

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**“CAPACIDAD ADHERENTE DEL ÓPTIMO MORTERO PARA LA  
UNION DE UNIDADES DE LADRILLO DE SUELO – CEMENTO  
COMPACTADO – CAJAMARCA 2015”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. ROCÍO ELIZABETH MORI SÁNCHEZ**

**ASESOR:**

**M. en I. HECTOR ALBARINO PÉREZ LOAYZA**

*CAJAMARCA – PERÚ*

*2017*

# **Agradecimiento**

## **A MI FAMILIA.**

A mi hija Cielo Abigail Chávez Mori por ser mi razón para seguir adelante cada día, a mi madre Dimna Sánchez Horna, mi padre Edwin Fernando Mori García, y a mi hermana Omayra Luzmila Mori Sánchez; por darme una familia maravillosa, amor incomparable y brindarme todo su apoyo para realizarme como persona y como profesional.

## **A MI ASESOR**

M. en Ing. Héctor Albarino Pérez Loayza, por haberme dedicado su valioso tiempo, por sus aportes, críticas, comentarios, sugerencias y apoyo o a lo largo de esta investigación.

## **A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

Facultad de Ingeniería, especialmente a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional, a toda su plana docente por los conocimientos y orientación impartidos durante mi formación Profesional.

## **A MIS AMIGOS**

Aileen Sánchez Cerdán, Jhon Weirner Velásquez Díaz, Carmen Pérez Villar, Sarita Aliaga Aliaga, Lili Huamán Rojas, Erick Rubio Briceño, Merivet Boñon Quiroz, Lenin Espinoza Silva; por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida siempre los recordaré sin importar el tiempo y la distancia, gracias por cruzarse en mi camino.

Al laboratorio de ensayo de materiales (UNC), al Ing. Juan Villanueva, Técnico del laboratorio de ensayos de materiales, por su apoyo en la realización de pruebas.

A la Promoción 2014 Ingeniería Civil, por su compañerismo estos 5 años.

## **Dedicatoria**

A Cielo Abigail Chávez Mori, por darme la fortaleza para cada día querer ser algo mejor, por darle alegría a mi vida y ser la razón de mi existir.

A Dimna Sánchez Horna, por ser una madre ejemplar, ya que, con tu amor, trabajo, sacrificio, paciencia y los valores que me has inculcado has logrado convertirme en lo que soy, te amo mamá.

A Edwin Fernando Mori García, por tu infinito amor y sacrificio, porque siempre has luchado para darme lo mejor, me has enseñado a no dejarme caer ante nada, por tu inmensa comprensión ante todas las cosas que pasamos. Es una bendición ser tu hija, Te adoro papa.

A Omayra Mori Sánchez, por su apoyo y amor incondicional a lo largo de mi carrera y por alegrar siempre mis días con su excelente humor. Es un privilegio ser su hermana.

A César Hayro Chávez Bazán por su apoyo y paciencia incondicional.

A mi familia, compañeros y amigos quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Muchas gracias a todos ustedes.

# ÍNDICE GENERAL

<b>Agradecimiento</b> .....	<b>i</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b> .....	<b>vi</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>viii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>ix</b>
<b>CAPITULO I.</b> .....	<b>1</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema .....	2
1.2 Formulación Del Problema.....	2
1.3 Justificación de la investigación .....	2
1.4 Alcances de la investigación:.....	3
1.5 Delimitaciones de la investigación .....	3
1.6 Limitaciones. ....	3
1.7 Objetivos .....	3
1.7.1 Objetivo General .....	3
1.7.2 Objetivos Específicos.....	3
1.8 Hipótesis.....	4
1.9 Definición de variables. ....	4
<b>CAPITULO II.</b> .....	<b>5</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
2.1 Antecedentes Teóricos de la Investigación .....	6
2.2 Bases Teóricas .....	7
2.2.1 Ladrillos de Suelo-Cemento. ....	8
2.2.2 Componentes del ladrillo Suelo-Cemento. ....	8
2.2.3 Procesos de producción. ....	11
2.2.4 La Unidad de Albañilería .....	14
2.2.5 Los prismas de albañilería según la norma técnica [Norma Técnica E.070 Albañilería, 2006] .....	18

2.2.6	Suelos estabilizados con cemento [Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones IDECA]	23
2.2.7	Morteros.....	25
2.2.8	Usos del Ladrillo Suelo – Cemento, en construcciones.....	32
2.3	Definición de términos básicos .....	33
<b>CAPITULO III. ....</b>		<b>35</b>
<b>MATERIALES Y METODOS .....</b>		<b>35</b>
3.1	Materiales y Equipos .....	36
3.1.1	Materiales .....	36
3.1.2	Equipos .....	36
3.2	Método.....	37
3.2.1	Toma de muestras.....	37
3.2.2	Localización .....	37
3.2.3	Metodología de la investigación. ....	37
3.2.4	Procedimiento de la investigación. ....	37
3.2.4.1	Reconocimiento de la zona de extracción del suelo .....	37
3.2.4.2	Extracción y transporte de suelo.....	38
3.2.4.3	Trituración y tamizado .....	39
3.2.4.4	Elaboración de los prototipos del ladrillo alternativo sin cocción de suelo-cemento	40
3.2.4.5	Almacenamiento .....	42
3.2.4.6	Curado .....	43
3.2.4.7	Fase de laboratorio y taller de ladrillo alternativo suelo-cemento compactado.....	43
3.2.4.8	Fase de campo de agregado fino, para la elaboración de morteros.....	44
3.2.4.9	Fase de Laboratorio de agregado fino, para la elaboración de morteros.....	46
3.2.4.10	Fase de Gabinete.....	49
<b>CAPITULO IV. ....</b>		<b>50</b>
<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>		<b>50</b>
4.1	Ensayos en Ladrillo.....	51
4.1.1	Selección del Ladrillo .....	51
4.1.2	Ensayos a Compresión del Ladrillo.....	51
4.2	Ensayos de morteros.....	53
4.2.1	Características de los Materiales.....	53
4.2.2	Diseño de mortero. ....	54

4.2.3	Ensayos a compresión Uniaxial del mortero.....	57
4.3	Comparación entre resistencia de morteros y la unidad de albañilería.....	60
4.4	Ensayos de muretes y pilas de ladrillos.....	61
4.4.1	Ensayos a compresión de los muretes con aparejo de sogá.....	62
4.4.2	Ensayos a compresión de los muretes con aparejo de cabeza.....	62
4.4.3	Ensayos a compresión de pilas.....	63
4.5	Comparación de Ensayos a los Prismas.....	64
<b>CAPÍTULO V.....</b>		<b>66</b>
<b>CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ..</b>		<b>66</b>
5.1	Conclusiones.....	66
5.2	Recomendaciones.....	67
5.3	Referencias Bibliográficas.....	69
<b>ANEXOS.....</b>		<b>70</b>
<b>ANEXO 1: CARACTERISTICAS Y CLASIFICACION DEL SUELO DE LA CANTERA DE SHULTIN. ....</b>		<b>71</b>
<b>ANEXO 2: PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO FINO.....</b>		<b>72</b>
<b>ANEXO 3: ENSAYOS A COMPRESIÓN DEL LADRILLO.....</b>		<b>78</b>
<b>ANEXO 4. ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE MORTERO.....</b>		<b>83</b>
<b>ANEXO 5.</b>	<b>GRAFICAS ESFUERZO – DEFORMACION DE LOS MORTEROS..</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO 6.</b>	<b>ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LOS MURETES CON APAREJO DE SOGA</b>	<b>135</b>
<b>ANEXO 7.</b>	<b>ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LOS MURETES CON APAREJO DE CABEZA</b>	<b>140</b>
<b>ANEXO 8.ENSAYOS A COMPRESIÓN DE PILAS.....</b>		<b>145</b>
<b>ANEXO 9.Resistencias características de albañilería.....</b>		<b>155</b>
<b>ANEXO 10. PANEL FOTOGRÁFICO.....</b>		<b>156</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i>	<i>Características del suelo adecuado para la elaboración de las unidades de suelo – cemento. ....</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 2.</i>	<i>Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 3.</i>	<i>Métodos para determinar <math>f'm</math> y <math>v'm</math>.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 4.</i>	<i>Incremento de <math>f'm</math> y <math>v'm</math> por edad.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 5.</i>	<i>Factores de corrección <math>f'm</math> por esbeltez.....</i>	<i>20</i>

<b>Tabla 6.</b> Proporción para morteros en volumen según Norma E.070 .....	31
<b>Tabla 7.</b> Proporción para morteros en volumen según ASTM C-270.....	31
<b>Tabla 8.</b> Proporción para morteros en volumen. ....	46
<b>Tabla 9.</b> Resistencia máxima corregida de las unidades de ladrillo. ....	52
<b>Tabla 10.</b> Resistencia a la compresión del mortero tipo I. ....	57
<b>Tabla 11.</b> Resistencia a la compresión del mortero tipo II. ....	58
<b>Tabla 12.</b> Resistencia a la compresión del mortero tipo III. ....	58
<b>Tabla 13.</b> Resistencia a la compresión del mortero tipo IV. ....	59
<b>Tabla 14.</b> Resistencia a la compresión del mortero tipo V. ....	59
<b>Tabla 15.</b> Resistencia a la compresión de los tipos de mortero. ....	60
<b>Tabla 16.</b> Resumen de resultado a compresión de los muretes con aparejo de sogá. ....	62
<b>Tabla 17.</b> Resumen de resultado a compresión de los muretes con aparejo de cabeza. ....	63
<b>Tabla 18.</b> Resumen de resultado a compresión de las pilas. ....	64
<b>Tabla 19.</b> Resumen de resultado a compresión de las pilas. ....	65
<b>Tabla 20.</b> Características del suelo de la cantera de Shultin y su clasificación según AASHTO y SUCS. ....	71
<b>Tabla 21.</b> Análisis granulométrico del agregado fino. Ensayo N° 01 .....	72
<b>Tabla 22.</b> Análisis granulométrico del Agregado Fino. Ensayo N° 02.....	73
<b>Tabla 23.</b> Análisis granulométrico del agregado fino. Ensayo N° 03. ....	74
<b>Tabla 24.</b> Peso específico del Agregado Fino. ....	75
Tabla 25. Absorción del Agregado Fino. ....	75
Tabla 26. Peso específico del agua. ....	76
<b>Tabla 27.</b> Factor f para el peso unitario del Agregado Fino. ....	76
<b>Tabla 28.</b> Peso unitario seco suelto del Agregado Fino. ....	76
<b>Tabla 29.</b> Peso unitario seco compactado o varillado del Agregado Fino. ....	76
<b>Tabla 30.</b> Porcentaje que pasa la malla N° 200 del Agregado FINO. ....	77
<b>Tabla 31.</b> Contenido de humedad del Agregado Fino. ....	77
<b>Tabla 32.</b> Ensayos a compresión uniaxial de los especímenes cilíndricos del mortero <b>Tipo I.</b> ....	83
<b>Tabla 33.</b> Ensayos a compresión uniaxial de los especímenes cilíndricos del mortero <b>Tipo II.</b> ....	83
<b>Tabla 34.</b> Ensayos a compresión uniaxial de los especímenes cilíndricos del mortero <b>Tipo III.</b> ....	84
<b>Tabla 35.</b> Ensayos a compresión uniaxial de los especímenes cilíndricos del mortero <b>Tipo IV.</b> .....	84
<b>Tabla 36.</b> Ensayos a compresión uniaxial de los especímenes cilíndricos del mortero <b>Tipo V.</b> ....	85

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Figura 1.</b> Ladrillos alternativos de suelo-cemento compactado en Laboratorio de Universidad Nacional de Cajamarca. ....	8
<b>Figura 2.</b> Suelo tamizado que cumple con propiedades para realizar ladrillos alternativos de suelo cemento compactado. ....	10
<b>Figura 3.</b> Cemento Portland Tipo I, el que se usará para la elaboración de los ladrillos y de los morteros. ....	11
<b>Figura 4.</b> Agua potable, será la utilizada en la elaboración de ladrillos y de morteros. ....	11
<b>Figura 5.</b> Ilustración de tamizado del suelo. ....	12
<b>Figura 6.</b> Ilustración de materiales para realizar el mezclado en seco de suelo con cemento, la mezcla debe quedar uniforme. ....	12
<b>Figura 7.</b> Ilustración de agregado del agua a la mezcla en seco de suelo con cemento (hasta obtener una mezcla homogénea). ....	13
<b>Figura 8.</b> Máquina CINVA RAM que se usará para la compactación de la mezcla para la elaboración de los ladrillos. ....	13
<b>Figura 9.</b> Acopio y curado de ladrillos de suelo-cemento compactado. ....	14

<b>Figura 10.</b> Ejemplo de prismas (murete y pila) de albañilería.....	18
Figura 11. Ensayo de compresión axial $f'm$ .....	22
<b>Figura 12.</b> Ensayo de compresión diagonal o resistencia a corte puro $v'm$ .....	22
Figura 13. Mortero para junta.....	26
<b>Figura 14.</b> Limpieza de lugar donde se va a realizar la mezcla para mortero.....	26
<b>Figura 15.</b> Arena volcada en lugar de fabricación.....	27
<b>Figura 16.</b> Cemento volcado sobre la arena, mezclado en seco.....	27
<b>Figura 17.</b> Agregado de agua a la mezcla en seco.....	27
<b>Figura 18.</b> Mezclar hasta obtener pasta uniforme.....	28
<b>Figura 19.</b> Fotos de viviendas económicas con ladrillo alternativo de suelo-cemento compactado.....	33
<b>Figura 20.</b> Zona de estudio del suelo, ladrillera del caserío de Shultin.....	38
<b>Figura 21.</b> Transporte de suelo apto para construcción de ladrillo alternativo de suelo-cemento compactado.....	39
<b>Figura 22.</b> Tamizado del suelo para la elaboración de ladrillos.....	39
<b>Figura 23.</b> Máquina a compresión para la elaboración de prototipos de ladrillos alternativos.....	40
<b>Figura 24.</b> Mezcla de suelo, cemento y agua para elaboración de ladrillo alternativo.....	41
<b>Figura 25.</b> Procedimiento de fabricación del ladrillo.....	42
Figura 26. Almacenamiento de ladrillos.....	43
Figura 27. Curado de ladrillos.....	43
<b>Figura 28.</b> Realizando el ensayo a compresión axial de ladrillos alternativo suelo-cemento compactado en la máquina universal.....	44
<b>Figura 29.</b> Ubicación de la cantera.....	45
<b>Figura 30.</b> Ensayos realizados a agregado fino.....	46
Figura 31. Prototipos de morteros.....	47
Figura 32. Toma de medidas con Bernier.....	47
Figura 33. Ensayo a compresión del mortero.....	47
Figura 34. Pilas de albañilería.....	48
Figura 35. Muretes de albañilería.....	49
<b>Figura 36.</b> Ensayo a compresión de los Muretes de albañilería.....	49
<b>Figura 37.</b> Resistencia máxima corregida del ladrillo.....	52
<b>Figura 38.</b> Resistencia a la compresión de los tipos de mortero.....	60
<b>Figura 39.</b> Requisito granulométrico del Agregado Fino del Ensayo N° 01.....	72
<b>Figura 40.</b> Requisito granulométrico del Agregado Fino del Ensayo N° 02.....	73
<b>Figura 41.</b> Requisito granulométrico del Agregado Fino del Ensayo N° 03.....	74



## Resumen

La presente investigación es complemento de la tesis titulada “Elaboración de un ladrillo alternativo sin cocción en Cajamarca”, elaborada por el Ingeniero Antonio Martín Tejada Arias; la que tiene como objetivo principal determinar la dosificación óptima de mortero que genere la mejor unión del ladrillo alternativo suelo-cemento compactado y el incremento de la resistencia a compresión tanto axial como diagonal. Para lograr tal objetivo, se diseñó y construyó la máquina compresora denominada CINVA RAM con la cual se elaboraron los ladrillos alternativos con los mismos materiales y dosificación usada en la investigación mencionada anteriormente, se elaboraron 5 unidades para verificar la resistencia a la compresión axial y luego 400 unidades para la elaboración de las pilas y muretes proyectados (pilas de 21.5 cm x 60 cm de altura y muretes de 67 cm x 67 cm).

Posteriormente se diseñaron cinco tipos de morteros con las proporciones: a) cemento: cal: arena: 1: 0.5: 4; b) cemento: arena: 1: 4, c) cemento: cal: arena: 1: 0.5: 5, d) cemento: cal: arena: 1: 1: 5 y e) cemento: arena: 1: 6; que se evaluaron usando diez especímenes por cada diseño. Con el diseño óptimo, se elaboraron 10 pilas y 10 muretes (5 con amarre de soga y 5 con amarre de cabeza), los cuales fueron ensayados a compresión axial y compresión diagonal respectivamente.

De los resultados obtenidos se concluyó que el mortero de dosificación en volumen cemento: arena 1:6, es el que presenta propiedades resistentes semejantes a la del ladrillo alternativo, y consecuentemente es el diseño adecuado, así como también que la compresión axial aumento en un 29.38% y la compresión diagonal en un 97.3% con respecto a los resultados obtenidos en la investigación del Ing. Antonio Martín Tejada Arias.

El tipo de falla que presentaron tanto las pilas como muretes fueron continuas, y a lo largo de todo el cuerpo lo que permite afirmar que tanto el mortero como los ladrillos aumentaron significativamente la adherencia, al comportarse como una unidad monolítica.

**Palabras clave:** Máquina CINVA RAM, ladrillo alternativo, mortero óptimo, compresión axial, compresión diagonal, adherencia, unidad monolítica.

## Abstract

The present research complements the thesis entitled "Elaboration of an alternative brick without cooking in Cajamarca", elaborated by the Engineer Antonio Martín Tejada Arias; the main objective of which is to determine the optimal mortar dosage that generates the best union of the alternative soil-cement compacted brick and the increase of the axial and diagonal compression strength. To achieve this objective, the compressor machine CINVA RAM was designed and built with which the alternative bricks with the same materials and dosage used in the aforementioned research were made. Five units were produced to verify the axial compressive strength and then 400 units for the elaboration of the piles and projected walls (piles of 21.5 cm x 60 cm of height and walls of 67 cm x 67 cm).

Subsequently, five mortar types were designed with the following proportions: a) cement: lime: sand: 1: 0.5: 4; b) cement: sand: 1: 4, c) cement: lime: sand: 1: 0.5: 5, d) cement: lime: sand: 1: 1: 5 and e) cement: sand: 1: 6; which were evaluated using ten specimens per design. With the optimum design, 10 stacks and 10 walls (5 with rope lashing and 5 with head lashing) were elaborated, which were tested to axial compression and diagonal compression respectively.

From the results obtained it was concluded that the mortar dosing in volume cement: sand 1: 6, is the one that presents resistant properties similar to that of the alternative brick, and consequently is the suitable design, as well as that the axial compression increases in a 29.38% and the diagonal compression in 97.3% with respect to the results obtained in the investigation of Eng. Antonio Martín Tejada Arias.

The type of failure that presented both piles and walls were continuous, and throughout the body which allows to affirm that both the mortar and the bricks significantly increased the adhesion, by behaving as a monolithic unit.

**Keywords:** CINVA RAM machine, alternative brick, optimum mortar, axial compression, diagonal compression, adhesion, monolithic unit.

# **CAPITULO I. INTRODUCCION**

## **1.1 Planteamiento del problema**

Actualmente, debido al cambio climático, en todas las actividades humanas se promueve la salud ambiental, por lo cual es necesario el uso de materiales que ocasionen el menor impacto negativo sobre el medio ambiente. En la construcción civil, este tema se está tratando desde años atrás en otros países como Francia, México, Brasil, España, entre otros; con el fin de obtener y usar productos novedosos y amigables a nuestro medio, situación que también se está impulsando en nuestro país.

Uno de los productos más usados en la construcción de las edificaciones en la ciudad de Cajamarca es el ladrillo artesanal de arcilla, lo preocupante de este ladrillo es su proceso de fabricación; ya que después de su moldeado y secado, es sometido a cocción en hornos artesanales que usan cuantiosas cantidades de diferentes combustibles, pero también otros elementos muy contaminantes como aceite quemado, llantas y plástico, que indudablemente van a generar consecuencias negativas sobre la salud humana y el medio ambiente.

Frente al problema mencionado en el párrafo anterior se ha realizado una investigación por el Ing. Antonio Martín Tejada Arias denominada “Elaboración de un ladrillo alternativo sin cocción en Cajamarca” en la que se presenta una alternativa diferente para la fabricación del ladrillo artesanal, usando otros recursos, y, sobre todo, eliminando el proceso de cocción. En la investigación anteriormente mencionada, se determinó la óptima dosificación de materiales constitutivos para el ladrillo suelo-cemento compactado, faltando el estudio específico del mortero óptimo para su mejor comportamiento estructural. El estudio de ese mortero es motivo de la presente investigación, siendo éste la continuación del estudio anterior.

Se enfoca en diseñar cinco (5) tipos de mortero para así obtener el mortero más adecuado para este tipo de ladrillo.

## **1.2 Formulación Del Problema**

El problema de la presente investigación se puede sintetizar en la siguiente interrogante:

¿Cuál es el diseño óptimo del mortero que garantice el comportamiento unitario y estructural del ladrillo suelo cemento compactado y el mortero en Cajamarca?

## **1.3 Justificación de la investigación**

En Cajamarca en el año 2013 se realizó un estudio de investigación por el Ing. Antonio Martín Tejada Arias denominada “Elaboración de un ladrillo alternativo sin cocción en Cajamarca”, en el cual se excluye la práctica del quemado y se aprovecha el suelo de las canteras existentes que se usan actualmente para la fabricación de dicho material. Los ladrillos de suelo cemento compactado constituyen una gran alternativa para reemplazar a los ladrillos de arcilla, ya que

cumplen con los requerimientos de la normatividad técnica vigente; por otra parte, el Perú es un país sísmico, por lo que las edificaciones de albañilería deben tener una adecuada resistencia al corte, la cual es dada principalmente por la adherencia que se genera entre el mortero y el ladrillo.

En nuestro medio existe escasa investigación acerca de este tema para mejorar la adherencia del mortero-ladrillo de suelo cemento compactado.

#### **1.4 Alcances de la investigación:**

La presente investigación tiene por finalidad analizar las propiedades físico-mecánicas de cinco dosificaciones de morteros, obteniendo resultados de cada mortero analizado y ver cuál es el que se asemeja en propiedades físicas y mecánicas al ladrillo alternativo; luego se elaborarán prismas (pilas y muretes) con el mortero óptimo, para ser ensayados a compresión axial y diagonal.

Esta investigación va dirigida a los representantes del rubro de la construcción civil, como lo son empresas constructoras, ingenieros, estudiantes de ingeniería civil, maestros de obra, albañiles y demás personas afines de la ciudad de Cajamarca.

#### **1.5 Delimitaciones de la investigación**

La presente investigación se realizará usando como material básico el suelo de la cantera de El Cerrillo (por ser el material que se usó en la investigación “Elaboración de un ladrillo alternativo sin cocción en Cajamarca”) y para la elaboración de los morteros se usará agregado fino de la planta de chancado Roca Fuerte donde se procesan agregados extraídos de las márgenes del río Chonta – Distrito de Baños del Inca, Cemento Pacasmayo Portland tipo I y agua potable usada en el campus universitario; por lo que el estudio se circunscribe a la localidad de Cajamarca.

Todos los estudios serán realizados en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Cajamarca.

#### **1.6 Limitaciones.**

Para la realización de la investigación no se tiene ningún tipo de limitación.

#### **1.7 Objetivos**

##### **1.7.1 Objetivo General**

- Determinar cuál es la dosificación óptima en la determinación del mortero que genere la mejor adherencia y el incremento en la resistencia a compresión axial y diagonal de los ladrillos suelo-cemento compactado, tomando en cuenta cinco dosificaciones.

##### **1.7.2 Objetivos Específicos**

- Determinar las propiedades físico – mecánicas de cinco propuestas de dosificación de morteros.

- Determinar cualitativamente y cuantitativamente la trabajabilidad y las diferencias de la resistencia a la compresión axial de los cinco morteros en estudio y ver cuál es el que nos brinda la más adecuada.

### **1.8 Hipótesis.**

- El mortero de óptima dosificación aumenta la resistencia a la compresión axial en un 15% y su resistencia a la compresión diagonal en 10% de las unidades de ladrillos de suelo-cemento compactado.

### **1.9 Definición de variables.**

- **Variable Independiente**
  - ✓ Características físico mecánicas de los materiales constitutivos del mortero.
- **Variabes Dependientes**
  - ✓ Resistencia a la compresión axial y diagonal de las pilas y muretes de ladrillo alternativo.

## **CAPITULO II. MARCO TEÓRICO**

## **2.1 Antecedentes Teóricos de la Investigación**

### **Antecedentes internacionales:**

Jorge Luis Cabrera (1995), en Cuba, se hace el estudio para determinar la resistencia a la adherencia que alcanzan los morteros de albañilería a los 28 días. Para ello se prepararon dosificaciones de morteros con cuatro (4) tipos de cemento, dos (2) tipos de arena y cuatro (4) tipos de agregados, lográndose realizar 23 dosificaciones. Los resultados demuestran la factibilidad de emplear dicho método para determinar la resistencia a la adherencia. Se obtuvieron valores de hasta 0.7 MPa a los 28 días.

M. Astrosa I. y M. Muñoz (2008), en Chile, en este estudio, se presenta los resultados de una recopilación de doce estudios experimentales realizados en los últimos 37 años en Chile sobre la resistencia de adherencia de albañilerías construidas con morteros de cemento. En el estudio se pudo comprobar que sólo se cuenta con una cantidad de información suficiente para una albañilería construida con ladrillos cerámicos hechos a máquina y que en este caso los requisitos que establecen las normas chilenas tanto a las unidades como a los morteros son necesarios pero no suficientes para lograr una buena adherencia, debiéndose incluir requisitos adicionales que controlen las relaciones (cemento+cal)/arena y cal/cemento en la dosificación del mortero, de modo que sus valores sean entre 0.3 y 0.4 y del orden de 0.25 respectivamente.

### **Antecedentes nacionales:**

Úrsula Deza, Gaby Quesada y Ángel San Bartolomé (2005), en Lima – Perú, se estudió una serie de alternativas que permitan mejorar la resistencia al corte de los ladrillos sillico – calcáreos (unidad ecológica), para lo cual se realizaron ensayos de compresión diagonal sobre 36 mueres y de carga lateral cilíndrica sobre 3 muros confinados a escala natural. Paralelamente, se efectuó una comparación entre el comportamiento sísmico-experimental de un muro confinado y otro de albañilería armada interiormente.

Ángel San Bartolomé y Álvaro Morante (2007), en Lima – Perú, esta investigación tuvo como objetivo principal analizar la adherencia en la interface mortero – ladrillo de concreto vibrado y, además, enriquecer nuestra Norma E.070, proporcionando parámetros de diseño y construcción para este tipo de albañilería, construida con ladrillos de reciente fabricación industrial en nuestro medio. Con los propósitos indicados, se utilizaron dos técnicas de construcción adicionales a la recomendada por el fabricante. Para medir experimentalmente la adherencia mortero – ladrillo, se utilizó la prueba de compresión diagonal en muretes de albañilería. Sin embargo, como las técnicas utilizadas podrían afectar a la resistencia a compresión, también se ensayaron a compresión axial pilas de albañilería.



Álvaro Artidoro Morante Portocarrero (2008), en Lima – Perú, en el presente estudio se buscó mejorar la resistencia a fuerza cortante de la albañilería hecha con ladrillos de concreto. Se utilizaron dos técnicas de construcción distintas a las recomendadas por el fabricante, para tratar de incrementar la adherencia entre el mortero y los ladrillos. Como patrón de comparación se adoptó la técnica de construcción especificada por la empresa fabricante de los ladrillos de concreto y para medir la adherencia mortero – ladrillo se utilizó la prueba de compresión diagonal en muretes de albañilería.

Javier Rojas Vargas y Ricardo Antonio Vidal Toche (2014), en Lima – Perú, en el presente estudio se tiene como objetivo principal estudiar de manera experimental el comportamiento sísmico de un material no convencional como son los ladrillos ecológicos prensados, los cuales son elaborados con una mezcla de suelo, cemento y agua, mezclados y tamizados de manera que puedan ser comprimidos por una prensa hidráulica que ejerce una fuerza de 7 toneladas. Se realizaron ensayos de compresión en las unidades individuales del ladrillo ecológico prensado, así como ensayos de compresión axial en pilas y en muretes ensayados a compresión diagonal con la finalidad de obtener valores de las propiedades mecánicas que nos ayuden a determinar las condiciones con la que el modelo debe ser ensayado.

### **Antecedentes locales.**

Antonio Martín Tejada Arias (2013), Cajamarca – Perú. Tesis: “Elaboración de un ladrillo alternativo sin cocción en Cajamarca”, estudio realizado con el objetivo de elaborar un ladrillo alternativo sin cocción de suelo-cemento con la finalidad de contribuir a la protección del medio ambiente; obteniendo un material que pueda ser utilizado para las edificaciones, cumpliendo con las especificaciones físico – mecánicas mínimas exigidas por la Norma E.070 Albañilería; ya que el ladrillo artesanal que se comercializa en la ciudad de Cajamarca, se usan diferentes combustibles, lo cual, es un grave problema al generar degradación y contaminación ambiental.

## **2.2 Bases Teóricas**

La cantidad de ladrillos de arcilla aún utilizados con mucha frecuencia en las construcciones, debido a la gran contaminación que estos hacen al medio ambiente por la cocción en su elaboración, se ha visto necesario ver otras alternativas que puedan reemplazar a este tipo de ladrillo, teniendo características similares de duración y resistencia.

Es ideal que las estructuras sean monolíticas, sin embargo, en la mayoría de construcciones no se cumple, y una de las principales razones es que el mortero de unión entre las unidades de albañilería no es el adecuado. Como mínimo los morteros deben estar sometidos a las condiciones especiales del

sistema constructivo y tener una resistencia adecuada ya que deben absorber esfuerzos de compresión y de corte.

### **2.2.1 Ladrillos de Suelo-Cemento.**

La forma tradicional de uso del suelo es como adobe o suelo compactado, aunque con limitaciones como: poca resistencia mecánica y muros de gran espesor, vulnerabilidad a los agentes atmosféricos y a la erosión por acción de agentes externos. Para mejorar estas características se puede agregar un agente estabilizador como la cal y el cemento.

El suelo-cemento es una mezcla de ligante hidráulico, cemento portland, con suelo, de modo que hay una estabilización del suelo mediante la mejora de las propiedades de la mezcla. El suelo-cemento surge, entonces, como la mezcla de suelo, cemento y agua; debidamente dosificados, mezclados y compactados. Hay varios factores que pueden influir en las características del producto final, y entre ellos podemos mencionar: contenido de cemento, tipo de suelo, contenido de humedad y la compactación o prensado. La cohesión del suelo-cemento se determina por la constitución de cemento, su finura, la cantidad de agua y la temperatura.



**Figura 1.** Ladrillos alternativos de suelo-cemento compactado en Laboratorio de Universidad Nacional de Cajamarca.

### **2.2.2 Componentes del ladrillo Suelo-Cemento.**

- **El Suelo**

El suelo adecuado para ser estabilizado con cemento es el que da una resistencia elevada y poca contracción. Este suelo debe tener presencia de arena, limo y arcilla; aunque éstos dos últimos en escasa proporción para que den cohesión a la mezcla y composición granulométrica, sin que produzcan contracciones bruscas. El suelo, se debe extraer a una profundidad mayor que 40 cm, para quitar la capa vegetal superficial. Asimismo, debe estar limpio de basura y no contener materia orgánica

que pueda descomponerse en el tiempo. La proporción óptima es 70 % de arena y 30 % de limo y arcilla (tesis: Tejada Arias Antonio Martín - 2013). Aun así, es indispensable, manejar la dosificación de cemento y la selección de los procedimientos de moldeo y compactación.

El componente de suelo, el de mayor proporción en la mezcla, deben seleccionarse de tal manera que permite el uso de la menor cantidad posible de cemento. En general, los suelos más adecuados para la fabricación de ladrillos y bloques de suelo cemento deben tener las características que se presentan en la **Tabla 1**.

**Tabla 1.** Características del suelo adecuado para la elaboración de las unidades de suelo – cemento.

Características	Valores
Pasar el tamiz N° 4 (4.75 mm)	100%
Pasa el tamiz N° 200 (0.075mm)	10% a 50%
Límite líquido	≤ 45%
Índice de plasticidad	≤ 18%

**Fuente:** Asociación Brasileira de Cimento Portland – ABCP. *Manual Solo – cimento, ABCP – São Paulo, 1994.*

Los suelos que contienen una cantidad de arcilla y limo superior al 50% en su composición no son deseables. La arcilla es un componente importante debido a que tienen propiedades aglutinantes promueve la resistencia inicial del material y mejora la trabajabilidad. Sin embargo, los suelos predominantemente de arcilla pueden causar fisuras, grietas o fisuras en el material después del secado, como resultado de su característica de retracción. Estos suelos generalmente tienen baja resistencia, a pesar de la presencia composición de arcilla en el suelo y necesario para dar la mezcla de suelo y cemento, cuando se humedece y se comprime, la cohesión suficiente para permitir el desmoldé y manipulación de los ladrillos.

La arena se caracteriza por su buena resistencia, y de ser un inerte, contribuye a una mayor estabilidad y resistencia a la rotura. Sin embargo, suelos con gran predominio de arena requieren más tiempo de espera para adquirir la suficiente resistencia y pueden resistir la compresión y otra capa de suelo-cemento. La composición de la arena y el limo mejorar la resistencia temprana.

La elección del suelo puede llevar a cabo en cada parche de prueba de la obra por simple y práctico, basado en la consistencia y la plasticidad de las muestras.

Los suelos arenosos requieren cantidades casi siempre más pequeñas de cemento que los arcillosos y limosos; debe evitarse suelos que contienen materia orgánica, ya que esto puede interrumpir la hidratación del cemento y, en consecuencia, la estabilización del suelo materia prima.

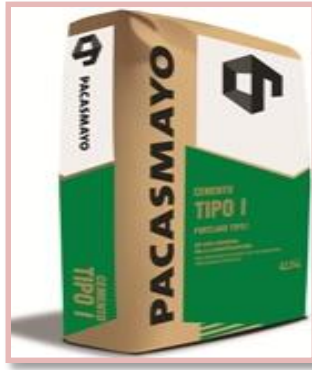


**Figura 2.** Suelo tamizado que cumple con propiedades para realizar ladrillos alternativos de suelo cemento compactado.

#### ✓ **El Cemento.**

El cemento que se puede utilizar debe cumplir con una de las siguientes especificaciones:

- Cemento Portland Tipo: I, II, III, IV, V (ASTM C 150, NTP 334.009:2016).
- Cemento adicionado de alta resistencia inicial: Tipo ICo (ASTM C 1157, ASTM C 595, NTP 334.090:2016).
- Cemento adicionado de escoria de alto horno: Tipo MS (ASTM C 1157, NTP 334.082:2016).
- Cemento adicionado con puzolana: Tipo IP, Tipo PM (ASTM C 595, NTP 334.090:2016).



**Figura 3.** Cemento Portland Tipo I, el que se usara para la elaboración de los ladrillos y de los morteros.

#### ✓ El Agua

El agua debe estar libre de impurezas perjudiciales para la hidratación del cemento; debe estar libre de materiales orgánicos y sulfatos. El agua potable es la adecuada para la elaboración de la mezcla de suelo cemento.

Es necesario controlar la cantidad de agua de la mezcla, evitando que sea demasiado seca o muy húmeda.



**Figura 4.** Agua potable, será la utilizada en la elaboración de ladrillos y de morteros.

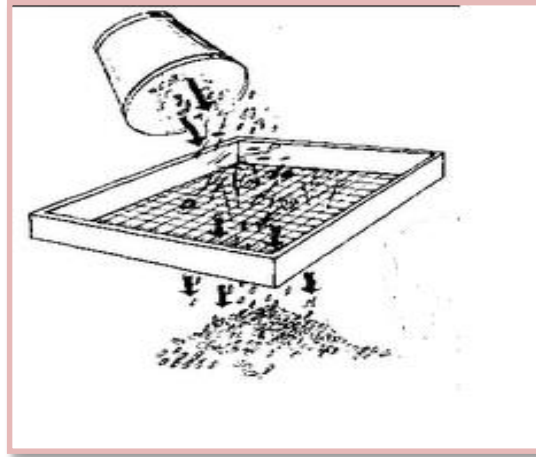
### **2.2.3 Procesos de producción.**

Para fabricar ladrillos de suelo-cemento deben seguirse los siguientes pasos:

#### ✓ Tamizado del suelo.

Una vez controlado el contenido del suelo a emplear, es necesario tamizar la tierra a fin de desarmar los terrones producidos por la

humedad. Esta etapa tiene efectos importantes en la calidad del ladrillo producido, ya que evitará la presencia de grumos. Para realizar el tamizado, el suelo debe estar seco. La malla para el tamizado debe ser de una abertura de 5 mm.



**Figura 5.** Ilustración de tamizado del suelo.

✓ **Mezclado en seco.**

Se mezclan las partes de suelo y el porcentaje de cemento, hasta que el conjunto tome color uniforme. Las mezcladoras de tambor giratorio no se aconsejan, ya que la mezcla humedecida forma grumos al golpear en las paredes del tambor y no se logra su uniformidad.



**Figura 6.** Ilustración de materiales para realizar el mezclado en seco de suelo con cemento, la mezcla debe quedar uniforme.

✓ **Agregado De Agua.**

A la mezcla seca se le agrega agua. La cantidad a incorporar se determina empíricamente. Es determinante controlar la cantidad de agua de la mezcla, ya que ésta actúa como lubricante de las partículas sólidas. Si resulta excesivamente húmeda o, por el contrario, seca, ambos

estados se reflejan en la trabajabilidad del material y, posteriormente, en el acabado superficial, la resistencia y durabilidad del mismo.

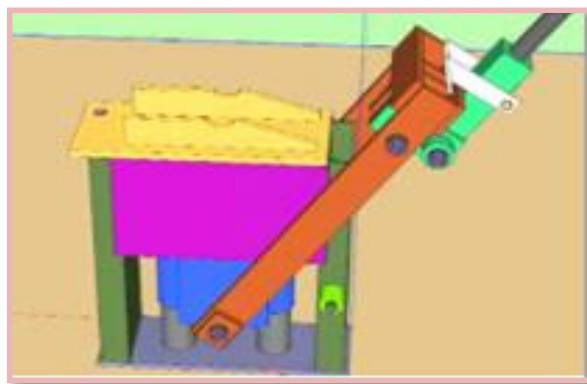
La prueba empírica consiste en hacer una “esfera” con mezcla húmeda y dejándola caer al suelo desde una altura aproximada de 1 m. Si la “esfera” no se desintegra es porque la mezcla tiene exceso de agua, y si se pulveriza es porque la cantidad de agua es insuficiente. Si el contenido de agua es correcto, la “esfera” se desintegra, en una cantidad considerable de terrones, semejante a la mezcla original.



**Figura 7.** Ilustración de agregado del agua a la mezcla en seco de suelo con cemento (hasta obtener una mezcla homogénea).

#### ✓ Compactación.

La compactación se hace para aumentar la resistencia a la compresión, y proveer mayor capacidad higroscópica. En esta etapa de la fabricación, generalmente, se utiliza una máquina. Existen varios procedimientos para realizar el moldeo y compactación.



**Figura 8.** Máquina CINVA RAM que se usará para la compactación de la mezcla para la elaboración de los ladrillos.



✓ **Acopio y curado.**

Luego que los ladrillos adquieren resistencia inicial son acopiados y protegidos del sol y del viento, para evitar contracciones por secado rápido. Son cubiertos con polietileno y humedecidos 1 o 2 veces por día durante al menos los primeros 7 días. Los ladrillos de suelo-cemento no son empleados en mamposterías antes de transcurridos 21 días desde la fabricación.



*Figura 9. Acopio y curado de ladrillos de suelo-cemento compactado.*

## **2.2.4 La Unidad de Albañilería**

### **2.2.4.1 Características generales**

Se denomina ladrillo a la unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.

Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.

Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días.

Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.

**San Bartolomé [1994]**, al referirse a estas unidades manifiesta que a nivel internacional, se clasifican por el porcentaje de huecos (alveolos o perforaciones) que tienen en su superficie de asentado y por la disposición que estos tengan.



### 2.2.4.2 Clasificación por fines estructurales.

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la **Tabla 2**.

**Tabla 2.** Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE	Variación de la dimensión (máxima en porcentajes)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia Característica a la Compresión f'b mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> )
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)

**Fuente:** San Bartolomé, 1994, pág.: 113. Construcciones de Albañilería

Las cinco clases de ladrillos de la **Tabla 2** son descritas por **San Bartolomé [1994]**, de la siguiente manera:

**CLASE I:** Estos ladrillos tienen una resistencia y durabilidad muy baja; son aptos para ser empleados bajo condiciones de exigencias mínimas (viviendas de 1 o 2 pisos), evitando el contacto directo con la lluvia o el suelo.

**CLASE II:** En esta categoría clasifican los ladrillos de baja resistencia y durabilidad; son aptos para usarse bajo condiciones de servicio moderadas (no deben estar en contacto directo con la lluvia, suelo o agua).

**CLASE III:** Son ladrillos de mediana resistencia y durabilidad, aptos para emplearse en construcciones expuestas bajo condiciones de intemperismo.

**CLASE IV:** Estos ladrillos son de alta resistencia y durabilidad; aptos para ser utilizados bajo condiciones de servicio rigurosas. Pueden estar sujetos a condiciones de intemperismo moderado, en contacto con lluvias intensas, suelo y agua.

**CLASE V:** Tienen una resistencia y durabilidad elevada; son aptos para emplearse en condiciones de servicio muy rigurosas, pueden estar sujetos a condiciones de intemperismo similares a la clase IV.

### 2.2.4.3 Pruebas

Según **San Bartolomé [1994]**, sobre las propiedades de las unidades expresa lo siguiente: conocer las propiedades es necesario básicamente para tener una idea sobre la resistencia de la albañilería, así como de su durabilidad ante el intemperismo. Sin embargo, no puede afirmarse que la mejor unidad proporcione necesariamente la mejor albañilería.

Las propiedades de la unidad que están asociadas con la resistencia de la albañilería son:

- Resistencia a la Compresión y Tracción.
- Variabilidad Dimensional y Alabeo.
- Succión.

Las propiedades de la unidad que están relacionadas con la durabilidad de la albañilería son:

- Resistencia a la Compresión y Densidad
- Eflorescencia, Absorción y Coeficiente de Saturación.

#### ✓ **Muestreo.**

El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.

#### ✓ **Resistencia a la compresión.**

Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604:2002. La Resistencia Característica a la Compresión Axial de la unidad de albañilería ( $f'_b$ ) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

**San Bartolomé [1994]**, respecto a la Resistencia a la Compresión expresa que esta prueba se realiza aplicando sobre las unidades la carga vertical a una velocidad de desplazamiento entre los cabezales de la máquina de ensayos de 1.25 mm/min; o, en todo caso, se controla la velocidad de carga de manera que se llegue a la rotura en unos 3 a 5 minutos. La resistencia unitaria se expresa como el valor de la carga de rotura dividida entre el área bruta (unidades sólidas) o entre el área neta (unidades huecas). De acuerdo a las Normas NTP 399.604:2002,

para clasificar a la unidad por su resistencia ( $f'b$ ), el resultado promedio de los ensayos menos una desviación estándar debe ser mayor al límite inferior especificado por dicha Norma.

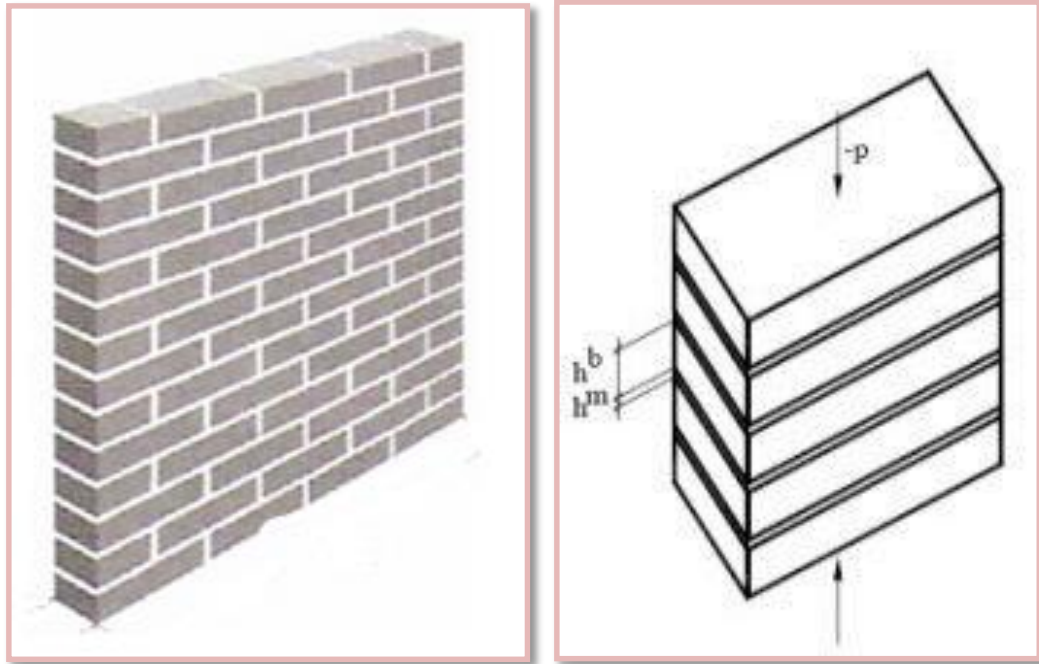
Debe hacerse notar que la resistencia a compresión ( $f'b$ ) expresa sólo la calidad de la unidad empleada, ensayada bajo las mismas condiciones (***por ejemplo, a mayor resistencia se obtendrá una mejor durabilidad***). Esto se debe a que el valor  $f'b$  depende de la altura de la probeta (a menor altura, mayor resistencia), del capping empleado y de la restricción al desplazamiento lateral impuesto por los cabezales de la máquina de ensayos (acción de confinamiento transversal a la carga aplicada).

#### **2.2.4.4 Aceptación de la unidad de albañilería [Norma Técnica E.070 Albañilería, 2006]**

- ✓ Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote.
- ✓ La absorción de las unidades de arcilla y sílice calcáreas no será mayor que 22%. El bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.
- ✓ El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP.
- ✓ La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.
- ✓ La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.
- ✓ La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.

- ✓ La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

### 2.2.5 Los prismas de albañilería según la norma técnica [Norma Técnica E.070 Albañilería, 2006]



**Figura 10.** Ejemplo de prismas (murete y pila) de albañilería.

#### 2.2.5.1 Especificaciones generales.

La resistencia de la albañilería a compresión axial ( $f'_m$ ) y a corte ( $v'_m$ ) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según se indica en la **Tabla 3**.

**Tabla 3. Métodos para determinar  $f'_m$  y  $v'_m$**

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MA DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
$(f'_m)$	A	A	A	B	B	A	B	B	B
$(v'_m)$	A	A	A	B	A	A	B	B	A

**A:** Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero.

**B:** Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio de acuerdo a lo indicado en las NTP 399.605 y 399.621.

**Fuente:** Norma Técnica E. 070 Albañilería: 2006, Tabla 7. RNE.

Cuando se construyan conjuntos de edificios, la resistencia de la albañilería ( $f'_m$ ) y ( $v'_m$ ) deberá comprobarse mediante ensayos de laboratorio previos a la obra y durante la obra. Los ensayos previos a la obra se harán sobre cinco especímenes. Durante la construcción la resistencia será comprobada mediante ensayos con los criterios siguientes:

- Cuando se construyan conjuntos de hasta dos pisos en las zonas sísmicas 3 y 2,  $f'_m$  será verificado con ensayos de tres pilas por cada 500 m<sup>2</sup> de área techada y  $v'_m$  con tres muretes por cada 1000 m<sup>2</sup> de área techada.
- Cuando se construyan conjuntos de tres o más pisos en las zonas sísmicas 3 y 2,  $f'_m$  será verificado con ensayos de tres pilas por cada 500 m<sup>2</sup> de área techada y  $v'_m$  con tres muretes por cada 500 m<sup>2</sup> de área techada.

Los prismas serán elaborados en obra, utilizando el mismo contenido de humedad de las unidades de albañilería, la misma consistencia del mortero, el mismo espesor de juntas y la misma calidad de la mano de obra que se empleará en la construcción definitiva.

Cuando se trate de albañilería con unidades alveolares que irán llenas con concreto líquido, los alvéolos de las unidades de los prismas y muretes se llenarán con concreto líquido. Cuando se trate de albañilería con unidades

alveolares sin relleno, los alvéolos de las unidades de los prismas y muretes quedarán vacíos.

Los prismas tendrán un refrendado de cemento-yeso con un espesor que permita corregir la irregularidad superficial de la albañilería.

Los prismas serán almacenados a una temperatura no menor de 10°C durante 28 días. Los prismas podrán ensayarse a menor edad que la nominal de 28 días, pero no menor de 14 días; en este caso, la resistencia característica se obtendrá incrementándola por los factores mostrados en la **Tabla 4**.

**Tabla 4.** Incremento de  $f'_m$  y  $v'_m$  por edad

Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1.15	1.05
	Bloques de concreto	1.25	1.05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1.10	1.00

**Fuente:** Norma Técnica E. 070 Albañilería: 2006, Tabla 8. RNE.

La resistencia característica  $f'_m$  en pilas y  $v'_m$  en muretes se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar.

El valor de  $v'_m$  para diseño no será mayor de  $0.319\sqrt{f'_m}MPa$  ( $\sqrt{f'_m} Kg/cm^2$ ).

El valor  $f'_m$  se obtiene contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la **Tabla 5**.

**Tabla 5.** Factores de corrección  $f'_m$  por esbeltez

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

**Fuente:** Norma Técnica E. 070 Albañilería: 2006, Tabla 10. RNE.

### **2.2.5.2 Comentario de la norma E-070 Capítulo 5: Resistencia de Prismas de Albañilería [San Bartolomé, 2008]**

Los comentarios son de acuerdo a los ítems del capítulo 5 de la Norma Técnica peruana E-070 Albañilería.

**COMENTARIO A 5.1.1 Y 5.1.2.** El artículo 5.1.1 aplica a una edificación individual, donde de acuerdo a su número de pisos y ubicación sísmica, no es obligatorio realizar ensayos de prismas de albañilería (caso A en la de Métodos para Determinar  $f'm$  y  $v'm$ , sino que se puede recurrir a la Tabla de Resistencias Características de la Albañilería de esta Norma o a la experiencia del proyectista estructural, para determinar la resistencia de la albañilería. En cambio, el artículo 5.1.2 de la Norma E-070 aplica a conjuntos residenciales unifamiliares o multifamiliares, donde es obligatorio realizar el ensayo de los prismas, antes y durante la construcción de esas edificaciones.

Los prismas de albañilería (pilas y muretes) son pequeños especímenes cuyos ensayos de compresión axial y diagonal, permiten determinar la resistencia a compresión ( $f'm$ ) y a corte puro ( $v'm$ ), respectivamente, de la albañilería. Además, si se instrumentase adecuadamente a estas probetas, podrá obtenerse el módulo de elasticidad ( $E_m$ ) del ensayo de las pilas y el módulo de corte ( $G_m$ ) del ensayo de los muretes.

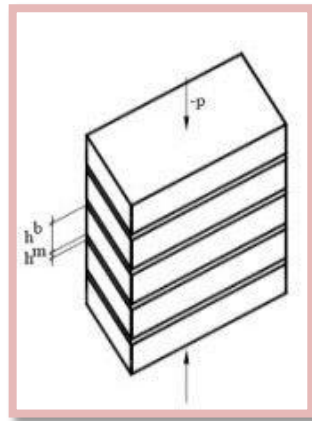
**COMENTARIO A 5.1.3 Y 5.1.4.** Mediante las especificaciones 5.1.3 y 5.1.4 se trata que los prismas de albañilería representen de la mejor manera posible las condiciones reales con que la edificación será construida. El tamaño los prismas es mínimo, con el objeto de poderlos manipular tanto en el transporte hacia un laboratorio como en el montaje sobre los dispositivos de ensayo. Se recomienda que las pilas consten de por lo menos 3 hiladas y que el lado del murete cuadrado sea de por lo menos 60cm, a fin de obtener resultados representativos.

**COMENTARIO 5.1.5.** El refrendado ("capping") se aplica en las zonas del prisma en contacto con los cabezales metálicos del equipo de ensayo y tiene un grosor de aproximadamente 3mm. Para el caso particular de los muretes cuya geometría no sea cuadrada, la irregularidad puede corregirse con un capping más grueso en el lado de menor longitud.

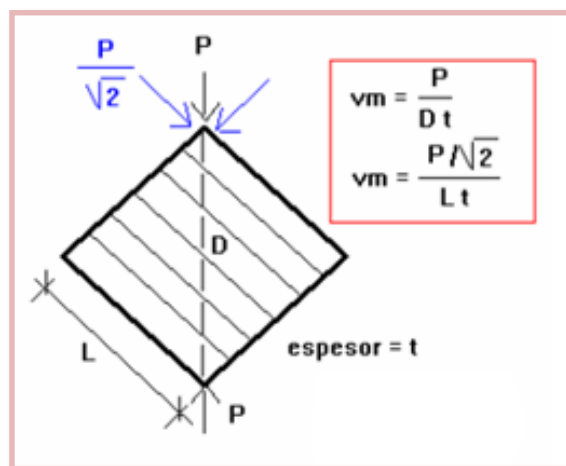
Para el caso de muretes contruidos con ladrillos huecos o tubulares, antes de aplicar el capping, deberá taponarse con mortero 1:3 las perforaciones de aquellos ladrillos en contacto con los cabezales angulares metálicos, a fin de evitar fallas locales por concentración de esfuerzos (trituración).

**COMENTARIO 5.1.6.** Los experimentos indican que los prismas ensayados a una edad menor de 14 días presentan una forma de falla distinta a la alcanzada en su edad nominal (28 días). Por ello, los prismas de poca edad no son representativos.

**COMENTARIO 5.1.7.** La resistencia a compresión axial de cada pila ( $f'm$ ), se obtiene dividiendo la carga de rotura entre el área bruta de la unidad de albañilería (hueca o sólida), mientras que la resistencia a la compresión diagonal o al corte puro de un murete ( $v'm$ ) se determina dividiendo la carga diagonal de rotura entre el área bruta de la diagonal cargada (" $D_t$ " en la **Figura 16**), que es lo mismo que dividir la carga diagonal proyectada en la dirección de las hiladas entre el área bruta de la hilada (" $L_t$ ") en muretes cuadrados.



*Figura 11. Ensayo de compresión axial  $f'm$ .*



*Figura 12. Ensayo de compresión diagonal o resistencia a corte puro  $v'm$ .*



**COMENTARIO 5.1.8.** Cabe la posibilidad que el ensayo de compresión diagonal sobre muretes proporcione una resistencia superior al límite máximo especificado en:

$$v'_m \leq 0.319\sqrt{f'_m} * \text{MPa}(\sqrt{f'_m} \text{ Kg/cm}^2)$$

Sin embargo, con fines conservadores, el valor de  $v'_m$  que se adopte en el diseño estructural no deberá superar dicho límite, debido a que no se cuenta aún con el suficiente respaldo experimental que permita correlacionar la resistencia de aquellos prismas con los respectivos muros a escala natural.

***Cabe destacar que la falla ideal de las pilas de albañilería es una grieta vertical que corta unidades y mortero***, producida por tracción debida a la expansión lateral causada por la compresión aplicada; en cambio, las fallas por trituración de la unidad son indeseables por ser muy frágiles y explosivas, esta falla se presenta por lo general cuando se utiliza unidades huecas.

Por otro lado, el grado de optimización que se obtenga en la ***adherencia entre la unidad y el mortero se refleja en los ensayos de compresión diagonal de los muretes. Así, por ejemplo, cuando la adherencia es óptima, la falla atraviesa tanto a la unidad como al mortero, lográndose maximizar la resistencia a fuerza cortante***; en cambio, cuando no se ha logrado optimizar la adherencia unidad-mortero la falla es escalonada a través de las juntas. Cabe destacar que los ensayos de compresión axial y diagonal, indican además, a través de la dispersión de resultados, la calidad de la mano de obra y de los materiales utilizados. Cuando esta dispersión (desviación estándar dividida entre el resultado promedio) excede de 30%, habrá que corregir la mano de obra o utilizar otros materiales.

## **2.2.6 Suelos estabilizados con cemento [Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones IDECA]**

### **2.2.6.1 Efectos de la incorporación del cemento.**

Se puede distinguir efectos inmediatos y efectos a largo plazo, con el cemento son estos últimos los que se buscan preferentemente.

### **2.2.6.2 Mejora por modificación inmediata.**

Modificaciones del estado hídrico: Los efectos inmediatos se refieren principalmente al estado hídrico del suelo, que sufre un secado por el hecho de la adición de una cierta cantidad de materia seca y, en menor medida, de la pérdida de agua consumida en la hidratación del conglomerante. Este

secado, según las dotaciones aplicadas, varía teóricamente, entre el 0,3 y el 0,5% del contenido de agua por punto porcentual de conglomerante, si bien en estos valores no se tiene en cuenta la evaporación que puede producirse en el transcurso de la mezcla in situ.

### **2.2.6.3 Efectos a medio y largo plazo**

Resultan del fraguado y endurecimiento del conglomerante, los cuales proporcionan a los suelos tratados una resistencia mecánica que puede ser predominante en su comportamiento. El valor de esta resistencia varía ampliamente y es función, principalmente, del tipo de conglomerante y de la dosificación del mismo.

Puede considerarse que el fraguado se desarrolla en tres etapas. La duración de cada una de ellas depende de la naturaleza de cada conglomerante y de la temperatura de la mezcla.

La primera etapa es la del comienzo del fraguado. Comprende el tiempo necesario para disolver y precipitar en forma de gel los silicoferroaluminatos de calcio en el agua libre del suelo. Este tiempo que corresponde al plazo de trabajabilidad, puede variar entre 2, 24 o más horas después de la fabricación de la mezcla. Dicho plazo es muy importante en las operaciones de tratamiento de suelos, puesto que fija un límite máximo a las operaciones de puesta en obra.

La segunda etapa corresponde al desarrollo de la cristalización del gel y por tanto de la rigidización de la mezcla que provoca el fraguado propiamente dicho. Se extiende desde algunos días en los conglomerantes con una proporción importante de clinker hasta algunas semanas en los de fraguado lento.

Finalmente, una vez completado el fraguado, es decir, después de la formación de la casi totalidad de los ferrosilicoaluminatos hidratados, hay un periodo durante el cual continúan creciendo las resistencias mecánicas. En climas templados su duración puede variar, siempre dependiendo de la naturaleza de los conglomerantes, entre algunas semanas y varios meses.

Se puede considerar que el fraguado de los conglomerantes hidráulicos se interrumpe una vez que la temperatura de la mezcla desciende por debajo de cero grados centígrados, lo que puede llevar en algunos casos a tener que repetir el tratamiento.

Los efectos a largo plazo de la incorporación del cemento son diferentes según se trate de suelos granulares o de suelos finos. En los primeros, la acción cementante es similar a la que se produce en el hormigón vibrado, con la diferencia de que el conglomerante no rellena completamente los

huecos del esqueleto granular. En las arenas, la cementación se produce únicamente en los puntos de contacto entre granos. Cuanto más continua sea la granulometría, más reducidos serán los huecos entre partículas, más numerosas y de mayor tamaño las zonas de contacto entre ellas y más eficaz el efecto cementante.

En los suelos finos (arcillosos y limosos con plasticidad no elevada), la hidratación del cemento crea unos enlaces resistentes entre las partículas, formando una matriz que envuelve a las mismas. Esta matriz tiene una estructura de panal de la cual depende la resistencia de la mezcla, puesto que las aglomeraciones de partículas dentro de las “celdas” tienen una resistencia muy reducida y contribuyen muy poco a la del conjunto. La matriz fija las partículas, de forma que ya no pueden deslizar las unas sobre las otras. Es decir, el cemento reduce la plasticidad y aumenta la resistencia a esfuerzos cortantes. El efecto químico de superficie del cemento reduce la afinidad por el agua y con ello la capacidad de retención de la misma de los suelos arcillosos. Debido a esta menor afinidad por el agua y a la resistencia de la matriz, los cambios de volumen (hinchamientos) provocados por la absorción de agua y los efectos de la congelación y el deshielo disminuyen notablemente.

En cualquier tipo de suelo, se obtiene el máximo partido del proceso cementante cuando la compactación se realiza adecuadamente, con un contenido de humedad que facilite tanto dicha operación como la hidratación del cemento.

### **2.2.7 Morteros**

#### **✓ Generalidades.**

Se da el nombre de mortero a la mezcla formada por aglomerantes más arena, que se transformarán en una pasta o masa trabajable si se le agrega agua.

Se define como mortero también al producto de mezclas en proporciones variables aglomerantes entre sí como materiales inertes como la arena, la finalidad de los morteros es la de unir y asegurar entre si ladrillos, mamposterías y otros.

Para ejecutar revestimientos de paredes, muros o techos y para la fabricación de elementos prefabricados. Las características de todo mortero es la de endurecerse con el tiempo y de formar una masa común con los materiales que une.



*Figura 13. Mortero para junta.*

✓ **Fabricación Manual del Mortero.**

Los morteros pueden ser fabricados manualmente para obras pequeñas, realizándose la mezcla por lo general, sobre superficies de madera; también pueden ser fabricados mecánicamente cuando su demanda inmediata es grande, efectuándose la mezcla en mezcladoras o en hormigoneras.

Todo mortero deberá ser empleado inmediatamente después de su fabricación, más no, el que ha empezado a fraguar o a secarse. El suelo donde se prepara el mortero debe ser compactado, se realiza de tablas, en ladrillado, encementado con una capa uniforme.

1. Se limpia perfectamente el lugar de fabricación.



*Figura 14. Limpieza de lugar donde se va a realizar la mezcla para mortero.*

2. La arena se mide según las partes que se indican, se vuelcan y se extienden con la pala en el lugar de fabricación.



**Figura 15.** Arena volcada en lugar de fabricación.

3. Se miden las partes de cemento, se vuelcan sobre la arena y se extienden con pala, para que se reparta uniformemente sobre la arena.
4. Se mezclan de dos a tres veces los componentes de la mezcla en seco, hasta obtener un color uniforme.



**Figura 16.** Cemento volcado sobre la arena, mezclado en seco.

5. El material se dispone en forma de corona y se le agrega el agua necesaria.



**Figura 17.** Agregado de agua a la mezcla en seco.

6. Se comienza a mezclar y batir el material con la pala, hasta conseguir una pasta uniforme.



**Figura 18.** Mezclar hasta obtener pasta uniforme.

✓ **Clasificación de los Morteros.**

- Por la naturaleza del aglomerante se clasifican en: Morteros aéreos e hidráulicos.
  - **Morteros Hidráulicos:** Son los obtenidos con cales hidratadas o cementos, siendo su característica la de poder fraguar tanto en el aire como en el agua.
  - **Morteros Aéreos:** Son aquellos morteros que, por su naturaleza del aglomerante, yeso o cal, tan solo puede fraguar en el aire, este tipo de mortero no tiene resistencia al agua.
- De acuerdo a su uso en: Morteros para mampostería, revoques, enlucidos y para pisos.
  - **Morteros para Mampostería:** Son aquellos que sirven como asiento de ladrillo, bloques (mampuestos) como también de juntas de unión, a los que con el tiempo les dará fijeza y estabilidad.  
***La resistencia a la compresión que ofrece una mampostería es función de la resistencia de los mampuestos y del mortero;*** en cuanto a la resistencia de la mampostería a ***los esfuerzos cortantes, dependerá de la adherencia que exista entre los mampuestos y el mortero.***  
EL mortero de cemento es más fuerte que el de cemento – cal y de cal solamente, siendo el de cemento – cal un tanto más plástica y moldeable que el de cemento.

- **Morteros para Revoques:** En nuestro medio se entiende como mortero para revoques a aquel cuya finalidad principal es la de uniformar las irregularidades de la mampostería o más específicamente, las uniones entre mampuestos, los revoques pueden ser utilizados en interiores o exteriores.

Los revoques exteriores deben también servir de protección contra la acción de la humedad y de heladas en caso que se presenten.

Los morteros para revoques deben ser por lo general capaces de deformarse, para poder evitar en lo posible las fisuras, mientras que las alturas de los zócalos deben poseer cierta resistencia al desgaste.

- **Morteros para Enlucidos:** El enlucido es conocido en nuestro medio como el resultado de colocar una capa de mortero que cubre la mampostería corrigiendo sus irregularidades y de otra capa más fina que sirve para alisar a la superficie y pueda usarse como base para colocar encima pintura o empapelado, aunque también puede emplearse como acabado de pared, quedando al aire. En este caso, el enlucido mejora la presentación del parámetro, al mismo tiempo que lo preservará de la acción de los agentes atmosféricos, prolongando su resistencia y durabilidad.

El revestido de mortero tiene, como misiones primordiales, la de cubrir las juntas de fábrica, para aumentar la adherencia del material empleado, unificar la superficie obtenida y ofrecer un mejor acabado de obra.

- **Morteros para Pisos:** Los morteros para pisos deben poseer una buena resistencia al desgaste y a la compresión, por lo tanto, deberá usarse una dotación rica en pasta cementante.

La calidad de agua que se agrega a la mezcla, será tal que la consistencia del mortero fresco esté comprendida entre seca y semi plástica.

Si la superficie a cubrirse es grande, ésta debe dividirse mediante juntas para evitar problemas por dilatación.

Sobre esa capa inicial de mortero se colocará otra más delgada que dejará a la superficie perfectamente alisada.

- De acuerdo al tamaño de los granos de arena en: Morteros finos y morteros gruesos. También dependen de la clase de sus componentes y de la

finalidad de la construcción a realizar, se tienen las siguientes clases de morteros:

**a. Morteros de cal** (mortero argamasa)

Se compone de arena, cal y agua.

**b. Mortero de cemento.**

Se compone de cemento, arena y agua.

**c. Morteros Mixtos.**

Se denominan así porque contienen dos aglomerantes, son los que contienen: cemento, arena y cal.

✓ **Tecnología del mortero y clasificación [San Bartolomé, 1995]**

La función principal del mortero en la albañilería es adherir las unidades corrigiendo las irregularidades que la misma tiene, así como sellar las juntas contra la penetración del aire y de la humedad.

El mortero básicamente está compuesto por cemento portland tipo I, cal hidratada normalizada, arena gruesa y agua. El cemento y la cal funcionan como aglomerantes, mientras que la arena es un agregado inerte.

La función del cemento es proporcionar resistencia a la mezcla, en tanto que la cal le proporciona trabajabilidad y retentividad (evita que el agua se evapore rápidamente).

La función de la arena es proporcionar estabilidad volumétrica a la mezcla, permitiendo el asentado de varias hiladas en una jornada de trabajo; adicionalmente, la arena atenúa la contracción por secado, por lo que se recomienda no usar arena fina y lavar la arena gruesa si ella tuviese mucho polvo. La función del agua es proporcionar trabajabilidad a la mezcla, así como hidratar al cemento.

La Norma E. 070 especifica las proporciones volumétricas de la mezcla, clasificándola con las siglas "P" para su empleo en muros portantes y "NP" para los muros no portantes; en ambos casos, se deja como alternativa emplear cal en el mortero. Esto se observa en la **Tabla 6**.



**Tabla 6.** Proporción para morteros en volumen según Norma E.070

TIPOS DE MORTERO				
COMPONENTES				USOS
Tipo	Cemento	Cal	Arena	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

**Fuente:** Norma Técnica E. 070 Albañilería: 2006, Tabla 4. RNE.

Es necesario señalar que la norma ASTM C-270 especifica 2 tipos de mortero (M y S) para la construcción de los muros portantes, de manera que el volumen de arena este comprendido entre 2 ¼ y 3 veces de los volúmenes de los aglomerantes (cemento y cal). Como se observa en la **Tabla 7**.

**Tabla 7.** Proporción para morteros en volumen según ASTM C-270.

TIPO	Cemento	Cal	Arena
M	1	¼	2.8 a 3.8
S	1	¼ a ½	2.8 a 4.5

**Fuente:** Norma ASTM C-270.

En cuanto a la adherencia unidad-mortero, ésta se logra cuando los solubles del cemento son absorbidos por la unidad, cristalizándose (como agujas) en sus poros. **La adherencia se ve favorecida cuando el mortero penetra en las perforaciones y rugosidades de la unidad**, formando una especie de llave de corte entre las hiladas; al respecto, **ensayos realizados sobre muretes sujetos a compresión diagonal, indicaron que cuando el mortero se compactó especialmente en cada una de las 18 perforaciones de la unidad (cosa que no es posible realizar en obra), la resistencia al corte se incrementó en 50%**.

Por otro lado, es necesario que el mortero se extienda sobre toda la superficie (vertical y horizontal) de la unidad por asentar, para lo cual debe ser trabajable. Una forma práctica de comprobar la extensión del mortero consiste en pegar dos unidades y separarlas después de un minuto, deberá observarse que el mortero cubra toda la superficie de la unidad superior. Por lo expuesto, es necesario que la unidad tenga una succión adecuada al instante de asentarla, de manera que su superficie se encuentre relativamente seca (para que

absorba el cementante del mortero) y su núcleo esté saturado, de modo que la misma unidad sirva para curar al mortero (evita que se agriete al secarse).

En las unidades que deban asentarse en seco (bloques de concreto y ladrillos sílico-calcáreos), se recomienda adicionar  $\frac{1}{2}$  volumen de cal hidratada y normalizada, para así mejorar la retentividad del mortero.

**La Consistencia** (Temple o Fluidez) se define como la capacidad que tiene la mezcla de poder discurrir (fluir), o de ser trabajable con el badilejo; en tanto que la Retentividad se define como la capacidad que tiene la mezcla para mantener su consistencia, o de continuar siendo trabajable después de un lapso de tiempo.

El ensayo de compresión en probetas de mortero (curados durante 28 días en una poza con agua) se realiza sólo con fines de controlar la calidad del mortero.

Lo expresado en el párrafo anterior se debe a que las probetas no reflejan las condiciones reales que se producen en la junta: 1) la interacción unidad-mortero, o pérdida de agua en la mezcla por succión de la unidad; 2) el espesor de la junta, a menor altura de la probeta se obtiene mayor resistencia; y, 3) la restricción al desplazamiento lateral impuesto por los cabezales de la máquina de ensayo.

***Es conveniente que el mortero tenga una resistencia a compresión semejante al de la unidad***, a fin de evitar su falla por aplastamiento y tratar de dar homogeneidad a la albañilería. Por esta razón, se recomienda utilizar mortero 1:3 o 1:4 para edificaciones de 4 a 5 pisos (con unidades de alta resistencia a compresión), mientras que para edificaciones de 1 a 3 pisos puede usarse mortero 1:5.

### **2.2.8 Usos del Ladrillo Suelo – Cemento, en construcciones**

Estos ladrillos son ideales para interiores y exteriores.

***De Fácil Y Rápido Armado:*** Su sistema de alineación y centrado por encaje, ayuda a orientar la colocación del ladrillo, logrando un fácil y rápido armado que simplifica y agiliza todo tipo de edificación.

***Columnas Internas Resistentes:*** Este sistema constructivo, tiene la ventaja de la incorporación de las columnas en las paredes que garantizan la solidez en la estructura.

***Auto-Encofrado:*** Para esta técnica de unión simple y eficiente se utilizan los ladrillos canaleta, que sustituye vigas verticales, horizontales y corridas,

reduciendo el costo y uso de carpintería y madera, que requieren los encofrados convencionales.

**Instalación Eléctrica Y De Tuberías Sin Dañar La Estructura:** Los orificios de los ladrillos ecológicos, forman conductos que se utilizan para instalar las tuberías de agua y los cables eléctricos, evitando romper cualquier pared y dando una terminación impecable en la construcción de los ambientes.



**Figura 19.** Fotos de viviendas económicas con ladrillo alternativo de suelo-cemento compactado.

Los ladrillos ecológicos están al alcance de todos, los puede producir en cualquier lugar y el uso de las máquinas no requiere de mano de obra especializada ya que son muy fáciles de manejar. Usted puede fabricar desde 1.500 ladrillos a más por cada jornada de 8 horas.

### 2.3 Definición de términos básicos

Las siguientes definiciones han sido consideradas de la Norma Técnica Peruana E-070.

- **Albañilería o Mampostería.** Material estructural compuesto por "unidades de albañilería" asentadas con mortero o por "unidades de albañilería" apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.

- **Albañilería Confinada.** Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel.
- **Albañilería No Reforzada.** Albañilería sin refuerzo (Albañilería Simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de esta Norma.
- **Albañilería Reforzada o Albañilería Estructural.** Albañilería armada o confinada, cuyo refuerzo cumple con las exigencias de esta Norma.
- **Construcciones de Albañilería.** Edificaciones cuya estructura está constituida predominantemente por muros portantes de albañilería.
- **Mortero.** Material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería.
- **Unidad de Albañilería.** Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar ó tubular.
- **Unidad de Albañilería Alveolar.** Unidad de Albañilería Sólida o Hueca con alvéolos o celdas de tamaño suficiente como para alojar el refuerzo vertical. Estas unidades son empleadas en la construcción de los muros armados.
- **Unidad de Albañilería Apilable.** Es la unidad de Albañilería alveolar que se asienta sin mortero.
- **Unidad de Albañilería Hueca.** Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano.
- **Unidad de Albañilería Sólida (o Maciza).** Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano.
- **Unidad de Albañilería Tubular (o Pandereta).** Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento.

## **CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS**

### **3.1 Materiales y Equipos**

#### **3.1.1 Materiales**

- Cemento Portland Pacasmayo Tipo I (ASTM C 150).
- Agua potable: proveniente de la red pública de servicio de agua en Cajamarca. NTP 339.088:2014.
- Materiales de escritorio y gabinete.
- Suelo de cantera del caserío de Shultín, del Centro Poblado Menor de Santa Bárbara.
- Arena gruesa. Está arena utilizada pertenece a la cantera "Roca fuerte".
- Cal.

#### **3.1.2 Equipos**

- Juego de tamices conformados por: N° 200, N° 100, N° 50, N° 30, N° 16, N° 8, N° 4,3/8".
- Estufa a temperatura constante de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Balanza, con sensibilidad de 0.5 gr. y capacidad no menor de 5 Kg.
- Barra compactadora de acero, circular, recta, de 1/2" de diámetro y 60 cm. de largo, con un extremo redondeado.
- Recipiente cilíndrico y de metal, suficientemente rígido para condiciones duras de trabajo.
- Maquina Universal – Resistencia a Compresión.
- Maquina universal con péndulo.
- Nivel topográfico y trípode.
- Deflectómetro.

- Cámara fotográfica.
- Vernier de laboratorio.
- Equipos de gabinete.

### **3.2 Método**

#### **3.2.1 Toma de muestras.**

La toma de muestras se realizó de acuerdo con la Norma Técnica Peruana NTP 400.010:2011 (AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras), teniendo consideraciones como la arena a utilizar y el transporte de las muestras al laboratorio, lugar donde se realizaron los ensayos físico-mecánicos de los agregados, los diseños de mezclas y la preparación de los especímenes de mortero y prismas (pilas y muretes).

#### **3.2.2 Localización**

La investigación es en el campus universitario, ubicada en la Av. Atahualpa N° 1050, Facultad de Ingeniería, en el laboratorio de Ensayo de Materiales “Carlos Esparza Díaz”.

#### **3.2.3 Metodología de la investigación.**

La investigación fue aplicada en su primera parte con un nivel descriptivo, luego comparativo y finalmente explicativo.

Por la naturaleza de las variables fue una investigación de diseño experimental.

#### **3.2.4 Procedimiento de la investigación.**

##### **3.2.4.1 Reconocimiento de la zona de extracción del suelo**

Para la elaboración de la presente tesis, el material utilizado para la fabricación del ladrillo artesanal fue de la zona noreste de la ciudad de Cajamarca en el Centro Poblado Menor de Santa Bárbara ubicado en el Distrito de Baños del Inca, en la provincia y departamento de Cajamarca. Geográficamente se halla entre las coordenadas 9210000N a 9217500N y 773750E a 779375E, a una altitud de 2800 msnm. Se utilizó el material de dicho lugar por ser éste el utilizado en la tesis “Elaboración de un ladrillo alternativo sin cocción en Cajamarca”.

El Centro Poblado Menor de Santa Bárbara, cuenta con cinco caseríos productores de ladrillo. Estos son: Colcapamapa, Quirayquero Bajo, Shultín, Santa Bárbara y Santa Bárbara Alta.



**Figura 20.** Zona de estudio del suelo, ladrillera del caserío de Shultín.

Se dialogó con las personas que proveyeron al tesista anterior del material, así como también se consultó al tesista de dicha tesis para que nos de los alcances del lugar y del tipo de material que uso; también se consultó en el lugar de Santa Bárbara sobre el suelo que utilizan, en base a sus conocimientos y experiencias, sobre la composición, trabajabilidad y del proceso de elaboración.

De acuerdo a esta información se determinó en primera instancia las zonas donde el suelo era el mismo que el usado para los prototipos de la tesis y con las condiciones para la elaboración de los prototipos.

#### **3.2.4.2 Extracción y transporte de suelo**

El suelo se extrajo de una profundidad mayor a los 40 cm, para desechar la capa vegetal y la materia orgánica. De una de las canteras del caserío de Shultín del Centro Poblado Menor de Santa Bárbara y se transportó a la tres metros cúbicos de suelo, para lo cual se contrató un camión y dos peones para poder cargar el material al camión.





**Figura 21.** Transporte de suelo apto para construcción de ladrillo alternativo de suelo-cemento compactado.

### **3.2.4.3 Trituración y tamizado**

Para iniciar la trituración se tuvo que tener en cuenta que el suelo este seco para que facilite dicha operación y su tamizado; ya que este suelo contiene arcillas y limos por lo que al estar húmeda es muy cohesiva.

La trituración del suelo se realizó de manera manual con mazos de madera y combas de goma, para que el suelo pueda ser tamizado por una malla de una abertura de 5 mm (aproximada a la abertura del tamiz N°4 de 4.8 mm).



**Figura 22.** Tamizado del suelo para la elaboración de ladrillos.

#### **3.2.4.4 *Elaboración de los prototipos del ladrillo alternativo sin cocción de suelo-cemento***

Para esta actividad se usó una máquina de compresión que fue previamente construida en base a la estructura de la denominada CINVARAM, para cuya fabricación se tomó las consideraciones en la tesis denominada “Elaboración de un ladrillo alternativo sin cocción en Cajamarca”.



**Figura 23.** *Maquina a compresión para la elaboración de prototipos de ladrillos alternativos.*

Para la elaboración de las unidades de los prototipos del ladrillo sin cocción de suelo-cemento fue necesario conocer las proporciones usadas en dicha tesis, es decir, la cantidad de agua, la cantidad de suelo y cemento utilizado.

De los dos tipos de ladrillo más adecuados de la tesis “Elaboración de un ladrillo alternativo sin cocción en Cajamarca” que son de 10% y 15% de cemento en volumen, se eligió para esta investigación los de 15% de cemento en volumen y 85% de suelo. Posteriormente se procedió a la elaboración de prototipos alternativos de ladrillo sin cocción de suelo – cemento.

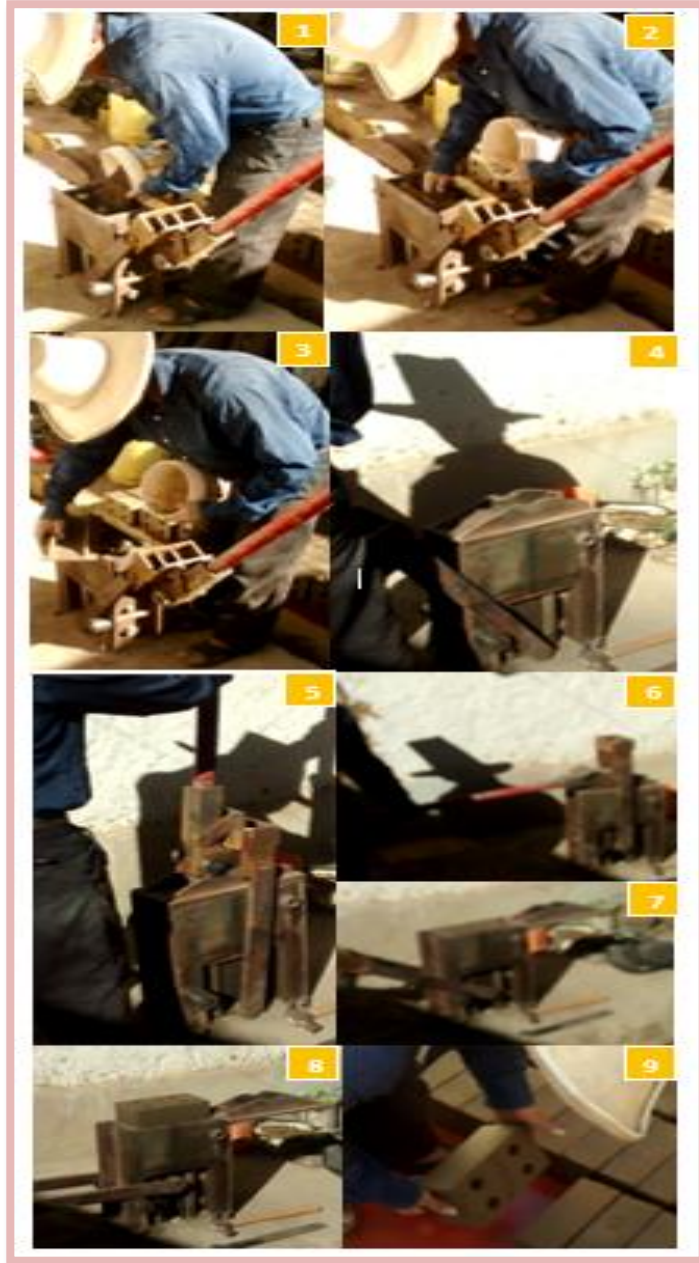
Se elaboraron ladrillos con dimensiones aptas para edificación de asientos de cabeza y de sogá (Largo: 21.5 cm, ancho 12.5 cm y alto 7.5 cm). La preparación de la mezcla se realizó de la siguiente manera: el suelo seco debidamente desmenuzado y zarandeado (por una malla con una abertura de 5 mm) y el cemento fueron premezclados hasta obtener color uniforme.

Luego, se agregó el agua en forma de lluvia por etapas al mismo tiempo que se la movía con la palana, evitando que el agua se acumule en alguna parte; obteniendo de esta manera una mezcla uniformemente humedecida. Se agregaba algo de agua y se removía, repitiendo este proceso hasta obtener una mezcla algo granulada y con humedad óptima (la cantidad óptima de agua por el ensayo de “la esfera”). La acción que cumple el agua es activar la acción cohesiva de las arcillas, actúa como lubricante para mejorar la compresión y activa la reacción con el cemento.



**Figura 24.** Mezcla de suelo, cemento y agua para elaboración de ladrillo alternativo.

Para la operación de elaboración de los ladrillos sin cocción de suelo-cemento, el sistema de compresión de la máquina consistió en los siguientes pasos: (a) introducir en la caja de la máquina la mezcla de suelo – cemento húmeda; (b) ejercer presión, mediante una palanca que empuja el fondo de la caja para comprimirla contra su tapa, comprimiendo de esta manera la mezcla colocada anteriormente, dando forma del ladrillo; (c) extracción del bloque de la máquina, el que es compacto y manipulable; (d) colocación del bloque en lugar de almacenamiento para su secado y curado.



**Figura 25.** Procedimiento de fabricación del ladrillo.

#### **3.2.4.5 Almacenamiento**

Los prototipos fueron almacenados en un área techada, protegida de los rayos solares y de la lluvia, con ventilación. En relación al almacenamiento, se observó que a partir de los 7 días de haber sido elaboradas las unidades de prototipos de ladrillo sin cocción de suelo-cemento ya pueden ser apiladas, lo cual, trae una ventaja en cuanto a tener espacios reducidos para su producción en comparación del ladrillo artesanal.

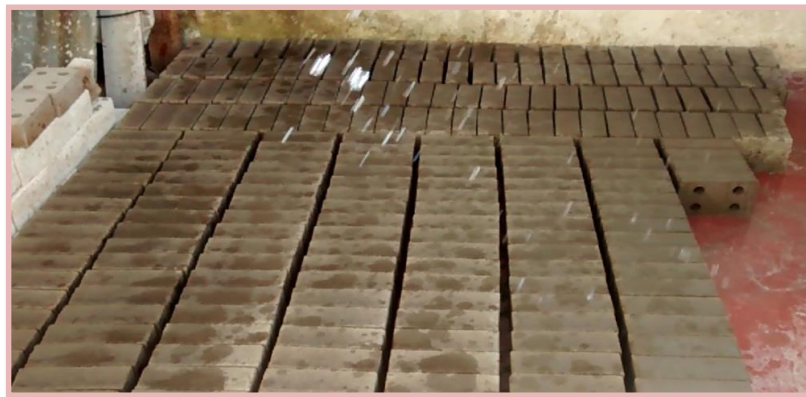




*Figura 26. Almacenamiento de ladrillos*

#### **3.2.4.6 Curado**

A partir del segundo día de elaboración se humedecieron los prototipos una vez por día hasta los 21 días, luego los 7 días restantes los prototipos no se humedecieron con el objetivo de que endurezcan, pierdan humedad y sequen hasta los 28 días, tiempo en que alcanzan su mayor resistencia.



*Figura 27. Curado de ladrillos.*

#### **3.2.4.7 Fase de laboratorio y taller de ladrillo alternativo suelo-cemento compactado.**

- ✓ **Ensayo de las unidades de los prototipos del ladrillo alternativo sin cocción de suelo-cemento.**

Los prototipos del ladrillo alternativo sin cocción de suelo-cemento al momento de ensayarlos tenían una edad superior a los 28 días, que es la edad en la que se los puede utilizar para la albañilería. Se determinó esta edad ya que los concretos obtienen su resistencia máxima a los 28 días y también debido a que la Norma E. 070 indica que, para el

caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días.

En el presente estudio se realizó el ensayo de Resistencia Característica a la Compresión ( $f'_b$ ), cuyos resultados se presentan en el **ANEXO 3**.



**Figura 28.** Realizando el ensayo a compresión axial de ladrillos alternativo suelo-cemento compactado en la máquina universal.

#### **3.2.4.8 Fase de campo de agregado fino, para la elaboración de morteros.**

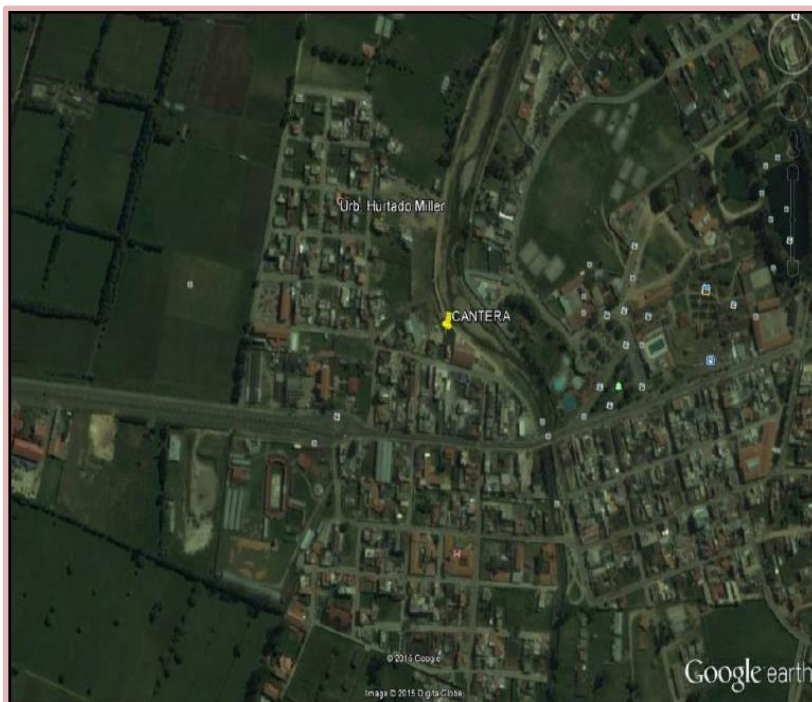
##### **✓ Extracción y transporte de arena.**

El agregado utilizado pertenece a la cantera “Roca Fuerte”, esta cantera ésta ubicada al Oeste del distrito de Baños del Inca, en el flanco derecho del Río Chonta. El área de extracción está delimitada por las coordenadas UTM siguientes:

NORTE	:	9207403.16N
ESTE	:	779716.82E
ALTITUD	:	2686 m.s.n.m.

Partimos de la ciudad de Cajamarca al distrito de Baños del Inca a 7 kilómetros de esta. Llegamos a la cuadra número 2 del Jr. Manco Cápac, entrando a la mano izquierda a menos de un kilómetro se encuentra la cantera de extracción de materiales de río, cumpliendo

con los requisitos de extracción de la muestra según la norma NTP 400.010:2011.



**Fuente:** imágenes Google Earth.

**Figura 29.** Ubicación de la cantera.

Se transportó el material hacia el laboratorio de la Universidad Nacional de Cajamarca en donde se realizaron los siguientes ensayos al agregado fino:

- Análisis Granulométrico.
- Módulo de Finura.
- Peso Específico y Absorción.
- Peso Unitario Seco Suelto y Compactado.
- Cálculo del factor f.
- Porcentaje que pasa la malla N° 200.
- Contenido de humedad.



**Figura 30.** Ensayos realizados a agregado fino.

Los resultados obtenidos se encuentran en el **ANEXO 2**.

**3.2.4.9 Fase de Laboratorio de agregado fino, para la elaboración de morteros.**

✓ **Diseño de los morteros.**

Se realizaron cinco diseños de morteros con las proporciones mostradas en el siguiente cuadro:

**Tabla 8.** Proporción para morteros en volumen.

TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA
I	1	0.5	4
II	1	-	4
III	1	0.5	5
IV	1	1	5
V	1	-	6



Se realizaron 10 prototipos cilíndricos de 2 pulgadas de diámetro y 4 pulgadas de altura, para cada tipo de mortero; esto con la finalidad de encontrar la compresión axial.

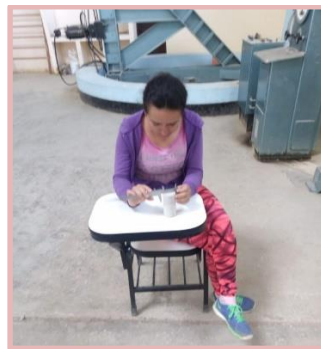


*Figura 31. Prototipos de morteros.*

✓ **Ensayo de los morteros cilíndricos.**

A los 28 días de haber construido los morteros se realizó el ensayo de compresión en el Laboratorio de Materiales de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Se tomó las medidas de diámetro y altura de cada prototipo con Bernier, y para medir la deformación se utilizó un deformímetro.



*Figura 32. Toma de medidas con Bernier.*



*Figura 33. Ensayo a compresión del mortero.*

✓ **Elaboración y ensayo de prismas de albañilería.**

- **Pilas.**

Se construyeron 10 pilas para determinar (a) Cuan monolíticas funcionaban estas con el mortero elegido y (b) En cuanto aumenta la Resistencia a la Compresión Axial  $f'_m$  con respecto a la tesis del Ingeniero Antonio Martín Tejada Arias. Las pilas se elaboraron con un espesor de junta de 1.5 cm, para determinar la resistencia y adherencia de la junta con el ladrillo alternativo que cumpla con lo expresado en la Norma E-070.

El ensayo a compresión se efectuó a los 28 días de edad.



*Figura 34. Pilas de albañilería.*

- **Muretes.**

Se construyeron 10 muretes para determinar (a) Cuan monolíticas funcionaban estas con el mortero adecuado y (b) en cuanto aumenta la Resistencia a Compresión Diagonal  $y'_m$ . con respecto a la tesis del Ingeniero Antonio Martín Tejada Arias.

Los muretes se elaboraron, 5 de soga y 5 de cabeza; con un espesor de junta de 1.5 cm, para determinar la resistencia y adherencia de la junta con el ladrillo alternativo que cumpla con lo expresado en la Norma E-070.

El ensayo a compresión se efectuó a los 28 días de edad.



*Figura 35. Muretes de albañilería.*



*Figura 36. Ensayo a compresión de los Muretes de albañilería.*

#### **3.2.4.10 Fase de Gabinete.**

Se realizó el procesamiento de los datos obtenidos en el laboratorio, de esta manera se obtuvo el óptimo mortero con el cual se elaboraron las pilas y muretes.

**CAPITULO IV.**  
**ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En el presente capítulo se presenta el análisis, discusión e interpretación de los resultados obtenidos después de haber realizado los ensayos pertinentes.

#### **4.1 Ensayos en Ladrillo.**

##### **4.1.1 Selección del Ladrillo**

El ladrillo utilizado tuvo una proporción en volumen de 85% de suelo y 15% de cemento, para conocer la humedad óptima de la mezcla, es decir la cantidad de agua, se determinó de forma empírica en base al proceso “prueba-error” utilizando el ensayo de campo de la esfera, todos estos procedimientos se realizaron según la propuesta de la investigación “Elaboración de un ladrillo alternativo sin cocción en Cajamarca”. Previamente a la selección y toma de muestra del ladrillo, se ha elaborado una cantidad de 400 unidades, las que sirvieron para la elaboración de los muretes y pilas elaborados con la dosificación óptima del mortero elegido.

La selección de ladrillo se ha realizado de acuerdo a la Norma Técnica E. 070 del Reglamento Nacional de Edificaciones y conforme a lo estipulado por la Norma Técnica NTP 399.613:2005 para su evaluación a compresión uniaxial, de tal manera de conocer su resistencia a la compresión para la determinación del mortero óptimo y finalmente evaluar los muretes y las pilas de ladrillos.

##### **4.1.2 Ensayos a Compresión del Ladrillo**

Estos ensayos han sido evaluados de acuerdo a las normas técnicas NTP 399.613:2005 , NTP 399.604:2005 y Norma Técnica E. 070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, a partir de las cuales determinamos su desviación estándar, así como el coeficiente de variación con el que se validará los ensayos realizados.

Con los resultados obtenidos de los ensayos a compresión uniaxial de las unidades de ladrillo, realizamos el análisis respectivo de acuerdo a lo estipulado en la Norma Técnica E. 070 y para ello se tiene que:

$$f'_{b} = f_{b} - \sigma$$

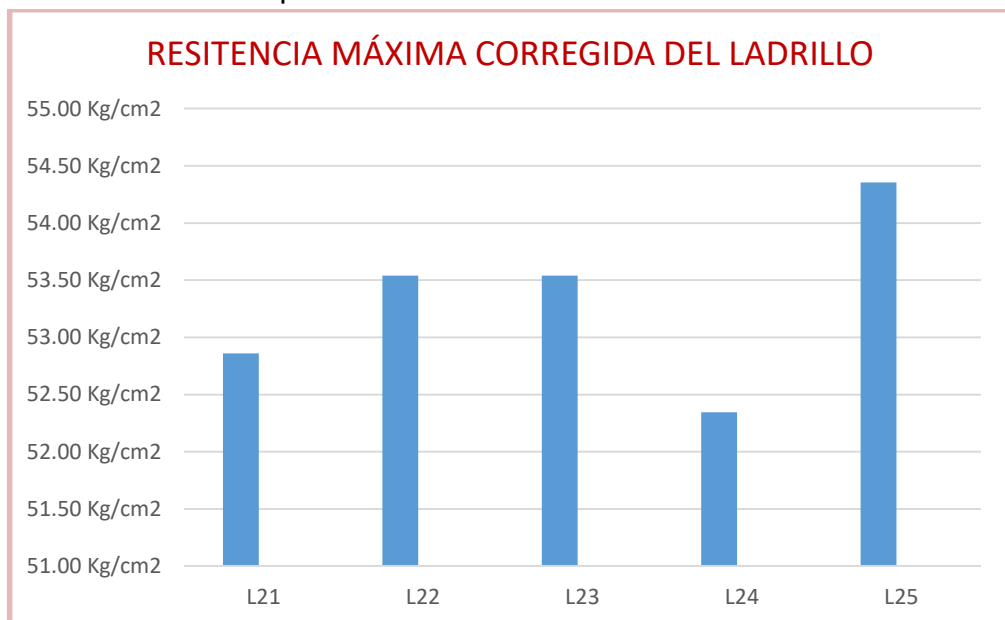
Los resultados obtenidos de manera resumida, se muestra a continuación:

**Tabla 9.** Resistencia máxima corregida de las unidades de ladrillo.

CÓDIGO	RESITENCIA MÁXIMA CORREGIDA
L21	52.86 Kg/cm <sup>2</sup>
L22	55.76 Kg/cm <sup>2</sup>
L23	53.54 Kg/cm <sup>2</sup>
L24	52.35 Kg/cm <sup>2</sup>
L25	54.35 Kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** elaboración propia (L21 ... L25 son los códigos de ladrillos de la muestra)

Con la tabla 9, se elabora la figura 41, en donde se muestra la variación de la resistencia a la compresión de las unidades de ladrillo.



**Figura 37.** Resistencia máxima corregida del ladrillo.

**Fuente:** elaboración propia

De la tabla N°9 y el gráfico N° 37, determinamos las características del ladrillo, que son las siguientes:

**RESISTENCIA PROMEDIO = 53.33 Kg/cm<sup>2</sup>**

**DESVIACIÓN ESTÁNDAR = 0.76**

**COEFICIENTE DE VARIACIÓN = 1.43%**

**f'b = 52.57 Kg/cm<sup>2</sup>**

Con los datos obtenidos, se puede decir que el ladrillo suelo-cemento compactado clasifica según la Norma Técnica E. 070, dado que su coeficiente de variación es menor que el 40%.

También es necesario mencionar que de acuerdo a la tabla 1 de la Norma Técnica E. 070, la cual podemos observar en la tabla 2 de la presente investigación, la clase de unidad de albañilería a la que pertenece el ladrillo alternativo es a la de ladrillo I, por su característica a compresión.

## 4.2 Ensayos de morteros

Una vez que se ha aceptado las unidades de ladrillos, se procede a la elaboración de los morteros propuestos, y de los cuales se seleccionará el mortero óptimo, con el cual se hará la elaboración de las pilas y muretes para su evaluación respectiva. En la presente investigación se ha propuesto 5 tipos de mortero que son los siguientes:

- ✓ **Mortero Tipo I**, que será con dosificación en volumen aparente cemento:cal:arena: 1:0.5:4.
- ✓ **Mortero Tipo II**, que será con dosificación en volumen aparente cemento:arena: 1:4.
- ✓ **Mortero Tipo III**, que será con dosificación en volumen aparente cemento:cal:arena: 1:0.5:5 de.
- ✓ **Mortero Tipo IV**, que será con dosificación en volumen aparente cemento:cal:arena: 1:1:5.
- ✓ **Mortero Tipo V**, que será con dosificación en volumen aparente cemento:arena: 1:6.

### 4.2.1 Características de los Materiales

- Cemento Portland Pacasmayo Tipo I según Norma Técnica ASTM C-150: Peso específico = **3.12 g/cm<sup>3</sup>**.
- Peso específico de masa de la arena (ASTM C 128 / NTP 400.022:2013) = **2.601 gr/cm<sup>3</sup>**.
- Módulo de finura de la arena = **2.403**.
- Absorción de la arena (ASTM C 128 / NTP 400.022:2013) = **1.303%**.
- Peso unitario suelto de la arena (ASTM C 29 / NTP 400.017:2011, revisada el 2016) = **1593 Kg/m<sup>3</sup>**.

- La cal utilizada cuenta con un peso específico de **2.30 gr/cm<sup>3</sup>** y peso unitario suelto de **620 Kg/m<sup>3</sup>**.
- El agua utilizada cumple con la Norma Técnica NTP 339.088:2014.

#### 4.2.2 Diseño de mortero.

- ✓ **Mortero Tipo I.** Para este tipo de mortero se utilizará una dosificación en volumen aparente de **1:0.5:4**, con lo que se encontrará el peso de los materiales para la elaboración de los especímenes correspondientes con este tipo de mortero.

- Cantidad de materiales corregidos por humedad.

<b>Cemento</b>	<b>312.93 Kg</b>
<b>Cal</b>	<b>64.63 Kg</b>
<b>Agregado fino húmedo</b>	<b>1390.22 Kg</b>
<b>Agua efectiva</b>	<b>287.32 litros</b>
<b>Aire Total</b>	<b>3 %</b>

- Proporción en peso:

**1:0.207:4.443/39.022 litros/bolsa.**

- Proporción en volumen:

**1:0.5:4/39.022 litros/bolsa.**

- ✓ **Mortero Tipo II.** Para este tipo de mortero se utilizará una dosificación en volumen aparente de **1:4**, con lo que se encontrará el peso de los materiales para la elaboración de los especímenes correspondientes con este tipo de mortero.

- Cantidad de materiales corregidos por humedad.

<b>Cemento</b>	<b>343.94 Kg</b>
<b>Agregado fino húmedo</b>	<b>1528.02 Kg</b>
<b>Agua efectiva</b>	<b>250.45 litros</b>
<b>Aire Total</b>	<b>3 %</b>

- Proporción en peso:

**1:4.443/30.947 litros/bolsa.**

- Proporción en volumen:



**1:4/30.947 litros/bolsa.**

- ✓ **Mortero Tipo III.** Para este tipo de mortero se utilizará una dosificación en volumen aparente de **1:0.5:5**, con lo que se encontrará el peso de los materiales para la elaboración de los especímenes correspondientes con este tipo de mortero.

- Cantidad de materiales corregidos por humedad.

<b>Cemento</b>	<b>273.44 Kg</b>
<b>Cal</b>	<b>56.48 Kg</b>
<b>Agregado fino húmedo</b>	<b>1518.48 Kg</b>
<b>Agua efectiva</b>	<b>252.48 litros</b>
<b>Aire Total</b>	<b>3 %</b>

- Proporción en peso:

**1:0.207:5.553/39.215 litros/bolsa.**

- Proporción en volumen:

**1:0.5:5/39.215 litros/bolsa.**

- ✓ **Mortero Tipo IV.** Para este tipo de mortero se utilizará una dosificación en volumen aparente de **1:1:5**, con lo que se encontrará el peso de los materiales para la elaboración de los especímenes correspondientes con este tipo de mortero.

- Cantidad de materiales corregidos por humedad.

<b>Cemento</b>	<b>259.56 Kg</b>
<b>Cal</b>	<b>107.22 Kg</b>
<b>Agregado fino húmedo</b>	<b>1441.43 Kg</b>
<b>Agua efectiva</b>	<b>265.45 Litros/bolsa</b>
<b>Aire Total</b>	<b>3 %</b>

- Proporción en peso:

**1:0.413:5.553/43.465 litros/bolsa.**

- Proporción en volumen:

**1:1:5/43.465 litros/bolsa.**

- ✓ **Mortero Tipo V.** Para este tipo de mortero se utilizará una dosificación en volumen aparente de **1:6**, con lo que se encontrará el peso de los

materiales para la elaboración de los especímenes correspondientes con este tipo de mortero.

- Transformación de volumen absoluto a peso de los materiales:

$$\begin{aligned}
 \text{Cemento} &= 1 \text{ pie}^3 && = 42.50 \text{ kg} \\
 \text{Arena} &= 6 \text{ pie}^3 * (1 \text{ m}^3 / 35.315 \text{ pie}^3) * 1593 && = 270.65 \text{ kg} \\
 \text{Agua de diseño} &= 1.15 * 42.5 && = 48.875 \text{ Lt} \\
 &&& \text{Colada} = 362.025 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

- Calculo del rendimiento de la mezcla:

$$\begin{aligned}
 \text{Cemento} &= 42.50 \text{ kg} / 3120.00 \text{ kg/m}^3 = 0.013622 \text{ m}^3 \\
 \text{Arena} &= 270.65 \text{ kg} / 2601.00 \text{ kg/m}^3 = 0.104056 \text{ m}^3 \\
 \text{Agua} &= 48.875 \text{ kg} / 1000.00 \text{ kg/m}^3 = 0.048875 \text{ m}^3 \\
 \text{Aire atrapado} &= 3 * 0.166553 / 100 = 0.004997 \text{ m}^3 \\
 \text{Total} &= 0.171549 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Factor Cemento =  $1/0.171549 = 5.829$  Bolsas/m<sup>3</sup>.
- Cantidad de materiales de diseño por metro cúbico.

<b>Cemento</b>	<b>247.74 Kg</b>
<b>Agregado fino</b>	<b>1577.68 Kg</b>
<b>Agua de Diseño</b>	<b>284.90 litros</b>
<b>Aire Total</b>	<b>3 %</b>

- Cantidad de materiales corregidos por humedad.

<b>Cemento</b>	<b>247.74 Kg</b>
<b>Agregado fino húmedo</b>	<b>1650.95 Kg</b>
<b>Agua efectiva</b>	<b>232.19 litros</b>
<b>Aire Total</b>	<b>3 %</b>

- Proporción en peso:

**1:6.664/39.833 litros/bolsa.**

<b>Cemento</b>	<b>1</b>
<b>A. Fino</b>	<b>6.664</b>
<b>Agua efectiva</b>	<b>39.833 litros/bolsa</b>

- Proporción en volumen:

**1:6/39.833 litros/bolsa.**

<b>Cemento</b>	<b>1</b>
<b>A. Fino</b>	<b>6.000</b>
<b>Agua efectiva</b>	<b>39.833 litros/bolsa</b>

#### **4.2.3 Ensayos a compresión Uniaxial del mortero**

Una vez conocido las dosificaciones de los morteros elegidos, se procede a la elaboración de los especímenes que consistió en la fabricación de 10 de forma cilíndrica (2" de diámetro por 4" de altura), para cada uno de los tipos de mortero realizados.

Estos especímenes han sido ensayos de acuerdo con la Normas Técnicas ASTM C – 109 y ASTM C – 579 y a partir de los cuales se determinará el mortero óptimo para el tipo de ladrillo en estudio.

##### **✓ Mortero tipo I.**

**Tabla 10. Resistencia a la compresión del mortero tipo I.**

<b>CÓDIGO</b>	<b>RESITENCIA MÁXIMA CORREGIDA</b>
I-1	131.44 Kg/cm <sup>2</sup>
I-2	134.43 Kg/cm <sup>2</sup>
I-3	135.80 Kg/cm <sup>2</sup>
I-4	136.33 Kg/cm <sup>2</sup>
I-5	133.05 Kg/cm <sup>2</sup>
I-6	141.68 Kg/cm <sup>2</sup>
I-7	130.49 Kg/cm <sup>2</sup>
I-8	141.47 Kg/cm <sup>2</sup>
I-9	130.36 Kg/cm <sup>2</sup>
I-10	139.69 Kg/cm <sup>2</sup>

**RESISTENCIA PROMEDIO = 135.47 Kg/cm<sup>2</sup>**

**DESVIACIÓN ESTÁNDAR = 4.31**

**COEFICIENTE DE VARIACIÓN = 3.18%**

**f'b = 131.16 Kg/cm<sup>2</sup>**

##### **✓ Mortero tipo II.**

**Tabla 11.** Resistencia a la compresión del mortero tipo II.

CÓDIGO	RESITENCIA MÁXIMA CORREGIDA
II-1	131.12 Kg/cm <sup>2</sup>
II-2	134.57 Kg/cm <sup>2</sup>
II-3	131.55 Kg/cm <sup>2</sup>
II-4	136.96 Kg/cm <sup>2</sup>
II-6	134.25 Kg/cm <sup>2</sup>
II-7	134.53 Kg/cm <sup>2</sup>
II-8	133.43 Kg/cm <sup>2</sup>
II-9	126.23 Kg/cm <sup>2</sup>
II-10	127.09 Kg/cm <sup>2</sup>

**RESISTENCIA PROMEDIO = 132.19 Kg/cm<sup>2</sup>**

**DESVIACIÓN ESTÁNDAR = 3.59**

**COEFICIENTE DE VARIACIÓN = 2.71%**

**f'b = 128.61 Kg/cm<sup>2</sup>**

✓ **Mortero tipo III.**

**Tabla 12.** Resistencia a la compresión del mortero tipo III.

CÓDIGO	RESITENCIA MÁXIMA CORREGIDA
III-1	100.25 Kg/cm <sup>2</sup>
III-2	99.85 Kg/cm <sup>2</sup>
III-3	99.93 Kg/cm <sup>2</sup>
III-4	98.82 Kg/cm <sup>2</sup>
III-5	100.05 Kg/cm <sup>2</sup>
III-6	102.24 Kg/cm <sup>2</sup>
III-7	97.75 Kg/cm <sup>2</sup>
III-8	99.12 Kg/cm <sup>2</sup>
III-9	98.10 Kg/cm <sup>2</sup>
III-10	97.77 Kg/cm <sup>2</sup>

**RESISTENCIA PROMEDIO = 99.39 Kg/cm<sup>2</sup>**

**DESVIACIÓN ESTÁNDAR = 1.38**

**COEFICIENTE DE VARIACIÓN = 1.39%**

**f'b = 98.01 Kg/cm<sup>2</sup>**

✓ **Mortero tipo IV.**

**Tabla 13.** Resistencia a la compresión del mortero tipo IV.

CÓDIGO	RESITENCIA MÁXIMA CORREGIDA
IV-1	101.66 Kg/cm <sup>2</sup>
IV-2	108.32 Kg/cm <sup>2</sup>
IV-3	105.36 Kg/cm <sup>2</sup>
IV-4	107.14 Kg/cm <sup>2</sup>
IV-5	100.16 Kg/cm <sup>2</sup>
IV-6	103.81 Kg/cm <sup>2</sup>
IV-7	101.75 Kg/cm <sup>2</sup>
IV-8	104.16 Kg/cm <sup>2</sup>
IV-9	101.07 Kg/cm <sup>2</sup>
IV-10	97.60 Kg/cm <sup>2</sup>

**RESISTENCIA PROMEDIO = 103.10 Kg/cm<sup>2</sup>**

**DESVIACIÓN ESTÁNDAR = 3.29**

**COEFICIENTE DE VARIACIÓN = 3.19%**

**f'b = 99.81 Kg/cm<sup>2</sup>**

✓ **Mortero tipo V.**

**Tabla 14.** Resistencia a la compresión del mortero tipo V.

CÓDIGO	RESITENCIA MÁXIMA CORREGIDA
V-1	73.33 Kg/cm <sup>2</sup>
V-2	71.09 Kg/cm <sup>2</sup>
V-3	64.79 Kg/cm <sup>2</sup>
V-4	91.62 Kg/cm <sup>2</sup>
V-5	58.20 Kg/cm <sup>2</sup>
V-6	83.45 Kg/cm <sup>2</sup>
V-7	90.02 Kg/cm <sup>2</sup>
V-8	73.54 Kg/cm <sup>2</sup>
V-9	51.38 Kg/cm <sup>2</sup>
V-10	81.20 Kg/cm <sup>2</sup>

**RESISTENCIA PROMEDIO = 73.86 Kg/cm<sup>2</sup>**

**DESVIACIÓN ESTÁNDAR = 13.18**

**COEFICIENTE DE VARIACIÓN = 17.84%**

**f'b = 60.68 Kg/cm<sup>2</sup>**

Para la elección del mortero óptimo se realizará la **tabla 15**, en la que se muestra el tipo de mortero y la resistencia alcanzada de éste. El criterio que

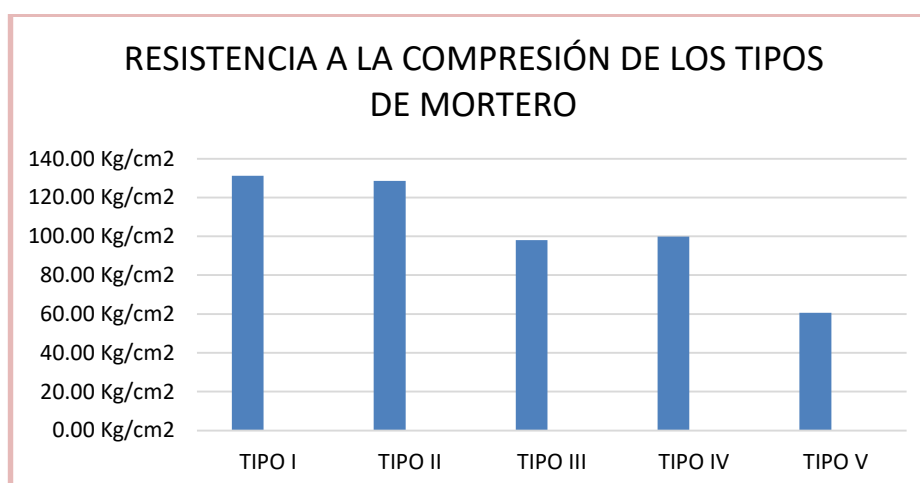
se utilizará es de acuerdo a la Norma E. 070, **en la que se menciona el criterio de compatibilizar la unidad de ladrillo con el mortero**; para esto de los tipos de mortero realizados **se seleccionará el que presente una resistencia a la compresión similar a la que tiene la unidad de ladrillo**.

De las pruebas realizadas a las unidades de ladrillo, se tiene el valor del  $f'b = 52.57 \text{ Kg/cm}^2$ , siendo este valor a que se debe semejar el obtenido de los ensayos a compresión del mortero.

**Tabla 15.** Resistencia a la compresión de los tipos de mortero.

TIPO DE MORTERO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO
TIPO I	131.16 Kg/cm <sup>2</sup>
TIPO II	128.61 Kg/cm <sup>2</sup>
TIPO III	98.01 Kg/cm <sup>2</sup>
TIPO IV	99.81 Kg/cm <sup>2</sup>
TIPO V	60.68 Kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** elaboración propia



**Figura 38.** Resistencia a la compresión de los tipos de mortero.

**Fuente:** elaboración propia

### 4.3 Comparación entre resistencia de morteros y la unidad de albañilería.

De las características del ladrillo obtenidas en el ítem 4.1:

$$f'b = 52.57 \text{ Kg/cm}^2$$

Y de la tabla número 15, se observa que el tipo de mortero que compatibiliza por resistencia con la unidad de ladrillo es el mortero **Tipo V**:

El cual tiene una dosificación en volumen aparente de **1:6**; por lo tanto es el elegido para la elaboración de las pilas y muretes con el ladrillo de suelo – cemento compactado.

#### **4.4 Ensayos de muretes y pilas de ladrillos.**

Una vez que se conoció las características de las unidades de ladrillo y asimismo elegido el mortero óptimo, se procede a la elaboración de los muretes y pilas de ladrillo teniendo en cuenta las siguientes consideraciones, según la Norma Técnica E. 070 del Reglamento Nacional de Edificaciones:

- El espesor de las juntas de mortero para las pilas y los muretes ha sido elegido de 1.50 cm.
- El tiempo de curado ha sido de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica (28 días).
- Las muestras a elaborar son de 10 pilas y 10 muretes, de los cuales 5 son de aparejo de soga y 5 con aparejo de cabeza.

Con las pilas y muretes elaborados se realizarán ensayos de laboratorio para determinar sus características mecánicas y a la vez evaluar la capacidad adherente del mortero óptimo en la unión de las unidades de ladrillo de suelo-cemento compactado.

Los ensayos que se realizarán son para el caso de las pilas el de compresión axial según la Norma Técnica NTP 399.605 y para el caso de los muretes el de compresión diagonal según la Norma Técnica NTP 399.621, con los resultados obtenidos de los ensayos, se harán las gráficas de esfuerzo vs deformación unitaria y en las que se presentará los esfuerzos corregidas, con los que se calculará la resistencia a compresión axial ( $f'_m$ ) y la resistencia al corte ( $V'_m$ ), así como el módulo de elasticidad ( $E_m$ ) y el módulo de corte ( $G_m$ ), que para nuestro tipo de ladrillo, están dados por las siguientes fórmulas:

$$E_m = 500f'_m$$

$$G_m = 0.4E'_m$$

Finalmente, los valores que se obtenga se compararán con los que se presentan en la Tabla 9 (\*\*\*) del Reglamento Nacional de Edificaciones. (Ver **ANEXO 9: RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA**)

#### 4.4.1 Ensayos a compresión de los muretes con aparejo de sogá

Se elaboraron y ensayaron a compresión diagonal cinco muretes con aparejo de sogá, y presentaron los siguientes resultados:

**Tabla 16.** Resumen de resultado a compresión de los muretes con aparejo de sogá.

CÓDIGO	V'm MÁXIMO CORREGIDO
MS - 01	4.45 Kg/cm <sup>2</sup>
MS - 02	4.85 Kg/cm <sup>2</sup>
MS - 03	4.94 Kg/cm <sup>2</sup>
MS - 04	4.68 Kg/cm <sup>2</sup>
MS - 05	4.89 Kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** elaboración propia

A partir de la tabla 16, se puede determinar las propiedades de los muretes con aparejo de sogá, que se muestran a continuación:

$$\mathbf{V'm PROMEDIO = 4.76 Kg/cm^2}$$

$$\mathbf{DESVIACIÓN ESTÁNDAR = 0.200}$$

$$\mathbf{COEFICIENTE DE VARIACIÓN = 4.20\%}$$

$$\mathbf{V'm CORREGIDO = 4.56 Kg/cm^2}$$

$$\mathbf{MÓDULO DE CORTE (G'm) = 912.64 Kg/cm^2}$$

De lo que se puede observar concluimos que existe adherencia óptima entre la unidad de ladrillo y el mortero utilizado, esto es debido al tipo de falla que presento el murete al momento que fue ensayado. Este tipo de falla fue a lo largo de todo el murete, y no de manera escalonada entre el mortero y el ladrillo. Las gráficas de esfuerzo versus deformación de cada murete con aparejo de sogá las podemos ver en el **ANEXO 6**.

#### 4.4.2 Ensayos a compresión de los muretes con aparejo de cabeza

Se elaboraron y ensayaron a compresión diagonal cinco muretes con aparejo de cabeza, y presentaron los siguientes resultados:



**Tabla 17.** Resumen de resultado a compresión de los muretes con aparejo de cabeza.

CÓDIGO	V'm MÁXIMO CORREGIDO
MC - 01	7.77 Kg/cm <sup>2</sup>
MC - 02	7.24 Kg/cm <sup>2</sup>
MC - 03	7.53 Kg/cm <sup>2</sup>
MC - 04	7.43 Kg/cm <sup>2</sup>
MC - 05	7.75 Kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** elaboración propia

A partir de la tabla 17, se puede determinar las propiedades de los muretes con aparejo de cabeza, que se muestran a continuación:

$$V'm \text{ PROMEDIO} = 7.54 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{DESVIACIÓN ESTÁNDAR} = 0.223$$

$$\text{COEFICIENTE DE VARIACIÓN} = 2.96\%$$

$$V'm \text{ CORREGIDO} = 7.32 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{MÓDULO DE CORTE (G'm)} = 1463.92 \text{ Kg/cm}^2$$

Al igual que en el aparejo de sogá, concluimos que existe adherencia óptima entre la unidad de ladrillo y el mortero utilizado, esto es debido al tipo de falla que presentó el murete al momento que fue ensayado. Este tipo de falla fue a lo largo de todo el murete, y no de manera escalonada entre el mortero y el ladrillo.

Comparando con lo que establece la Norma Técnica E. 070 de Reglamento Nacional de Edificaciones, nos damos cuenta que, para la resistencia al corte del ladrillo utilizado, el valor del V'm encontrado es mayor que el establecido en la Norma Técnica (V'm = 5.10 Kg/cm).

Las gráficas de esfuerzo versus deformación de cada murete con aparejo de sogá las podemos ver en el **ANEXO 7**.

#### 4.4.3 Ensayos a compresión de pilas

Para el caso de las pilas se han elaborado y ensayado a compresión axial 10 pilas, y cuyos resultados se muestran a continuación:

**Tabla 18.** Resumen de resultado a compresión de las pilas.

<b>CÓDIGO</b>	<b>f<sub>m</sub> MÁXIMO CORREGIDO</b>
P - 01	49.91 Kg/cm <sup>2</sup>
P - 02	51.92 Kg/cm <sup>2</sup>
P - 03	50.02 Kg/cm <sup>2</sup>
P - 04	50.03 Kg/cm <sup>2</sup>
P - 05	49.81 Kg/cm <sup>2</sup>
P - 06	51.45 Kg/cm <sup>2</sup>
P - 07	51.35 Kg/cm <sup>2</sup>
P - 08	52.56 Kg/cm <sup>2</sup>
P - 09	50.76 Kg/cm <sup>2</sup>
P - 10	53.35 Kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** elaboración propia

A partir de la tabla 18, se puede determinar las propiedades de las pilas de ladrillo, que se muestran a continuación:

$$F'm \text{ PROMEDIO} = 51.12 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{DESVIACIÓN ESTÁNDAR} = 1.228$$

$$\text{COEFICIENTE DE VARIACIÓN} = 2.40\%$$

$$f'm \text{ CORREGIDO} = 49.89 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{MÓDULO DE ELASTICIDAD (E'm)} = 24944.16 \text{ Kg/cm}^2$$

De lo que se puede observar concluimos que existe adherencia óptima entre la unidad de ladrillo y el mortero utilizado, dado que el tipo de falla es dúctil y a lo largo de todo el cuerpo tanto en ladrillo como mortero.

Comparando con lo que establece la Norma Técnica E. 070 de Reglamento Nacional de Edificaciones, nos damos cuenta que, para la resistencia a la compresión en pilas del ladrillo utilizado, el valor del  $f'm$  encontrado es mayor que el establecido en la Norma Técnica ( $f'm = 35 \text{ Kg/cm}$ ) **VER ANEXO 9.**

Las gráficas de esfuerzo versus deformación de cada pila las podemos ver en el **ANEXO 8.**

#### **4.5 Comparación de Ensayos a los Prismas.**

En este ítem se realizará la comparación de los resultados obtenidos en la presente tesis en los ensayos a los prismas con el mortero óptimo con los resultados

obtenidos en la tesis “Elaboración de un Ladrillo alternativo sin cocción en Cajamarca”. Las comparaciones de los resultados se presentan en la tabla N° 19.

**Tabla 19.** Resumen de resultado a compresión de las pilas.

PILAS (f'b kg/cm <sup>2</sup> )		MURETES (v'm kg/cm <sup>2</sup> )	
MORTEROTESIS (2013)	MORTERO ÓPTIMO	MORTERO TESIS (2013)	MORTERO ÓPTIMO
38.56	49.89	3.71	7.32

A partir de lo cual se puede tomar como base los datos de la tesis anterior a lo cual se puede deducir que la resistencia a compresión axial usando el mortero óptimo para este ladrillo suelo-cemento compactado aumento en un **29.38%** y la compresión diagonal aumento en un **97.30%**.

En cuanto al tipo de falla, tenemos que para las pilas con el mortero no óptimo falló por trituración de la unidad inferior y luego tendió a deslaminarse, mientras que con el mortero óptimo este fallo en grietas que atravesaban las unidades y el mortero lo cual nos indica que la pila funciono como una unidad monolítica.

La falla en los muretes con el mortero no óptimo fue lenta y escalonada, la grieta siguió la línea del mortero, debido a que no existía una buena adherencia; en cambio la falla con el mortero óptimo fue explosiva, se observó que fallo tanto el ladrillo como el mortero, esto debido a que la adherencia mejoró notablemente.

# **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

## **5.1 Conclusiones**

- ✓ El mortero con dosificación óptima, determinado en el presente estudio, es el que tiene una proporción en volumen aparente cemento-arena 1: 6, y

que al evaluar la resistencia a compresión axial y compresión diagonal con respecto al mortero utilizado en la tesis “Elaboración de un ladrillo alternativo sin cocción en Cajamarca” tiene un incremento del 29.38% a compresión axial y de un 97.3% para la compresión diagonal.

- ✓ El modo de falla fue dúctil y el tipo de rotura de las pilas fue continua y paralela a las aristas en toda la estructura en las pilas y a lo largo de la diagonal en los muretes, lo que permite inferir un incremento en la adherencia adecuada entre el ladrillo y el mortero.

- ✓ La resistencia a la compresión axial de las pilas es de:

$$f'm = 49.89 \text{ Kg/cm}^2$$

- ✓ El módulo de elasticidad de las pilas es de:

$$E_m = 24944.16 \text{ Kg/cm}^2$$

- ✓ La resistencia a compresión diagonal de los muretes con aparejo de soga es de:

$$V'm = 4.56 \text{ Kg/cm}^2$$

- ✓ El módulo de corte para los muretes con aparejo de soga es de:

$$G_m = 912.64 \text{ Kg/cm}^2$$

- ✓ La resistencia a compresión diagonal de los muretes con aparejo de cabeza es de:

$$V'm = 7.32 \text{ Kg/cm}^2$$

- ✓ El módulo de corte para los muretes con aparejo de cabeza es de:

$$G_m = 1463.87 \text{ Kg/cm}^2$$

## 5.2 Recomendaciones

- ✓ Se recomienda que para mantener la resistencia de estas unidades, en obra, se utilice un espesor de juntas de 1.5 cm.
- ✓ Se recomienda que, para la utilización en muros portantes, el aparejo de los ladrillos, sea de cabeza.
- ✓ Se recomienda la difusión de los resultados de este trabajo de investigación a las entidades públicas y privadas, con la finalidad de que pueda utilizarse este tipo de material, a fin que las construcciones sean más resistentes y durables.
- ✓ Se recomienda el uso de ladrillo suelo-cemento compactado con el mortero de dosificación en volumen aparente cemento: arena: 1:6.
- ✓ Se recomienda continuar con esta línea de investigación.

### 5.3 Referencias Bibliográficas

1. Rivva López, E. 1998. Tecnología del Concreto. Lima-Perú. Hozlo S.CR.L.
2. Rivva López, E. 2000. Naturaleza y materiales del concreto. Lima-Perú. Hozlo S.CR.L.
3. Antonio Martín Tejada Arias. Elaboración de un Ladrillo Alternativo sin cocción en Cajamarca. Perú – 2013.
4. Javier Rojas Vargas y Ricardo Antonio Vidal Toche. Comportamiento Sísmico de un Módulo de dos Pisos Reforzados y Construido con Ladrillo Ecológico Prensado. Lima – Perú 2014.
5. Ángel San Bartolomé. Construcciones de albañilería – Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural – Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial 1994.
6. Jorge Luis A. Cabrera. La Adherencia en los morteros de Albañilería. Cuba 1995.
7. Calderón Plasencia Marcelo. Estudio de Morteros y Muro de Mampostería. Quito 1981.
8. Ilma Bernadette Aquino Pires. A Utilização do Tijolo Ecológico como Solução para Construção de Habitações Populares. Salvador-Bahía 2004.
9. Gatani, Mariana 2007. Producción de ladrillo de suelo cemento, ¿una alternativa, económica y sustentable? Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.
10. San Bartolomé, 2004, corrección por esbeltez en pilas de albañilería ensayadas a compresión axial. proyecto SENCICO -PUCP.
11. San Bartolomé, 2008, comentarios a la Norma Técnica de Edificación E.070 “Albañilería”.
12. Norma Técnica E.070 Albañilería, 2006. Perú.

# **ANEXOS**



## ANEXO 1: CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACION DEL SUELO DE LA CANTERA DE SHULTIN.

*Tabla 20. Características del suelo de la cantera de Shultin y su clasificación según AASHTO y SUCS.*

Característica	Muestra 1	Muestra 2
% pasa malla N° 4	99.45	99.50
% pasa malla N° 10	96.25	97.30
% pasa malla N° 40	82.25	86.65
% pasa malla N° 200	43.55	46.80
% pasa malla N° 4 y se retiene en malla N° 200, % de arena	55.90	52.7
% que se retiene malla N° 4, % de grava	0.55	0.50
Límite Líquido % (LL)	43.48	
Límite Plástico % (LP)	21.08	
Índice Plástico % (PI)	22.40	
PI >LL-30	13.48	
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>SC</b>	

*Fuente: tesis de investigación "Elaboración de un ladrillo alternativo sin cocción en Cajamarca" por Antonio Martín Tejada Arias.*

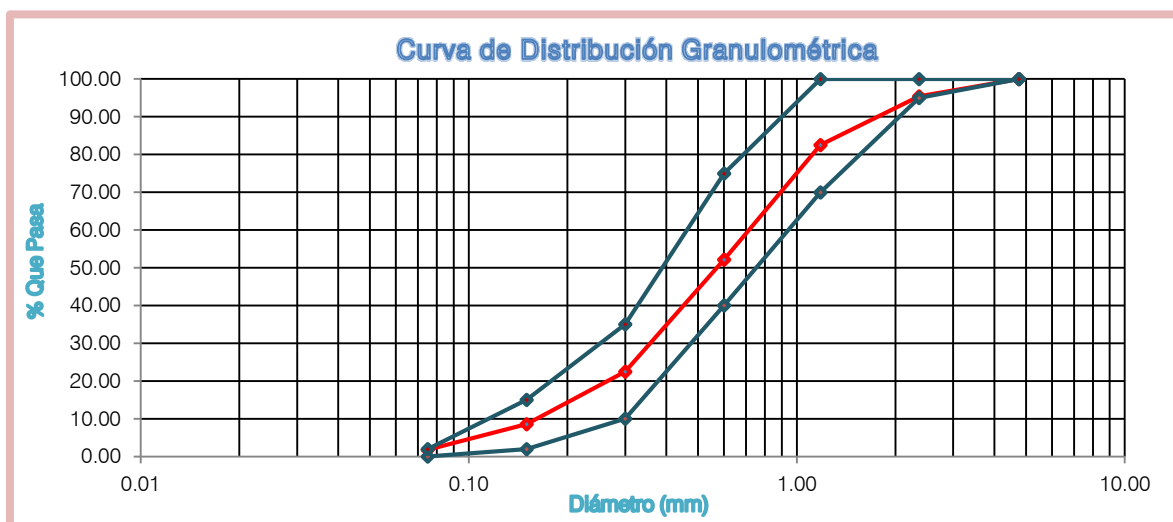
## ANEXO 2: PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO FINO

### A. Análisis Granulométrico Del Agregado Fino. NTP400.012, / A.S.T.M.C -136.

**Tabla 21.** Análisis granulométrico del agregado fino. Ensayo N° 01

Tamiz N°	Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
4	4.75 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36 mm	65.00	4.64	4.64	95.36
16	1.18 mm	180.00	12.86	17.50	82.50
30	0.60 mm	425.00	30.36	47.86	52.14
50	0.30 mm	415.00	29.64	77.50	22.50
100	0.15 mm	195.00	13.93	91.43	8.57
200	0.075 mm	95.00	6.79	98.21	1.79
CAZOLETA	--	25.00	1.79	100.00	0.00

**Peso de muestra: 1400.00 g**  
**Módulo de finura: 2.390**



**Figura 39.** Requisito granulométrico del Agregado Fino del Ensayo N° 01.

**Fuente:** Elaboración propia en base a la NORMA TÉCNICA E. 070.

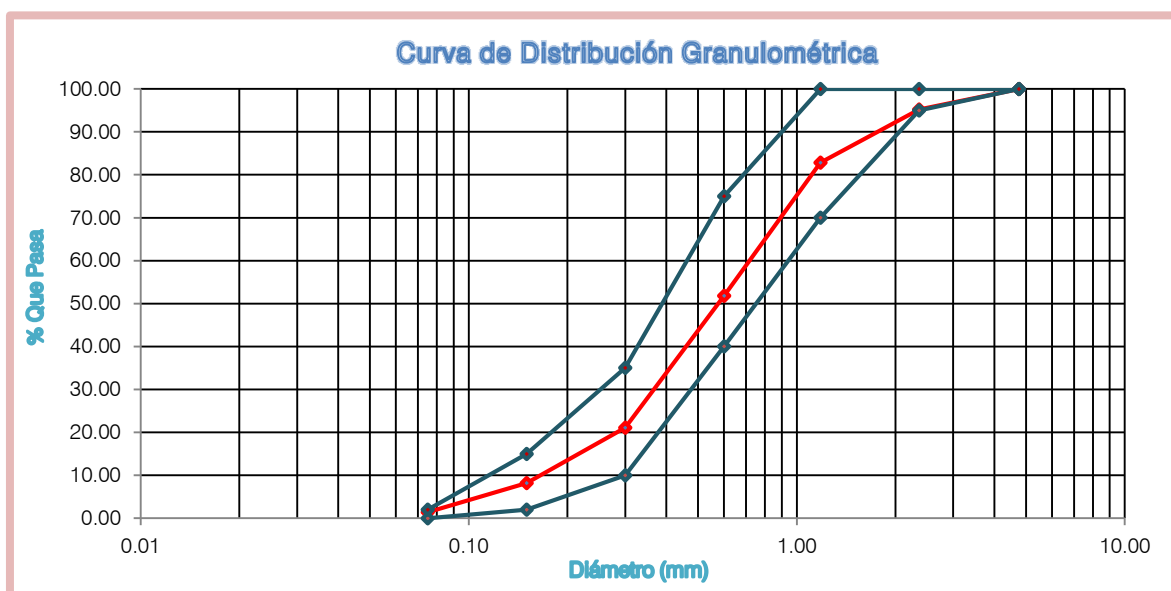
$$C_c = 1.15 \quad C_u = 3.89$$

**Cc:** coeficiente de curvatura, **Cu:** coeficiente de uniformidad

**Tabla 22.** Análisis granulométrico del Agregado Fino. Ensayo N° 02

Tamiz N°	Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
N°4	4.75 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
N°8	2.36 mm	67.00	4.79	4.79	95.21
N°16	1.18 mm	173.00	12.36	17.14	82.86
N°30	0.60 mm	435.00	31.07	48.21	51.79
N°50	0.30 mm	430.00	30.71	78.93	21.07
N°100	0.15 mm	180.00	12.86	91.79	8.21
N°200	0.075 mm	95.00	6.79	98.57	1.43
CAZOLETA	--	20.00	1.43	100.00	0.00

**Peso de muestra: 1400.00 g**  
**Módulo de finura: 2.410**



**Figura 40.** Requisito granulométrico del Agregado Fino del Ensayo N° 02.

**Fuente:** Elaboración propia en base a la NORMA TÉCNICA E. 070.

$$C_c = 1.21$$

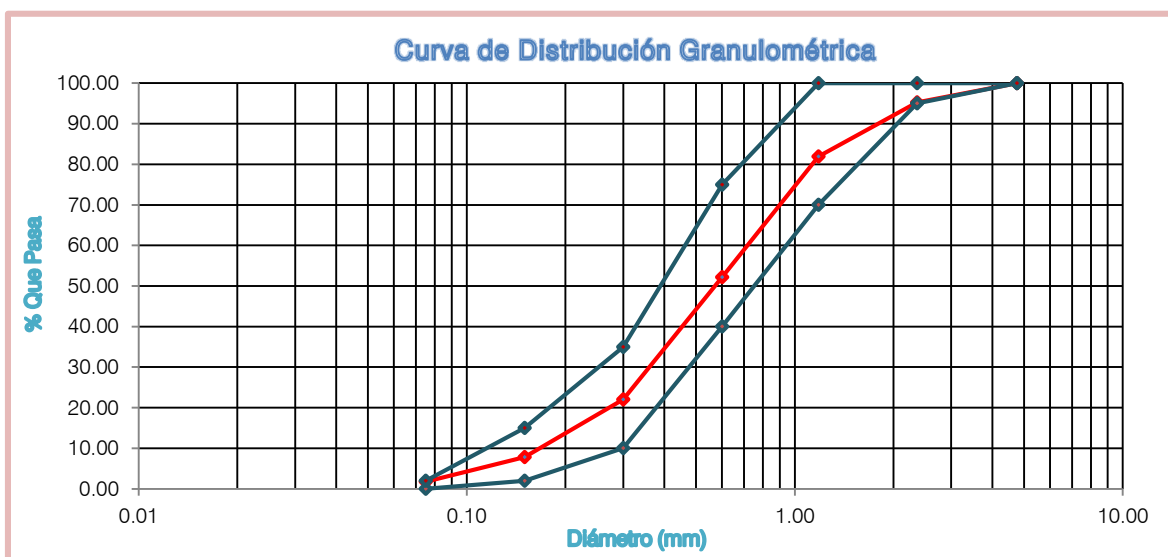
$$C_u = 4.12$$

**Cc:** coeficiente de curvatura; **Cu:** coeficiente de uniformidad

**Tabla 23.** Análisis granulométrico del agregado fino. Ensayo N° 03.

Tamiz N°	Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
N°4	4.75 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
N°8	2.36 mm	66.00	4.71	4.57	95.29
N°16	1.18 mm	187.00	13.36	18.07	81.93
N°30	0.60 mm	417.00	29.79	47.86	52.14
N°50	0.30 mm	422.00	30.14	78.00	22.00
N°100	0.15 mm	199.00	14.21	92.21	7.79
N°200	0.075 mm	85.00	6.07	98.29	1.71
CAZOLETA	--	24.00	1.71	100.00	0.00

**Peso de muestra: 1400.00 g**  
**Módulo de finura: 2.410**



**Figura 41.** Requisito granulométrico del Agregado Fino del Ensayo N° 03.

**Fuente:** Elaboración propia en base a la NORMA TÉCNICA E. 070.

$$C_c = 1.09 \quad C_u = 3.89$$

**Cc:** coeficiente de curvatura; **Cu:** coeficiente de uniformidad

Se observa en los Gráficos de las Figuras 39, 40 y 41 que la curva granulométrica del Agregado Fino de la cantera "Roca Fuerte.", cumple con el huso granulométrico "M" de la norma técnica E. 070.

## Módulo de finura del Agregado Fino

### Módulo de finura

Ensayo N° 01: 2.390

Ensayo N° 02: 2.410

Ensayo N° 03: 2.410

**Promedio: 2.403**

## B. Peso específico y absorción del agregado Fino. (NTP 400.022:2013, ASTM C-128)

**Tabla 24. Peso específico del Agregado Fino.**

Descripción	E-1	E-2	E-3
Peso de fiola (g)	142.50	142.50	142.50
Peso de la fola +agua hasta menisco (g)	640.48	640.48	640.48
peso de la fiola +agua + muestra (g)	952.62	952.80	952.85
Peso de la muestra superficialmente Seca (g)	500.00	500.00	500.00
Peso de la muestra secada al horno (g)	493.65	493.30	493.75
volumen de agua añadida al frasco (g)	310.12	310.30	310.35
Peso Específico de Masa (g/cm <sup>3</sup> )	2.600	2.600	2.603
Peso Específico de Masa sss (g/cm <sup>3</sup> )	2.633	2.636	2.636
Peso Específico de Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2.690	2.696	2.692
<b>Promedio Peso Específico de Masa (g/cm<sup>3</sup>) : 2.601</b>			
<b>Promedio Peso Específico de Masa sss (g/cm<sup>3</sup>): 2.635</b>			
<b>Promedio Peso Específico de Aparente (g/cm<sup>3</sup>): 2.693</b>			

sss: saturado superficialmente seco

**Tabla 25. Absorción del Agregado Fino.**

Descripción	Símbolo	Formula	E-1	E-2	E-3
Peso de la muestra sss (g)	(A)	--	500.00	500.00	500.00
Peso de la muestra secada al horno (g)	(B)	--	493.65	493.30	493.75
Absorción (%)	(C)	$\frac{(A-B)}{*10^2/B}$	1.286	1.357	1.266
<b>Promedio: 1.303 %</b>					

**C. Peso unitario seco suelto y compactado, cálculo del factor f y porcentaje de vacíos del Agregado Fino. NTP 400.017:2011 / ASTM C -29**

*Tabla 26. Peso específico del agua.*

Descripción	E -1
Peso de la fiola en (g)	: 142.50
Peso de la fiola en (g)	: 640.48
Volumen de la fiola (cm <sup>3</sup> )	: 500.00
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	: 0.99596
<b>P.e del agua en (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>: 995.96</b>

*Tabla 27. Factor f para el peso unitario del Agregado Fino.*

Descripción	E-1
Peso del Molde (g)	: 3881.00
Peso del Molde +Agua (g)	: 6850.00
Peso Agua (Kg)	: 2.9690
<b>f (1/m<sup>3</sup>)</b>	<b>: 335.453</b>

*Tabla 28. Peso unitario seco suelto del Agregado Fino.*

Descripción	Símbolo	Fórmula	E-1	E-2	E-3
Peso del recipiente (g)	(A)	--	3881.00	3881.00	3881.00
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	(B)	--	8640.00	8628.00	8617.00
Peso de la muestra suelta (g)	(C)	(B - A)	4759.00	4747.00	4736.00
Factor (f)	(D)		335.453	335.453	335.453
PUSS (g/cm <sup>3</sup> )	(E)	D*(10 <sup>6</sup> /C)	1.596	1.592	1.589
PUSS (Kg/m <sup>3</sup> )		C/(10 <sup>3</sup> /D)	1596	1592	1589
<b>Promedio: 1593Kg/m<sup>3</sup></b>					

**PUSS:** peso unitario seco suelto.

*Tabla 29. Peso unitario seco compactado o varillado del Agregado Fino.*

Descripción	Símbolo	Fórmula	E-1	E-2	E-3
Peso del recipiente (g)	(A)	--	3881.00	3881.00	3881.00
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	(B)	--	8977.00	8988.00	8966.00
Peso de la muestra suelta (g)	(C)	(B - A)	5096.00	5107.00	5085.00
Factor (f)	(D)		335.453	335.453	335.453
PUSC (g/cm <sup>3</sup> )	(E)	D*(10 <sup>6</sup> /C)	1.709	1.713	1.706
PUSC (Kg/m <sup>3</sup> )		C/(10 <sup>3</sup> /D)	1709	1713	1706
<b>Promedio: 1709Kg/m<sup>3</sup></b>					

**PUSC:** Peso unitario seco compactado.

**D. Porcentaje que pasa la malla N° 200 del agregado Fino.** ASTM.C -117 / NTP 400.018:2013.

**Tabla 30.** Porcentaje que pasa la malla N° 200 del Agregado FINO.

Descripción	Símbolo	Formula	E-1	E-2	E-3
Peso Seco de la Muestra Original (g).	(A)	--	500.00	500.00	500.00
Peso Seco de la muestra Lavada o ensayada (g).	(B)	--	486.00	486.50	485.85
Peso del material que pasa el tamiz N°200 (g).	(C)	(A – B)	14.00	13.50	14.15
% de Material que Pasa el Tamiz N° 200.		$(C/A)*100$	2.80%	2.70%	2.83%
<b>Promedio: 2.78%</b>					

**E. Contenido de humedad.** NTP 339.185:2013, ASTM C-566.

**Tabla 31.** Contenido de humedad del Agregado Fino.

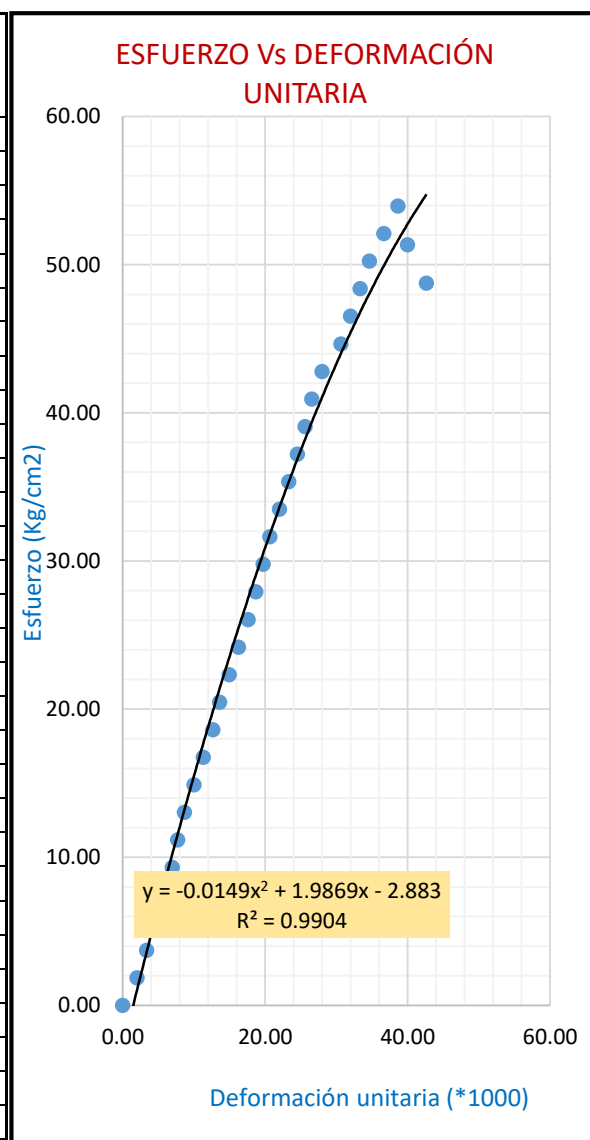
Descripción	Símbolo	Formula	E-1	E-2	E-3
Peso del recipiente (g).	(A)	--	75.00	71.00	78.00
Peso del recipiente + muestra húmeda (g).	(B)	--	1980.00	2021.00	1789.00
Peso del recipiente + muestra seca (g).	(C)	--	1895.00	1935.00	1713.00
Contenido de humedad	(D)	$\frac{(B-A)-(C-A)}{(C-A)*100}$	4.67	4.61	4.65
<b>Promedio: 4.644%</b>					

## ANEXO 3: ENSAYOS A COMPRESIÓN DEL LADRILLO

### ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE UNIDADES DE LADRILLO

Altura (mm) =	75	Longitud (mm) =	215	Ancho (mm) =	125
Área (cm <sup>2</sup> ) =	268.75	Código =	L21	Edad =	28 días

Carga (TN)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	0.15	2.00	1.86
1.00	0.25	3.33	3.72
1.50	0.30	4.00	5.58
2.00	0.42	5.60	7.44
2.50	0.52	6.93	9.30
3.00	0.58	7.73	11.16
3.50	0.65	8.67	13.02
4.00	0.75	10.00	14.88
4.50	0.85	11.33	16.74
5.00	0.95	12.67	18.60
5.50	1.02	13.60	20.47
6.00	1.12	14.93	22.33
6.50	1.22	16.27	24.19
7.00	1.32	17.60	26.05
7.50	1.40	18.67	27.91
8.00	1.48	19.73	29.77
8.50	1.55	20.67	31.63
9.00	1.65	22.00	33.49
9.50	1.75	23.33	35.35
10.00	1.84	24.53	37.21
10.50	1.92	25.60	39.07
11.00	1.99	26.53	40.93
11.50	2.10	28.00	42.79
12.00	2.30	30.67	44.65
12.50	2.40	32.00	46.51
13.00	2.50	33.33	48.37
13.50	2.60	34.67	50.23
14.00	2.75	36.67	52.09
<b>14.50</b>	<b>2.90</b>	<b>38.67</b>	<b>53.95</b>
13.80	3.00	40.00	51.35
13.10	3.20	42.67	48.74



Fuente: elaboración propia

RESISTENCIA MÁXIMA = 53.95 Kg/cm<sup>2</sup>  
 RESISTENCIA MÁXIMA CORREGIDA = 52.86 Kg/cm<sup>2</sup>

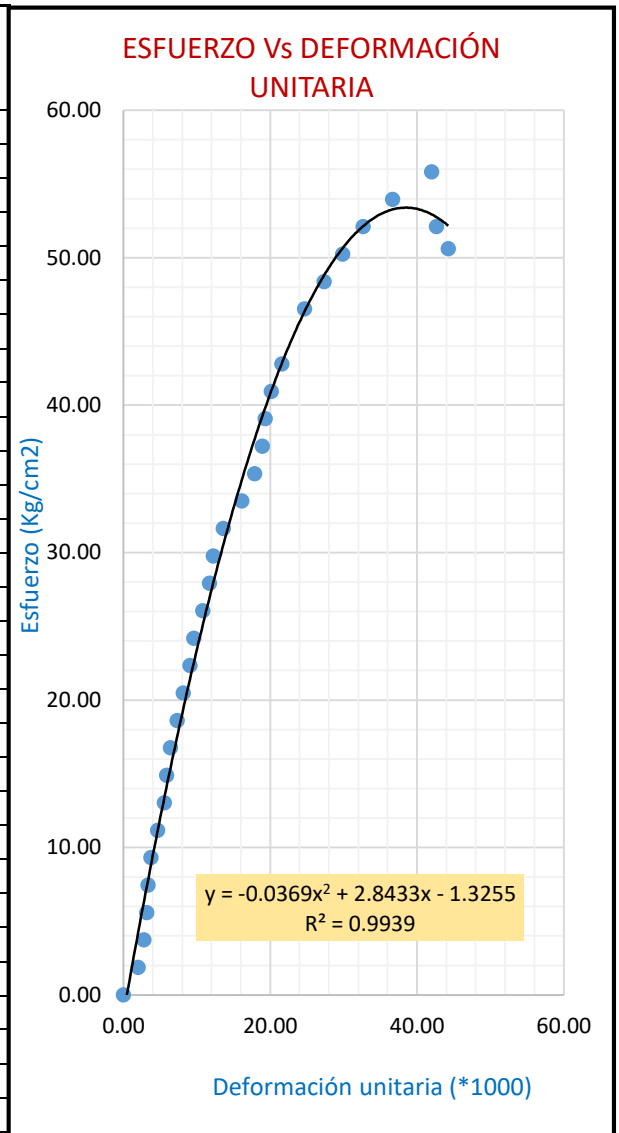
**INTERPRETACION:** Para la unidad de ladrillo alternativo de suelo-cemento compactado ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 14.50Tn, teniendo una deformación de 2.90 mm y un esfuerzo de rotura de 53.95 kg/cm<sup>2</sup>.



**ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE UNIDADES DE LADRILLO**

**Altura (mm) = 75**      **Longitud (mm) = 215**      **Ancho (mm) = 125**  
**Área (cm<sup>2</sup>) = 268.75**      **Código = L22**      **Edad = 28 días**

Carga (TN)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	0.15	2.00	1.86
1.00	0.21	2.80	3.72
1.50	0.24	3.20	5.58
2.00	0.25	3.33	7.44
2.50	0.28	3.73	9.30
3.00	0.35	4.67	11.16
3.50	0.42	5.60	13.02
4.00	0.44	5.87	14.88
4.50	0.48	6.40	16.74
5.00	0.55	7.33	18.60
5.50	0.61	8.13	20.47
6.00	0.68	9.07	22.33
6.50	0.72	9.60	24.19
7.00	0.81	10.80	26.05
7.50	0.88	11.73	27.91
8.00	0.92	12.27	29.77
8.50	1.02	13.60	31.63
9.00	1.21	16.13	33.49
9.50	1.34	17.87	35.35
10.00	1.42	18.93	37.21
10.50	1.45	19.33	39.07
11.00	1.51	20.13	40.93
11.50	1.62	21.60	42.79
12.50	1.85	24.67	46.51
13.00	2.05	27.33	48.37
13.50	2.24	29.87	50.23
14.00	2.45	32.67	52.09
14.50	2.75	36.67	53.95
<b>15.00</b>	<b>3.15</b>	<b>42.00</b>	<b>55.81</b>
14.00	3.20	42.67	52.09
13.60	3.32	44.27	50.60



Fuente: elaboración propia

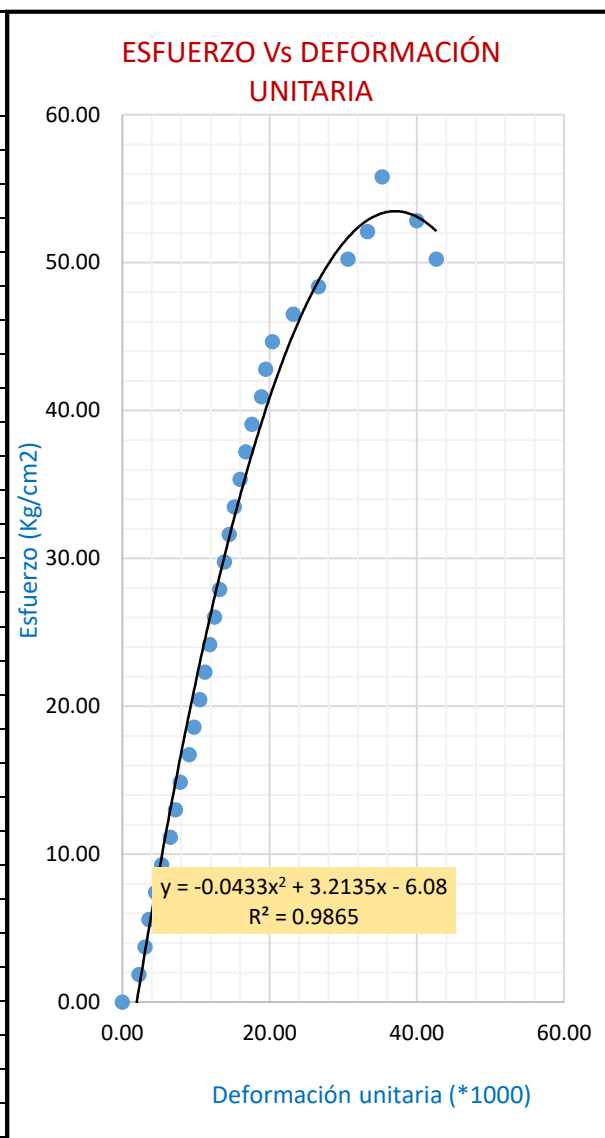
RESISTENCIA MÁXIMA = 55.81 Kg/cm<sup>2</sup>  
 RESISTENCIA MÁXIMA CORREGIDA = 55.76 Kg/cm<sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para la unidad de ladrillo alternativo de suelo-cemento compactado ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 15.00Tn, teniendo una deformación de 3.15 mm y un esfuerzo de rotura de 55.81 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE UNIDADES DE LADRILLO**

**Altura (mm) =** 75                      **Longitud (mm) =** 215                      **Ancho (mm) =** 125  
**Área (cm<sup>2</sup>)=** 268.75                      **Código =** L23                      **Edad =** 28 días

Carga (TN)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	0.17	2.27	1.86
1.00	0.23	3.07	3.72
1.50	0.27	3.60	5.58
2.00	0.34	4.53	7.44
2.50	0.40	5.33	9.30
3.00	0.49	6.53	11.16
3.50	0.54	7.20	13.02
4.00	0.59	7.87	14.88
4.50	0.68	9.07	16.74
5.00	0.73	9.73	18.60
5.50	0.79	10.53	20.47
6.00	0.84	11.20	22.33
6.50	0.89	11.87	24.19
7.00	0.94	12.53	26.05
7.50	0.99	13.20	27.91
8.00	1.04	13.87	29.77
8.50	1.09	14.53	31.63
9.00	1.14	15.20	33.49
9.50	1.20	16.00	35.35
10.00	1.26	16.80	37.21
10.50	1.32	17.60	39.07
11.00	1.42	18.93	40.93
11.50	1.46	19.47	42.79
12.00	1.53	20.40	44.65
12.50	1.74	23.20	46.51
13.00	2.00	26.67	48.37
13.50	2.30	30.67	50.23
14.00	2.50	33.33	52.09
<b>15.00</b>	<b>2.65</b>	<b>35.33</b>	<b>55.81</b>
14.20	3.00	40.00	52.84
13.50	3.20	42.67	50.23



*Fuente: elaboración propia*

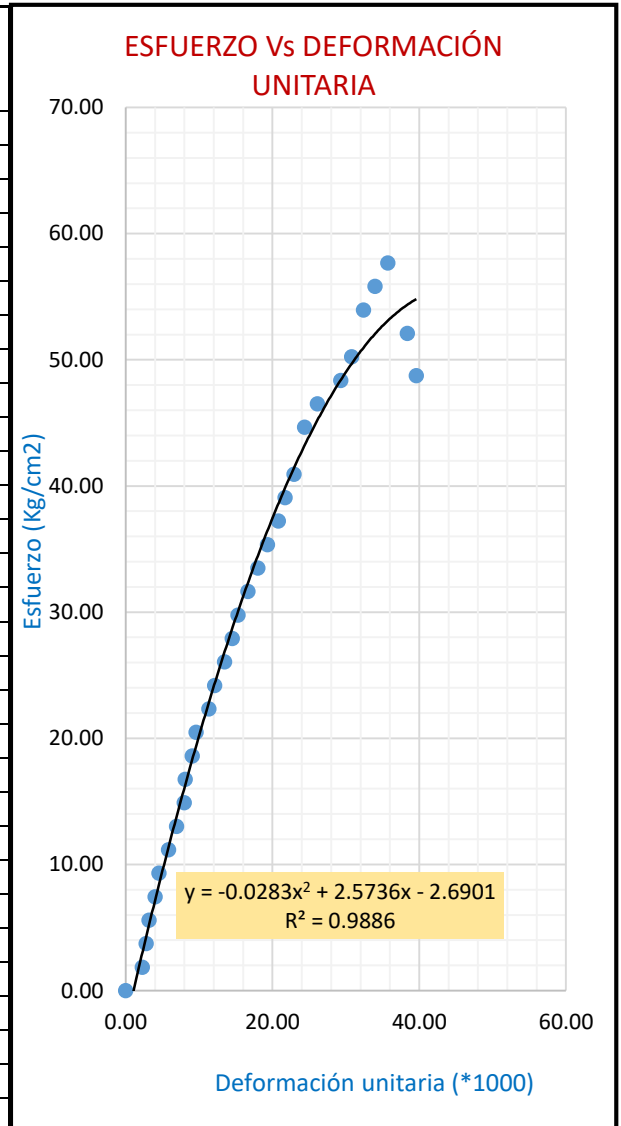
RESISTENCIA MÁXIMA = 55.81 Kg/cm<sup>2</sup>  
 RESISTENCIA MÁXIMA CORREGIDA = 53.54 Kg/cm<sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para la unidad de ladrillo alternativo de suelo-cemento compactado ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 15.00Tn, teniendo una deformación de 2.65 mm y un esfuerzo de rotura de 55.81 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE UNIDADES DE LADRILLO**

**Altura (mm) =** 75      **Longitud (mm) =** 215      **Ancho (mm) =** 125  
**Área (cm<sup>2</sup>) =** 268.75      **Código =** L24      **Edad =** 28 días

Carga (TN)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	0.17	2.27	1.86
1.00	0.21	2.80	3.72
1.50	0.24	3.20	5.58
2.00	0.30	4.00	7.44
2.50	0.34	4.53	9.30
3.00	0.44	5.87	11.16
3.50	0.52	6.93	13.02
4.00	0.60	8.00	14.88
4.50	0.61	8.13	16.74
5.00	0.68	9.07	18.60
5.50	0.72	9.60	20.47
6.00	0.85	11.33	22.33
6.50	0.91	12.13	24.19
7.00	1.01	13.47	26.05
7.50	1.09	14.53	27.91
8.00	1.15	15.33	29.77
8.50	1.25	16.67	31.63
9.00	1.35	18.00	33.49
9.50	1.45	19.33	35.35
10.00	1.56	20.80	37.21
10.50	1.63	21.73	39.07
11.00	1.72	22.93	40.93
12.00	1.83	24.40	44.65
12.50	1.96	26.13	46.51
13.00	2.20	29.33	48.37
13.50	2.31	30.80	50.23
14.50	2.43	32.40	53.95
15.00	2.55	34.00	55.81
<b>15.50</b>	<b>2.68</b>	<b>35.73</b>	<b>57.67</b>
14.00	2.88	38.40	52.09
13.10	2.97	39.60	48.74



Fuente: elaboración propia

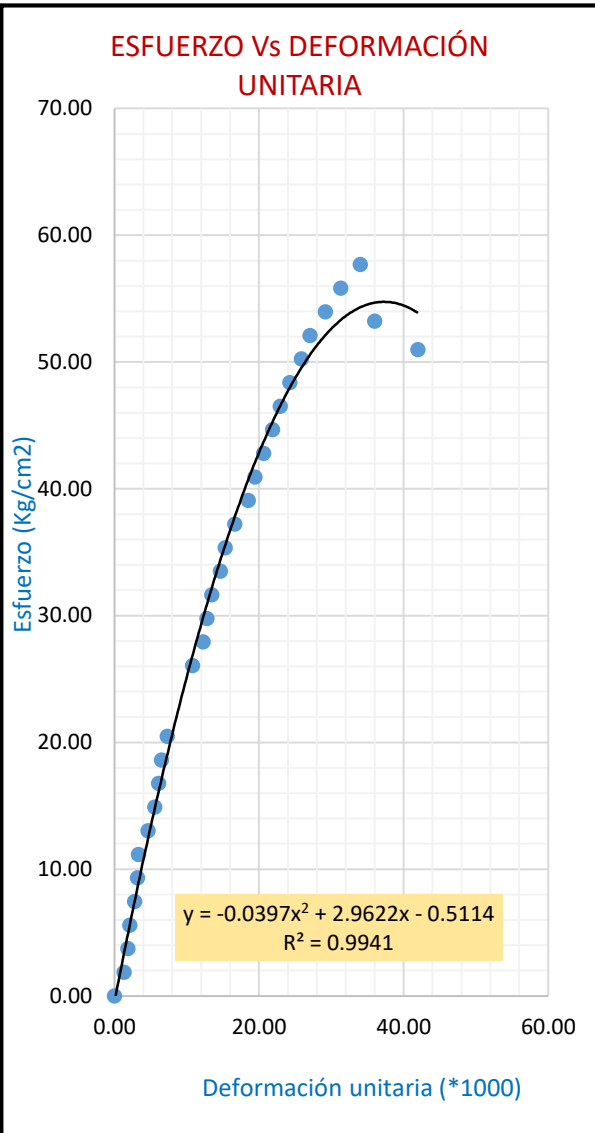
RESISTENCIA MÁXIMA = 57.67 Kg/cm<sup>2</sup>  
 RESISTENCIA MÁXIMA CORREGIDA = 52.35 Kg/cm<sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para la unidad de ladrillo alternativo de suelo-cemento compactado ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 15.50Tn, teniendo una deformación de 2.68 mm y un esfuerzo de rotura de 57.67 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE UNIDADES DE LADRILLO**

Altura (mm) = 75      Longitud (mm) = 215      Ancho (mm) = 125  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 268.75      Código = L25      Edad = 28 días

Carga (TN)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	0.10	1.33	1.86
1.00	0.14	1.87	3.72
1.50	0.16	2.13	5.58
2.00	0.21	2.80	7.44
2.50	0.24	3.20	9.30
3.00	0.25	3.33	11.16
3.50	0.35	4.67	13.02
4.00	0.42	5.60	14.88
4.50	0.46	6.13	16.74
5.00	0.49	6.53	18.60
5.50	0.55	7.33	20.47
7.00	0.81	10.80	26.05
7.50	0.92	12.27	27.91
8.00	0.96	12.80	29.77
8.50	1.01	13.47	31.63
9.00	1.10	14.67	33.49
9.50	1.15	15.33	35.35
10.00	1.25	16.67	37.21
10.50	1.39	18.53	39.07
11.00	1.46	19.47	40.93
11.50	1.55	20.67	42.79
12.00	1.64	21.87	44.65
12.50	1.72	22.93	46.51
13.00	1.82	24.27	48.37
13.50	1.94	25.87	50.23
14.00	2.03	27.07	52.09
14.50	2.19	29.20	53.95
15.00	2.35	31.33	55.81
<b>15.50</b>	<b>2.55</b>	<b>34.00</b>	<b>57.67</b>
14.30	2.70	36.00	53.21
13.70	3.15	42.00	50.98



Fuente: elaboración propia

RESISTENCIA MÁXIMA = 57.67 Kg/cm<sup>2</sup>  
 RESISTENCIA MÁXIMA CORREGIDA = 54.35 Kg/cm<sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para la unidad de ladrillo alternativo de suelo-cemento compactado ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 15.50Tn, teniendo una deformación de 2.55 mm y un esfuerzo de rotura de 57.67 kg/cm<sup>2</sup>.

## ANEXO 4. ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE MORTERO

**Tabla 32.** Ensayos a compresión uniaxial de los especímenes cilíndricos del mortero **Tipo I**.

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Kg)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA CORREGIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO f'b (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	28	M - I - 1	2800.00	5.107	131.44	131.16
2	28	M - I - 2	2820.00	5.087	134.43	
3	28	M - I - 3	2750.00	4.958	135.80	
4	28	M - I - 4	2950.00	5.047	136.33	
5	28	M - I - 5	2780.00	5.047	133.05	
6	28	M - I - 6	2760.00	4.972	141.68	
7	28	M - I - 7	2690.00	5.03	130.49	
8	28	M - I - 8	3000.00	5.08	141.47	
9	28	M - I - 9	2750.00	4.928	130.36	
10	28	M - I - 10	2900.00	5.118	139.69	

*Fuente: elaboración propia*

De lo que podemos afirmar que el mortero **Tipo I**, presenta una resistencia a la compresión promedio de 131.16 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 33.** Ensayos a compresión uniaxial de los especímenes cilíndricos del mortero **Tipo II**.

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Kg)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA CORREGIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO f'b (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	28	M - II - 1	2850.00	5.175	131.12	128.61
2	28	M - II - 2	2650.00	4.951	134.57	
3	28	M - II - 3	2650.00	5.061	131.55	
4	28	M - II - 4	2800.00	5.088	136.96	
5	28	M - II - 5	-	5.025	-	
6	28	M - II - 6	2900.00	5.138	139.87	
7	28	M - II - 7	2750.00	5.028	134.53	
8	28	M - II - 8	3000.00	5.104	133.43	
9	28	M - II - 9	2500.00	5.094	126.23	
10	28	M - II - 10	2750.00	5.066	127.09	

*Fuente: elaboración propia*

De lo que podemos afirmar que el mortero **Tipo II**, presenta una resistencia a la compresión promedio de 128.61 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 34.** Ensayos a compresión uniaxial de los especímenes cilíndricos del mortero **Tipo III**.

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Kg)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA CORREGIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO f' b (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	28	M - III - 1	2050.00	5.039	100.25	98.01
2	28	M - III - 2	2200.00	5.183	99.85	
3	28	M - III - 3	2250.00	5.10	99.93	
4	28	M - III - 4	2250.00	5.21	98.82	
5	28	M - III - 5	2100.00	5.098	100.05	
6	28	M - III - 6	2100.00	4.821	102.24	
7	28	M - III - 7	2240.00	5.085	97.75	
8	28	M - III - 8	2240.00	5.058	99.12	
9	28	M - III - 9	2000.00	5.11	98.10	
10	28	M - III - 10	2150.00	5.124	97.77	

*Fuente: elaboración propia*

De lo que podemos afirmar que el mortero **Tipo III**, presenta una resistencia a la compresión promedio de 98.01 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 35.** Ensayos a compresión uniaxial de los especímenes cilíndricos del mortero **Tipo IV**.

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Kg)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA CORREGIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO f' b (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	28	M - IV - 1	2200.00	5.114	101.66	99.81
2	28	M - IV - 2	2200.00	5.108	108.32	
3	28	M - IV - 3	21100.00	5.091	105.36	
4	28	M - IV - 4	2100.00	5.108	107.14	
5	28	M - IV - 5	2150.00	5.083	100.16	
6	28	M - IV - 6	2050.00	5.09	103.81	
7	28	M - IV - 7	2100.00	5.117	101.75	
8	28	M - IV - 8	2050.00	5.116	104.16	
9	28	M - IV - 9	2100.00	5.106	101.07	
10	28	M - IV - 10	2200.00	5.108	97.60	

*Fuente: elaboración propia*

De lo que podemos afirmar que el mortero Tipo IV, presenta una resistencia a la compresión promedio de 99.81 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 36.** Ensayos a compresión uniaxial de los especímenes cilíndricos del mortero **Tipo V**.

ENSAYO N°	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Kg)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA CORREGIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO f <sup>'</sup> b (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	28	M - V - 1	1550.00	5.096	73.33	<b>60.68</b>
2	28	M - V - 2	1520.00	5.091	71.09	
3	28	M - V - 3	1335.00	5.095	64.79	
4	28	M - V - 4	1950.00	5.089	91.62	
5	28	M - V - 5	11500.00	5.089	58.20	
6	28	M - V - 6	1630.00	5.108	83.45	
7	28	M - V - 7	1835.00	5.093	90.02	
8	28	M - V - 8	1490.00	5.068	73.54	
9	28	M - V - 9	1050.00	5.094	51.38	
10	28	M - V - 10	1650.00	5.102	81.20	

*Fuente: elaboración propia*

De lo que podemos afirmar que el mortero **Tipo V**, presenta una resistencia a la compresión promedio de 60.68 Kg/cm<sup>2</sup>.

## ANEXO 5. GRAFICAS ESFUERZO – DEFORMACION DE LOS MORTEROS.

### ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO I-1

Altura (cm) = 10.166

Diámetro (cm) = 5.107

Código = I-1

Edad = 28 días

Área (cm<sup>2</sup>) = 20.48432

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
100.00	0.55	54.10	4.88
200.00	0.57	56.07	9.76
300.00	0.59	58.04	14.65
400.00	0.6	59.02	19.53
500.00	0.62	60.99	24.41
600.00	0.63	61.97	29.29
700.00	0.65	63.94	34.17
800.00	0.68	66.89	39.05
900.00	0.7	68.86	43.94
1000.00	0.71	69.84	48.82
1100.00	0.73	71.81	53.70
1200.00	0.75	73.78	58.58
1300.00	0.78	76.73	63.46
1400.00	0.81	79.68	68.34
1500.00	0.84	82.63	73.23
1600.00	0.87	85.58	78.11
1700.00	0.9	88.53	82.99
1800.00	0.95	93.45	87.87
1900.00	0.97	95.42	92.75
2000.00	1.01	99.35	97.64
2100.00	1.05	103.29	102.52
2200.00	1.11	109.19	107.40
2300.00	1.15	113.12	112.28
2400.00	1.19	117.06	117.16
2500.00	1.28	125.91	122.04
2600.00	1.35	132.80	126.93
2700.00	1.45	142.63	131.81
<b>2800.00</b>	<b>1.59</b>	<b>156.40</b>	<b>136.69</b>
2700.00	1.67	164.27	131.81
2600.00	1.72	169.19	126.93



**RESISTENCIA MAXIMA = 136.69 Kg/cm<sup>2</sup>**  
**RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA = 131.44 Kg/cm<sup>2</sup>**

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo I ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2800.00 Kg, teniendo una deformación de 1.59 mm y un esfuerzo de rotura de 136.69 kg/cm<sup>2</sup>.



**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO I-2**

Altura (cm) = 10.14

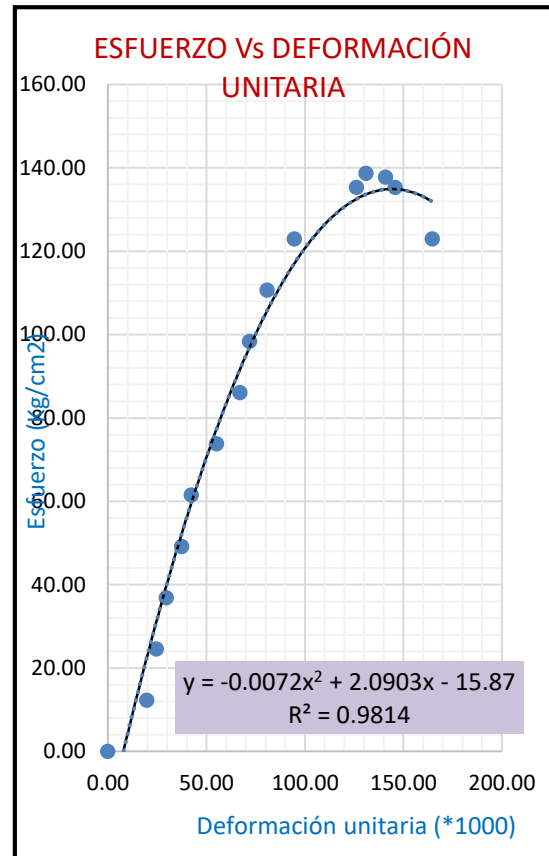
Diámetro (cm) = 5.087

Código = I-2

Edad = 28 días

Área (cm<sup>2</sup>) = 20.324195

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.2	19.72	12.30
500.00	0.25	24.65	24.60
750.00	0.3	29.59	36.90
1000.00	0.38	37.48	49.20
1250.00	0.43	42.41	61.50
1500.00	0.56	55.23	73.80
1750.00	0.68	67.06	86.10
2000.00	0.73	71.99	98.40
2250.00	0.82	80.87	110.71
2500.00	0.96	94.67	123.01
2750.00	1.28	126.23	135.31
<b>2820.00</b>	<b>1.33</b>	<b>131.16</b>	<b>138.75</b>
2800.00	1.43	141.03	137.77
2750.00	1.48	145.96	135.31
2500.00	1.67	164.69	123.01



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	138.75 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	134.43 Kg/cm <sup>2</sup>

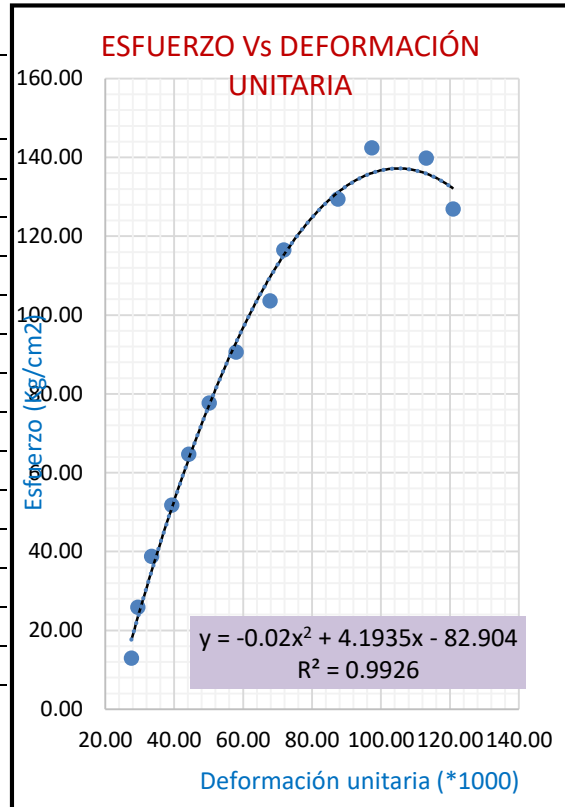
**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo I ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2820.00 Kg, teniendo una deformación de 1.33 mm y un esfuerzo de rotura de 138.75 kg/cm<sup>2</sup>.

}

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO I-3**

Altura (cm) = 10.009      Diámetro (cm) = 4.958      Código = I-3      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 19.30647

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.28	27.61	12.95
500.00	0.3	29.51	25.90
750.00	0.34	33.44	38.85
1000.00	0.4	39.35	51.80
1250.00	0.45	44.27	64.75
1500.00	0.51	50.17	77.69
1750.00	0.59	58.04	90.64
2000.00	0.69	67.87	103.59
2250.00	0.73	71.81	116.54
2500.00	0.89	87.55	129.49
<b>2750.00</b>	<b>0.99</b>	<b>97.38</b>	<b>142.44</b>
2700.00	1.15	113.12	139.85
2450.00	1.23	120.99	126.90



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	142.44 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	135.80 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo I ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2750.00 Kg, teniendo una deformación de 0.99 mm y un esfuerzo de rotura de 142.44 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO I-4**

Altura (cm) = 10.092

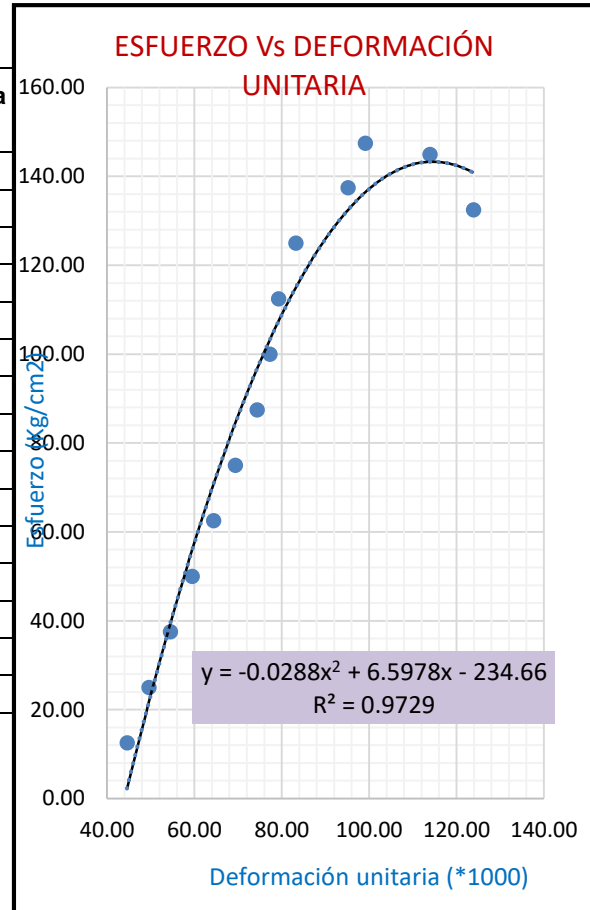
Diámetro (cm) = 5.047

Código = I-4

Edad = 28 días

Área (cm<sup>2</sup>) = 20.005826

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.45	44.59	12.50
500.00	0.5	49.54	24.99
750.00	0.55	54.50	37.49
1000.00	0.6	59.45	49.99
1250.00	0.65	64.41	62.48
1500.00	0.7	69.36	74.98
1750.00	0.75	74.32	87.47
2000.00	0.78	77.29	99.97
2250.00	0.8	79.27	112.47
2500.00	0.84	83.23	124.96
2750.00	0.96	95.12	137.46
<b>2950.00</b>	<b>1.00</b>	<b>99.09</b>	<b>147.46</b>
2900.00	1.15	113.95	144.96
2650.00	1.25	123.86	132.46



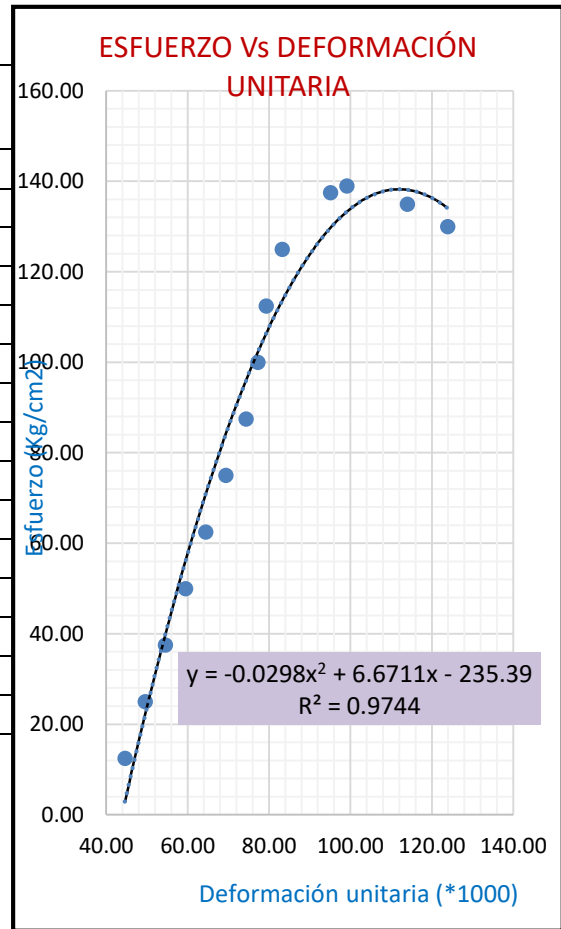
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	<b>147.46 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	<b>136.33 Kg/cm<sup>2</sup></b>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo I ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2950.00 Kg, teniendo una deformación de 1.00 mm y un esfuerzo de rotura de 147.46 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO I-5**

Altura (cm) = 10.092      Diámetro (cm) = 5.047      Código = I-5      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 20.005826

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.45	44.59	12.50
500.00	0.5	49.54	24.99
750.00	0.55	54.50	37.49
1000.00	0.6	59.45	49.99
1250.00	0.65	64.41	62.48
1500.00	0.7	69.36	74.98
1750.00	0.75	74.32	87.47
2000.00	0.78	77.29	99.97
2250.00	0.8	79.27	112.47
2500.00	0.84	83.23	124.96
2750.00	0.96	95.12	137.46
<b>2780.00</b>	<b>1.00</b>	<b>99.09</b>	<b>138.96</b>
2700.00	1.15	113.95	134.96
2600.00	1.25	123.86	129.96



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	138.96 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	133.05 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo I ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2780.00 Kg, teniendo una deformación de 1.00 mm y un esfuerzo de rotura de 138.96 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO I-6**

Altura (cm) = 10.049

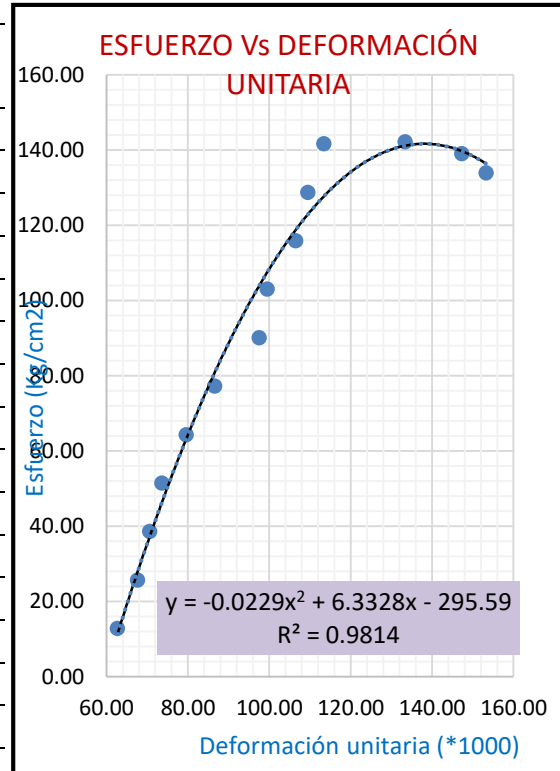
Diámetro (cm) = 4.972

Código = I-6

Edad = 28 días

Área (cm<sup>2</sup>) = 19.4156583

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.63	62.69	12.88
500.00	0.68	67.67	25.75
750.00	0.71	70.65	38.63
1000.00	0.74	73.64	51.50
1250.00	0.8	79.61	64.38
1500.00	0.87	86.58	77.26
1750.00	0.98	97.52	90.13
2000.00	1	99.51	103.01
2250.00	1.07	106.48	115.89
2500.00	1.1	109.46	128.76
2750.00	1.14	113.44	141.64
<b>2760.00</b>	<b>1.34</b>	<b>133.35</b>	<b>142.15</b>
2700.00	1.48	147.28	139.06
2600.00	1.54	153.25	133.91



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	142.15 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	141.68 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo I ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2760.00 Kg, teniendo una deformación de 1.34 mm y un esfuerzo de rotura de 142.15 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO I-7**

Altura (cm) = 10.044

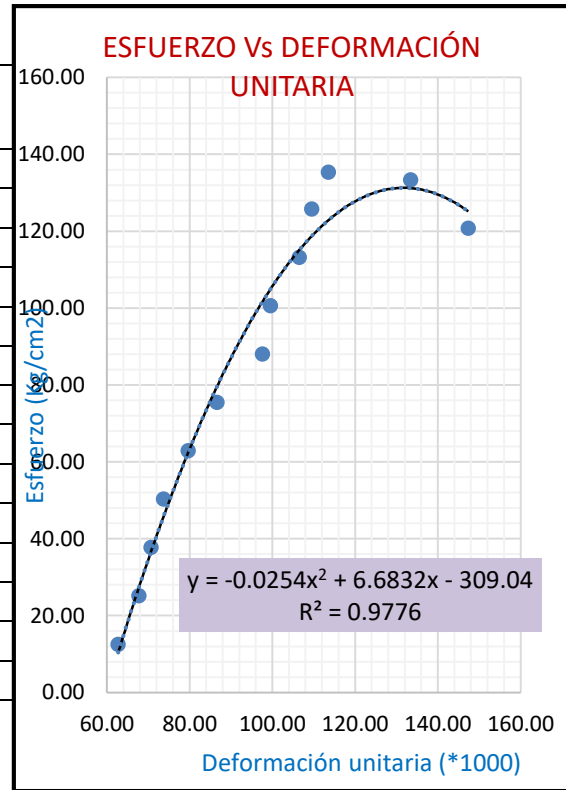
Diámetro (cm) = 5.03

Código = I-7

Edad = 28 días

Área (cm<sup>2</sup>) = 19.871280

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.63	62.72	12.58
500.00	0.68	67.70	25.16
750.00	0.71	70.69	37.74
1000.00	0.74	73.68	50.32
1250.00	0.8	79.65	62.90
1500.00	0.87	86.62	75.49
1750.00	0.98	97.57	88.07
2000.00	1	99.56	100.65
2250.00	1.07	106.53	113.23
2500.00	1.1	109.52	125.81
<b>2690.00</b>	<b>1.14</b>	<b>113.50</b>	<b>135.37</b>
2650.00	1.34	133.41	133.36
2400.00	1.48	147.35	120.78



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	<b>135.37 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	<b>130.49 Kg/cm<sup>2</sup></b>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo I ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2690.00 Kg, teniendo una deformación de 1.14 mm y un esfuerzo de rotura de 135.37 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO I-8**

Altura (cm) = 10.112

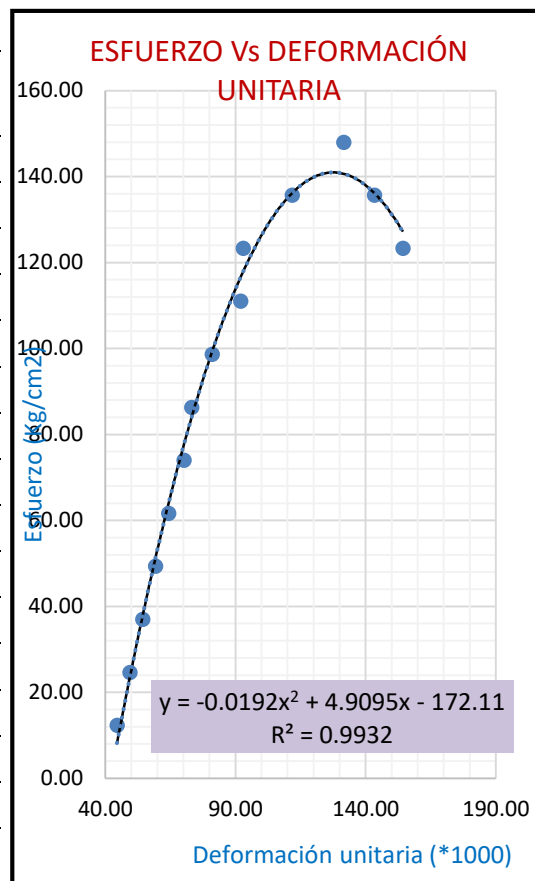
Diámetro (cm) = 5.08

Código = I-8

Edad = 28 días

Área (cm<sup>2</sup>) = 20.268299

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.45	44.50	12.33
500.00	0.5	49.45	24.67
750.00	0.55	54.39	37.00
1000.00	0.6	59.34	49.34
1250.00	0.65	64.28	61.67
1500.00	0.71	70.21	74.01
1750.00	0.74	73.18	86.34
2000.00	0.82	81.09	98.68
2250.00	0.93	91.97	111.01
2500.00	0.94	92.96	123.35
2750.00	1.13	111.75	135.68
<b>3000.00</b>	<b>1.33</b>	<b>131.53</b>	<b>148.01</b>
2750.00	1.45	143.39	135.68
2500.00	1.56	154.27	123.35



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	148.01 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	141.47 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo I ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 3000.00 Kg, teniendo una deformación de 1.33 mm y un esfuerzo de rotura de 131.53 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO I-9**

Altura (cm) = 10.079

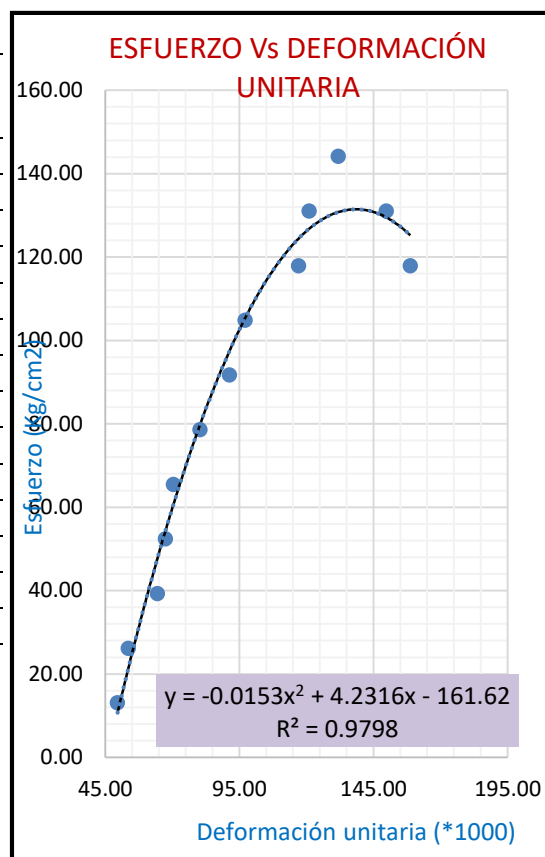
Diámetro (cm) = 4.928

Código = I-9

Edad = 28 días

Área (cm<sup>2</sup>) = 19.073538

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.5	49.61	13.11
500.00	0.54	53.58	26.21
750.00	0.65	64.49	39.32
1000.00	0.68	67.47	52.43
1250.00	0.71	70.44	65.54
1500.00	0.81	80.37	78.64
1750.00	0.92	91.28	91.75
2000.00	0.98	97.23	104.86
2250.00	1.18	117.08	117.96
2500.00	1.22	121.04	131.07
<b>2750.00</b>	<b>1.33</b>	<b>131.96</b>	<b>144.18</b>
2500.00	1.51	149.82	131.07
2250.00	1.6	158.75	117.96



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	144.18 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	130.36 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo I ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2750.00 Kg, teniendo una deformación de 1.33 mm y un esfuerzo de rotura de 144.18 kg/cm<sup>2</sup>.



**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO I10**

Altura (cm) = 10.063

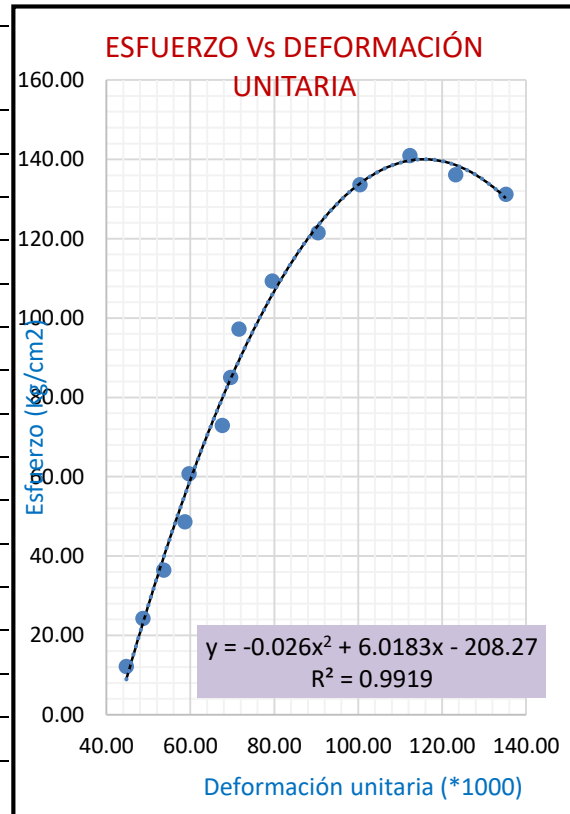
Diámetro (cm) = 5.118

Código = I10

Edad = 28 días

Área (cm<sup>2</sup>) = 20.5726598

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.45	44.72	12.15
500.00	0.49	48.69	24.30
750.00	0.54	53.66	36.46
1000.00	0.59	58.63	48.61
1250.00	0.6	59.62	60.76
1500.00	0.68	67.57	72.91
1750.00	0.7	69.56	85.06
2000.00	0.72	71.55	97.22
2250.00	0.8	79.50	109.37
2500.00	0.91	90.43	121.52
2750.00	1.01	100.37	133.67
<b>2900.00</b>	<b>1.13</b>	<b>112.29</b>	<b>140.96</b>
2800.00	1.24	123.22	136.10
2700.00	1.36	135.15	131.24



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	<b>140.96 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	<b>139.69 Kg/cm<sup>2</sup></b>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo I ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2900.00 Kg, teniendo una deformación de 1.13 mm y un esfuerzo de rotura de 140.96 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO II-1**

Altura (cm) = 10.156

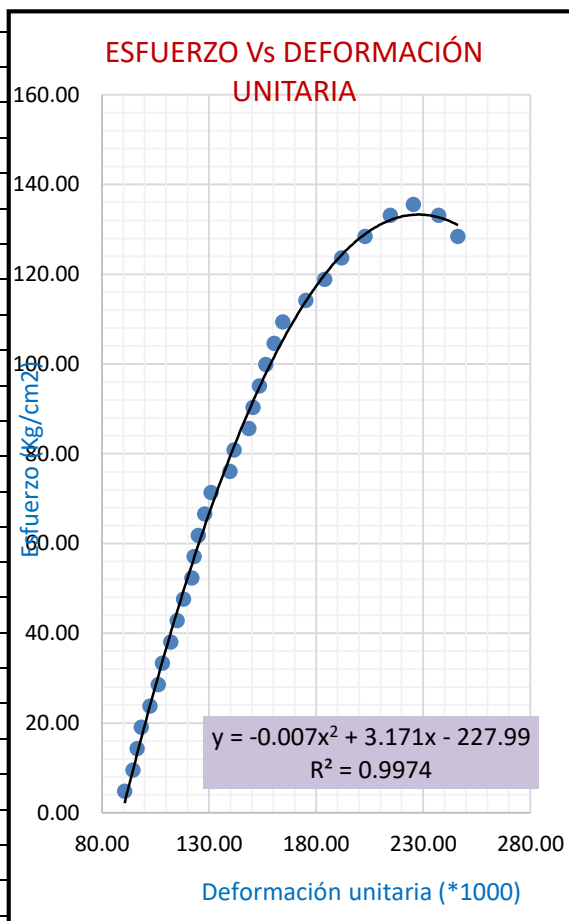
Diámetro (cm) = 5.175

Código = II-1

Edad = 28 días

Área (cm<sup>2</sup>) = 21.033453

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
100.00	0.92	90.59	4.75
200.00	0.96	94.53	9.51
300.00	0.98	96.49	14.26
400.00	1	98.46	19.02
500.00	1.04	102.40	23.77
600.00	1.08	106.34	28.53
700.00	1.1	108.31	33.28
800.00	1.14	112.25	38.03
900.00	1.17	115.20	42.79
1000.00	1.2	118.16	47.54
1100.00	1.24	122.10	52.30
1200.00	1.25	123.08	57.05
1300.00	1.27	125.05	61.81
1400.00	1.3	128.00	66.56
1500.00	1.33	130.96	71.31
1600.00	1.42	139.82	76.07
1700.00	1.44	141.79	80.82
1800.00	1.51	148.68	85.58
1900.00	1.53	150.65	90.33
2000.00	1.56	153.60	95.09
2100.00	1.59	156.56	99.84
2200.00	1.63	160.50	104.60
2300.00	1.67	164.43	109.35
2400.00	1.78	175.27	114.10
2500.00	1.87	184.13	118.86
2600.00	1.95	192.00	123.61
2700.00	2.06	202.84	128.37
2800.00	2.18	214.65	133.12
<b>2850.00</b>	<b>2.29</b>	<b>225.48</b>	<b>135.50</b>
2800.00	2.41	237.30	133.12
2700.00	2.5	246.16	128.37



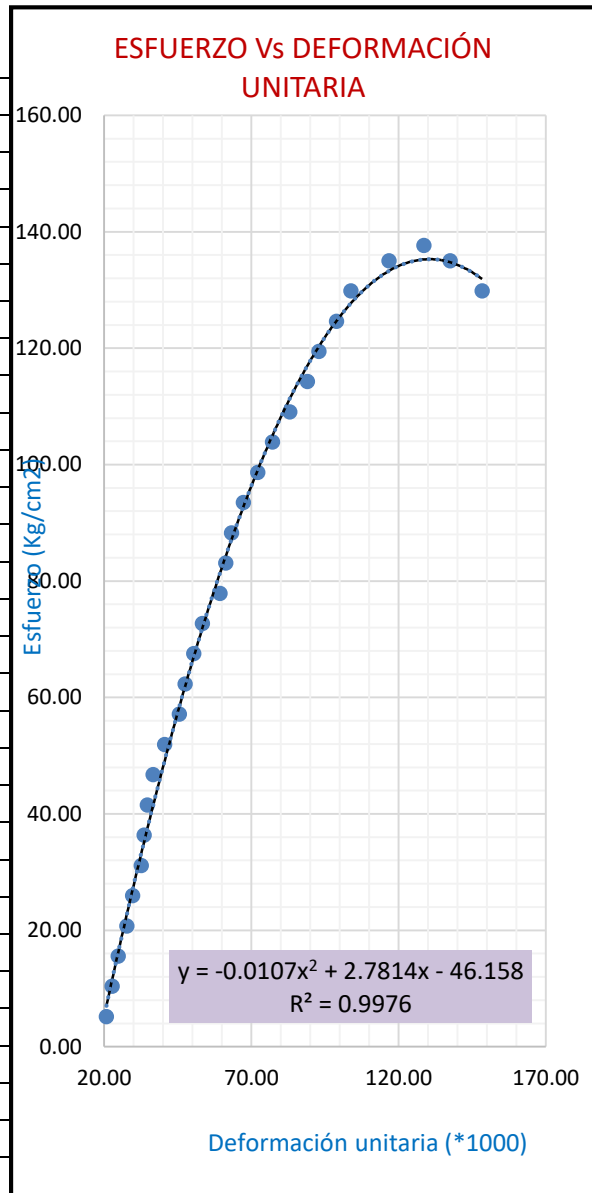
**RESISTENCIA MAXIMA = 135.50 Kg/cm<sup>2</sup>**  
**RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA = 131.12 Kg/cm<sup>2</sup>**

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo II ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2850.00 Kg, teniendo una deformación de 2.29 mm y un esfuerzo de rotura de 135.50 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO II-2**

Altura (cm) = 10.111      Diámetro (cm) = 4.951      Código = II-2      Edad = 28 días  
 Area (cm<sup>2</sup>) = 19.25199473

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
100.00	0.21	20.77	5.19
200.00	0.23	22.75	10.39
300.00	0.25	24.73	15.58
400.00	0.28	27.69	20.78
500.00	0.3	29.67	25.97
600.00	0.33	32.64	31.17
700.00	0.34	33.63	36.36
800.00	0.35	34.62	41.55
900.00	0.37	36.59	46.75
1000.00	0.41	40.55	51.94
1100.00	0.46	45.50	57.14
1200.00	0.48	47.47	62.33
1300.00	0.51	50.44	67.53
1400.00	0.54	53.41	72.72
1500.00	0.6	59.34	77.91
1600.00	0.62	61.32	83.11
1700.00	0.64	63.30	88.30
1800.00	0.68	67.25	93.50
1900.00	0.73	72.20	98.69
2000.00	0.78	77.14	103.89
2100.00	0.84	83.08	109.08
2200.00	0.9	89.01	114.27
2300.00	0.94	92.97	119.47
2400.00	1	98.90	124.66
2500.00	1.05	103.85	129.86
2600.00	1.18	116.70	135.05
<b>2650.00</b>	<b>1.30</b>	<b>128.57</b>	<b>137.65</b>
2600.00	1.39	137.47	135.05
2500.00	1.5	148.35	129.86



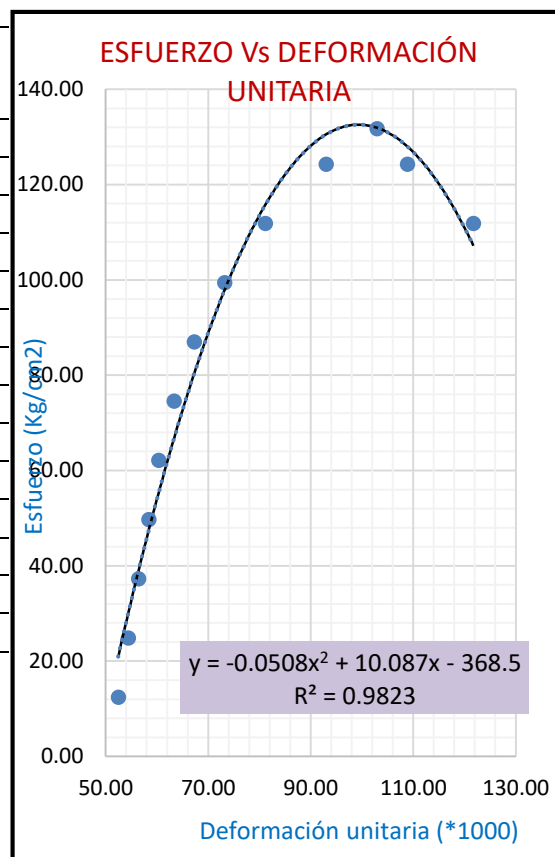
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	137.65 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	134.57 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo II ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2650.00 Kg, teniendo una deformación de 1.30 mm y un esfuerzo de rotura de 137.65 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO II-3**

Altura (cm) = 10.105      Diámetro (cm) = 5.061      Código = II-3      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 20.11696943

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.53	52.45	12.43
500.00	0.55	54.43	24.85
750.00	0.57	56.41	37.28
1000.00	0.59	58.39	49.71
1250.00	0.61	60.37	62.14
1500.00	0.64	63.33	74.56
1750.00	0.68	67.29	86.99
2000.00	0.74	73.23	99.42
2250.00	0.82	81.15	111.85
2500.00	0.94	93.02	124.27
<b>2650.00</b>	<b>1.04</b>	<b>102.92</b>	<b>131.73</b>
2500.00	1.1	108.86	124.27
2250.00	1.23	121.72	111.85



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	131.73 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	131.55 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo II ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2650.00 Kg, teniendo una deformación de 1.04 mm y un esfuerzo de rotura de 131.73 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO II-4**

Altura (cm) = 9.9

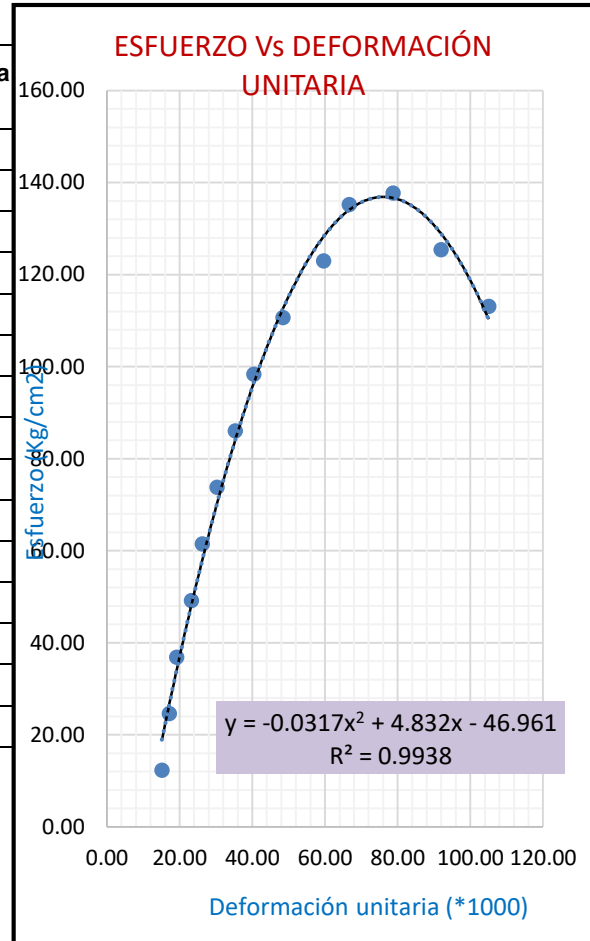
Diametro (cm) = 5.088

Código = II-4

Edad = 28 días

Area (cm<sup>2</sup>) = 20.33218659

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.15	15.15	12.30
500.00	0.17	17.17	24.59
750.00	0.19	19.19	36.89
1000.00	0.23	23.23	49.18
1250.00	0.26	26.26	61.48
1500.00	0.3	30.30	73.77
1750.00	0.35	35.35	86.07
2000.00	0.4	40.40	98.37
2250.00	0.48	48.48	110.66
2500.00	0.59	59.60	122.96
2750.00	0.66	66.67	135.25
<b>2800.00</b>	<b>0.78</b>	<b>78.79</b>	<b>137.71</b>
2550.00	0.91	91.92	125.42
2300.00	1.04	105.05	113.12



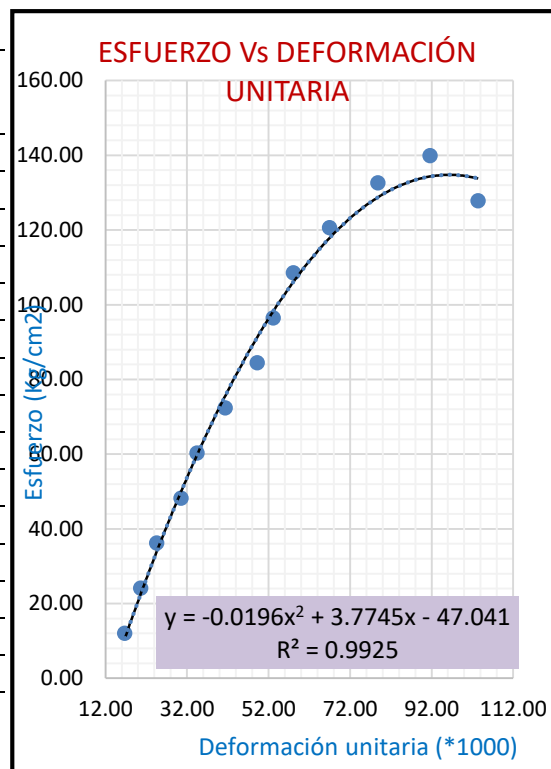
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	<b>137.71 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	<b>136.96 Kg/cm<sup>2</sup></b>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo II ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2800.00 Kg, teniendo una deformación de 0.78 mm y un esfuerzo de rotura de 137.71 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO II-6**

Altura (cm) = 10.149      Diámetro (cm) = 5.138      Código = II-6      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 20.73376067

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.17	16.75	12.06
500.00	0.21	20.69	24.12
750.00	0.25	24.63	36.17
1000.00	0.31	30.54	48.23
1250.00	0.35	34.49	60.29
1500.00	0.42	41.38	72.35
1750.00	0.5	49.27	84.40
2000.00	0.54	53.21	96.46
2250.00	0.59	58.13	108.52
2500.00	0.68	67.00	120.58
2750.00	0.8	78.83	132.63
<b>2900.00</b>	<b>0.93</b>	<b>91.63</b>	<b>139.87</b>
2650.00	1.05	103.46	127.81
2400.00	1.17	115.28	115.75



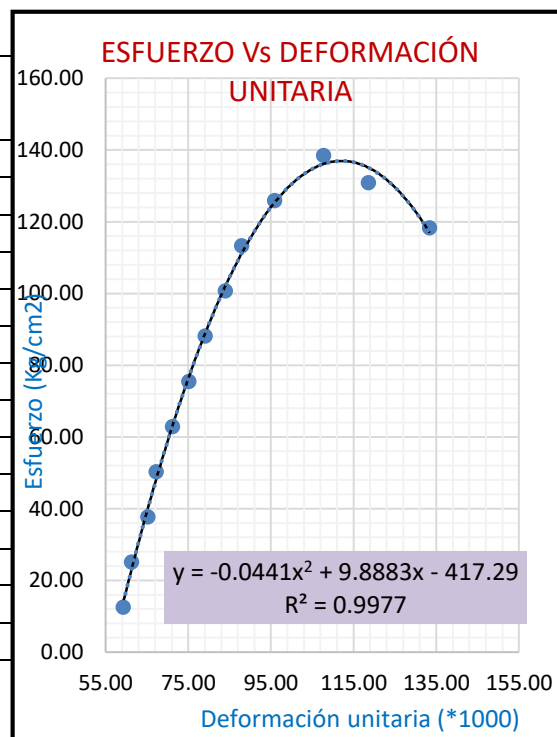
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	139.87 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	134.25 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo II ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2900.00 Kg, teniendo una deformación de 0.93 mm y un esfuerzo de rotura de 139.87 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO II-7**

Altura (cm) = 10.119      Diámetro (cm) = 5.028      Código = II-7      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 19.85548132

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.6	59.29	12.59
500.00	0.62	61.27	25.18
750.00	0.66	65.22	37.77
1000.00	0.68	67.20	50.36
1250.00	0.72	71.15	62.95
1500.00	0.76	75.11	75.55
1750.00	0.8	79.06	88.14
2000.00	0.85	84.00	100.73
2250.00	0.89	87.95	113.32
2500.00	0.97	95.86	125.91
<b>2750.00</b>	<b>1.09</b>	<b>107.72</b>	<b>138.50</b>
2600.00	1.2	118.59	130.95
2350.00	1.35	133.41	118.36



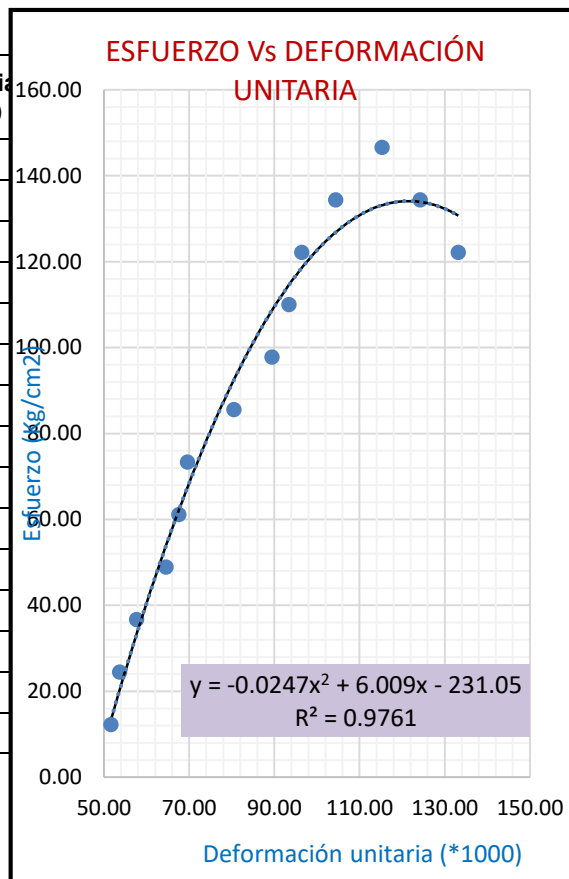
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	138.50 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	134.53 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo II ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2750.00 Kg, teniendo una deformación de 1.09 mm y un esfuerzo de rotura de 138.50 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO II-8**

Altura (cm) = 10.059      Diámetro (cm) = 5.104      Código = II-8      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 20.46026

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.52	51.69	12.22
500.00	0.54	53.68	24.44
750.00	0.58	57.66	36.66
1000.00	0.65	64.62	48.88
1250.00	0.68	67.60	61.09
1500.00	0.7	69.59	73.31
1750.00	0.81	80.52	85.53
2000.00	0.9	89.47	97.75
2250.00	0.94	93.45	109.97
2500.00	0.97	96.43	122.19
2750.00	1.05	104.38	134.41
<b>3000.00</b>	<b>1.16</b>	<b>115.32</b>	<b>146.63</b>
2750.00	1.25	124.27	134.41
2500.00	1.34	133.21	122.19



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	<b>146.63 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	<b>133.43 Kg/cm<sup>2</sup></b>

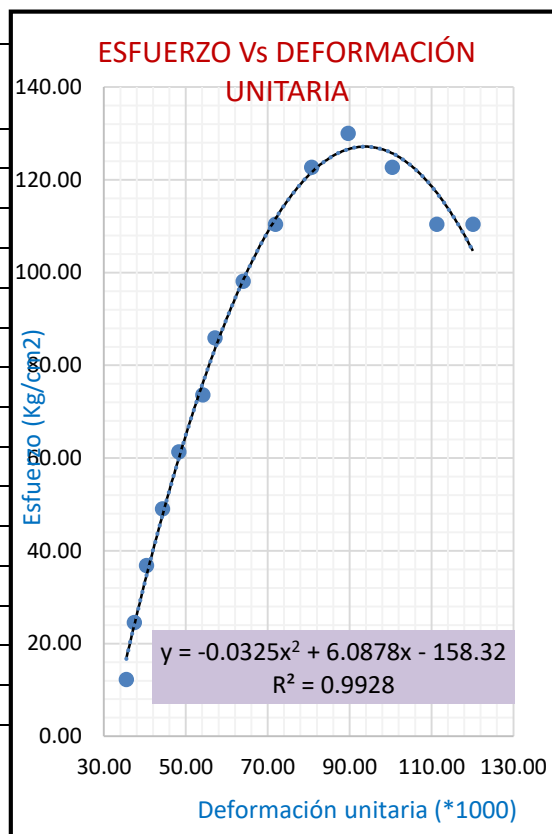
**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo II ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 3000.00 Kg, teniendo una deformación de 1.16 mm y un esfuerzo de rotura de 146.63 kg/cm<sup>2</sup>.



**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO II-9**

**Altura (cm) =** 10.157      **Diametro (cm) =** 5.094      **Código =** II-9      **Edad =** 28 días  
**Area (cm2) =** 20.38016

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm2)
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.36	35.44	12.27
500.00	0.38	37.41	24.53
750.00	0.41	40.37	36.80
1000.00	0.45	44.30	49.07
1250.00	0.49	48.24	61.33
1500.00	0.55	54.15	73.60
1750.00	0.58	57.10	85.87
2000.00	0.65	64.00	98.13
2250.00	0.73	71.87	110.40
2500.00	0.82	80.73	122.67
2650.00	0.91	89.59	130.03
<b>2500.00</b>	<b>1.02</b>	<b>100.42</b>	<b>122.67</b>
2250.00	1.13	111.25	110.40
2250.00	1.22	120.11	110.40



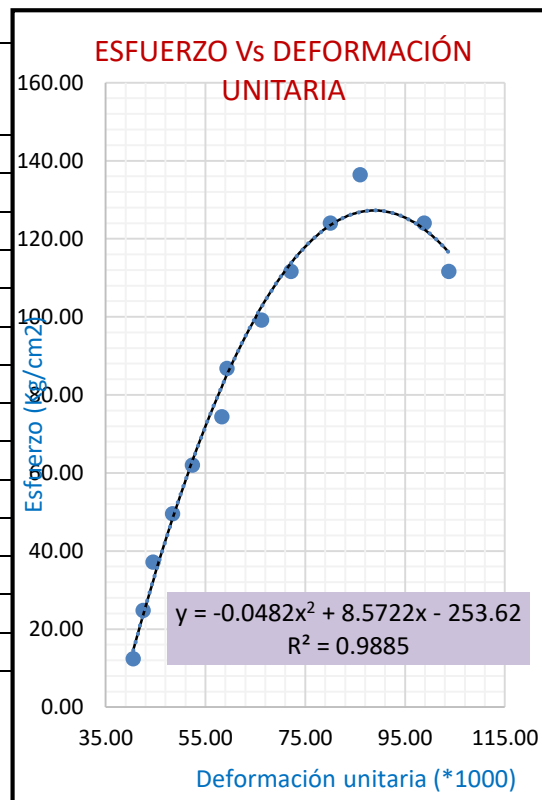
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	130.03 Kg/cm2
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	126.23 Kg/cm2

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo II ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2500.00 Kg, teniendo una deformación de 1.02 mm y un esfuerzo de rotura de 122.67 kg/cm2.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO II-10**

Altura (cm) = 10.122      Diámetro (cm) = 5.066      Código = II-10      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 20.156738

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.41	40.51	12.40
500.00	0.43	42.48	24.81
750.00	0.45	44.46	37.21
1000.00	0.49	48.41	49.61
1250.00	0.53	52.36	62.01
1500.00	0.59	58.29	74.42
1750.00	0.6	59.28	86.82
2000.00	0.67	66.19	99.22
2250.00	0.73	72.12	111.63
2500.00	0.81	80.02	124.03
<b>2750.00</b>	<b>0.87</b>	<b>85.95</b>	<b>136.43</b>
2500.00	1	98.79	124.03
2250.00	1.05	103.73	111.63



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	136.43 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	127.09 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo II ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2750.00 Kg, teniendo una deformación de 0.87 mm y un esfuerzo de rotura de 136.43 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO III-1**

Altura (cm) = 10.103

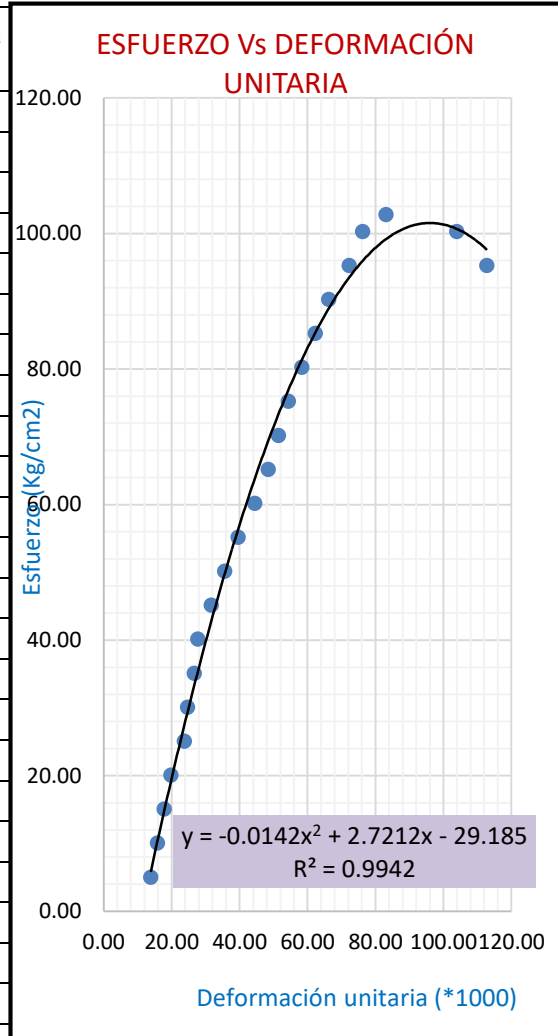
Diametro (cm) = 5.039

Código = III-1

Edad = 28 días

Area (cm<sup>2</sup>) = 19.942453

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
100.00	0.14	13.86	5.01
200.00	0.16	15.84	10.03
300.00	0.18	17.82	15.04
400.00	0.2	19.80	20.06
500.00	0.24	23.76	25.07
600.00	0.25	24.75	30.09
700.00	0.27	26.72	35.10
800.00	0.28	27.71	40.12
900.00	0.32	31.67	45.13
1000.00	0.36	35.63	50.14
1100.00	0.4	39.59	55.16
1200.00	0.45	44.54	60.17
1300.00	0.49	48.50	65.19
1400.00	0.52	51.47	70.20
1500.00	0.55	54.44	75.22
1600.00	0.59	58.40	80.23
1700.00	0.63	62.36	85.25
1800.00	0.67	66.32	90.26
1900.00	0.73	72.26	95.27
2000.00	0.77	76.21	100.29
<b>2050.00</b>	<b>0.84</b>	<b>83.14</b>	<b>102.80</b>
2000.00	1.05	103.93	100.29
1900.00	1.14	112.84	95.27



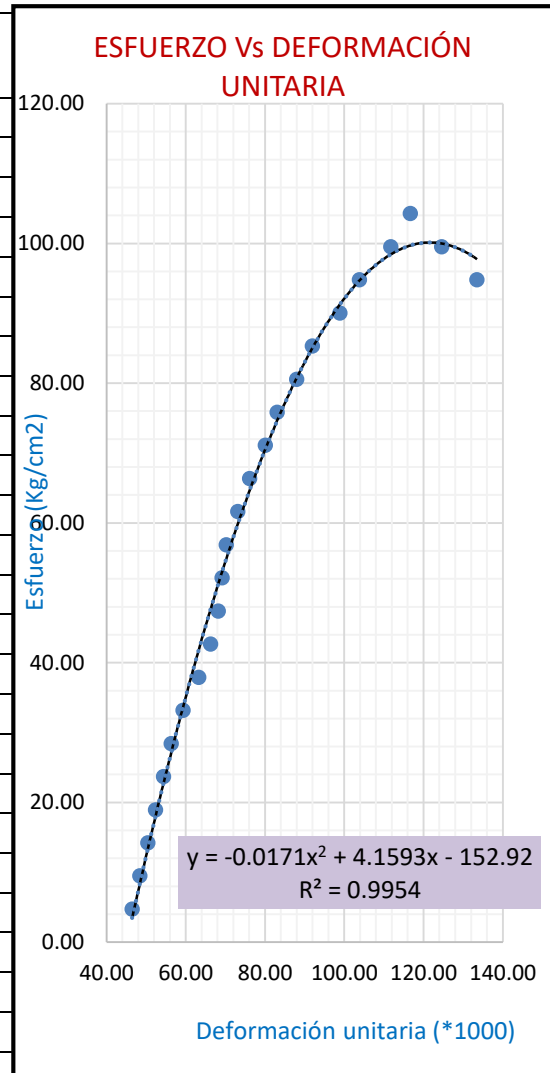
**RESISTENCIA MAXIMA = 102.80 Kg/cm<sup>2</sup>**  
**RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA = 100.25 Kg/cm<sup>2</sup>**

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo III ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2050.00 Kg, teniendo una deformación de 0.84 mm y un esfuerzo de rotura de 102.80 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO III-2**

Altura (cm) = 10.112      Diámetro (cm) = 5.183      Código = III-2      Edad = 28 días  
 Area (cm<sup>2</sup>) = 21.098534

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
100.00	0.47	46.48	4.74
200.00	0.49	48.46	9.48
300.00	0.51	50.44	14.22
400.00	0.53	52.41	18.96
500.00	0.55	54.39	23.70
600.00	0.57	56.37	28.44
700.00	0.6	59.34	33.18
800.00	0.64	63.29	37.92
900.00	0.67	66.26	42.66
1000.00	0.69	68.24	47.40
1100.00	0.7	69.22	52.14
1200.00	0.71	70.21	56.88
1300.00	0.74	73.18	61.62
1400.00	0.77	76.15	66.36
1500.00	0.81	80.10	71.09
1600.00	0.84	83.07	75.83
1700.00	0.89	88.01	80.57
1800.00	0.93	91.97	85.31
1900.00	1	98.89	90.05
2000.00	1.05	103.84	94.79
2100.00	1.13	111.75	99.53
<b>2200.00</b>	<b>1.18</b>	<b>116.69</b>	<b>104.27</b>
2100.00	1.26	124.60	99.53
2000.00	1.35	133.50	94.79



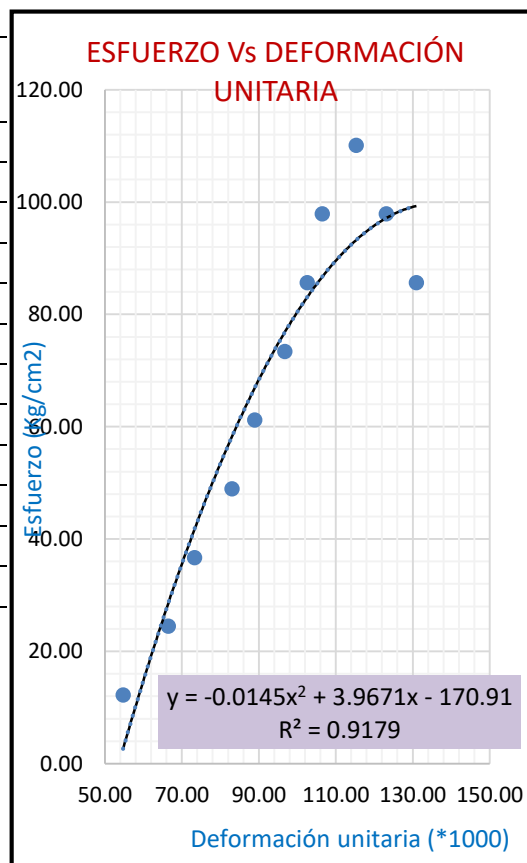
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	104.27 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	99.85 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo III ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2200.00 Kg, teniendo una deformación de 1.18 mm y un esfuerzo de rotura de 104.27 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO III-3**

Altura (cm) = 10.235      Diámetro (cm) = 5.1      Código = III-3      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 20.428206

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.56	54.71	12.24
500.00	0.68	66.44	24.48
750.00	0.75	73.28	36.71
1000.00	0.85	83.05	48.95
1250.00	0.91	88.91	61.19
1500.00	0.99	96.73	73.43
1750.00	1.05	102.59	85.67
2000.00	1.09	106.50	97.90
<b>2250.00</b>	<b>1.18</b>	<b>115.29</b>	<b>110.14</b>
2000.00	1.26	123.11	97.90
1750.00	1.34	130.92	85.67



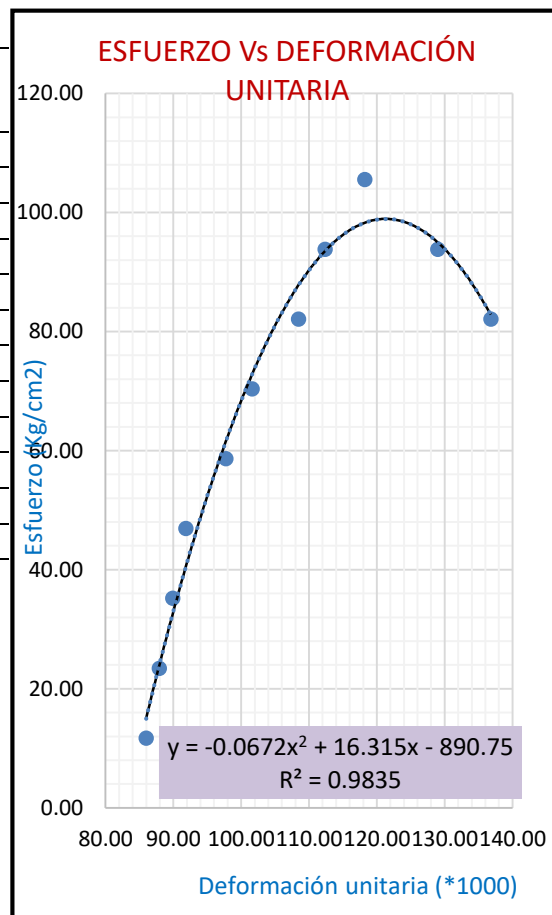
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	<b>110.14 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	<b>99.93 Kg/cm<sup>2</sup></b>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo III ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2250.00 Kg, teniendo una deformación de 1.18 mm y un esfuerzo de rotura de 110.14 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO III-4**

Altura (cm) = 10.235      Diámetro (cm) = 5.21      Código = III-4      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 21.318926

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.88	85.98	11.73
500.00	0.9	87.93	23.45
750.00	0.92	89.89	35.18
1000.00	0.94	91.84	46.91
1250.00	1	97.70	58.63
1500.00	1.04	101.61	70.36
1750.00	1.11	108.45	82.09
2000.00	1.15	112.36	93.81
<b>2250.00</b>	<b>1.21</b>	<b>118.22</b>	<b>105.54</b>
2000.00	1.32	128.97	93.81
1750.00	1.4	136.79	82.09



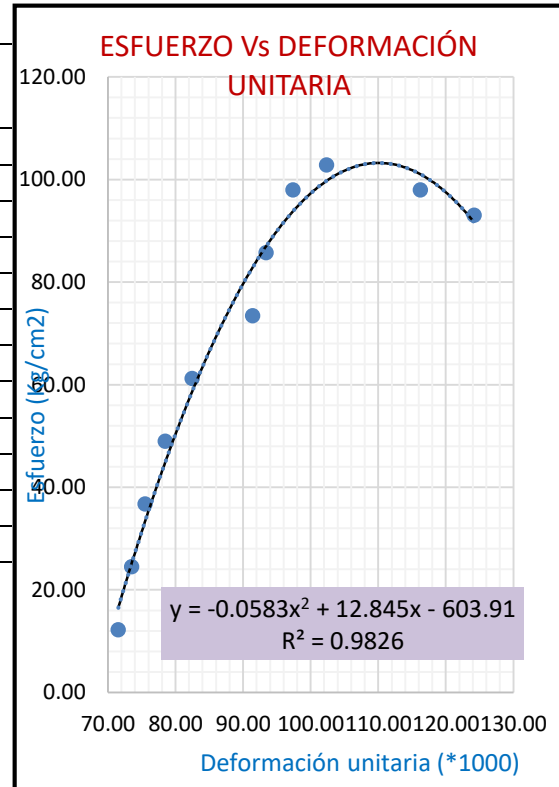
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	105.54 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	98.82 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo III ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2250.00 Kg, teniendo una deformación de 1.21 mm y un esfuerzo de rotura de 105.54 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO III-5**

**Altura (cm) =** 10.064      **Diámetro (cm) =** 5.098      **Código =** III-5      **Edad =** 28 días  
**Área (cm<sup>2</sup>) =** 20.4121

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.72	71.54	12.25
500.00	0.74	73.53	24.50
750.00	0.76	75.52	36.74
1000.00	0.79	78.50	48.99
1250.00	0.83	82.47	61.24
1500.00	0.92	91.41	73.49
1750.00	0.94	93.40	85.73
2000.00	0.98	97.38	97.98
<b>2100.00</b>	<b>1.03</b>	<b>102.34</b>	<b>102.88</b>
2000.00	1.17	116.26	97.98
1900.00	1.25	124.21	93.08



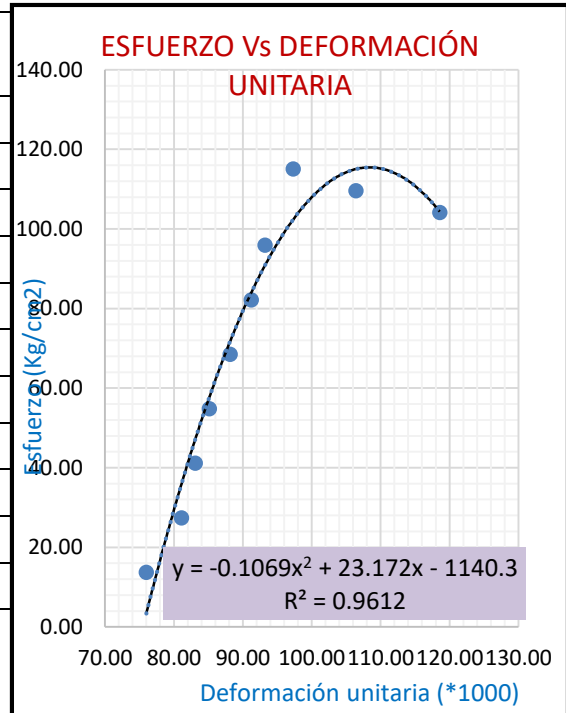
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	102.88 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	100.05 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo III ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2100.00 Kg, teniendo una deformación de 1.03 mm y un esfuerzo de rotura de 102.88 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO III-6**

**Altura (cm) =** 9.868      **Diámetro (cm) =** 4.821      **Código =** III-6      **Edad =** 28 días  
**Área (cm<sup>2</sup>) =** 18.254256

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.75	76.00	13.70
500.00	0.8	81.07	27.39
750.00	0.82	83.10	41.09
1000.00	0.84	85.12	54.78
1250.00	0.87	88.16	68.48
1500.00	0.9	91.20	82.17
1750.00	0.92	93.23	95.87
<b>2100.00</b>	<b>0.96</b>	<b>97.28</b>	<b>115.04</b>
2000.00	1.05	106.40	109.56
1900.00	1.17	118.57	104.09



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	115.04 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	102.24 Kg/cm <sup>2</sup>

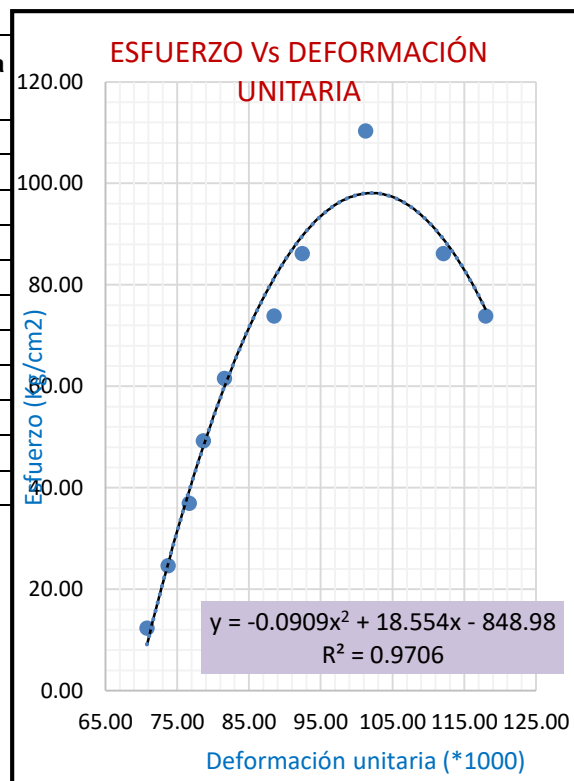
**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo III ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2100.00 Kg, teniendo una deformación de 0.96 mm y un esfuerzo de rotura de 115.04 kg/cm<sup>2</sup>.



**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO III-7**

**Altura (cm) = 10.17**      **Diámetro (cm) = 5.085**      **Código = III-7**      **Edad = 28 días**  
**Área (cm<sup>2</sup>) = 20.308217**

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.72	70.80	12.31
500.00	0.75	73.75	24.62
750.00	0.78	76.70	36.93
1000.00	0.8	78.66	49.24
1250.00	0.83	81.61	61.55
1500.00	0.9	88.50	73.86
1750.00	0.94	92.43	86.17
<b>2240.00</b>	<b>1.03</b>	<b>101.28</b>	<b>110.30</b>
1750.00	1.14	112.09	86.17
1500.00	1.2	117.99	73.86



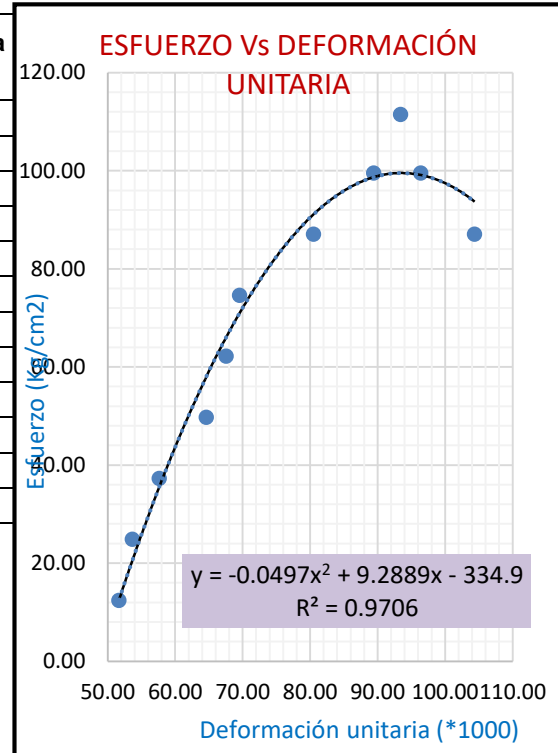
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	<b>110.30 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	<b>97.75 Kg/cm<sup>2</sup></b>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo III ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2240.00 Kg, teniendo una deformación de 1.03 mm y un esfuerzo de rotura de 110.30 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO III-8**

Altura (cm) = 10.061      Diámetro (cm) = 5.058      Código = III-8      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 20.0931

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.52	51.68	12.44
500.00	0.54	53.67	24.88
750.00	0.58	57.65	37.33
1000.00	0.65	64.61	49.77
1250.00	0.68	67.59	62.21
1500.00	0.7	69.58	74.65
1750.00	0.81	80.51	87.09
2000.00	0.9	89.45	99.54
<b>2240.00</b>	<b>0.94</b>	<b>93.43</b>	<b>111.48</b>
2000.00	0.97	96.41	99.54
1750.00	1.05	104.36	87.09



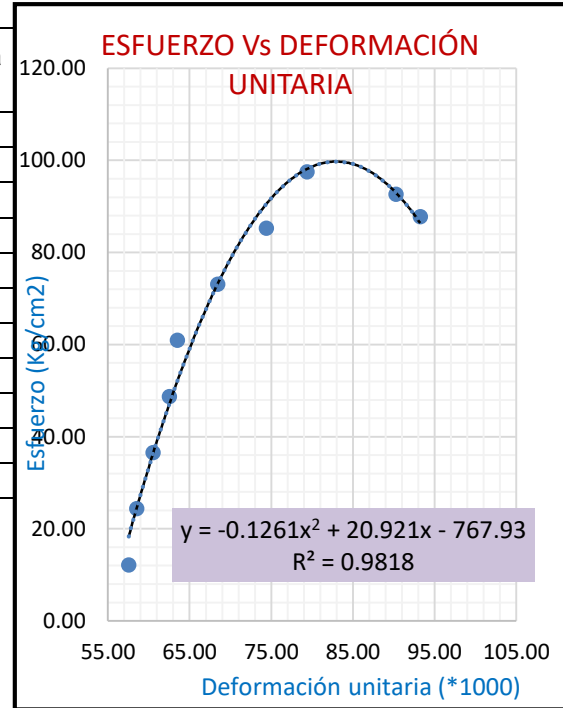
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	111.48 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	99.12 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo III ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2240.00 Kg, teniendo una deformación de 0.94 mm y un esfuerzo de rotura de 111.48 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO III-9**

**Altura (cm) =** 10.081      **Diametro (cm) =** 5.11      **Código =** III-9      **Edad =** 28 días  
**Area (cm2) =** 20.508395

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm2)
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.58	57.53	12.19
500.00	0.59	58.53	24.38
750.00	0.61	60.51	36.57
1000.00	0.63	62.49	48.76
1250.00	0.64	63.49	60.95
1500.00	0.69	68.45	73.14
1750.00	0.75	74.40	85.33
<b>2000.00</b>	<b>0.80</b>	<b>79.36</b>	<b>97.52</b>
1900.00	0.91	90.27	92.64
1800.00	0.94	93.24	87.77



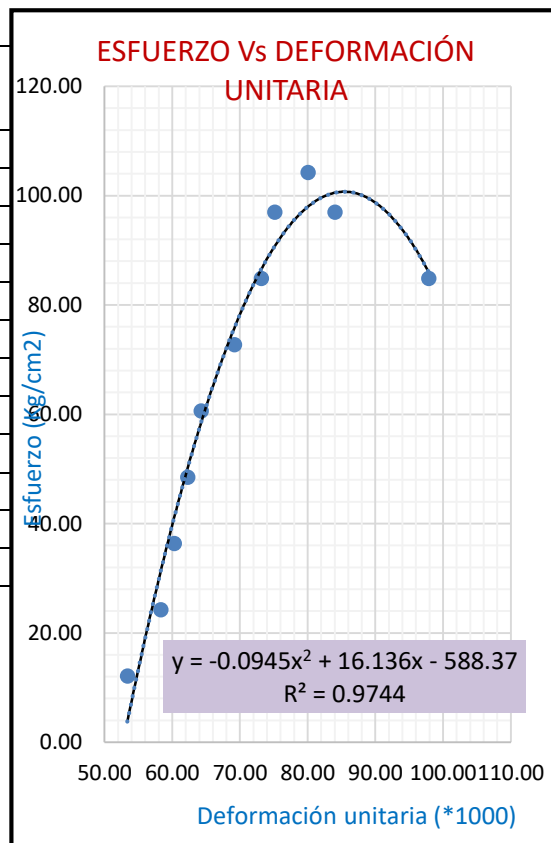
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	97.52 Kg/cm2
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	98.10 Kg/cm2

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo III ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2000.00 Kg, teniendo una deformación de 0.80 mm y un esfuerzo de rotura de 97.52 kg/cm2.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO III-10**

Altura (cm) = 10.117      Diámetro (cm) = 5.124      Código = III-10      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 20.62092

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.54	53.38	12.12
500.00	0.59	58.32	24.25
750.00	0.61	60.29	36.37
1000.00	0.63	62.27	48.49
1250.00	0.65	64.25	60.62
1500.00	0.7	69.19	72.74
1750.00	0.74	73.14	84.87
2000.00	0.76	75.12	96.99
<b>2150.00</b>	<b>0.81</b>	<b>80.06</b>	<b>104.26</b>
2000.00	0.85	84.02	96.99
1750.00	0.99	97.86	84.87



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	104.26 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	97.77 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo III ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2150.00 Kg, teniendo una deformación de 0.81 mm y un esfuerzo de rotura de 104.26 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO IV-1**

Altura (cm) = 10.199

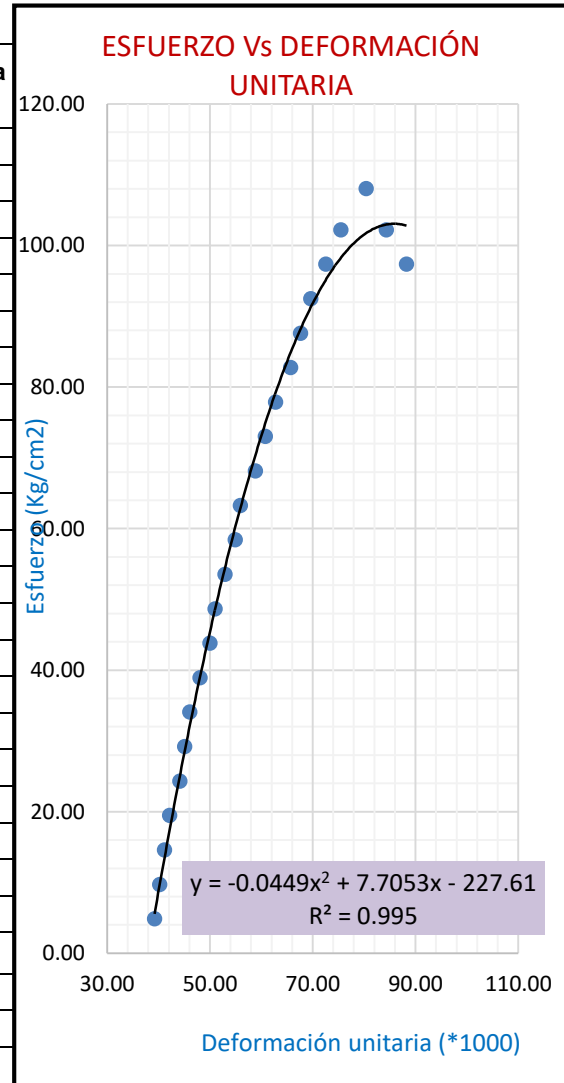
Diámetro (cm) = 5.114

Código = IV-1

Edad = 28 días

Área (cm<sup>2</sup>) = 20.54051

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
100.00	0.4	39.22	4.87
200.00	0.41	40.20	9.74
300.00	0.42	41.18	14.61
400.00	0.43	42.16	19.47
500.00	0.45	44.12	24.34
600.00	0.46	45.10	29.21
700.00	0.47	46.08	34.08
800.00	0.49	48.04	38.95
900.00	0.51	50.00	43.82
1000.00	0.52	50.99	48.68
1100.00	0.54	52.95	53.55
1200.00	0.56	54.91	58.42
1300.00	0.57	55.89	63.29
1400.00	0.6	58.83	68.16
1500.00	0.62	60.79	73.03
1600.00	0.64	62.75	77.89
1700.00	0.67	65.69	82.76
1800.00	0.69	67.65	87.63
1900.00	0.71	69.61	92.50
2000.00	0.74	72.56	97.37
2100.00	0.77	75.50	102.24
<b>2200.00</b>	<b>0.82</b>	<b>80.40</b>	<b>108.08</b>
2100.00	0.86	84.32	102.24
2000.00	0.9	88.24	97.37



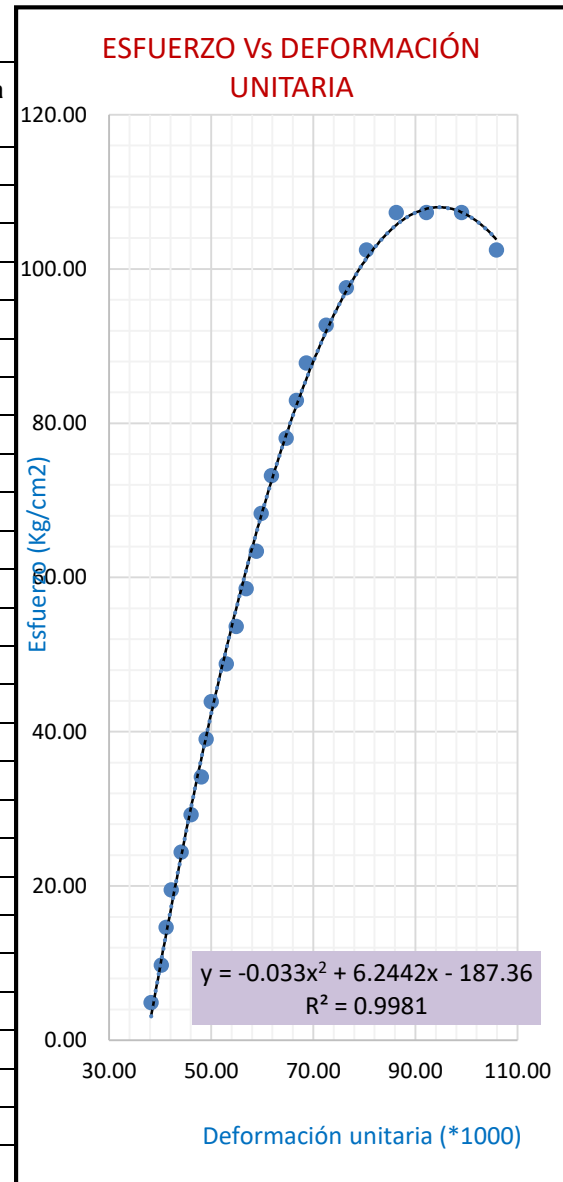
**RESISTENCIA MAXIMA = 108.08 Kg/cm<sup>2</sup>**  
**RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA = 101.66 Kg/cm<sup>2</sup>**

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo IV ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2200.00 Kg, teniendo una deformación de 0.82 mm y un esfuerzo de rotura de 108.08 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO IV-2**

Altura (cm) = 10.202      Diámetro (cm) = 5.108      Código = IV-2      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 20.4923

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
100.00	0.39	38.23	4.88
200.00	0.41	40.19	9.76
300.00	0.42	41.17	14.64
400.00	0.43	42.15	19.52
500.00	0.45	44.11	24.40
600.00	0.47	46.07	29.28
700.00	0.49	48.03	34.16
800.00	0.5	49.01	39.04
900.00	0.51	49.99	43.92
1000.00	0.54	52.93	48.80
1100.00	0.56	54.89	53.68
1200.00	0.58	56.85	58.56
1300.00	0.6	58.81	63.44
1400.00	0.61	59.79	68.32
1500.00	0.63	61.75	73.20
1600.00	0.66	64.69	78.08
1700.00	0.68	66.65	82.96
1800.00	0.7	68.61	87.84
1900.00	0.74	72.53	92.72
2000.00	0.78	76.46	97.60
2100.00	0.82	80.38	102.48
2200.00	0.88	86.26	107.36
<b>2200.00</b>	<b>0.94</b>	<b>92.14</b>	<b>107.36</b>
2200.00	1.01	99.00	107.36
2100.00	1.08	105.86	102.48



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	107.36 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	108.32 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo IV ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2200.00 Kg, teniendo una deformación de 0.94 mm y un esfuerzo de rotura de 107.36 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO IV-3**

Altura (cm) = 10.201

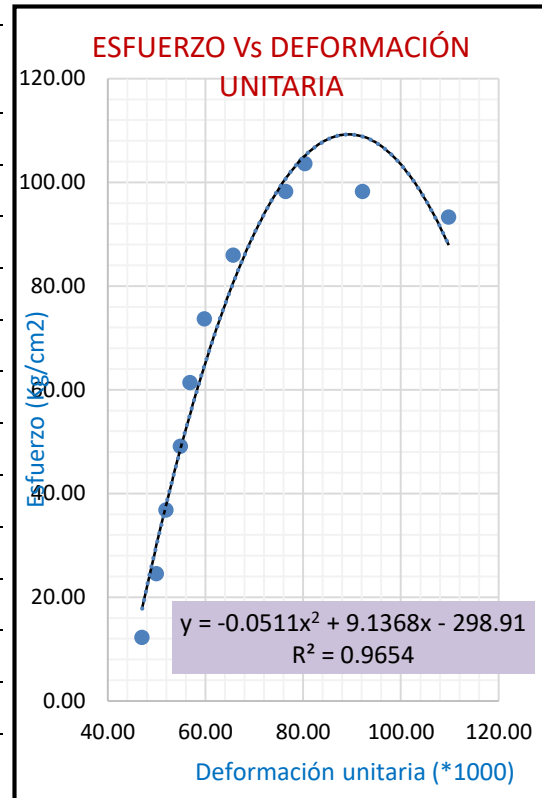
Diámetro (cm) = 5.091

Código = IV-3

Edad = 28 días

Área (cm<sup>2</sup>) = 20.3561

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.48	47.05	12.28
500.00	0.51	50.00	24.56
750.00	0.53	51.96	36.84
1000.00	0.56	54.90	49.13
1250.00	0.58	56.86	61.41
1500.00	0.61	59.80	73.69
1750.00	0.67	65.68	85.97
2000.00	0.78	76.46	98.25
<b>2110.00</b>	<b>0.82</b>	<b>80.38</b>	<b>103.65</b>
2000.00	0.94	92.15	98.25
1900.00	1.12	109.79	93.34



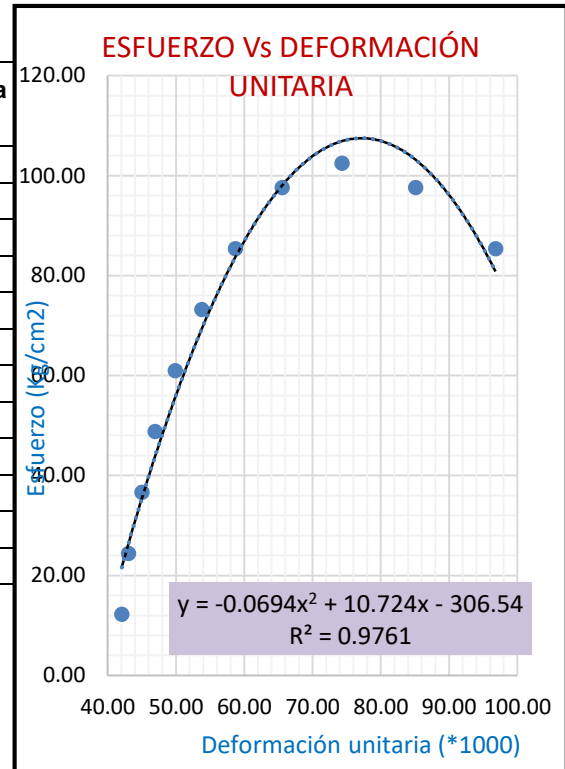
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	103.65 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	105.36 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo IV ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2110.00 Kg, teniendo una deformación de 0.82 mm y un esfuerzo de rotura de 103.65 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO IV4**

Altura (cm) = 10.226      Diámetro (cm) = 5.108      Código = IV4      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 20.49234

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.43	42.05	12.20
500.00	0.44	43.03	24.40
750.00	0.46	44.98	36.60
1000.00	0.48	46.94	48.80
1250.00	0.51	49.87	61.00
1500.00	0.55	53.78	73.20
1750.00	0.6	58.67	85.40
2000.00	0.67	65.52	97.60
<b>2100.00</b>	<b>0.76</b>	<b>74.32</b>	<b>102.48</b>
2000.00	0.87	85.08	97.60
1750.00	0.99	96.81	85.40



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	102.48 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	107.14 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo IV ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2100.00 Kg, teniendo una deformación de 0.76 mm y un esfuerzo de rotura de 102.48 kg/cm<sup>2</sup>.

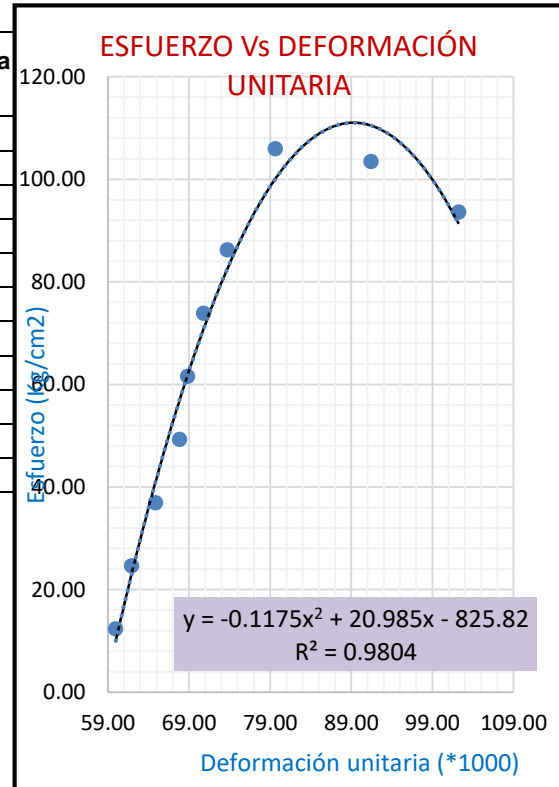


**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO IV-5**

Altura (cm) = 10.172      Diámetro (cm) = 5.083      Código = IV-5      Edad = 28 días

Área (cm<sup>2</sup>) = 20.2922

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.61	59.97	12.32
500.00	0.63	61.93	24.64
750.00	0.66	64.88	36.96
1000.00	0.69	67.83	49.28
1250.00	0.7	68.82	61.60
1500.00	0.72	70.78	73.92
1750.00	0.75	73.73	86.24
<b>2150.00</b>	<b>0.81</b>	<b>79.63</b>	<b>105.95</b>
2100.00	0.93	91.43	103.49
1900.00	1.04	102.24	93.63



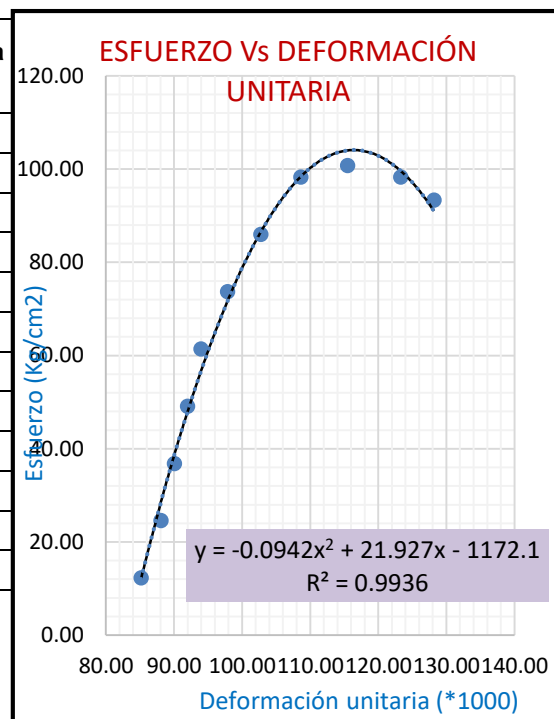
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	105.95 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	100.16 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo IV ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2150.00 Kg, teniendo una deformación de 0.81 mm y un esfuerzo de rotura de 105.95 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO IV-6**

Altura (cm) = 10.219      Diámetro (cm) = 5.09      Código = IV-6      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 20.34817

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.87	85.14	12.29
500.00	0.9	88.07	24.57
750.00	0.92	90.03	36.86
1000.00	0.94	91.99	49.14
1250.00	0.96	93.94	61.43
1500.00	1	97.86	73.72
1750.00	1.05	102.75	86.00
2000.00	1.11	108.62	98.29
<b>2050.00</b>	<b>1.18</b>	<b>115.47</b>	<b>100.75</b>
2000.00	1.26	123.30	98.29
1900.00	1.31	128.19	93.37



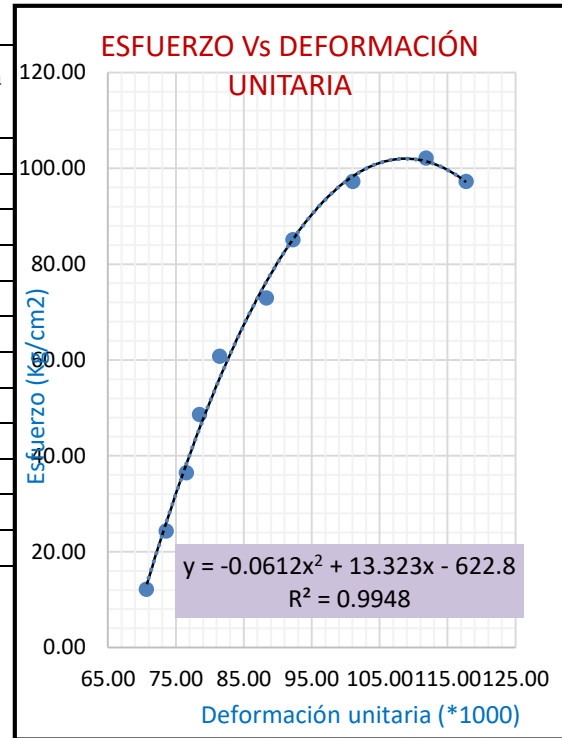
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	100.75 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	103.81 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo IV ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2050.00 Kg, teniendo una deformación de 1.18 mm y un esfuerzo de rotura de 100.75 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO IV-7**

**Altura (cm) =** 10.194      **Diámetro (cm) =** 5.117      **Código =** IV-7      **Edad =** 28 días  
**Área (cm<sup>2</sup>) =** 20.5646

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.72	70.63	12.16
500.00	0.75	73.57	24.31
750.00	0.78	76.52	36.47
1000.00	0.8	78.48	48.63
1250.00	0.83	81.42	60.78
1500.00	0.9	88.29	72.94
1750.00	0.94	92.21	85.10
2000.00	1.03	101.04	97.25
<b>2100.00</b>	<b>1.14</b>	<b>111.83</b>	<b>102.12</b>
2000.00	1.2	117.72	97.25
1900.00	1.31	128.51	92.39



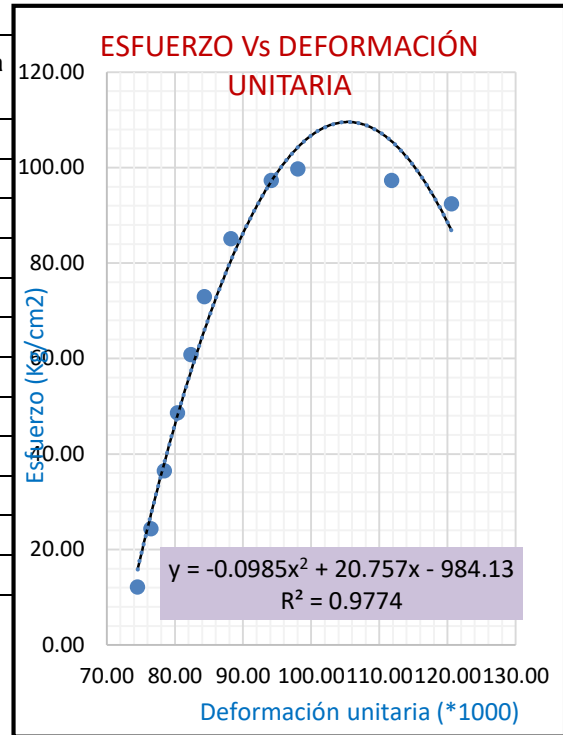
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	102.12 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	101.75 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo IV ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2100.00 Kg, teniendo una deformación de 1.14 mm y un esfuerzo de rotura de 102.12 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO IV-8**

Altura (cm) = 10.197      Diámetro (cm) = 5.116      Código = IV-8      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 20.556

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.76	74.53	12.16
500.00	0.78	76.49	24.32
750.00	0.8	78.45	36.48
1000.00	0.82	80.42	48.65
1250.00	0.84	82.38	60.81
1500.00	0.86	84.34	72.97
1750.00	0.9	88.26	85.13
2000.00	0.96	94.15	97.29
<b>2050.00</b>	<b>1.00</b>	<b>98.07</b>	<b>99.72</b>
2000.00	1.14	111.80	97.29
1900.00	1.23	120.62	92.43



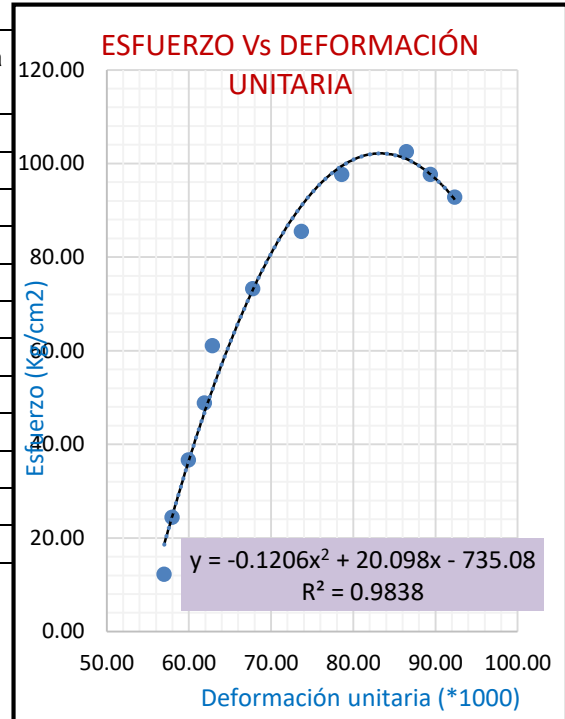
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	99.72 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	104.16 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo IV ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2050.00 Kg, teniendo una deformación de 1.00 mm y un esfuerzo de rotura de 98.07 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO IV-9**

**Altura (cm) =** 10.178      **Diámetro (cm) =** 5.106      **Código =** IV-9      **Edad =** 28 días  
**Área (cm<sup>2</sup>) =** 20.4763

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.58	56.99	12.21
500.00	0.59	57.97	24.42
750.00	0.61	59.93	36.63
1000.00	0.63	61.90	48.84
1250.00	0.64	62.88	61.05
1500.00	0.69	67.79	73.26
1750.00	0.75	73.69	85.46
2000.00	0.8	78.60	97.67
<b>2100.00</b>	<b>0.88</b>	<b>86.46</b>	<b>102.56</b>
2000.00	0.91	89.41	97.67
1900.00	0.94	92.36	92.79



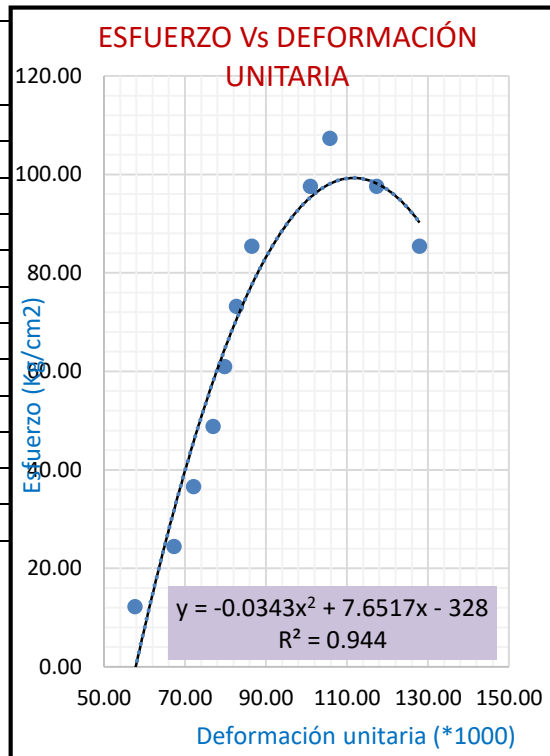
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	102.56 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	101.07 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo IV ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2100.00 Kg, teniendo una deformación de 0.88 mm y un esfuerzo de rotura de 102.56 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO IV-10**

Altura (cm) = 10.398      Diámetro (cm) = 5.108      Código = IV-10      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 20.49234

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
250.00	0.6	57.70	12.20
500.00	0.7	67.32	24.40
750.00	0.75	72.13	36.60
1000.00	0.8	76.94	48.80
1250.00	0.83	79.82	61.00
1500.00	0.86	82.71	73.20
1750.00	0.9	86.56	85.40
2000.00	1.05	100.98	97.60
<b>2200.00</b>	<b>1.10</b>	<b>105.79</b>	<b>107.36</b>
2000.00	1.22	117.33	97.60
1750.00	1.33	127.91	85.40



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	107.36 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	97.60 Kg/cm <sup>2</sup>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo IV ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 2200.00 Kg, teniendo una deformación de 1.10 mm y un esfuerzo de rotura de 107.36 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO V-1**

Altura (cm) = 10.021

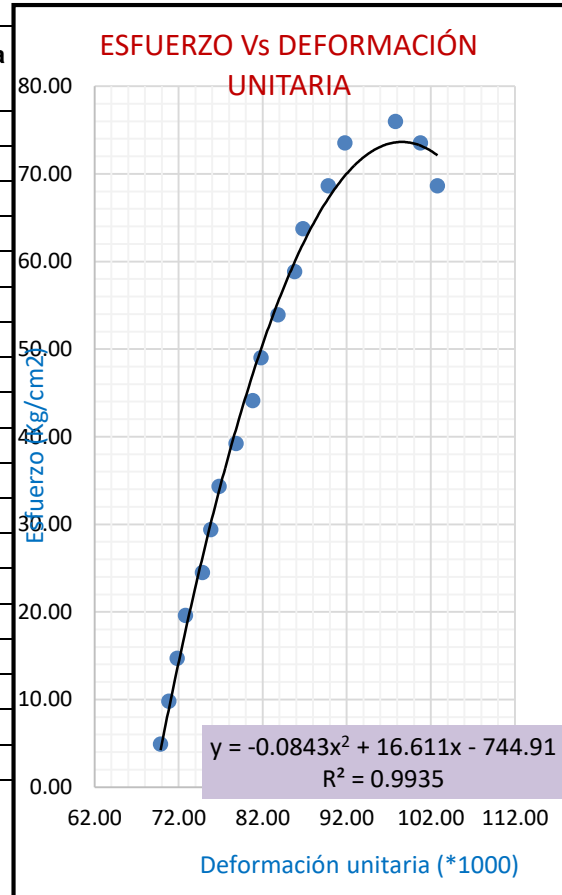
Diámetro (cm) = 5.096

Código = V-1

Edad = 28 días

Área (cm<sup>2</sup>) = 20.3961

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
100.00	0.7	69.85	4.90
200.00	0.71	70.85	9.81
300.00	0.72	71.85	14.71
400.00	0.73	72.85	19.61
500.00	0.75	74.84	24.51
600.00	0.76	75.84	29.42
700.00	0.77	76.84	34.32
800.00	0.79	78.83	39.22
900.00	0.81	80.83	44.13
1000.00	0.82	81.83	49.03
1100.00	0.84	83.82	53.93
1200.00	0.86	85.82	58.83
1300.00	0.87	86.82	63.74
1400.00	0.9	89.81	68.64
1500.00	0.92	91.81	73.54
<b>1550.00</b>	<b>0.98</b>	<b>97.79</b>	<b>75.99</b>
1500.00	1.01	100.79	73.54
1400.00	1.03	102.78	68.64



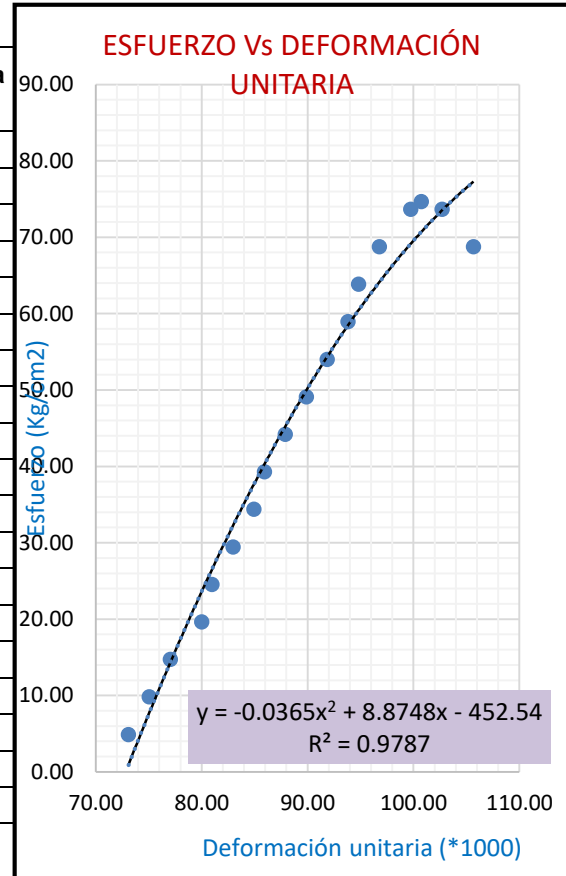
**RESISTENCIA MAXIMA = 75.99 Kg/cm<sup>2</sup>**  
**RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA = 73.33 Kg/cm<sup>2</sup>**

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo V ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 1550.00 Kg, teniendo una deformación de 0.98 mm y un esfuerzo de rotura de 75.99 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO V-2**

Altura (cm) = 10.125      Diámetro (cm) = 5.091      Código = V-2      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 20.356

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
100.00	0.74	73.09	4.91
200.00	0.76	75.06	9.83
300.00	0.78	77.04	14.74
400.00	0.81	80.00	19.65
500.00	0.82	80.99	24.56
600.00	0.84	82.96	29.48
700.00	0.86	84.94	34.39
800.00	0.87	85.93	39.30
900.00	0.89	87.90	44.21
1000.00	0.91	89.88	49.13
1100.00	0.93	91.85	54.04
1200.00	0.95	93.83	58.95
1300.00	0.96	94.81	63.86
1400.00	0.98	96.79	68.78
1500.00	1.01	99.75	73.69
<b>1520.00</b>	<b>1.02</b>	<b>100.74</b>	<b>74.67</b>
1500.00	1.04	102.72	73.69
1400.00	1.07	105.68	68.78



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	74.67 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	71.09 Kg/cm <sup>2</sup>

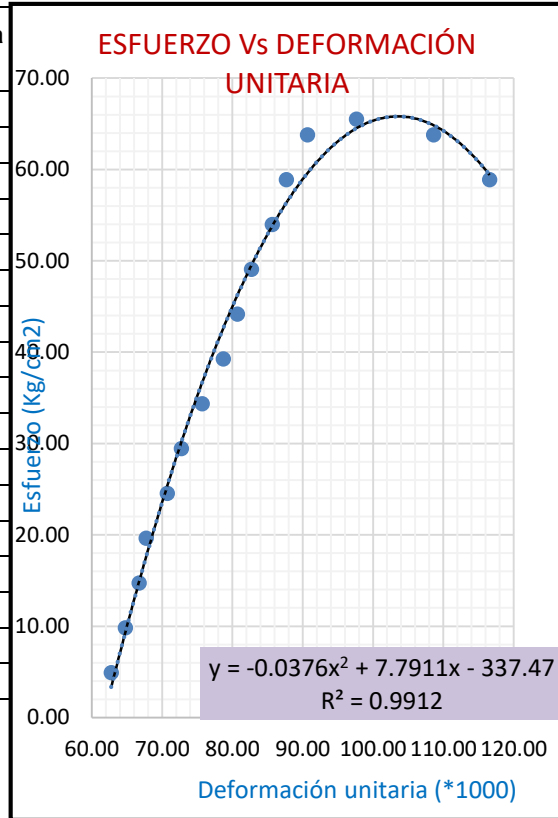
**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo V ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 1520.00 Kg, teniendo una deformación de 1.02 mm y un esfuerzo de rotura de 74.67 kg/cm<sup>2</sup>.



**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO V-3**

Altura (cm) = 10.036      Diámetro (cm) = 5.095      Código = V-3      Edad = 28 días  
 Area (cm<sup>2</sup>) = 20.3881

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
100.00	0.63	62.77	4.90
200.00	0.65	64.77	9.81
300.00	0.67	66.76	14.71
400.00	0.68	67.76	19.62
500.00	0.71	70.75	24.52
600.00	0.73	72.74	29.43
700.00	0.76	75.73	34.33
800.00	0.79	78.72	39.24
900.00	0.81	80.71	44.14
1000.00	0.83	82.70	49.05
1100.00	0.86	85.69	53.95
1200.00	0.88	87.68	58.86
1300.00	0.91	90.67	63.76
<b>1335.00</b>	<b>0.98</b>	<b>97.65</b>	<b>65.48</b>
1300.00	1.09	108.61	63.76
1200.00	1.17	116.58	58.86



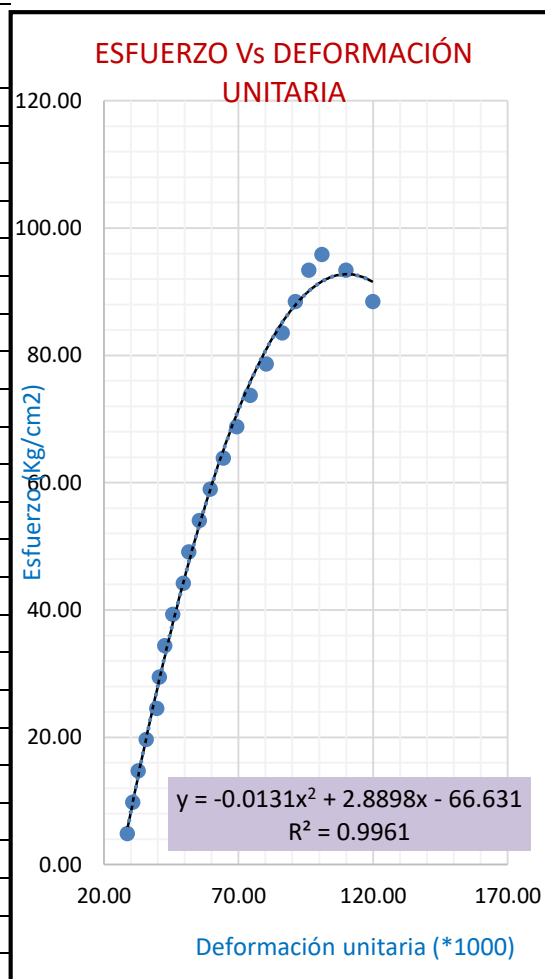
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	<b>65.48 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	<b>64.79 Kg/cm<sup>2</sup></b>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo V ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 1335.00 Kg, teniendo una deformación de 0.98 mm y un esfuerzo de rotura de 65.48 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO V-4**

Altura (cm) = 10.093      Diámetro (cm) = 5.089      Código = V-4      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 20.3401

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
100.00	0.29	28.73	4.92
200.00	0.31	30.71	9.83
300.00	0.33	32.70	14.75
400.00	0.36	35.67	19.67
500.00	0.4	39.63	24.58
600.00	0.41	40.62	29.50
700.00	0.43	42.60	34.41
800.00	0.46	45.58	39.33
900.00	0.5	49.54	44.25
1000.00	0.52	51.52	49.16
1100.00	0.56	55.48	54.08
1200.00	0.6	59.45	59.00
1300.00	0.65	64.40	63.91
1400.00	0.7	69.35	68.83
1500.00	0.75	74.31	73.75
1600.00	0.81	80.25	78.66
1700.00	0.87	86.20	83.58
1800.00	0.92	91.15	88.49
1900.00	0.97	96.11	93.41
<b>1950.00</b>	<b>1.02</b>	<b>101.06</b>	<b>95.87</b>
1900.00	1.11	109.98	93.41
1800.00	1.21	119.89	88.49



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	<b>95.87 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	<b>91.62 Kg/cm<sup>2</sup></b>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo V ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 1950.00 Kg, teniendo una deformación de 1.02 mm y un esfuerzo de rotura de 95.87 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO V-5**

Altura (cm) = 10.093

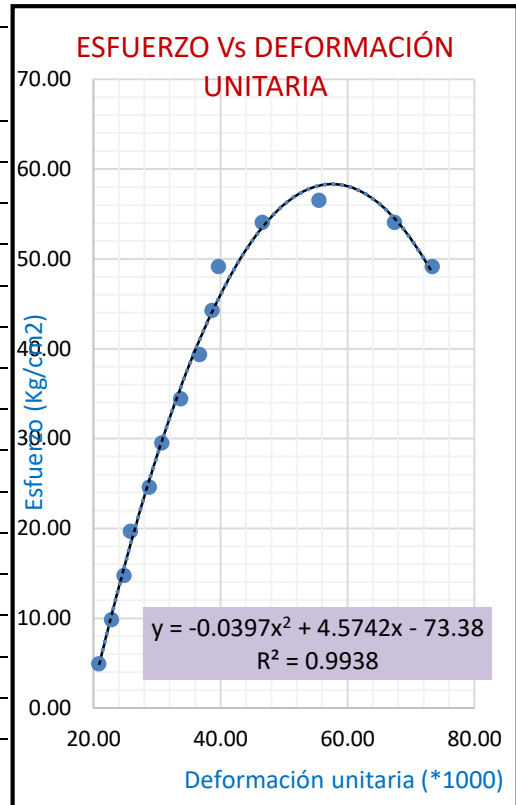
Diámetro (cm) = 5.089

Código = V-5

Edad = 28 días

Área (cm<sup>2</sup>) = 20.340

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
100.00	0.21	20.81	4.92
200.00	0.23	22.79	9.83
300.00	0.25	24.77	14.75
400.00	0.26	25.76	19.67
500.00	0.29	28.73	24.58
600.00	0.31	30.71	29.50
700.00	0.34	33.69	34.41
800.00	0.37	36.66	39.33
900.00	0.39	38.64	44.25
1000.00	0.4	39.63	49.16
1100.00	0.47	46.57	54.08
<b>1150.00</b>	<b>0.56</b>	<b>55.48</b>	<b>56.54</b>
1100.00	0.68	67.37	54.08
1000.00	0.74	73.32	49.16



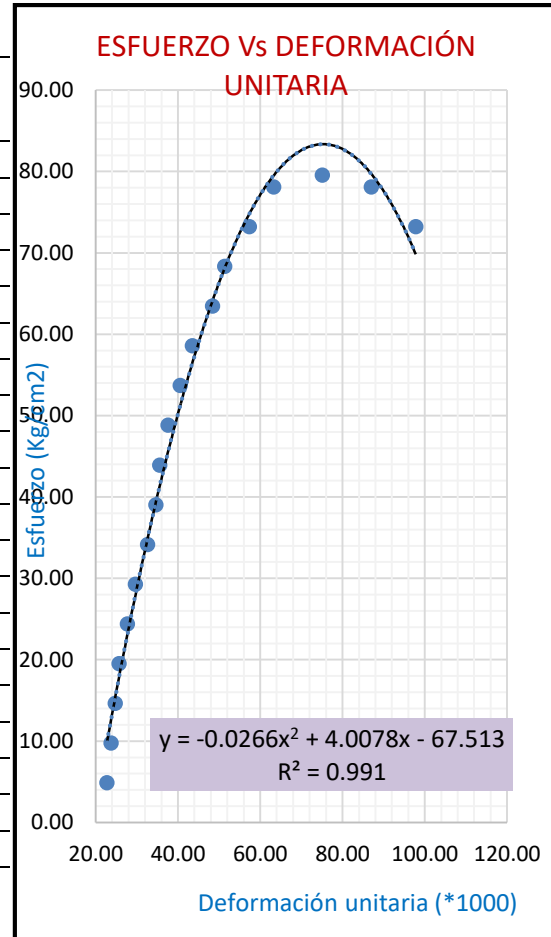
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	<b>56.54 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	<b>58.20 Kg/cm<sup>2</sup></b>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo V ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 1150.00 Kg, teniendo una deformación de 0.56 mm y un esfuerzo de rotura de 56.54 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO V-6**

Altura (cm) = 10.12      Diámetro (cm) = 5.108      Código = V-6      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 20.4923

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
100.00	0.23	22.73	4.88
200.00	0.24	23.72	9.76
300.00	0.25	24.70	14.64
400.00	0.26	25.69	19.52
500.00	0.28	27.67	24.40
600.00	0.3	29.64	29.28
700.00	0.33	32.61	34.16
800.00	0.35	34.58	39.04
900.00	0.36	35.57	43.92
1000.00	0.38	37.55	48.80
1100.00	0.41	40.51	53.68
1200.00	0.44	43.48	58.56
1300.00	0.49	48.42	63.44
1400.00	0.52	51.38	68.32
1500.00	0.58	57.31	73.20
1600.00	0.64	63.24	78.08
<b>1630.00</b>	<b>0.76</b>	<b>75.10</b>	<b>79.54</b>
1600.00	0.88	86.96	78.08
1500.00	0.99	97.83	73.20



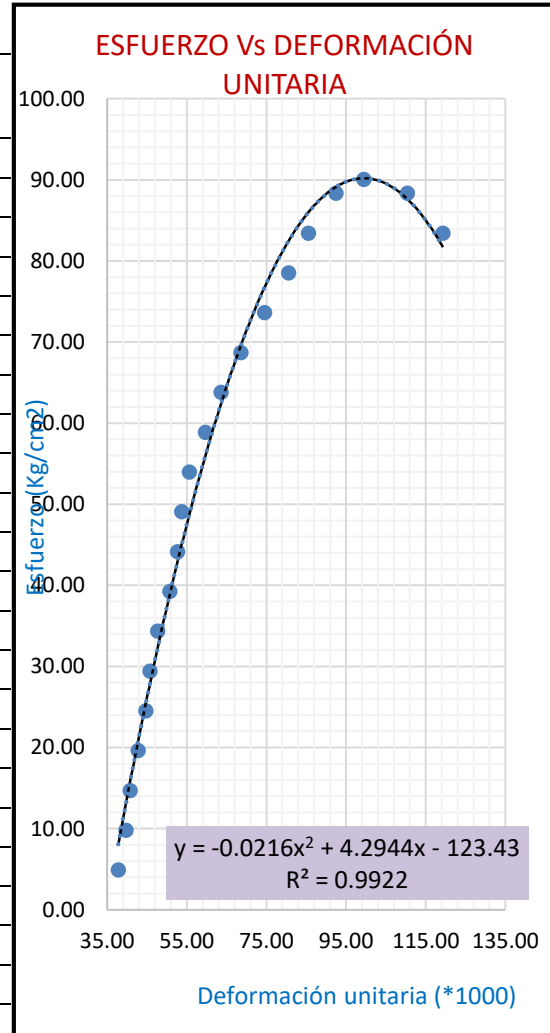
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	<b>79.54 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	<b>83.45 Kg/cm<sup>2</sup></b>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo V ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 1630.00 Kg, teniendo una deformación de 0.76 mm y un esfuerzo de rotura de 79.54 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO V-7**

Altura (cm) = 10.055      Diámetro (cm) = 5.093      Código = V-7      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 20.372

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
100.00	0.38	37.79	4.91
200.00	0.4	39.78	9.82
300.00	0.41	40.78	14.73
400.00	0.43	42.76	19.63
500.00	0.45	44.75	24.54
600.00	0.46	45.75	29.45
700.00	0.48	47.74	34.36
800.00	0.51	50.72	39.27
900.00	0.53	52.71	44.18
1000.00	0.54	53.70	49.09
1100.00	0.56	55.69	54.00
1200.00	0.6	59.67	58.90
1300.00	0.64	63.65	63.81
1400.00	0.69	68.62	68.72
1500.00	0.75	74.59	73.63
1600.00	0.81	80.56	78.54
1700.00	0.86	85.53	83.45
1800.00	0.93	92.49	88.36
<b>1835.00</b>	<b>1.00</b>	<b>99.45</b>	<b>90.07</b>
1800.00	1.11	110.39	88.36
1700.00	1.2	119.34	83.45

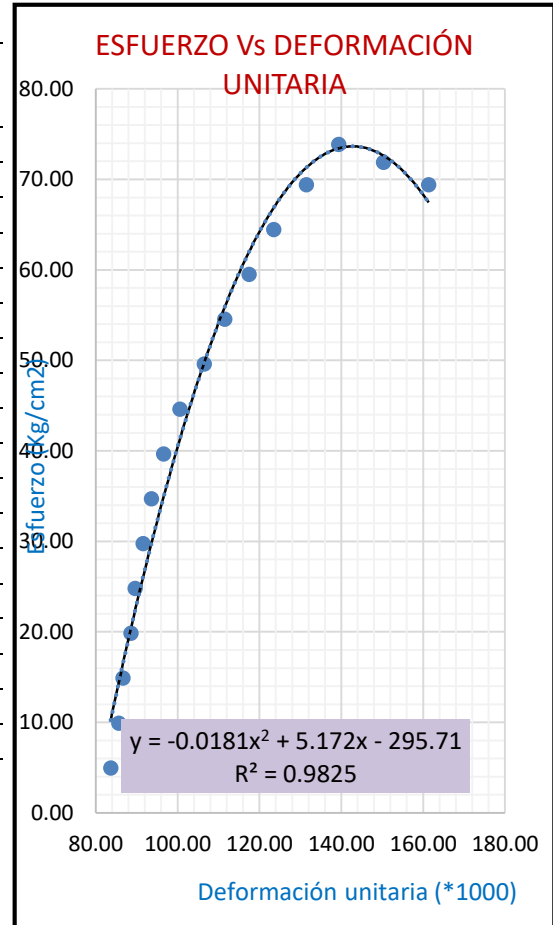


**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo V ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 1835.00 Kg, teniendo una deformación de 1.00 mm y un esfuerzo de rotura de 90.07 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO V-8**

Altura (cm) = 10.042      Diámetro (cm) = 5.068      Código = V-8      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 20.17265

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
100.00	0.84	83.65	4.96
200.00	0.86	85.64	9.91
300.00	0.87	86.64	14.87
400.00	0.89	88.63	19.83
500.00	0.9	89.62	24.79
600.00	0.92	91.62	29.74
700.00	0.94	93.61	34.70
800.00	0.97	96.59	39.66
900.00	1.01	100.58	44.61
1000.00	1.07	106.55	49.57
1100.00	1.12	111.53	54.53
1200.00	1.18	117.51	59.49
1300.00	1.24	123.48	64.44
1400.00	1.32	131.45	69.40
<b>1490.00</b>	<b>1.40</b>	<b>139.41</b>	<b>73.86</b>
1450.00	1.51	150.37	71.88
1400.00	1.62	161.32	69.40



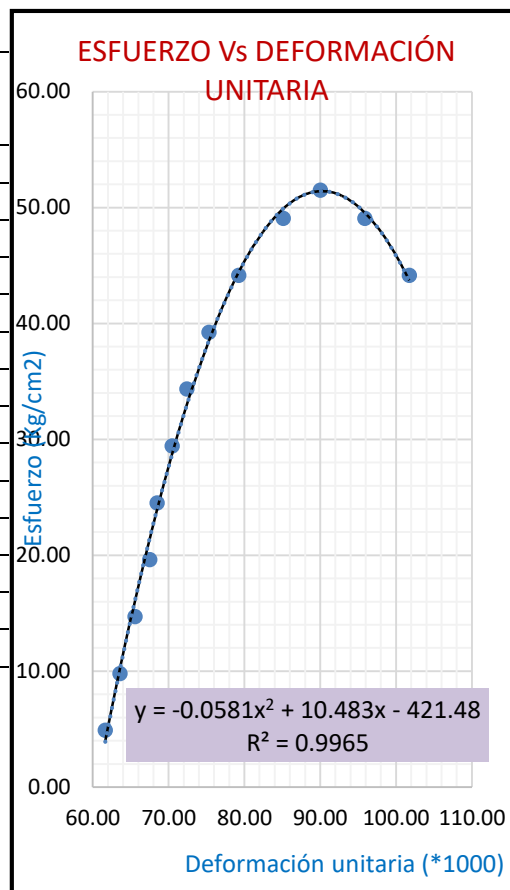
<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	<b>73.86 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	<b>73.54 Kg/cm<sup>2</sup></b>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo V ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 1490.00 Kg, teniendo una deformación de 1.40 mm y un esfuerzo de rotura de 73.86 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO V-9**

Altura (cm) = 10.222      Diámetro (cm) = 5.094      Código = V-9      Edad = 28 días  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 20.380

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
100.00	0.63	61.63	4.91
200.00	0.65	63.59	9.81
300.00	0.67	65.54	14.72
400.00	0.69	67.50	19.63
500.00	0.7	68.48	24.53
600.00	0.72	70.44	29.44
700.00	0.74	72.39	34.35
800.00	0.77	75.33	39.25
900.00	0.81	79.24	44.16
1000.00	0.87	85.11	49.07
<b>1050.00</b>	<b>0.92</b>	<b>90.00</b>	<b>51.52</b>
1000.00	0.98	95.87	49.07
900.00	1.04	101.74	44.16



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	<b>51.52 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	<b>51.38 Kg/cm<sup>2</sup></b>

**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo V ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 1050.00 Kg, teniendo una deformación de 0.92 mm y un esfuerzo de rotura de 51.52 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CIRCULAR DEL MORTERO TIPO V10**

Altura (cm) = 10.133

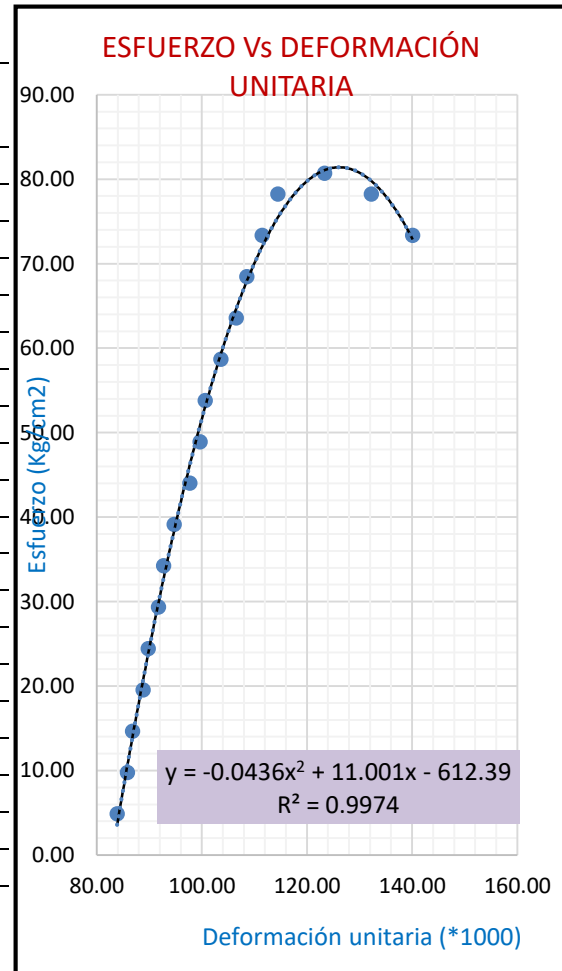
Diámetro (cm) = 5.102

Código = V10

Edad = 28 días

Área (cm<sup>2</sup>) = 20.4442

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0	0.00	0.00
100.00	0.85	83.88	4.89
200.00	0.87	85.86	9.78
300.00	0.88	86.84	14.67
400.00	0.9	88.82	19.57
500.00	0.91	89.81	24.46
600.00	0.93	91.78	29.35
700.00	0.94	92.77	34.24
800.00	0.96	94.74	39.13
900.00	0.99	97.70	44.02
1000.00	1.01	99.67	48.91
1100.00	1.02	100.66	53.80
1200.00	1.05	103.62	58.70
1300.00	1.08	106.58	63.59
1400.00	1.1	108.56	68.48
1500.00	1.13	111.52	73.37
1600.00	1.16	114.48	78.26
<b>1650.00</b>	<b>1.25</b>	<b>123.36</b>	<b>80.71</b>
1600.00	1.34	132.24	78.26
1500.00	1.42	140.14	73.37



<b>RESISTENCIA MAXIMA =</b>	<b>80.71 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>RESISTENCIA MAXIMA CORREGIDA =</b>	<b>81.20 Kg/cm<sup>2</sup></b>

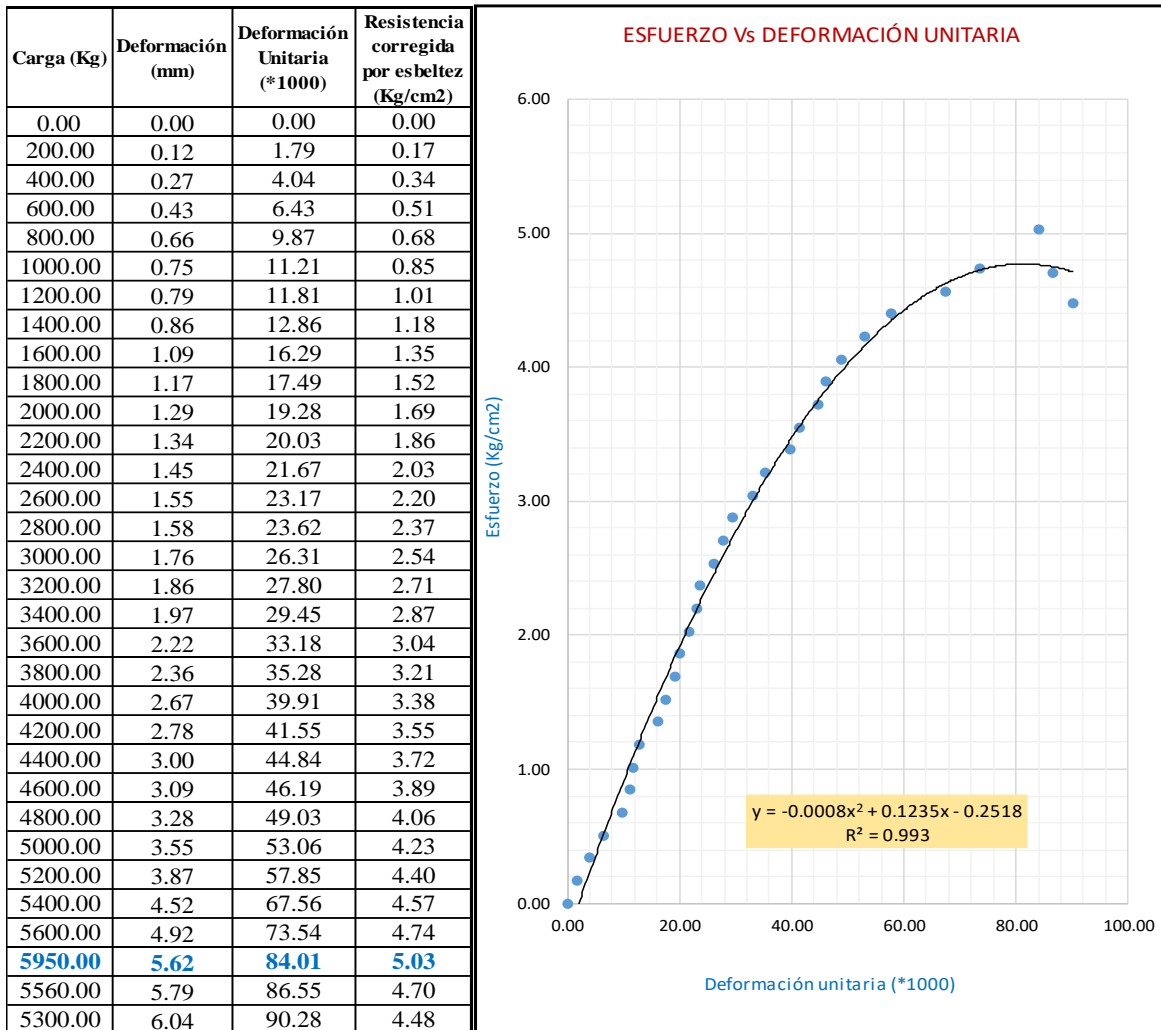
**INTERPRETACION:** Para el espécimen de mortero tipo V ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 1650.00 Kg, teniendo una deformación de 1.25 mm y un esfuerzo de rotura de 80.71 kg/cm<sup>2</sup>.



## ANEXO 6. ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LOS MURETES CON APAREJO DE SOGA

### ENSAYO A COMPRESIÓN DE MURETE CON APAREJO DE SOGA

Longitud (cm) = 66.9      Espesor (cm) = 12.5      Código = MS - 01      Edad = 28 días



$V_m$  MÁXIMO = 5.03 Kg/cm<sup>2</sup>  
 $V_m$  MÁXIMO CORREGIDO = 4.45 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MÓDULO DE CORTE = 890.27 Kg/cm<sup>2</sup>

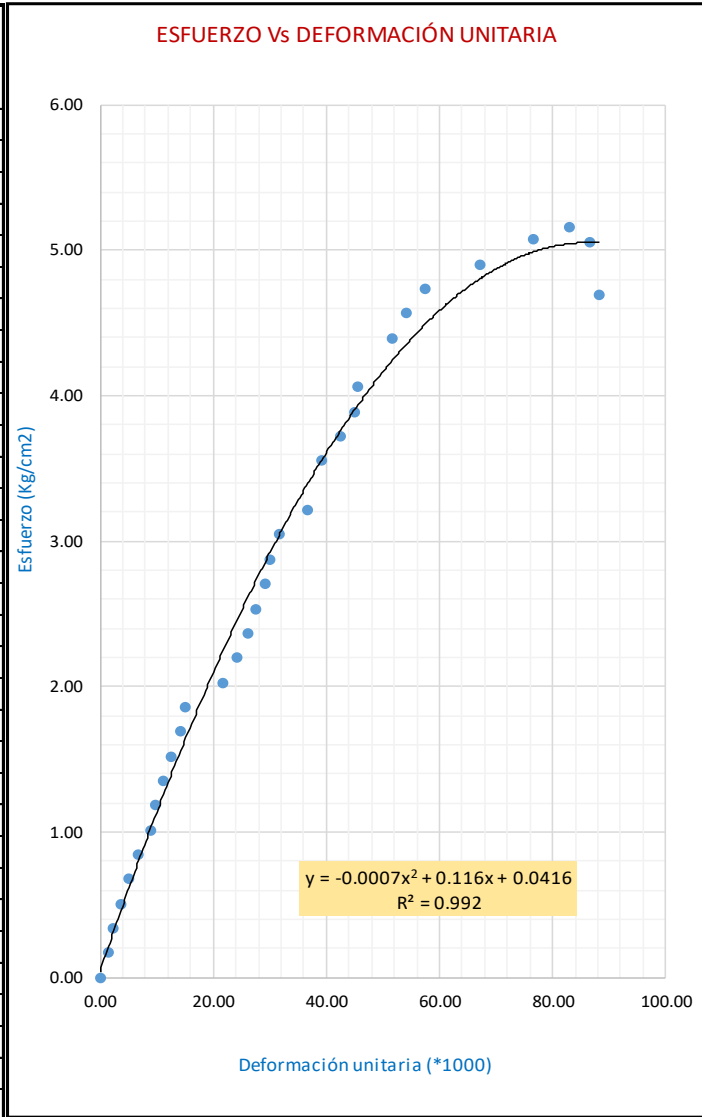
*Fuente: elaboración propia*

**INTERPRETACION:** Para el murete con aparejo de sogas ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 5950.00 Kg, teniendo una deformación de 5.62 mm y un esfuerzo de rotura de 5.03 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE MURETE CON APAREJO DE SOGA**

Longitud (cm) = 66.9      Espesor (cm) = 12.5      Código = MS - 02      Edad = 28 días

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia corregida por esbeltez (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
200.00	0.10	1.49	0.17
400.00	0.15	2.24	0.34
600.00	0.25	3.74	0.51
800.00	0.35	5.23	0.68
1000.00	0.45	6.73	0.85
1200.00	0.60	8.97	1.01
1400.00	0.65	9.72	1.18
1600.00	0.75	11.21	1.35
1800.00	0.85	12.71	1.52
2000.00	0.96	14.35	1.69
2200.00	1.01	15.10	1.86
2400.00	1.45	21.67	2.03
2600.00	1.62	24.22	2.20
2800.00	1.75	26.16	2.37
3000.00	1.85	27.65	2.54
3200.00	1.96	29.30	2.71
3400.00	2.01	30.04	2.87
3600.00	2.12	31.69	3.04
3800.00	2.45	36.62	3.21
4200.00	2.62	39.16	3.55
4400.00	2.85	42.60	3.72
4600.00	3.02	45.14	3.89
4800.00	3.05	45.59	4.06
5200.00	3.46	51.72	4.40
5400.00	3.62	54.11	4.57
5600.00	3.85	57.55	4.74
5800.00	4.50	67.26	4.90
6000.00	5.12	76.53	5.07
<b>6100.00</b>	<b>5.55</b>	<b>82.96</b>	<b>5.16</b>
5980.00	5.79	86.55	5.06
5550.00	5.90	88.19	4.69



$V_m$  MÁXIMO = 5.16 Kg/cm<sup>2</sup>  
 $V_m$  MÁXIMO CORREGIDO = 4.85 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MÓDULO DE CORTE = 969.45 Kg/cm<sup>2</sup>

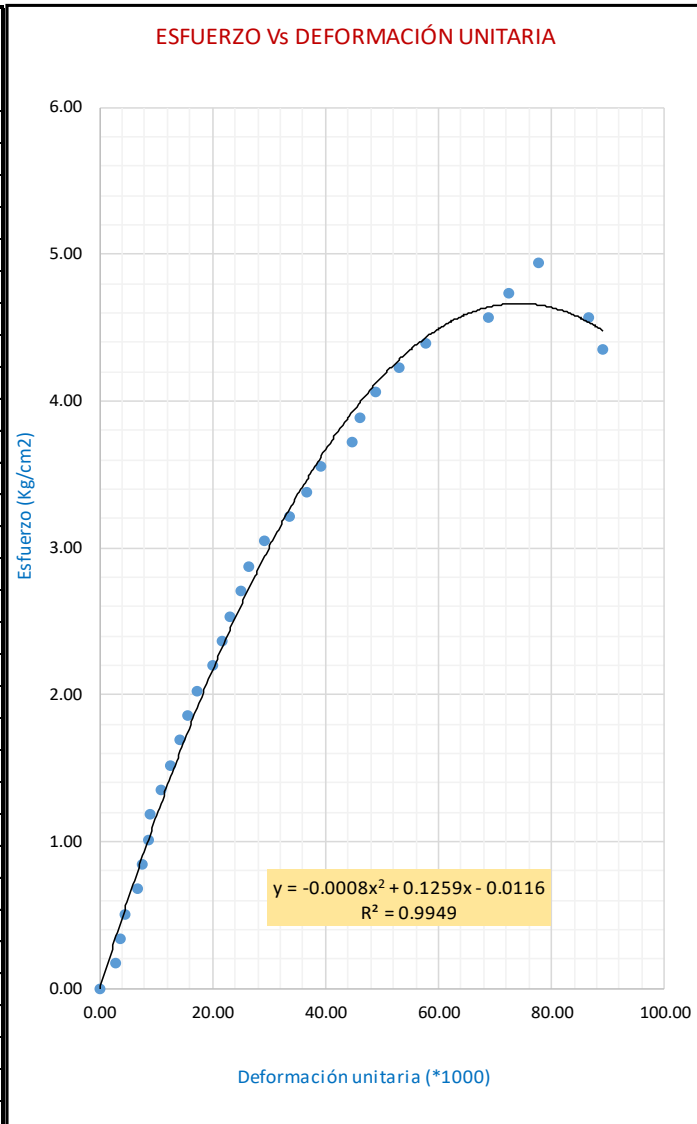
*Fuente: elaboración propia*

**INTERPRETACION:** Para el murete con aparejo de sogá ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 6100.00 Kg, teniendo una deformación de 5.55 mm y un esfuerzo de rotura de 5.16 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE MURETE CON APAREJO DE SOGA**

Longitud (cm) = 66.9      Espesor (cm) = 12.5      Código = MS - 03      Edad = 28 días

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia corregida por esbeltez (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
200.00	0.20	2.99	0.17
400.00	0.25	3.74	0.34
600.00	0.31	4.63	0.51
800.00	0.46	6.88	0.68
1000.00	0.51	7.62	0.85
1200.00	0.58	8.67	1.01
1400.00	0.61	9.12	1.18
1600.00	0.74	11.06	1.35
1800.00	0.85	12.71	1.52
2000.00	0.96	14.35	1.69
2200.00	1.05	15.70	1.86
2400.00	1.15	17.19	2.03
2600.00	1.35	20.18	2.20
2800.00	1.46	21.82	2.37
3000.00	1.55	23.17	2.54
3200.00	1.68	25.11	2.71
3400.00	1.78	26.61	2.87
3600.00	1.96	29.30	3.04
3800.00	2.25	33.63	3.21
4000.00	2.46	36.77	3.38
4200.00	2.63	39.31	3.55
4400.00	3.00	44.84	3.72
4600.00	3.09	46.19	3.89
4800.00	3.28	49.03	4.06
5000.00	3.55	53.06	4.23
5200.00	3.87	57.85	4.40
5400.00	4.61	68.91	4.57
5600.00	4.85	72.50	4.74
<b>5850.00</b>	<b>5.20</b>	<b>77.73</b>	<b>4.95</b>
5400.00	5.80	86.70	4.57
5150.00	5.96	89.09	4.35



$V_m$  MÁXIMO = 4.95 Kg/cm<sup>2</sup>  
 $V_m$  MÁXIMO CORREGIDO = 4.94 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MÓDULO DE CORTE = 988.24 Kg/cm<sup>2</sup>

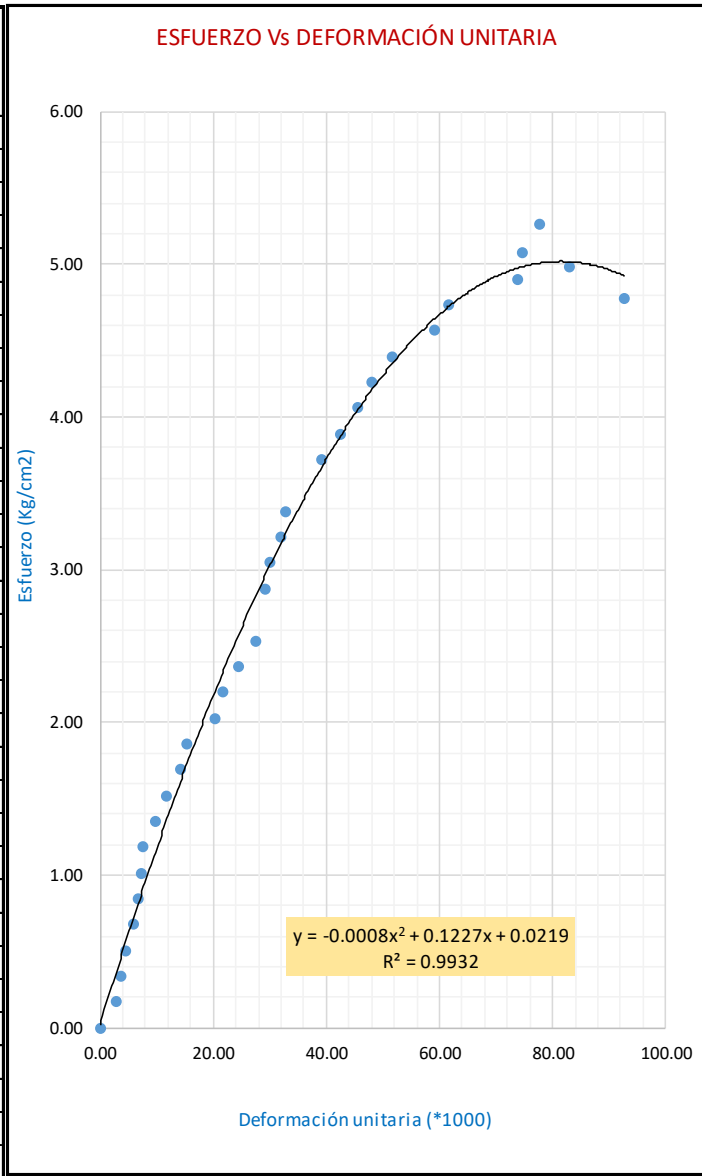
*Fuente: elaboración propia*

**INTERPRETACION:** Para el murete con aparejo de sogá ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 5850.00 Kg, teniendo una deformación de 5.20 mm y un esfuerzo de rotura de 4.95 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE MURETE CON APAREJO DE SOGA**

Longitud (cm) = 66.9      Espesor (cm) = 12.5      Código = MS - 04      Edad = 28 días

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia corregida por esbeltez (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
200.00	0.20	2.99	0.17
400.00	0.25	3.74	0.34
600.00	0.30	4.48	0.51
800.00	0.39	5.83	0.68
1000.00	0.46	6.88	0.85
1200.00	0.49	7.32	1.01
1400.00	0.51	7.62	1.18
1600.00	0.65	9.72	1.35
1800.00	0.78	11.66	1.52
2000.00	0.96	14.35	1.69
2200.00	1.02	15.25	1.86
2400.00	1.36	20.33	2.03
2600.00	1.45	21.67	2.20
2800.00	1.65	24.66	2.37
3000.00	1.85	27.65	2.54
3400.00	1.96	29.30	2.87
3600.00	2.01	30.04	3.04
3800.00	2.15	32.14	3.21
4000.00	2.20	32.88	3.38
4400.00	2.62	39.16	3.72
4600.00	2.85	42.60	3.89
4800.00	3.05	45.59	4.06
5000.00	3.21	47.98	4.23
5200.00	3.46	51.72	4.40
5400.00	3.96	59.19	4.57
5600.00	4.12	61.58	4.74
5800.00	4.95	73.99	4.90
6000.00	4.99	74.59	5.07
<b>6230.00</b>	<b>5.21</b>	<b>77.88</b>	<b>5.27</b>
5900.00	5.56	83.11	4.99
5650.00	6.20	92.68	4.78



$V_m$  MÁXIMO = 5.27 Kg/cm<sup>2</sup>  
 $V_m$  MÁXIMO CORREGIDO = 4.68 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MÓDULO DE CORTE = 936.28 Kg/cm<sup>2</sup>

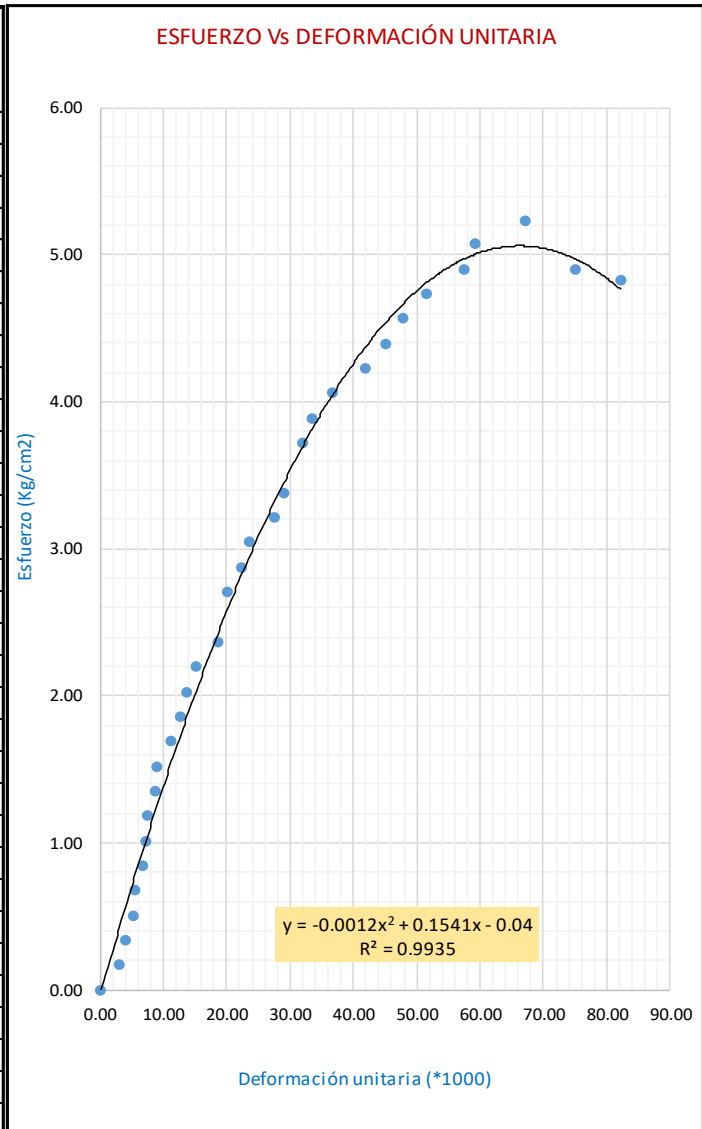
*Fuente: elaboración propia*

**INTERPRETACION:** Para el murete con aparejo de sogá ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 6230.00 Kg, teniendo una deformación de 5.21 mm y un esfuerzo de rotura de 5.27 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE MURETE CON APAREJO DE SOGA**

Longitud (cm) = 66.9      Espesor (cm) = 12.5      Código = MS - 05      Edad = 28 días

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia corregida por esbeltez (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
200.00	0.20	2.99	0.17
400.00	0.28	4.19	0.34
600.00	0.35	5.23	0.51
800.00	0.38	5.68	0.68
1000.00	0.46	6.88	0.85
1200.00	0.49	7.32	1.01
1400.00	0.51	7.62	1.18
1600.00	0.58	8.67	1.35
1800.00	0.61	9.12	1.52
2000.00	0.75	11.21	1.69
2200.00	0.85	12.71	1.86
2400.00	0.91	13.60	2.03
2600.00	1.01	15.10	2.20
2800.00	1.25	18.68	2.37
3200.00	1.35	20.18	2.71
3400.00	1.50	22.42	2.87
3600.00	1.58	23.62	3.04
3800.00	1.85	27.65	3.21
4000.00	1.95	29.15	3.38
4400.00	2.15	32.14	3.72
4600.00	2.25	33.63	3.89
4800.00	2.46	36.77	4.06
5000.00	2.80	41.85	4.23
5200.00	3.02	45.14	4.40
5400.00	3.21	47.98	4.57
5600.00	3.45	51.57	4.74
5800.00	3.85	57.55	4.90
6000.00	3.96	59.19	5.07
<b>6190.00</b>	<b>4.50</b>	<b>67.26</b>	<b>5.23</b>
5800.00	5.02	75.04	4.90
5710.00	5.50	82.21	4.83



$V_m$  MÁXIMO = 5.23 Kg/cm<sup>2</sup>  
 $V_m$  MÁXIMO CORREGIDO = 4.89 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MÓDULO DE CORTE = 978.81 Kg/cm<sup>2</sup>

*Fuente: elaboración propia*

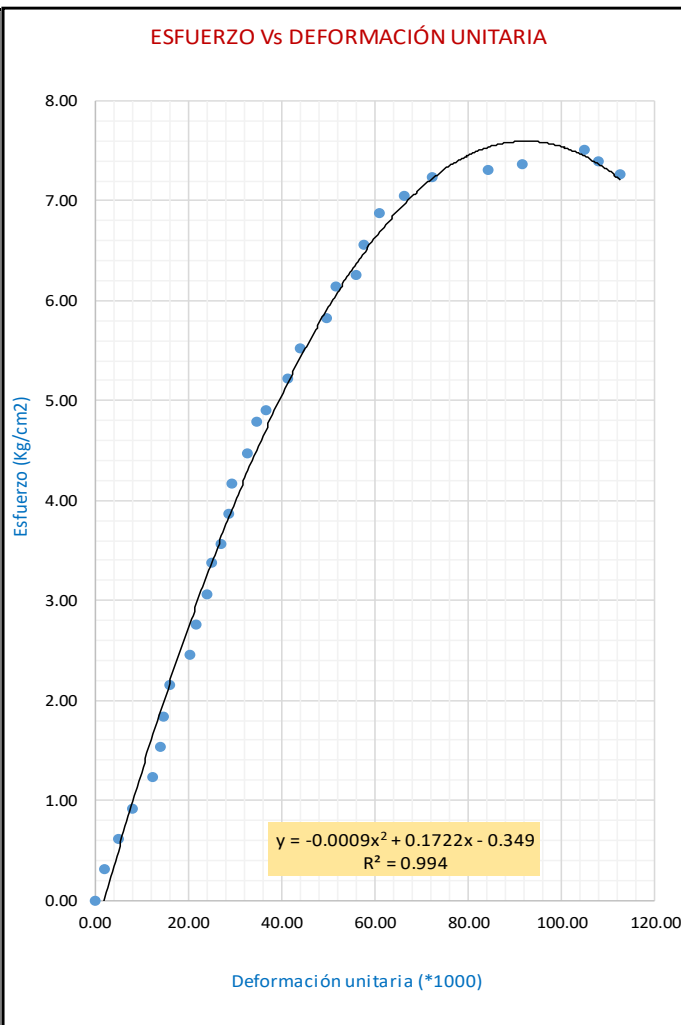
**INTERPRETACION:** Para el murete con aparejo de sogá ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 6190.00 Kg, teniendo una deformación de 4.50 mm y un esfuerzo de rotura de 5.23 kg/cm<sup>2</sup>.

## ANEXO 7. ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LOS MURETES CON APAREJO DE CABEZA

### ENSAYO A COMPRESIÓN DE MURETE CON APAREJO DE CABEZA

Longitud (cm) = 53.6      Espesor (cm) = 21.5      Código = MC - 01      Edad = 28 días

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia corregida por esbeltez (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
500.00	0.12	2.24	0.31
1000.00	0.27	5.04	0.61
1500.00	0.43	8.02	0.92
2000.00	0.66	12.31	1.23
2500.00	0.75	13.99	1.53
3000.00	0.79	14.74	1.84
3500.00	0.86	16.04	2.15
4000.00	1.09	20.34	2.45
4500.00	1.17	21.83	2.76
5000.00	1.29	24.07	3.07
5500.00	1.34	25.00	3.37
5800.00	1.45	27.05	3.56
6300.00	1.55	28.92	3.87
6800.00	1.58	29.48	4.17
7300.00	1.76	32.84	4.48
7800.00	1.86	34.70	4.79
8000.00	1.97	36.75	4.91
8500.00	2.22	41.42	5.22
9000.00	2.36	44.03	5.52
9500.00	2.67	49.81	5.83
10000.00	2.78	51.87	6.14
10200.00	3.00	55.97	6.26
10700.00	3.09	57.65	6.57
11200.00	3.28	61.19	6.87
11500.00	3.55	66.23	7.06
11800.00	3.87	72.20	7.24
11900.00	4.52	84.33	7.30
12000.00	4.92	91.79	7.36
<b>12240.00</b>	<b>5.62</b>	<b>104.85</b>	<b>7.51</b>
12050.00	5.79	108.02	7.39
11850.00	6.04	112.69	7.27



Vm MÁXIMO = 7.51 Kg/cm2  
Vm MÁXIMO CORREGIDO = 7.77 Kg/cm2  
MÓDULO DE CORTE = 1554.87 Kg/cm2

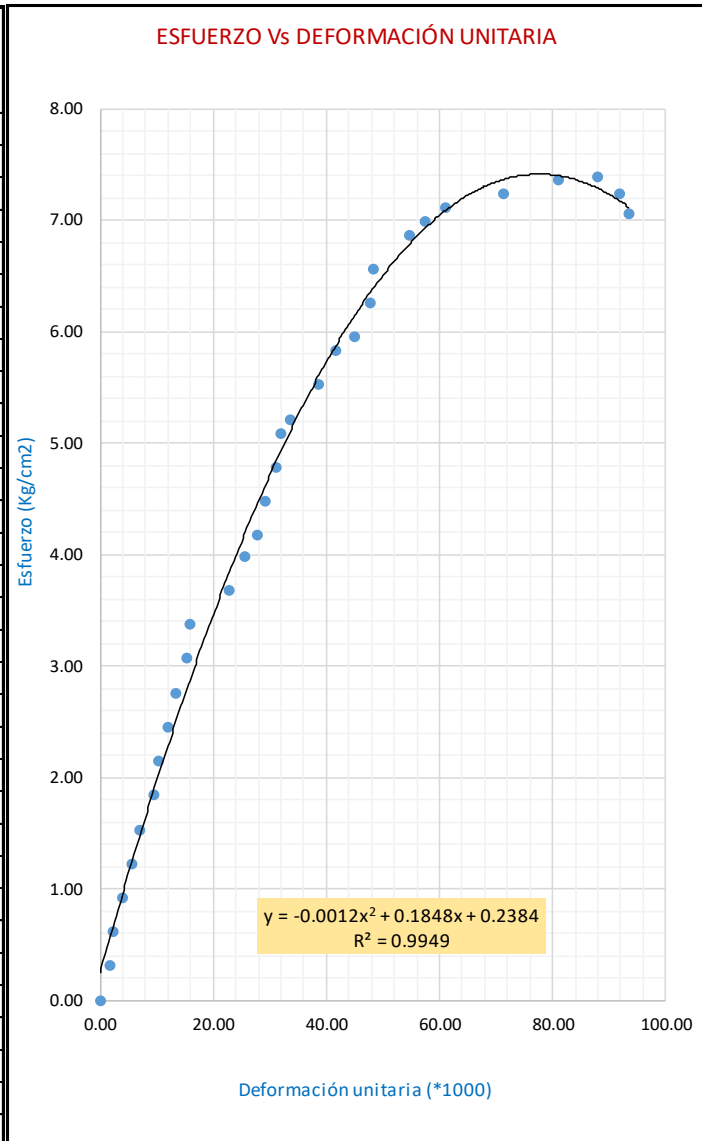
*Fuente: elaboración propia*

**INTERPRETACION:** Para el murete con aparejo de cabeza ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 12240.00 Kg, teniendo una deformación de 5.62 mm y un esfuerzo de rotura de 7.51 kg/cm2.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE MURETE CON APAREJO DE CABEZA**

Longitud (cm) = 66.9      Espesor (cm) = 12.5      Código = MC - 02      Edad = 28 días

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia corregida por esbeltez (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
500.00	0.09	1.68	0.31
1000.00	0.13	2.43	0.61
1500.00	0.21	3.92	0.92
2000.00	0.30	5.60	1.23
2500.00	0.38	7.09	1.53
3000.00	0.51	9.51	1.84
3500.00	0.55	10.26	2.15
4000.00	0.64	11.94	2.45
4500.00	0.72	13.43	2.76
5000.00	0.82	15.30	3.07
5500.00	0.86	16.04	3.37
6000.00	1.23	22.95	3.68
6500.00	1.38	25.75	3.99
6800.00	1.49	27.80	4.17
7300.00	1.57	29.29	4.48
7800.00	1.67	31.16	4.79
8300.00	1.71	31.90	5.09
8500.00	1.80	33.58	5.22
9000.00	2.08	38.81	5.52
9500.00	2.23	41.60	5.83
9700.00	2.42	45.15	5.95
10200.00	2.57	47.95	6.26
10700.00	2.59	48.32	6.57
11200.00	2.94	54.85	6.87
11400.00	3.08	57.46	6.99
11600.00	3.27	61.01	7.12
11800.00	3.83	71.46	7.24
12000.00	4.35	81.16	7.36
<b>12050.00</b>	<b>4.72</b>	<b>88.06</b>	<b>7.39</b>
11800.00	4.92	91.79	7.24
11500.00	5.02	93.66	7.06



$V_m$  MÁXIMO = 7.39 Kg/cm<sup>2</sup>  
 $V_m$  MÁXIMO CORREGIDO = 7.24 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MÓDULO DE CORTE = 1447.68 Kg/cm<sup>2</sup>

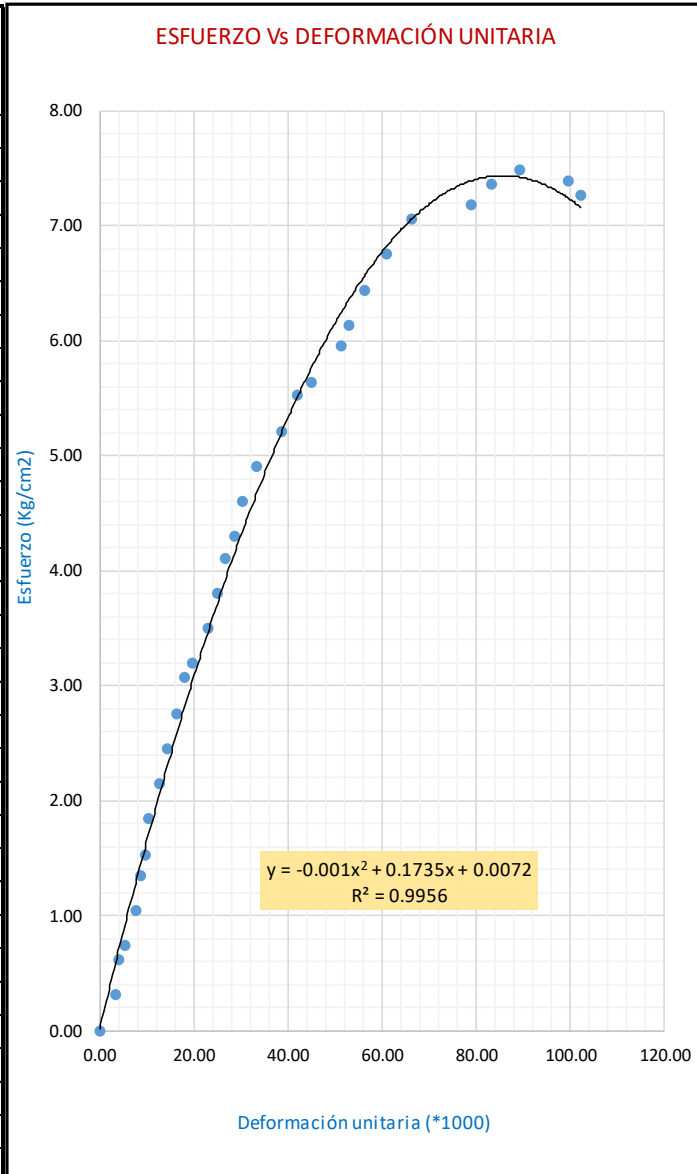
*Fuente: elaboración propia*

**INTERPRETACION:** Para el murete con aparejo de cabeza ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 12050.00 Kg, teniendo una deformación de 4.72 mm y un esfuerzo de rotura de 7.39 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE MURETE CON APAREJO DE CABEZA**

Longitud (cm) = 66.9      Espesor (cm) = 12.5      Código = MC - 03      Edad = 28 días

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia corregida por esbeltez (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
500.00	0.18	3.36	0.31
1000.00	0.23	4.29	0.61
1200.00	0.29	5.41	0.74
1700.00	0.42	7.84	1.04
2200.00	0.47	8.77	1.35
2500.00	0.53	9.89	1.53
3000.00	0.56	10.45	1.84
3500.00	0.68	12.69	2.15
4000.00	0.78	14.55	2.45
4500.00	0.88	16.42	2.76
5000.00	0.97	18.10	3.07
5200.00	1.06	19.78	3.19
5700.00	1.24	23.13	3.50
6200.00	1.34	25.00	3.80
6700.00	1.43	26.68	4.11
7000.00	1.55	28.92	4.30
7500.00	1.64	30.60	4.60
8000.00	1.80	33.58	4.91
8500.00	2.07	38.62	5.22
9000.00	2.26	42.16	5.52
9200.00	2.42	45.15	5.65
9700.00	2.76	51.49	5.95
10000.00	2.84	52.99	6.14
10500.00	3.02	56.34	6.44
11000.00	3.27	61.01	6.75
11500.00	3.56	66.42	7.06
11700.00	4.24	79.10	7.18
12000.00	4.46	83.21	7.36
<b>12200.00</b>	<b>4.78</b>	<b>89.18</b>	<b>7.49</b>
12050.00	5.34	99.63	7.39
11850.00	5.48	102.24	7.27



$V_m$  MÁXIMO = 7.49 Kg/cm<sup>2</sup>  
 $V_m$  MÁXIMO CORREGIDO = 7.53 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MÓDULO DE CORTE = 1505.41 Kg/cm<sup>2</sup>

*Fuente: elaboración propia*

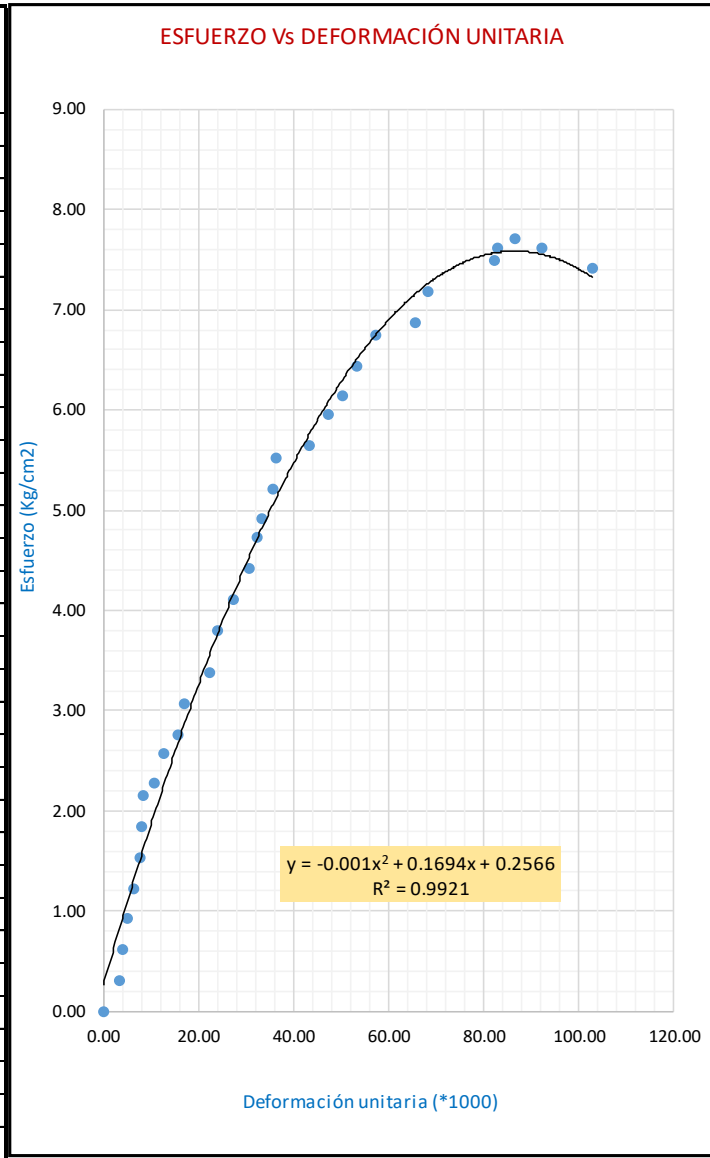
**INTERPRETACION:** Para el murete con aparejo de cabeza ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 12200.00 Kg, teniendo una deformación de 4.78 mm y un esfuerzo de rotura de 7.49 kg/cm<sup>2</sup>.



**ENSAYO A COMPRESIÓN DE MURETE CON APAREJO DE CABEZA**

Longitud (cm) = 66.9      Espesor (cm) = 12.5      Código = MC - 04      Edad = 28 días

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia corregida por esbeltez (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
500.00	0.18	3.36	0.31
1000.00	0.22	4.10	0.61
1500.00	0.27	5.04	0.92
2000.00	0.35	6.53	1.23
2500.00	0.41	7.65	1.53
3000.00	0.44	8.21	1.84
3500.00	0.45	8.40	2.15
3700.00	0.58	10.82	2.27
4200.00	0.69	12.87	2.58
4500.00	0.85	15.86	2.76
5000.00	0.91	16.98	3.07
5500.00	1.21	22.57	3.37
6200.00	1.29	24.07	3.80
6700.00	1.47	27.43	4.11
7200.00	1.65	30.78	4.42
7700.00	1.74	32.46	4.72
8000.00	1.79	33.40	4.91
8500.00	1.91	35.63	5.22
9000.00	1.96	36.57	5.52
9200.00	2.33	43.47	5.65
9700.00	2.54	47.39	5.95
10000.00	2.71	50.56	6.14
10500.00	2.86	53.36	6.44
11000.00	3.08	57.46	6.75
11200.00	3.52	65.67	6.87
11700.00	3.67	68.47	7.18
12200.00	4.41	82.28	7.49
12400.00	4.44	82.84	7.61
<b>12560.00</b>	<b>4.64</b>	<b>86.57</b>	<b>7.71</b>
12400.00	4.95	92.35	7.61
12080.00	5.52	102.99	7.41



$V_m$  MÁXIMO = 7.71 Kg/cm2  
 $V_m$  MÁXIMO CORREGIDO = 7.43 Kg/cm2  
 MÓDULO DE CORTE = 1486.11 Kg/cm2

*Fuente: elaboración propia*

**INTERPRETACION:** Para el murete con aparejo de cabeza ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 12560.00 Kg, teniendo una deformación de 4.64 mm y un esfuerzo de rotura de 7.71 kg/cm2.

**ENSAYO A COMPRESIÓN DE MURETE CON APAREJO DE CABEZA**

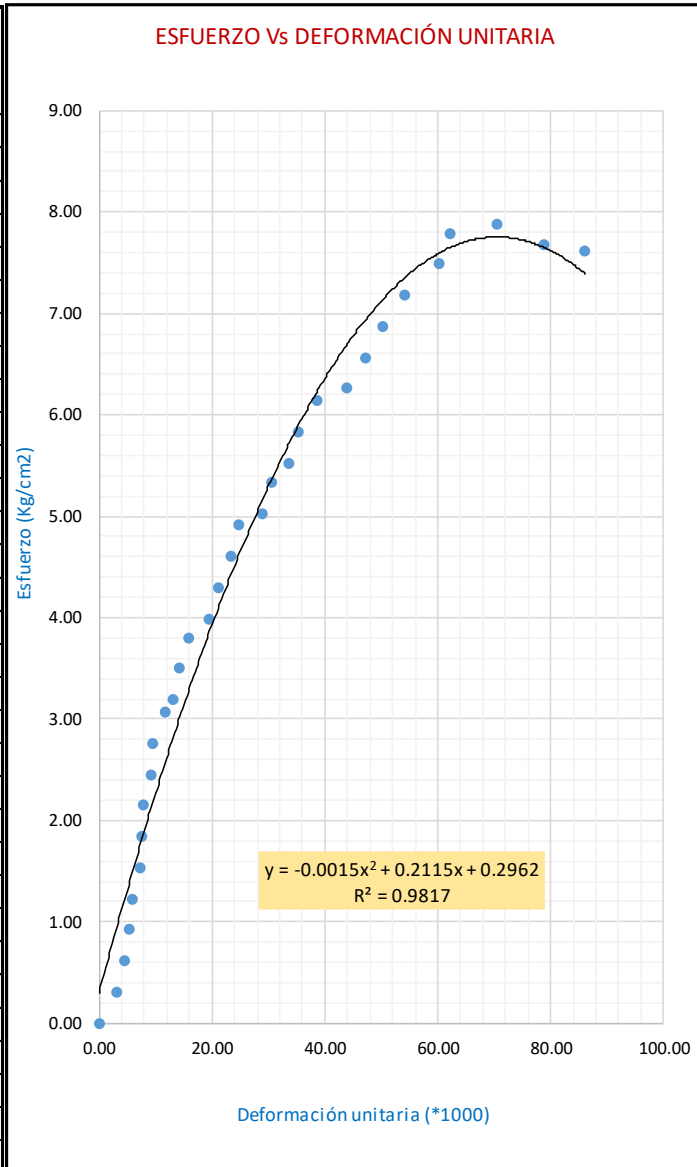
Longitud (cm) = 66.9

Espesor (cm) = 12.5

Código = MC - 05

Edad = 28 días

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia corregida por esbeltez (Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00
500.00	0.17	3.17	0.31
1000.00	0.24	4.48	0.61
1500.00	0.29	5.41	0.92
2000.00	0.32	5.97	1.23
2500.00	0.39	7.28	1.53
3000.00	0.41	7.65	1.84
3500.00	0.43	8.02	2.15
4000.00	0.49	9.14	2.45
4500.00	0.51	9.51	2.76
5000.00	0.63	11.75	3.07
5200.00	0.71	13.25	3.19
5700.00	0.76	14.18	3.50
6200.00	0.85	15.86	3.80
6500.00	1.05	19.59	3.99
7000.00	1.13	21.08	4.30
7500.00	1.26	23.51	4.60
8000.00	1.33	24.81	4.91
8200.00	1.55	28.92	5.03
8700.00	1.64	30.60	5.34
9000.00	1.81	33.77	5.52
9500.00	1.89	35.26	5.83
10000.00	2.07	38.62	6.14
10200.00	2.35	43.84	6.26
10700.00	2.54	47.39	6.57
11200.00	2.70	50.37	6.87
11700.00	2.90	54.10	7.18
12200.00	3.23	60.26	7.49
12700.00	3.33	62.13	7.79
<b>12850.00</b>	<b>3.78</b>	<b>70.52</b>	<b>7.88</b>
12500.00	4.22	78.73	7.67
12420.00	4.62	86.19	7.62



$V_m$  MÁXIMO = 7.88 Kg/cm<sup>2</sup>  
 $V_m$  MÁXIMO CORREGIDO = 7.75 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MÓDULO DE CORTE = 1549.76 Kg/cm<sup>2</sup>

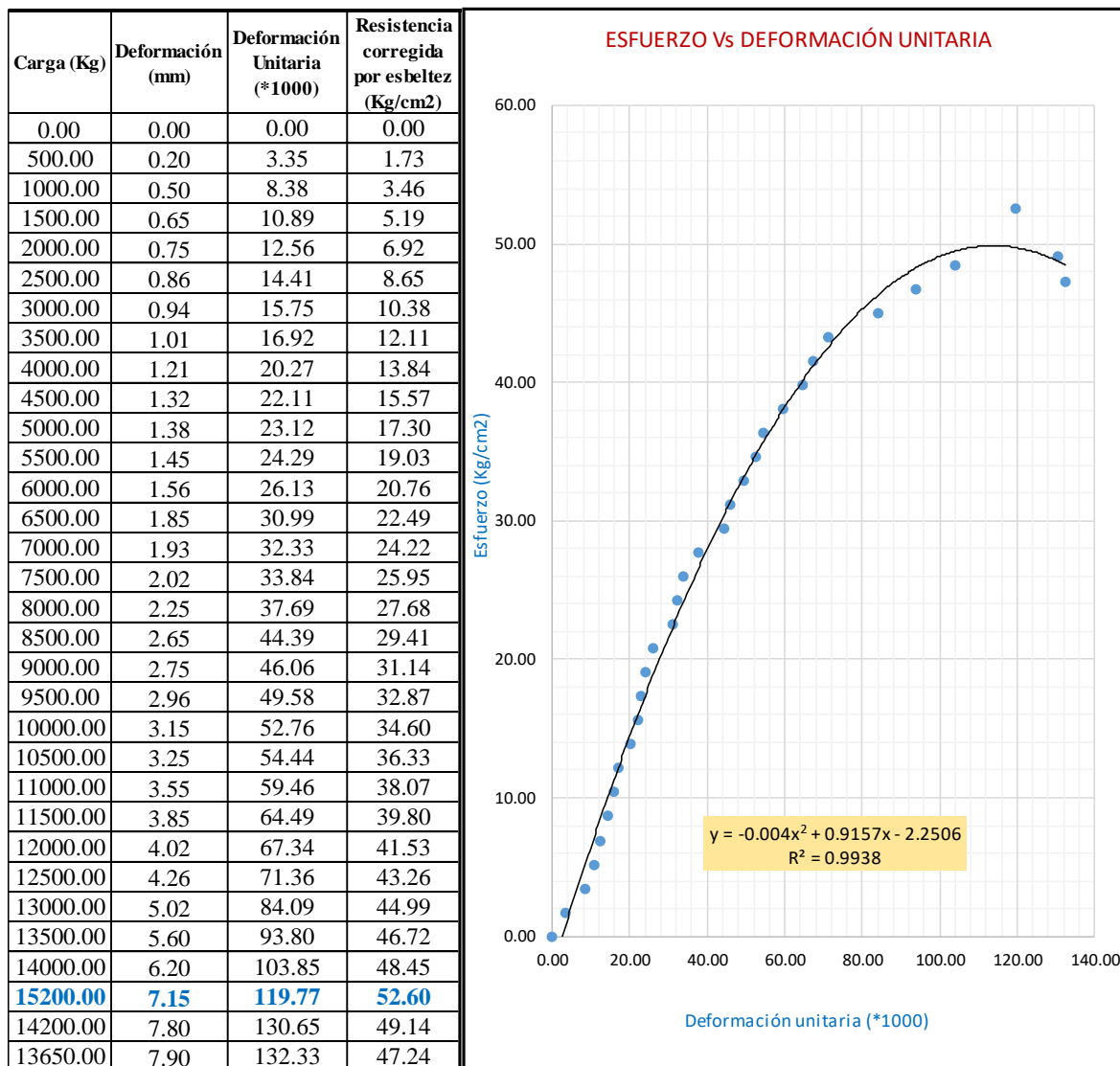
*Fuente: elaboración propia*

**INTERPRETACION:** Para el murete con aparejo de cabeza ensayado a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 12850.00 Kg, teniendo una deformación de 3.78 mm y un esfuerzo de rotura de 7.88 kg/cm<sup>2</sup>.

## ANEXO 8. ENSAYOS A COMPRESIÓN DE PILAS

### ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE PILAS DE LADRILLO

Altura (cm) =	59.7	Longitud (cm) =	21.5	Ancho (cm) =	12.5	Esbeltez =	3.5
Área (cm <sup>2</sup> ) =	268.75	Código =	P - 01	Edad =	28 días	Factor de corrección =	0.93



fm MÁXIMO =	52.60 Kg/cm <sup>2</sup>
fm MÁXIMO CORREGIDO =	49.91 Kg/cm <sup>2</sup>
MÓDULO DE ELASTICIDAD =	24956.73 Kg/cm <sup>2</sup>

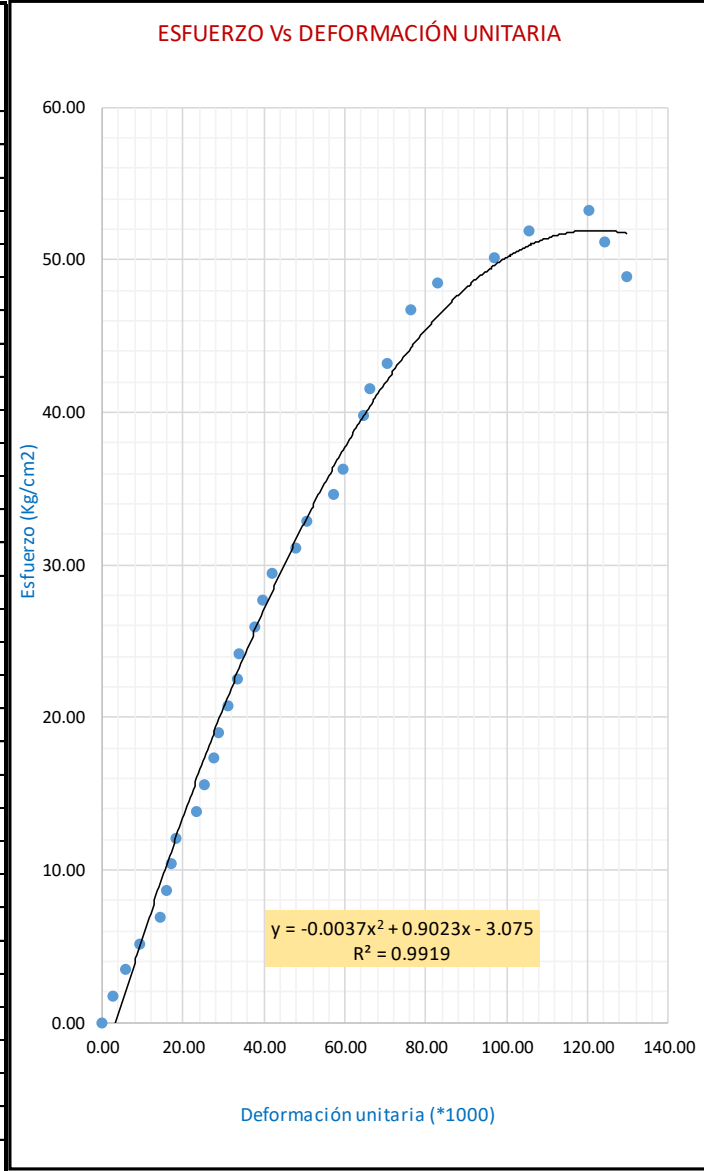
Fuente: elaboración propia

**INTERPRETACION:** Para la pila ensayada a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 15200.00 Kg, teniendo una deformación de 7.15 mm y un esfuerzo de rotura de 52.60 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE PILAS DE LADRILLO**

Altura (cm) = 59.7      Longitud (cm) = 21.5      Ancho (cm) = 12.5      Esbeltez = 3.5  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 268.75      Código = P-02      Edad = 28 días      Factor de corrección = 0.93

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia corregida por esbeltez (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00
500.00	0.15	2.51	1.73
1000.00	0.35	5.86	3.46
1500.00	0.55	9.21	5.19
2000.00	0.85	14.24	6.92
2500.00	0.96	16.08	8.65
3000.00	1.01	16.92	10.38
3500.00	1.10	18.43	12.11
4000.00	1.40	23.45	13.84
4500.00	1.50	25.13	15.57
5000.00	1.65	27.64	17.30
5500.00	1.72	28.81	19.03
6000.00	1.86	31.16	20.76
6500.00	1.99	33.33	22.49
7000.00	2.02	33.84	24.22
7500.00	2.25	37.69	25.95
8000.00	2.38	39.87	27.68
8500.00	2.52	42.21	29.41
9000.00	2.85	47.74	31.14
9500.00	3.02	50.59	32.87
10000.00	3.42	57.29	34.60
10500.00	3.56	59.63	36.33
11500.00	3.85	64.49	39.80
12000.00	3.96	66.33	41.53
12500.00	4.21	70.52	43.26
13500.00	4.55	76.21	46.72
14000.00	4.96	83.08	48.45
14500.00	5.80	97.15	50.18
15000.00	6.31	105.70	51.91
<b>15400.00</b>	<b>7.20</b>	<b>120.60</b>	<b>53.29</b>
14800.00	7.42	124.29	51.21
14120.00	7.74	129.65	48.86



fm MÁXIMO = 53.29 Kg/cm<sup>2</sup>  
 fm MÁXIMO CORREGIDO = 51.92 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MÓDULO DE ELASTICIDAD = 25959.03 Kg/cm<sup>2</sup>

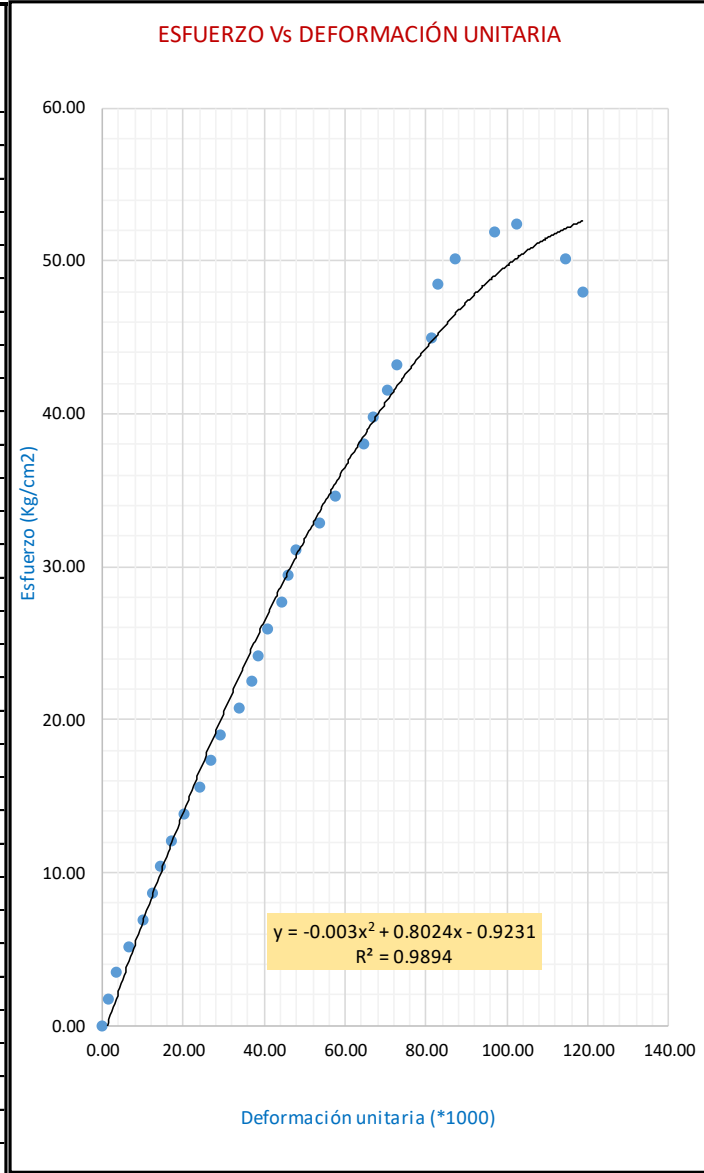
*Fuente: elaboración propia*

**INTERPRETACION:** Para la pila ensayada a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 15400.00 Kg, teniendo una deformación de 7.20 mm y un esfuerzo de rotura de 53.29 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE PILAS DE LADRILLO**

Altura (cm) = 59.7      Longitud (cm) = 21.5      Ancho (cm) = 12.5      Esbeltez = 3.5  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 268.75      Código = P-03      Edad = 28 días      Factor de corrección = 0.93

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia corregida por esbeltez (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00
500.00	0.10	1.68	1.73
1000.00	0.20	3.35	3.46
1500.00	0.40	6.70	5.19
2000.00	0.60	10.05	6.92
2500.00	0.75	12.56	8.65
3000.00	0.85	14.24	10.38
3500.00	1.01	16.92	12.11
4000.00	1.20	20.10	13.84
4500.00	1.45	24.29	15.57
5000.00	1.60	26.80	17.30
5500.00	1.75	29.31	19.03
6000.00	2.01	33.67	20.76
6500.00	2.21	37.02	22.49
7000.00	2.30	38.53	24.22
7500.00	2.45	41.04	25.95
8000.00	2.66	44.56	27.68
8500.00	2.75	46.06	29.41
9000.00	2.85	47.74	31.14
9500.00	3.20	53.60	32.87
10000.00	3.45	57.79	34.60
11000.00	3.86	64.66	38.07
11500.00	3.99	66.83	39.80
12000.00	4.20	70.35	41.53
12500.00	4.35	72.86	43.26
13000.00	4.86	81.41	44.99
14000.00	4.96	83.08	48.45
14500.00	5.20	87.10	50.18
15000.00	5.80	97.15	51.91
<b>15150.00</b>	<b>6.12</b>	<b>102.51</b>	<b>52.43</b>
14500.00	6.85	114.74	50.18
13850.00	7.10	118.93	47.93



fm MÁXIMO = 52.43 Kg/cm<sup>2</sup>  
 fm MÁXIMO CORREGIDO = 50.02 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MÓDULO DE ELASTICIDAD = 25009.47 Kg/cm<sup>2</sup>

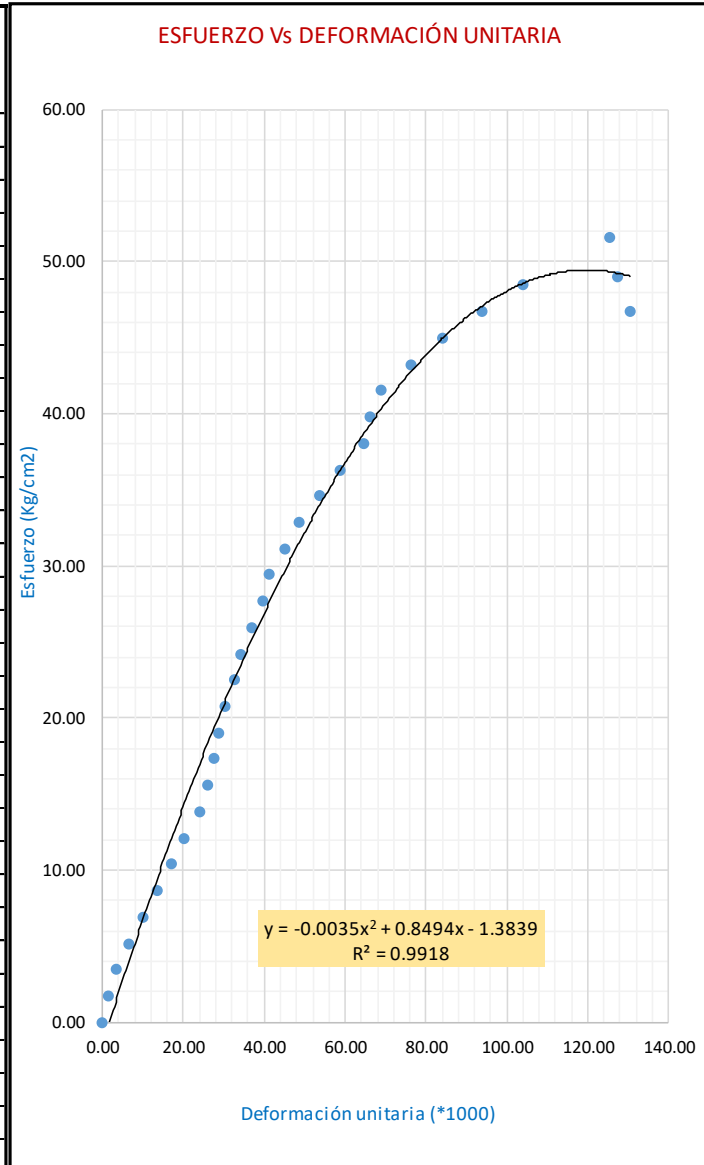
*Fuente: elaboración propia*

**INTERPRETACION:** Para la pila ensayada a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 15150.00 Kg, teniendo una deformación de 6.12 mm y un esfuerzo de rotura de 52.43 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE PILAS DE LADRILLO**

Altura (cm) = 59.7      Longitud (cm) = 21.5      Ancho (cm) = 12.5      Esbeltez = 3.5  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 268.75      Código = P-04      Edad = 28 días      Factor de corrección = 0.93

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia corregida por esbeltez (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00
500.00	0.10	1.68	1.73
1000.00	0.20	3.35	3.46
1500.00	0.40	6.70	5.19
2000.00	0.60	10.05	6.92
2500.00	0.80	13.40	8.65
3000.00	1.01	16.92	10.38
3500.00	1.21	20.27	12.11
4000.00	1.45	24.29	13.84
4500.00	1.55	25.96	15.57
5000.00	1.65	27.64	17.30
5500.00	1.72	28.81	19.03
6000.00	1.81	30.32	20.76
6500.00	1.96	32.83	22.49
7000.00	2.05	34.34	24.22
7500.00	2.21	37.02	25.95
8000.00	2.38	39.87	27.68
8500.00	2.46	41.21	29.41
9000.00	2.70	45.23	31.14
9500.00	2.90	48.58	32.87
10000.00	3.22	53.94	34.60
10500.00	3.51	58.79	36.33
11000.00	3.85	64.49	38.07
11500.00	3.96	66.33	39.80
12000.00	4.12	69.01	41.53
12500.00	4.55	76.21	43.26
13000.00	5.02	84.09	44.99
13500.00	5.60	93.80	46.72
14000.00	6.20	103.85	48.45
<b>14900.00</b>	<b>7.50</b>	<b>125.63</b>	<b>51.56</b>
14150.00	7.60	127.30	48.97
13500.00	7.79	130.49	46.72



fm MÁXIMO = 51.56 Kg/cm<sup>2</sup>  
 fm MÁXIMO CORREGIDO = 50.03 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MÓDULO DE ELASTICIDAD = 25013.76 Kg/cm<sup>2</sup>

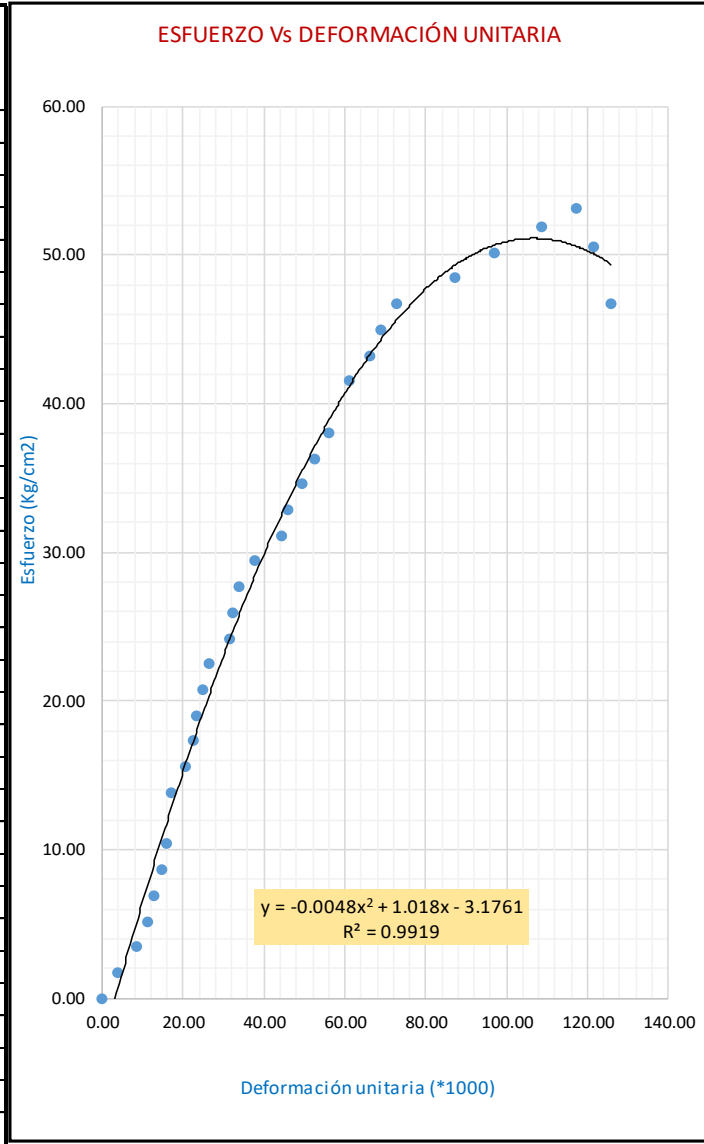
*Fuente: elaboración propia*

**INTERPRETACION:** Para la pila ensayada a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 14900.00 Kg, teniendo una deformación de 7.50 mm y un esfuerzo de rotura de 51.56 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE PILAS DE LADRILLO**

Altura (cm) = 59.7      Longitud (cm) = 21.5      Ancho (cm) = 12.5      Esbeltez = 3.5  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 268.75      Código = P-05      Edad = 28 días      Factor de corrección = 0.93

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia corregida por esbeltez (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00
500.00	0.22	3.69	1.73
1000.00	0.52	8.71	3.46
1500.00	0.67	11.22	5.19
2000.00	0.77	12.90	6.92
2500.00	0.88	14.74	8.65
3000.00	0.96	16.08	10.38
4000.00	1.03	17.25	13.84
4500.00	1.23	20.60	15.57
5000.00	1.35	22.61	17.30
5500.00	1.39	23.28	19.03
6000.00	1.49	24.96	20.76
6500.00	1.58	26.47	22.49
7000.00	1.89	31.66	24.22
7500.00	1.93	32.33	25.95
8000.00	2.02	33.84	27.68
8500.00	2.25	37.69	29.41
9000.00	2.65	44.39	31.14
9500.00	2.75	46.06	32.87
10000.00	2.96	49.58	34.60
10500.00	3.15	52.76	36.33
11000.00	3.35	56.11	38.07
12000.00	3.65	61.14	41.53
12500.00	3.96	66.33	43.26
13000.00	4.12	69.01	44.99
13500.00	4.35	72.86	46.72
14000.00	5.20	87.10	48.45
14500.00	5.80	97.15	50.18
15000.00	6.50	108.88	51.91
<b>15350.00</b>	<b>7.00</b>	<b>117.25</b>	<b>53.12</b>
14600.00	7.25	121.44	50.52
13500.00	7.52	125.96	46.72



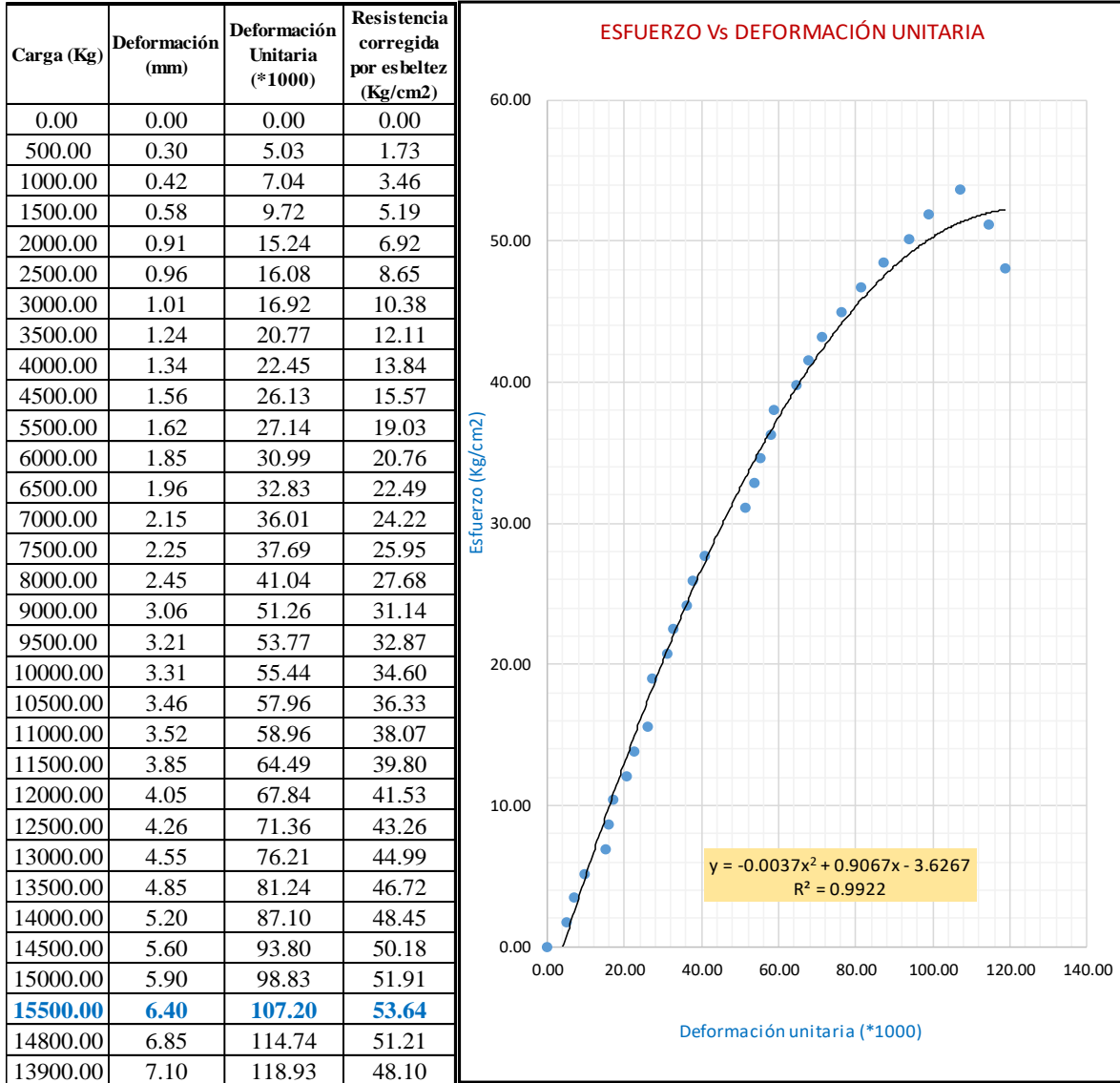
fm MÁXIMO = 53.12 Kg/cm<sup>2</sup>  
 fm MÁXIMO CORREGIDO = 49.81 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MÓDULO DE ELASTICIDAD = 24903.37 Kg/cm<sup>2</sup>

*Fuente: elaboración propia*

**INTERPRETACION:** Para la pila ensayada a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 15350.00 Kg, teniendo una deformación de 7.00 mm y un esfuerzo de rotura de 53.12 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE PILAS DE LADRILLO**

Altura (cm) = 59.7      Longitud (cm) = 21.5      Ancho (cm) = 12.5      Esbeltez = 3.5  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 268.75      Código = P-06      Edad = 28 días      Factor de corrección = 0.93



fm MÁXIMO = 53.64 Kg/cm<sup>2</sup>  
 fm MÁXIMO CORREGIDO = 51.45 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MÓDULO DE ELASTICIDAD = 25726.03 Kg/cm<sup>2</sup>

*Fuente: elaboración propia*

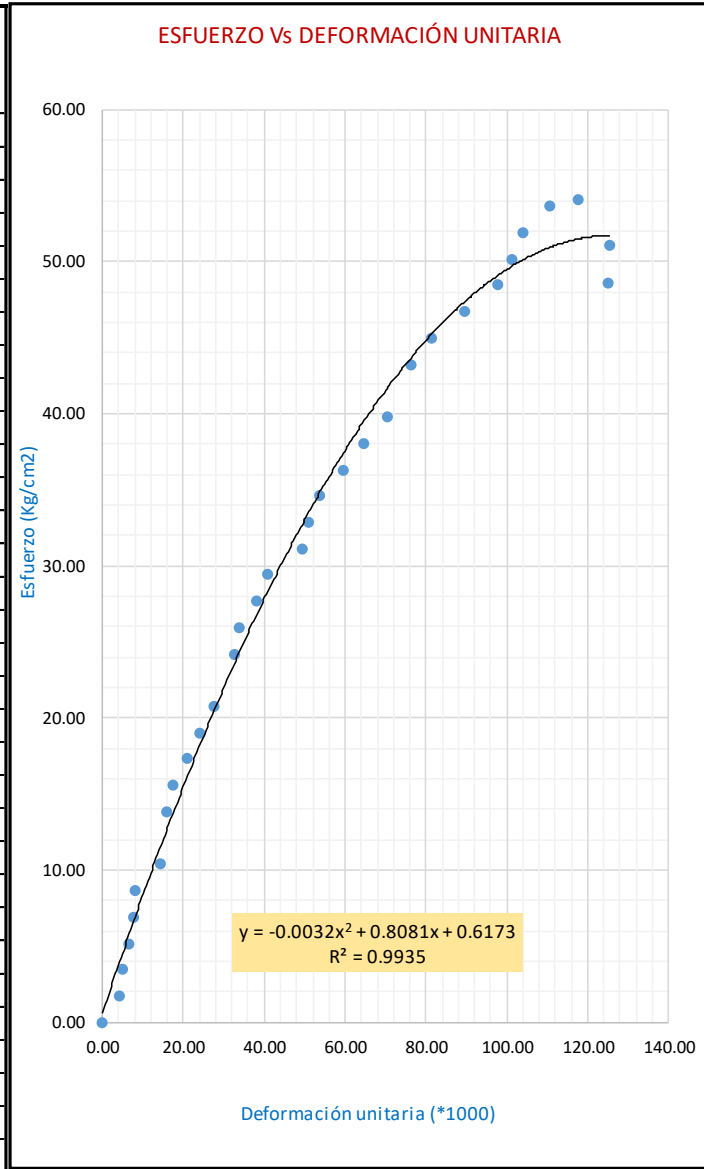
**INTERPRETACION:** Para la pila ensayada a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 15500.00 Kg, teniendo una deformación de 6.40 mm y un esfuerzo de rotura de 53.64 kg/cm<sup>2</sup>.



**ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE PILAS DE LADRILLO**

Altura (cm) = 59.7      Longitud (cm) = 21.5      Ancho (cm) = 12.5      Esbeltez = 3.5  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 268.75      Código = P-07      Edad = 28 días      Factor de corrección = 0.93

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia corregida por esbeltez (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00
500.00	0.25	4.19	1.73
1000.00	0.30	5.03	3.46
1500.00	0.40	6.70	5.19
2000.00	0.46	7.71	6.92
2500.00	0.49	8.21	8.65
3000.00	0.85	14.24	10.38
4000.00	0.96	16.08	13.84
4500.00	1.05	17.59	15.57
5000.00	1.25	20.94	17.30
5500.00	1.45	24.29	19.03
6000.00	1.65	27.64	20.76
7000.00	1.96	32.83	24.22
7500.00	2.02	33.84	25.95
8000.00	2.28	38.19	27.68
8500.00	2.45	41.04	29.41
9000.00	2.96	49.58	31.14
9500.00	3.05	51.09	32.87
10000.00	3.20	53.60	34.60
10500.00	3.55	59.46	36.33
11000.00	3.85	64.49	38.07
11500.00	4.20	70.35	39.80
12500.00	4.55	76.21	43.26
13000.00	4.85	81.24	44.99
13500.00	5.35	89.61	46.72
14000.00	5.85	97.99	48.45
14500.00	6.05	101.34	50.18
15000.00	6.20	103.85	51.91
15500.00	6.60	110.55	53.64
<b>15640.00</b>	<b>7.02</b>	<b>117.59</b>	<b>54.12</b>
14750.00	7.50	125.63	51.04
14050.00	7.46	124.96	48.62



fm MÁXIMO = 54.12 Kg/cm<sup>2</sup>  
 fm MÁXIMO CORREGIDO = 51.35 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MÓDULO DE ELASTICIDAD = 25674.90 Kg/cm<sup>2</sup>

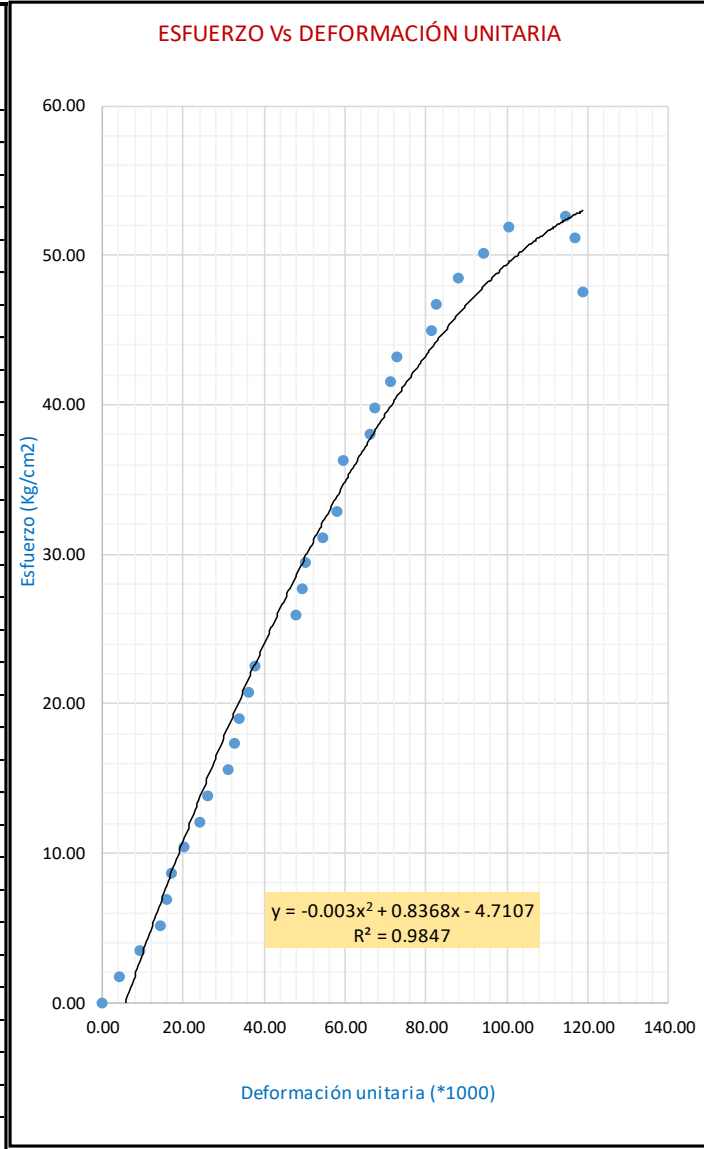
*Fuente: elaboración propia*

**INTERPRETACION:** Para la pila ensayada a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 15640.00 Kg, teniendo una deformación de 7.02 mm y un esfuerzo de rotura de 54.12 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE PILAS DE LADRILLO**

Altura (cm) = 59.7      Longitud (cm) = 21.5      Ancho (cm) = 12.5      Esbeltez = 3.5  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 268.75      Código = P-08      Edad = 28 días      Factor de corrección = 0.93

Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (*1000)	Resistencia corregida por esbeltez (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00
500.00	0.25	4.19	1.73
1000.00	0.55	9.21	3.46
1500.00	0.85	14.24	5.19
2000.00	0.96	16.08	6.92
2500.00	1.01	16.92	8.65
3000.00	1.21	20.27	10.38
3500.00	1.45	24.29	12.11
4000.00	1.55	25.96	13.84
4500.00	1.85	30.99	15.57
5000.00	1.96	32.83	17.30
5500.00	2.01	33.67	19.03
6000.00	2.15	36.01	20.76
6500.00	2.26	37.86	22.49
7500.00	2.85	47.74	25.95
8000.00	2.96	49.58	27.68
8500.00	3.01	50.42	29.41
9000.00	3.25	54.44	31.14
9500.00	3.46	57.96	32.87
10500.00	3.55	59.46	36.33
11000.00	3.96	66.33	38.07
11500.00	4.02	67.34	39.80
12000.00	4.26	71.36	41.53
12500.00	4.35	72.86	43.26
13000.00	4.85	81.24	44.99
13500.00	4.92	82.41	46.72
14000.00	5.25	87.94	48.45
14500.00	5.62	94.14	50.18
15000.00	6.01	100.67	51.91
<b>15200.00</b>	<b>6.85</b>	<b>114.74</b>	<b>52.60</b>
14800.00	6.99	117.09	51.21
13750.00	7.10	118.93	47.58



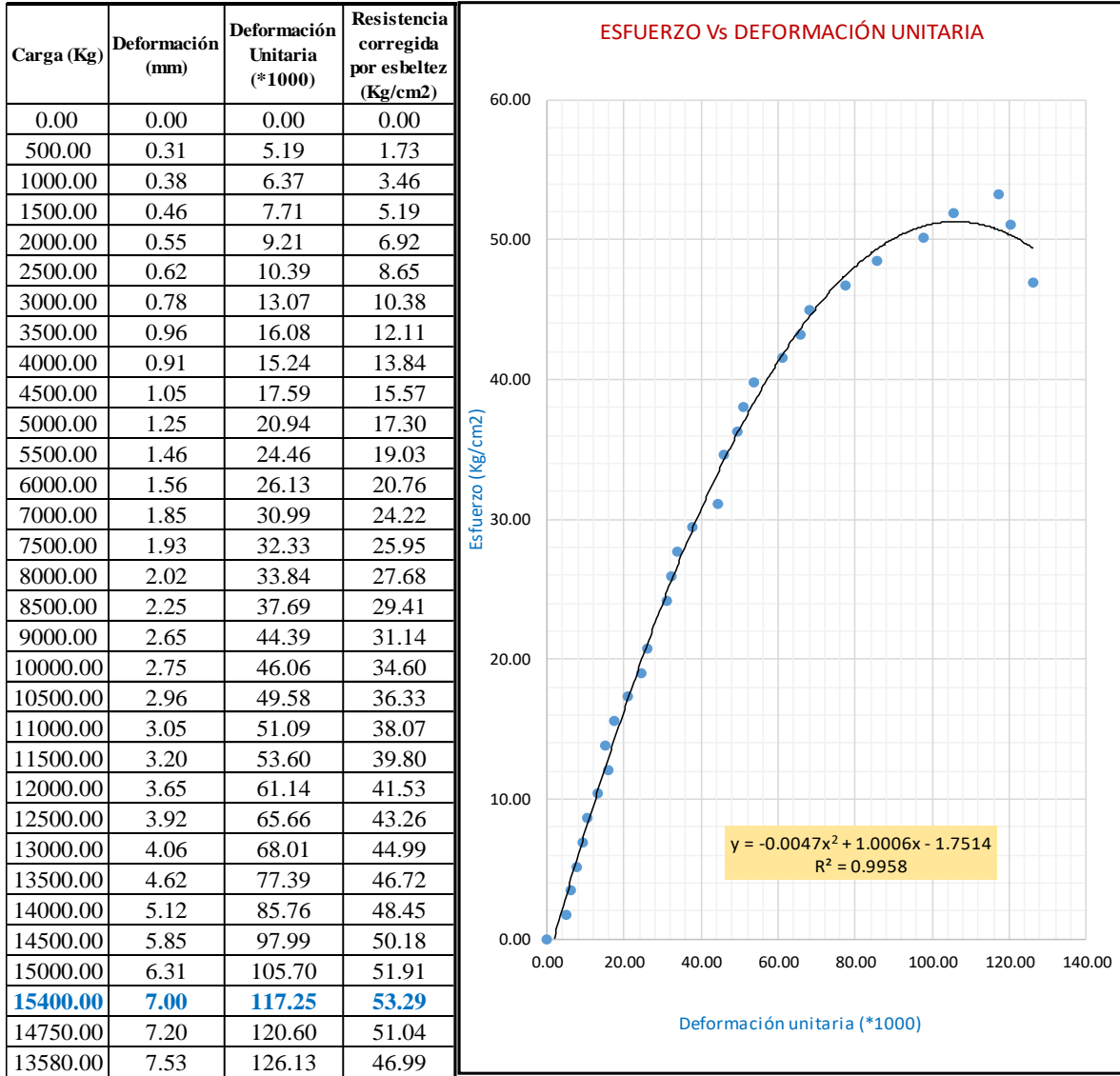
fm MÁXIMO = 52.60 Kg/cm<sup>2</sup>  
 fm MÁXIMO CORREGIDO = 52.56 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MÓDULO DE ELASTICIDAD = 26280.81 Kg/cm<sup>2</sup>

*Fuente: elaboración propia*

**INTERPRETACION:** Para la pila ensayada a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 15200.00 Kg, teniendo una deformación de 6.85 mm y un esfuerzo de rotura de 52.60 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE PILAS DE LADRILLO**

Altura (cm) = 59.7      Longitud (cm) = 21.5      Ancho (cm) = 12.5      Esbeltez = 3.5  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 268.75      Código = P - 09      Edad = 28 días      Factor de corrección = 0.93



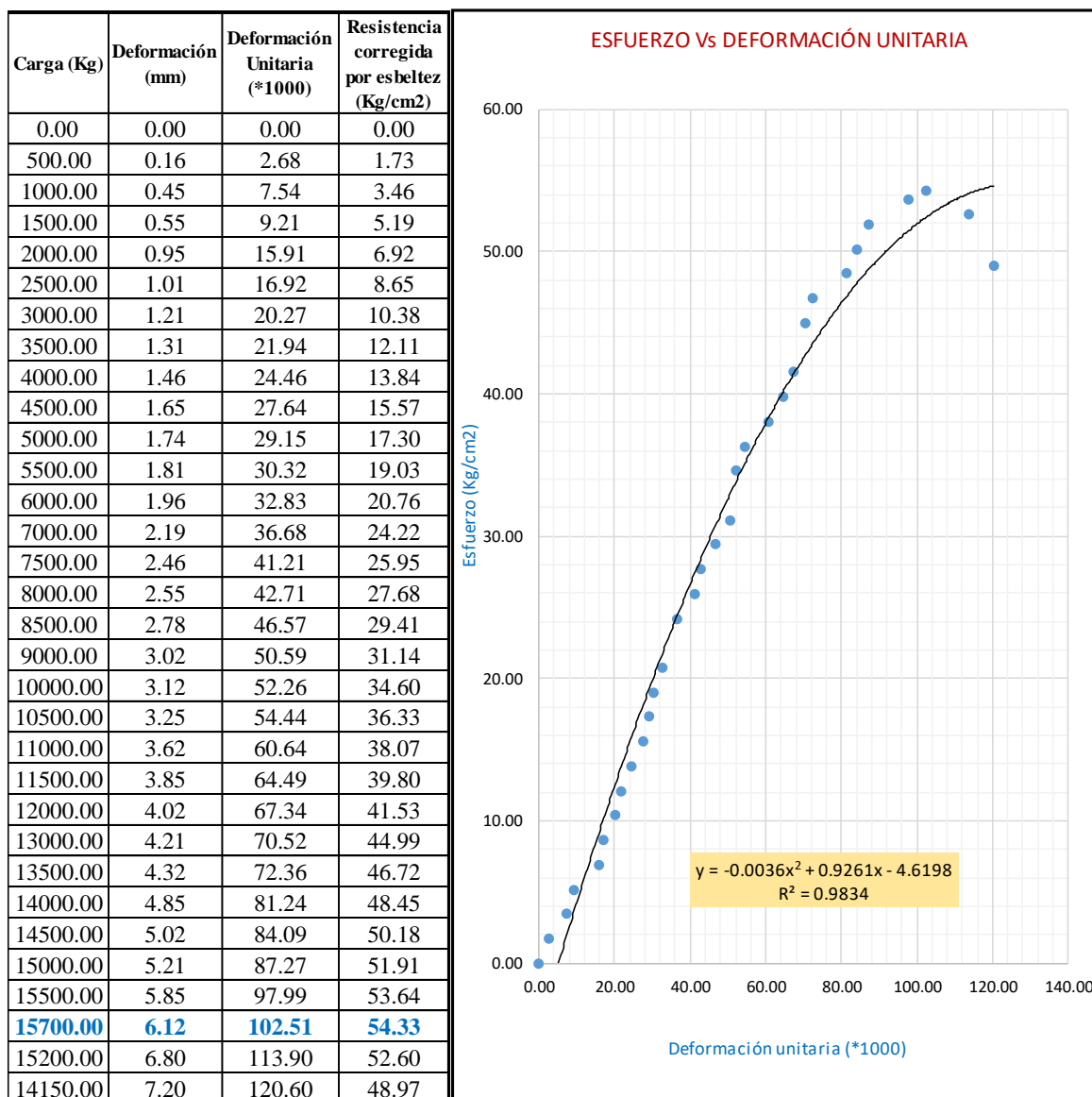
fm MÁXIMO = 53.29 Kg/cm<sup>2</sup>  
 fm MÁXIMO CORREGIDO = 50.76 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MÓDULO DE ELASTICIDAD = 25380.59 Kg/cm<sup>2</sup>

*Fuente: elaboración propia*

**INTERPRETACION:** Para la pila ensayada a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 15400.00 Kg, teniendo una deformación de 7.00 mm y un esfuerzo de rotura de 53.29 kg/cm<sup>2</sup>.

**ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE PILAS DE LADRILLO**

Altura (cm) = 59.7      Longitud (cm) = 21.5      Ancho (cm) = 12.5      Esbeltez = 3.5  
 Área (cm<sup>2</sup>) = 268.75      Código = P - 10      Edad = 28 días      Factor de corrección = 0.93



fm MÁXIMO = 54.33 Kg/cm<sup>2</sup>  
 fm MÁXIMO CORREGIDO = 53.35 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MÓDULO DE ELASTICIDAD = 26674.44 Kg/cm<sup>2</sup>

*Fuente: elaboración propia*

**INTERPRETACION:** Para la pila ensayada a los 28 días, se observa que la carga máxima es de 15700.00 Kg, teniendo una deformación de 6.80 mm y un esfuerzo de rotura de 52.60 kg/cm<sup>2</sup>.

## ANEXO 9. Resistencias características de albañilería

TABLA 9 (**) RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa ( kg / cm <sup>2</sup> )				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD $f'_b$	PILAS $f'_m$	MURETES $v'_m$
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

(\*) Utilizados para la construcción de Muros Armados.

(\*\*) El valor  $f'_b$  se proporciona sobre área bruta en unidades vacías (sin grout), mientras que las celdas de las pilas y muretes están totalmente rellenas con grout de  $f'_c = 13,72 \text{ MPa}$  (140 kg/cm<sup>2</sup>). El valor  $f'_m$  ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 10.

TABLA 10 FACTORES DE CORRECCIÓN DE $f'_m$ POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00



## ANEXO 10. PANEL FOTOGRÁFICO





**Imagen N°07.-** Acopio y curado de ladrillo alternativo de suelo – cemento compactado.



**Imagen N°08.-** Ensayo a compresión de ladrillo alternativo sin cocción.



**Imagen N°09.-** Traslado de agregados Cantera: Roca Fuerte.



**Imagen N°10.-** Obtención Agregado fino de la cantera “Roca Fuerte”.



**Imagen N°11.-** Tamizado de agregado fino.



**Imagen N°12.-** Realizando el test de Slump para los morteros.





**Imagen N°13.-** Aire atrapado en morteros, ensayo de la olla de Washington.



**Imagen N°14.-** Elaboración de moldes para especímenes de morteros..



**Imagen N°15.-** Especímenes de diferentes tipos de mortero.



**Imagen N°16.-** Toma de medidas de Especímenes de mortero con Bernier.



**Imagen N°17.-** Ensayo a compresión de Especímenes de morteros.





**Imagen N°18.-** Falla típica en pilas de ladrillo alternativo de suelo-cemento compactado con el óptimo mortero.



**Imagen N°19.-** Falla típica muretes de ladrillo de suelo-cemento compactado con el mortero óptimo.