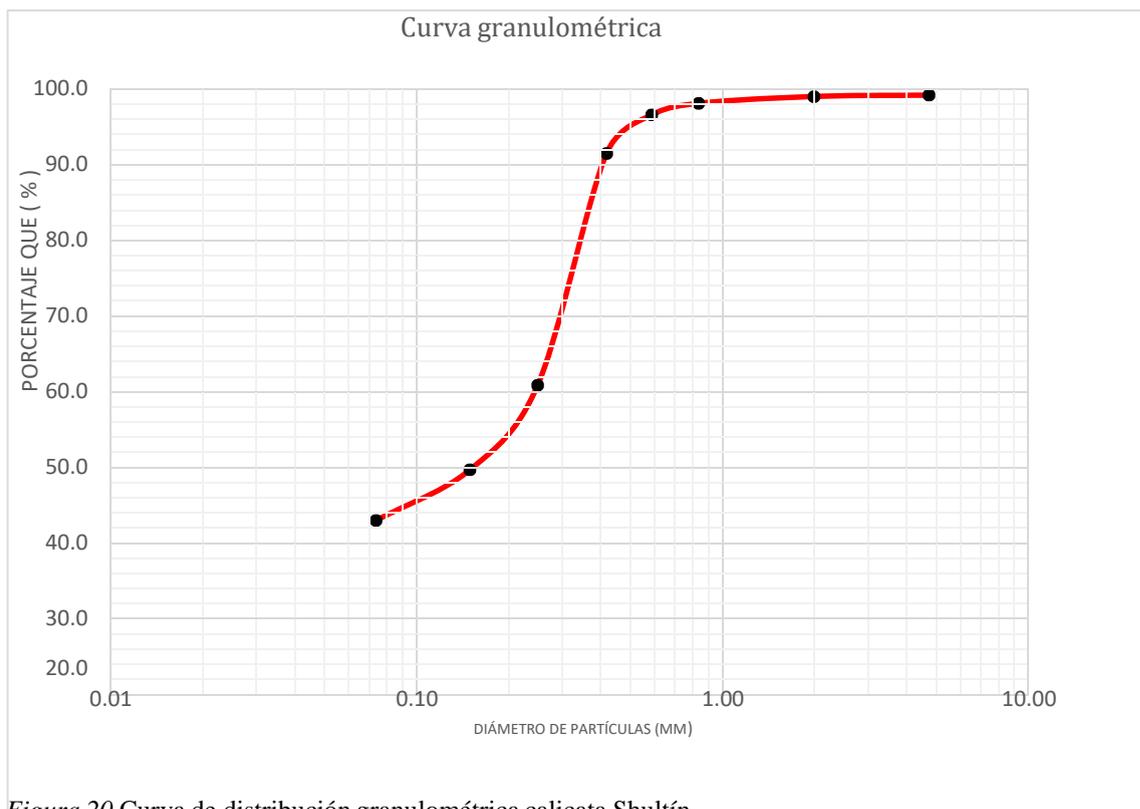


Figura 20. Curva de distribución granulométrica calicata Shultín.

### 3.4. Análisis granulométrico median sifonaje

Tabla 10

*Análisis granulométrico del suelo por sifonaje*

Nº	Abertura de tamiz (mm)	PRP(gr)	%RP	%RA	% Que pasa
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº40	0.42	12.45	12.45	12.45	87.55
Nº200	0.08	41.40	41.40	53.85	46.15
Limo	0.002	11.40	11.40	65.25	34.75
Arcilla	0.0002	34.75	34.75	100.00	0.00
Total		100.00	100.00		

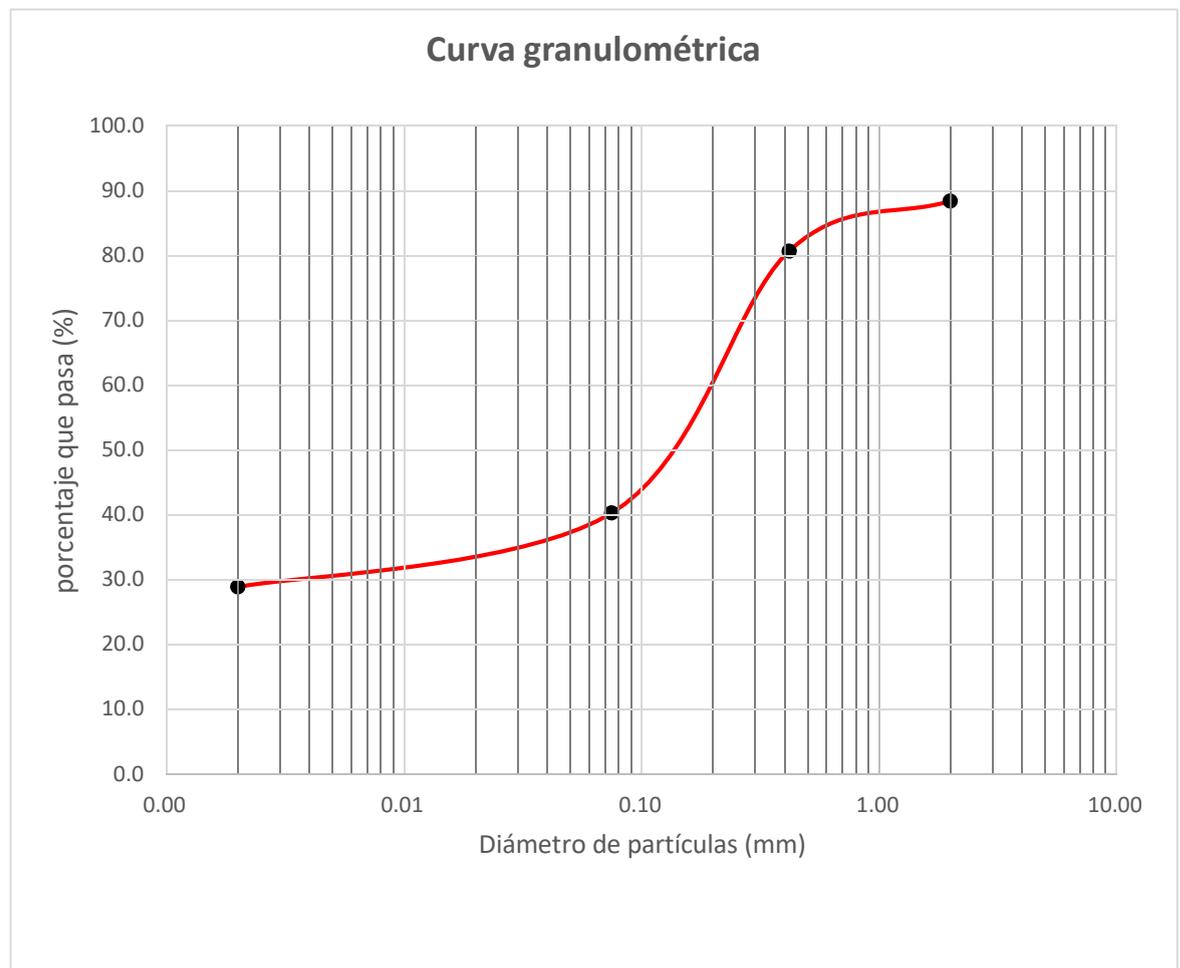


Figura 21. Curva de distribución granulométrica (sifonaje) - calicata Shultín.

### 3.5. Proctor Modificado

En este ensayo para encontrar el contenido óptimo de humedad y así lograr obtener el óptimo grado de compactación, se realizó el ensayo de Proctor Modificado (Método A) según la norma ASTM D-1557.91.

#### 3.5.1. Proctor modificado para la muestra patrón, sin aceite de lianza

Tabla 11

*Proctor modificado muestra patrón.*

MOLDE N°	1		2		3		4	
W (%)	7.86	7.49	9.05	9.29	11.53	11.56	13.31	13.41
W prom (%)	7.67		9.17		11.55		13.36	
Ds (gr/cm <sup>3</sup> )	1.96		1.98		1.97		1.95	

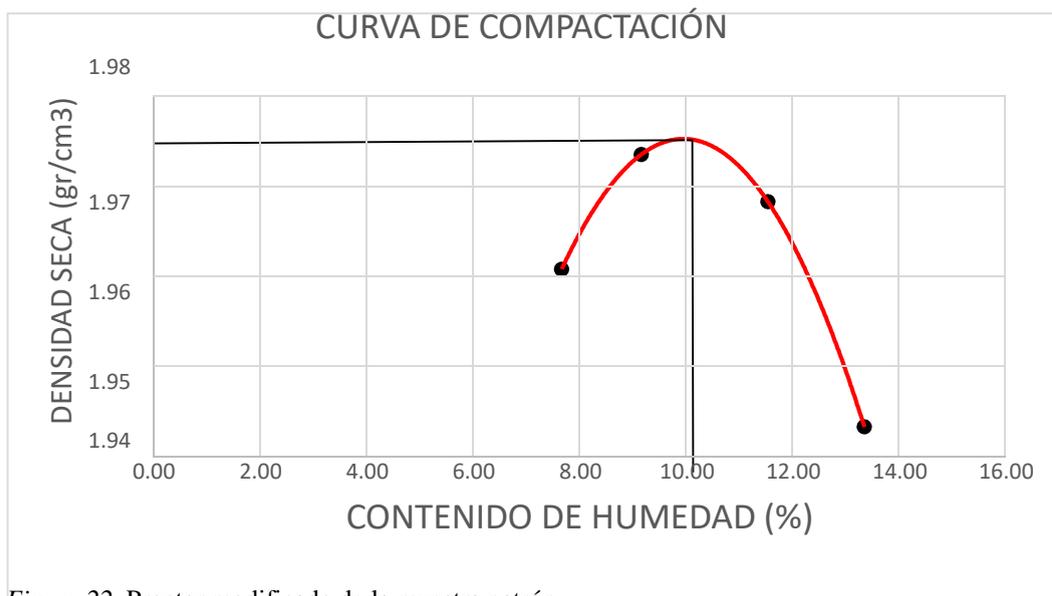


Figura 22. Proctor modificado de la muestra patrón.

Densidad máxima obtenida es igual a 1.977 gr/cm<sup>3</sup>

Contenido de humedad óptimo es de 10.1%

### 3.5.2. Proctor modificado para la muestra de suelo con 1% de aceite de linaza

Tabla 12

*Proctor modificado muestra al 1% de aceite linaza.*

MOLDE N°	1		2		3		4	
W (%)	13.65	13.55	15.88	16.22	17.65	17.76	19.78	19.09
W prom (%)	13.60		16.05		17.70		19.43	
Ds (gr/cm <sup>3</sup> )	1.72		1.77		1.77		1.74	

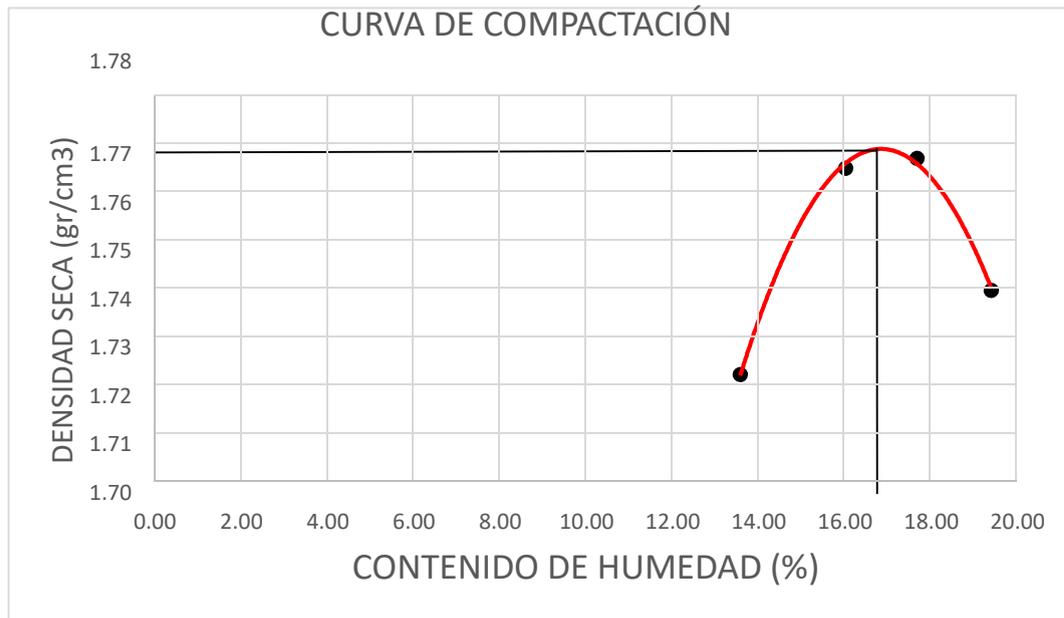


Figura 23. Proctor modificado de la muestra con adición de 1% de aceite de linaza.

Densidad máxima obtenida es igual a 1.77 gr/cm<sup>3</sup>.

Contenido de humedad óptimo es de 16.4%.

### 3.5.3. Proctor modificado para la muestra de suelo con 1.5% de aceite de linaza

Tabla 13

*Proctor modificado muestra al 1.5% de aceite de linaza.*

MOLDE N°	1		2		3		4	
W (%)	10.79	10.97	12.59	12.47	14.36	14.40	15.80	15.74
W prom (%)	10.88		12.53		14.38		15.77	
Ds (gr/cm <sup>3</sup> )	1.72		1.77		1.82		1.81	

Grafico 1. Proctor modificado de muestra con adición de 1.5% de aceite de linaza.

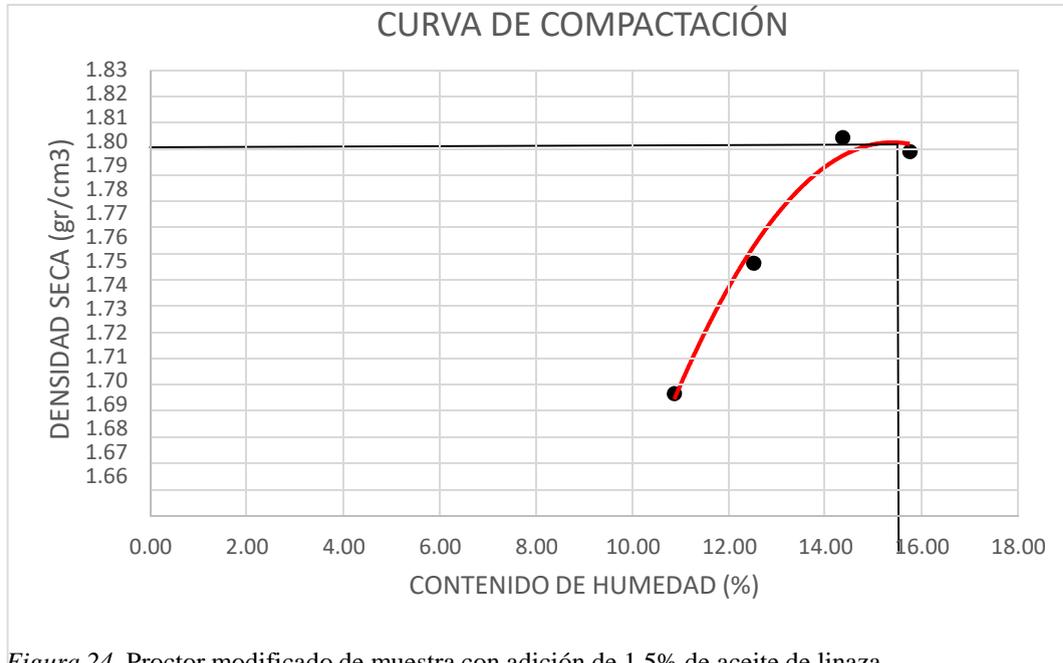


Figura 24. Proctor modificado de muestra con adición de 1.5% de aceite de linaza.

Densidad máxima obtenida es igual a 1.81 gr/cm<sup>3</sup>.

Contenido de humedad optimo es de 14.8%.

### 3.5.4. Proctor modificado para la muestra de suelo con 2.0% de aceite de linaza

Tabla 14

*Proctor modificado muestra al 2.0% de aceite de linaza.*

MOLDE N°	1	2	3	4				
W (%)	8.91	8.95	11.26	10.35	12.77	13.02	15.36	14.75
W prom (%)	8.93	10.81	12.89	15.06				
Ds (gr/cm <sup>3</sup> )	1.80	1.84	1.88	1.88				

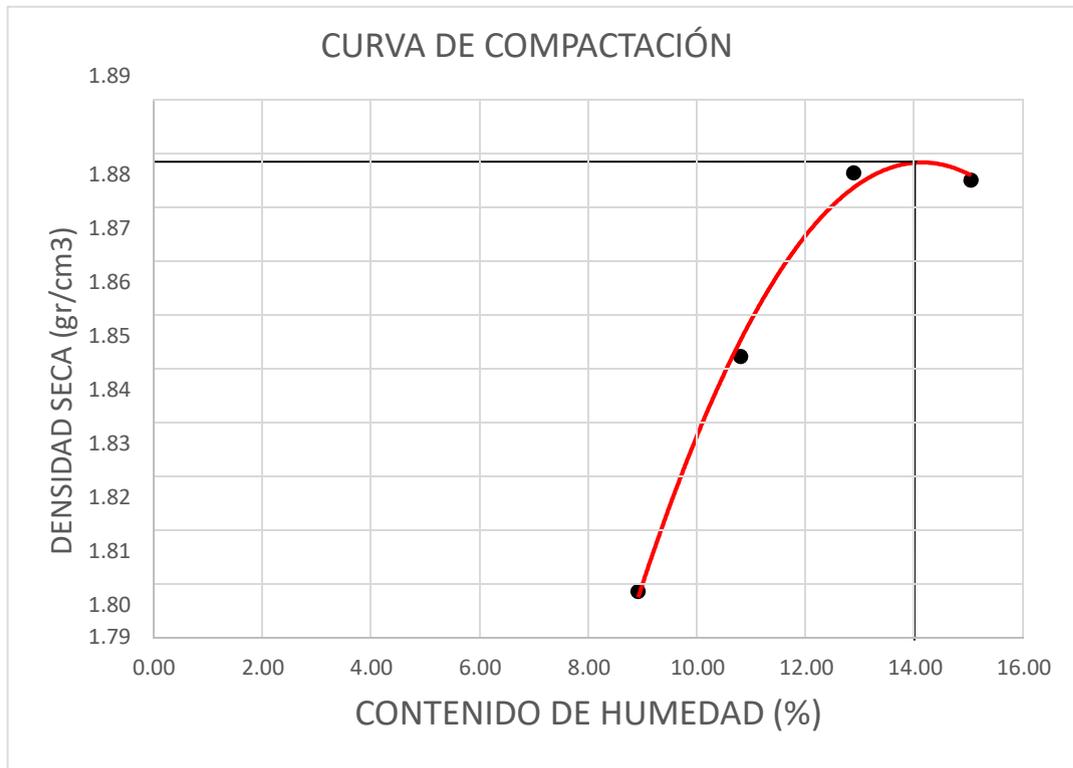


Figura 25. Proctor modificado de muestra con adición de 2% de aceite de linaza.

Densidad máxima obtenida es igual a 1.88 gr/cm<sup>3</sup>.  
 Contenido de humedad óptimo es de 14.0%.

Tabla 15

Resumen general de los resultados del ensayo de proctor modificado.

	0% de aditivo	1% de aditivo	1.5% de aditivo	2% de aditivo
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.975	1.77	1.81	1.88
contenido de humedad óptimo (%)	10.1	16.4	14.8	14

### 3.6. Resultados de los ensayos a los bloques de tierra.

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

Tabla 16

*Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 0% adición de aceite de linaza.*

Muestra	Carga Máxima (Kg)	Deformación Máxima(mm)	Esfuerzo Máximo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	5139.00	2.71	23.14
2	5182.00	3.45	23.33
3	5532.00	4.88	24.81
4	5578.00	3.37	25.42
5	5345.00	4.98	24.07
6	5623.00	3.85	26.10
7	5078.00	3.36	23.70
8	5210.00	2.85	23.61
<b>Promedio</b>	<b>5335.88</b>	<b>3.68</b>	<b>24.27</b>

Desviación estándar = 1.06

Coefficiente de variación = 0.044

$f_b = 22.54 \text{ Kg/cm}^2$ .

Tabla 17

*Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 1.0% adición de aceite de linaza.*

Muestra	Carga Máxima (Kg)	Deformación Máxima(mm)	Esfuerzo Máximo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	5911.00	4.59	26.34
2	6445.00	4.24	29.49
3	5945.00	5.09	26.92
4	6448.00	5.34	29.37
5	5891.00	4.33	26.91
6	5468.00	3.47	25.23
7	5947.00	5.23	27.25
8	5967.00	4.99	27.29
<b>PROMEDIO</b>	<b>6002.75</b>	<b>4.66</b>	<b>27.35</b>

Desviación estándar = 1.44

Coefficiente de variación = 0.053

$f_b = 25.91 \text{ Kg/cm}^2$

Tabla 18

*Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 1.5% de adición de aceite de linaza.*

Muestra	Carga Máxima (Kg)	Deformación Máxima(mm)	Esfuerzo Máximo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	6245.00	4.82	29.32
2	6155.00	5.35	28.24
3	5645.00	4.19	26.61
4	6539.00	5.03	30.00
5	6198.00	5.25	28.13
6	6467.00	4.10	29.28
7	6284.00	4.87	27.60
8	6573.00	4.78	29.62
<b>Promedio</b>	<b>6263.25</b>	<b>4.80</b>	<b>28.60</b>

Desviación estándar = 1.15

Coefficiente de variación = 0.040

fb = 27.45 Kg/cm<sup>2</sup>

Tabla 19

*Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 2.0% adición de aceite de linaza.*

Muestra	Carga Máxima (Kg)	Deformación Máxima(mm)	Esfuerzo Máximo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	6031.00	5.01	27.22
2	5987.00	4.94	26.96
3	6029.00	5.03	26.83
4	5989.00	4.92	27.85
5	6256.00	5.03	28.03
6	4839.00	3.97	27.70
7	6411.00	5.36	28.21
8	5923.00	4.38	26.38
<b>Promedio</b>	<b>5933.13</b>	<b>4.83</b>	<b>27.40</b>

Desviación estándar = 0.65

Coefficiente de variación = 0.024

fb = 26.75 Kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 20

*Resumen general de la resistencia a la compresión.*

Adobe	F'b (kg/cm <sup>2</sup> )
0 % de adición de aceite de linaza	22.54
1.0 % de adición de aceite de linaza	25.91
1.5 % de adición de aceite de linaza	27.45
2.0 % de adición de aceite de linaza	26.75

Desviación estándar = 2.17

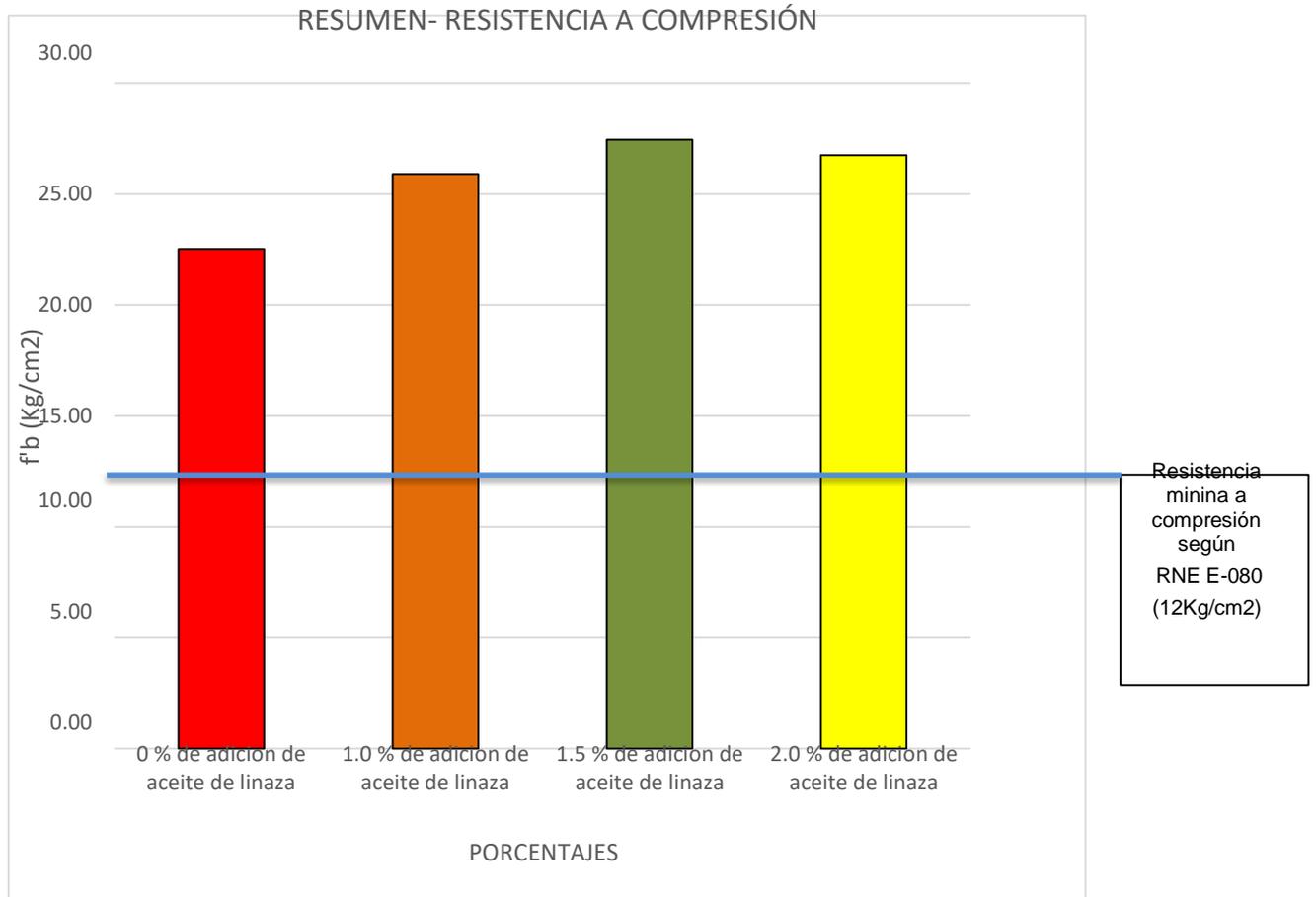


Figura 26. Resumen general de la resistencia a la compresión.

Como se puede apreciar en el gráfico 8, todas las muestras de adobe superaron la resistencia mínima de compresión de 12 Kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando un mayor valor, las muestras con 1.5% de aceite de linaza, que en comparación con las muestras patrón, estas fueron superadas, hasta con un 21.8%.

### 3.6.2. Resultados de la prueba de absorción

Tabla 21.

*Bloques de Adobe Compactado con 0% adición de aceite de linaza.*

<b>Adobe compactado</b>	<b>% Observación</b>
adición de 0% de aceite de linaza	Los adobes empezaron a deformarse a las 7 horas, y llegando a las 24 horas completamente desechos

Tabla 22

*Porcentaje de Absorción promedio de los bloques de Adobe Compactado con 1.0% adición de aceite de linaza.*

<b>Adobe compactado</b>	<b>% Absorción</b>
adición de 1.0 % de aceite de linaza	14.976

Desviación estándar =1.62

Coefficiente de variación = 0.108

Tabla 23

*Porcentaje de Absorción promedio de los bloques de Adobe Compactado con 1.5% adición de aceite de linaza.*

<b>Adobe compactado</b>	<b>% Absorción</b>
adición de 1.5% de aceite de linaza	10.625

Desviación estándar =1.18

Coefficiente de variación = 0.111

Tabla 24

*Porcentaje de Absorción promedio de los bloques de Adobe Compactado con 2.0% adición de aceite de linaza.*

<b>Adobe compactado</b>	<b>% Absorción</b>
adición de 2.0% de aceite de linaza	10.334

Desviación estándar =1.52

Coefficiente de variación = 0.147

Tabla 25

*Resumen de porcentaje de Absorción promedio de los bloques de Adobe Compactado.*

<b>Adobe compactado</b>	<b>% Absorción</b>
adición de 0% de aceite de linaza	No paso la prueba
adición de 1.0% de aceite de linaza	14.976
adición de 1.5% de aceite de linaza	10.625
adición de 2.0% de aceite de linaza	10.334

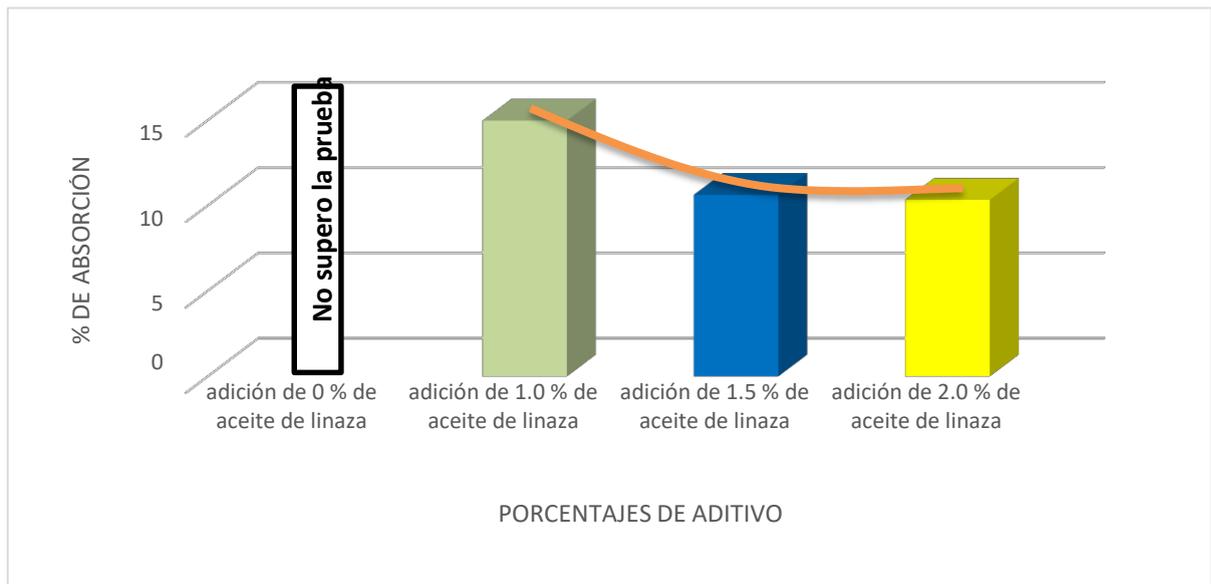


Figura 27. Porcentaje de absorción de los adobes compactados según % adición de aceite de linaza.

Como se puede apreciar en el gráfico 9, todas las muestras con aditivo superaron las pruebas, el mejor resultado se logró con la adición de 2% de aceite de linaza, con el cual se obtuvo un porcentaje de absorción de 10.33%, por el contrario, el adobe patrón (0% aditivo) no superó la prueba.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Limitaciones

- ✓ Una de las limitaciones que se tuvo en esta investigación fue la poca existencia de estudios referidas al uso de aceites vegetales (como es el aceite de linaza) en la elaboración adobes pues la gran mayoría los utilizan directamente en enlucidos y protección de pisos de tierra.
- ✓ Otra limitación importante que se tuvo fue la selección de la cantera; cuyo material cumpla con los requerimientos básicos especificados en la norma técnica E-080, siendo uno de los más fundamentales la gradación de suelo, por tal motivo se tuvieron que analizar muestras de 4 canteras, siendo la única que cumplió los requerimientos, la cantera Shultín-Santa Bárbara, sin embargo el porcentaje de finos no cumple los requerimientos mínimos de norma pero se optó por utilizarla para determinar el comportamiento con el estabilizante.

### 4.2 Discusiones

- ✓ En la tabla 5, se muestra el contenido de humedad del suelo W (%) promedio obtenido de las muestras, el cual fue de 11.73%.
- ✓ La tabla 8, nos muestra la determinación de índice de plasticidad con un valor de 7.1%, este valor se obtuvo de la diferencia del valor del límite líquido, el cual fue 24.5% y del valor del límite plástico, el cual fue de 17.4%.
- ✓ Según el análisis granulométrico mostrado en la tabla 9, se observa que más del 50% del suelo es retenido en la malla N° 200, por lo que podemos decir que es un suelo de grano grueso, también como el 100 % del material pasa por el tamiz N° 4 podemos clasificar al suelo dentro del rango de las arenas, siendo el mínimo el 50%,

con estos datos y con el Índice de Plasticidad mayor a 7, clasificamos según SUCS al suelo como: SC: Arena arcillosa, mezcla arena arcillosa.

- La tabla 10, nos muestra los resultados de análisis granulométrico por sifonaje, de este ensayo podemos determinar que, de una muestra de 100 gr, el porcentaje de la muestra seca que queda después de realizar el sifonaje es igual a 65.25 gr, tales resultados indican que un 65.25% es arena y un 34.75% están comprendidas entre arcillas y limos.
- En la tabla 15, se muestra el resumen de los resultados de los ensayos de proctor modificado, en los cuales se obtuvo para la muestra con 0% de aditivo, una densidad máxima de 1.975 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido óptimo de 10.1 %, para la muestra con 1% de aditivo, una densidad máxima de 1.77 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido óptimo de 16.40 %, para la muestra con 1.5% de aditivo, una densidad máxima de 1.81 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido óptimo de 14.80 % y para la muestra con 2.0% de aditivo, una densidad máxima de 1.88 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido óptimo de 14.0%.
- En la Tabla 20, se muestra el resumen de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los adobes compactados patrón y de los adobes con adición de aceite de linaza en 1.0%, 1.5% y 2%, los valores de las muestras patrón varían entre 23.14 kg/cm<sup>2</sup> y 26.10 kg/cm<sup>2</sup>, con un valor promedio de 24.27 kg/cm<sup>2</sup> y una desviación estándar de 1.06; para los adobes compactados con adición de 1.0% de aceite de linaza, sus resistencias varían entre 25.23 kg/cm<sup>2</sup> y 29.49 kg/cm<sup>2</sup>, con un valor promedio de 27.35 kg/cm<sup>2</sup> y una desviación estándar de 1.44; para los adobes compactados con adición de 1.5% de aceite de linaza, los valores de resistencia a la compresión se encuentran en el rango de 26.61 kg/cm<sup>2</sup> y 30.00 kg/cm<sup>2</sup>, obteniéndose un promedio de 28.60 kg/cm<sup>2</sup> y una desviación estándar de 1.15; para

los adobes compactados con adición de 2.0% de aceite de linaza, sus valores de resistencias a la compresión oscilan entre 26.38 kg/cm<sup>2</sup> y 28.21 kg/cm<sup>2</sup>, con un valor promedio de 27.40 kg/cm<sup>2</sup> y su desviación estándar es de 0.65.

- En la Tabla 25, se muestra el resumen de los resultados de los porcentajes de absorción del adobe compactado patrón y de los adobes con adición de aceite de linaza en 1.0%, 1.5% y 2%; los adobes patrón no lograron superar la prueba, mientras que para los adobes con 1 % de aceite de linaza se obtuvo un porcentaje de absorción promedio de 14.98% y una desviación estándar de 1.62; para los adobes compactados con 1.5% se obtuvo un porcentaje de absorción promedio de 10.63% y una desviación estándar de 1.18 y para los adobes con adición de 2.0% de aceite de linaza se obtuvo un porcentaje de absorción promedio de 10.33% y una desviación estándar de 1.52.
- En la investigación de Ríos (2010) “Efecto de la adición de látex y jabón en la resistencia mecánica y absorción de adobe compactado “los resultados obtenidos muestran que la adición de 1% de jabón en combinación con 3% de látex tuvieron como mejor resultado, en cuanto a la resistencia a compresión, con un valor de 16.62 kg/cm<sup>2</sup>, lo que significa un aumento de hasta 44.94% con respecto a la muestra patrón, con la que se obtuvo un valor de 11.42 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado, en cuanto al ensayo de absorción la muestra patrón no superó la prueba. Así también, si comparamos estos valores con los de esta investigación, donde se hizo uso de aceite de linaza como estabilizante, tenemos que el mejor valor, en cuanto a resistencia a la compresión, se obtuvo con la adición de 1.5% de aditivo, con la que se logró un valor de 27.45 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual representa un aumento de 21.78% con respecto a la muestra patrón, con la que se obtuvo un valor de 22.54 kg/cm<sup>2</sup>,

en cuanto al ensayo de absorción se logró el mejor resultado con la adición 2% de aditivo, con una valor de 10.33%, por otra lado la muestra patrón no superó la prueba. Con estos datos podemos decir que la investigación de Ríos (2010) tuvo mejores resultados utilizando látex y jabón.

- Benites (2017) en su investigación “Adobe estabilizado con extracto de cabuya (*furcraea andina*)” en donde utilizó extracto de cabuya como estabilizante para el adobe compactado, obtuvo una mejora de la resistencia a la compresión de 9.6% en comparación a su muestra referencial, mientras que en esta investigación se obtuvo una mejoría máxima de 21.8% en comparación con la muestra patrón. Según este análisis vemos que el aceite de linaza tuvo mejores resultados como estabilizante en comparación al extracto de cabuya.
- Pallma (2017) en su tesis “Impermeabilidad de BTC en climas lluvioso en el anexo de Cochas Grande” en su investigación usó el aceite de linaza como impermeabilizante superficial del adobe, en donde este fue sometido a una prueba de erosión mediante la simulación de precipitación, posteriormente con estos bloques se realizó el ensayo de absorción, obteniendo para el bloque impermeabilizado superficialmente con aceite de linaza un porcentaje de absorción de 2.70% y para el bloque sin impermeabilizar un porcentaje de absorción de 13.56%, obteniéndose una mejora del 80%, así también en esta investigación el mejor resultado para dicho ensayo fue de 10.33% con la adición de 2% de aceite de linaza en cambio las muestras patrón no superaron la prueba. Esto muestra que la impermeabilización superficial del adobe con aceite de linaza tiene un efecto positivo en la propiedad de absorción del adobe compactado, inclusive más que

con la adición de este aditivo al material mismo con el que se elabora los adobes, así como se hizo en esta investigación.

- ✓ Rodríguez (2016) en su investigación “Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna - Cajamarca” en la cual utiliza adición de goma de tuna para la elaboración de sus bloques de tierra, tiene un aumento máximo de su resistencia a la compresión de 43% en comparación con la muestra patrón, lo cual supera a las mejoras obtenidas en esta investigación donde se obtuvo un máximo valor de 21.8%. también en lo que respecta a porcentaje de absorción cuyas muestras patrón y los adobes con 15% de adición de goma de tuna no superaron la prueba de absorción, mientras que en esta investigación todas las muestras con aditivo superaron la prueba no en cambio las muestras patrón.

### **4.3 Recomendaciones**

- ✓ Se sugiere al Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento contemplar dentro de la norma E.080 de adobe, la utilización del aceite de linaza u otros aditivos que mejoren las propiedades del adobe compactado frente a los efectos negativos de las lluvias.
- ✓ Se recomienda que a través de los gobiernos locales y regionales se capacite a la población de las zonas rurales, que hacen uso de la construcción con tierra, para que utilicen aditivos o estabilizantes, así como por ejemplo el aceite de linaza, con el fin de mejorar las propiedades físico-mecánicas de los bloques de tierra y de los enlucidos utilizados en las viviendas, en los lugares considerados más vulnerables debido a las lluvias.

- Se recomienda para futuras investigaciones complementar el estudio del adobe compactado con aceite de linaza más la adición de fibras, ya sea vegetales o artificiales, con el fin de controlar las fisuras por contracción en el proceso de secado, así como también para estudiar el efecto que tendría en la resistencia a la flexión y compresión del bloque de tierra compactado.

#### 4.4 Conclusiones

- En cuanto a la hipótesis se cumplió totalmente, al alcanzar un incremento en la resistencia a la compresión de más del 10% y en cuanto a la absorción se tuvo una reducción de 29.05% si se compara los adobes con adición 1.5% de aceite de linaza y los adobes con 1% de aceite de linaza.
- Se determinó la mayor resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con la adición 1.5% de aditivo, cuyo valor fue 27.45 kg/cm<sup>2</sup>, así mismo con este porcentaje se logró superar el ensayo de absorción, al no desintegrarse la muestra, como fue en el caso del adobe patrón.
- Se determinó la resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 0%, 1%, 1.5%, 2% de adición de aceite de linaza, cuyos valores son: 22.54 kg/cm<sup>2</sup>, 25.91kg/cm<sup>2</sup>, 27.45kg y 26.75 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, y siendo estos valores en todos los casos mayores a lo que establece la Norma E.080 – Adobe, en donde se señala una resistencia mínima a compresión de 12 kg/cm<sup>2</sup>.
- En cuanto a los ensayos de absorción los adobes con aditivo en 1.0 %,1.5% y 2.0%, se obtuvieron porcentajes de 14.98%, 10.63% y 10.33% respectivamente, Por otro lado, los adobes patrón (sin aditivo) no lograron superar la prueba, haciéndose notable el efecto positivo de la adición de aceite de linaza en la propiedad de absorción de los bloques de tierra.

## REFERENCIAS

- 080, N. T. (2017). *Norma Técnica E-080*. Lima.
- Benites, V. Z. (2017). *"Adobe estabilizado con extracto de cabuya (Furcraea Andina)"*. Piura, PERU. Blondet, M., M, G. V., & Brzev, S. (2003). *Construcciones de Adobe:tutor*. Lima: Marjorie Greene, EERI. Calderón, J. C. (2018). *"Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho"*. cajamarca.
- Calderón, M. L. (2009). Los barnices, capa de protección. Significado y composición: resinas, oleorresinas y bálsamos. *Revista de Claseshistoria*, 3.
- Cambios, P. i. (2017). *Plan integral de reconstrucción con cambios*. Lima.
- Crespo, V. C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Mexico.
- Cuentas, V. I., & Venero, C. D. (2017). *"Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto."*. Cusco, Perú.
- De La Cruz Molina, R. F. (2012). *"Técnicas de protección en construcciones de adobe con utilización de materiales propios de la zona, ante la exposición de lluvias, en el distrito de Lircay"*. Huancavelica.
- Díaz, I. (2015). *La piel de la arquitectura de tierra, sustancias naturales al servicio de la restauración de superficies del patrimonio vernáculo edificado*. Las Palmas de Gran Canaria.
- Díaz, r. I. (2015). *La piel de la arquitectura de tierra Sustancias naturales al servicio de la restauración de superficies del patrimonio vernáculo edificado*. Las Palmas de Gran Granada.
- Fernandez, p. (2002). *Ivestigación cuantitativa y cualitativa*.
- Fernado, G. L. (2018). *Arquitectura en tierra:tecnología sostenible y reutilización patrimonial*. España.
- Instituto de Arte Americano, I. F. (2006). *Construcción con tierra*. Buenos Aires, Argentina.
- Navarro, G. A., & Abril, L. C. (2012). *Impermeabilización con aceite de linaza*. Bogota.
- Norma española UNE41410. (2008). *Norma española UNE41410*.
- Pallma, E. P. (2017). *Impermeabilidad de BTC en climas lluvioso en el anexo de Cochas Grande*. Huancayo, Lima.
- Puerta, K. Y. (2010). *"Propuesta de aditivos naturales y microfibras de papel"*. Lima.
- Reyes, O. O. (2001). *Empleo de aceites quemados para mejorar las propiedades mecánicas de bases y subbases granulares*. Ciencia e Ingeniería Neogranadina. Nueva Granada.
- Rios, P. E. (2010). *Efecto de la adición de latex y jabon en la resistencia mecanica y absorción de adobe*.
- Rodríguez, J. B. (2016). *"Resistencia a la compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna"*. Lima.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico.
- Sánchez, P. K. (2010). *Propuesta de aditivos naturales y microfibras de papel para reparar fisuras en muros de monumentos históricos de tierra*. .
- Torres, A. R. (2016). *"Las fibras naturales como refuerzo sísmico en la edificación de viviendas de adobe en la costa del departamento de Ica"*. Ica.
- Valverde, b. L. (2019). *Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz*. Chimbote.
- Vázquez Solórzano, M., Guzmán Freire, S., & Iñiguez Tinoco, M. (2014). *Comparación entre propiedades físicas y mecánicas de adobes tradicionales y BTC estabilizados químicamente*.

## ANEXOS

### Anexo N° 1. Panel fotográfico.



*Figura 28.* Lugar de extracción del material. (Santa Bárbara alta-Baños del inca).



*Figura 29.* Extracción del material para realizar ensayos de laboratorio.



Figura 30. Peso para ensayo de contenido de humedad.



Figura 31. Material para ensayo de sifonaje.



Figura 32. Peso del material utilizado para el ensayo de sifonaje.



Figura 33. Colocación de muestra en agitador mecánico.



Figura 34. Toma de datos del ensayo de granulometría por sifonaje.



Figura 35. Peso del molde para realización de ensayo de proctor modificado.



Figura 36. Peso de la muestra para el ensayo de proctor modificado.



Figura 37. Realización del ensayo proctor modificado sin aditivo (aceite de linaza).



Figura 38. Peso del molde con muestra para de ensayo de proctor modificado.



Figura 39. Peso de la muestra para determinación del contenido de humedad en el ensayo de proctor modificado.



Figura 40. Muestra de suelo con aceite de linaza para realización de ensayo de proctor.



Figura 41. Dosificación de aceite de linaza para realizar el ensayo de proctor modificado.

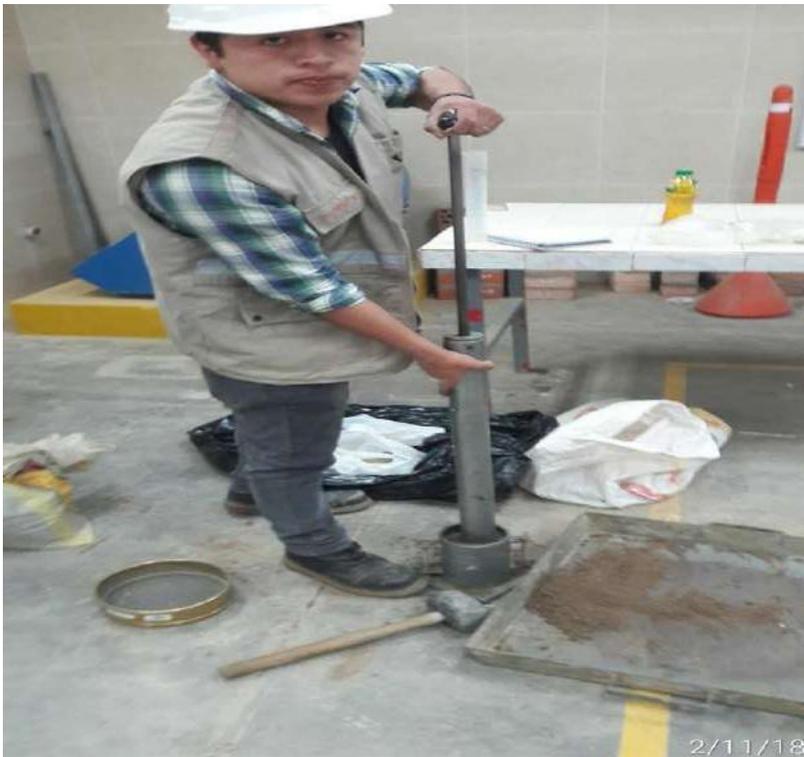


Figura 42. Realización del ensayo con aditivo (aceite de linaza).



Figura 43. Realización del ensayo con aditivo (aceite de linaza).



*Figura 44.* Mezclado de aceite de linaza con el material para elaboración del adobe.



*Figura 45.* Material para la elaboración de cada adobe.



*Figura 46.* Prensado del material de tierra en la maquina Cinva-ram.



*Figura 47.* Obtención del adobe compactado.



*Figura 48.* Secado de los adobes elaborados.



*Figura 49.* Adobes en proceso de secado.



*Figura 50.* Adobes a los 28 días de su elaboración.



*Figura 51.* Medición de los adobes compactados patron para ensayo de compresión.



Figura 52. Medición de los adobes compactados con aditivo para ensayo de compresión.



Figura 53. Ruptura de adobes en la máquina de compresión.



Figura 54. Toma de datos de ensayo de compresión para su posterior procesamiento



Figura 55. Pesado de muestras secas para ensayo de absorción.



Figura 56. Obtención de pesos de las muestras secas de cada porcentaje de aditivo para ensayo de absorción.



Figura 57. Adobe compactado en inmersión para ensayo de absorción.



Figura 58. Adobes de cada porcentaje de aditivo, sumergidos en agua para ensayo de absorción.



Figura 59. Adobe compactado sin aditivo, sumergido en agua durante 24 horas (no resiste al agua).



Figura 60. Adobes compactados con aditivo después de 24 horas sumergido (si resiste al agua).



Figura 61. *Peso de* adobe compactado con adición de aditivo, después de 24 horas sumergido (si resiste al agua).

## Anexo N° 02. Cálculos

### 1. Cálculos de ensayo a compresión de adobe estabilizado y compactado.

#### 1.1. Ensayo a compresión de la muestra patrón (sin aceite de linaza)

##### Muestra N° 01

Tabla 26

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 01 del bloque de adobe compactado.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.294	2.252	0.003
3	1000.000	0.394	4.503	0.004
4	1500.000	0.714	6.755	0.007
5	2000.000	1.204	9.006	0.012
6	2500.000	1.524	11.258	0.015
7	3000.000	1.714	13.509	0.017
8	3500.000	1.954	15.761	0.019
9	4000.000	2.214	18.012	0.022
10	4500.000	2.374	20.264	0.023
11	5000.000	2.564	22.515	0.025
12	5139.000	2.714	23.141	0.027

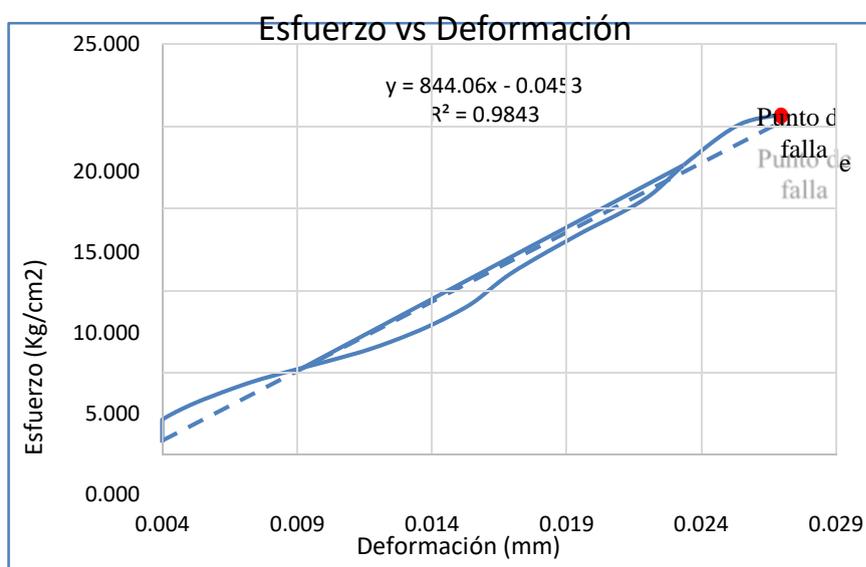


Figura 62. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra patrón 01 (sin adición de aceite de linaza)

## Muestra N° 02

Tabla 27

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 02 del bloque de adobe compactado.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0	0	0.00	0.000
2	500	0.16	2.25	0.002
3	1000	0.26	4.50	0.003
4	1500	0.58	6.75	0.006
5	2000	1.07	9.01	0.011
6	2500	1.39	11.26	0.014
7	3000	1.58	13.51	0.016
8	3500	1.82	15.76	0.018
9	4000	2.08	18.01	0.021
10	4500	2.24	20.26	0.022
11	5000	2.43	22.52	0.024
12	5182	3.45	23.33	0.034

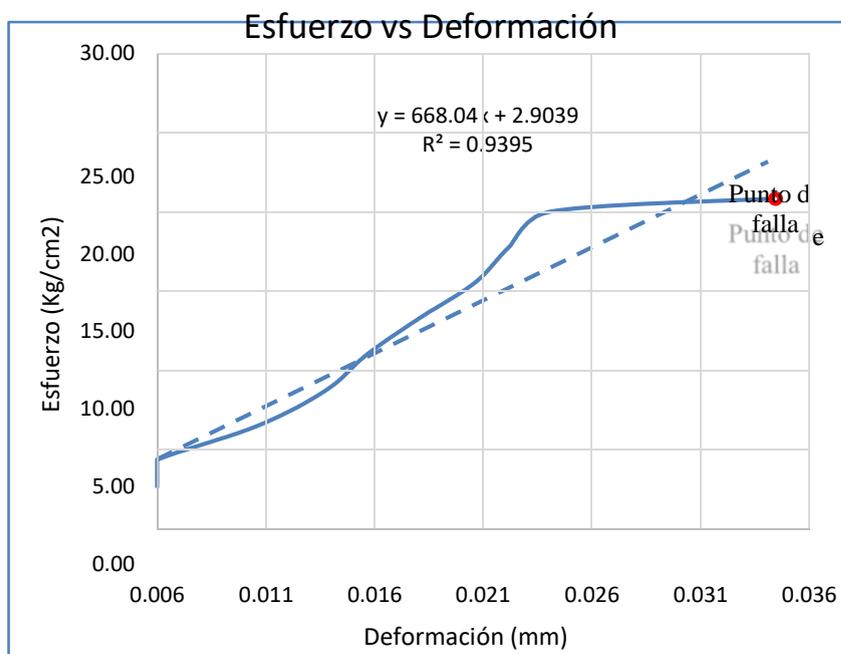


Figura 63. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra patrón 02 (sin adición de aceite de linaza)

### Muestra N° 03

Tabla 28

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 03 del bloque de adobe compactado.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.740	2.243	0.007
3	1000.000	1.190	4.485	0.012
4	1500.000	1.780	6.728	0.018
5	2000.000	2.090	8.971	0.021
6	2500.000	2.330	11.213	0.024
7	3000.000	2.680	13.456	0.027
8	3500.000	2.930	15.699	0.030
9	4000.000	3.230	17.941	0.033
10	4500.000	3.480	20.184	0.035
11	5000.000	3.880	22.427	0.039
12	5500.000	4.280	24.669	0.043
13	5532	4.88	24.813	0.049

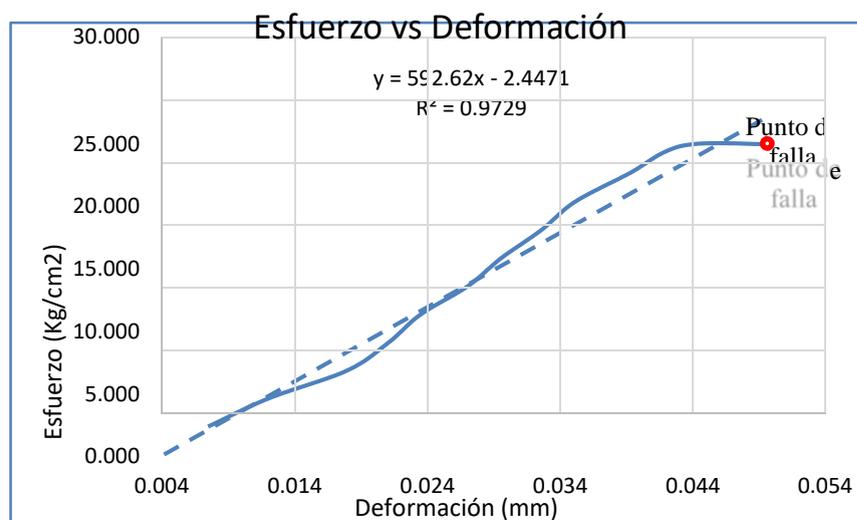


Figura 64. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra patrón 03 (sin adición de aceite de linaza)

### Muestra N° 04

Tabla 29

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 04 del bloque de adobe compactado.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.200	2.279	0.002
3	1000.000	0.300	4.558	0.003
4	1500.000	0.620	6.837	0.006
5	2000.000	1.110	9.116	0.011
6	2500.000	1.430	11.395	0.014
7	3000.000	1.620	13.674	0.016
8	3500.000	1.860	15.953	0.019
9	4000.000	2.120	18.232	0.021
10	4500.000	2.280	20.511	0.023
11	5000.000	2.470	22.790	0.025
12	5500.000	2.620	25.069	0.026
13	5578.000	3.850	25.425	0.039

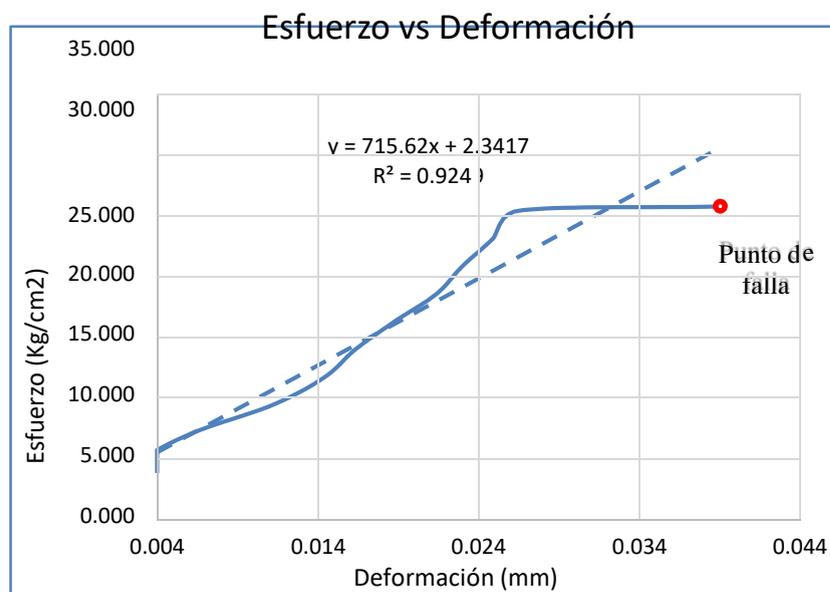


Figura 65. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra patrón 04 (sin adición de aceite de linaza)

### Muestra N° 05

Tabla 30

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 05 del bloque de adobe compactado.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.660	2.252	0.007
3	1000.000	1.110	4.503	0.011
4	1500.000	1.700	6.755	0.017
5	2000.000	2.010	9.006	0.020
6	2500.000	2.250	11.258	0.022
7	3000.000	2.600	13.509	0.026
8	3500.000	2.850	15.761	0.028
9	4000.000	3.150	18.012	0.031
10	4500.000	3.400	20.264	0.034
11	5000.000	3.800	22.515	0.038
12	5500.000	4.200	24.767	0.042
13	5505.000	4.980	24.789	0.049
14	5505	4.98	24.79	0.049

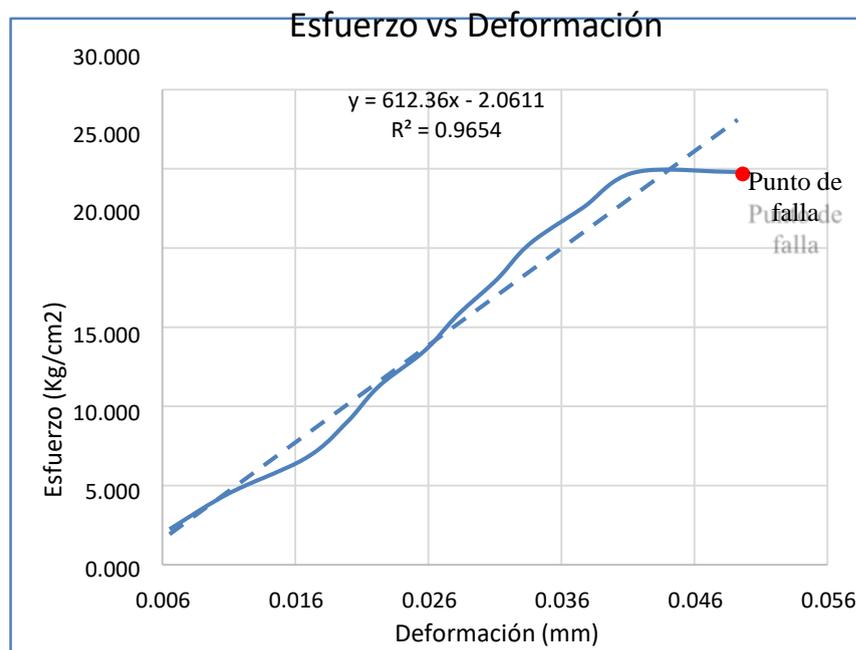


Figura 66. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra patrón 05 (sin adición de aceite de linaza)

### Muestra N° 06

Tabla 31

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 06 del bloque de adobe compactado.*

N°	Carga (Kg)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.200	2.321	0.002
3	1000.000	0.600	4.641	0.006
4	1500.000	0.900	6.962	0.009
5	2000.000	1.200	9.282	0.012
6	2500.000	1.400	11.603	0.014
7	3000.000	1.600	13.924	0.016
8	3500.000	1.800	16.244	0.018
9	4000.000	2.200	18.565	0.022
10	4500.000	2.420	20.886	0.024
11	5000.000	2.730	23.206	0.027
12	5500.000	3.050	25.527	0.030
13	5623.000	3.350	26.098	0.033

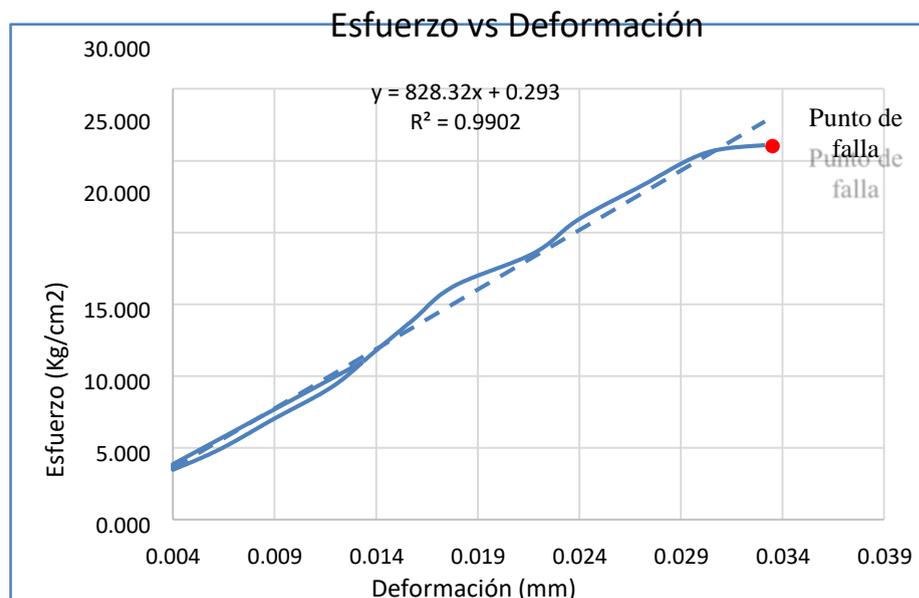


Figura 67. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra patrón 06 (sin adición de aceite de linaza)

### Muestra N° 07

Tabla 32

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 07 del bloque de adobe compactado.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0	0	0.00	0.000
2	500	0.4	2.33	0.004
3	1000	0.6	4.67	0.006
4	1500	0.98	7.00	0.009
5	2000	1.15	9.34	0.011
6	2500	1.41	11.67	0.013
7	3000	1.62	14.00	0.015
8	3500	1.84	16.34	0.017
9	4000	2.06	18.67	0.019
10	4500	2.25	21.00	0.021
11	5000	2.7	23.34	0.025
12	5500	3.05	25.67	0.029
13	5078	3.36	23.70	0.032

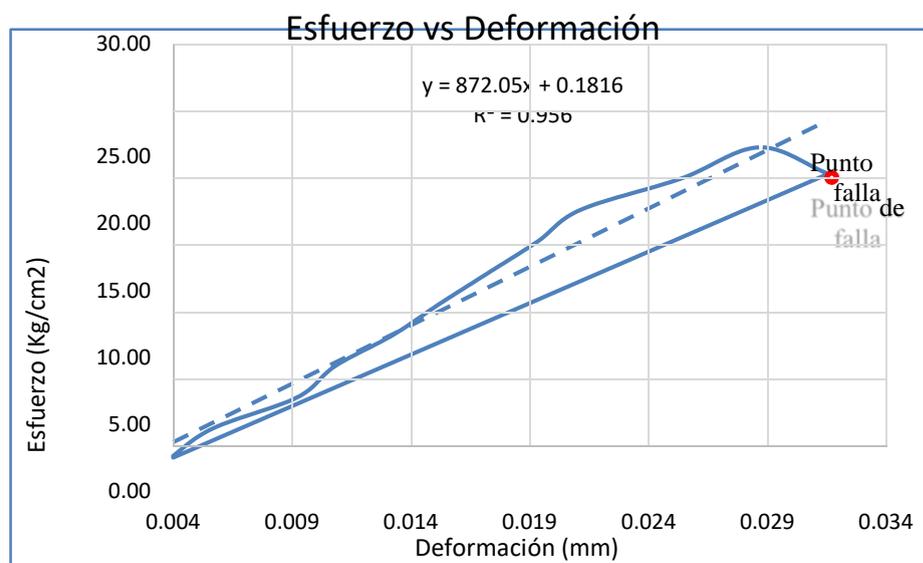


Figura 68. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra patrón 07 (sin adición de aceite de linaza)

### Muestra N° 08

**Tabla 33**

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 08 del bloque de adobe compactado.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(m n)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.400	2.266	0.004
3	1000.000	0.600	4.531	0.006
4	1500.000	0.980	6.797	0.010
5	2000.000	1.230	9.062	0.012
6	2500.000	1.400	11.328	0.014
7	3000.000	1.600	13.593	0.016
8	3500.000	1.800	15.859	0.018
9	4000.000	2.010	18.124	0.020
10	4500.000	2.150	20.390	0.021
11	5000.000	2.580	22.655	0.026
12	5210.000	2.850	23.607	0.028

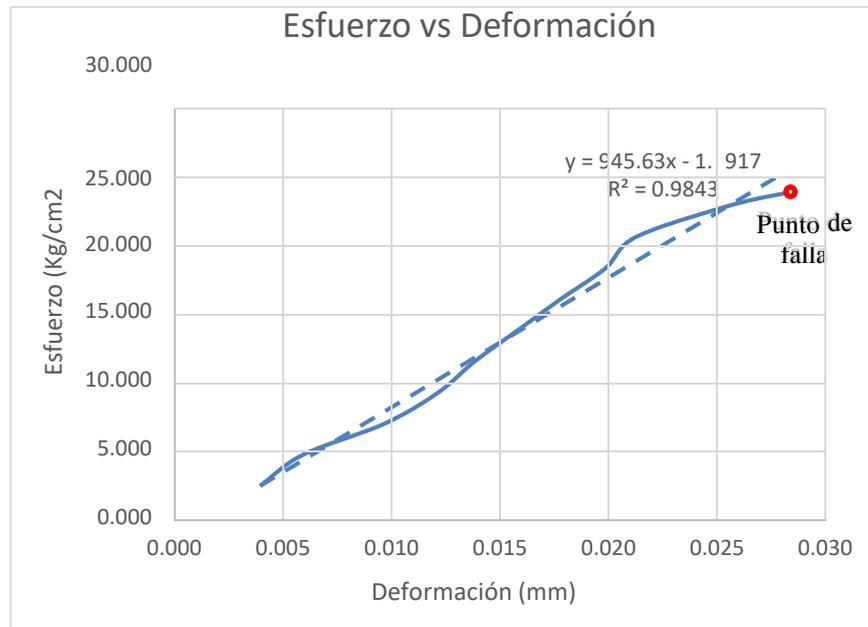


Figura 69. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra patrón 08 (sin adición de aceite de linaza).

## 1.2. Ensayo a compresión con 1.0% de aceite de linaza.

### Muestra N° 01

Tabla 34

Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 01 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.0% de aceite de linaza.

N°	Carga (Kg)	Deformación(m n)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.350	2.228	0.004
3	1000.000	0.540	4.456	0.005
4	1500.000	0.980	6.684	0.010
5	2000.000	1.150	8.912	0.012
6	2500.000	1.730	11.140	0.017
7	3000.000	2.300	13.368	0.023
8	3500.000	2.500	15.596	0.025
9	4000.000	3.100	17.824	0.031
10	4500.000	3.540	20.052	0.035
11	5000.000	4.380	22.280	0.044
12	5411.000	4.590	24.111	0.046

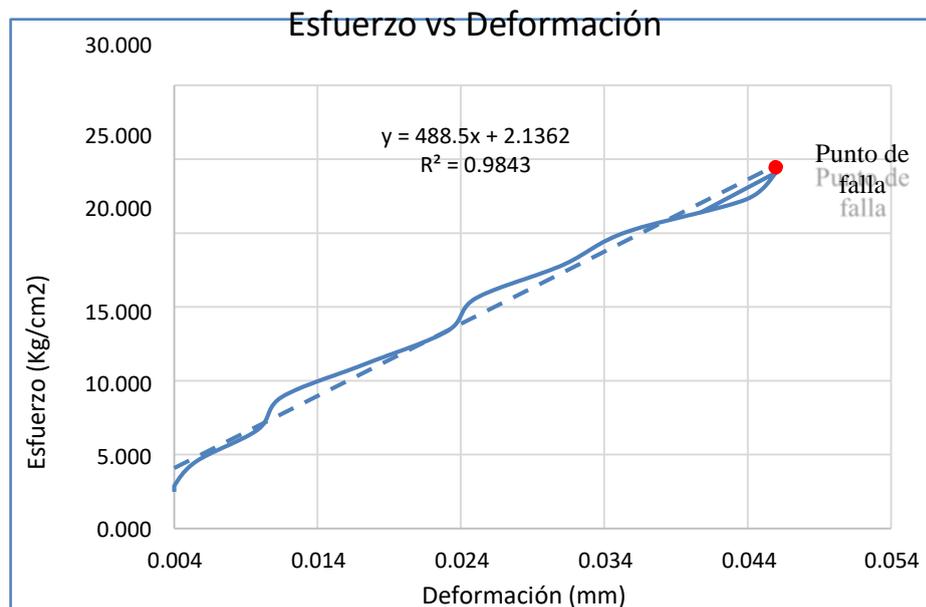


Figura 70. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 01 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.0% de aceite de linaza.

## Muestra N° 02

Tabla 35

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 02 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.0% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(m n)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.440	2.288	0.004
3	1000.000	0.660	4.575	0.007
4	1500.000	0.830	6.863	0.008
5	2000.000	1.210	9.151	0.012
6	2500.000	1.490	11.439	0.015
7	3000.000	2.020	13.726	0.020
8	3500.000	2.330	16.014	0.023
9	4000.000	2.570	18.302	0.026
10	4500.000	2.830	20.589	0.028
11	5000.000	3.190	22.877	0.032
12	5500.000	3.620	25.165	0.036
13	6000.000	3.930	27.453	0.039
14	6445.000	4.240	29.489	0.042

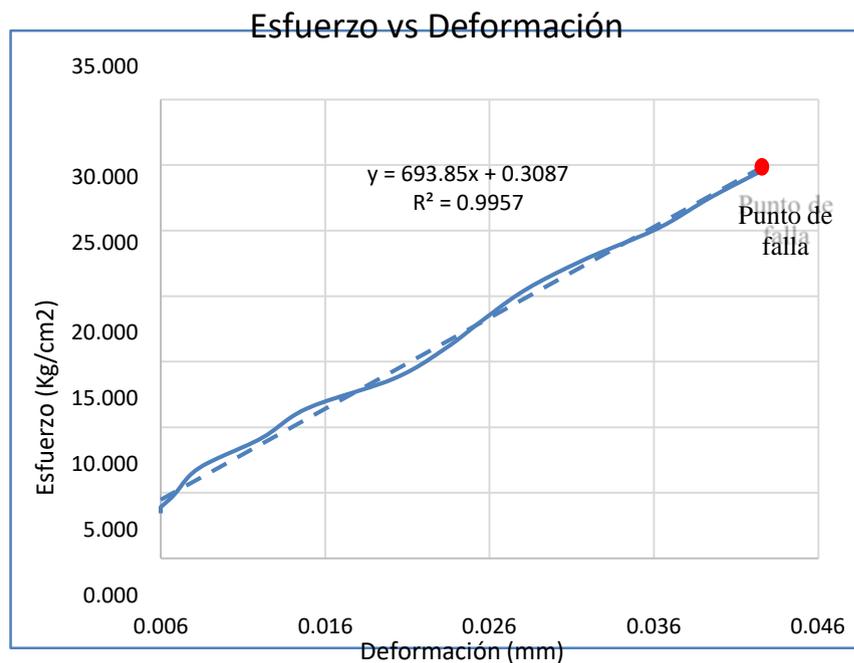


Figura 71. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 02 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.0% de aceite de linaza.

### Muestra N° 03

Tabla 36

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 03 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 1.0% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.600	2.264	0.006
3	1000.000	1.100	4.528	0.011
4	1500.000	1.830	6.792	0.018
5	2000.000	2.090	9.056	0.021
6	2500.000	2.460	11.320	0.024
7	3000.000	2.910	13.584	0.029
8	3500.000	3.190	15.848	0.031
9	4000.000	3.560	18.112	0.035
10	4500.000	3.870	20.376	0.038
11	5000.000	4.280	22.640	0.042
12	5500.000	4.510	24.904	0.045
13	5945.000	5.090	26.919	0.050

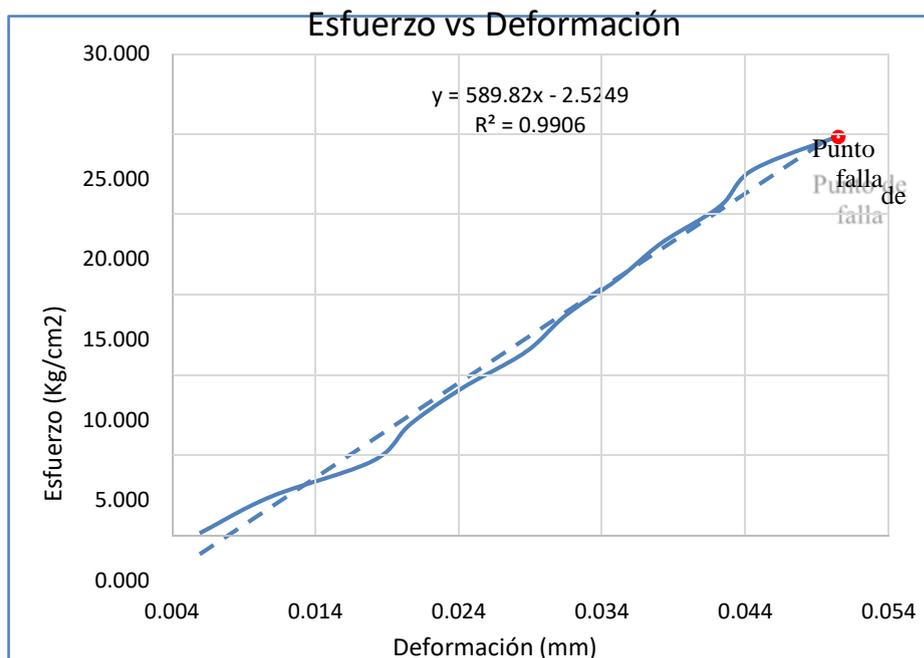


Figura 72. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 03 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.0% de aceite de linaza.

### Muestra N° 04

Tabla 37

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 04 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.0% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(m n)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.410	2.278	0.004
3	1000.000	0.980	4.555	0.010
4	1500.000	1.470	6.833	0.015
5	2000.000	1.890	9.111	0.019
6	2500.000	2.370	11.389	0.023
7	3000.000	2.660	13.666	0.026
8	3500.000	2.990	15.944	0.030
9	4000.000	3.330	18.222	0.033
10	4500.000	3.590	20.500	0.035
11	5000.000	4.070	22.777	0.040
12	5500.000	4.680	25.055	0.046
13	6000.000	4.930	27.333	0.049
14	6448.000	5.340	29.374	0.053

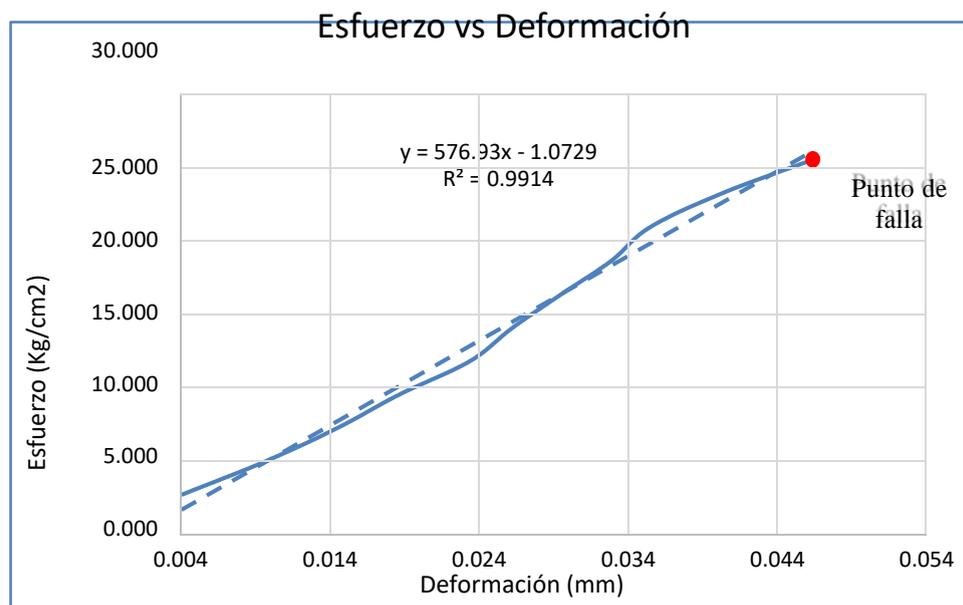


Figura 73. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 04 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.0% de aceite de linaza.

### Muestra N° 05

Tabla 38

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 05 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.0% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.510	2.284	0.005
3	1000.000	0.920	4.568	0.009
4	1500.000	1.090	6.853	0.011
5	2000.000	1.410	9.137	0.014
6	2500.000	1.620	11.421	0.016
7	3000.000	2.050	13.705	0.020
8	3500.000	2.550	15.990	0.025
9	4000.000	2.830	18.274	0.028
10	4500.000	3.010	20.558	0.030
11	5000.000	3.250	22.842	0.032
12	5500.000	3.620	25.127	0.036
13	5891.000	4.330	26.913	0.043

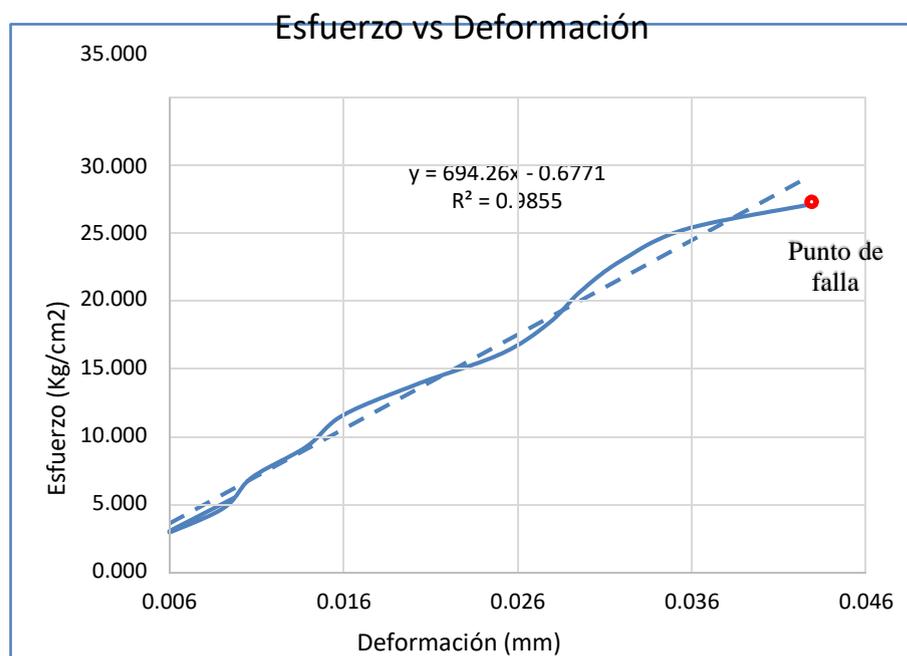


Figura 74. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 05 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.0% de aceite de linaza.

## Muestra N° 06

Tabla 39

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 06 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.0% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(m n)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.100	2.307	0.001
3	1000.000	0.330	4.614	0.003
4	1500.000	1.210	6.921	0.012
5	2000.000	1.430	9.228	0.014
6	2500.000	1.720	11.535	0.017
7	3000.000	1.970	13.843	0.020
8	3500.000	2.030	16.150	0.021
9	4000.000	2.390	18.457	0.024
10	4500.000	3.030	20.764	0.031
11	5000.000	3.390	23.071	0.034
12	5468.000	3.470	25.230	0.035

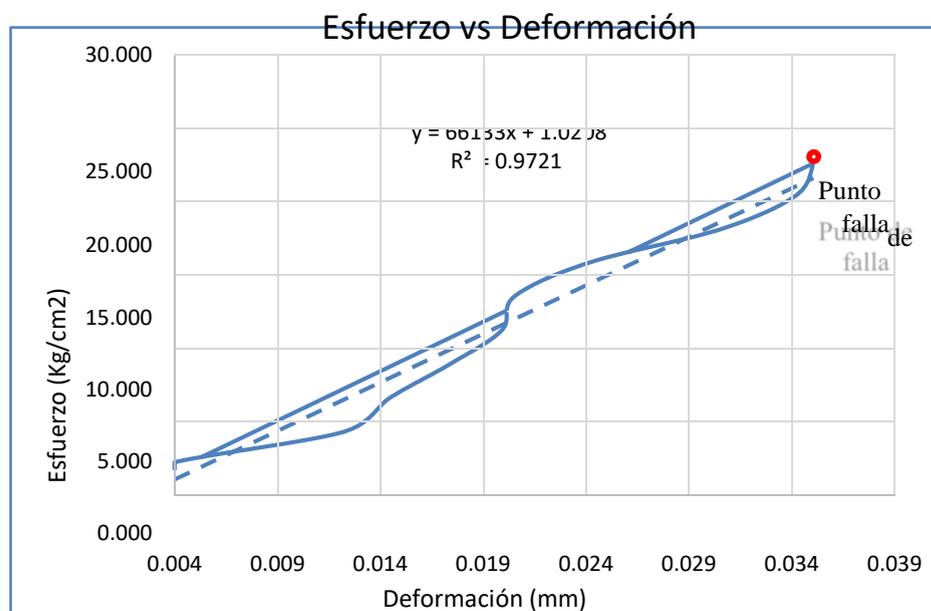


Figura 75. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 06 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.0% de aceite de linaza.

### Muestra N°07

Tabla 40

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 07 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.0% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.490	2.291	0.005
3	1000.000	0.810	4.582	0.008
4	1500.000	1.110	6.872	0.011
5	2000.000	1.510	9.163	0.015
6	2500.000	2.180	11.454	0.022
7	3000.000	2.460	13.745	0.024
8	3500.000	2.730	16.036	0.027
9	4000.000	3.130	18.326	0.031
10	4500.000	3.560	20.617	0.035
11	5000.000	4.320	22.908	0.043
12	5500.000	4.720	25.199	0.047
13	5947.000	5.230	27.247	0.052

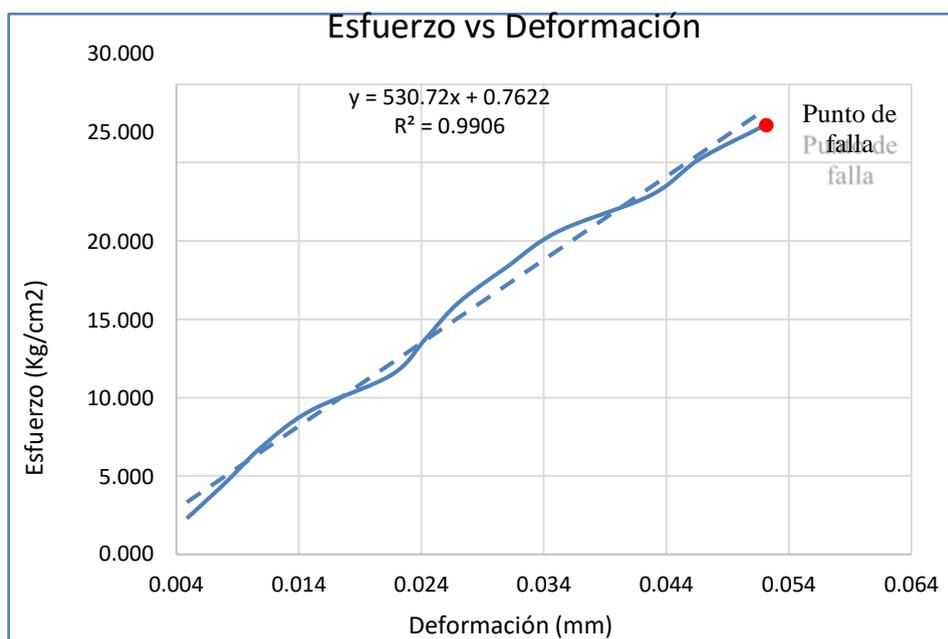


Figura 76. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 07 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.0% de aceite de linaza.

### Muestra N° 08

Tabla 41

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 08 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.0% de aceite de linaza*

N°	Carga (Kg)	Deformación (mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.380	2.286	0.004
3	1000.000	0.970	4.573	0.010
4	1500.000	1.360	6.859	0.013
5	2000.000	1.640	9.146	0.016
6	2500.000	2.380	11.432	0.024
7	3000.000	2.740	13.719	0.027
8	3500.000	3.230	16.005	0.032
9	4000.000	3.520	18.292	0.035
10	4500.000	4.090	20.578	0.040
11	5000.000	4.510	22.865	0.045
12	5500.000	4.850	25.151	0.048
13	5967.000	4.990	27.287	0.049



Figura 77. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 08 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.0% de aceite de linaza.

### 1.3. Ensayo a compresión con 1.5 % de aceite de linaza.

#### Muestra N° 1

Tabla 42

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 01 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.5% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.710	2.347	0.007
3	1000.000	0.990	4.694	0.010
4	1500.000	1.310	7.042	0.013
5	2000.000	1.800	9.389	0.018
6	2500.000	2.150	11.736	0.021
7	3000.000	2.450	14.083	0.024
8	3500.000	2.850	16.431	0.028
9	4000.000	3.230	18.778	0.032
10	4500.000	3.470	21.125	0.034
11	5000.000	3.920	23.472	0.038
12	5500.000	4.150	25.820	0.041
13	6000.000	4.450	28.167	0.044
14	6245.000	4.820	29.317	0.047

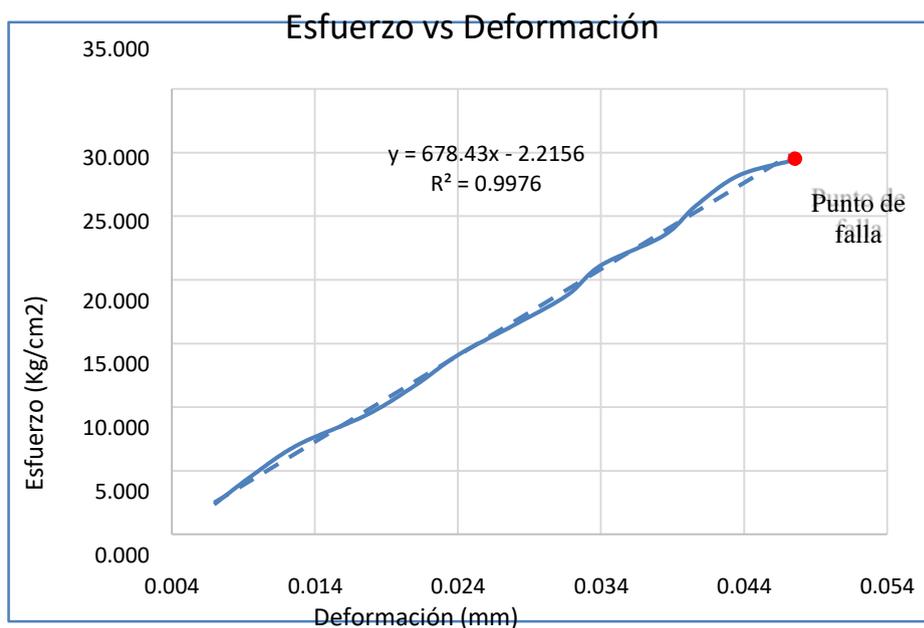


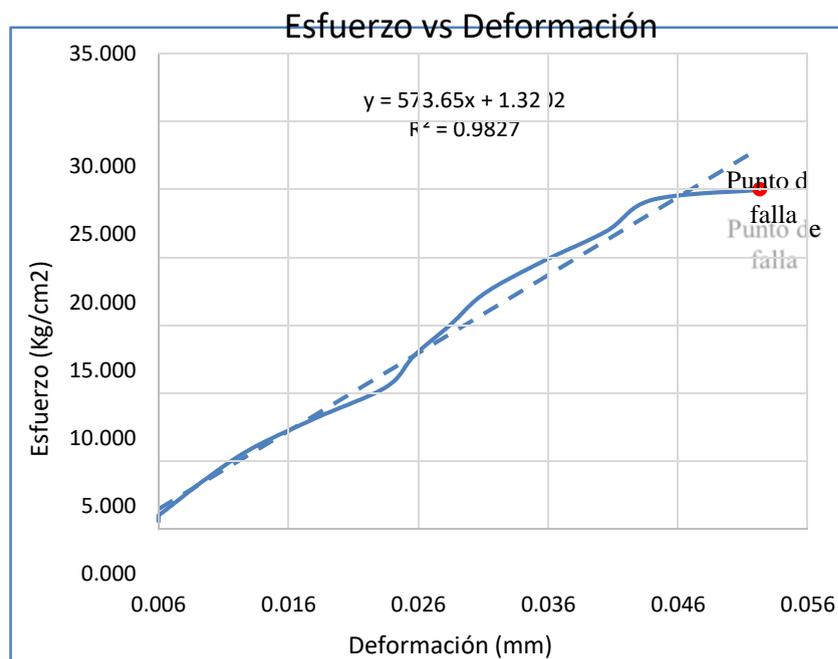
Figura 78. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 01 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza.

## Muestra N° 02

Tabla 43

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 02 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.5% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.330	2.294	0.003
3	1000.000	0.660	4.588	0.006
4	1500.000	0.980	6.882	0.010
5	2000.000	1.350	9.176	0.013
6	2500.000	1.870	11.470	0.018
7	3000.000	2.430	13.764	0.024
8	3500.000	2.650	16.058	0.026
9	4000.000	2.940	18.352	0.029
10	4500.000	3.210	20.646	0.031
11	5000.000	3.660	22.940	0.035
12	5500.000	4.180	25.234	0.041
13	6000.000	4.540	27.528	0.044
14	6155.000	5.350	28.239	0.052



*Figura 79. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 02 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza.*

### Muestra N° 03

Tabla 44

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 03 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.5% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.330	2.357	0.003
3	1000.000	0.550	4.714	0.005
4	1500.000	0.970	7.071	0.009
5	2000.000	1.310	9.428	0.013
6	2500.000	1.740	11.785	0.017
7	3000.000	2.220	14.142	0.022
8	3500.000	2.590	16.498	0.025
9	4000.000	2.980	18.855	0.029
10	4500.000	3.340	21.212	0.032
11	5000.000	3.570	23.569	0.035
12	5500.000	3.990	25.926	0.039
13	5645.000	4.190	26.610	0.041

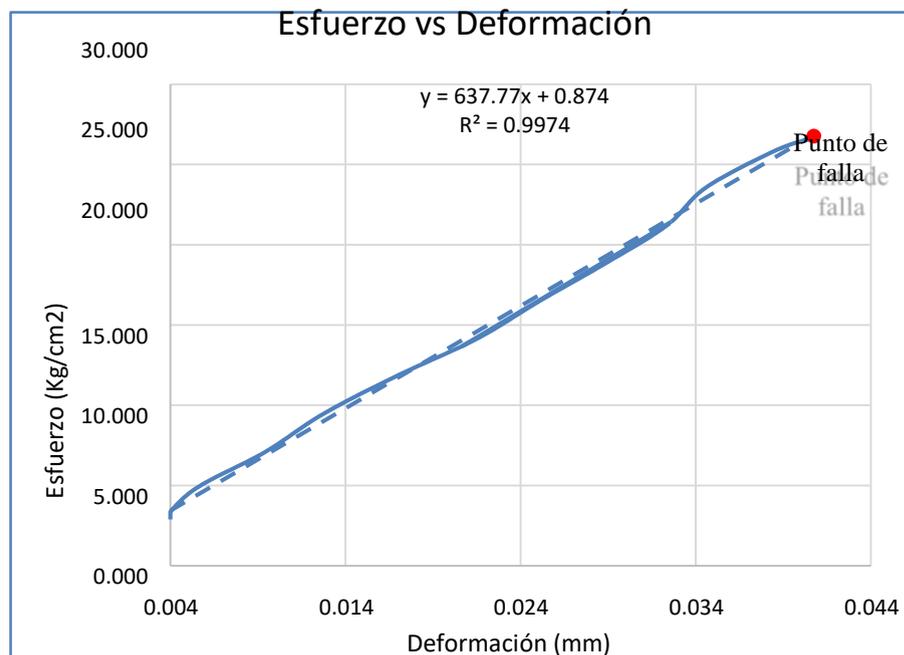


Figura 80. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 03 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza.

### Muestra N° 04

Tabla 45

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 04 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.5% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.600	2.294	0.006
3	1000.000	1.150	4.588	0.011
4	1500.000	1.660	6.882	0.016
5	2000.000	1.990	9.176	0.019
6	2500.000	2.390	11.470	0.023
7	3000.000	2.610	13.765	0.025
8	3500.000	2.980	16.059	0.029
9	4000.000	3.170	18.353	0.031
10	4500.000	3.590	20.647	0.035
11	5000.000	3.890	22.941	0.037
12	5500.000	4.150	25.235	0.040
13	6000.000	4.710	27.529	0.045
14	6500.000	4.970	29.823	0.048
15	6539.000	5.030	30.002	0.048

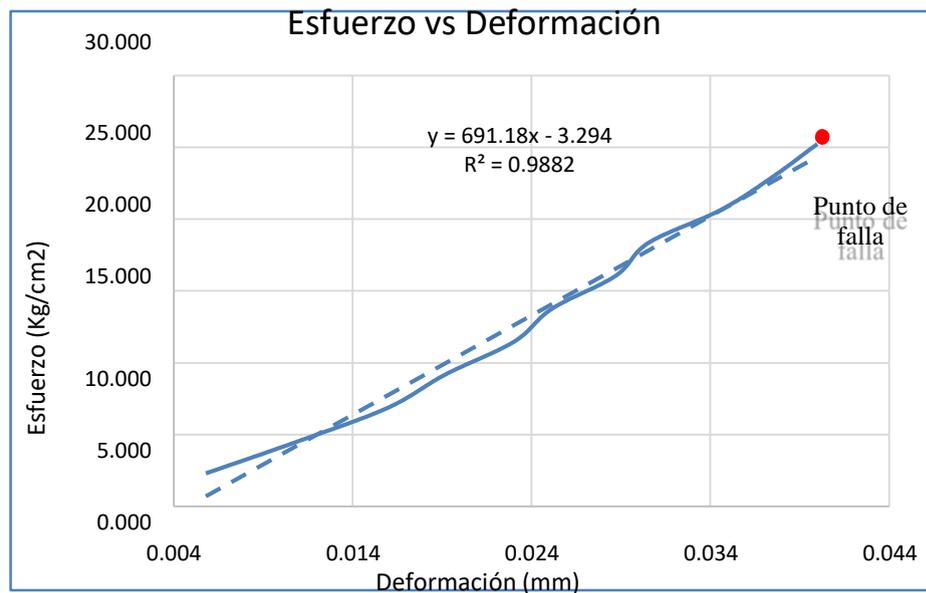


Figura 81. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 04 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza.

## Muestra N° 05

Tabla 46

Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 05 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 1.5% de aceite de linaza.

N°	Carga (Kg)	Deformación(m n)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.540	2.269	0.005
3	1000.000	1.100	4.539	0.011
4	1500.000	1.660	6.808	0.016
5	2000.000	1.830	9.078	0.018
6	2500.000	2.080	11.347	0.021
7	3000.000	2.490	13.617	0.025
8	3500.000	2.840	15.886	0.028
9	4000.000	3.160	18.156	0.031
10	4500.000	3.470	20.425	0.034
11	5000.000	3.840	22.695	0.038
12	5500.000	4.260	24.964	0.042
13	6000.000	4.590	27.234	0.045
14	6198.000	5.250	28.133	0.052

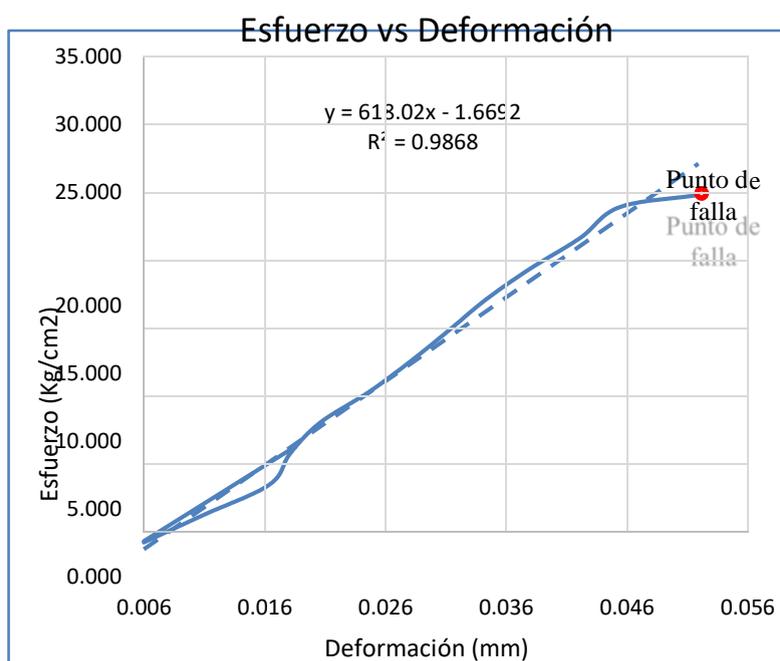


Figura 82. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 05 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza.

## Muestra N° 06

Tabla 47

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 06 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(m n)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.330	2.264	0.003
3	1000.000	0.620	4.528	0.006
4	1500.000	0.970	6.792	0.010
5	2000.000	1.200	9.056	0.012
6	2500.000	1.370	11.320	0.014
7	3000.000	1.990	13.584	0.020
8	3500.000	2.300	15.848	0.023
9	4000.000	2.490	18.112	0.025
10	4500.000	2.880	20.376	0.028
11	5000.000	3.010	22.640	0.030
12	5500.000	3.410	24.904	0.034
13	6000.000	3.850	27.168	0.038
14	6467.000	4.100	29.282	0.040

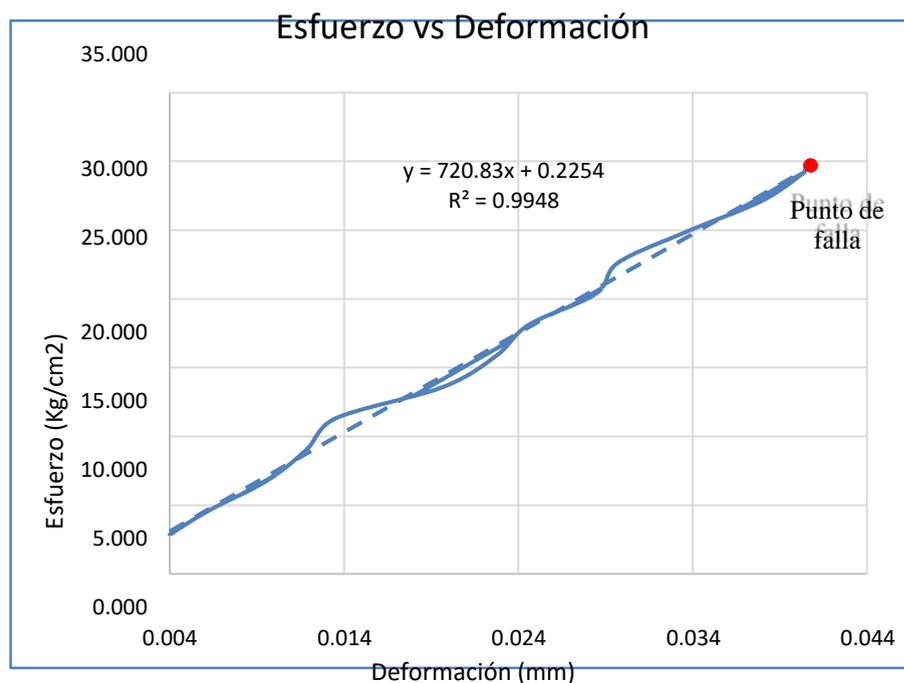


Figura 83. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 06 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza.

### Muestra N° 07

Tabla 48

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 07 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.150	2.196	0.001
3	1000.000	0.590	4.392	0.006
4	1500.000	0.940	6.588	0.009
5	2000.000	1.260	8.784	0.012
6	2500.000	1.570	10.980	0.015
7	3000.000	1.800	13.176	0.018
8	3500.000	2.110	15.372	0.021
9	4000.000	2.560	17.568	0.025
10	4500.000	2.970	19.764	0.029
11	5000.000	3.450	21.960	0.034
12	5500.000	3.780	24.156	0.037
13	6000.000	4.220	26.352	0.041
14	6284.000	4.870	27.599	0.048

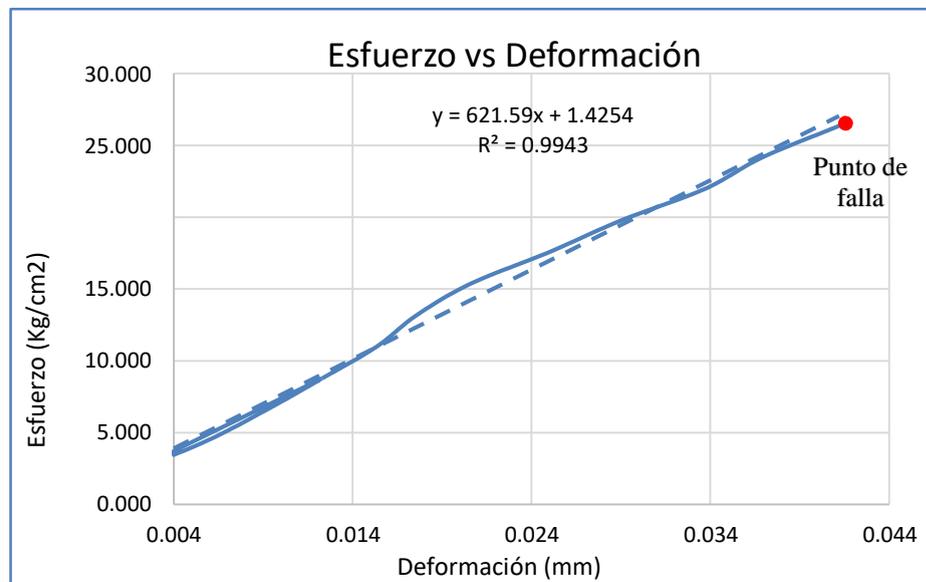


Figura 84. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 07 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza.

### Muestra N° 08

Tabla 49

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 08 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.510	2.253	0.005
3	1000.000	0.990	4.506	0.010
4	1500.000	1.210	6.759	0.012
5	2000.000	1.510	9.012	0.015
6	2500.000	1.720	11.265	0.017
7	3000.000	2.030	13.518	0.020
8	3500.000	2.220	15.771	0.022
9	4000.000	2.480	18.024	0.024
10	4500.000	2.620	20.277	0.026
11	5000.000	3.070	22.530	0.030
12	5500.000	3.290	24.783	0.032
13	6000.000	3.800	27.036	0.037
14	6500.000	4.440	29.289	0.043
15	6573.000	4.780	29.618	0.047



Figura 85. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 08 de los bloques de adobe compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza.

#### 1.4. Ensayo a compresión con 2.0% de aceite de linaza.

##### Muestra N° 01

Tabla 50

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 01 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(m m)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.610	2.257	0.006
3	1000.000	1.210	4.513	0.012
4	1500.000	1.450	6.770	0.014
5	2000.000	1.780	9.026	0.018
6	2500.000	2.230	11.283	0.022
7	3000.000	2.570	13.539	0.026
8	3500.000	2.690	15.796	0.027
9	4000.000	2.890	18.053	0.029
10	4500.000	3.240	20.309	0.032
11	5000.000	3.580	22.566	0.036
12	5500.000	4.290	24.822	0.043
13	6000.000	4.870	27.079	0.049
14	6031.000	5.010	27.219	0.050

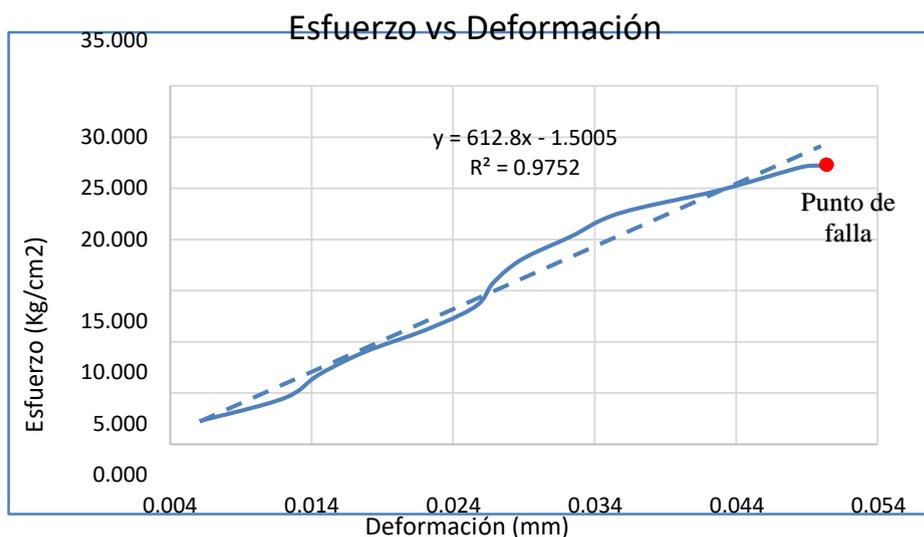


Figura 86. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 01 de los bloques de adobe compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza.

## Muestra N° 02

Tabla 51

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 02 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(m n)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.420	2.251	0.004
3	1000.000	0.860	4.503	0.009
4	1500.000	0.990	6.754	0.010
5	2000.000	1.190	9.006	0.012
6	2500.000	1.430	11.257	0.014
7	3000.000	1.820	13.509	0.018
8	3500.000	2.310	15.760	0.023
9	4000.000	2.500	18.012	0.025
10	4500.000	2.900	20.263	0.029
11	5000.000	3.560	22.515	0.036
12	5500.000	4.040	24.766	0.040
13	5987.000	4.940	26.959	0.049

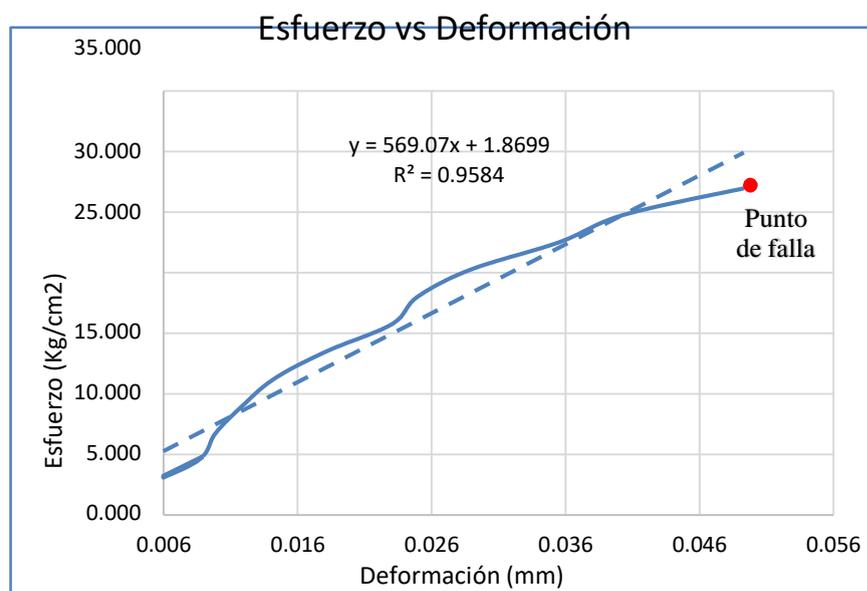


Figura 87. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 02 de los bloques de adobe compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza.

### Muestra N° 03

Tabla 52

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 03 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(m n)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.440	2.225	0.004
3	1000.000	0.660	4.450	0.007
4	1500.000	1.110	6.676	0.011
5	2000.000	1.520	8.901	0.015
6	2500.000	1.880	11.126	0.019
7	3000.000	2.370	13.351	0.024
8	3500.000	2.690	15.576	0.027
9	4000.000	3.070	17.802	0.031
10	4500.000	3.720	20.027	0.037
11	5000.000	3.980	22.252	0.040
12	5500.000	4.260	24.477	0.042
13	6000.000	4.390	26.702	0.044
14	6029.000	5.030	26.831	0.050

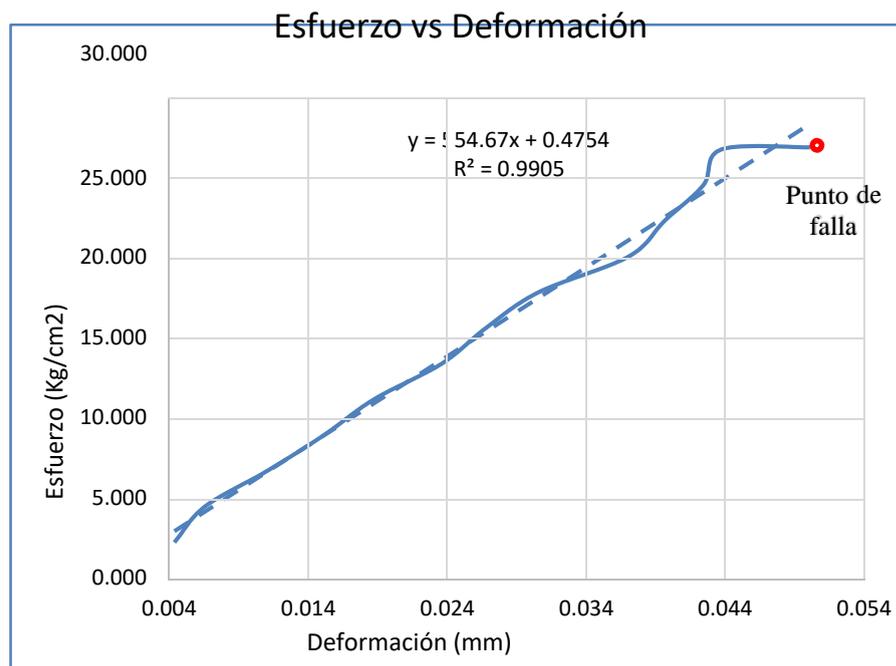


Figura 88. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 03 de los bloques de adobe compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza.

### Muestra N° 04

Tabla 53

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 04 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.510	2.325	0.005
3	1000.000	0.630	4.649	0.006
4	1500.000	1.160	6.974	0.011
5	2000.000	1.330	9.299	0.013
6	2500.000	1.820	11.624	0.017
7	3000.000	2.220	13.948	0.021
8	3500.000	2.650	16.273	0.025
9	4000.000	2.950	18.598	0.028
10	4500.000	3.380	20.923	0.032
11	5000.000	4.270	23.247	0.041
12	5500.000	4.620	25.572	0.044
13	5989.000	4.920	27.846	0.047

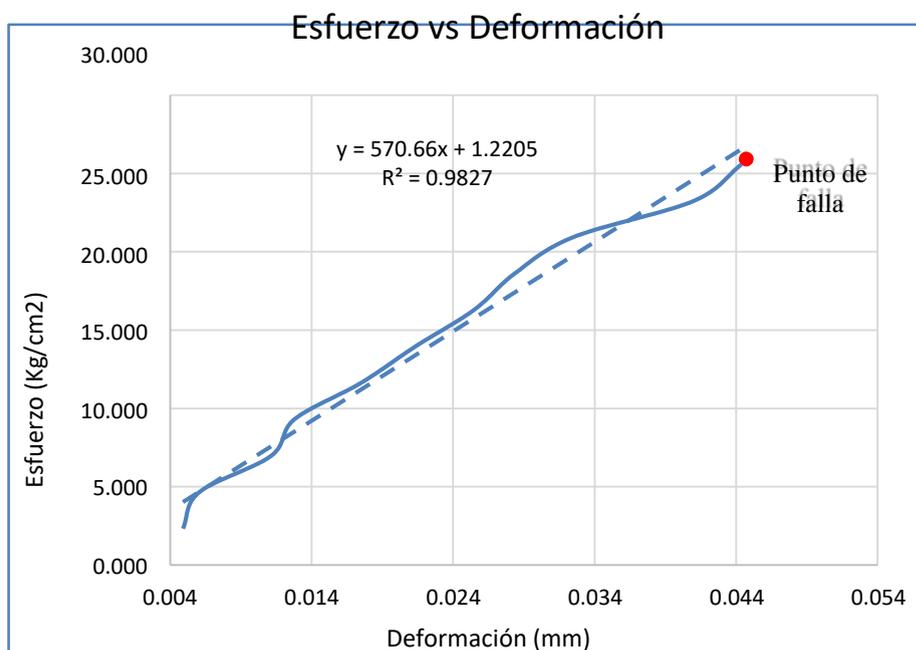


Figura 89. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 04 de los bloques de adobe compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza.

## Muestra N° 05

Tabla 54

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 05 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(m n)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.450	2.240	0.004
3	1000.000	0.680	4.481	0.007
4	1500.000	1.070	6.721	0.011
5	2000.000	1.480	8.961	0.015
6	2500.000	1.960	11.201	0.019
7	3000.000	2.240	13.442	0.022
8	3500.000	2.790	15.682	0.028
9	4000.000	3.170	17.922	0.031
10	4500.000	3.380	20.162	0.033
11	5000.000	4.170	22.403	0.041
12	5500.000	4.390	24.643	0.043
13	6000.000	4.870	26.883	0.048
14	6256.000	5.030	28.030	0.050

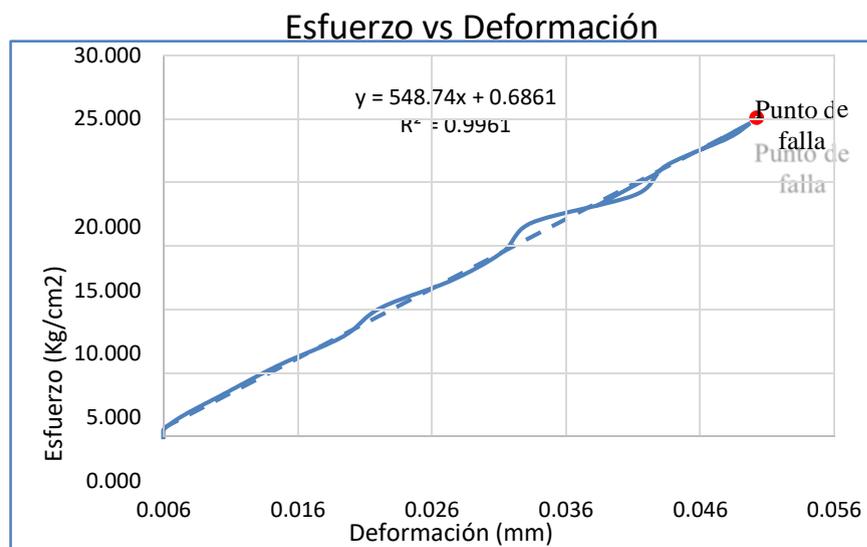


Figura 90. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 05 de los bloques de adobe compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza.

### Muestra N° 06

Tabla 55

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 06 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(m n)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.350	2.862	0.003
3	1000.000	0.660	5.725	0.006
4	1500.000	1.180	8.587	0.011
5	2000.000	1.530	11.449	0.015
6	2500.000	1.970	14.311	0.019
7	3000.000	2.180	17.174	0.021
8	3500.000	2.370	20.036	0.023
9	4000.000	2.890	22.898	0.028
10	4500.000	3.050	25.760	0.029
11	4839.000	3.970	27.701	0.038

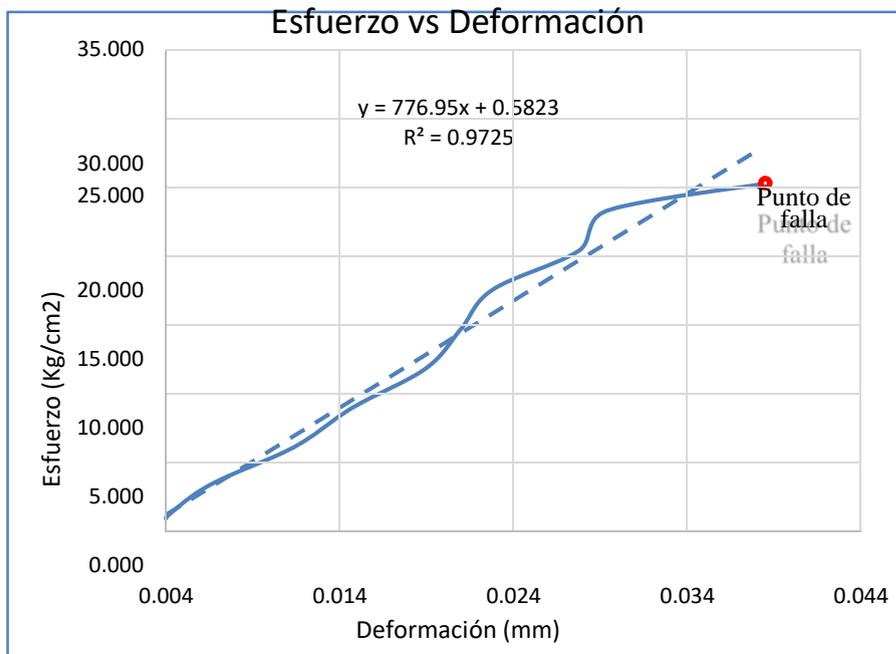


Figura 91. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 06 de los bloques de adobe compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza.

## Muestra N° 07

Tabla 56

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 07 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.460	2.200	0.005
3	1000.000	0.800	4.400	0.008
4	1500.000	1.240	6.600	0.012
5	2000.000	1.540	8.800	0.015
6	2500.000	1.830	10.999	0.018
7	3000.000	2.100	13.199	0.021
8	3500.000	2.540	15.399	0.025
9	4000.000	2.850	17.599	0.029
10	4500.000	3.720	19.799	0.037
11	5000.000	4.230	21.999	0.042
12	5500.000	4.830	24.199	0.048
13	6000.000	5.110	26.399	0.051
14	6411.000	5.360	28.207	0.054

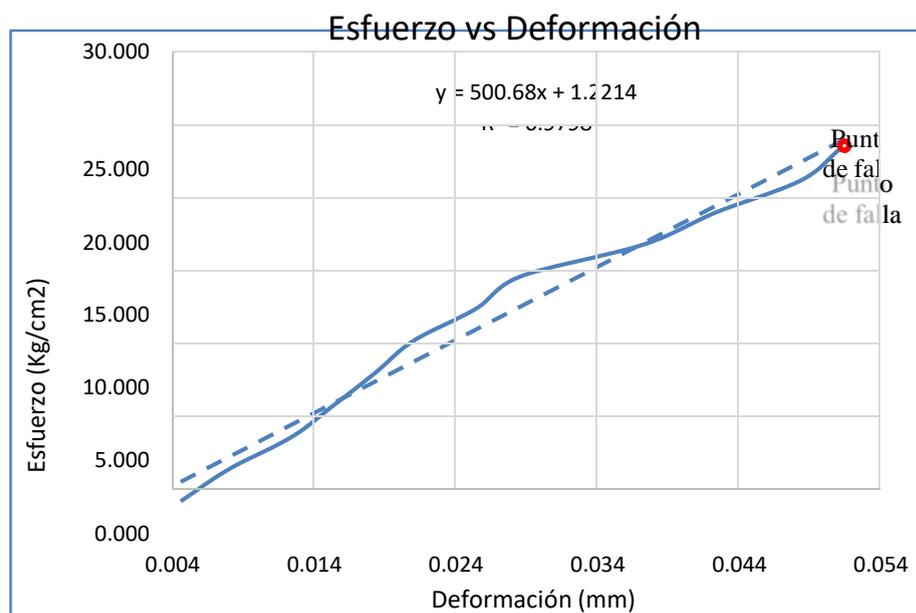


Figura 92. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 07 de los bloques de adobe compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza.

### Muestra N° 08

Tabla 57

*Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 08 del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza.*

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.450	2.227	0.004
3	1000.000	0.600	4.455	0.006
4	1500.000	0.800	6.682	0.008
5	2000.000	1.130	8.909	0.011
6	2500.000	1.560	11.136	0.016
7	3000.000	1.880	13.364	0.019
8	3500.000	2.210	15.591	0.022
9	4000.000	2.420	17.818	0.024
10	4500.000	2.730	20.045	0.027
11	5000.000	2.990	22.273	0.030
12	5500.000	3.530	24.500	0.035
13	5923.000	4.380	26.384	0.044

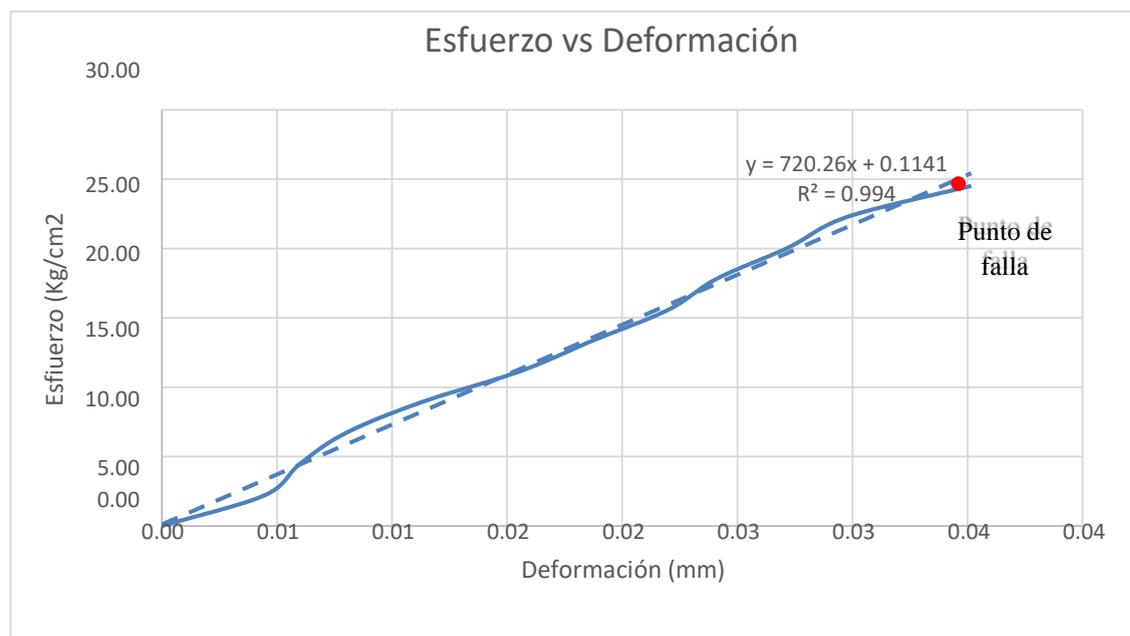


Figura 93. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 08 de los bloques de adobe compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza.

## 2. Resultados ensayo de absorción de agua de adobe estabilizado y compactado

Tabla 58

*Resultados de Ensayo de absorción de agua del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 1.0% de aceite de linaza.*

ADICIÓN DE 1 % DE ACEITE DE LINAZA			
Muestra	Peso seco (Kg)	Peso saturado(Kg)	% Abs
1	8.860	10.168	14.763
2	8.384	9.631	14.874
3	9.019	10.438	15.733
4	8.509	9.535	12.058
5	8.988	10.504	16.867
6	8.830	10.204	15.561

**Promedio 14.976%**

Tabla 59

*Resultados de Ensayo de absorción de agua del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 1.5% de aceite de linaza.*

ADICIÓN DE 1.5 % DE ACEITE DE LINAZA			
Muestra	Peso seco (Kg)	Peso saturado(Kg)	% Abs
1	8.851	9.669	9.242
2	8.563	9.490	10.826
3	9.156	10.094	10.245
4	8.893	9.751	9.648
5	7.958	8.857	11.297
6	8.102	9.114	12.491

**Promedio 10.625%**

Tabla 60

*Resultados de Ensayo de absorción de agua del bloque de adobe estabilizado y compactado con adición de 2.0% de aceite de linaza.*

ADICIÓN DE 2.0 % DE ACEITE DE LINAZA			
Muestra	Peso seco (Kg)	Peso saturado(Kg)	% Abs
1	8.401	9.182	9.297
2	9.064	10.103	11.463
3	8.423	9.209	9.332
4	8.865	9.913	11.822
5	8.395	9.095	8.338
6	8.745	9.773	11.755

**Promedio 10.334%**

### **Anexo N°03. Protocolos de laboratorio**



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

<b>ENSAYO:</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD	<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 ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	TIPO DE MATERIAL:	ARCILLA
UBICACIÓN:	SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN
FECHA DE MUESTREO:	28/09/2018	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	29/09/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

Temperatura de Secado

110 °C

Método

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	Identificación del recipiente o Tara	-	M-1	M-2	M-3							
B	Peso del Recipiente	gr	28.80	27.60	29.50							
C	Recipiente + Material Natural	gr	340.90	221.10	303.70							
D	Recipiente + Material Seco	gr	308.40	200.80	274.60							
E	Peso del material húmedo	gr	312.10	193.50	274.20							
	(Wmh) = C - B											
F	Peso del material Seco	gr	279.60	173.20	245.10							
	(Ws) = D - B											
W%	Porcentaje de humedad	%	11.59	11.72	11.87							
	(E-F / F) * 100											
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	11.73									

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

Nota: Materia hace mención tanto al suelo como a los agregados tanto grueso como fino.

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING. ERICK RAFAEL ARILLOZ BARBOZA Laboratorio de Geotecnia y Suelos del Civil UPNC	
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE: Iván H. Mejía Díaz
FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	LÍMITES DE PLASTICIDAD	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> LP-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D4318 / NTP E339.130 – NTP E111	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CALICATA:	SHULTIN	TIPO DE MATERIAL:	ARCILLA
UBICACIÓN:	SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN
FECHA DE MUESTREO:	22/09/2018	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, W. Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	28/09/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

**DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)**

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	M-1	M-2	M-3		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	36.80	37.10	37.80		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	34.70	35.10	36.10		
D	Peso de Recipiente	gr	28.7	27.60	29.40		
E	Peso del Agua	gr	2.10	2.00	1.70		
F	Peso Suelo Seco	gr	6.00	7.50	6.70		
G	Número de Golpes	N	15	24	31		
H	Contenido de Humedad	%	35.00	26.67	25.37		

**DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)**

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	M-1	M-2	M-3		
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	40.20	38.10	27.40		
C	Suelo Seco + Tara	gr	38.55	36.10	36.90		
D	Peso de Tara	gr	26.40	27.80	35.70		
E	Peso del Agua	gr	1.65	2.00	1.20		
F	Peso Suelo Seco	gr	12.15	8.30	8.30		
G	Contenido de Humedad	%	13.58	24.10	14.46		
H	Promedio Límite Plástico			17.4			



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ LINDOZA Laboratorio Especializado en Mecánica de Suelos UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
NOMBRE: Wilfredo V. Lozano Rojas	NOMBRE: Erick Rafael Muñoz Lindoza	NOMBRE: Iván H. Mejía Díaz
FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOKOLO

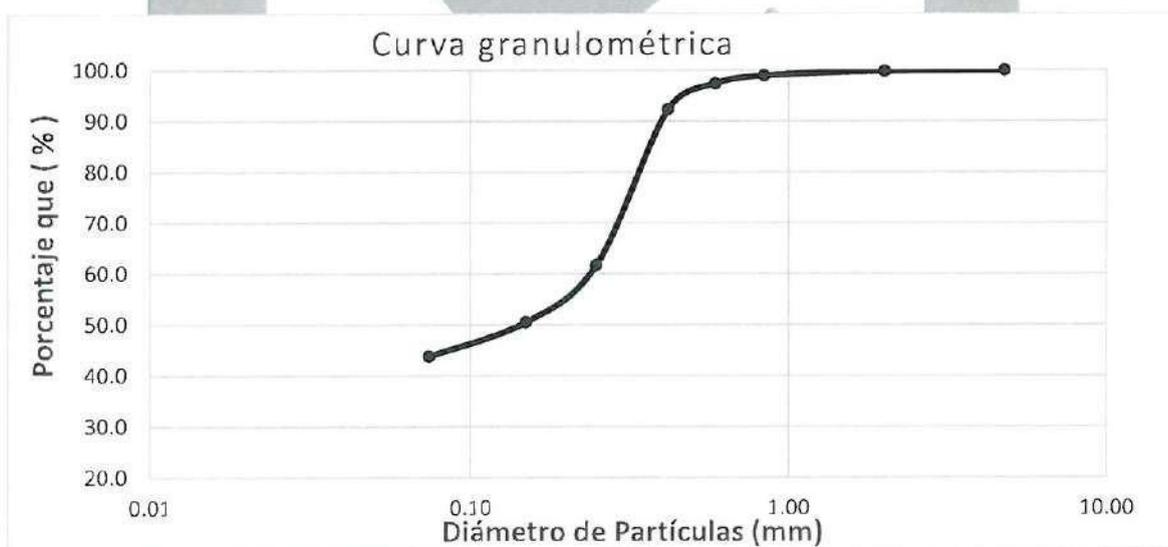
<b>ENSAYO:</b>	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> AGTL-LS-UPNC
<b>NORMA:</b>	ASTM D421	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

<b>CALICATA:</b>	SHULTIN	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	ARCILLA
<b>UBICACIÓN:</b>	SANTA BARBARA	<b>COLOR DE MATERIAL:</b>	MARRÓN
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	11/10/2018	<b>RESPONSABLE:</b>	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	13/10/2018	<b>REVISADO POR:</b>	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

<b>Peso de muestra seca; W<sub>s</sub></b>	500	gr
--	-----	----

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO

Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4,76	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2	0.90	0.18	0.18	99.82
Nº20	0,84	4.50	0.90	1.08	98.92
Nº30	0,59	7.70	1.54	2.62	97.38
Nº40	0,42	25.30	5.06	7.68	92.32
Nº60	0,25	153.20	30.64	38.32	61.68
Nº100	0,15	55.90	11.18	49.50	50.50
Nº200	0,074	33.50	6.70	56.20	43.80
Perdida	Lavado	219.00	43.80	100.00	0.00
Total		500.00	100		



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING. ERICK BATISTE MUÑOZ BARBOZA Laboratorio de Ingeniería de Suelos, CIM UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
NOMBRE: Winkler Jhonatan Lozano Rojas	NOMBRE: Iván H. Mejía Díaz	NOMBRE: Iván H. Mejía Díaz
FECHA: 12/12/2019	FECHA: 12/12/19	FECHA: 12/12/19



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

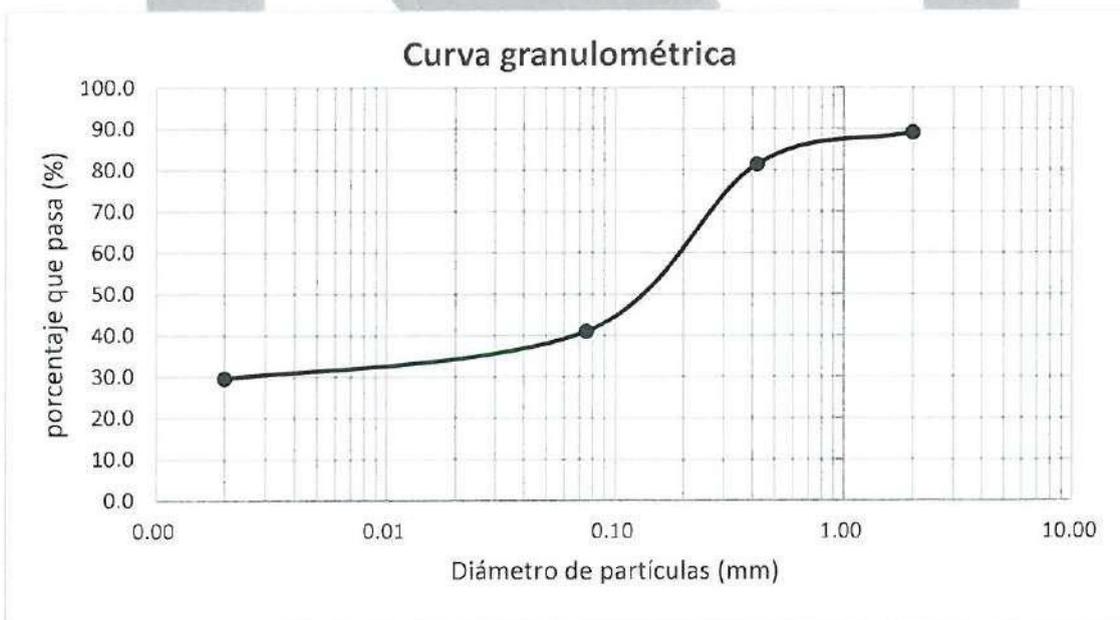
PROTOCOLO

<b>ENSAYO:</b>	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SIFONAJE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
<b>NORMA:</b>	ASTM D421	AGTSF-LS-UPNC
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CALICATA:	SHULTIN	TIPO DE MATERIAL:	ARCILLA
UBICACIÓN:	SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN
FECHA DE MUESTREO:	08/10/2018	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	16/10/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

Peso de muestra seca; Ws      100      gr

Malla	Malla (mm)	P.R.P	% RP
N°10	2,00	0.00	0.00
N°40	0,42	12.45	12.45
N°200	0,074	41.40	41.40
Limo	0,002	11.40	11.40
Arcilla	0,0002	34.75	34.75
Total		100.00	100.00



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
<i>Juan</i>	<i>JMA3</i>	<i>Juan</i>
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: ING. Erick Mejía Díaz	NOMBRE: Ing. H. Mejía Díaz
FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

<b>ENSAYO:</b>	COMPATACIÓN PROCTOR MODIFICADO	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	TIPO DE MATERIAL:	ARCILLA
UBICACIÓN:	SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN
FECHA DE MUESTREO:	02/11/2018	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	02/11/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4182	4182	4182	4182	4182	4182	4182	4182
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6039	6126	6126	6126	6156	6156	6154	6154
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1857	1944	1944	1944	1974	1974	1972	1972
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	947.87	947.87	947.87	947.87	947.87	947.87	947.87	947.87
F	Densidad húmeda, Dh	gr/cm <sup>3</sup>	1.96	2.05	2.05	2.05	2.08	2.08	2.08	2.08
G	Recipiente	Nº	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	27.80	26.50	27.30	28.20	28.30	28.50	28.60	28.50
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	115.20	110.30	115.60	109.9	96.30	91.5	114.60	114.60
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	104.70	100.3	103.5	98.50	86.10	82.00	100.40	100.80
K	Peso del Agua	gr	10.50	10.00	12.10	11.4	10.20	9.50	14.20	13.80
L	Peso Muestra seca	gr	76.90	73.80	76.2	70.3	57.80	53.50	71.80	72.30
M	Contenido de Humedad W%	%	13.65	13.55	15.88	16.22	17.65	17.76	19.78	19.09
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	13.60		16.05		17.70		19.43	
O	Densidad Seca Maxima; Ds	gr/cm <sup>3</sup>	1.72		1.77		1.77		1.74	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
<i>Jhonatan</i>	<i>Eric</i>	<i>Ivan</i>
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: ING. ERICK FERRAZ MUÑOZ PARDOZA	NOMBRE: Ivan H. Mejía Díaz
FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

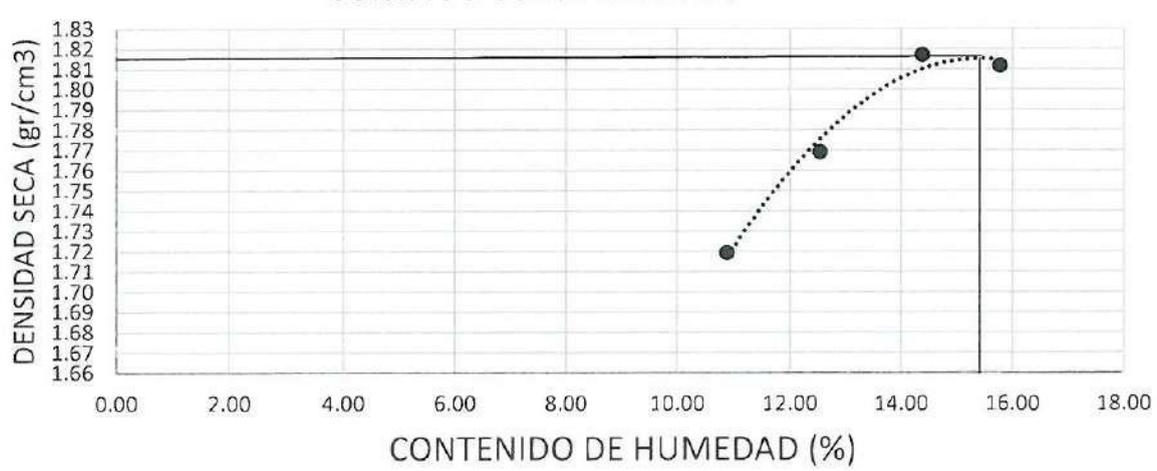
<b>ENSAYO:</b>	COMPATACIÓN PROCTOR MODIFICADO	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNG: .....
<b>NORMA:</b>	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	TIPO DE MATERIAL:	ARCILLA
UBICACIÓN:	SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN
FECHA DE MUESTREO:	02/11/2018	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	02/11/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

**COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4182		4182		4182		4182	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5989		6069		6152		6170	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1807		1887		1970		1988	
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	947.87		947.87		947.87		947.87	
F	Densidad húmeda: Dh	gr/cm <sup>3</sup>	1.91		1.99		2.08		2.10	
G	Recipiente	Nº	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	26.7	27.1	26.3	25.5	27.2	27.3	27.5	27.4
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	116	104	118.4	114.8	114	116.3	116.2	114.9
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	107.3	96.4	108.1	104.9	103.1	105.1	104.1	103
K	Peso del Agua	gr	8.7	7.6	10.3	9.9	10.9	11.2	12.1	11.9
L	Peso Muestra seca	gr	80.6	69.3	81.8	79.4	75.9	77.8	76.6	75.6
M	Contenido de Humedad W%	%	10.79	10.97	12.59	12.47	14.36	14.40	15.80	15.74
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	10.88		12.53		14.38		15.77	
O	Densidad Seca Máxima: Ds	gr/cm <sup>3</sup>	1.72		1.77		1.82		1.81	

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: Ing. Erick Barboza	NOMBRE: Ing. Iván H. Mejía Díaz
FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

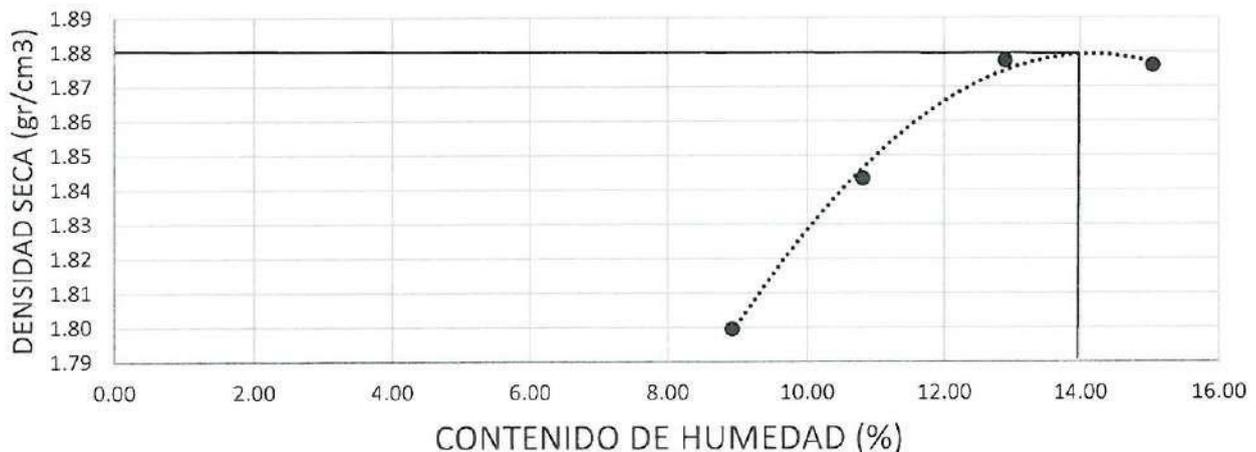
<b>ENSAYO:</b>	COMPATACIÓN PROCTOR MODIFICADO	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	TIPO DE MATERIAL:	ARCILLA
UBICACIÓN:	SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN
FECHA DE MUESTREO:	02/11/2018	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	02/11/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4153		4153		4153		4153	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6011		6089		6162		6199	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1858		1936		2009		2046	
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	947.87		947.87		947.87		947.87	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>	1.96		2.04		2.12		2.16	
G	Recipiente	N°	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	28	28.2	27.8	28.3	28	27.9	27.1	27.9
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	113.6	103.7	116.7	112.5	117.2	115.6	112.7	116.6
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	106.6	97.5	107.7	104.6	107.1	105.5	101.3	105.2
K	Peso del Agua	gr	7	6.2	9	7.9	10.1	10.1	11.4	11.4
L	Peso Muestra seca	gr	78.6	69.3	79.9	76.3	79.1	77.6	74.2	77.3
M	Contenido de Humedad W%	%	8.91	8.95	11.26	10.35	12.77	13.02	15.36	14.75
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	8.93		10.81		12.89		15.06	
O	Densidad Seca Maxima: Ds	gr/cm <sup>3</sup>	1.80		1.84		1.88		1.88	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING. ERICH PÉREZ ANDRÉS BARBOZA Laboratorio de Suelos - Universidad Privada del Norte	
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: Iván H. Mejía Díaz	NOMBRE: Iván H. Mejía Díaz
FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

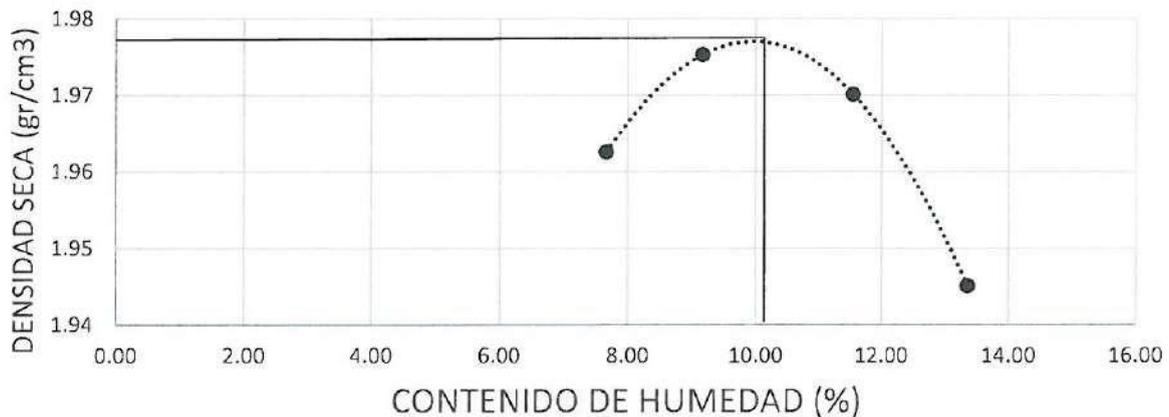
<b>ENSAYO:</b>	COMPATACIÓN PROCTOR MODIFICADO	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	TIPO DE MATERIAL:	ARCILLA
UBICACIÓN:	SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN
FECHA DE MUESTREO:	02/11/2018	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	02/11/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4158		4158		4158		4158	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6161		6202		6241		6248	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	2003		2044		2083		2090	
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	947.87		947.87		947.87		947.87	
F	Densidad húmeda, Dh	gr/cm <sup>3</sup>	2.11		2.16		2.20		2.20	
G	Recipiente	Nº	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	27.18	27.22	26.98	28.11	27.70	27.92	27.53	27.91
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	99.90	106.20	112.50	110.50	118.60	113.80	106.70	107.40
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	94.60	100.70	105.40	103.50	109.20	104.90	97.40	98.00
K	Peso del Agua	gr	5.30	5.50	7.10	7.00	9.40	8.90	9.30	9.40
L	Peso Muestra seca	gr	67.42	73.48	78.42	75.39	81.5	76.98	69.87	70.09
M	Contenido de Humedad W%	%	7.86	7.49	9.05	9.29	11.53	11.56	13.31	13.41
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	7.67		9.17		11.55		13.36	
O	Densidad Seca Maxima, Ds	gr/cm <sup>3</sup>	1.96		1.98		1.97		1.95	

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Winkler Jhonatan Rojas	NOMBRE: ING. ERICK RAFAEL W. S. DANCOZA Laboratorio de Suelos y Rocas, CUPUN-C	NOMBRE: Ivan H. Mejia Diaz
FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/2018	FECHA: 14/12/18



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

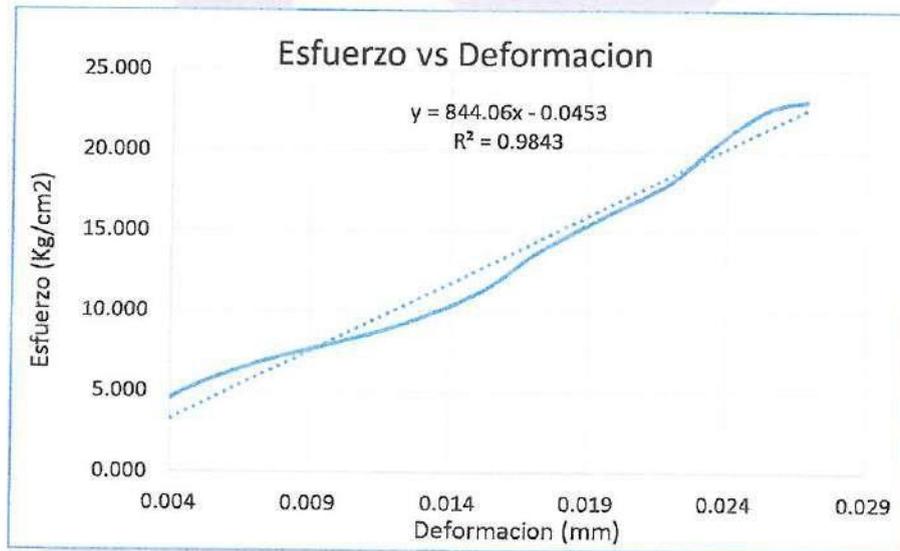
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	01
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	SIN ADITIVO
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.294	2.252	0.003
3	1000.000	0.394	4.503	0.004
4	1500.000	0.714	6.755	0.007
5	2000.000	1.204	9.006	0.012
6	2500.000	1.524	11.258	0.015
7	3000.000	1.714	13.509	0.017
8	3500.000	1.954	15.761	0.019
9	4000.000	2.214	18.012	0.022
10	4500.000	2.374	20.264	0.023
11	5000.000	2.564	22.515	0.025
12	5139.000	2.714	23.141	0.027

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.20
Ancho(cm)	14.61
Altura (cm)	10.11
Área (cm <sup>2</sup> )	222.07



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ CARBOZA Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia - UPNC	
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

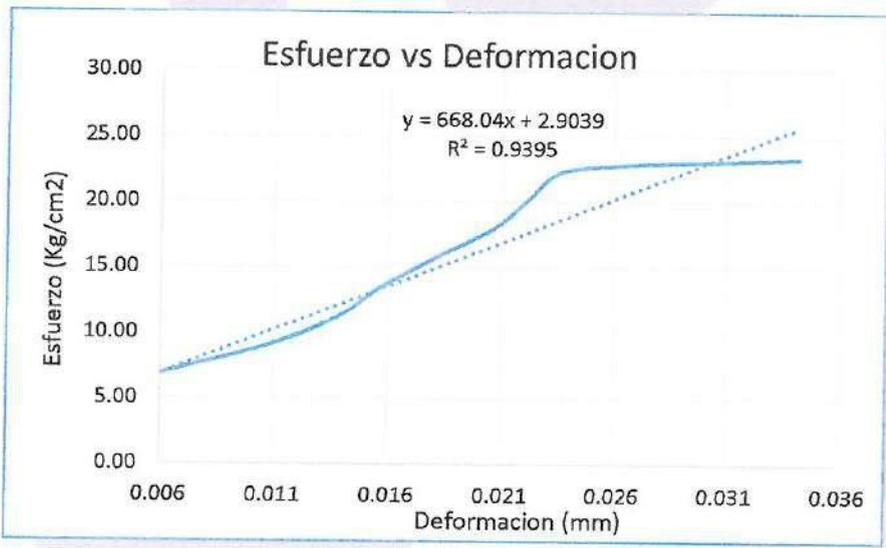
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	02
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	SIN ADITIVO
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0	0	0.00	0.000
2	500	0.16	2.25	0.002
3	1000	0.26	4.50	0.003
4	1500	0.58	6.75	0.006
5	2000	1.07	9.01	0.011
6	2500	1.39	11.26	0.014
7	3000	1.58	13.51	0.016
8	3500	1.82	15.76	0.018
9	4000	2.08	18.01	0.021
10	4500	2.24	20.26	0.022
11	5000	2.43	22.52	0.024
12	5182	3.45	23.33	0.034

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.20
Ancho(cm)	14.61
Altura (cm)	10.11
Área (cm <sup>2</sup> )	222.07



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ CARBOZA Laboratorio de Suelos y Rocas - UPRN	
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

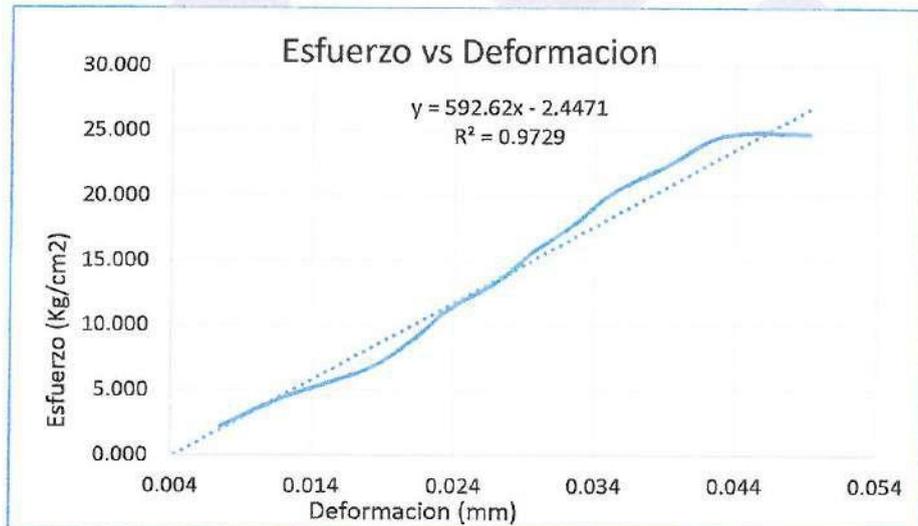
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	03
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	SIN ADITIVO
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.740	2.243	0.007
3	1000.000	1.190	4.485	0.012
4	1500.000	1.780	6.728	0.018
5	2000.000	2.090	8.971	0.021
6	2500.000	2.330	11.213	0.024
7	3000.000	2.680	13.456	0.027
8	3500.000	2.930	15.699	0.030
9	4000.000	3.230	17.941	0.033
10	4500.000	3.480	20.184	0.035
11	5000.000	3.880	22.427	0.039
12	5500.000	4.280	24.669	0.043
13	5532.000	4.882	24.813	0.049

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.260
Ancho(cm)	14.610
Altura (cm)	9.910
Área (cm <sup>2</sup> )	222.949



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Winkler Jhonatan Rojas	NOMBRE: IVAN H. MEJIA DIAZ	NOMBRE: IVAN H. MEJIA DIAZ
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

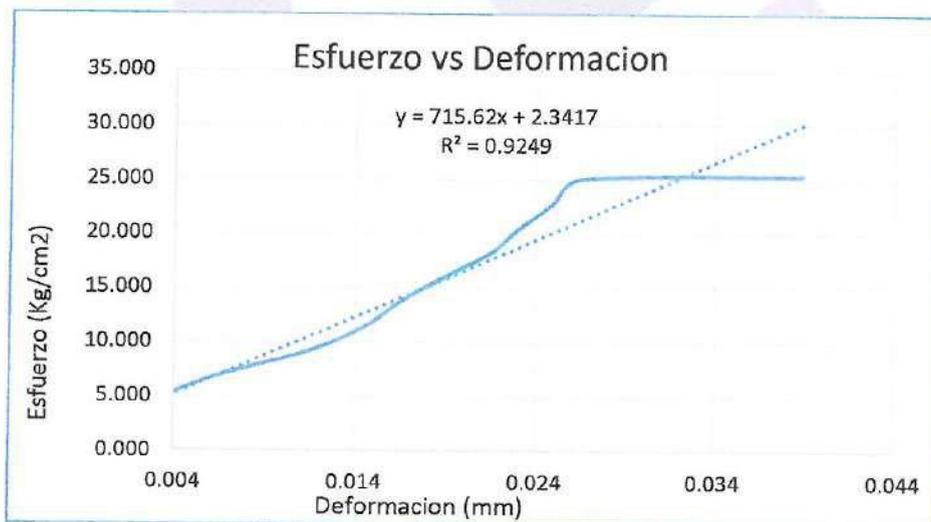
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	04
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	SIN ADITIVO
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.200	2.279	0.002
3	1000.000	0.300	4.558	0.003
4	1500.000	0.620	6.837	0.006
5	2000.000	1.110	9.116	0.011
6	2500.000	1.430	11.395	0.014
7	3000.000	1.620	13.674	0.016
8	3500.000	1.860	15.953	0.019
9	4000.000	2.120	18.232	0.021
10	4500.000	2.280	20.511	0.023
11	5000.000	2.470	22.790	0.025
12	5500.000	2.620	25.069	0.026
13	5578.000	3.850	25.425	0.039

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.12
Ancho(cm)	14.51
Altura (cm)	9.92
Área (cm <sup>2</sup> )	219.39



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Winkler Jhonatan Rojas	NOMBRE: ING. ERICK R. LLANOS	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

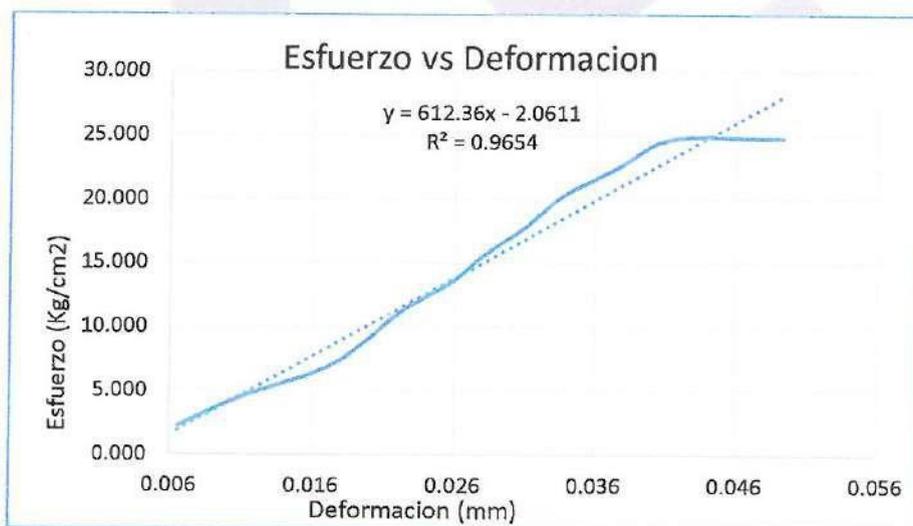
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	05
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	SIN ADITIVO
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.660	2.252	0.007
3	1000.000	1.110	4.503	0.011
4	1500.000	1.700	6.755	0.017
5	2000.000	2.010	9.006	0.020
6	2500.000	2.250	11.258	0.022
7	3000.000	2.600	13.509	0.026
8	3500.000	2.850	15.761	0.028
9	4000.000	3.150	18.012	0.031
10	4500.000	3.400	20.264	0.034
11	5000.000	3.800	22.515	0.038
12	5500.000	4.200	24.767	0.042
13	5505.000	4.980	24.789	0.049

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.20
Ancho(cm)	14.61
Altura (cm)	10.11
Área (cm <sup>2</sup> )	222.07



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Winkler Jhonatan Rojas	NOMBRE: IVAN H. MEJIA DIAZ	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

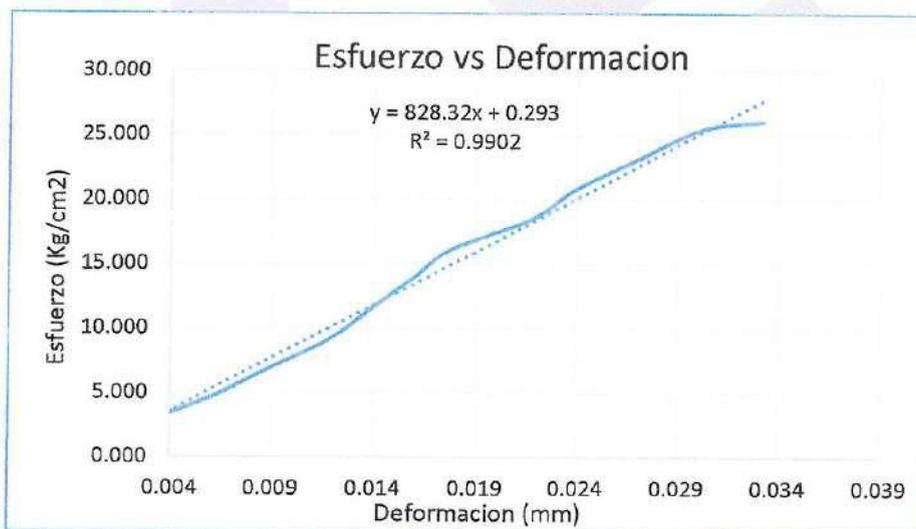
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	06
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	SIN ADITIVO
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.200	2.321	0.002
3	1000.000	0.600	4.641	0.006
4	1500.000	0.900	6.962	0.009
5	2000.000	1.200	9.282	0.012
6	2500.000	1.400	11.603	0.014
7	3000.000	1.600	13.924	0.016
8	3500.000	1.800	16.244	0.018
9	4000.000	2.200	18.565	0.022
10	4500.000	2.420	20.886	0.024
11	5000.000	2.730	23.206	0.027
12	5500.000	3.050	25.527	0.030
13	5623.000	3.350	26.098	0.033

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.27
Ancho(cm)	14.11
Altura (cm)	10.11
Área (cm <sup>2</sup> )	215.46



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: Ing. Erick Rafael Lozano Paradoza	NOMBRE: Ing. Iván H. Mejía Díaz
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

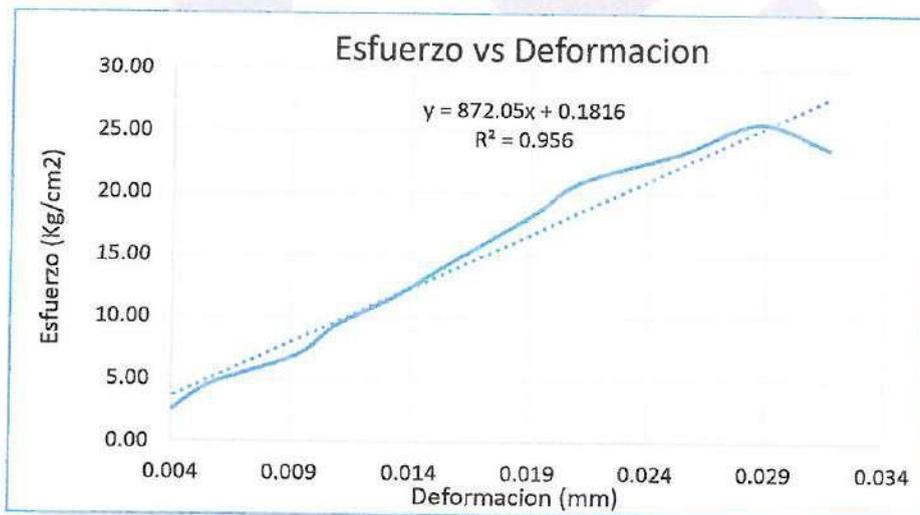
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	07
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	SIN ADITIVO
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0	0	0.00	0.000
2	500	0.4	2.33	0.004
3	1000	0.6	4.67	0.006
4	1500	0.98	7.00	0.009
5	2000	1.15	9.34	0.011
6	2500	1.41	11.67	0.013
7	3000	1.62	14.00	0.015
8	3500	1.84	16.34	0.017
9	4000	2.06	18.67	0.019
10	4500	2.25	21.00	0.021
11	5000	2.7	23.34	0.025
12	5500	3.05	25.67	0.029
13	5078	3.36	23.70	0.032

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.27
Ancho(cm)	14.03
Altura (cm)	10.64
Área (cm <sup>2</sup> )	214.24



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING <sup>º</sup> ERICK RAFAEL PINEDA BARBOZA Laboratorio de Suelos y Geotecnia UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: Erick Rafael Pineda Barboza	NOMBRE: Iván H. Mejía Díaz
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

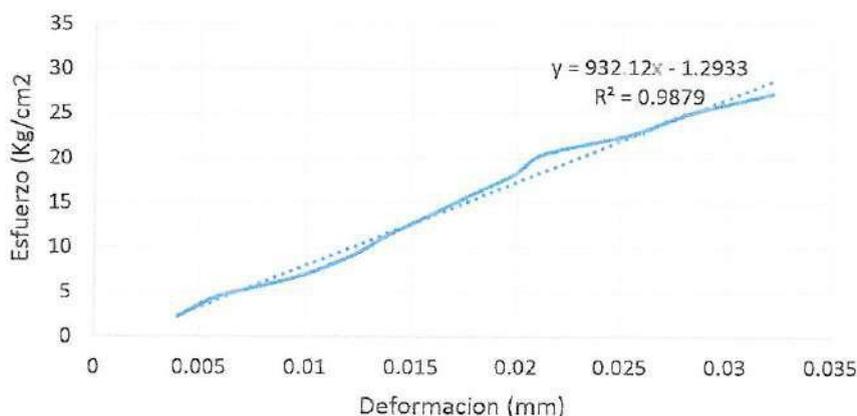
<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	08
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	SIN ADITIVO
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.400	2.266	0.004
3	1000.000	0.600	4.531	0.006
4	1500.000	0.980	6.797	0.010
5	2000.000	1.230	9.062	0.012
6	2500.000	1.400	11.328	0.014
7	3000.000	1.600	13.593	0.016
8	3500.000	1.800	15.859	0.018
9	4000.000	2.010	18.124	0.020
10	4500.000	2.150	20.390	0.021
11	5000.000	2.580	22.655	0.026
12	5210.000	2.850	23.607	0.028
13	5078	3.36	23.70	0.032

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.21
Ancho(cm)	14.51
Altura (cm)	10.11
Área (cm <sup>2</sup> )	220.70

Esfuerzo vs Deformación



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: ING ERICK RAFAEL TORO BARBOZA	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

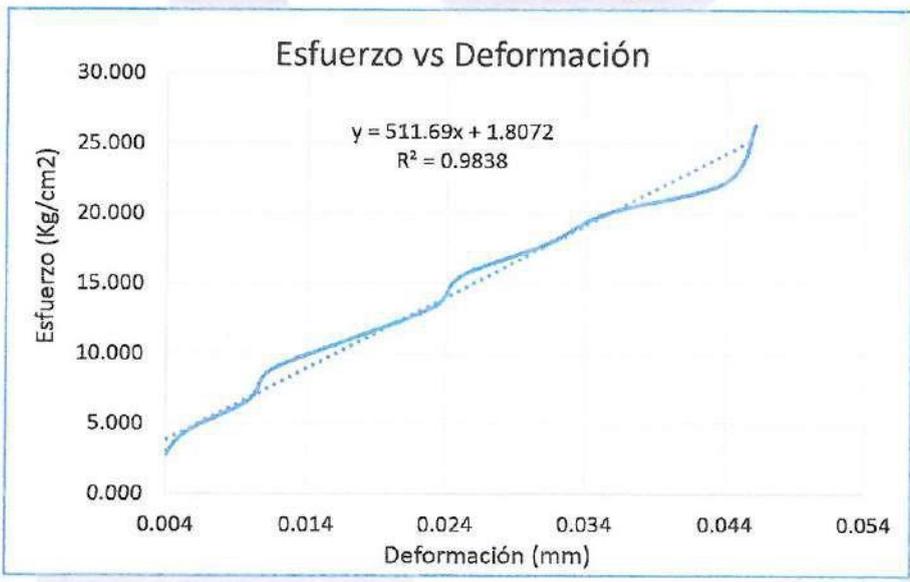
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	01
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	1 % DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.350	2.228	0.004
3	1000.000	0.540	4.456	0.005
4	1500.000	0.980	6.684	0.010
5	2000.000	1.150	8.912	0.012
6	2500.000	1.730	11.140	0.017
7	3000.000	2.300	13.368	0.023
8	3500.000	2.500	15.596	0.025
9	4000.000	3.100	17.824	0.031
10	4500.000	3.540	20.052	0.035
11	5000.000	4.380	22.280	0.044
12	5911.000	4.590	26.339	0.046

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.35
Ancho(cm)	14.62
Altura (cm)	9.98
Área (cm <sup>2</sup> )	224.42



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
<i>Juan</i>	<i>MA3</i> ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA Laboratorio de Mecánica de Suelos y Geotecnia - CIVIL-UPN-C	<i>Juan</i>
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA	NOMBRE: Ivan Mejia Diaz
FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

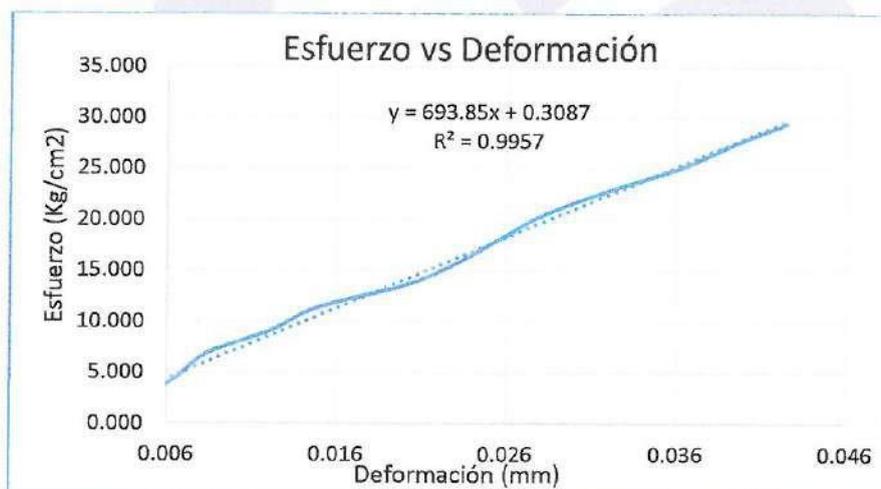
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> GPM-LS-UPNC
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	02
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	1 % DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.440	2.288	0.004
3	1000.000	0.660	4.575	0.007
4	1500.000	0.830	6.863	0.008
5	2000.000	1.210	9.151	0.012
6	2500.000	1.490	11.439	0.015
7	3000.000	2.020	13.726	0.020
8	3500.000	2.330	16.014	0.023
9	4000.000	2.570	18.302	0.026
10	4500.000	2.830	20.589	0.028
11	5000.000	3.190	22.877	0.032
12	5500.000	3.620	25.165	0.036
13	6000.000	3.930	27.453	0.039
14	6445.000	4.240	29.489	0.042

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.22
Ancho(cm)	14.36
Altura (cm)	9.99
Área (cm <sup>2</sup> )	218.56



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA	
NOMBRE: Winkler Jhonatan Rojas	NOMBRE: Erick Rafael Muñoz Barboza	NOMBRE: Iván H. Mejía Díaz
FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

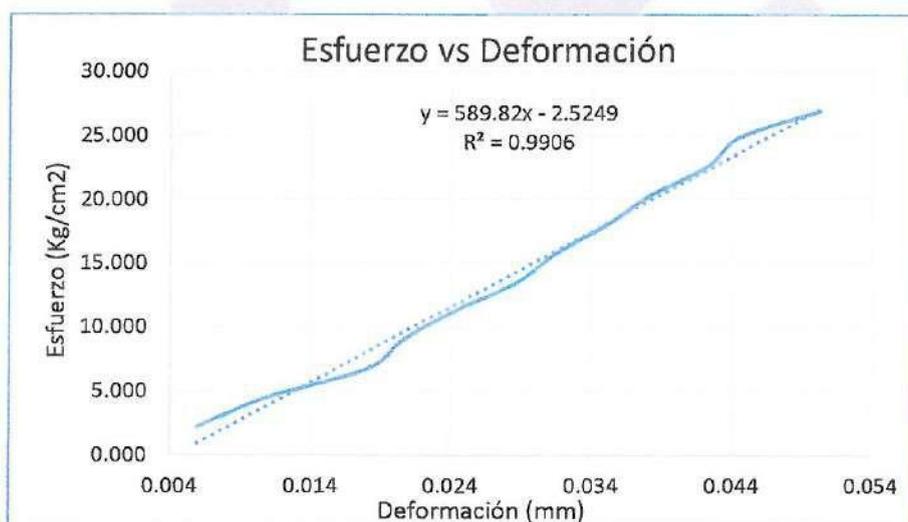
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	03
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	1% ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.600	2.264	0.006
3	1000.000	1.100	4.528	0.011
4	1500.000	1.830	6.792	0.018
5	2000.000	2.090	9.056	0.021
6	2500.000	2.460	11.320	0.024
7	3000.000	2.910	13.584	0.029
8	3500.000	3.190	15.848	0.031
9	4000.000	3.560	18.112	0.035
10	4500.000	3.870	20.376	0.038
11	5000.000	4.280	22.640	0.042
12	5500.000	4.510	24.904	0.045
13	5945.000	5.090	26.919	0.050

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.21
Ancho(cm)	14.52
Altura (cm)	10.13
Área (cm <sup>2</sup> )	220.85



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
<i>J. Winkler</i>	<i>IVAN MEJIA DIAZ</i> ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<i>Ivan Mejia Diaz</i>
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: Ivan Mejia Diaz	NOMBRE: Ivan Mejia Diaz
FECHA: 11/12/18	FECHA: 11/12/18	FECHA: 11/12/18



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

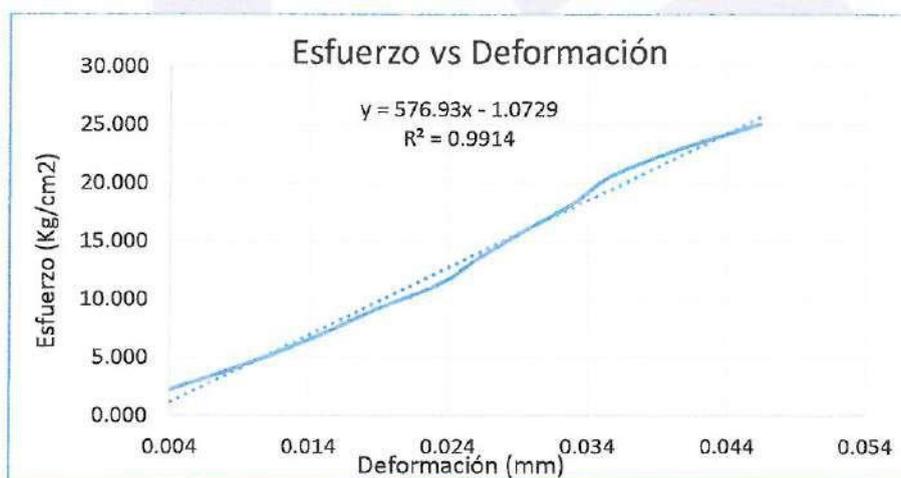
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	04
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	1% DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.410	2.278	0.004
3	1000.000	0.980	4.555	0.010
4	1500.000	1.470	6.833	0.015
5	2000.000	1.890	9.111	0.019
6	2500.000	2.370	11.389	0.023
7	3000.000	2.660	13.666	0.026
8	3500.000	2.990	15.944	0.030
9	4000.000	3.330	18.222	0.033
10	4500.000	3.590	20.500	0.035
11	5000.000	4.070	22.777	0.040
12	5500.000	4.680	25.055	0.046
13	6000.000	4.930	27.333	0.049
14	6448.000	5.340	29.374	0.053

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.16
Ancho(cm)	14.48
Altura (cm)	10.12
Área (cm <sup>2</sup> )	219.52



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Winkler Rojas	NOMBRE: Winkler Rojas	NOMBRE: Iván H. Mejía Díaz
FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

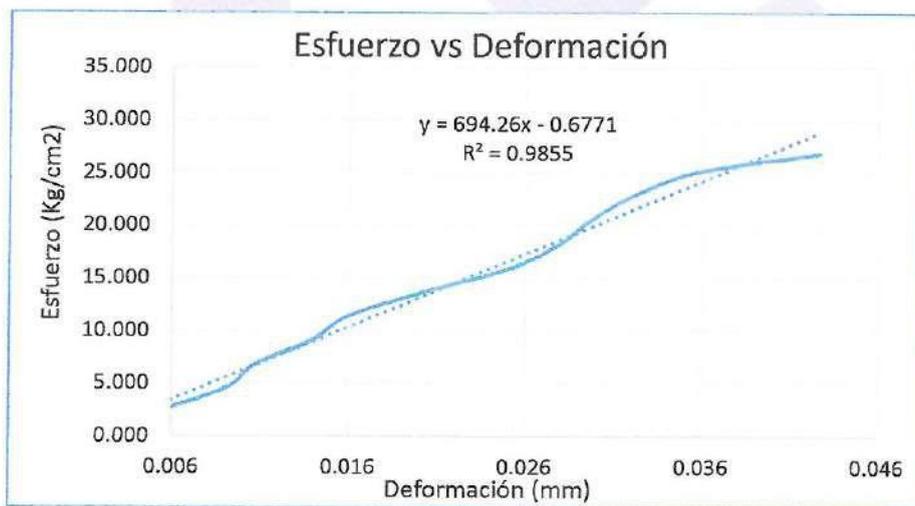
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	05
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	1% DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.510	2.284	0.005
3	1000.000	0.920	4.568	0.009
4	1500.000	1.090	6.853	0.011
5	2000.000	1.410	9.137	0.014
6	2500.000	1.620	11.421	0.016
7	3000.000	2.050	13.705	0.020
8	3500.000	2.550	15.990	0.025
9	4000.000	2.830	18.274	0.028
10	4500.000	3.010	20.558	0.030
11	5000.000	3.250	22.842	0.032
12	5500.000	3.620	25.127	0.036
13	5891.000	4.330	26.913	0.043

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.35
Ancho(cm)	14.26
Altura (cm)	10.16
Área (cm <sup>2</sup> )	218.89



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING. ERICK RIVERA LINDO BARBOZA Laboratorio de Suelos y Geotecnia de la Universidad Privada del Norte	
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: Iván H. Mejía Díaz	NOMBRE: Iván H. Mejía Díaz
FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

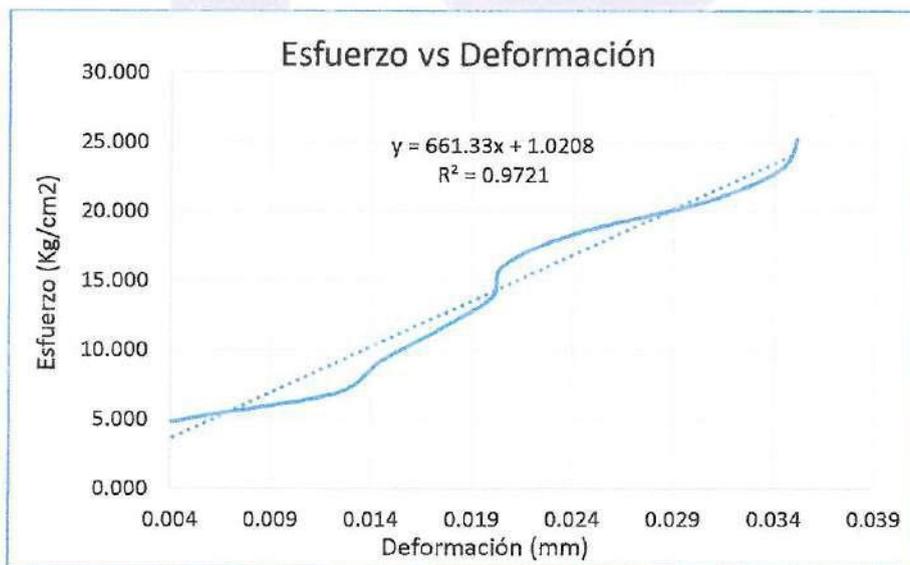
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	06
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	1% DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	500.000	0.100	2.307	0.001
2	1000.000	0.330	4.614	0.003
3	1500.000	1.210	6.921	0.012
4	2000.000	1.430	9.228	0.014
5	2500.000	1.720	11.535	0.017
6	3000.000	1.970	13.843	0.020
7	3500.000	2.030	16.150	0.021
8	4000.000	2.390	18.457	0.024
9	4500.000	3.030	20.764	0.031
10	5000.000	3.390	23.071	0.034
11	5468.000	3.470	25.230	0.035
12				

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.23
Ancho(cm)	14.23
Altura (cm)	9.89
Área (cm <sup>2</sup> )	216.72



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING. ERICK B. DEL PINO ZAMBORA	
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: Erick B. del Pino Zambora	NOMBRE: Ivan H. Mejia Diaz
FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	07
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	1% ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.490	2.291	0.005
3	1000.000	0.810	4.582	0.008
4	1500.000	1.110	6.872	0.011
5	2000.000	1.510	9.163	0.015
6	2500.000	2.180	11.454	0.022
7	3000.000	2.460	13.745	0.024
8	3500.000	2.730	16.036	0.027
9	4000.000	3.130	18.326	0.031
10	4500.000	3.560	20.617	0.035
11	5000.000	4.320	22.908	0.043
12	5500.000	4.720	25.199	0.047
13	5947.000	5.230	27.247	0.052

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.210
Ancho(cm)	14.350
Altura (cm)	10.110
Área (cm <sup>2</sup> )	218.260



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING. ERICK R. PAEZ MEROZ BARBOZA Laboratorio de Suelos y Geotecnia - Universidad Privada del Norte	
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE:
FECHA: 14/12/18	FECHA: 11/12/18	FECHA: 14/12/18



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

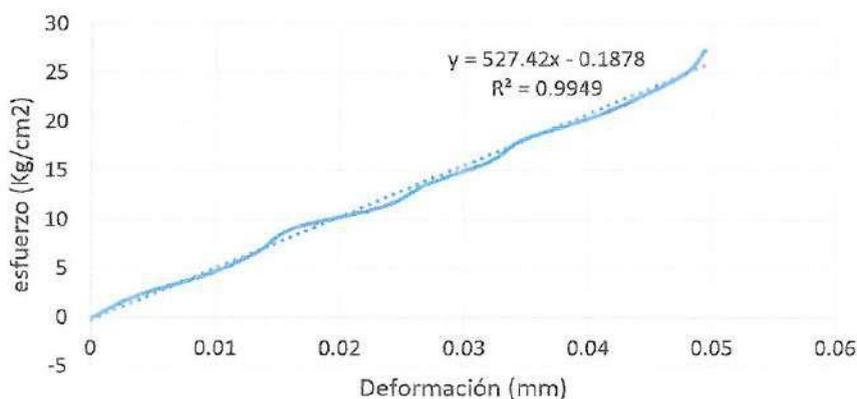
<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	08
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	1% DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.380	2.286	0.004
3	1000.000	0.970	4.573	0.010
4	1500.000	1.360	6.859	0.013
5	2000.000	1.640	9.146	0.016
6	2500.000	2.380	11.432	0.024
7	3000.000	2.740	13.719	0.027
8	3500.000	3.230	16.005	0.032
9	4000.000	3.520	18.292	0.035
10	4500.000	4.090	20.578	0.040
11	5000.000	4.510	22.865	0.045
12	5500.000	4.850	25.151	0.048
13	5967.000	4.990	27.287	0.049

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.260
Ancho(cm)	14.330
Altura (cm)	10.120
Área (cm <sup>2</sup> )	218.670

Esfuerzo vs Deformación



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ PARIONA	
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: Erick Rafael Muñoz Pariona	NOMBRE: Ivan H. Mejía Díaz
FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18	FECHA: 14/12/18



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

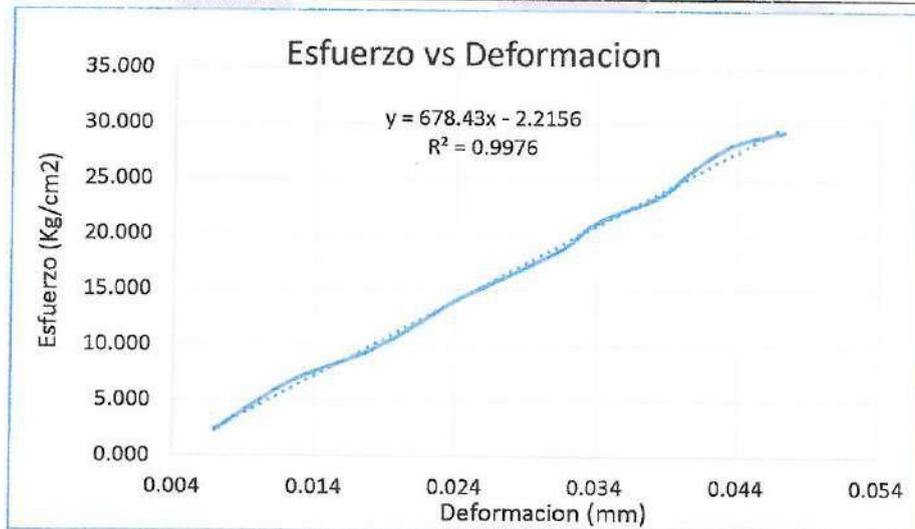
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	01
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	1.5 % DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.710	2.347	0.007
3	1000.000	0.990	4.694	0.010
4	1500.000	1.310	7.042	0.013
5	2000.000	1.800	9.389	0.018
6	2500.000	2.150	11.736	0.021
7	3000.000	2.450	14.083	0.024
8	3500.000	2.850	16.431	0.028
9	4000.000	3.230	18.778	0.032
10	4500.000	3.470	21.125	0.034
11	5000.000	3.920	23.472	0.038
12	5500.000	4.150	25.820	0.041
13	6000.000	4.450	28.167	0.044
14	6245.000	4.820	29.317	0.047

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	14.98
Ancho(cm)	14.22
Altura (cm)	10.21
Área (cm <sup>2</sup> )	213.02



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA INGENIERO EN CIENCIAS DE LOS MATERIALES - CIVIL UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	02
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	1.5 % DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.330	2.294	0.003
3	1000.000	0.660	4.588	0.006
4	1500.000	0.980	6.882	0.010
5	2000.000	1.350	9.176	0.013
6	2500.000	1.870	11.470	0.018
7	3000.000	2.430	13.764	0.024
8	3500.000	2.650	16.058	0.026
9	4000.000	2.940	18.352	0.029
10	4500.000	3.210	20.646	0.031
11	5000.000	3.660	22.940	0.035
12	5500.000	4.180	25.234	0.041
13	6000.000	4.540	27.528	0.044
14	6155.000	5.350	28.239	0.052

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.21
Ancho(cm)	14.33
Altura (cm)	10.31
Área (cm <sup>2</sup> )	217.96



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA Laboratorio de Suelos de Ingeniería Civil UPN-C	
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

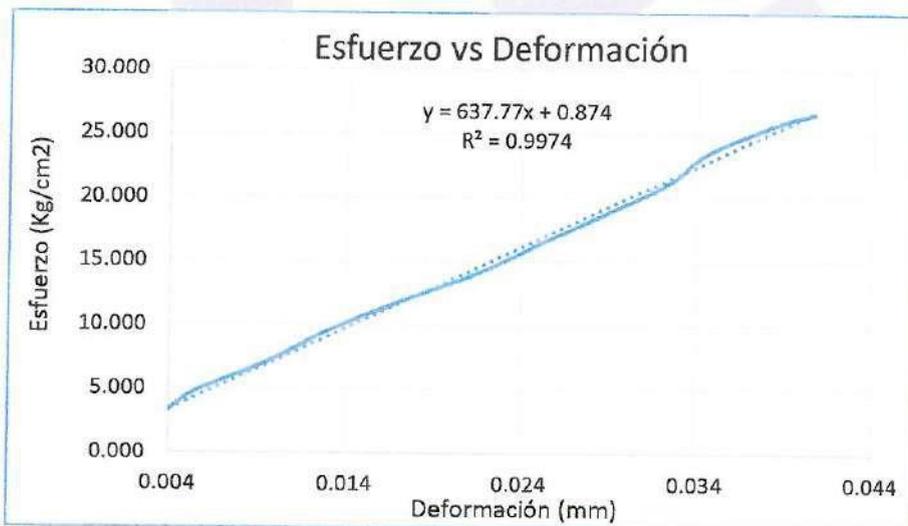
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	03
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	1.5 % ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.330	2.357	0.003
3	1000.000	0.550	4.714	0.005
4	1500.000	0.970	7.071	0.009
5	2000.000	1.310	9.428	0.013
6	2500.000	1.740	11.785	0.017
7	3000.000	2.220	14.142	0.022
8	3500.000	2.590	16.498	0.025
9	4000.000	2.980	18.855	0.029
10	4500.000	3.340	21.212	0.032
11	5000.000	3.570	23.569	0.035
12	5500.000	3.990	25.926	0.039
13	5645.000	4.190	26.610	0.041

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	14.95
Ancho(cm)	14.19
Altura (cm)	10.32
Área (cm <sup>2</sup> )	212.14



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING. ERICK BARRIOS MUÑOZ BARDOZA	
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

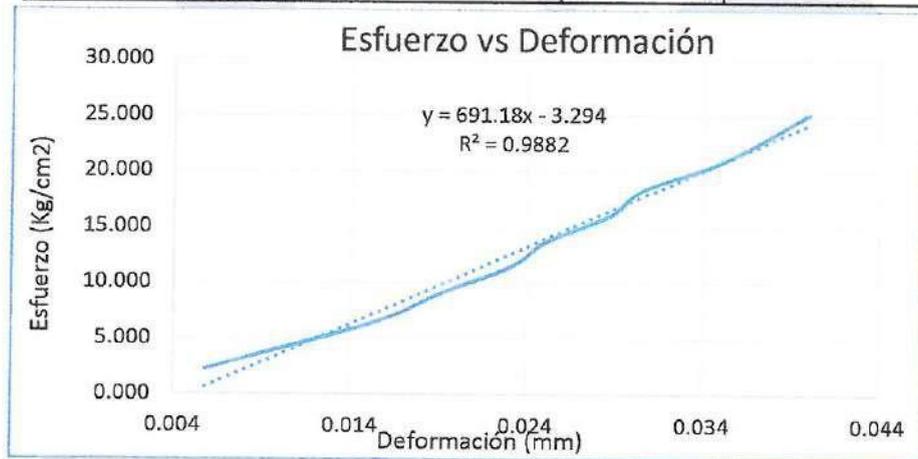
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	04
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	1.5 % DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.600	2.294	0.006
3	1000.000	1.150	4.588	0.011
4	1500.000	1.660	6.882	0.016
5	2000.000	1.990	9.176	0.019
6	2500.000	2.390	11.470	0.023
7	3000.000	2.610	13.765	0.025
8	3500.000	2.980	16.059	0.029
9	4000.000	3.170	18.353	0.031
10	4500.000	3.590	20.647	0.035
11	5000.000	3.890	22.941	0.037
12	5500.000	4.150	25.235	0.040
13	6000.000	4.710	27.529	0.045
14	6500.000	4.970	29.823	0.048
15	6539.000	5.030	30.002	0.048

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.220
Ancho(cm)	14.320
Altura (cm)	10.380
Área (cm <sup>2</sup> )	217.95



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: Ing. Iván H. Mejía Díaz	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	05
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	1.5 % DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.540	2.269	0.005
3	1000.000	1.100	4.539	0.011
4	1500.000	1.660	6.808	0.016
5	2000.000	1.830	9.078	0.018
6	2500.000	2.080	11.347	0.021
7	3000.000	2.490	13.617	0.025
8	3500.000	2.840	15.886	0.028
9	4000.000	3.160	18.156	0.031
10	4500.000	3.470	20.425	0.034
11	5000.000	3.840	22.695	0.038
12	5500.000	4.260	24.964	0.042
13	6000.000	4.590	27.234	0.045
14	6198.000	5.250	28.133	0.052

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.09
Ancho(cm)	14.60
Altura (cm)	10.11
Área (cm <sup>2</sup> )	220.31



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
<i>Juan</i>	<i>MAB</i> ING ERICK FAVELTINO LOPEZ ARDOZA	<i>J.M.</i>
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

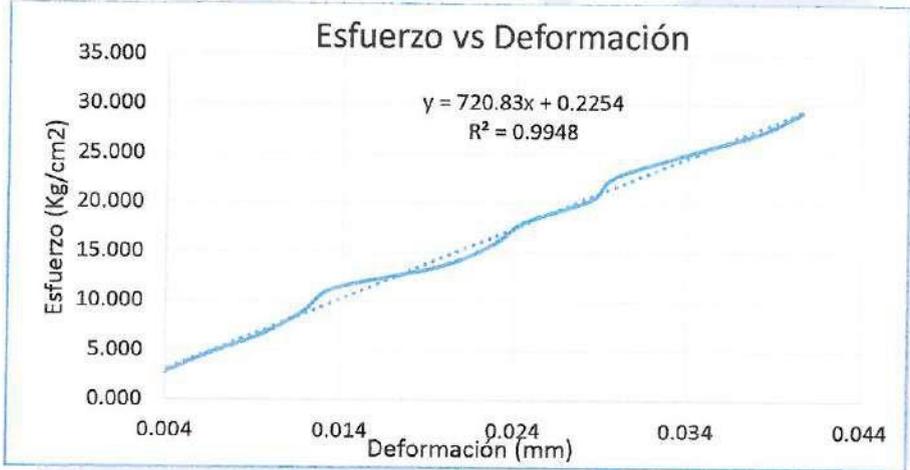
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	06
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	1.5 % DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.330	2.264	0.003
3	1000.000	0.620	4.528	0.006
4	1500.000	0.970	6.792	0.010
5	2000.000	1.200	9.056	0.012
6	2500.000	1.370	11.320	0.014
7	3000.000	1.990	13.584	0.020
8	3500.000	2.300	15.848	0.023
9	4000.000	2.490	18.112	0.025
10	4500.000	2.880	20.376	0.028
11	5000.000	3.010	22.640	0.030
12	5500.000	3.410	24.904	0.034
13	6000.000	3.850	27.168	0.038
14	6467.000	4.100	29.282	0.040

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.210
Ancho(cm)	14.520
Altura (cm)	10.130
Área (cm <sup>2</sup> )	220.850



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
<i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i> ING. ERICK P. DEL PUERTO BARDOYA	<i>[Firma]</i>
NOMBRE: Winkler Jhonatan Lozano Rojas	NOMBRE: ERICK P. DEL PUERTO BARDOYA	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	07
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	1.5 % ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.150	2.196	0.001
3	1000.000	0.590	4.392	0.006
4	1500.000	0.940	6.588	0.009
5	2000.000	1.260	8.784	0.012
6	2500.000	1.570	10.980	0.015
7	3000.000	1.800	13.176	0.018
8	3500.000	2.110	15.372	0.021
9	4000.000	2.560	17.568	0.025
10	4500.000	2.970	19.764	0.029
11	5000.000	3.450	21.960	0.034
12	5500.000	3.780	24.156	0.037
13	6000.000	4.220	26.352	0.041
14	6284.000	4.870	27.599	0.048

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.240
Ancho(cm)	14.940
Altura (cm)	10.240
Área (cm <sup>2</sup> )	227.686



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING. ERICK RAFAEL LUÑOZ BARBOZA	
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

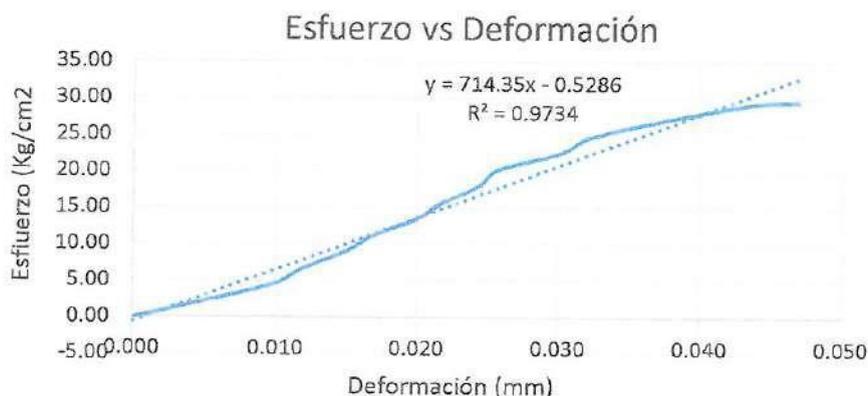
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	08
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	1.5 % DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.510	2.253	0.005
3	1000.000	0.990	4.506	0.010
4	1500.000	1.210	6.759	0.012
5	2000.000	1.510	9.012	0.015
6	2500.000	1.720	11.265	0.017
7	3000.000	2.030	13.518	0.020
8	3500.000	2.220	15.771	0.022
9	4000.000	2.480	18.024	0.024
10	4500.000	2.620	20.277	0.026
11	5000.000	3.070	22.530	0.030
12	5500.000	3.290	24.783	0.032
13	6000.000	3.800	27.036	0.037
14	6500.000	4.440	29.289	0.043
15	6573.000	4.780	29.618	0.047

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.19
Ancho(cm)	14.61
Altura (cm)	10.21
Área (cm <sup>2</sup> )	221.926



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: Ing. FRICK	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

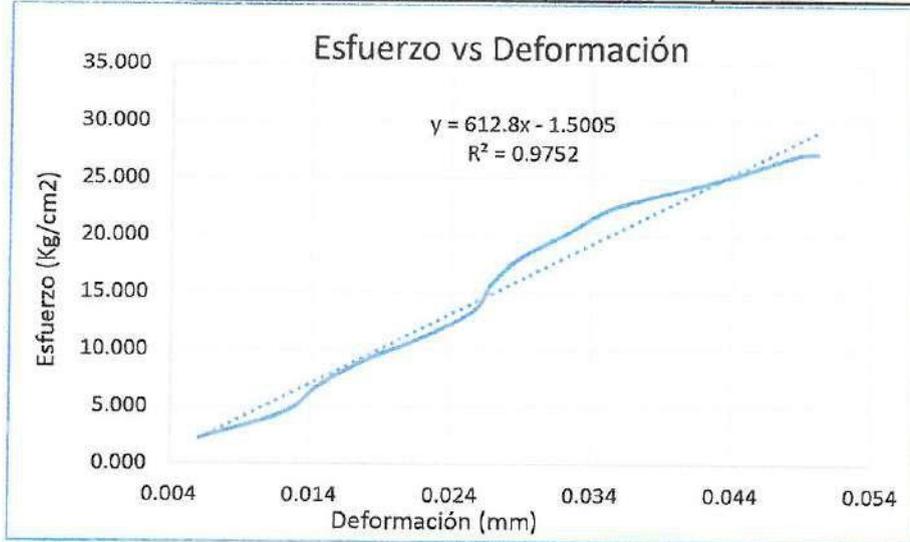
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	01
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	2.0 % DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.610	2.257	0.006
3	1000.000	1.210	4.513	0.012
4	1500.000	1.450	6.770	0.014
5	2000.000	1.780	9.026	0.018
6	2500.000	2.230	11.283	0.022
7	3000.000	2.570	13.539	0.026
8	3500.000	2.690	15.796	0.027
9	4000.000	2.890	18.053	0.029
10	4500.000	3.240	20.309	0.032
11	5000.000	3.580	22.566	0.036
12	5500.000	4.290	24.822	0.043
13	6000.000	4.870	27.079	0.049
14	6031.000	5.010	27.219	0.050

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	14.52
Ancho(cm)	15.26
Altura (cm)	10.02
Área (cm <sup>2</sup> )	221.58



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ BARROZA	
NOMBRE: Winkler Jhonatan Lozano	NOMBRE: Erick Rafael Muñoz Barroza	NOMBRE: Ivan Mejia Diaz
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

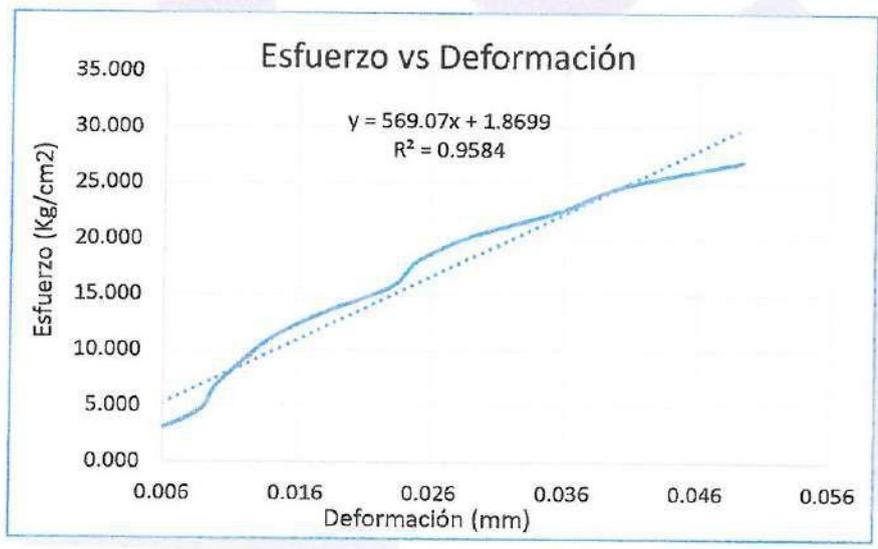
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	02
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	2.0 % DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.420	2.251	0.004
3	1000.000	0.860	4.503	0.009
4	1500.000	0.990	6.754	0.010
5	2000.000	1.190	9.006	0.012
6	2500.000	1.430	11.257	0.014
7	3000.000	1.820	13.509	0.018
8	3500.000	2.310	15.760	0.023
9	4000.000	2.500	18.012	0.025
10	4500.000	2.900	20.263	0.029
11	5000.000	3.560	22.515	0.036
12	5500.000	4.040	24.766	0.040
13	5987.000	4.940	26.959	0.049

Largo (cm)	15.190
Ancho(cm)	14.620
Altura (cm)	10.020
Área (cm <sup>2</sup> )	222.078



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING. ERICK RIVERA PACHA DARDIZA Laboratorio de Suelos y Geotecnia - Universidad Privada del Norte	
NOMBRE: Winkler Jhonatan Lozano Rojas	NOMBRE: ERICK RIVERA PACHA DARDIZA	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	03
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	2.0 % ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.440	2.225	0.004
3	1000.000	0.660	4.450	0.007
4	1500.000	1.110	6.676	0.011
5	2000.000	1.520	8.901	0.015
6	2500.000	1.880	11.126	0.019
7	3000.000	2.370	13.351	0.024
8	3500.000	2.690	15.576	0.027
9	4000.000	3.070	17.802	0.031
10	4500.000	3.720	20.027	0.037
11	5000.000	3.980	22.252	0.040
12	5500.000	4.260	24.477	0.042
13	6000.000	4.390	26.702	0.044
14	6029.000	5.030	26.831	0.050

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.02
Ancho(cm)	14.96
Altura (cm)	10.03
Área (cm <sup>2</sup> )	224.70



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Winkler J. Jhonatan Rojas	NOMBRE: Erick	NOMBRE: Iván H. Mejía Díaz
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

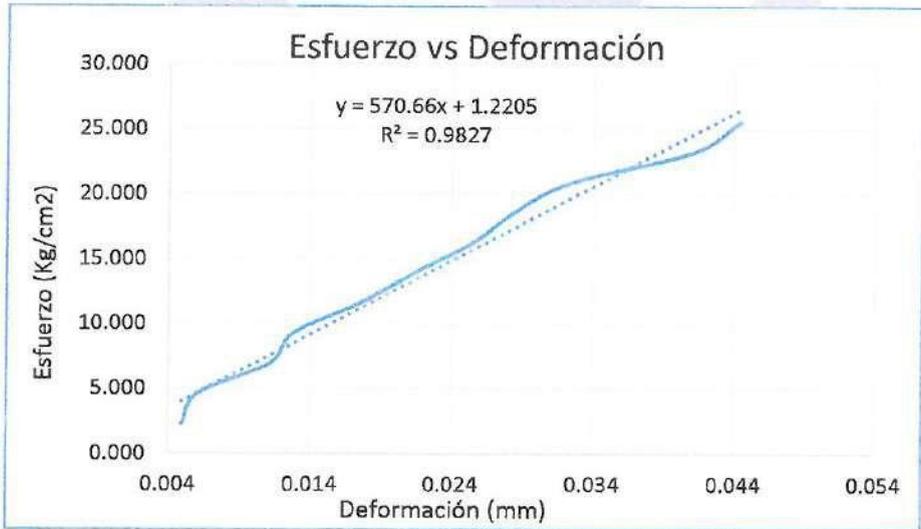
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	04
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	2.0 % DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.510	2.325	0.005
3	1000.000	0.630	4.649	0.006
4	1500.000	1.160	6.974	0.011
5	2000.000	1.330	9.299	0.013
6	2500.000	1.820	11.624	0.017
7	3000.000	2.220	13.948	0.021
8	3500.000	2.650	16.273	0.025
9	4000.000	2.950	18.598	0.028
10	4500.000	3.380	20.923	0.032
11	5000.000	4.270	23.247	0.041
12	5500.000	4.620	25.572	0.044
13	5989.000	4.920	27.846	0.047

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.03
Ancho(cm)	14.31
Altura (cm)	10.41
Área (cm <sup>2</sup> )	215.08



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Winkler Jhonatan Rojas	NOMBRE: Ing. Iván H. Mejía Díaz	NOMBRE: Ing. Iván H. Mejía Díaz
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	05
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	2.0 % DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.450	2.240	0.004
3	1000.000	0.680	4.481	0.007
4	1500.000	1.070	6.721	0.011
5	2000.000	1.480	8.961	0.015
6	2500.000	1.960	11.201	0.019
7	3000.000	2.240	13.442	0.022
8	3500.000	2.790	15.682	0.028
9	4000.000	3.170	17.922	0.031
10	4500.000	3.380	20.162	0.033
11	5000.000	4.170	22.403	0.041
12	5500.000	4.390	24.643	0.043
13	6000.000	4.870	26.883	0.048
14	6256.000	5.030	28.030	0.050

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.510
Ancho(cm)	14.390
Altura (cm)	10.100
Área (cm <sup>2</sup> )	223.190



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ BARDOZA	
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ BARDOZA	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

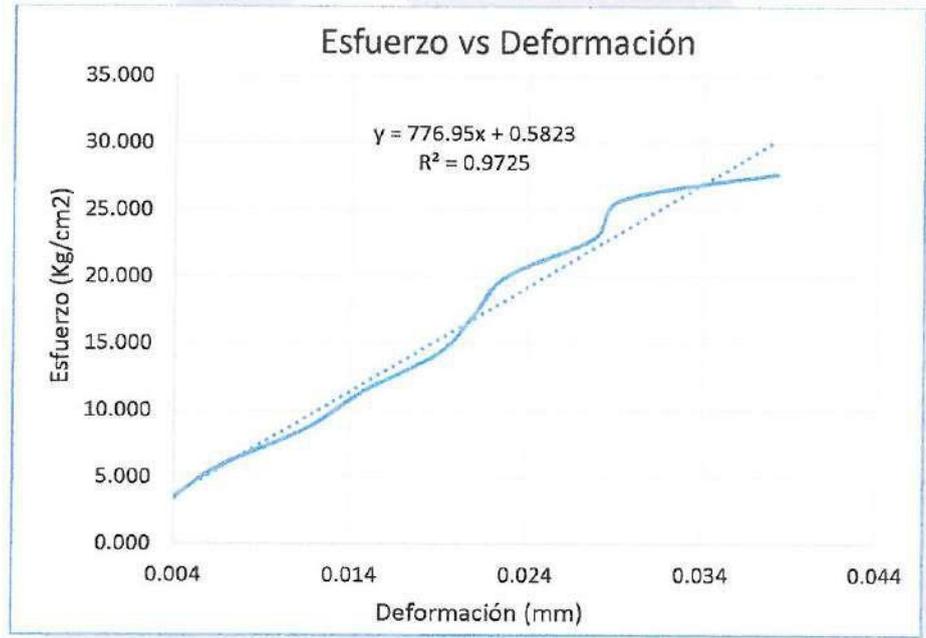
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	06
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	2.0 % DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.350	2.862	0.003
3	1000.000	0.660	5.725	0.006
4	1500.000	1.180	8.587	0.011
5	2000.000	1.530	11.449	0.015
6	2500.000	1.970	14.311	0.019
7	3000.000	2.180	17.174	0.021
8	3500.000	2.370	20.036	0.023
9	4000.000	2.890	22.898	0.028
10	4500.000	3.050	25.760	0.029
11	4839.000	3.970	27.701	0.038

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.310
Ancho(cm)	11.410
Altura (cm)	10.390
Área (cm <sup>2</sup> )	174.690



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Winkler Jhonatan Rojas	NOMBRE: Iván H. Mejía Díaz	NOMBRE: Winkler Jhonatan Rojas
FECHA:	FECHA:	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

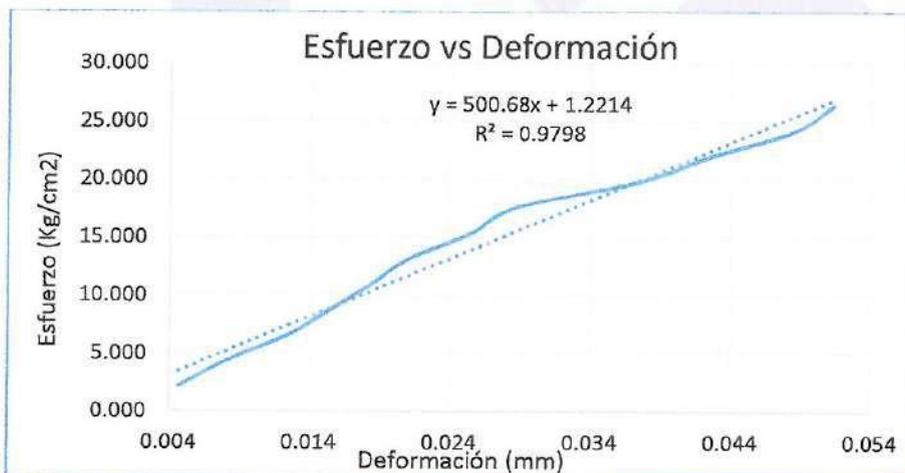
**PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	07
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	2.0 % ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.460	2.200	0.005
3	1000.000	0.800	4.400	0.008
4	1500.000	1.240	6.600	0.012
5	2000.000	1.540	8.800	0.015
6	2500.000	1.830	10.999	0.018
7	3000.000	2.100	13.199	0.021
8	3500.000	2.540	15.399	0.025
9	4000.000	2.850	17.599	0.029
10	4500.000	3.720	19.799	0.037
11	5000.000	4.230	21.999	0.042
12	5500.000	4.830	24.199	0.048
13	6000.000	5.110	26.399	0.051
14	6411.000	5.360	28.207	0.054

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.430
Ancho(cm)	14.730
Altura (cm)	9.970
Área (cm <sup>2</sup> )	227.284



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING. ERICK E. DEL VILLAR PARROZA	
NOMBRE: Walter A. Lozano Rojas	NOMBRE: Ing. Erick E. del Villar Parroza	NOMBRE: Ing. Civil UPN-C
FECHA	FECHA: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	FECHA:



**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA**

**PROTOCOLO**

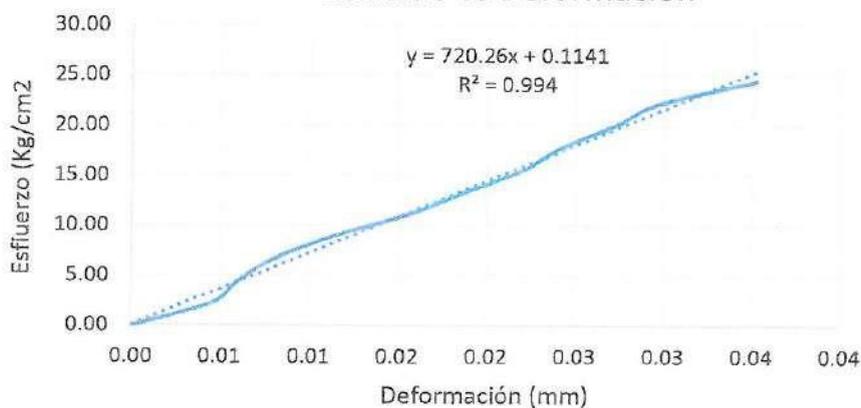
<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE - COMPRESIÓN SIMPLE	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	ASTM D2166	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	08
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	2.0 % DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	07/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

N°	Carga (Kg)	Deformación(mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta L/L$ (mm/mm)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	500.000	0.450	2.227	0.004
3	1000.000	0.600	4.455	0.006
4	1500.000	0.800	6.682	0.008
5	2000.000	1.130	8.909	0.011
6	2500.000	1.560	11.136	0.016
7	3000.000	1.880	13.364	0.019
8	3500.000	2.210	15.591	0.022
9	4000.000	2.420	17.818	0.024
10	4500.000	2.730	20.045	0.027
11	5000.000	2.990	22.273	0.030
12	5500.000	3.530	24.500	0.035
13	5923.000	4.380	26.384	0.044

Dimensiones de la unidad	
Largo (cm)	15.230
Ancho(cm)	14.740
Altura (cm)	10.040
Área (cm <sup>2</sup> )	224.490

Esfuerzo vs Deformación



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas
FECHA:	FECHA:	FECHA:

**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA****PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	NTP 399.613	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	1.5 % DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

ADICIÓN DE 1.5 % DE ACEITE DE LINAZA			
MUESTRA	PESO SECO (Kg)	PESO SATURADO (Kg)	% ABS
1	8.851	9.669	9.242
2	8.563	9.490	10.826
3	9.156	10.094	10.245
4	8.893	9.751	9.648
5	7.958	8.857	11.297
6	8.102	9.114	12.491

<b>PROMEDIO (%)</b>	10.625
---------------------	--------

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: ING. ERICK PAREDES	NOMBRE: Iván H. Mejía Díaz
FECHA:	FECHA:	FECHA:

**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA****PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	NTP 399.613	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

CANTERA:	SHULTIN	MUESTRA N°:	
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA	ADITIVO:	2.0 % DE ACEITE DE LINAZA
UNIDAD DE MUESTRA:	ADOBE	RESPONSABLE:	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2018	REVISADO POR:	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

ADICIÓN DE 2.0 % DE ACEITE DE LINAZA			
MUESTRA	PESO SECO (Kg)	PESO SATURADO (Kg)	% ABS
1	8.401	9.182	9.297
2	9.064	10.103	11.463
3	8.423	9.209	9.332
4	8.865	9.913	11.822
5	8.395	9.095	8.338
6	8.745	9.773	11.755

<b>PROMEDIO (%)</b>	10.334
---------------------	--------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Winkler J. Lozano Rojas	NOMBRE: Iván H. Mejía Díaz	NOMBRE: Iván H. Mejía Díaz
FECHA:	FECHA:	FECHA:

**LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA****PROTOCOLO**

<b>ENSAYO:</b>	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CPM-LS-UPNC: .....
<b>NORMA:</b>	NTP 399.613	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE ACEITE DE LINAZA"	

<b>CANTERA:</b>	SHULTIN	<b>MUESTRA N°:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	SANTA BÁRBARA	<b>ADITIVO:</b>	1% DE ACEITE DE LINAZA
<b>UNIDAD DE MUESTRA:</b>	ADOBE	<b>RESPONSABLE:</b>	LOZANO ROJAS, Winkler Jhonatan
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	10/12/2018	<b>REVISADO POR:</b>	ING. IVÁN H. MEJÍA DÍAZ

ADICIÓN DE 1 % DE ACEITE DE LINAZA			
MUESTRA	PESO SECO (Kg)	PESO SATURADO (Kg)	% ABS
1	8.860	10.168	14.763
2	8.384	9.631	14.874
3	9.019	10.438	15.733
4	8.509	9.535	12.058
5	8.988	10.504	16.867
6	8.830	10.204	15.561

<b>PROMEDIO (%)</b>	14.976
---------------------	--------

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ING. EPIKOT / UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA	
<b>NOMBRE:</b> Winkler Jhonatan Rojas	<b>NOMBRE:</b> Ivan H. Mejia Diaz	<b>NOMBRE:</b> Ivan H. Mejia Diaz
<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>

#### **Anexo N°04. Datos del proveedor**

- **RUC:** 20601420199
- **Razón Social:** CORPORACION GRIMSA E.I.R.L.
- **Tipo Empresa:** Empresa Individual de Resp. Ltda
- **Condición:** Activo
- **Fecha Inicio Actividades:** 15 / Septiembre / 2016
- **Actividades Comerciales:**
  - Vta. May. de Otros Productos.
  - Vta. Min. en Puestos de Venta.
- **CIU:** 51906
- **Dirección Legal:** Mza. C Lote. 37 Asc. la Floresta (Costado de Fabrica de Postes Escarsa)
- **Distrito / Ciudad:** Puente Piedra
- **Departamento:** Lima, Perú
- **Enlace web:**<http://www.corporaciongrimsa.com.pe/contacto/>
- **Correo:**ventas@asfaltorc-250.com.pe

## FICHA DE INFORMACIÓN TÉCNICA

### Aceite de linaza

#### DATOS GENERALES

---

Origen:	Vegetal.
Clasificación:	Lípidos.
Grupo:	Glicéridos: triacilglicéridos.
Subgrupo:	Grasas líquidas: aceites secantes.
Otras denominaciones:	Aceite de lino. Aceite secante. Linseed oil.

#### DATOS FUNCIONALES

---

Extracción:	Semillas procedentes de la planta <i>Linum usitatissimum</i> (Linneo), familia de las Linaceae.
Aplicación:	En superficie y en masa.
Forma de preparación:	Molienda y calentado al vapor de agua de las semillas.
Proporciona:	Impermeabilidad.
Función:	Hidrofugante.

#### DATOS DESCRIPTIVOS

---

Composición:	10% ácido palmítico, 15% a. oleico; 16% a. linoleico y 56% a. linolénico.
Descripción:	Líquido graso, de color rojizo claro.
Solubilidad:	Hidrófobo. Soluble en esencia de trementina y en hidrocarburos.
Observaciones:	Por ser un aceite muy insaturado, se recomienda formular con un antioxidante. No apto por vía oral.
Conservación:	En envases llenos y bien cerrados, PROTEGER DE LA LUZ.

Expuesto a la luz oscurece y espesa. Muy poco soluble en etanol al 96%, y miscible con éter de petróleo. Densidad: 0,925 – 0,935 g/ml. Índice de refracción: 1,4725 – 1,4750.