



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix Profesional y Massa Dun Dun para verificar su uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo - 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Juan Valentín Vásquez Aguilar

Jose Michael Angulo Leiva

Asesor:

Mg. Ing. Gonzalo Hugo Díaz García

Trujillo - Perú

2020

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, por haberme dado la fortaleza, salud y sabiduría para enfrentar mis metas, a mi madre que creyó en mí, que no dudó en darme todo su apoyo y confianza, a mi esposa por sus palabras de aliento y mi inspiración, a mis hijos que son el motor de mi vida para seguir adelante y así ellos sigan mi camino, a mis hermanos por su amor y atención en cada paso que doy y a toda mi familia que los amo muchísimo, a todos ellos muchas gracias.

***Jose Michael Angulo Leiva.***

Dedico este trabajo a mis familiares, docentes y amigos. Su respaldo ha sido importante para dedicarme a terminar esta meta académica. Han sido muchas horas que le hemos arrebatado para dedicarlas a nuestros estudios y desarrollo de tesis. Horas que serán recompensadas con el fruto de nuestro trabajo.

Madre en especial te dedico a ti esta tesis gracias por tu esfuerzo, apoyo y paciencia:

***Juan Valentín Vásquez Aguilar.***

## AGRADECIMIENTO

Principalmente agradecemos a Dios por habernos permitido realizar nuestros sueños, agradecemos la labor de nuestros docentes que han abordado sus clases con la experiencia de en nuestra profesión y en su especialidad. Agradezco a nuestros compañeros de estudios, porque han sido un componente importante en nuestra formación y ahora representan una red colaborativa que nos beneficia. ¡Gracias colegas ;

## Tabla de Contenidos

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
1.1. Realidad Problemática .....	8
1.2. Formulación del Problema .....	14
1.3. Justificación.....	14
1.4. Limitaciones.....	15
1.5. Objetivos.....	16
1.5.1. Objetivo General.....	16
1.5.2. Objetivos Específicos.....	16
1.6. Hipótesis.....	16
1.6.1. Hipótesis General.....	16
1.6.2. Hipótesis Especifica .....	16
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>18</b>
2.2.1. Población:.....	18
2.2.2. Muestra:.....	18
2.2.3. Técnica:.....	19
2.2.4. Instrumentos:.....	20
2.2.5. Métodos:.....	20
2.3. Variables .....	21
2.3.1. Tipos de Variables .....	21
2.3.2. Mortero convencional .....	23
2.3.3. Mortero seco Rapimix de Cemento Pacasmayo .....	26
2.3.4. Mortero polimérico Massa Dun Dun.....	27
2.3.5. Elaboración y compresión axial de pilas y a corte en muretes: .....	27
2.3.6. Elaboración de especímenes y ensayos de mortero: .....	28
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
3.1. Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería: .....	29
3.1.1. Variabilidad dimensional:.....	29
3.1.2. Alabeo:.....	30
3.1.3. Absorción:.....	31
3.1.4. Porcentaje de vacíos: .....	31
3.1.5. Resistencia a la compresión de la unidad ( $f'_{b}$ ) .....	32
3.1.6. Clasificación de la unidad de albañilería: .....	33
3.2. Ensayos de caracterización del agregado fino (arena gruesa) .....	33
3.2.1. Contenido de humedad: .....	33
3.2.2. Peso Específico:.....	33
3.2.3. Porcentaje de absorción:.....	34
3.2.4. Peso unitario:.....	34
3.2.5. Análisis Granulométrico:.....	36

3.3.	Ensayo de compresión en pilas: .....	38
3.4.	Ensayo de compresión diagonal en muretes (vím). .....	41
3.5.	Ensayos de compresión de cubos de mortero: .....	44
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>		<b>46</b>
4.1.	Discusión .....	46
4.1.1.	<i>Análisis comparativo de resultados en pilas con distintos morteros, respecto al espécimen patrón: .....</i>	<i>46</i>
4.1.2.	<i>Análisis comparativo de ensayos en muretes con distintos morteros:.....</i>	<i>50</i>
4.1.3.	<i>Análisis comparativo de ensayos en cubos de mortero: .....</i>	<i>53</i>
4.2.	Conclusiones.....	56
4.3.	Recomendaciones: .....	57
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>58</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>59</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Proporciones para cada tipo de mortero. ....	10
<b>Tabla 2.</b> Resistencias características de la albañilería.....	11
<b>Tabla 3.</b> Ventajas que cada producto ofrece. ....	12
<b>Tabla 4.</b> Características generales del mortero Massa Dun Dun y Rapimix. ....	13
<b>Tabla 5:</b> Cantidad de Especímenes por Ensayo .....	19
<b>Tabla 6:</b> Operalización de las Variables. ....	22
<b>Tabla 7:</b> Clase de unidad de albañilería para fines estructurales. ....	24
<b>Tabla 8:</b> Granulometría de la arena gruesa. ....	26
<b>Tabla 9:</b> Resistencias características de la albañilería (MPa) .....	27
<b>Tabla 10:</b> Reporte de medidas para el ensayo de variación dimensional. ....	30
<b>Tabla 11:</b> Reporte de medidas para el alabeo .....	30
<b>Tabla 12:</b> Resultados del ensayo de alabeo más desfavorable. ....	31
<b>Tabla 13:</b> Resultados del ensayo de absorción registrada. ....	31
<b>Tabla 14:</b> Resultados del ensayo de porcentaje de vacíos de las unidades de albañilería. ....	32
<b>Tabla 15:</b> Resultados del ensayo a la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería	32
<b>Tabla 16:</b> Clasificación de las unidades de albañilería utilizadas en el trabajo de investigación.....	33
<b>Tabla 17:</b> Resultados del ensayo de contenido de humedad del agregado fino.....	33
<b>Tabla 18:</b> Resultados del ensayo de peso específico del agregado fino .....	34
<b>Tabla 19:</b> Resultados del ensayo de porcentaje de absorción del agregado fino.....	34
<b>Tabla 20:</b> Resultados del ensayo de PUSC del agregado fino .....	35
<b>Tabla 21:</b> Resultados del ensayo de PUSC del agregado fino .....	35
<b>Tabla 22:</b> Resultado del ensayo granulométrico del agregado fino .....	36
<b>Tabla 23:</b> Datos de las pilas elaboradas con mortero tradicional.....	38
<b>Tabla 24:</b> Datos de las pilas elaboradas con mortero Rapimix .....	39
<b>Tabla 25:</b> Datos de las pilas elaboradas con Massa Dun-Dun.....	40
<b>Tabla 26:</b> Datos de los muretes elaboradas con mortero tradicional .....	41
<b>Tabla 27:</b> Datos de los muretes elaboradas con mortero seco Rapimix.....	42
<b>Tabla 28:</b> Datos de los muretes elaboradas con Massa Dun-Dun.....	43
<b>Tabla 29:</b> Resultados del ensayo a compresión a cubos elaborados con mortero tradicional .....	44
<b>Tabla 30:</b> Resultados del ensayo a compresión a cubos elaborados con mortero seco predosificado .....	45
<b>Tabla 31:</b> Resumen de resultados y comparación porcentual de $f'm$ en pilas .....	46
<b>Tabla 32:</b> Relación de la resistencia prisma ( $f'm$ ) vs ladrillo ( $f'b$ ).....	47
Tabla 33: Relación $f'm / f'b$ con otros materiales de juntas.....	47
<b>Tabla 34:</b> Comparación porcentual con espécimen patrón del $v'm$ .....	50
<b>Tabla 35:</b> Comparación porcentual con valor normativo del $v'm$ .....	51
<b>Tabla 36:</b> Comparación de resultados $f'm$ vs $v'm$ .....	51
<b>Tabla 37:</b> Resultados comparativos de $f'c$ de cubos con mortero convencional y Rapimix .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Captura de la ficha técnica del producto Rapimix Profesional.....	9
<b>Figura 2.</b> Construcción de muros de albañilería con mortero Massa Dun Dun .....	14
<b>Figura 3.</b> Bosquejo resumen del procedimiento.....	23
<b>Figura 4.</b> Grafica de resultados del ensayo de granulometría. ....	37
<b>Figura 5.</b> Desempeño de la resistencia a la compresión en cubos elaborados con M. tradicional	44
<b>Figura 6.</b> Desempeño de la resistencia a la compresión en cubos elaborados con M. seco predosificado .....	45
<b>Figura 7.</b> Barras comparativas de los resultados de $f'm$ en pilas. ....	46
<b>Figura 8.</b> Esquema radial para mostrar la desviación de los resultados con distintos morteros respecto al normativo .....	47
<b>Figura 9.</b> Comparación de resultados $f'm/f'b$ de distintos materiales de juntas. ....	48
<b>Figura 10.</b> Vista frontal y perfil de la generación de grietas en los ladrillos .....	48
<b>Figura 11.</b> Diagrama comparativo del $v'm$ con distintos morteros.....	50
<b>Figura 12.</b> Gráfica comparativa de los valores de $v'm$ en muretes con distinto mortero. ....	51
<b>Figura 14.</b> Curvas de obtención de resistencia en el tiempo $f'c$ mortero convencional vs Rapimix. Barras porcentuales que muestra la variación positiva del mortero Rapimix sobre el porcentual ..	54
<b>Figura 15.</b> Esquema radial comparativo entre los $f'c$ de cubos de mortero convencional y Rapimix .....	54
<b>Figura 16.</b> Esfuerzo en el ladrillo y en el mortero por efecto de la carga unitaria uniaxial.....	55

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objeto verificar el uso estructural en albañilería confinada de dos morteros que están creciendo en cuanto a su aplicación en el mercado de la construcción de la ciudad de Chiclayo: Rapimix Profesional y Massa Dun Dun. Para ello se ha evaluado la unidad de albañilería, realizando los ensayos que indica la norma y que en base a los resultados se ha clasificado como tipo IV. El agregado extraído de la cantera La Victoria cumple con las propiedades físicas y granulometría que exige la normativa.

Con las componentes seleccionadas se ha construido especímenes patrón en pilas y muretes usando un mortero convencional de dosificación 1:4, para que las propiedades mecánicas de  $f'm$  y  $v'm$  sean comparadas con pilas y muretes donde se use los morteros Rapimix y Massa Dun Dun.

Después de realizar los ensayos en las muestras se obtuvo resultados positivos para el uso del mortero Rapimix, el cual ha demostrado superar los valores de  $f'm$  y  $v'm$  de la norma E-070 (tabla 09) en un 21% y 16% respectivamente, por lo que se verifica su uso estructural en el sistema de albañilería confinada.

Respecto al uso del mortero Massa Dun Dun, los resultados demostraron los valores de  $f'm$  y  $v'm$ , están por debajo de los valores normativos de la E-070, en un 42% y 48.5% respectivamente, por lo que se verifica que su uso estructural no está permitido en el sistema de albañilería confinada.

Es apremiante que profesionales del mercado local de la construcción evalúen el uso de estos morteros antes de ser considerados en los proyectos de edificaciones.

**Palabras clave:** (albañilería confinada, compresión uniaxial,  $f'm$ ,  $v'm$ , ladrillos, pilas, muretes)

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Actualmente, con el fin de reducir tiempos, se reemplaza el mortero convencional con otras opciones alternativas que asegura la reducción del tiempo en la construcción de muros. La promoción y publicidad de dichas opciones aseguran un buen comportamiento estructural de los muros y promueve a profesionales de la Construcción su uso para obtener los beneficios que ofrecen (ver figura 1), ignorando si realmente es seguro los resultados esperados.

**Figura 1.** Captura de la ficha técnica del producto Rapimix Profesional



**Fuente:** Información extraída de la página web: [cementopacasmayo.com.pe](http://cementopacasmayo.com.pe).

La normativa peruana indica que la conexión entre las unidades de albañilería es importante para asegurar un buen comportamiento estructural de los muros ante sismos (E070\_SENCICO, 2006), por lo que es menester verificar y comprobar si estas opciones aplican muy bien en el uso estructural de muros de albañilería e igualan o superan al mortero convencional.

Según (Gallegos, 2005)

*La albañilería es un material estructural compuesto, que, en su forma tradicional, está integrado por unidades asentadas con mortero... la resistencia a la tracción*

*es reducida y está controlada por la adhesión entre la unidad y el mortero de acuerdo a la norma E-070.*

El uso desmedido en muros de naturaleza estructural con la aplicación de este tipo de morteros, podría desmerecer su uso si es que se confirma que no satisface las condiciones de la norma E-070, cuando el sistema estructural usado sea albañilería confinada, es decir, el muro de albañilería es el elemento portante de cargas y responsable de resistir las cargas sísmicas, para lo cual la norma exige el cumplimiento de especificaciones para el mortero. No obstante, la norma E-070 no especifica la cantidad de agua que debe tener y mantener el mortero en la albañilería.

Según (E070\_SENCICO, 2006):

**MORTERO:**

*El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado.*

En cuanto a sus componentes los materiales aglomerantes del mortero convencional deben ser cemento Portland tipo I y II que cumplan con la NTP 334.009 y arena gruesa natural como agregado fino, siempre que cumpla con la granulometría que se detalla en la tabla N° 03 de la norma E-070. Los morteros se clasifican en tipo P usado en muros portantes y NP, en muros no portantes. De acuerdo al tipo de uso de los muros se debe respetar las proporciones que indica la norma para sus componentes.

**Tabla 1.** Proporciones para cada tipo de mortero.

<b>TIPOS DE MORTERO</b>				
<b>COMPONENTES</b>				<b>USOS</b>
<b>TIPO</b>	<b>CEMENTO</b>	<b>CAL</b>	<b>ARENA</b>	
P1	1	0 a 1/4	De 3 a 3 1/2	Muros portantes
P2	1	0 a 1/2	De 4 a 5	Muros portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros no portantes

**Fuente:** Extraída de la norma E-070 (tabla N° 04)

Según (Bartolomé, 2005)

*Es importante que la arena tenga poco polvo para evitar el fraguado rápido de la mezcla, ya que al endurecer el mortero disminuiría su adherencia con la unidad inmediata superior. En caso la arena tuviese mucho polvo, se sugiere tamizarla a través de la malla No 200. También es importante que la arena presente una granulometría variada, ya que cuando esta es uniforme, difícilmente el material cementante podrá rellenar los espacios entre partículas, formándose un mortero poco resistente contra el intemperismo.*

La norma indica la aceptación de otras composiciones de mortero o alternativas usadas como tal, siempre y cuando los ensayos de pilas y muretes proporcionen resistencias iguales o mayores a las especificadas en los planos y asegure durabilidad de la albañilería, es decir, que la aplicación sobre unidades aceptables en especímenes de ensayos aseguren las propiedades mecánicas  $f'm$  y  $v'm$  que la norma exige (ver tabla 02). (E070\_SENCICO, 2006)

**Tabla 2.** Resistencias características de la albañilería

Materia prima	Denominación	Pilas ( $f'm$ )	Muretes ( $v'm$ )
Arcilla	King Kong industrial	65 kg/cm <sup>2</sup>	8.1 kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Información extraída de la tabla N° 09. Norma E070.

De las citas indicadas queda claro entonces que el mortero es importante en el comportamiento estructural del muro porque asegura las propiedades mecánicas que se especifican en la norma E-070. Habiendo asegurado esto, otras de las preocupaciones del Ingeniero Civil es la celeridad de los procesos constructivos de todo proyecto debido a que reducir el tiempo de ejecución del proyecto genera un impacto positivo en la utilidad.

Se comercializa alternativas en el mercado local que aseguran mejorar la productividad en la construcción de muros cuya demanda viene en aumento principalmente, debido al crecimiento inmobiliario, el cual, según el presidente del Comité de Análisis de Mercado de ASEI, Ricardo Arbulú, es del 9% respecto del 2018 (Mejía, 2019).

Para la presente investigación se ha elegido dos productos de uso en el mercado local y basando la elección en base a la nota indicada en el artículo 3.2.4 de la norma de albañilería E-070, el cual se cita a continuación (E070\_SENCICO, 2006):

*Se podrán emplear otras composiciones de mortero ... o morteros industriales (embolsado o premezclado), siempre y cuando los ensayos de pilas y muretes proporcionen resistencias iguales o mayores a las especificadas en los planos.*

Los productos elegidos son Massa Dun Dun que representa otra composición de mortero, tal como lo etiqueta la norma y, Rapimix Profesional, el cual es un producto de Cemento Pacasmayo, que es un mortero industrial envasado y premezclado; ambos se comercializan en el mercado local y ofrecen las siguientes ventajas:

**Tabla 3.** Ventajas que cada producto ofrece.

<b>Mortero Massa Dun Dun (Conte Group SAC)</b>	<b>Mortero Rapimix (Cemento Pacasmayo)</b>
Alto rendimiento en obra (20 veces más que el mortero tradicional)	Mayor rendimiento del producto y mano de obra.
Mayor productividad (Se construye muros 3 veces más rápido)	Excelente trabajabilidad y mayor plasticidad.
Menos mano de obra (Rendimiento: 36m <sup>2</sup> /8 h)	Mezcla homogénea, lista para adicionar agua.
Menos costo de transporte	Fácil transporte y manipuleo.
Aislante de humedad	Menos desperdicio
Menos costo	Dosificación controlada

**Fuente:** Información obtenida de la página web de cada uno de los proveedores. (Cemento Pacasmayo, 2020)

Adicionalmente, el siguiente cuadro muestra una información sintética de cada uno de los productos:

**Tabla 4.** Características generales del mortero Massa Dun Dun y Rapimix.

	<b>Massa Dun Dun</b>	<b>Rapimix</b>
<b>Característica</b>	Massa adhesiva en base a resina polimérica.	Mortero de albañilería seca y embolsada.
<b>Limitación en su uso</b>	No Muros portantes*	No Muros portantes*
<b>Aplicación en unidades</b>	Arcilla, concreto y sílice	Arcilla, concreto y sílice
<b>Condición de la superficie</b>	Limpia, libre de grasa y polvo. Ligeramente húmeda.	Limpia, libre de grasa y polvo. Ligeramente húmeda.
<b>Dosificación de uso</b>	2 cordones de 1 m de diámetro sobre superficie horizontal y continua. En juntas verticales no es necesario su uso.	Aplicar sobre la superficie neta de la unidad de albañilería.
<b>Juntas</b>	Horizontal: 1 – 3 mm Vertical: No es necesario. Primera junta: con mortero convencional.	De 1 a 1.5 cm en juntas horizontales y verticales.
<b>Altura en primera jornada de trabajo</b>	Hasta 3 m	Hasta 1.30m, de acuerdo a norma.

**Fuente:** Información obtenida de las fichas técnicas oficiales de cada producto publicadas en su página web del proveedor. (CENTRO GROUP SAC, 2018)

En la tabla 4 se detalla que la limitación de uso de este tipo de morteros, de acuerdo a fichas técnicas oficiales (Anexo 14, imagen 54) indica que el uso de ambos está limitado a muros no estructurales. No obstante, los investigadores han detectado de forma visual la aplicación de estos morteros en muros estructurales, en proyectos actuales en Trujillo y Chiclayo. Es necesario indicar que esta afirmación carece de las evidencias que una investigación requiere, debido a que no se ha autorizado la publicación de información e imágenes de los proyectos en donde se ha detectado esta mala práctica.

Existe incluso una desinformación o tal vez, información errática sobre el uso de estos morteros, debido a que entidades no autorizadas, para validar su uso, promueven la aplicación del producto en la albañilería. Por ejemplo, la siguiente imagen muestra la publicación de la promoción publicitaria de la marca en una revista nacional. Los muros de cercos, en el caso de sismos severos, soportan cargas perpendiculares a su plano. En este ejemplo, la estabilidad del muro depende de mantener la adherencia en la unión de la unidad

de albañilería con el mortero, debido a que está se comportará como una viga simplemente apoyada y estará sometida a flexión.

**Figura 2.** Construcción de muros de albañilería con mortero Massa Dun Dun



**Fuente:** Información de la publicidad en (COSTOS, 2018)

Sin embargo, partimos de esa experiencia visual para poner a prueba ambos morteros en condiciones estructurales ensayados sobre especímenes de pilas y muretes para verificar el uso estructural en albañilería con unidades de arcilla industrial usando como aglomerante mortero no convencional. Es necesario, considerar trabajos de tesis que se asemejen al objetivo de la presente investigación para contrastar los resultados de dichos trabajos con la presente investigación.

Según (Vargas, 2017) en su investigación, que tuvo como objetivo comparar las propiedades mecánicas en pilas y muretes de albañilería elaborado con mortero convencional y no convencional a base de polímeros (Massa Dun Dun y Argamassa para Bloco), concluyó que con el mortero polimérico Massa Dun Dun se alcanza bajas resistencias a la compresión establecidas por el mortero patrón a los 21 y 28 días , siendo este del rango del 54% en unidades de arcilla sólida (tipo V), 60% en unidades de arcilla hueca (kk 18 huecos) y del 60% en unidades no estructurales (Pandereta).

Según (Miñano, 2019) en su investigación, que tuvo como objetivo comparar las propiedades mecánicas albañilería elaborado con mortero convencional y mortero Massa Dun Dun,

concluyó que, al ensayar probetas, los resultados obtenidos en laboratorio indican que la resistencia a la compresión axial con mortero convencional tiene una resistencia a la  $f'c = 118.16 \text{ kg/cm}^2$  y representa 32.36 veces más resistente respecto al mortero Massa Dun Dun con  $f'c = 3.65 \text{ kg/cm}^2$ . Es importante indicar que este ensayo se hizo a los 14 días. El mismo ensayo de resistencia a la compresión sobre pilas de albañilería, dio como resultados,  $f'm = 63.18 \text{ kg/cm}^2$  usando el mortero normativo y, de  $20.90 \text{ kg/cm}^2$  con el mortero Massa Dun Dun, lo que representa que el uso del primero es 2.76 veces más resistente que el mortero polimérico.

## 1.2. Formulación del problema

¿Es posible el uso estructural en albañilería confinada asentados con los morteros Rapimix Profesional y Massa Dun Dun, en la ciudad de Chiclayo?

## 1.3. Justificación

La justificación del problema desde un ámbito del criterio aplicativo o práctico es que el rubro de la construcción en la actualidad ha venido evolucionando constantemente en nuestro país y hoy en día la seguridad sísmica ha pasado a un segundo plano debido al boom de la construcción, dejando de lado el análisis del comportamiento sísmico de las edificaciones de albañilería sabiendo que esta depende principalmente del proceso constructivo así como también de la calidad de los materiales utilizados. El desafío como futuros profesionales en ingeniería civil es lograr que una edificación no produzca daños ni colapse ante la innovación de nuevos materiales. Es por ello que la presente investigación contribuirá para verificar el uso estructural en la albañilería confinada con la evaluación de las propiedades mecánicas del mortero predosificado Rapimix y mortero polimérico Massa Dun Dun, asumimos que es de vital importancia porque en ella también se corroborara si el uso de un nuevo mortero supera los estándares ya establecidos para el mortero tradicional y reglamentados en la Norma Técnica Peruana E-070, así mismo de qué manera va a contribuir en un mejor comportamiento estructural en los muros de albañilería en la ciudad de Chiclayo donde existe una mayor necesidad de mejoras en el ámbito de la construcción de viviendas y evitar que las construcciones puedan ser riesgos latentes para los usuarios.

#### 1.4. Limitaciones

La presente investigación presenta algunas limitaciones para su realización entre las cuales podemos mencionar:

- En la búsqueda de información se logró la obtención de pocos antecedentes que aporten un panorama general, igual o relacionados a lo que pretendemos investigar.
- Limitaciones económicas, debido a que el producto Massa Dun Dun tiene su punto de distribución en la ciudad de Lima, lo cual nos demandó un costo extra en su adquisición. Finalmente se realizaron más gastos que los que se tuvieron en consideración al inicio de la investigación, entre ellos el ensayo de muretes a compresión diagonal realizado en el laboratorio de materiales de la Universidad Privada Antenor Orrego de la Ciudad de Trujillo, la compra de agregados en la Cantera La Victoria, ubicada en Pátapo - Chiclayo.
- Las propiedades que se quieren evaluar se requerían de varios ensayos para poder obtener resultados exactos, sin embargo, el ensayo de resistencia a la compresión en unidades de albañilería y pilas de albañilería fueron realizados en el Laboratorio de materiales de la Universidad Privada del norte cuyos valores está condicionado a la capacidad, estado y calibración de los equipos.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Evaluar la factibilidad de uso estructural en muros de albañilería asentados con mortero Rapimix Profesional y Massa Dun Dun.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Determinar las propiedades físico-mecánicas de unidades de albañilería de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma E-070 para la construcción de pilares con mortero convencional y los morteros Rapimix Profesional y Massa Dun Dun.
- Determinar las propiedades mecánicas de la albañilería con la aplicación de mortero convencional como muestra patrón para su comparación con la aplicación de los morteros Rapimix Profesional y Massa Dun Dun.
- Determinar las propiedades mecánicas de la albañilería con la aplicación del mortero Rapimix Profesional.
- Determinar las propiedades mecánicas de la albañilería con la aplicación del mortero Massa Dun Dun.
- Comparar las propiedades mecánicas de la muestra patrón y los especímenes con el uso de los morteros Rapimix Profesional y Massa Dun Dun, para verificar su uso estructural.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general**

Es factible el uso estructural en albañilería confinada de muros de ladrillo asentados con los morteros Rapimix Profesional y Massa Dun Dun.

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

Se puede verificar el uso estructural en albañilería confinada de muros de ladrillo asentados con los morteros Rapimix Profesional y Massa Dun Dun, de acuerdo con la norma E-070.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Según su propósito, esta investigación es **APLICADA** debido a que buscan la ampliación de conocimientos que se adquieren, empleándoles y contrastándolos con la práctica. Además, es de tipo **EXPERIMENTAL** se manipulan de manera deliberada las variables que se están estudiando.

Es **TRANSVERSAL**, porque se recolectan datos con el propósito de describir las variables y analizar su comportamiento en un mismo tiempo.

Es **DESCRIPTIVA**, ya que se observa y describe los fenómenos tal y como se presentan en forma natural.

El muestreo fue el necesario. Es un método de muestreo **determinístico**, debido a que la muestra se selecciona en base a los antecedentes consultados y la norma E-070, para el caso, donde la supervisión quiere verificar el cumplimiento de las unidades en un proyecto, según el artículo 5.4 y 5.5, guiándose de la NTP 399.605 y la NTP 399.621 para la comprensión axial de pilas y comprensión diagonal de muretes, respectivamente.

### 2.2. Población y Muestra (Técnicas, instrumentos y métodos)

#### 2.2.1. Población:

Respecto a la población, en el caso de este tipo de investigación de tipo experimental, involucra a todos los muros que cumplan con las condiciones de albañilería estructural, de acuerdo con la Norma E070 – 2006.

#### 2.2.2. Muestra:

- La muestra para realizar el ensayo de resistencia a la compresión axial de morteros se realizó a 10 cubos de 5 cm x 5 cm x 5 cm. Los morteros por estudiar fueron en 05 especímenes de mortero convencional y 05 especímenes para Rapimix Profesional.
- La muestra para realizar el ensayo de resistencia a la compresión axial de pilas de albañilería estuvo constituida por 03 especímenes unidades de albañilería que cumplen con la norma (tipo macizo, marca Lark). Los testigos fueron 03 pilas de albañilería elaboradas con mortero convencional en proporción 1:4 con un espesor

junta de 1.5 cm., 03 pilas de albañilería con mortero Rapimix y 03 pilas de albañilería construidas con mortero Massa Dun Dun con un espesor de junta de 1 cm de diámetro sobre la superficie horizontal según especificaciones del fabricante. Este ensayo se realizó en el laboratorio de materiales de la Universidad Privada del Norte

- La muestra para realizar el ensayo de resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería estuvo constituida por 03 muretes de albañilería elaboradas con mortero convencional en proporción 1:4 con un espesor junta de 1.5 cm., 03 muretes de albañilería con mortero Rapimix y 03 muretes de albañilería con mortero Massa Dun Dun con un espesor de junta de 1 cm de diámetro sobre la superficie horizontal según especificaciones del fabricante. Este ensayo se realizó en el laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad Privada Antenor Orrego.
- La muestra de las unidades de albañilería de arcilla se extrajo de un lote de 50 millares, elegidos al azar, del almacén de la empresa Lark, de acuerdo a recomendación de la norma E070-2006.
- 

**Tabla 5:** Cantidad de Especímenes por Ensayo

<b>Propiedades Mecánicas</b>	<b>Esfuerzo a la compresión (<math>f'm</math>)</b>	03 pilas adheridas con mortero convencional 03 pilas adheridas con mortero Rapimix Profesional 03 pilas adheridas con Massa Dun-Dun
	<b>Esfuerzo al corte (<math>v'm</math>)</b>	03 muretes adheridos con mortero convencional 03 muretes adheridos con mortero Rapimix Profesional 03 muretes adheridos con Massa Dun-Dun

**Fuente:** Elaboración Propia

### 2.2.3. Técnica:

Se ha usado la técnica de experimentación, donde se ha manipulado intencionalmente las propiedades mecánicas de la albañilería con el uso de morteros distintos al convencional. Se ha construido unidades de experimentación para realizar ensayos de compresión axial en pilas y ensayos de compresión diagonal en muretes. La técnica de análisis de datos que

se realizará es la de estadística descriptiva, ya que se tiene una investigación de tipo y diseño no experimental y transversal - descriptiva. Se utilizarán tablas de frecuencias y gráficos estadísticos que serán procesados mediante el software de Microsoft Excel para la elaboración de las primeras se necesitará de los datos tales como el número y tipo de muestra con su respectiva descripción de su material adherente (Mortero Convencional, Rapimix Profesional y Massa Dun-Dun). Los resultados fueron registrados en instrumentos y validados por el Laboratorio de Resistencia de Materiales de la Universidad Privada del Norte.

#### **2.2.4. Instrumentos:**

Los instrumentos usados en la presenta investigación son propios del laboratorio de Resistencia de Materiales de la Universidad Privada del Norte Sede San Isidro. En el anexo 15 se presenta un certificado de validez proporcionadas por el Ing. Wesley Leonardo Carrasco jefe del Laboratorio quien nos proporcionó las hojas de fichas de datos en donde se colocarán los distintos ítems a evaluar por cada variable y unidad de estudio.

#### **2.2.5. Métodos:**

Para la ejecución de la presente tesis se realizaron los ensayos de caracterización de las propiedades físicas de las unidades de albañilería y agregado fino en el Laboratorio de Resistencia de Materiales de la Universidad Privada del Norte – Sede Trujillo.

- Determinación del análisis granulométrico del agregado fino, ASTM - C136 – NTP 400.012.
- Determinación del Diseño de mezclas de mortero 1:4 (cemento: arena), E.070 – Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Determinación de la resistencia a la compresión axial de probetas de mortero, ASTM - C780.
- Determinación de la resistencia a la compresión axial de prismas de albañilería, NTP 399.605 y E.070 – Albañilería.

- Determinación de la resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería, NTP 399.621 y E.070 – Albañilería.

## **2.3. Variables**

En la presente investigación se tiene como objetivo verificar el uso estructural en la albañilería de los morteros alternativo RAPIMIX y MASSA DUN DUN. En tal sentido, si se cumplen las propiedades mecánicas  $f'_m$  y  $v'_m$ , con el uso de dichos morteros, se verifica su uso en la albañilería confinada estructural, en la ciudad de Chiclayo, debido a que el espécimen patrón se ha fabricado con agregado de la cantera La Victoria, Pátapo - Chiclayo.

### **2.3.1. Tipos de Variables**

#### **2.3.1.1. Variable Dependiente**

Propiedades mecánicas de la albañilería con el uso de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun. Porque es la norma de la que depende la verificación aceptable de los resultados. Por su naturaleza es cuantitativa continua y por su escala de medición es variable tipo razón.

#### **2.3.1.2. Variable Independiente**

El uso estructural de la albañilería, se enfoca en el cumplimiento total de lo normado con la norma E- 070.

Para establecer un hito o parámetro normativo la que se pueda comprar, diferenciar y proporcionar, se requiere especímenes patrón que cumpla con lo obtenido en la E-070 y usen el mortero convencional.

**Tabla 6:** Operalización de las Variables.

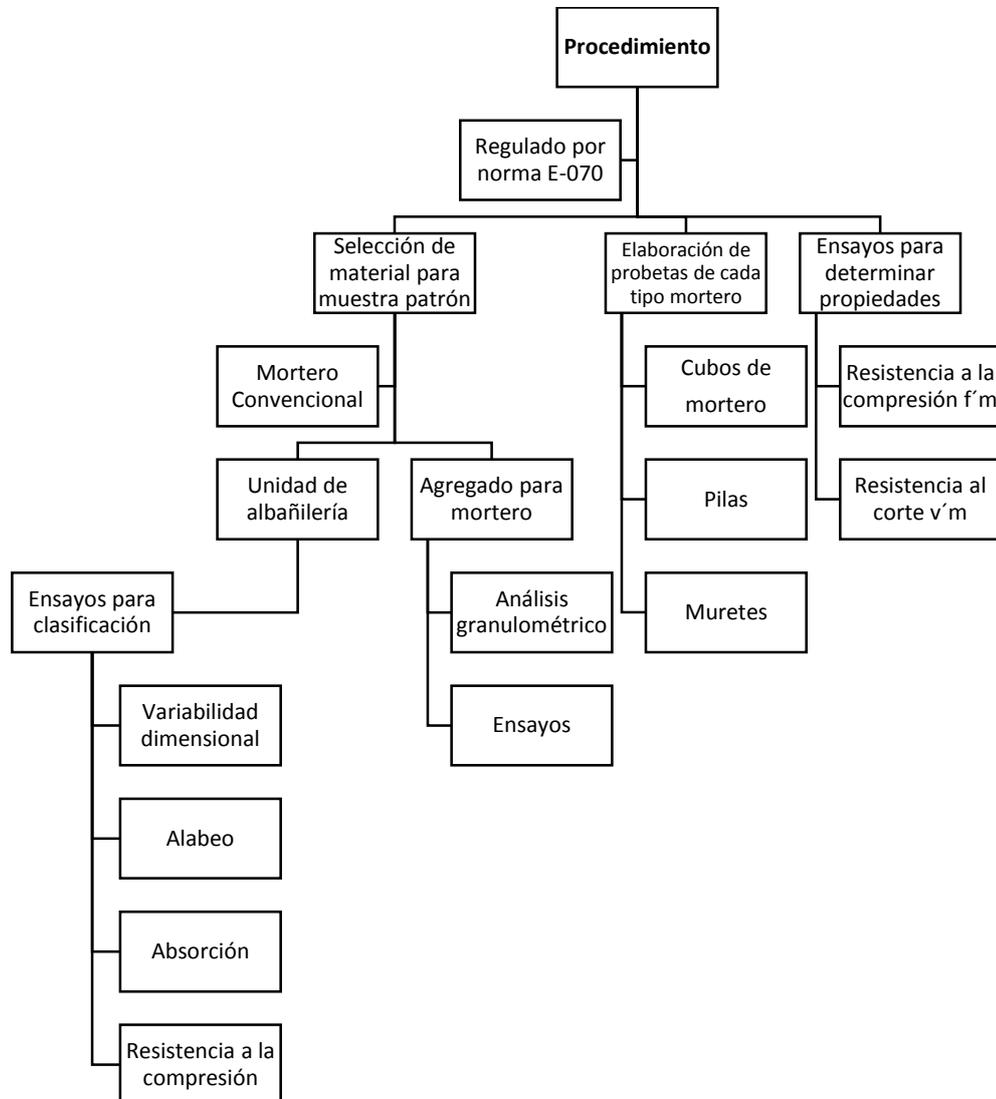
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	INDICE
<b>DEPENDIENTE</b> Propiedades mecánicas de la albañilería con el uso de los morteros RAPIMIX (A) Y MASSA DUN DUN (B)	Según la norma E-070-Cap.2 Nota: -Es posible usar otro tipo de muestras siempre que se demuestre que se cumplan las resistencias específicas en el proyecto. -Según Cap. 7 se determinó la calidad de la albañilería evaluando su resistencia a compresión axial y cortante.	Según la norma E-070 Cap.7 La resistencia a compresión axial de la albañilería se obtiene ensayando prisma con las componentes indicadas en el Capítulo 2. Similar proceso ha resistencia a la cortante diagonal se obtiene ensayando especímenes de muretes, según los NPT.	Resistencia a compresión axial con pilas con uso de morteros (A) Y (B)	f'm promedio característico con mortero A (kg/cm <sup>2</sup> )	% Comparación con espécimen patrón
				f'm promedio característico con mortero A (kg/cm <sup>2</sup> )	
			Resistencia a tracción diagonal con uso de mortero (A) y (B)	V'm promedio característico con mortero (A)	%
				V'm promedio característico con mortero (B)	%
<b>INDEPENDIENTE</b> Uso estructural de la albañilería	Según la norma E-070-Cap.1 La albañilería confinada o armada para fines estructurales se aplica siempre que cumpla con lo estipulado en esta norma. La norma E-070 es aplicable siempre que la unidad de albañilería sea de arcilla, sílice o concreto	Según la norma E-070 Cap.2 Las unidades de albañilería aceptables para uso estructural son aquellas que clasifiquen de acuerdo a la zona sísmica de uso. Además, que cumplen con las propiedades mecánicas de la tabla N° 09 de la norma.	Clasificación de la unidad de albañilería de arcilla	Variación Dimensional	%
				Alabeo	%
				Absorción	%
				Vacíos	%
			Selección del agregado	Contenido de humedad	%
				Pose unitaria	kg/cm
				Granulometría	Intervalo curvo
			Especimen patrón normativo	Resistencia a compresión axial en pilas	f'm (Kg/cm)
				Resistencia a compresión del mortero	v'm (Kg/cm)
Resistencia a compresión del mortero	f'c (Kg/cm)				

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Procedimiento:**

La siguiente figura resumen el procedimiento seguido para el desarrollo de la investigación:

**Figura 3.** Bosquejo resumen del procedimiento.



Fuente: Elaboración Propia.

**2.3.2. Mortero convencional**

**2.3.2.1. Selección y clasificación de unidades de arcilla:**

**2.3.2.2.**

La norma E.070 clasifica las unidades de albañilería según sus características físicas y mecánicas.

**Tabla 7:** Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f'_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	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)
Bloque P <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

Fuente: Norma E – 070. Artículo 3.1.2

#### 2.3.2.2.1. Aceptación de la unidad:

Según la (E070\_SENCICO, 2006):

- Si el coeficiente de variación de la muestra es mayor de 20% (para unidades producidas industrialmente) o 40% (para unidades producidas artesanalmente) se hará el ensayo de otra muestra, pero si los resultados tienen la misma condición se rechazará el lote.
- Las unidades de arcilla no tendrán una absorción mayor a 22%.
- Las unidades de albañilería de cualquier tipo no deben tener ninguna materia extraña en su superficie o interior.
- La unidad de albañilería de arcilla poseerá un color uniforme, tendrá que estar bien cocida y no presentar vitrificaciones. Además, debe producir un sonido metálico al ser golpeado por un martillo u objeto similar.
- Las unidades de albañilería de cualquier tipo no deben tener fracturas, resquebrajaduras, grietas o cualquier defecto parecido que degrade su durabilidad o resistencia.
- La unidad de albañilería no debe tener manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso u otro tipo.

#### 2.3.2.2.2. Ensayos requeridos:

- **Resistencia a la compresión:**

El RNE (2014) en su norma E.070 menciona que dicho ensayo se realizará con los lineamientos establecidos en la NTP 399.613 y que la resistencia característica a la compresión axial de las unidades de albañilería se calculará restando la desviación estándar del promedio de la muestra.

Según (Bartolomé, 2005):

*“El restar una desviación estándar al valor promedio, estadísticamente significa que el 84% de los especímenes ensayados tendrá una resistencia superior al valor característico, o que se puede usar el 16 % de unidades defectuosas, porcentaje que está previsto dentro de los márgenes de seguridad establecidos en esta Norma para el diseño estructural”*

- **Variabilidad dimensional:**

El RNE (2014) en su norma E.070 menciona que dicho ensayo se realizará con los lineamientos establecidos en la NTP 399.613.

- **Alabeo:**

El RNE (2014) en su norma E.070 menciona que dicho ensayo se realizará con los lineamientos establecidos en la NTP 399.613.

- **Absorción:**

El RNE (2014) en su norma E.070 menciona que dicho ensayo se realizará con los lineamientos establecidos en la NTP 399.613

- **Porcentaje de vacíos:**

El RNE (2014) en su norma E.070 menciona que dicho ensayo se realizará con los lineamientos establecidos en la NTP 399.613.

#### 2.3.2.3. Cemento:

El cemento presenta características definidas al ser de fábrica y asegurar cumplir con las normas técnicas peruanas. Es común en el sector de la Construcción local usar el cemento tipo I y II, regulado por a NTP 334.009.

#### 2.3.2.4. Agregado fino

Los agregados tienen características propias de acuerdo a su lugar de origen y extracción, dichas propiedades suelen ser variables aún dentro de una misma región. En la albañilería confinada para uso estructural se recomienda que la arena fina se acerque a la siguiente granulometría:

**Tabla 8:** Granulometría de la arena gruesa.

Malla ASTM	% que pasa
N° 4	100
N° 8	95 a 100
N° 16	70 a 100
N° 30	40 a 75
N° 50	10 a 35
N° 100	2 a 15
N° 200	Menos de 2

**Fuente:** Tabla N° 03 de la norma E-070-2006

Según (Bartolomé, 2005) es importante que la arena tenga poco polvo para evitar el fraguado rápido de la mezcla, y que asegure una granulometría variada.

Se han realizado los siguientes ensayos:

**a) Contenido de humedad:**

Desarrollado de acuerdo al proceso detallado en la NTP. 339.185.

**b) Peso específico y absorción:**

Proceso desarrollado de acuerdo a la NTP. 400.022.

**c) Análisis granulométrico.**

Proceso desarrollado de acuerdo a la NTP. 400.012.

**d) Peso unitario:**

Proceso desarrollado de acuerdo a la NTP. 400.017.

#### 2.3.3. Mortero seco Rapimix de Cemento Pacasmayo:

Cementos Pacasmayo S.A.A. (s.f.) indica que su producto “Mortero Rápido” está listo para la obra de manera económica, práctica y limpia tan solo con la adición de aproximadamente

7 litros de agua por empaque de 40 kg. Por lo que ese sería el único requisito previo a su aplicación.

#### 2.3.4. Mortero polimérico Massa Dun Dun

Conte Group (2014) indica que la “Massa Dun-Dun” es una massa adhesiva que no contiene cemento y está lista para el uso de asentado de distintas unidades de albañilería, por lo tanto, no necesita elaborarse; pero se debe tener en cuenta que la aplicación es con una abertura de 1 cm en la punta del sobre (recortar las líneas punteadas que el sachet indica).

#### 2.3.5. Elaboración y compresión axial de pilas y a corte en muretes:

La resistencia a la albañilería axial ( $f'_m$ ) y a corte ( $v'_m$ ) se determinará de forma empírica según la tabla N° 07 de la norma E-070, o mediante ensayos de prismas y muretes, de acuerdo a lo estipulado en la NTP. 399.605 y 399.621, respectivamente.

Según la (E070\_SENCICO, 2006) los prismas serán almacenados a una temperatura no menor de 10 °C durante 28 días. Podrán ensayarse a menos edad que la nominal, pero no menor a 14 días, en este caso la resistencia característica debe corregirse de acuerdo a la siguiente tabla 08 de la norma. La resistencia característica  $f'_m$  en pilas y  $v'_m$  en muretes se obtendrá con el valor promedio de las muestras menos una desviación estándar.

A fines de efectos comparativos, la norma E-070 establece valores representativos para cada tipo de unidad de albañilería.

**Tabla 9:** Resistencias características de la albañilería (MPa)

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)

Fuente.: Norma E-070

### **2.3.6. Elaboración de especímenes y ensayos de mortero:**

Estos son especímenes cúbicos de 50 mm de lado y el proceso a desarrollar se realiza de acuerdo la NTP 334.051. Este ensayo se realiza sobre el mortero convencional y sobre el mortero en seco Rapimix.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

En el presente capítulo, se detallan los resultados de los ensayos realizados en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Privada del Norte, sede Trujillo. Los materiales usados, cumplen con las exigencias establecidas en la norma. Dichos materiales son, para el caso de la muestra patrón: a) Unidad de albañilería maciza (ladrillo Lark), b) agregado fino (arena), mortero para unidades que debe cumplir al menos  $65 \text{ kg/cm}^2$ , es decir, la proporción cemento-arena 1:4. En cuanto al cemento, la norma permite el cemento tipo I y con adiciones minerales; es de marca Pacasmayo. A continuación, se presentan los resultados descritos en el capítulo III.

### **3.1. Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería:**

Se ha seleccionado la unidad de albañilería industrial de la marca Lark 18 huecos para realizar los ensayos respectivos cuyas unidades son  $23 \text{ cm} \times 12.5 \text{ cm} \times 9 \text{ cm}$ , los cuales, antes de considerar su ensayo en pilas se debe verificar que la unidad cumple con los requisitos establecidos en la norma para su uso estructural.

#### **3.1.1. Variabilidad dimensional:**

**Tabla 10:** Reporte de medidas para el ensayo de variación dimensional.

LADRILLO KING KONG 18 HUECOS			LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	
			23.00	12.50	9.00	
UNIDAD	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	VAR. DIM. LARGO (%)	VAR. DIM. ANCHO (%)	VAR. DIM. ALTURA (%)
L-1	23.04	12.49	9.01	-0.17	0.08	-0.11
L-2	22.98	12.49	8.98	0.10	0.11	0.19
L-3	23.04	12.49	9.04	-0.16	0.05	-0.41
L-4	23.02	12.49	9.01	-0.07	0.11	-0.11
L-5	23.01	12.49	9.03	-0.03	0.11	-0.30
L-6	22.99	12.51	9.10	0.03	-0.08	-1.07
L-7	23.00	12.49	9.03	0.00	0.11	-0.30
L-8	23.12	12.52	9.02	-0.51	-0.13	-0.26
L-9	23.02	12.50	9.04	-0.09	0.00	-0.41
L-10	23.00	12.51	9.09	-0.01	-0.11	-1.00
PROMEDIO VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)			(+)	0.07	0.09	0.19
			(-)	-0.15	-0.11	-0.44
VARIACIÓN DIMENSIONAL DESFAVORABLE (%)			(+ o -)	<b>0.15</b>	<b>0.11</b>	<b>0.44</b>

Fuente: Datos generados en el laboratorio UPN Trujillo, 2019.

### 3.1.2. Alabeo:

**Tabla 11:** Reporte de medidas para el alabeo

UNIDAD	CONCAVIDAD (mm)	CONVEXIDAD (mm)	MAYOR DESFAVORABLE	
			CONCAV.	CONVEX.
L-1	2.40	0	2.40	0.00
	0.50	0		
L-2	1.80	0	1.80	0.00
	0.80	0		
L-3	1.00	0	1.00	0.00
	0.10	0		
L-4	0.80	0	1.10	0.00
	1.10	0		
L-5	0.00	0	1.10	0.00
	1.10	0		
L-6	1.00	0	1.00	0.00
	0.00	0		
L-7	0.50	0	1.00	0.00
	1.00	0		
L-8	1.50	0	1.50	0.00
	0.20	0		
L-9	1.20	0	1.20	0.00
	0.00	0		
L-10	1.60	0	2.00	0.00
	2.00	0		

Fuente: Datos generados en el laboratorio UPN -Trujillo, 2019.

**Tabla 12:** Resultados del ensayo de alabeo más desfavorable.

UNIDAD	MAXIMA CONCAVIDAD (mm)	MAXIMA CONVEXIDAD (mm)	VALOR MAS DESFAVORABLE (mm)	PROMEDIO
L-1	2.40	0.00	2.40	<b>1.41</b>
L-2	1.80	0.00	1.80	
L-3	1.00	0.00	1.00	
L-4	1.10	0.00	1.10	
L-5	1.10	0.00	1.10	
L-6	1.00	0.00	1.00	
L-7	1.00	0.00	1.00	
L-8	1.50	0.00	1.50	
L-9	1.20	0.00	1.20	
L-10	2.00	0.00	2.00	

**Fuente:** Datos generados en el laboratorio UPN Trujillo, 2019.

### 3.1.3. Absorción:

**Tabla 13:** Resultados del ensayo de absorción registrada.

UNIDAD	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	ABSORCION (%)
L-1	2686.5	2971.0	10.59
L-2	2646.0	2926.0	10.58
L-3	2688.5	2972.2	10.55
L-4	2696.5	2981.8	10.58
L-5	2684.5	2961.6	10.32
L-6	2686.0	2968.0	10.50

<b>PROMEDIO</b>	10.52
<b>D.S</b>	0.1
<b>C.V (%)</b>	0.98
<b>ABS. FINAL (%)</b>	<b>10.42</b>

**Fuente:** Datos generados en el laboratorio UPN Trujillo, 2019

### 3.1.4. Porcentaje de vacíos:

**Tabla 14:** Resultados del ensayo de porcentaje de vacíos de las unidades de albañilería.

UNIDAD	L. PROME. (cm)	A. PROME. (cm)	H. PROME. (cm)	V. ALBEO. (cm <sup>3</sup> )	V. UNID. (cm <sup>3</sup> )	PORCENTAJE DE AREA DE VACÍOS (%)
L-1	23.04	12.49	9.01	1122.90	2592.80	<b>43.31</b>
L-2	22.98	12.49	8.98	1115.60	2577.34	<b>43.29</b>
L-3	23.04	12.49	9.04	1129.20	2600.80	<b>43.42</b>
L-4	23.02	12.49	9.01	1125.85	2589.49	<b>43.48</b>
L-5	23.01	12.49	9.03	1135.03	2593.15	<b>43.77</b>
L-6	22.99	12.51	9.10	1135.07	2616.63	<b>43.38</b>
L-7	23.00	12.49	9.03	1124.25	2592.40	<b>43.37</b>
L-8	23.12	12.52	9.02	1129.50	2610.84	<b>43.26</b>
L-9	23.02	12.50	9.04	1114.80	2600.30	<b>42.87</b>
L-10	23.00	12.51	9.09	1123.30	2616.54	<b>42.93</b>

<b>PROMEDIO</b>	43.44
<b>D.S</b>	1.18
<b>C.V (%)</b>	0.41
<b>% ÁREA DE VACÍOS FINAL</b>	<b>43.26</b>

Fuente: Datos generados en el laboratorio UPN Trujillo, 2019

### 3.1.5. Resistencia a la compresión de la unidad (f' b)

**Tabla 15:** Resultados del ensayo a la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería

UNIDAD	L. PROME. (cm)	A. PROME. (cm)	H. PROME. (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )
L-1	23.04	12.49	9.01	287.77	42129	<b>146.40</b>
L-2	22.98	12.49	8.98	286.90	40910	<b>142.59</b>
L-3	23.04	12.49	9.04	287.80	41622	<b>144.62</b>
L-4	23.02	12.49	9.01	287.40	41354	<b>143.89</b>
L-5	23.01	12.49	9.03	287.28	40995	<b>142.70</b>
L-6	22.99	12.51	9.10	287.65	41386	<b>143.88</b>

<b>PROMEDIO</b>	144.01
<b>D.S</b>	1.4
<b>C.V (%)</b>	0.97
<b>f' b FINAL (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>142.61</b>

Fuente: Datos generados en el laboratorio UPN Trujillo, 2019

### 3.1.6. Clasificación de la unidad de albañilería:

**Tabla 16:** Clasificación de las unidades de albañilería utilizadas en el trabajo de investigación

UNIDAD	Variación dimensional (%)			Alabeo (mm)	Absorción	Área de Vacíos (%)	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Clasificación según NTE E.070 de Albañilería
	L	A	H					
King K.	0.15	0.11	0.44	1.41	10.42	43.26	142.61	Tipo IV

Fuente: Datos generados en el laboratorio UPN Trujillo, 2019

### 3.2. Ensayos de caracterización del agregado fino (arena gruesa)

#### 3.2.1. Contenido de humedad:

**Tabla 17:** Resultados del ensayo de contenido de humedad del agregado fino

<i>N° Muestra</i>	<i>Peso Inicial (gr)</i>	<i>Peso Final (gr)</i>	<i>Humedad W (%)</i>
1	500.00	493.60	1.30
2	500.00	492.98	1.42
3	500.00	493.75	1.27

<i>Humedad Promedio W (%)</i>	<b>1.33</b>
-------------------------------	-------------

Fuente: Datos generados en el laboratorio UPN Trujillo, 2019

#### 3.2.2. Peso Específico:

**Tabla 18:** Resultados del ensayo de peso específico del agregado fino

		<i>Volumen de la Fiola (cm<sup>3</sup>)</i>		500			
<i>N° MUESTRA</i>	<i>Peso Fiola + Muestra (gr)</i>	<i>Peso Fiola + Muestra + Agua (gr)</i>	<i>Peso de Agua añadida (gr)</i>	<i>Peso de Muestra Seca (gr)</i>	<i>Pem (gr/cm<sup>3</sup>)</i>	<i>Pess (gr/cm<sup>3</sup>)</i>	<i>Pea (gr/cm<sup>3</sup>)</i>
1	673.35	978.55	305.20	497.25	2.55	2.57	2.52
2	673.29	978.45	305.16	497.00	2.55	2.57	2.51
3	673.3	978.49	305.19	496.70	2.55	2.57	2.51
<b>PROMEDIO</b>					2.55	2.57	2.51

**Fuente:** Datos generados en el laboratorio UPN Trujillo, 2019

### 3.2.3. Porcentaje de absorción:

**Tabla 19:** Resultados del ensayo de porcentaje de absorción del agregado fino

<i>N° Muestra</i>	<i>Peso de muestra (gr)</i>	<i>Peso de muestra seca (gr)</i>	<i>% Absorción</i>	<i>% Absorción promedio</i>
1	500	497.25	0.55	0.61
2	500	497	0.60	
3	500	496.7	0.66	

**Fuente:** Datos generados en el laboratorio UPN Trujillo, 2019

### 3.2.4. Peso unitario:

**Tabla 20:** Resultados del ensayo de PUSS del agregado fino

Nº MUESTRA	Peso Recipiente + Material (Kg)	Peso de Material (Kg)	Corrección	Peso Recipiente + Material (Kg)	Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	Promedio (Kg/m <sup>3</sup> )
1	27.064	21.539	21.257	26.782	1505.33	<b>1499.32</b>
2	26.890	21.365	21.085	26.610	1493.17	
3	26.980	21.455	21.174	26.699	1499.46	

**Fuente:** Datos generados en el laboratorio UPN Trujillo, 2019

**Tabla 21:** Resultados del ensayo de PUSC del agregado fino

Nº MUESTRA	Peso Recipiente + Material (Kg)	Peso de Material (Kg)	Corrección	Peso Recipiente + Material (Kg)	Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	Promedio (Kg/m <sup>3</sup> )
1	28.400	22.850	22.550	28.075	1596.95	<b>1606.50</b>
2	28.490	22.990	22.689	28.214	1606.73	
3	28.570	23.120	22.817	28.342	1615.82	

**Fuente:** Datos generados en el laboratorio UPN Trujillo, 2019

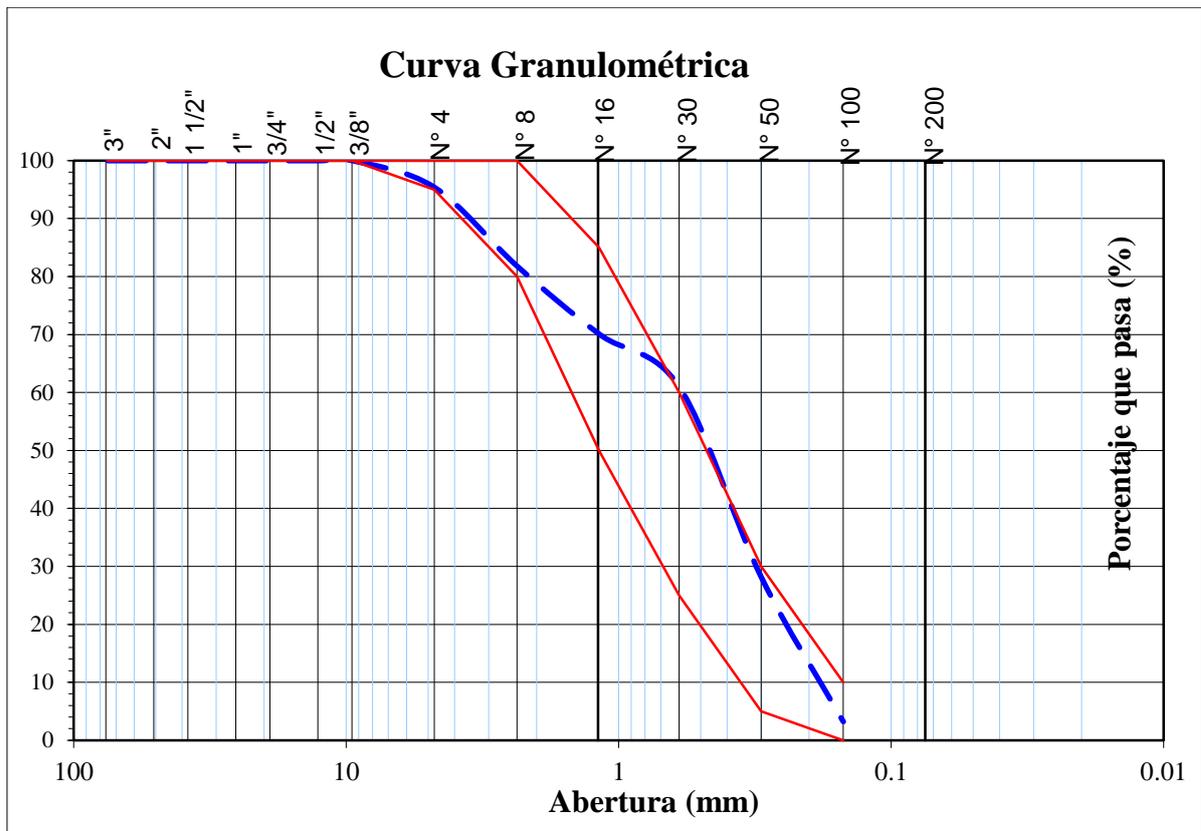
### 3.2.5. Análisis Granulométrico:

**Tabla 22:** Resultado del ensayo granulométrico del agregado fino

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret (%)	Ret. Acum. (%)	Que Pasa (%)	NTP 400.037	
						Mínimo	Máximo
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
Nº 4	4.750	92.0	4.6	4.6	95.4	95.0	100.0
Nº 8	2.360	272.0	13.6	18.2	81.8	80.0	100.0
Nº 16	1.180	234.0	11.7	29.9	70.1	50.0	85.0
Nº 30	0.600	182.0	9.1	39.0	61.0	25.0	60.0
Nº 50	0.300	656.0	32.8	71.9	28.1	5.0	30.0
Nº 100	0.150	498.0	24.9	96.8	3.2	0.0	10.0
<b>Fondo</b>		64.0	3.2	100.0	0.0		
<b>Total</b>		1998.0	100.0				

**Fuente:** Datos generados en el laboratorio UPN Trujillo, 2019

**Figura 4.** Grafica de resultados del ensayo de granulometría.



**Fuente:** Elaboración Propia, 2019

### 3.3. Ensayo de compresión en pilas:

**Tabla 23:** Datos de las pilas elaboradas con mortero tradicional

<b>DATOS MORTERO TRADICIONAL</b>				
<b>Muestra</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Altura</b>	H1 (cm)	30.30	30.35	30.40
	H2 (cm)	30.30	30.45	30.40
	<b>HProm (cm)</b>	<b>30.30</b>	<b>30.40</b>	<b>30.40</b>
<b>Largo</b>	L1 (cm)	23.20	23.30	23.20
	L2 (cm)	23.20	23.10	23.10
	<b>LProm (cm)</b>	<b>23.20</b>	<b>23.20</b>	<b>23.15</b>
<b>Ancho</b>	B1 (cm)	12.40	12.50	12.50
	B2 (cm)	12.50	12.40	12.60
	<b>BProm (cm)</b>	<b>12.45</b>	<b>12.45</b>	<b>12.55</b>
<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>		288.84	288.84	290.53
<b>ESBELTEZ</b>		2.43	2.44	2.42
<b>FACT. DE CORR. POR ESB.</b>		0.79	0.792	0.789
<b>FACT. DE CORR. POR EDAD</b>		1	1	1
<b>CARGA (kg)</b>		25293	23258	24862
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		87.57	80.52	85.57
<b>PROMEDIO</b>		84.55		
<b>RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		69.18	63.77	67.52
<b>PROMEDIO CORREGIDO</b>		66.82		
<b>D.S</b>		2.77		
<b>C.V (%)</b>		4.14%		
<b>f'm CARACTERISTICA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		64.05		

Fuente: Datos generados en el laboratorio UPN Trujillo, 2020

**Tabla 24:** Datos de las pilas elaboradas con mortero Rapimix

<b>DATOS MORTERO RAPIMIX PROFESIONAL</b>				
<b>Muestra</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Altura</b>	H1 (cm)	29.80	30.00	30.00
	H2 (cm)	29.80	30.05	30.00
	<b>HProm (cm)</b>	<b>29.80</b>	<b>30.03</b>	<b>30.00</b>
<b>Largo</b>	L1 (cm)	23.10	23.10	23.10
	L2 (cm)	23.10	23.20	23.10
	<b>LProm (cm)</b>	<b>23.10</b>	<b>23.15</b>	<b>23.10</b>
<b>Ancho</b>	B1 (cm)	12.60	12.40	12.40
	B2 (cm)	12.50	12.50	12.40
	<b>BProm (cm)</b>	<b>12.55</b>	<b>12.45</b>	<b>12.40</b>
<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>		289.91	288.22	286.44
<b>ESBELTEZ</b>		2.37	2.41	2.42
<b>FACT. DE CORR. POR ESB.</b>		0.782	0.787	0.789
<b>FACT. DE CORR. POR EDAD</b>		1	1	1
<b>CARGA (kg)</b>		29650	30354	28830
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		102.27	105.32	100.65
<b>PROMEDIO</b>		102.75		
<b>RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		79.98	82.88	79.41
<b>PROMEDIO CORREGIDO</b>		80.76		
<b>D.S</b>		1.86		
<b>C.V (%)</b>		2.31%		
<b>f'm CARACTERISTICA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		78.90		

**Fuente:** Datos generados en el laboratorio UPN Trujillo, 2020

**Tabla 25:** Datos de las pilas elaboradas con Massa Dun-Dun

<b>DATOS MASSA DUN-DUN</b>				
<b>Muestra</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Altura</b>	H1 (cm)	36.40	36.90	36.90
	H2 (cm)	36.45	36.90	37.00
	<b>HProm (cm)</b>	<b>36.43</b>	<b>36.90</b>	<b>36.95</b>
<b>Largo</b>	L1 (cm)	23.10	23.20	23.20
	L2 (cm)	23.20	23.20	23.10
	<b>LProm (cm)</b>	<b>23.15</b>	<b>23.20</b>	<b>23.15</b>
<b>Ancho</b>	B1 (cm)	12.60	12.50	12.50
	B2 (cm)	12.50	12.50	12.50
	<b>BProm (cm)</b>	<b>12.55</b>	<b>12.50</b>	<b>12.50</b>
<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>		290.53	290.00	289.38
<b>ESBELTEZ</b>		2.90	2.95	2.96
<b>FACT. DE CORR. POR ESB.</b>		0.888	0.899	0.895
<b>FACT. DE CORR. POR EDAD</b>		1	1	1
<b>CARGA (kg)</b>		12977	12102	13584
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		44.67	41.73	46.94
<b>PROMEDIO</b>		44.45		
<b>RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		39.66	37.52	42.01
<b>PROMEDIO CORREGIDO</b>		39.73		
<b>D.S</b>		2.25		
<b>C.V (%)</b>		5.66%		
<b>f<sub>m</sub> CARACTERISTICA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		37.48		

**Fuente:** Datos generados en el laboratorio UPN Trujillo, 2020

### 3.4. Ensayo de compresión diagonal en muretes (v'm).

**Tabla 26:** Datos de los muretes elaboradas con mortero tradicional

<b>DATOS DE MURETES CON MORTERO TRADICIONAL</b>				
<b>Muestra</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Altura</b>	<b>HProm (cm)</b>	<b>61.50</b>	<b>61.20</b>	<b>61.60</b>
<b>Largo</b>	<b>LProm (cm)</b>	<b>60.30</b>	<b>60.50</b>	<b>61.00</b>
<b>Ancho</b>	<b>BProm (cm)</b>	<b>12.50</b>	<b>12.30</b>	<b>12.50</b>
<b>AREA (cm2)</b>		761.25	748.46	766.25
<b>FACT. DE CORR. POR EDAD</b>		1.05	1.05	1.05
<b>PRESIÓN (PSI)</b>		4850	5050	4925
<b>PRESIÓN (kg/cm2)</b>		340.99	355.05	346.26
<b>ÁREA PISTÓN GATA (cm<sup>2</sup>)</b>		23.16	23.16	23.16
<b>FACT. DE CORR. POR EDAD</b>		1.05	1.05	1.05
<b>CARGA (kg)</b>		7896.41	8222.04	8018.52
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)</b>		10.37	10.99	10.46
<b>PROMEDIO</b>		10.61		
<b>RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm2)</b>		10.89	11.53	10.99
<b>PROMEDIO CORREGIDO</b>		11.14		
<b>D.S</b>		0.35		
<b>C.V (%)</b>		3.11%		
<b>v'm CARACTERISTICA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		10.79		

**Fuente:** Datos generados en el Laboratorio UPAO Trujillo, 2020.

**Tabla 27:** Datos de los muretes elaboradas con mortero seco Rapimix

<b>DATOS DE MURETES CON MORTERO RAPIMIX PROFESIONAL</b>				
<b>Muestra</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Altura</b>	<b>HProm (cm)</b>	<b>61.80</b>	<b>61.10</b>	<b>61.50</b>
<b>Largo</b>	<b>LProm (cm)</b>	<b>60.40</b>	<b>60.80</b>	<b>60.40</b>
<b>Ancho</b>	<b>BProm (cm)</b>	<b>12.50</b>	<b>12.50</b>	<b>12.50</b>
<b>AREA (cm<sup>2</sup>)</b>		763.75	761.88	761.88
<b>FACT. DE CORR. POR EDAD</b>		1.05	1.05	1.05
<b>PRESIÓN (PSI)</b>		6250	5890	5850
<b>PRESIÓN (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		439.42	414.11	411.30
<b>ÁREA PISTÓN GATA (cm<sup>2</sup>)</b>		23.16	23.16	23.16
<b>FACT. DE CORR. POR EDAD</b>		1.05	1.05	1.05
<b>CARGA (kg)</b>		10175.79	9589.66	9524.54
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		13.32	12.59	12.50
<b>PROMEDIO</b>		12.80		
<b>RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		13.99	13.22	13.13
<b>PROMEDIO CORREGIDO</b>		13.44		
<b>D.S</b>		0.47		
<b>C.V (%)</b>		3.53%		
<b>v<sup>'</sup>m CARACTERÍSTICA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		12.97		

**Fuente:** Datos generados en el Laboratorio UPAO Trujillo, 2020.

**Tabla 28:** Datos de los muretes elaboradas con Massa Dun-Dun

<b>DATOS DE MURETES CON MASSA DUN-DUN</b>				
<b>Muestra</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Altura</b>	<b>HProm (cm)</b>	<b>65.50</b>	<b>65.00</b>	<b>65.50</b>
<b>Largo</b>	<b>LProm (cm)</b>	<b>69.50</b>	<b>69.70</b>	<b>69.30</b>
<b>Ancho</b>	<b>BProm (cm)</b>	<b>12.50</b>	<b>12.50</b>	<b>12.50</b>
<b>AREA (cm<sup>2</sup>)</b>		843.75	841.88	842.50
<b>FACT. DE CORR. POR EDAD</b>		1.05	1.05	1.05
<b>PRESIÓN (PSI)</b>		2110	2100	2300
<b>PRESIÓN (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		148.35	147.64	161.71
<b>ÁREA PISTÓN GATA (cm<sup>2</sup>)</b>		23.16	23.16	23.16
<b>FACT. DE CORR. POR EDAD</b>		1.05	1.05	1.05
<b>CARGA (kg)</b>		3435.35	3419.07	3744.69
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		4.07	4.06	4.44
<b>PROMEDIO</b>		4.19		
<b>RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		4.28	4.26	4.67
<b>PROMEDIO CORREGIDO</b>		4.40		
<b>D.S</b>		0.23		
<b>C.V (%)</b>		5.21%		
<b>v'm CARACTERISTICA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		4.17		

**Fuente:** Datos generados en el Laboratorio UPAO Trujillo, 2020

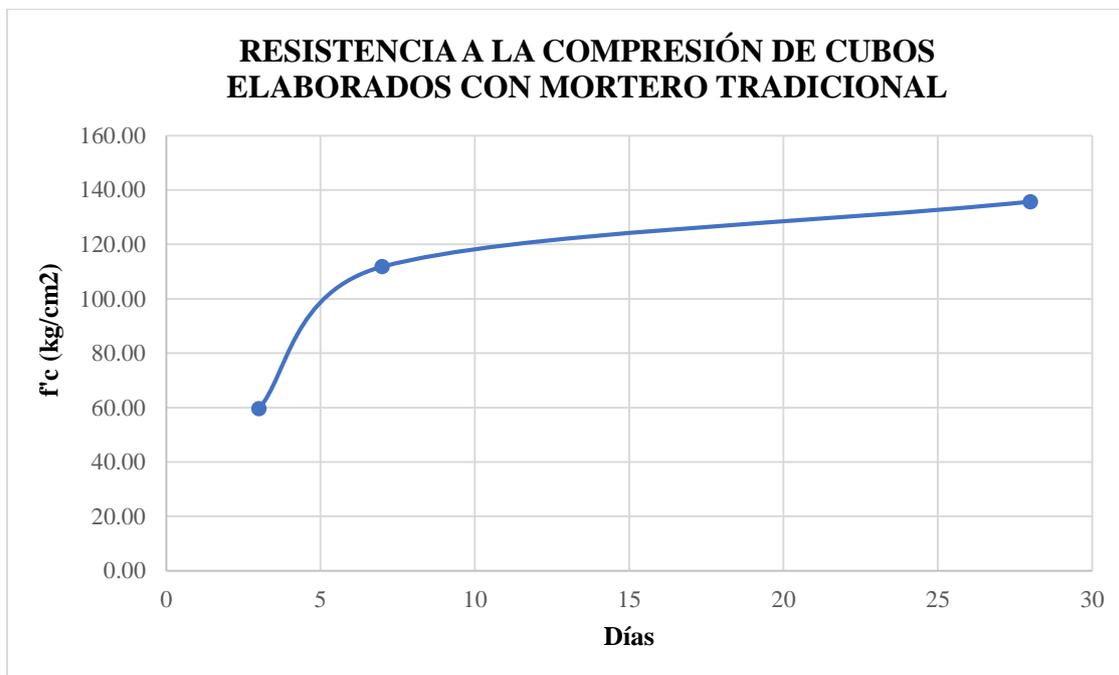
### 3.5. Ensayos de compresión de cubos de mortero:

**Tabla 29:** Resultados del ensayo a compresión a cubos elaborados con mortero tradicional

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL											
Muestra	Días de ensayo	Sección		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	DE	CV (%)	f'c Final (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Largo (cm)	Ancho (cm)								
C-01	3	5.01	5.01	25.10	1582	63.03	61.59	1.99	3.23	59.61	1481
C-02	3	5.01	5.02	25.15	1570	62.42					1461
C-03	3	5.02	5.02	25.20	1495	59.32					1437
C-04	7	5.00	5.03	25.15	2892	114.99	115.01	3.22	2.80	111.79	2735
C-05	7	5.10	5.03	25.65	2868	111.80					2691
C-06	7	5.00	5.00	25.00	2956	118.24					2822
C-07	28	5.01	5.01	25.10	3556	141.67	138.72	3.04	2.19	135.69	3426
C-08	28	5.02	5.02	25.20	3500	138.89					3367
C-09	28	5.00	5.01	25.05	3397	135.61					3357

**Fuente:** Datos generados en el laboratorio UPN Trujillo, 2020.

**Figura 5.** Desempeño de la resistencia a la compresión en cubos elaborados con M. tradicional



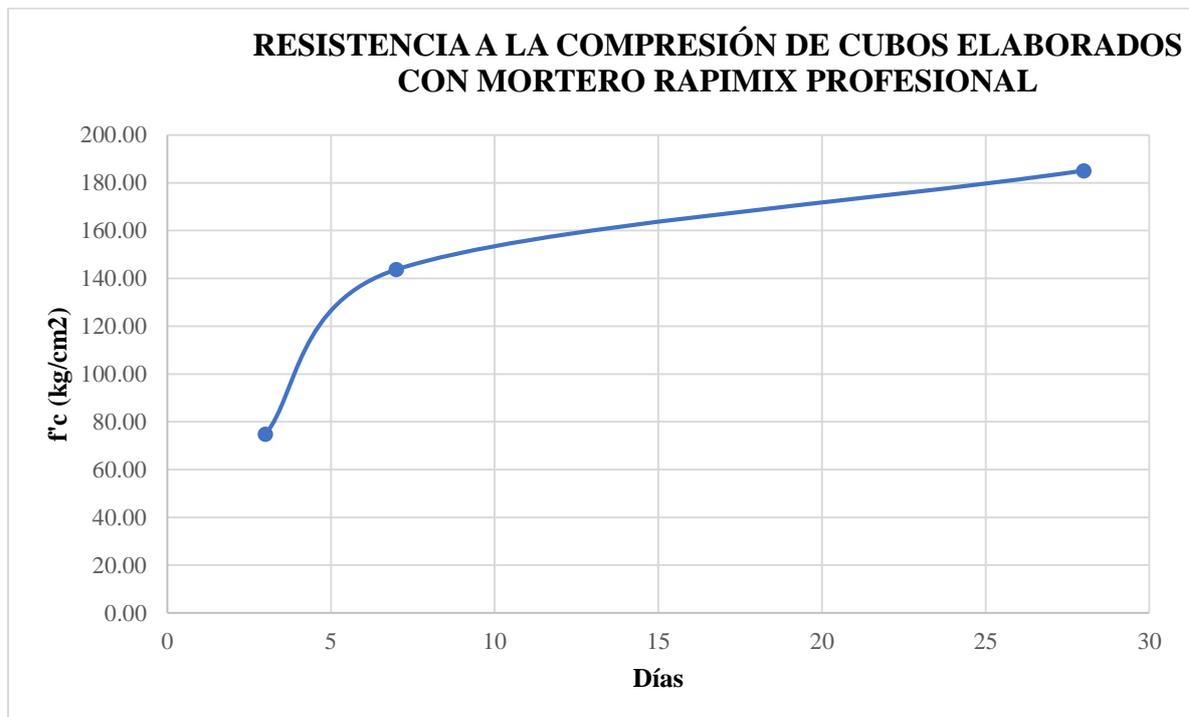
**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 30:** Resultados del ensayo a compresión a cubos elaborados con mortero seco predosificado

RESITENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO RAPIMIX PROFESIONAL											
Muestra	Días de ensayo	Sección		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	DE	CV (%)	f'c Final (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Largo (cm)	Ancho (cm)								
C-01	3	5.02	5.00	25.10	1902	75.78	76.80	2.018	2.63	74.78	1778
C-02	3	5.02	5.01	25.15	1990	79.12					1782
C-03	3	5.01	5.01	25.10	1895	75.50					1699
C-04	7	5.00	5.01	25.05	3785	151.10	149.71	5.961	3.98	143.75	3358
C-05	7	5.00	5.05	25.25	3910	154.85					3501
C-06	7	5.20	5.10	26.52	3797	143.17					3467
C-07	28	5.00	5.01	25.05	4650	185.63	189.78	4.672	2.46	185.11	4195
C-08	28	5.03	5.01	25.20	4910	194.84					4209
C-09	28	5.05	5.00	25.25	4769	188.87					4099

Fuente: Datos generados en el laboratorio UPN Trujillo, 2020

**Figura 6.** Desempeño de la resistencia a la compresión en cubos elaborados con M. seco predosificado



Fuente: Elaboración Propia

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Se presenta a continuación el análisis de los resultados en pilas y morteros. Así mismo se hará un contraste con resultados de investigaciones referidas en la descripción de la problemática como antecedentes.

#### 4.1.1. Análisis comparativo de resultados en pilas con distintos morteros, respecto al espécimen patrón:

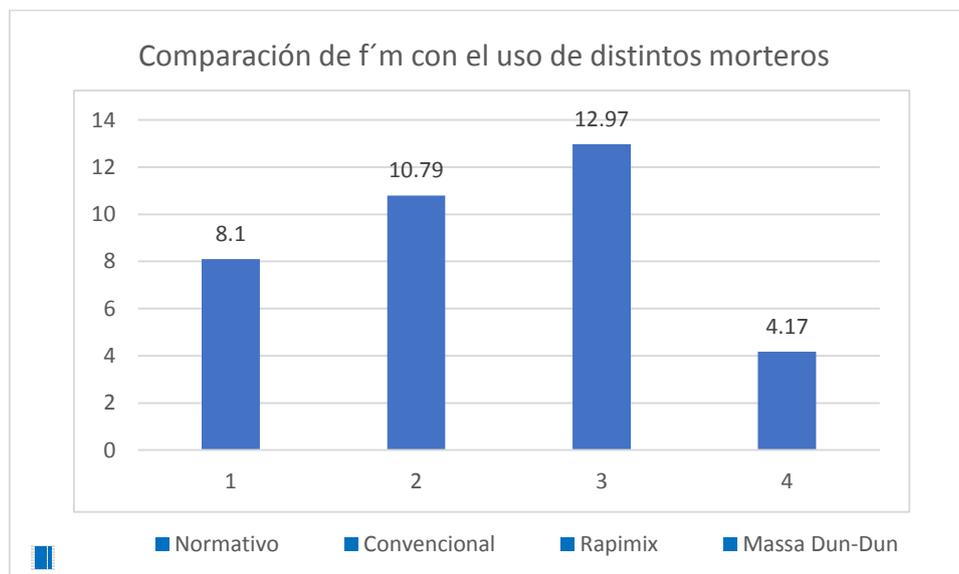
**Tabla 31:** Resumen de resultados y comparación porcentual de  $f'm$  en pilas

Mortero	$f'm$ característico kg/cm <sup>2</sup>	%	Var.
Normativo *	65	100.0%	0.0%
Convencional	64.00	98.5%	-1.5%
Rapimix P.	78.90	121.4%	21.4%
Massa Dun Dun	37.48	57.7%	-42.3%

**Fuente:** El  $f'm$  característico con el mortero normativo es el indicado en la tabla 09 de la norma E070.

Se muestra como dato referencial. El resultado en el patrón es respecto al cual se realiza la comparación.

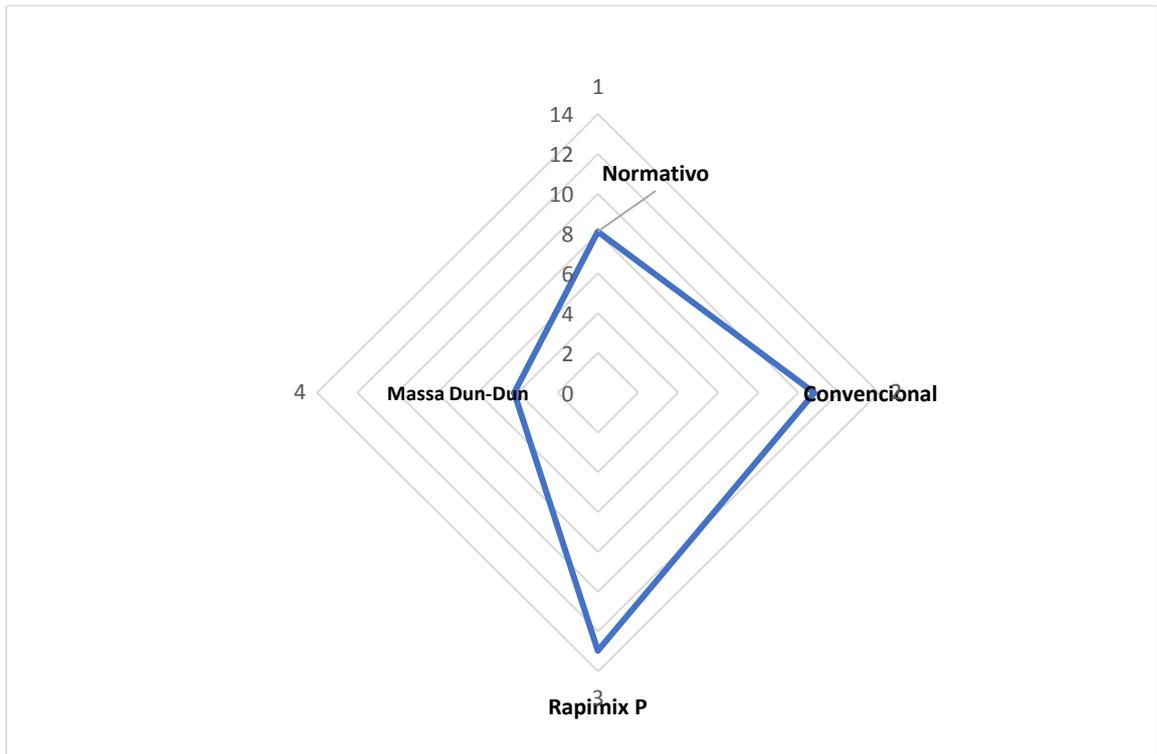
**Figura 7.** Barras comparativas de los resultados de  $f'm$  en pilas.



**Fuente:** Elaboración Propia

**Nota:** La línea horizontal intermitente indica el valor normativo y muestra la brecha de diferencia de los resultados en pilas con la aplicación de los otros morteros.

**Figura 8.** Esquema radial para mostrar la desviación de los resultados con distintos morteros respecto al normativo



**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 32:** Relación de la resistencia prisma ( $f'm$ ) vs ladrillo ( $f'b$ )

Material de junta	$f'm/f'b$
$f'b$	142.61
Convencional (1:4)	0.45
Rapimix P.	0.55
Massa Dun Dun	0.26

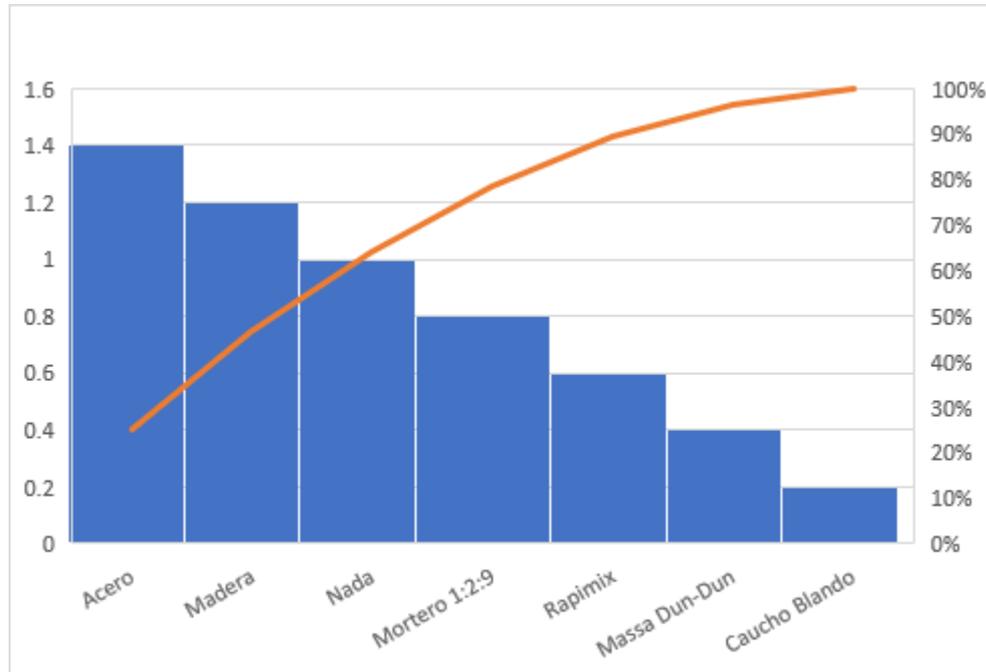
**Fuente:** Información obtenida en base a los datos generados en esta investigación

**Tabla 33:** Relación  $f'm / f'b$  con otros materiales de juntas.

Material de junta	$f'm/f'b$
Acero	1.4
Madera laminada	1.15
Nada	0.93
Mortero 1:2:9	0.93
Caucho blando	0.17

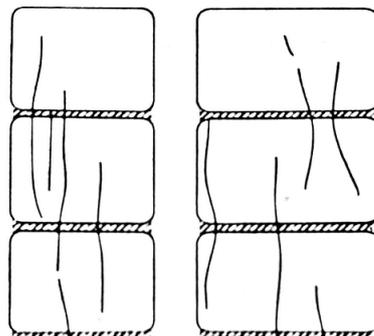
**Fuente:** Información obtenida de (Gallegos&Casabonne, 2005)

**Figura 9.** Comparación de resultados  $f'm/f'b$  de distintos materiales de juntas.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 10.** Vista frontal y perfil de la generación de grietas en los ladrillos



**Fuente:** Elaboración propia.

### **Discusión:**

Los resultados finales mostrados en la tabla N° 28 muestran valores de resistencia a la compresión axial en especímenes de pilas ( $f'm$ ) con el uso de un mortero tradicional en proporción de 1:4 (C: A) con valor promedio característico cercano al reglamentario (99%). Se considera entonces, dado que está dentro de la desviación estándar, el valor reglamentario ( $65 \text{ kg/cm}^2$ ) como parámetro comparativo para los demás resultados.

Es evidente que el uso del mortero predosificado Rapimix ( $f'm = 79 \text{ kg/cm}^2$ ) supera los valores mínimos de la norma E070. Respecto al Rapimix, dichos resultados que superan al del testigo patrón, se debe a que el mortero es predosificado, lo que implica control en el proceso de dosificación y mezclado y, de acuerdo con el proveedor, sin estar sujeto a una verificación de los investigadores, contiene aditivos que aseguran la plasticidad del mortero y la retentividad de su humedad. En la presente investigación se toma al mortero Rapimix como un producto comercial, se desea evaluar su uso estructural, mas no explicar por qué sus componentes dan como resultados valores que superan a la norma. Respecto a la Massa Dun Dun, como uso para mortero en albañilería estructural, presenta un valor  $f'm = 37.5 \text{ kg/cm}^2$ , inferior al valor normativo, lo que significa que reduce la calidad de la albañilería estructural y se comporta como el ladrillo artesanal.

La figura N° 07 grafica la mejora de la resistencia de la albañilería con el uso del mortero Rapimix en un 21% y la reducción de la misma hasta un valor de 43% con el uso del mortero polimérico Massa Dun Dun. La figura N° 08 esquematiza mejor estos resultados al mostrar resultados con el mortero polímero con mucho menor radio que el mortero tradicional y el mortero predosificado.

Respecto al mortero polímero Massa Dun Dun, según (Vargas, 2017) en su investigación obtuvo una reducción respecto al patrón con este mortero de 54% en unidades de albañilería tipo V. Según (Miñano, 2019), en su investigación con este mortero en unidades tipo IV, obtuvo una reducción de la resistencia  $f'm$  del 33%. Ambos resultados que forman parte de investigaciones antecedentes en contextos distintos al de la presente investigación, donde **el agregado es el componente diferenciador**, mantiene una trazabilidad con el resultado en el presente estudio que muestra una reducción del  $f'm$  con el uso de Massa Dun Dun en unidades de albañilería Tipo IV de 42.3%.

El modo de falla que se ha generado en los especímenes ensayados fue frágil, originando grietas verticales en las unidades de albañilería como se muestra en la figura 10.

Adicionalmente **se ha evaluado  $f'm/f'b$** , relación entre la resistencia de la albañilería ( $f'm$ ) y la resistencia de la unidad ( $f'b$ ), mostrado en la tabla N° 31. Se complementa estos resultados publicados en (Gallegos&Casabonne, 2005). La grafica N° 09 muestra gráficamente una comparación de los resultados con distintos materiales en la junta. *Se muestra que la resistencia y rigidez del material de junta influye significativamente en la resistencia del prisma sometido a compresión. Si el material de junta es más rígido, la tendencia será que el material confine al ladrillo y eleve la resistencia de la pila. En caso contrario, tal como lo muestra la curva en la misma figura, el efecto es inverso.* (Gallegos&Casabonne, 2005)

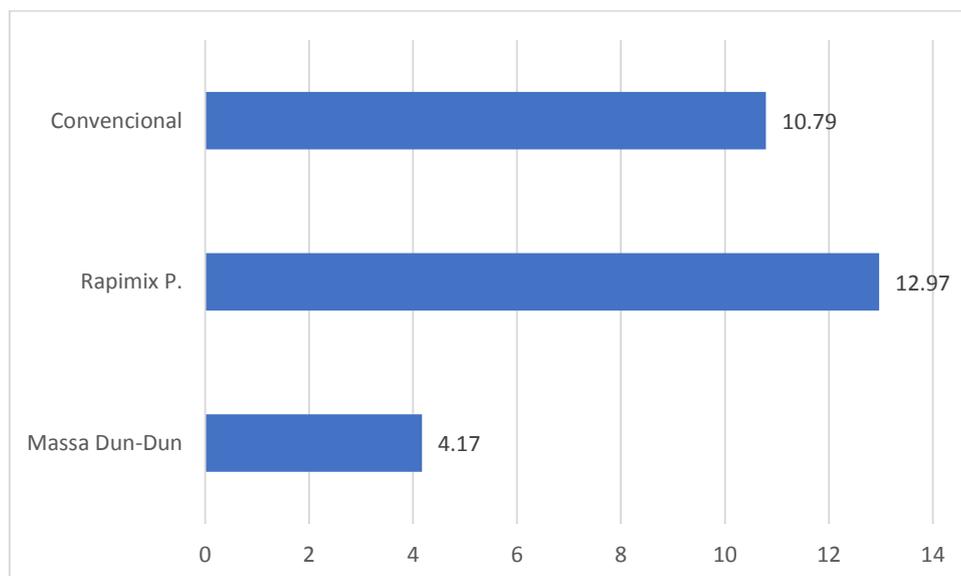
#### 4.1.2. Análisis comparativo de ensayos en muretes con distintos morteros:

**Tabla 34:** Comparación porcentual con espécimen patrón del  $v'm$

Mortero	$v'm$ característico kg/cm <sup>2</sup>	%	Var.
Convencional	10.79	100.0%	
Rapimix P.	12.97	120.2%	20.2%
Massa Dun Dun	4.17	38.7%	-61.3%

**Nota.** Información obtenida de los resultados obtenidos en laboratorio

**Figura 11.** Diagrama comparativo del  $v'm$  con distintos morteros



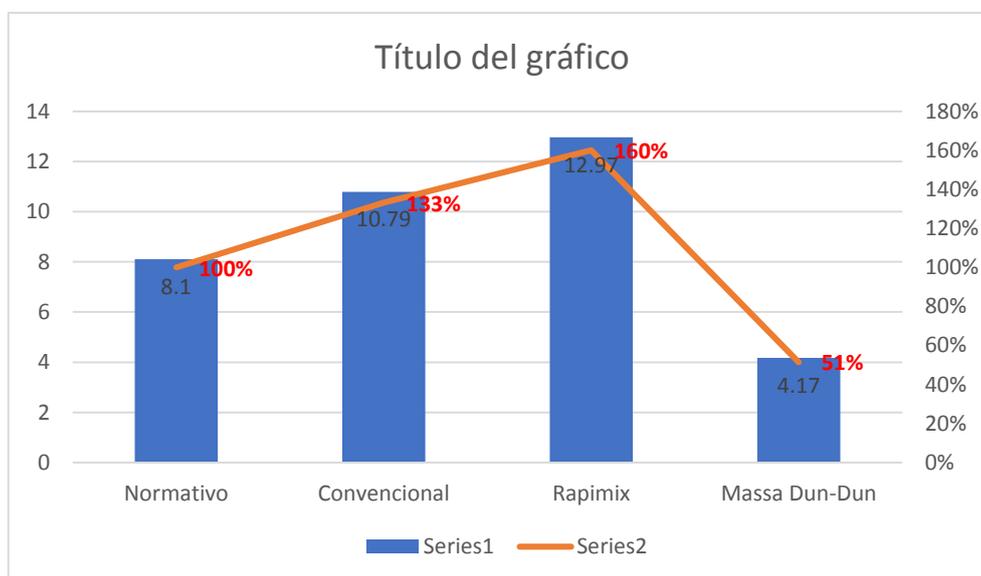
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 35:** Comparación porcentual con valor normativo del  $v'm$

Mortero	$v'm$ característico kg/cm <sup>2</sup>	%	Var.
Normativo *	8.1	100.0%	0.0%
Convencional	10.79	133.2%	33.2%
Rapimix P.	12.97	160.1%	60.1%
Massa Dun Dun	4.17	51.5%	-48.5%

**Fuente.** Información obtenida a partir de los resultados del laboratorio.

**Figura 12.** Gráfica comparativa de los valores de  $v'm$  en muretes con distinto mortero.



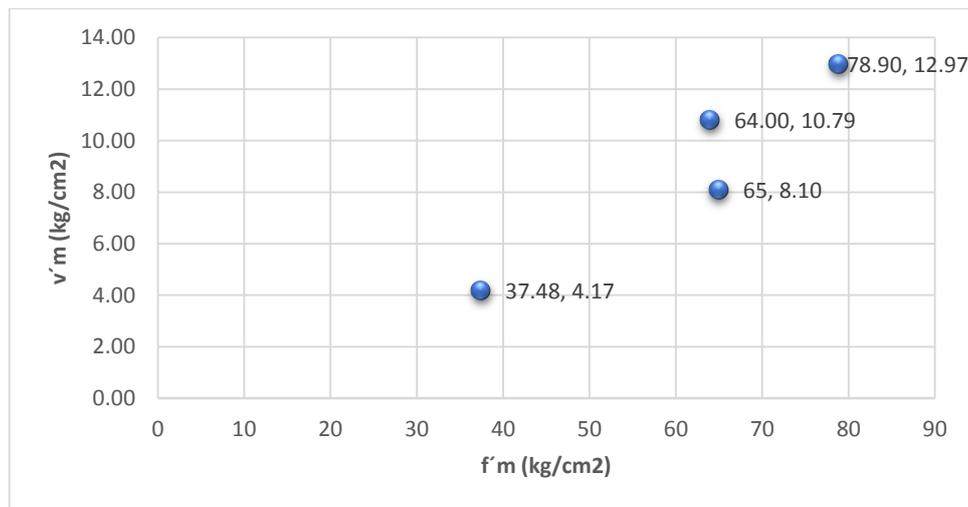
**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 36:** Comparación de resultados  $f'm$  vs  $v'm$

Mortero	$f'm$ kg/cm <sup>2</sup>	$v'm$ kg/cm <sup>2</sup>	Var.
Normativo *	65	8.10	12.5%
Convencional	64.00	10.79	16.9%
Rapimix P.	78.90	12.97	16.4%
Massa Dun Dun	37.48	4.17	11.1%

**Fuente:** Información obtenida a partir de los resultados del laboratorio.

**Figura 13.** Gráfico que muestra la intersección de valores ( $f'm$ ;  $v'm$ ). Elaboración propia en base a la tabla N° 35.



**Fuente:** Elaboración propia.

### Discusión:

Los muretes preparados con **el mortero convencional** (1:4) ha demostrado un buen comportamiento ante el ensayo a tracción (**10.79 kg/cm<sup>2</sup>**), cuyo resultado está por encima del valor normativo (**8.1 kg/cm<sup>2</sup>**) en un 33.2%. Es importante indicar, que el control del espesor de las juntas, el aplomo del murete, la calidad del agregado y control de la dosificación ha conseguido esta mejora, sin embargo, en condiciones de obra, donde el control no es el mismo que en laboratorio se espera que al menos el resultado de los ensayos sobre muretes preparados in situ se acerquen al parámetro indicado en el cuadro 09 de la norma E-070.

El modo de falla presenciado es del tipo escalonado en uno y en el resto, con la formación de grietas diagonales que atravesaban ladrillos y mortero.

**Figura 14.** Vista de los muretes preparados para ser ensayados.



**Fuente:** Elaboración propia.

Los muretes preparados con **mortero Rapimix**, han obtenido un mejor resultado promedio (**12.97 kg/cm<sup>2</sup>**), valor que está por encima del espécimen patrón en un **20.2 %** y por encima del valor normativo en un **60.1%**. Estos resultados se reflejan de forma correlacional con los obtenidos en el cálculo de la resistencia a compresión de la albañilería. En la figura N° 15 se muestra los pares ordenados ( $f'm$ ;  $v'm$ ), donde el resultado obtenido por el uso de este mortero está por encima de las demás muestras. El tipo de falla que se ha evidenciado ha sido en todas las muestras de tipo diagonal, cortando ladrillo y mortero, debido al aumento de la resistencia del mortero, el agrietamiento empieza en la unidad de albañilería y continúa atravesando el mortero cuyos esfuerzos actuantes superan a la tracción que soporta.

Los muretes preparados con **Massa Dun Dun**, presentan resultados muy bajos. En la figura N° 12 se muestra una reducción de su resultado (**4.17 kg/cm<sup>2</sup>**) de **51.1%** respecto del valor normativo y de **38.7%** respecto del promedio de los especímenes patrón. Su valor acerca a la albañilería como si las unidades fueran del tipo KK artesanal. El tipo de falla es escalonado, generándose la línea de falla por las juntas con este tipo de mortero. Su uso no es para muros estructurales.

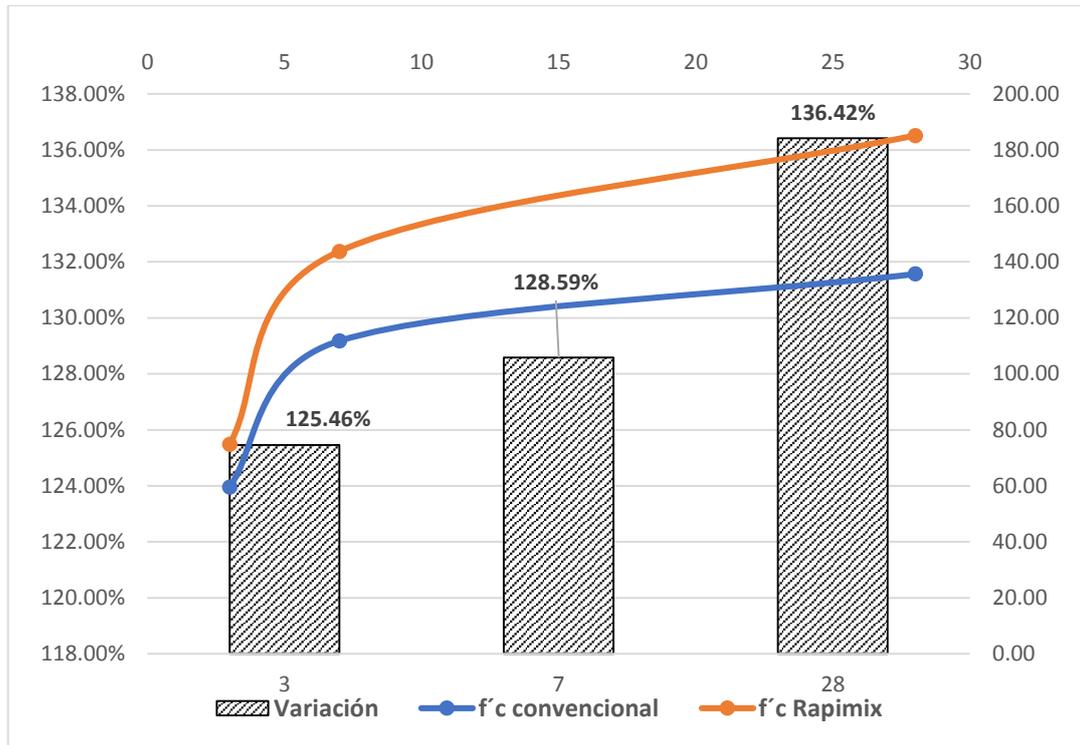
#### 4.1.3. Análisis comparativo de ensayos en cubos de mortero:

**Tabla 37:** Resultados comparativos de  $f'c$  de cubos con mortero convencional y Rapimix

Días de ensayo	$f'c$ Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )		Variación
	Convencional	Rapimix	%
3	59.61	74.78	125.46%
7	111.79	143.75	128.59%
28	135.69	185.11	136.42%

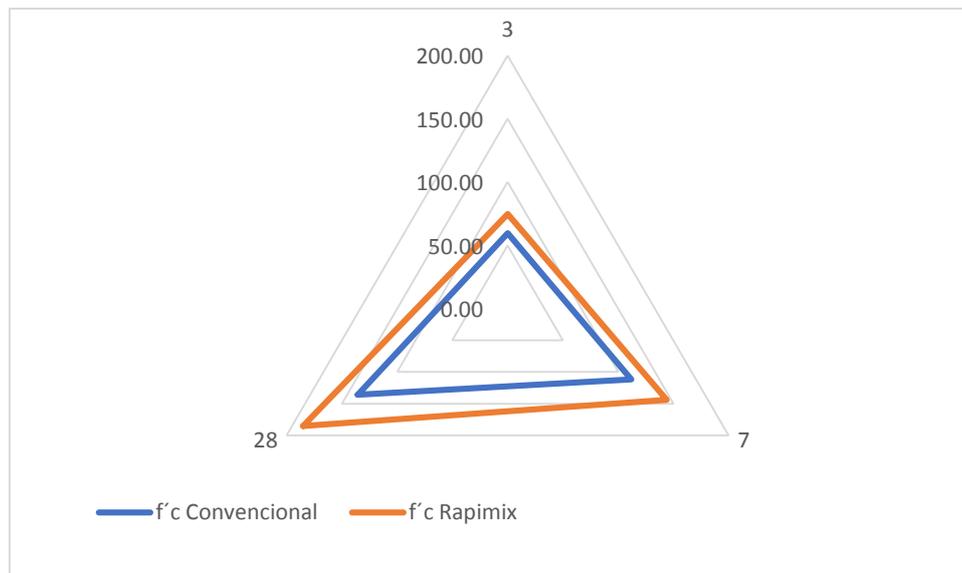
**Nota.** Información obtenida de los resultados obtenidos en laboratorio

**Figura 13.** Curvas de obtención de resistencia en el tiempo  $f'c$  mortero convencional vs Rapimix. Barras porcentuales que muestra la variación positiva del mortero Rapimix sobre el porcentual



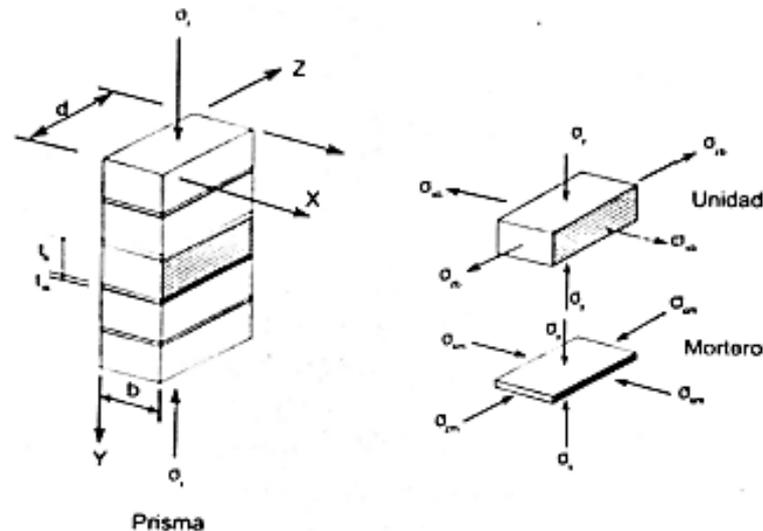
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 14.** Esquema radial comparativo entre los  $f'c$  de cubos de mortero convencional y Rapimix



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 15.** Esfuerzo en el ladrillo y en el mortero por efecto de la carga unitaria uniaxial.



Fuente: (Gallegos, 2005)

De acuerdo a (Gallegos&Casabonne, 2005) el mortero en un prisma cargado uniaxialmente, está sometido a compresión triaxial como lo muestra la figura anterior y, el ladrillo, a una combinación de compresión uniaxial y tracción biaxial. Debido a que la expansión lateral del mortero está restringida por el ladrillo por tener uniforme fricción debido a su unión.

Según (Gallegos, 2005) los morteros con más resistencia a la compresión producen prismas y muretes más resistentes. Esto se ve reflejado en los resultados de ensayo de resistencia a la compresión  $f'_c$  de cubos con mortero convencional y mortero Rapimix. En el esquema radial se muestra como en a los 3, 7, 21 días de ensayos el valor de  $f'_c$  con el mortero predosificado Rapimix profesional supera en 25%, 28% y 36% a los cubos con mortero tradicional, lo cual explica una trazabilidad entre estos valores y los resultados en los ensayos en pilas y muretes.

## 4.2. Conclusiones

1. Al evaluar las propiedades mecánicas  $f'm$  y  $v'm$  en pilas y muretes, se verifica el uso estructural en albañilería confinada del mortero Rapimix Profesional. Se concluye que el uso del mortero Massa Dun Dun no debe usarse en muros estructurales de albañilería confinada en la ciudad de Chiclayo.
2. Las unidades de albañilería, de marca Lark, usado durante el ensayo han demostrado clasificar como unidades de tipo IV, aptas para el uso estructural en albañilería confinada de la ciudad de Chiclayo.
3. Las propiedades mecánicas  $f'm$  y  $v'm$  obtenidas en los ensayos sobre especímenes de pilas y muretes con mortero convencional han demostrado cumplir con los valores normativos indicados en la tabla 09 de la norma E-070 y su uso como patrón para comparaciones es válido.
4. Las propiedades mecánicas  $f'm$  y  $v'm$  obtenidas en los ensayos sobre especímenes de pilas y muretes con mortero Rapimix han demostrado superar los valores de la muestra patrón y al mismo tiempo superar los valores normativos indicados en la tabla 09 de la norma E-070, por lo que su uso estructural es válido la aplicación en albañilería confinada en la ciudad de Chiclayo.
5. Las propiedades mecánicas  $f'm$  y  $v'm$  obtenidas en los ensayos sobre especímenes de pilas y muretes con mortero Massa Dun Dun han demostrado estar por debajo de los valores de la muestra patrón y al mismo tiempo de los valores indicados en la norma E-070 por lo que su uso estructural no es aceptable para ser aplicado en albañilería confinada en la ciudad de Chiclayo.

#### 4.3. Recomendaciones:

1. Se recomienda el uso del mortero Rapimix en albañilería confinada, siempre que el factor de costos sea incluido en el análisis, debido a que en esta investigación se ha demostrado el cumplimiento de sus propiedades mecánicas y mejora de las mismas respecto al uso de mortero convencional, no obstante, no se ha determinado la influencia de los costos.
2. Se recomienda no usar el mortero Massa Dun Dun en muros estructurales que formen parte del sistema albañilería confinada. La presente investigación no afirma ni valida su restricción o uso en otros tipos de muros.
3. Se recomienda el uso de la arena de la Cantera Pátapo y la unidad de albañilería Lark tipo IV para la aplicación en la construcción de muros estructurales que formen parte del sistema albañilería confinada.
4. Se recomienda evaluar las propiedades mecánicas de la albañilería bajo las restricciones y exigencias de la norma E-070 siguiendo los procesos de las normas técnicas peruanas, referidas en el presente documento.

## REFERENCIAS

1. Bartolomé, Á. S. (2005). *Comentarios sobre la norma E070*. Lima: SENCICO.
2. Cemento Pacasmayo. (Enero de 2020). *Cemento Pacasmayo*. Obtenido de Ficha técnica Rapimix: [http://200.60.32.52/img/productos/ficha\\_rapimix.pdf](http://200.60.32.52/img/productos/ficha_rapimix.pdf)
3. CENTRO GROUP SAC. (28 de 05 de 2018). *FICHA TÉCNICA OFICIAL*. Obtenido de [https://contegroup.org/massadundunperu/FichaDunDun\\_Oficial.pdf](https://contegroup.org/massadundunperu/FichaDunDun_Oficial.pdf)
4. COSTOS. (2018). Valor por m2 de muro de albañilería confinada. *Costos*, 72.
5. E070\_SENCICO. (2006). Norma E-070. *Albañilería*, 15.
6. Gallegos & Casabonne. (2005). *Albañilería Estructural*. Lima: Fondo Editorial PUCP.
7. Gallegos, H. (2005). *Albañilería Estructural*. Lima: Pontifica Universidad Católica del Perú\_Fondo Editorial.
8. Mejía, M. (6 de Agosto de 2019). *ANDINA*. Obtenido de Agencia Peruana de Noticias: <https://andina.pe/agencia/noticia-inversion-inmobiliaria-crecio-9-primer-semester-del-2019-762452.aspx>
9. Miñano, H. &. (2019). *Comparación de las propiedades mecánicas del mortero convencional y mortero Massa Dun Dun*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
10. Vargas, L. (2017). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO TRADICIONAL Y EL MORTERO NO CONVENCIONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA*. Lima: UNI.

## ANEXOS

### ANEXO N° 1: Movilización y ensayo de variación dimensional del ladrillo Lark

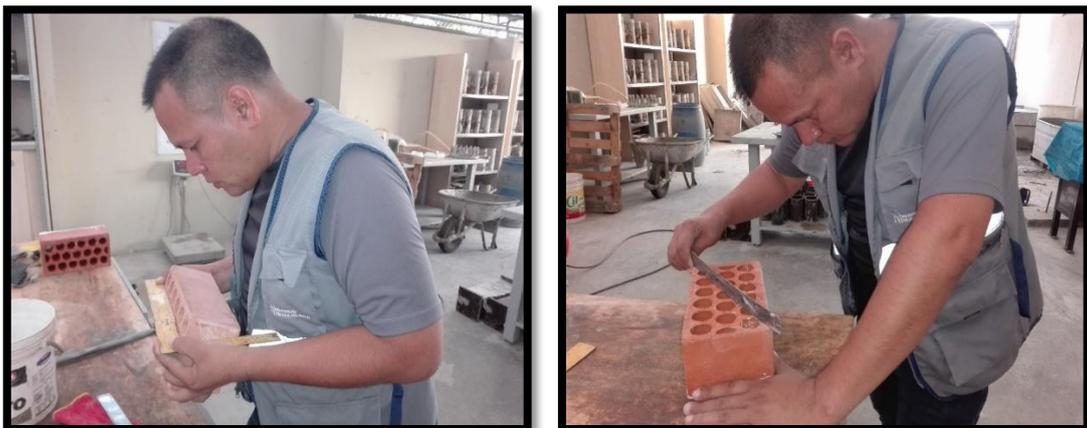
Imagen 01: Movilización del ladrillo Lark de la tienda a la universidad UPN-Trujillo.



Fuente: Elaboración Propia.

### ANEXO N° 2: Realización del ensayo de variación dimensional y alabeo en unidades de albañilería.

Imagen 02: Realización del ensayo de variación dimensional y alabeo en unidades de albañilería.



Fuente: Elaboración propia - Laboratorio Universidad Privada del Norte-Trujillo.

### ANEXO N° 3: Cantera La Victoria (Chiclayo)

**Imagen 03:** Cantera La Victoria (Chiclayo).



**Fuente:** Elaboración propia.

**Imagen 04:** Extracción del agregado Fino de la Cantera La Victoria (Chiclayo)



**Fuente:** Elaboración propia.

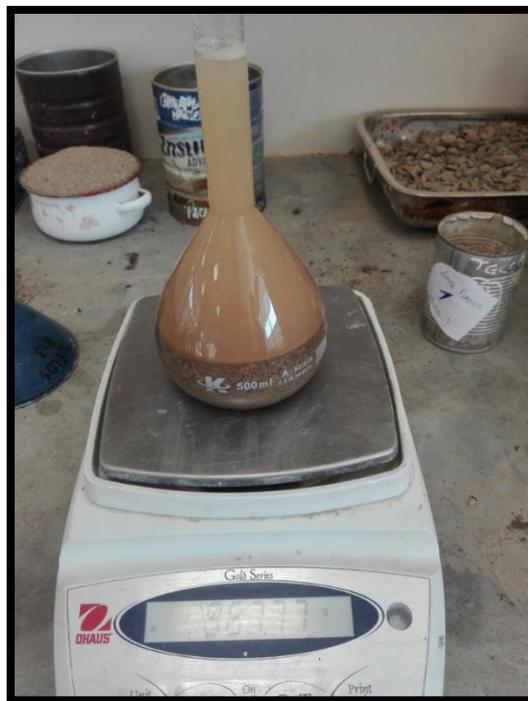
**ANEXO N° 4: Granulometría, porcentaje de contenido de humedad y peso unitario  
seco suelto, del agregado fino.**

**Imagen 04 y 05:** Realización del ensayo de granulometría del agregado fino.



**Fuente:** Elaboración propia - Laboratorio Universidad Privada del Norte-Trujillo.

**Imagen 06:** Realización del ensayo de porcentaje de contenido de humedad del agregado fino.



**Fuente:** Elaboración propia - Laboratorio Universidad Privada del Norte-Trujillo.

**Imagen 07:** Realización del ensayo de peso unitario seco suelto del agregado fino.



**Fuente:** Elaboración propia - Laboratorio Universidad Privada del Norte-Trujillo.

### **ANEXO N° 5: Preparación de probetas para dados de mortero.**

**Imagen 08:** Cubriendo la probeta con la Massa Dun Dun.



**Fuente:** Elaboración propia – Jr.; Los Olivos # 296 Distrito la Esperanza-Trujillo.

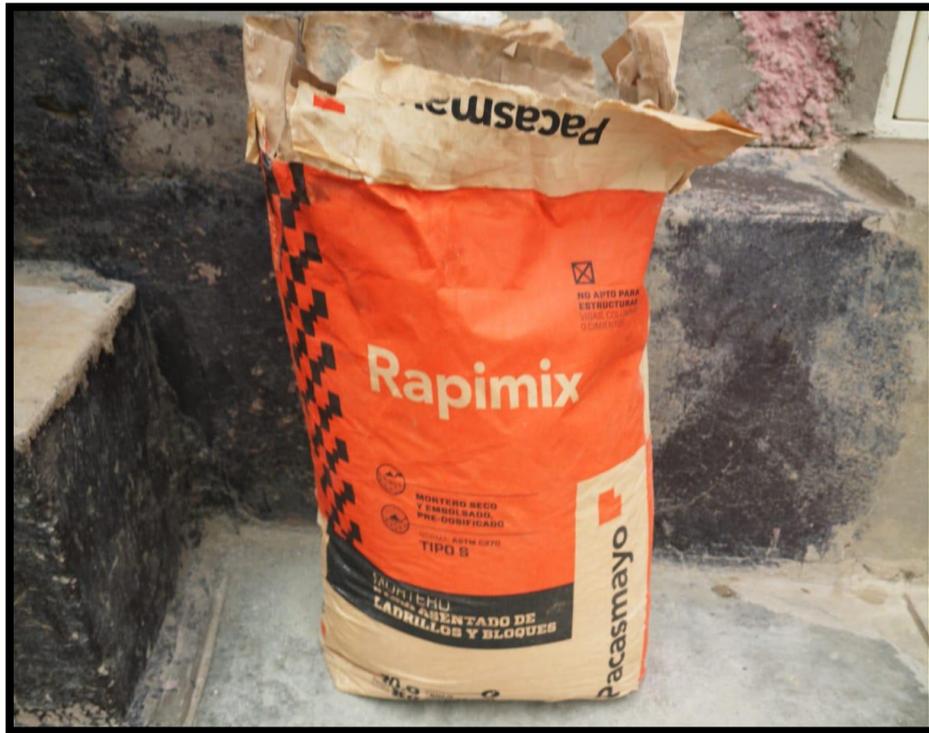
### ANEXO N° 6: Preparación de pilas de ladrillos.

Imagen 09: Pilas de ladrillo Lark con mortero Massa Dun Dun.



Fuente: Elaboración propia – Jr; los olivos #296 Distrito la Esperanza-Trujillo.

**Imagen 10:** Mortero pre dosificado rapimix.



**Fuente:** Sodimac-Mall Aventura Plaza-Trujillo.

**Imagen 11:** Pilas de ladrillo lark con mortero pre dosificado rapimix.



**Fuente:** Elaboración propia – Jr; los olivos #296 Distrito la Esperanza-Trujillo.

**Imagen 12:** Pilas de ladrillo Lark con mortero tradicional



**Fuente:** Elaboración propia – Jr; los olivos #296 Distrito la Esperanza-Trujillo.

1.5 cm de espesor de mortero.



**Fuente:** Elaboración propia – Jr; los olivos #296 Distrito la Esperanza-Trujillo.

**Imagen 13:** 1.5 Refrenado de pilas de ladrillos.



**Fuente:** Elaboración propia - Laboratorio Universidad Privada del Norte-Trujillo.

### **ANEXO N° 7: Preparación de muretes con mortero tradicional, mortero Rapimix y Massa Dun Dun.**

**Imagen 14:** Elaboración y refrentado de muretes con Rapimix y massa Dun Dun.



**Fuente:** Elaboración propia – Jr; los olivos #296 Distrito la Esperanza-Trujillo.

**Imagen 15:** Elaboración y refrentado de muretes con mortero tradicional.



**Fuente:** Elaboración propia – Jr; los olivos #296 Distrito la Esperanza-Trujillo.

### **ANEXO N° 8: Datos de mortero tradicional, mortero Rapimix y massa Dun Dun.**

**Imagen 16:** Dados de mortero tradicional, mortero Rapimix y massa Dun Dun curado a los 28 días para su análisis.



**Fuente:** Elaboración propia - Laboratorio Universidad Privada del Norte-Trujillo.

### ANEXO N° 9: Ensayo a la compresión de mortero tradicional, mortero Rapimix y Massa Dun Dun.

Imagen 17: Realización del ensayo de resistencia a la compresión de cubos a los 28 días.



Fuente: Elaboración propia - Laboratorio Universidad Privada del Norte-Trujillo.

**ANEXO N° 10: Ensayo a la compresión de pilas de ladrillo con mortero tradicional,  
mortero Rapimix y Massa Dun Dun.**

**Imagen 18:** Ensayo de compresión axial en pilas de mortero tradicional.



**Fuente:** Elaboración propia - Laboratorio Universidad Privada del Norte-Trujillo.

**Imagen 19:** Ensayo de compresión axial en pilas de mortero pre dosificado Rapimix.



**Fuente:** Elaboración propia - Laboratorio Universidad Privada del Norte-Trujillo.

**Imagen 20:** Ensayo de compresión axial en pilas con mortero Massa Dun Dun.



**Fuente:** Elaboración propia - Laboratorio Universidad Privada del Norte-Trujillo.

### **ANEXO N° 11: Ensayo a la compresión de Muretes con mortero tradicional, mortero Rapimix y Massa Dun Dun.**

**Imagen 21:** Fallas presentadas en el ensayo de compresión diagonal en muretes con mortero tradicional.



**Fuente:** Laboratorio Universidad UPAO-Trujillo.

**Imagen 22:** Fallas presentadas en el ensayo de compresión diagonal en muretes con mortero pre mezclado Rapimix.



**Fuente:** Laboratorio Universidad UPAO-Trujillo.

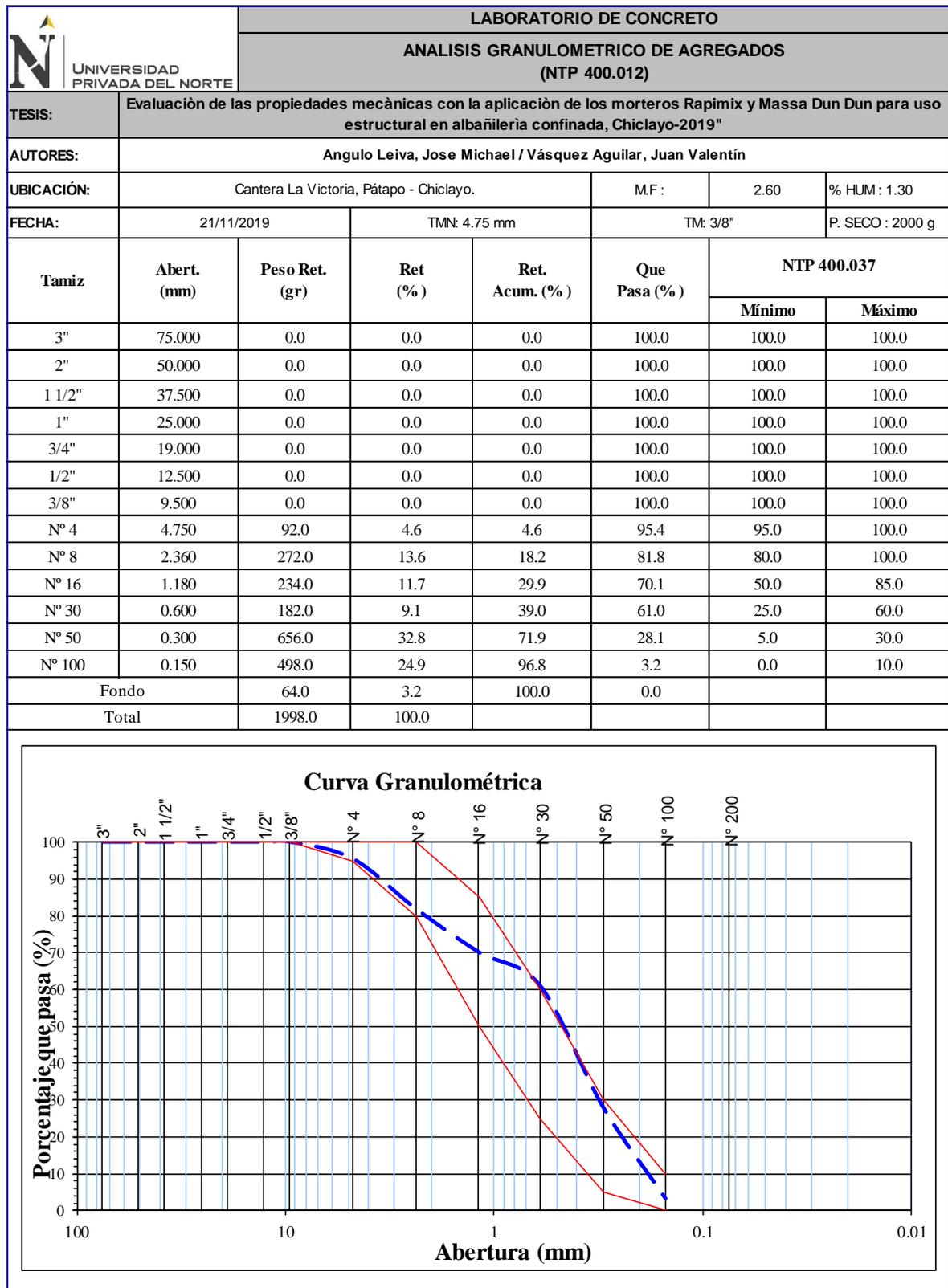
**Imagen 23:** Fallas presentadas en el ensayo de compresión diagonal en muretes con mortero Massa Dun Dun.



**Fuente:** Laboratorio Universidad UPAO-Trujillo.

## ANEXO N° 12: Certificación de Resultados emitidos Universidad Privada del Norte

Imagen 24. Análisis granulométrico del agregado fino.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 25. Contenido de humedad del agregado fino.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO			
		CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO (NTP 339.185)			
TESIS:	"Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun para uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019"				
AUTORES:	Angulo Leiva, Jose Michael / Vásquez Aguilar, Juan Valentín				
UBICACIÓN:	Trujillo-La Libertad				
FECHA:	22/11/2019				
N° Muestra	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	Humedad W (%)		
1	500.00	493.60	1.30		
2	500.00	492.98	1.42		
3	500.00	493.75	1.27		
<b>Humedad Promedio W(%)</b>		<b>1.33</b>			

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo para el ensayo.

Imagen 26. Contenido de humedad del agregado fino.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO					
		PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO (NTP 400.022)					
TESIS:	"Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun para uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019"						
AUTORES:	Angulo Leiva, Jose Michael / Vásquez Aguilar, Juan Valentín						
UBICACIÓN:	Trujillo-La Libertad						
FECHA:	22/11/2019						
<b>Volumen de la Fiola (cm3)</b>		<b>500</b>					
N° MUESTRA	Peso Fiola + Muestra (gr)	Peso Fiola + Muestra + Agua (gr)	Peso de Agua añadida (gr)	Peso de Muestra Seca (gr)	Pem (gr/cm3)	Pess (gr/cm3)	Pea (gr/cm3)
1	673.35	978.55	305.20	497.25	2.55	2.57	2.52
2	673.29	978.45	305.16	497.00	2.55	2.57	2.51
3	673.3	978.49	305.19	496.70	2.55	2.57	2.51
<b>PROMEDIO</b>					<b>2.55</b>	<b>2.57</b>	<b>2.51</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo para el ensayo.

**Imagen 27.** Ensayo de Absorción del agregado fino.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO			
		ABSORCIÓN (NTP 400.022)			
TESIS:	"Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun para uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019"				
AUTORES:	Angulo Leiva, Jose Michael / Vásquez Aguilar, Juan Valentín				
UBICACIÓN:	Trujillo-La Libertad				
FECHA:	22/11/2019				
		<b>TMN:</b>			N° 04
	N° Muestra	Peso de muestra (gr)	Peso de muestra seca (gr)	% Absorción	% Absorción promedio
	1	500	497.25	0.55	0.61
	2	500	497	0.60	
	3	500	496.7	0.66	

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo para el ensayo.

**Imagen 28.** Ensayo de peso unitario del agregado fino.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO				
		PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO (NTP 400.017)				
TESIS:	"Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun para uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019"					
AUTORES:	Angulo Leiva, Jose Michael / Vásquez Aguilar, Juan Valentín					
UBICACIÓN:	Trujillo-La Libertad					
FECHA:	22/11/2019					
Peso de Recipiente (Kg)	Peso Recip. + Agua (Kg)	Peso del Agua (Kg)	Temperatura (°C)	Densidad del agua (Kg/m <sup>3</sup> )	Volumen Recipiente (m <sup>3</sup> )	Humedad Agregado (% H)
5.525	19.600	14.075	26.7	996.75	0.014	1.33
<b>PUSC</b>						
Nº MUESTRA	Peso Recipiente + Material (Kg)	Peso de Material (Kg)	Corrección	Peso Recipiente + Material (Kg)	Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	Promedio (Kg/m <sup>3</sup> )
1	27.064	21.539	21.257	26.782	1505.33	<b>1499.32</b>
2	26.890	21.365	21.085	26.610	1493.17	
3	26.980	21.455	21.174	26.699	1499.46	
<b>PUSC</b>						
Nº MUESTRA	Peso Recipiente + Material (Kg)	Peso de Material (Kg)	Corrección	Peso Recipiente + Material (Kg)	Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	Promedio (Kg/m <sup>3</sup> )
1	28.400	22.850	22.550	28.075	1596.95	<b>1606.50</b>
2	28.490	22.990	22.689	28.214	1606.73	
3	28.570	23.120	22.817	28.342	1615.82	

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo para el ensayo.

**Imagen 29.** Ensayo de Dimensiones del ladrillo.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO					
		DIMENSIONES DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS NTP 399.613					
<b>TESIS:</b>	"Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun para uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019"						
<b>AUTORES:</b>	Angulo Leiva, Jose Michael / Vásquez Aguilar, Juan Valentín						
<b>UBICACIÓN:</b>	Trujillo-La Libertad						
<b>FECHA:</b>	29/11/2019						
UNIDAD	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	UNIDAD	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)
L-1	23.05	12.47	8.97	L-2	22.95	12.48	9.00
	23.02	12.51	9.01		23.00	12.50	8.99
	23.05	12.49	9.05		22.98	12.48	8.96
<b>PROMEDIO</b>	<b>23.04</b>	<b>12.49</b>	<b>9.01</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>22.98</b>	<b>12.49</b>	<b>8.98</b>
UNIDAD	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	UNIDAD	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)
L-3	22.97	12.47	9.05	L-4	23.05	12.49	9.05
	23.09	12.51	9.01		22.95	12.49	9.01
	23.05	12.50	9.05		23.05	12.48	8.97
<b>PROMEDIO</b>	<b>23.04</b>	<b>12.49</b>	<b>9.04</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>23.02</b>	<b>12.49</b>	<b>9.01</b>
UNIDAD	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	UNIDAD	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)
L-5	22.97	12.48	9.02	L-6	22.95	12.51	9.12
	23.05	12.48	9.05		23.05	12.51	9.07
	23.00	12.50	9.01		22.98	12.51	9.10
<b>PROMEDIO</b>	<b>23.01</b>	<b>12.49</b>	<b>9.03</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>22.99</b>	<b>12.51</b>	<b>9.10</b>
UNIDAD	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	UNIDAD	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)
L-7	23.01	12.52	8.99	L-8	23.10	12.51	9.01
	22.98	12.47	9.10		23.15	12.51	9.03
	23.01	12.47	8.99		23.10	12.53	9.03
<b>PROMEDIO</b>	<b>23.00</b>	<b>12.49</b>	<b>9.03</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>23.12</b>	<b>12.52</b>	<b>9.02</b>
UNIDAD	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	UNIDAD	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)
L-9	22.99	12.50	9.05	L-10	23.00	12.50	9.00
	23.02	12.50	9.03		23.00	12.53	9.12
	23.05	12.50	9.03		23.01	12.51	9.15
<b>PROMEDIO</b>	<b>23.02</b>	<b>12.50</b>	<b>9.04</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>23.00</b>	<b>12.51</b>	<b>9.09</b>

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo para el ensayo.

**Imagen 30.** Ensayo de variación Dimensional del ladrillo.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO				
		VARIACION DIMENSIONAL DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS NTP 399.613				
TESIS:	"Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun para uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019"					
AUTORES:	Angulo Leiva, Jose Michael / Vásquez Aguilar, Juan Valentín					
UBICACIÓN:	Trujillo-La Libertad					
FECHA:	29/11/2019					
LADRILLO KING KONG 18 HUECOS			LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	
			23.00	12.50	9.00	
UNIDAD	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	VAR. DIM. LARGO (%)	VAR. DIM. ANCHO (%)	VAR. DIM. ALTURA (%)
L-1	23.04	12.49	9.01	-0.17	0.08	-0.11
L-2	22.98	12.49	8.98	0.10	0.11	0.19
L-3	23.04	12.49	9.04	-0.16	0.05	-0.41
L-4	23.02	12.49	9.01	-0.07	0.11	-0.11
L-5	23.01	12.49	9.03	-0.03	0.11	-0.30
L-6	22.99	12.51	9.10	0.03	-0.08	-1.07
L-7	23.00	12.49	9.03	0.00	0.11	-0.30
L-8	23.12	12.52	9.02	-0.51	-0.13	-0.26
L-9	23.02	12.50	9.04	-0.09	0.00	-0.41
L-10	23.00	12.51	9.09	-0.01	-0.11	-1.00
PROMEDIO VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)			(+)	0.07	0.09	0.19
			(-)	-0.15	-0.11	-0.44
VARIACIÓN DIMENSIONAL DESFAVORABLE (%)			(+ o -)	<b>0.15</b>	<b>0.11</b>	<b>0.44</b>

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo para el ensayo.

**Imagen 31.** Ensayo de alabeo del ladrillo.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO			
		ALABEO DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS NTP 399.613			
TESIS:	"Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun para uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019"				
AUTORES:	Angulo Leiva, Jose Michael / Vásquez Aguilar, Juan Valentín				
UBICACIÓN:	Trujillo-La Libertad				
FECHA:	29/11/2019				
UNIDAD	CONCAVIDAD (mm)	CONVEXIDAD (mm)	MAYOR DESFAVORABLE		
			CONCAV.	CONVEX.	
L-1	2.40	0	2.40	0.00	
	0.50	0			
L-2	1.80	0	1.80	0.00	
	0.80	0			
L-3	1.00	0	1.00	0.00	
	0.10	0			
L-4	0.80	0	1.10	0.00	
	1.10	0			
L-5	0.00	0	1.10	0.00	
	1.10	0			
L-6	1.00	0	1.00	0.00	
	0.00	0			
L-7	0.50	0	1.00	0.00	
	1.00	0			
L-8	1.50	0	1.50	0.00	
	0.20	0			
L-9	1.20	0	1.20	0.00	
	0.00	0			
L-10	1.60	0	2.00	0.00	
	2.00	0			

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo para el ensayo.

**Imagen 32.** Ensayo de alabeo del ladrillo.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO		
		ALABEO DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS NTP 399.613		
TESIS:	"Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun para uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019"			
AUTORES:	Angulo Leiva, Jose Michael / Vásquez Aguilar, Juan Valentín			
UBICACIÓN:	Trujillo-La Libertad			
FECHA:	29/11/2019			
UNIDAD	MAXIMA CONCAVIDAD (mm)	MAXIMA CONVEXIDAD	VALOR MAS DESFAVORABLE	PROMEDIO
L-1	2.40	0.00	2.40	<b>1.41</b>
L-2	1.80	0.00	1.80	
L-3	1.00	0.00	1.00	
L-4	1.10	0.00	1.10	
L-5	1.10	0.00	1.10	
L-6	1.00	0.00	1.00	
L-7	1.00	0.00	1.00	
L-8	1.50	0.00	1.50	
L-9	1.20	0.00	1.20	
L-10	2.00	0.00	2.00	

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo para el ensayo.

**Imagen 33.** Ensayo de % de vacíos del ladrillo.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO				
		DETERMINACION DE PORCENTAJE DE VACIOS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS NTP 399.613				
TESIS:	"Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun para uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019"					
AUTORES:	Angulo Leiva, Jose Michael / Vásquez Aguilar, Juan Valentín					
UBICACIÓN:	Trujillo-La Libertad					
FECHA:	29/11/2019					
UNIDAD	L. PROME. (cm)	A. PROME. (cm)	H. PROME. (cm)	V. ALBEO. (cm <sup>3</sup> )	V. UNID. (cm <sup>3</sup> )	PORCENTAJE DE AREA DE VACIOS (%)
L-1	23.04	12.49	9.01	1122.90	2592.80	43.31
L-2	22.98	12.49	8.98	1115.60	2577.34	43.29
L-3	23.04	12.49	9.04	1129.20	2600.80	43.42
L-4	23.02	12.49	9.01	1125.85	2589.49	43.48
L-5	23.01	12.49	9.03	1135.03	2593.15	43.77
L-6	22.99	12.51	9.10	1135.07	2616.63	43.38
L-7	23.00	12.49	9.03	1124.25	2592.40	43.37
L-8	23.12	12.52	9.02	1129.50	2610.84	43.26
L-9	23.02	12.50	9.04	1114.80	2600.30	42.87
L-10	23.00	12.51	9.09	1123.30	2616.54	42.93
					<b>PROMEDIO</b>	43.44
					<b>D.S</b>	0.18
					<b>C.V (%)</b>	0.41
					<b>% AREA DE VACIOS FINAL</b>	<b>43.26</b>

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo para el ensayo.

**Imagen 34.** Ensayo de clasificación de la Unidad del ladrillo King kong de 18 huecos.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO						
		CLASIFICACIÓN DE LA UNIDAD DEL LADRILLO KING KONG 18 HUECOS NTP 399.613						
TESIS:	"Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun para uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019"							
AUTORES:	Angulo Leiva, Jose Michael / Vásquez Aguilar, Juan Valentín							
UBICACIÓN:	Trujillo-La Libertad							
FECHA:	29/11/2019							
UNIDAD	Variación dimensional (%)			Alabeo (mm)	Absorción	Área de Vacíos (%)	Resisten cia a compresi ón (kg/cm <sup>2</sup> )	Clasificación según NTP E.070 de Albañilería
	L	A	H					
King Kong 18H	0.15	0.11	0.44	1.41	10.42	43.26	142.61	Tipo IV

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo para el ensayo.

**Imagen 35.** Ensayo de absorción del ladrillo.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO	
		ABSORCION DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS NTP 399.613	
TESIS:	"Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun para uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019"		
AUTORES:	Angulo Leiva, Jose Michael / Vásquez Aguilar, Juan Valentín		
UBICACIÓN:	Trujillo-La Libertad		
FECHA:	29/11/2019		
UNIDAD	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	ABSORCION (%)
L-1	2686.5	2971.0	10.59
L-2	2646.0	2926.0	10.58
L-3	2688.5	2972.2	10.55
L-4	2696.5	2981.8	10.58
L-5	2684.5	2961.6	10.32
L-6	2686.0	2968.0	10.50
		<b>PROMEDIO</b>	10.52
		<b>D.S</b>	0.10
		<b>C.V (%)</b>	0.98
		<b>ABSORCION FINAL (%)</b>	<b>10.42</b>

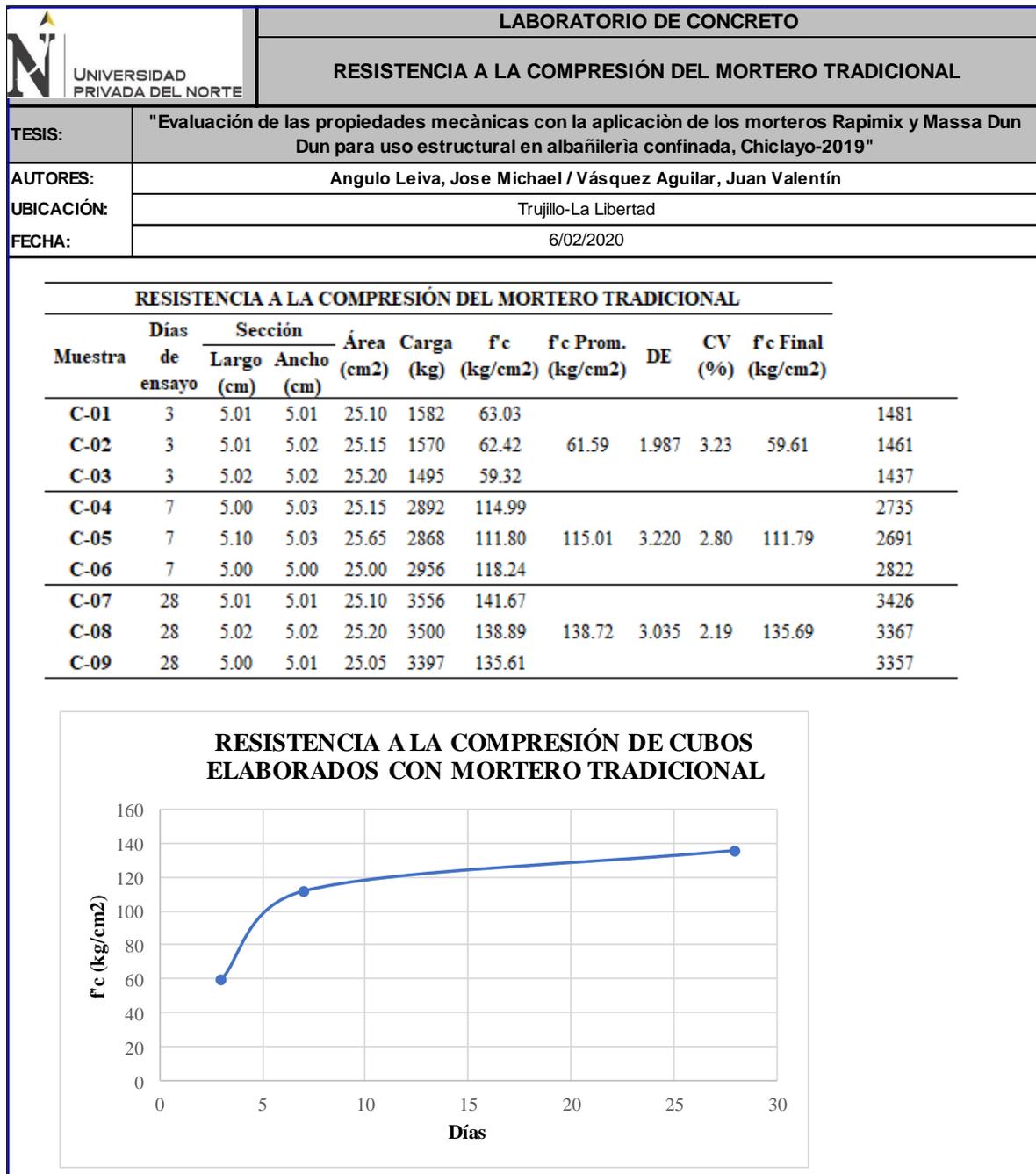
**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo para el ensayo.

**Imagen 36.** Ensayo Resistencia a la compresión del ladrillo.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO				
		RESISTENCIA A COMPRESION DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS				
TESIS:	"Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun para uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019"					
AUTORES:	Angulo Leiva, Jose Michael / Vásquez Aguilar, Juan Valentín					
UBICACIÓN:	Trujillo-La Libertad					
FECHA:	29/11/2019					
UNIDAD	L. PROME. (cm)	A. PROME. (cm)	H. PROME. (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )
L-1	23.04	12.49	9.01	287.77	42129	146.40
L-2	22.98	12.49	8.98	286.90	40910	142.59
L-3	23.04	12.49	9.04	287.80	41622	144.62
L-4	23.02	12.49	9.01	287.40	41354	143.89
L-5	23.01	12.49	9.03	287.28	40995	142.70
L-6	22.99	12.51	9.10	287.65	41386	143.88
					<b>PROMEDIO</b>	144.01
					<b>D.S</b>	1.40
					<b>C.V (%)</b>	0.97
					<b>f'b FINAL (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	142.61

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo para el ensayo.

**Imagen 37.** Ensayo Resistencia a la compresión del mortero tradicional.



**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo para el ensayo.

**Imagen 38.** Ensayo Resistencia a la compresión del mortero Rapimix Profesional

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO										
		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO RAPIMIX PROFESIONAL										
TESIS:	"Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun para uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019"											
AUTORES:	Angulo Leiva, Jose Michael / Vásquez Aguilar, Juan Valentín											
UBICACIÓN:	Trujillo-La Libertad											
FECHA:	6/02/2020											
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO RAPIMIX PROFESIONAL												
Muestra	Días de ensayo	Sección		Área	Carga	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> Prom.	DE	CV (%)	f <sub>c</sub> Final		
		Largo (cm)	Ancho (cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )			(kg/cm <sup>2</sup> )		
C-01	3	5.02	5.00	25.10	1902	75.78					1778	
C-02	3	5.02	5.01	25.15	1990	79.12	76.80	2.018	2.63	74.78	1782	
C-03	3	5.01	5.01	25.10	1895	75.50					1699	
C-04	7	5.00	5.01	25.05	3785	151.10					3358	
C-05	7	5.00	5.05	25.25	3910	154.85	149.71	5.961	3.98	143.75	3501	
C-06	7	5.20	5.10	26.52	3797	143.17					3467	
C-07	28	5.00	5.01	25.05	4650	185.63					4195	
C-08	28	5.03	5.01	25.20	4910	194.84	189.78	4.672	2.46	185.11	4209	
C-09	28	5.05	5.00	25.25	4769	188.87					4099	

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CUBOS  
ELABORADOS CON MORTERO RAPIMIX  
PROFESIONAL**



Días	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
3	75.78
7	143.17
28	185.63

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo para el ensayo.

**Imagen 39.** Ensayo Resistencia a la compresión de pilas de ladrillo con mortero tradicional.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO		
		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON MORTERO TRADICIONAL EN PILAS DE LADRILLOS LARK 18 HUECOS NTP 399.605		
TESIS:	Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun para uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019"			
AUTORES:	Angulo Leiva, Jose Michael / Vásquez Aguilar, Juan Valentín			
UBICACIÓN:	Trujillo-La Libertad			
FECHA DE ELABORACIÓN	7/01/2020			
FECHA DE ENSAYO:	6/02/2020			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )				
DATOS MORTERO TRADICIONAL				
Muestra		1	2	3
Altura	H1 (cm)	30.30	30.35	30.40
	H2 (cm)	30.30	30.45	30.40
	<b>HProm (cm)</b>	<b>30.30</b>	<b>30.40</b>	<b>30.40</b>
Largo	L1 (cm)	23.20	23.30	23.20
	L2 (cm)	23.20	23.10	23.10
	<b>LProm (cm)</b>	<b>23.20</b>	<b>23.20</b>	<b>23.15</b>
Ancho	B1 (cm)	12.40	12.50	12.50
	B2 (cm)	12.50	12.40	12.60
	<b>BProm (cm)</b>	<b>12.45</b>	<b>12.45</b>	<b>12.55</b>
ÁREA (cm <sup>2</sup> )		288.84	288.84	290.53
ESBELTEZ		2.43	2.44	2.42
FACT. DE CORR. POR ESB.		0.79	0.792	0.789
FACT. DE CORR. POR EDAD		1	1	1
CARGA (kg)		25293	23258	24862
RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )		87.57	80.52	85.57
PROMEDIO		84.55		
RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )		69.18	63.77	67.52
PROMEDIO CORREGIDO		66.82		
D.S		2.77		
C.V (%)		4.14%		
f <sub>m</sub> CARACTERÍSTICA (Kg/cm <sup>2</sup> )		64.05		

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo para el ensayo.

**Imagen 40.** Ensayo Resistencia a la compresión de pilas de ladrillo con mortero Rapimix profesional.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO		
		RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO RAPIMIX PROFESIONAL EN PILAS DE LADRILLOS LARK 18 HUECOS NTP 399.605		
TESIS:	Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun para uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019”			
AUTORES:	Angulo Leiva, Jose Michael / Vásquez Aguilar, Juan Valentín			
UBICACIÓN:	Trujillo-La Libertad			
FECHA DE ELABORACIÓN	7/01/2020			
FECHA DE ENSAYO:	6/02/2020			
DATOS MORTERO RAPIMIX PROFESIONAL				
Muestra		1	2	3
Altura	H1 (cm)	29.80	30.00	30.00
	H2 (cm)	29.80	30.05	30.00
	<b>HProm (cm)</b>	<b>29.80</b>	<b>30.03</b>	<b>30.00</b>
Largo	L1 (cm)	23.10	23.10	23.10
	L2 (cm)	23.10	23.20	23.10
	<b>LProm (cm)</b>	<b>23.10</b>	<b>23.15</b>	<b>23.10</b>
Ancho	B1 (cm)	12.60	12.40	12.40
	B2 (cm)	12.50	12.50	12.40
	<b>BProm (cm)</b>	<b>12.55</b>	<b>12.45</b>	<b>12.40</b>
ÁREA (cm <sup>2</sup> )		289.91	288.22	286.44
ESBELTEZ		2.37	2.41	2.42
FACT. DE CORR. POR ESB.		0.782	0.787	0.789
FACT. DE CORR. POR EDAD		1	1	1
CARGA (kg)		29650	30354	28830
RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )		102.27	105.32	100.65
PROMEDIO		102.75		
RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )		79.98	82.88	79.41
PROMEDIO CORREGIDO		80.76		
D.S		1.86		
C.V (%)		2.31%		
f <sub>m</sub> CARACTERISTICA (Kg/cm <sup>2</sup> )		78.90		

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo para el ensayo.

**Imagen 41.** Ensayo Resistencia a la compresión de pilas de ladrillo con Massa Dun Dun.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO		
		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO MASA DUN-DUN EN PILAS DE LADRILLOS LARK 18 HUECOS NTP 399.605		
TESIS:	Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun para uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019"			
AUTORES:	Angulo Leiva, Jose Michael / Vásquez Aguilar, Juan Valentín			
UBICACIÓN:	Trujillo-La Libertad			
FECHA DE ELABORACIÓN:	7/01/2020			
FECHA DE ENSAYO:	6/02/2020			
<b>DATOS MASSA DUN-DUN</b>				
<b>Muestra</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Altura</b>	H1 (cm)	36.40	36.90	36.90
	H2 (cm)	36.45	36.90	37.00
	<b>HProm (cm)</b>	<b>36.43</b>	<b>36.90</b>	<b>36.95</b>
<b>Largo</b>	L1 (cm)	23.10	23.20	23.20
	L2 (cm)	23.20	23.20	23.10
	<b>LProm (cm)</b>	<b>23.15</b>	<b>23.20</b>	<b>23.15</b>
<b>Ancho</b>	B1 (cm)	12.60	12.50	12.50
	B2 (cm)	12.50	12.50	12.50
	<b>BProm (cm)</b>	<b>12.55</b>	<b>12.50</b>	<b>12.50</b>
<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>		290.53	290.00	289.38
<b>ESBELTEZ</b>		2.90	2.95	2.96
<b>FACT. DE CORR. POR ESB.</b>		0.888	0.899	0.895
<b>FACT. DE CORR. POR EDAD</b>		1	1	1
<b>CARGA (kg)</b>		12977	12102	13584
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		44.67	41.73	46.94
<b>PROMEDIO</b>		44.45		
<b>RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		39.66	37.52	42.01
<b>PROMEDIO CORREGIDO</b>		39.73		
<b>D.S</b>		2.25		
<b>C.V (%)</b>		5.66%		
<b>f<sub>m</sub> CARACTERISTICA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		37.48		

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo para el ensayo.

**Imagen 42.** Ensayo Resistencia a la compresión de muretes con mortero tradicional.

<b>LABORATORIO DE CONCRETO</b>				
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES CON MORTERO TRADICIONAL NTP 399.621</b>				
<b>TESIS:</b>	"Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun para uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019"			
<b>AUTORES:</b>	Angulo Leiva, Jose Michael / Vásquez Aguilar, Juan Valentín			
<b>UBICACIÓN:</b>	Trujillo-La Libertad			
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	9/01/2020			
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	7/02/2020			
<b>LABORATORIO:</b>	Laboratorio de Materiales - UPAO			
<b>DATOS MORTERO TRADICIONAL</b>				
<b>CARACTERÍSTICAS DEL MORTERO</b>				
<b>PRODUCTO:</b> Cemento Portland Tipo Ico-Pacasmayo				
<b>PROPORCIÓN:</b> Cemento arena - 1:4				
<b>JUNTA:</b> 1.5 cm				
<b>Muestra</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Altura</b>	<b>HProm (cm)</b>	<b>61.50</b>	<b>61.20</b>	<b>61.60</b>
<b>Largo</b>	<b>LProm (cm)</b>	<b>60.30</b>	<b>60.50</b>	<b>61.00</b>
<b>Ancho</b>	<b>BProm (cm)</b>	<b>12.50</b>	<b>12.30</b>	<b>12.50</b>
<b>AREA (cm<sup>2</sup>)</b>		761.25	748.46	766.25
<b>FACT. DE CORR. POR EDAD</b>		1.05	1.05	1.05
<b>PRESIÓN (PSI)</b>		4850	5050	4925
<b>PRESIÓN (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		340.99	355.05	346.26
<b>ÁREA PISTÓN GATA (cm<sup>2</sup>)</b>		23.16	23.16	23.16
<b>FACT. DE CORR. POR EDAD</b>		1.05	1.05	1.05
<b>CARGA (kg)</b>		7896.41	8222.04	8018.52
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		10.37	10.99	10.46
<b>PROMEDIO</b>		10.61		
<b>RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		10.89	11.53	10.99
<b>PROMEDIO CORREGIDO</b>		11.14		
<b>D.S</b>		0.35		
<b>C.V (%)</b>		3.11%		
<b>v<sup>´</sup>m CARACTERÍSTICA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		10.79		

**Fuente:** Elaboración propia datos obtenidos Laboratorio de Materiales - UPAO.

**Imagen 43.** Ensayo Resistencia a la compresión de muretes con mortero Rapimix profesional.

LABORATORIO DE CONCRETO				
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES CON RAPIMIX NTP 399.621				
TESIS:	"Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun para uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019"			
AUTORES:	Angulo Leiva, Jose Michael / Vásquez Aguilar, Juan Valentín			
UBICACIÓN:	Trujillo-La Libertad			
FECHA DE ELABORACIÓN:	9/01/2020			
FECHA DE ENSAYO:	7/02/2020			
LABORATORIO:	Laboratorio de Materiales - UPAO			
DATOS MORTERO RAPIMIX PROFESIONAL				
CARACTERISTICAS DEL MORTERO				
PRODUCTO: RAPIMIX DE PACASMAYO				
JUNTA: 1.5 cm				
Muestra		1	2	3
Altura	HProm (cm)	61.80	61.10	61.50
Largo	LProm (cm)	60.40	60.80	60.40
Ancho	BProm (cm)	12.50	12.50	12.50
AREA (cm <sup>2</sup> )		763.75	761.88	761.88
FACT. DE CORR. POR EDAD		1.05	1.05	1.05
PRESIÓN (PSI)		6250	5890	5850
PRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )		439.42	414.11	411.30
ÁREA PISTÓN GATA (cm <sup>2</sup> )		23.16	23.16	23.16
FACT. DE CORR. POR EDAD		1.05	1.05	1.05
CARGA (kg)		10175.79	9589.66	9524.54
RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )		13.32	12.59	12.50
PROMEDIO		12.80		
RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )		13.99	13.22	13.13
PROMEDIO CORREGIDO		13.44		
D.S		0.47		
C.V (%)		3.53%		
v̄m CARACTERISTICA (Kg/cm <sup>2</sup> )		12.97		

**Fuente:** Elaboración propia datos obtenidos Laboratorio de Materiales - UPAO.

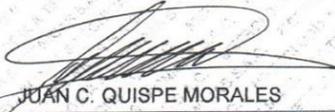
**Imagen 44.** Ensayo Resistencia a la compresión de muretes con Massa Dun Dun.

<b>LABORATORIO DE CONCRETO</b>				
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES CON MASA DUN-DUN NTP 399.621</b>				
TESIS:	"Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix y Massa Dun Dun para uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo-2019"			
AUTORES:	Angulo Leiva, Jose Michael / Vásquez Aguilar, Juan Valentín			
UBICACIÓN:	Trujillo-La Libertad			
FECHA DE ELABORACIÓN:	9/01/2020			
FECHA DE ENSAYO:	7/02/2020			
LABORATORIO:	Laboratorio de Materiales - UPAO			
<b>DATOS MASSA DUN-DUN</b>				
<b>CARACTERÍSTICAS DEL MORTERO</b>				
PRODUCTO: MASA DUN-DUN				
JUNTA: 1.00 cm				
<b>Muestra</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Altura	HProm (cm)	65.50	65.00	65.50
Largo	LProm (cm)	69.50	69.70	69.30
Ancho	BProm (cm)	12.50	12.50	12.50
AREA (cm <sup>2</sup> )		843.75	841.88	842.50
FACT. DE CORR. POR EDAD		1.05	1.05	1.05
PRESIÓN (PSI)		2110	2100	2300
PRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )		148.35	147.64	161.71
ÁREA PISTÓN GATA (cm <sup>2</sup> )		23.16	23.16	23.16
FACT. DE CORR. POR EDAD		1.05	1.05	1.05
CARGA (kg)		3435.35	3419.07	3744.69
RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )		4.07	4.06	4.44
PROMEDIO		4.19		
RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )		4.28	4.26	4.67
PROMEDIO CORREGIDO		4.40		
D.S		0.23		
C.V (%)		5.21%		
v <sup>m</sup> CARACTERÍSTICA (Kg/cm <sup>2</sup> )		4.17		

**Fuente:** Elaboración propia datos obtenidos Laboratorio de Materiales - UPAO.

**ANEXO N°13: Certificado de calibración de Equipos Universidad Privada del Norte**

**Imagen 45.** Certificado de calibración de la balanza electrónica (a)

<b>METROTEC</b>		<b>METROLOGÍA &amp; TÉCNICAS S.A.C.</b> <small>Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio</small>
<i>Área de Metrología</i> <i>Laboratorio de Masas</i>		<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> <b>MT - LM - 203 - 2017</b>
		Página 1 de 4
<b>1. Expediente</b>	<b>17086</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>	
<b>3. Dirección</b>	Av. Del Ejercito Nro. 920 Urb. El Molino - Trujillo - Trujillo - LA LIBERTAD.	
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.  METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Capacidad Máxima	4100 g	
División de escala (d)	0,01 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	
Modelo	PAJ4102	
Número de Serie	8332050515	
Capacidad mínima	0,50 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	1-011843 (*)	
Ubicación	LABORATORIO DE CONCRETO PABELLON C. INGENIERIA CIVIL.	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2017-04-26</b>	
Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	
2017-04-28	 <b>JUAN C. QUISPE MORALES</b>	
Metrología & Técnicas S.A.C. Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ Telf.: (511) 540-0642 Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282 RPM: *849272 / #971439282 / #942635342		Sello 
		email: metrologia@metrologiatecnicas.com ventas@metrologiatecnicas.com WEB: www.metrologiatecnicas.com

**Fuente:** Laboratorio de concreto - UPN

Imagen 46. Certificado de calibración de la balanza electrónica (b)



**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**  
Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

---

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Masas*

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 203 - 2017**

Página 4 de 4

---

**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura

Inicial	Final
27,4 °C	27,4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	5	0						
0,50	0,50	5	0	0	0,51	5	10	10	100
1,00	1,00	5	0	0	1,00	6	-1	-1	100
10,00	10,00	6	-1	-1	10,01	7	8	8	100
50,00	50,00	6	-1	-1	50,01	7	8	8	100
100,00	100,00	6	-1	-1	100,01	7	8	8	100
500,00	500,01	7	8	8	500,01	6	9	9	200
1 000,00	1 000,01	7	8	8	1 000,01	6	9	9	200
2 000,00	2 000,02	6	19	19	2 000,01	8	7	7	300
3 000,00	3 000,02	7	18	18	3 000,02	8	17	17	300
4 100,01	4 100,02	7	8	8	4 100,02	7	8	8	300

\*\* error máximo permisible

*Leyenda:* L: Carga aplicada a la balanza.      ΔL: Carga adicional.      E<sub>0</sub>: Error en cero.  
I: Indicación de la balanza.      E: Error encontrado      E<sub>C</sub>: Error corregido.

**Incertidumbre expandida de medición**       $U = 2 \times \sqrt{(0,0000485 \text{ g}^2 + 0,000000000230 \text{ R}^2)}$

**Lectura corregida**       $R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,00000864 \text{ R}$



**12. Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

---

Fin del documento

---

**Metrología & Técnicas S.A.C.**  
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ  
Telf.: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282  
RPM: \*849272 / #971439282 / #942635342

email: metrologia@metrologiatecnicas.com  
ventas@metrologiatecnicas.com  
WEB: www.metrologiatecnicas.com

Fuente: Laboratorio de concreto – UPN.

Imagen 47. Certificado de calibración de la balanza electrónica (c)

METROTEC

**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**  
Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

---

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Masas*

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 203 - 2017**

Página 3 de 4

---

**11. Resultados de Medición**

**INSPECCIÓN VISUAL**

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Temperatura	Inicial 27,4 °C	Final 27,4 °C
-------------	--------------------	------------------

Medición N°	Carga L1 = 2 000,01 g			Carga L2 = 4 000,01 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	2 000,01	5	0	4 000,01	6	-1	
2	2 000,01	5	0	4 000,01	6	-1	
3	2 000,01	6	-1	4 000,02	6	9	
4	2 000,01	5	0	4 000,02	5	10	
5	2 000,01	5	0	4 000,02	5	10	
6	2 000,01	5	0	4 000,02	6	9	
7	2 000,02	6	9	4 000,02	6	9	
8	2 000,01	5	0	4 000,02	6	9	
9	2 000,01	6	-1	4 000,02	5	10	
10	2 000,01	5	0	4 000,02	5	10	
Diferencia Máxima			10	Diferencia Máxima			11
Error Máximo Permissible			± 300	Error Máximo Permissible			± 300

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Temperatura	Inicial 27,4 °C	Final 27,4 °C
-------------	--------------------	------------------

2	5
1	
3	4

Posición  
de las  
cargas

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		0,10	5	0		1 300,00	5	0	0
2		0,10	5	0		1 300,02	6	19	19
3	0,10 g	0,10	5	0	1 300,00	1 300,01	6	9	9
4		0,10	5	0		1 300,00	5	0	0
5		0,10	5	0		1 299,99	5	-10	-10
Error máximo permisible								± 200	

\* Valor entre 0 y 10e

**Metrología & Técnicas S.A.C.**  
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ  
Telf.: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282  
RPM: \*840272 / #071430782 / #942635342

email: metrologia@metrologiatecnicas.com  
ventas@metrologiatecnicas.com  
WEB: www.metrologiatecnicas.com

**Fuente:** Laboratorio de concreto – UPN.

Imagen 48. Certificado de calibración de la balanza electrónica (d)

METROTEC

**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**  
Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

---

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Masas*

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 203 - 2017**

Página 2 de 4

---

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

**7. Lugar de calibración**

LABORATORIO DE CONCRETO PABELLON C. INGENIERIA CIVIL.  
Urb. Dean Saavedra Mz. G Lt. 24 San Isidro - Trujillo - Trujillo - LA LIBERTAD.

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	27,4 °C	27,4 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) Dirección de Metrología - INACAL 150033005	PESAS (Clase de Exactitud: F1)	INACAL LM-C-535-2016
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-C-317-2016 / LM- 491-2016	PESAS (Clase de Exactitud: M1)	METROIL M-0774-2016
PESAS (Clase de exactitud F2) DM-INACAL LM-414-2016.		

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.



---

**Metrología & Técnicas S.A.C.**  
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ  
Telf.: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282  
R.P.M. \*840777 / #071430787 / #947635342

email: metrologia@metrologiatecnicas.com  
ventas@metrologiatecnicas.com  
WEB: www.metrologiatecnicas.com

Fuente: Laboratorio de concreto – UPN.

Imagen 49. Certificado de calibración del horno eléctrico (a)



**LABORATORIO DE METROLOGIA**  
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1193 /16**

FECHA DE EMISIÓN: 2016-02-19  
PÁGINA : 1 de 3

**1. SOLICITANTE** : UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.  
DIRECCIÓN : Av. El Ejercito # 920-976 Trujillo La Libertad Peru

**2. EQUIPO** : HORNO ELECTRICO  
MÁRCA : QUINCY LAB, COMERCIALIZADO POR FORNEY  
MODELO : 21-250-1  
N° SERIE : B221-00159  
PROCEDENCIA : USA  
IDENTIFICACIÓN : N/I  
UBICACIÓN : LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS  
TEMPERATURA DE TRABAJO : 120 °C

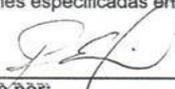
DESCRIPCIÓN	CONTROL	INSTRUMENTO DEL EQUIPO
ALCANCE DE INDICACIÓN	225 °C	(*)
DIV. ESCALA / RESOLUCION	25 °C	(*)
TIPO	DIGITAL	(*)

**3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN**  
La calibración se efectuó el 19 de Febrero del 2016, en las instalaciones del laboratorio de PYS EQUIPOS.

**4. MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN :**  
La calibración se efectuó por comparación con patrones que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, tomando como referencia el Procedimiento de Calibración de Incubadoras y Estufas PC-007 del SNM/INDECOPI.  
Se utilizó un termómetro patrón con Certificado de Calibración N° LT-587-2015 trazable a INACAL

**5. RESULTADOS :**  
La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:  
Temperatura Ambiental : 23.5 °C Humedad Relativa : 75 % Presión Ambiental : 1 bar  
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
La incertidumbre de la medición se ha determinado con un factor de cobertura k = 2, para un nivel de confianza de 95% aproximadamente.

**6. OBSERVACIONES**  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO". (\*) El equipo solo cuenta con un control analogico de temperatura.  
La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o reglamentos vigentes.  
Los resultados se refieren únicamente al instrumento ensayado en el momento de la calibración y en las condiciones especificadas en este documento. No se realizó ningún tipo de ajuste al equipo antes de la calibración.

Revisado por:  
  
Eler Pozo S.  
Dpto. de Metrología

Calibrado por:  
  
Amed Castillo Espinoza  
Técnico

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 522 0723 / 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe

\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

Fuente: Laboratorio de concreto – UPN.

Imagen 50. Certificado de calibración del horno eléctrico (b)



LABORATORIO DE METROLOGIA  
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1193 /16

PÁGINA : 2 de 3

TEMPERATURA DE TRABAJO : 120 °C													
Tiempo ( min )	Termómetro del equipo ( °C )	Indicación de termómetros patrones										Temperatura promedio ( °C )	Tmax - Tmin.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	120	122.5	122.3	126.2	121.2	119.5	122.0	119.0	129.3	120.5	118.9	122.1	10.4
02	120	124.8	125.2	129.8	123.2	122.4	121.7	133.6	128.2	123.3	121.2	125.3	12.4
04	120	123.9	123.9	128.3	122.1	120.5	122.4	119.2	128.2	120.5	118.4	122.7	9.9
06	120	125.1	125.2	130.0	122.5	121.8	124.9	120.5	130.8	121.3	118.8	124.1	12.0
08	120	125.2	125.2	129.8	122.9	122.2	124.6	120.8	132.7	122.2	120.0	124.6	12.7
10	120	122.9	122.9	126.5	121.1	119.5	121.8	118.6	127.4	120.2	118.5	121.9	8.9
12	120	124.4	124.6	129.8	122.3	121.3	124.0	120.4	130.9	121.8	119.8	123.9	11.1
14	120	122.0	122.1	126.0	120.9	119.3	121.6	118.4	128.4	120.3	118.5	121.8	10.0
16	120	125.5	125.3	130.9	123.0	122.6	126.2	121.7	135.0	123.3	121.0	125.5	14.0
18	120	122.7	123.3	127.3	121.9	120.9	123.4	120.1	130.2	122.0	120.0	123.2	10.2
20	120	122.4	122.8	127.2	121.6	120.9	123.9	120.9	132.7	122.6	120.7	123.6	12.0
22	120	125.0	125.2	130.3	123.1	122.7	125.5	121.8	133.0	123.5	121.2	125.1	11.8
24	120	123.2	123.2	127.1	121.4	119.7	121.8	118.7	128.4	120.5	118.7	122.3	9.7
26	120	124.3	124.3	128.8	122.7	121.8	124.8	121.2	133.0	122.8	121.0	124.5	12.0
28	120	124.1	123.9	128.1	122.1	121.1	123.3	119.9	130.0	121.0	119.3	123.3	10.7
30	120	123.2	123.6	127.5	121.4	120.3	122.2	119.3	128.9	120.4	118.3	122.5	10.6
32	120	123.6	124.0	128.0	121.9	120.8	123.0	119.4	128.7	120.5	119.2	122.9	9.5
34	120	124.6	124.7	129.2	122.4	121.7	124.6	121.0	132.1	122.2	120.0	124.3	12.1
36	120	124.1	124.3	128.7	122.2	121.4	124.3	120.3	131.2	121.6	119.6	123.8	11.6
38	120	122.3	122.4	126.6	120.9	119.3	121.8	118.5	127.3	119.9	118.1	121.7	9.2
40	120	125.3	125.3	130.2	123.0	122.9	125.6	121.6	133.2	123.2	120.8	125.1	12.4
T. PROM.	120	123.9	124.0	128.4	122.1	121.1	123.5	120.7	130.5	121.6	119.6	123.5	
T. MAX.	120	125.5	125.3	130.9	123.2	122.9	126.2	133.6	135.0	123.5	121.2		
T. MIN.	120	122.0	122.1	126.0	120.9	119.3	121.6	118.4	127.3	119.9	118.1		
DTT	0.0	3.5	3.2	4.9	2.3	3.6	4.6	15.2	7.7	3.6	3.1		

DTT: Diferencia de temperatura (T. Max - T. Min.)

Temperatura Ambiental Promedio : 23.5 °C  
 Tiempo de calibración del equipo : 40 minutos  
 Tiempo de estabilización del equipo : 1 h 20 min

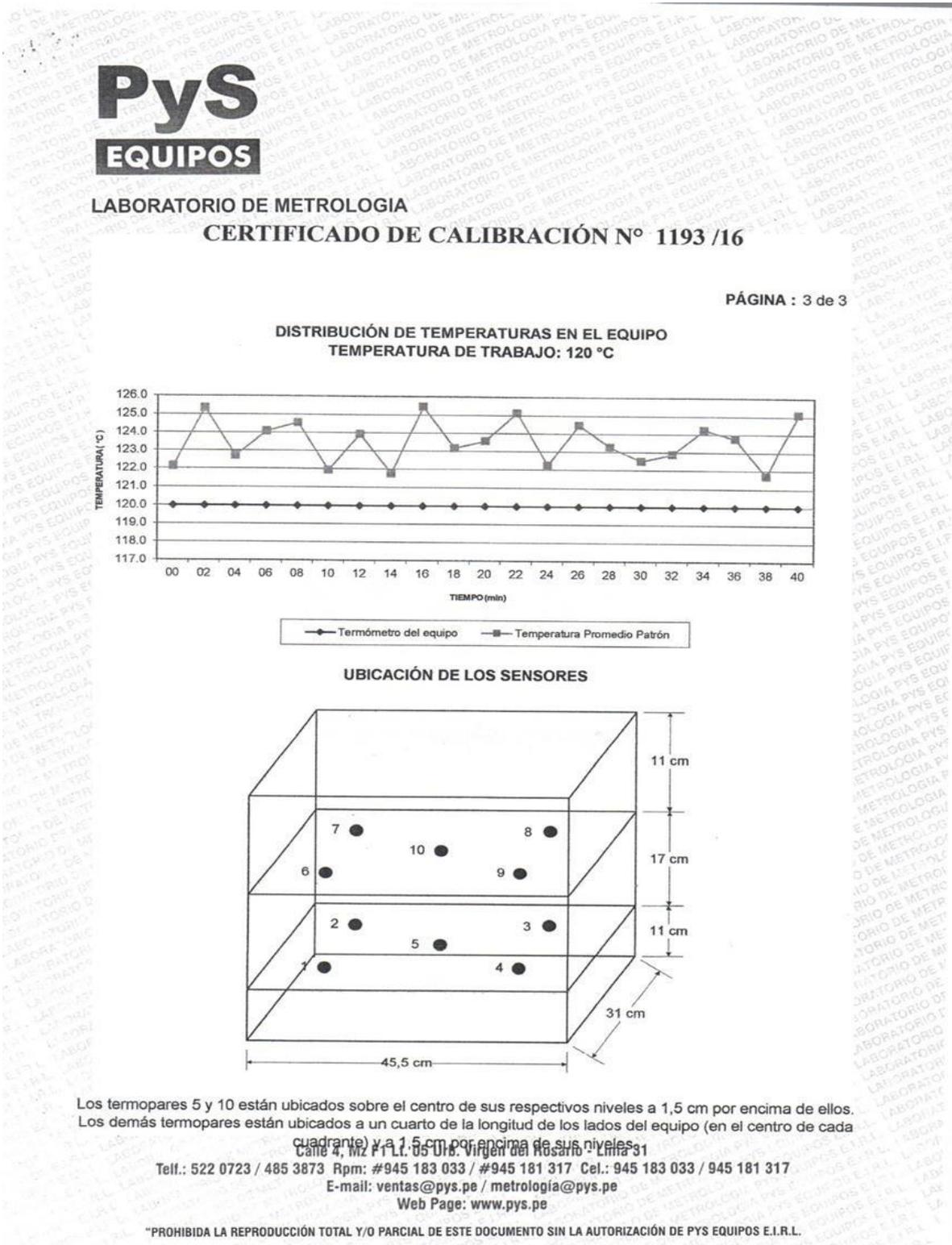
DESVIACIÓN MÁXIMA DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO		INCERTIDUMBRE ( ± °C )
EN EL TIEMPO (°C)	EN EL ESPACIO (°C)	
15.2	10.8	2.0

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
 Telf.: 522 0723 / 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317  
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
 Web Page: www.pys.pe

\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

Fuente: Laboratorio de concreto – UPN.

Imagen 51. Certificado de calibración del horno eléctrico (c)



Fuente: Laboratorio de concreto – UPN.

## ANEXO N° 14: Especificaciones Técnicas ladrillo de los Materiales Utilizados

Imagen 52. Ficha técnica de Ladrillos LARK King Kong 18-H

### FICHA TÉCNICA



MANUAL APOYO

LADRILLO KING KONG 18 HUECOS

#### CARACTERISTICAS GENERALES

Denominación del Bien	: KING KONG 18 HUECOS		
Denominación técnica	: KING KONG STANDAR		
Grupo/clase/familia	: CONSTRUCCIONES DE TABIQUERIA		
Dimensiones (mm)	L.Corte	Ancho	Largo
	90	125	230
Peso	: 2.70 Kg.		
Unidades m <sup>2</sup>	: 36		



Anexos adjuntos:

Descripción general: Es el ladrillo fabricado de arcilla moldeada, extruida y quemada o cocida en un horno tipo túnel de proceso continuo.

#### CARACTERISTICAS TECNICAS

##### DE LOS TIPOS DE LADRILLOS

Según la Norma NTP 399.613:2005 - 339.604 - 399.604 este ladrillo corresponde:

**Tipo IV:** Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.

#### CARACTERISTICAS FISICAS

	según NTP	según muestra
VARIACION DE LA DIMENSION (mm)	± 2.0	± 2.0
ALABEO (mm)	2	1
RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	130.0 Kg/cm <sup>2</sup>	277.0 Kg/cm <sup>2</sup>
ABSORCION (%)	<22	12.80
EFLORESCENCIA	NO EFORESCENTE	NO EFLORESCENTE

#### OTRAS ESPECIFICACIONES

- Proceso de fabricación altamente controlado.
- Control de Calidad riguroso en todos los procesos.
- Peso exacto
- Secado tradicional.

EL CONTENIDO DE LA FICHA PUEDE VARIAR POR CAMBIOS EN LOS PROCEDIMIENTOS O EN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA TECNICA PERUANA VIGENTE.

ACTUALIZADO: FEBRERO 2019

Parcela 10234 Fundo Santa Inés, Puente Piedra – Lima. Telf: (051) 711-3322

[www.ladriilloslark.com.pe](http://www.ladriilloslark.com.pe)

**Fuente:** Portal web LARK

**Imagen 53.** Ficha técnica de cemento portland tipo I - Cemento Pacasmayo.



**CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.**  
Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima  
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad  
Teléfono 317 - 6000



SGC-REG-06-G0002 -  
Versión 01

## CEMENTO EXTRAFORTE

### Cemento Portland Compuesto Tipo ICo

Conforme a la NTP 334.090  
Pacasmayo, 04 de Enero del 2010

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.090
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.8	Máximo 4.0

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.090
Contenido de Aire	%	6	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.22	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm <sup>2</sup> /g	5150	NO ESPECIFICA
Retenido M325	%	9.2	NO ESPECIFICA
Densidad	g/mL	3.02	NO ESPECIFICA

**Resistencia Compresión :**

Resistencia Compresión a 3días	MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	20.8 (212)	Mínimo 13.0 (Mínimo 133)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	25.5 (260)	Mínimo 20.0 (Mínimo 204)
Resistencia Compresión a 28días	MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	30.5 (311)	Mínimo 25.0 (Mínimo 255)

**Tiempo de Fraguado Vicat :**

Fraguado Inicial	min	133	Mínimo 45
Fraguado Final	min	278	Máximo 420

Expansión Barra de Mortero a 14 días (*)	%	0.010	Máximo 0.020
--	---	-------	--------------

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-12-2009 al 31-12-2009.

La resistencia a compresión a 28 días corresponde al mes de Noviembre del 2009.

(\*) Requisito opcional.

*Ing. Alexander Rojas Ortiz*  
Jefe de Control de Calidad

*Ing. Julio A. Luján Túpez*  
Superintendente de Materiales y Procesos

Solicitado por :

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

**Fuente:** Portal web cementos Pacasmayo S.A.

Imagen 54. Ficha técnica de RAPIMIX de Pacasmayo



**Características**

Mortero de albañilería seco y embolsado, pre-dosificado para el asentado de bloques, piedra & ladrillos. No apto para usos estructurales.

**Ventajas**

- |  |  |
|--|--|
|  Mayor plasticidad.                               |  Compatible con todos los tipos de ladrillos y bloques, ya sean de arcilla o de concreto. |
|  Formulación y dosificación controlada.           |  Mezcla homogénea.  |
|  Menores desperdicios.                            |  Fácil transporte y manipuleo.  |
|  Excelente trabajabilidad.                        |  Listo para adicionar agua y utilizar. (Para 1 bolsa de mortero añadir 7.0 ± 0.5 litros). |
|  Mayor rendimiento de producto y de mano de obra. |  |



## MORTERO PARA ASENTADO DE LADRILLOS Y BLOQUES

**Pacasmayo** 

### **Materiales**

#### **Cemento:**

Conforme a las normas  
ASTM C150 / NTP 334.009. ASTM C595 / NTP 334.090. ASTM C1157 / NTP 334.082.

#### **Agregados:**

Conforme a ASTM C33 / NTP 400.047, con gradación ajustada para darle al mortero homogeneidad en la mezcla y trabajabilidad.

#### **Adiciones:**

Dosificadas especialmente para conferirle al mortero mayor adherencia, plasticidad y facilidad de colocación.

### **Modo de Empleo**

#### **Preparar:**

El lugar en donde se va a realizar el trabajo. Verificar que los bloques, piedras o ladrillos estén libres de polvo; Humedecer ligeramente.

#### **Colocar:**

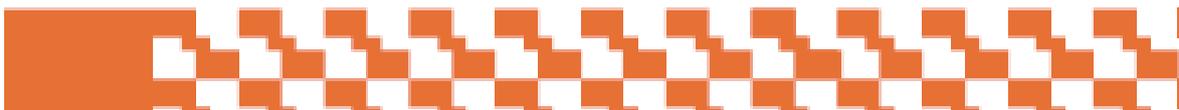
El contenido de la bolsa en un recipiente limpio y seco.

#### **Agregar:**

La cantidad de agua recomendada ( $7.0 \pm 0.5L$ ). Mezclar hasta lograr una consistencia uniforme.

#### **Aplicar:**

Rapimix para asentar piedra, ladrillos y bloques. No utilizar la mezcla luego de 2 horas del mezclado inicial.



# MORTERO PARA ASENTADO DE LADRILLOS Y BLOQUES

**Pacasmayo**



## Uso y cantidades

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LARGO	ALTURA	ANCHO	RENDIMIENTO (m <sup>2</sup> por bolsa)				RENDIMIENTO (N° bolsas/millar)			
				Junta 1.5 cm		Junta 1.0 cm		Junta 1.5 cm		Junta 1.0 cm	
				CABEZA	SOGA	CABEZA	SOGA	CABEZA	SOGA	CABEZA	SOGA
Ladrillo Kingkong 18 huecos	23.0	9.0	12.5	0.38	0.83	0.53	1.18	39	31	25	20
Ladrillo Kingkong artesanal	21.5	9.0	12.0	0.41	0.88	0.57	1.24	35	28	23	18
Ladrillo pendereta	23.0	9.0	10.5	0.37	1.03	0.51	1.48	34	25	22	16
Bloque de concreto 18	39.0	19.0	19.0	-	1.99	-	2.90	-	42	-	28
Bloque de concreto 14	39.0	19.0	14.0	-	2.28	-	3.32	-	38	-	24
Bloque de concreto 12	39.0	19.0	14.0	-	2.41	-	3.52	-	34	-	23

\* 45 ± 1 bolsas de 40kg para 1m<sup>3</sup> de mortero

ENBAYO	REQUISITO ASTM C270
<b>Retención de agua (%)</b>	
Tipo (S)	min 75
<b>Resistencia Compresión a 28 días (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	
Tipo (S)	min 125
<b>Contenido de Aire (%)</b>	
Tipo (S)	max 12
<b>Adherencia</b>	
Tipo (S)	≥ 0.20 MPa



## MORTERO PARA ASENTADO DE LADRILLOS Y BLOQUES

**Pacasmayo**



### ☐ Recomendaciones de Uso

1. No apto para estructuras.
2. No aplicar en temperaturas inferiores a 5°C ni superiores a 35°C.
2. No añadir otro producto que modifique la formulación.
4. No reactivar la mezcla después de 2 horas desde el mezclado inicial.
5. No aplicar expuesto a fuertes vientos y/o lluvias.
6. Evitar dejar el mortero en la mezcladora por más de 30 min desde el mezclado inicial.

#### En el Almacenamiento:

- Almacenar en lugar seco y techado.
- Evitar el contacto con la humedad.
- Apilamiento máximo de 14 bolsas de altura.

**Fuente:** Portal web cementos Pacasmayo S.A.A.

Imagen 55. Ficha técnica Massa Dun-Dun (a)

## ficha técnica

Massa DunDun



### CARACTERÍSTICAS

Masa adhesiva a base de resinas poliméricas, cargas minerales, agua y aditivos especiales. No contiene cemento en su formulación y está listo para su uso.

### INDICACIÓN

Adecuado para asentamiento de ladrillos y bloques de hormigón en albañilería no portante.

### VALORES TÍPICOS

Adecuado para asentamiento de ladrillos y bloques de hormigón en albañilería no portante.

Densidad:	1,85 g/cm3
Tiempo de Cura:	72 hrs. depende temperatura y humedad
Resistencia a tracción NBR14.081:	>=1mPa
Color:	Gris
Apariencia:	Pastoso

### USO

La Massa DunDun, ha sido diseñada para la elevación de muros de mampostería en obra, para su uso al interior y exterior de la edificación. Uso excluyente para elevación de tabiques del tipo “junta trabajada”. No sustituye la estructura portante de la edificación. La adhesión de los ladrillos es realizada por contacto en juntas menores iguales a los 3mm.

### LADRILLOS

- Uso indicado certificado en: Ladrillos de arcilla, bloquetas de cemento y ladrillos sílico calcáreo.
- Se indica la utilización de ladrillos de alta industrialización y estandarización dimensional, como se describe en el art. 05 del RNE. Diferencias dimensionales mayores a 3 mm, presentarán dificultades para la nivelación y alineación del tabique durante la aplicación; por lo que se recomienda utilizar el ladrillo tipo V descrito en la tabla 01 del Capítulo 03, art. 05 del RNE. La superficie de contacto del ladrillo debe de ser óptima para los encuentros entre trabas horizontales y detalles de fijación vertical con el sistema estructural de la edificación.

### SUPERFICIES

- La superficie de los ladrillos a utilizar debe de estar limpia, libre de arena, grasa, aceite o polvo; para garantizar una adherencia óptima en el contacto entre ladrillos;
- La aplicación del producto en partes ligeramente humedecidas aumentará su tiempo de curado, sin alterar la resistencia mecánica y garantía sobre la estabilidad y adhesión del tabique;
- No se recomienda su uso bajo precipitaciones de gran intensidad o grandes caudales de agua que provoquen un “lavado” del material recién aplicado eliminando el contacto y adhesión entre ladrillos.

### SOPORTE Y NIVELACIÓN

- Es necesario que la base, replanteo e inicio de ejecución del tabique, sea perfectamente horizontal antes de comenzar con la aplicación del producto. Se recomienda que la primera hilada sea realizada con mortero tradicional, corrigiendo las deficiencias existentes en el soporte, brindando una perfecta nivelación, que optimizará el uso de la Massa DunDun en cuanto a sus propiedades adhesivas y rendimientos, con juntas menores iguales a 3mm.

### DOSIFICACIÓN

- La aplicación se debe realizar en dos cordones de Massa DunDun de 1 cm de diámetro sobre la superficie de asentamiento horizontal, en una aplicación continua.
- Se recomienda un exhaustivo control en cuanto al corte del dosificador indicado en el envase y las correctas condiciones de la superficie de contacto entre los ladrillos a utilizar.
- Se indica la aplicación de un tercer hilo adicional en caso que existan problemas geométricos que alteren cualquier superficie de contacto entre ladrillos o entre ladrillos-estructura.
- Para detalles particulares que requieren la alteración-corte del ladrillo a utilizarse se indica un estudio previo y aprobación por parte del técnico responsable en obra, y consulta profesional con el soporte técnico de Massa DunDun en Perú.

### JUNTAS

- La estabilidad y resistencia mecánica del tabique para su elevación con Massa DunDun está certificada para su aplicación, únicamente en la junta horizontal entre ladrillos.
- Con la excepción de casos de estudio, se indica la no aplicación sobre las juntas verticales; dejando en su lugar un espacio entre ladrillos de dimensiones 1-3mm que permitirá un correcto asentamiento propias del tabique.
- La aplicación adicional en juntas verticales representa un incremento de la resistencia estructural del tabique y será indicado específicamente para el contacto tabique-sistema estructural de la edificación, y en casos excepcionales de cargas no convencionales que requieran incremento de la resistencia mecánica certificada (ej. Carga de viento).
- En tal caso las modificaciones a la aplicación convencional del producto serán supervisadas por el técnico responsable de otra y/o respaldo de técnico de DunDun Perú.

### NIVELES Y PLOMO

- En caso de existir problema de nivelación y plomo del tabique durante la elevación del tabique se indica la utilización de cuñas de soporte para ajustes menores, iguales a 3mm.
- Para correcciones excepcionales mayores a 4mm en la nivelación del tabique se recomienda la aplicación de una hilada con mortero convencional antes de proceder con la aplicación de Massa DunDun.
- Se sugiere la utilización del detalle particular de nivelación con mezcla tradicional en caso de muro doble interior-exterior



Nivelamiento primera hilada



Dosificación con sachet



Dosificación con aplicador

## ficha técnica

Massa DunDun



con la aplicación de elementos metálicos de cohesión estructural (refuerzo con pletina de refuerzo de acero zincado o barra corrugada menor a 5mm de diámetro), evitando el corte, perforación o anclaje químico del ladrillo.

### CONTACTO-ESTRUCTURA

- El vínculo del tabique de mampostería con el sistema estructural del edificio se ha de realizar con la aplicación de Massa DunDun en la junta vertical, logrado para un mínimo de dos cordones continuos en el vínculo del ladrillo con el pilar, con un procedimiento de presión lateral de 10 a 15 segundos que garantiza el contacto entre ambas superficies.
- La sustitución de elementos metálicos de sujeción (refuerzo horizontal) por un contacto de adherencia con Massa DunDun, estará sujeto a un especial control sobre la continuidad en la superficie de adherencia entre tabique y estructura;
- Se indica para la correcta resolución del detalle en estudio, un ladrillo liso, sin la aplicación de cortes u alteraciones que reduzcan la superficie de contacto entre mampostería y estructura.
- Se sugiere un estudio a detalle por parte del técnico responsable en obra de todos los encuentros no coplanos, que requieren realización de cortes en el ladrillo o la inclusión de un anclaje mecánico metálico debido a problemas en el contacto entre los planos soporte.

### ORDEN DE EJECUCIÓN

- El método escaldado en un orden de escalera hacia el contacto estructural; garantiza la correcta realización del detalle y procedimiento de contacto-presión lateral referido. Eliminando la necesidad de comprometer cortes en los ladrillos exteriores en contacto con el plano estructural. Los ajustes, cortes y excepciones estarán localizados al centro del tabique.
- Para el caso de elevación en el método tradicional de "agregado en hiladas horizontales" generalizado para el territorio nacional se indica un especial control en el remate de contacto tabique-pilar, aplicando una alteración en el orden de colocación que permita la correcta presión de carga lateral del ladrillo exterior del tabique.
- Se indica especial evaluación preliminar del procedimiento a ejecutar por parte de la dirección técnica de la obra en coordinación con el equipo de soporte técnico de DunDun Perú en instancias de capacitación en obra.

### ACUÑADO

- El sistema de acuñado y terminación del tabique es indicado en sistema de espuma de poliuretano para óptimo desempeño de la productividad de la obra;
- No obstante puede ser realizado con mortero tradicional.

- En ningún caso se indica la utilización de Massa DunDun para la resolución y carga de junta de relleno posterior a la elevación de tabiques conforme al manual.

### ALTURA

- Se recomienda para un correcto asiento de tabiques no sobrepasar los 3 metros de altura en una jornada. Asegurando para la reanudación de los trabajos un tiempo de curado parcial de 6hrs.

### AJUSTES DURANTE LA ELEVACIÓN

- Una vez aplicados los hilos en junta horizontal sobre la superficie del ladrillo. Se indica un tiempo máximo de corrección, asentamiento y colocación de los ladrillos de 10-15 minutos.

### TIEMPO DE CURADO

- El secado inicial del producto se produce entre 8 y 12 horas, en la cual el tabique adquiere una resistencia apta para la continuidad en la altura de elevación.
- La resistencia y curado final se alcanza después de 72 horas en clima cálidos y secos.
- El tiempo de curado puede ser afectado en función de los tipos de bloques utilizados, condiciones meteorológicas y carga de humedad de las superficies previo a la elevación del tabique.
- Para el caso de tabiques elevados con gran carga de humedad directa, producto de precipitaciones o "secumientos" ocurridos al inicio de la aplicación, el tiempo de curado del producto comenzará solo después que el bloque se encuentre seco. Se indica especial precaución en el asentamiento y altura máxima de elevación debido a que el producto se encontrará en estado fresco durante un lapso mayor al referido por condiciones normales.

### CORRECCIONES Y AJUSTES

- En caso de necesidad de corrección o relocalización de los ladrillos posterior a su asentamiento inicial, se indica la reposición del producto sobre las afectadas, con especial precaución de obtener una carga continua, sobre las superficies para lograr la adherencia óptima.

### CONSERVACIÓN

- Una vez abierto el envase, el producto puede ser utilizado en un lapso de 30 días siempre y cuando se haga un cierre en el extremo del aplicador.
- El producto sin abrirse tiene una duración de un año de envasado. En la práctica se demostró que pasado este tiempo hasta dos años de prueba el producto que se utiliza no pierde ninguna de sus propiedades.



Nivel y plomo



Acuñamiento



Distancia entre bloques

REPRESENTANTE EXCLUSIVO  
**CONTE GROUP**  
S.A.S.

Para mayor información Ingrese a [www.contegroup.org/massadundunperu](http://www.contegroup.org/massadundunperu) - [dun@contegroup.org](mailto:dun@contegroup.org)  
**Sede Principal:** Av. Separadora Industrial 1591 Urb. San Francisco, Ate - Teléfono: (01) 728 2600  
**Sede Norte:** Calle Los Nogales 228 Urb. Shangría, Puente Piedra - Teléfono: (01) 719 5890  
**Sede Arequipa:** Urb. Santa María Mz B 11 8 Cerro Colorado, Arequipa - Teléfono: (084) 602 408

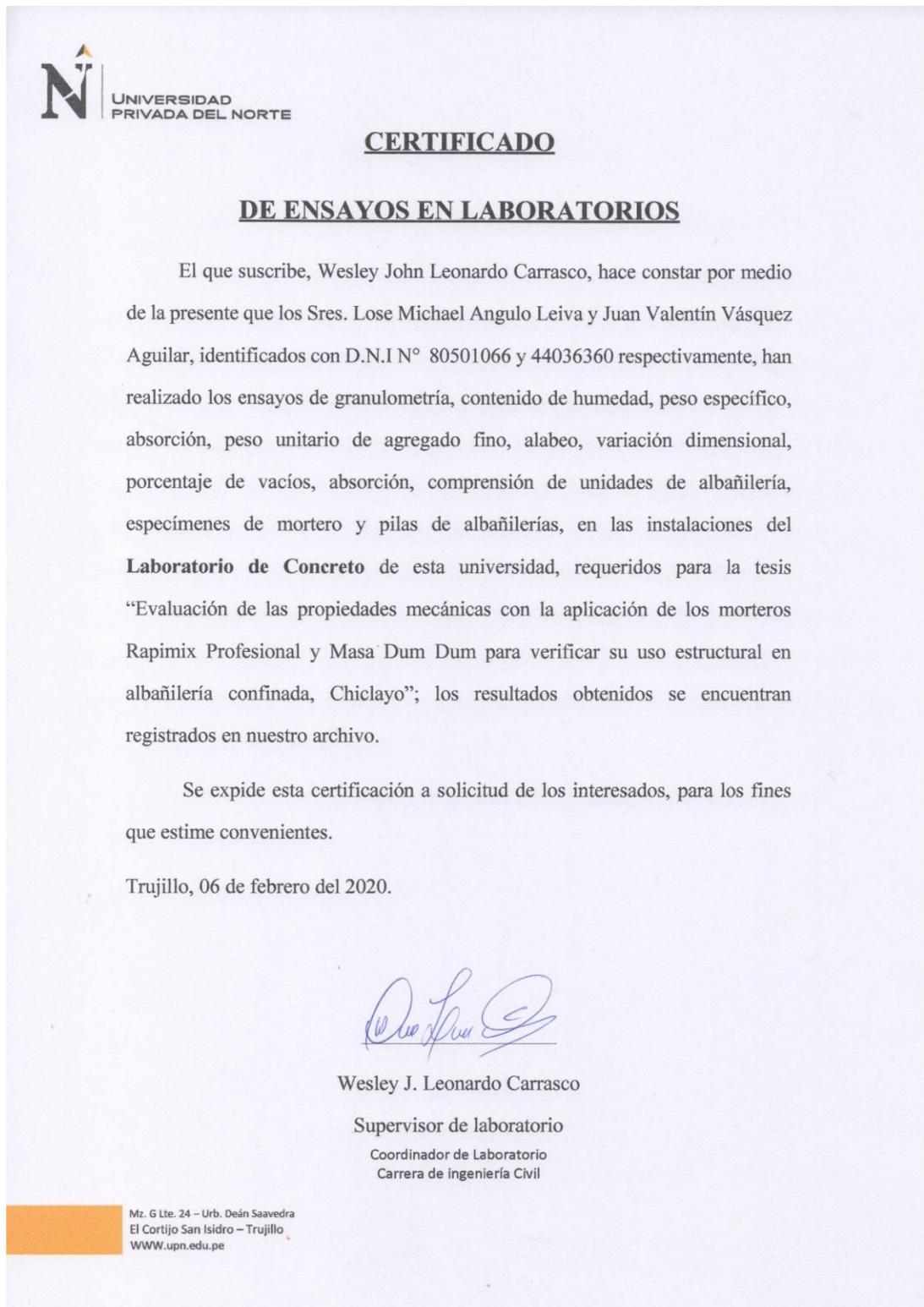
Síguenos en  
**Massa DunDun Perú**  




Fuente: Portal web Conte Group

**ANEXO N°15: Certificado de los Ensayos de Laboratorio de Resistencia de  
Materiales de la Universidad Privada Del Norte – Sede Trujillo – Campus San Isidro.**

**Imagen 56.** Certificado de los ensayos de laboratorio de resistencia de materiales. Universidad



**Fuente:** Universidad Privada Del Norte – Sede Trujillo.

## ANEXO N°16: Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma E070.

### Imagen 57. Norma E\_070

#### Artículo 4.- NOMENCLATURA

- $A$  = área de corte correspondiente a la sección transversal de un muro portante.
- $A_c$  = área bruta de la sección transversal de una columna de confinamiento.
- $A_{cf}$  = área de una columna de confinamiento por corte fricción.
- $A_n$  = área del núcleo confinado de una columna descontando los recubrimientos.
- $A_s$  = área del acero vertical u horizontal.
- $A_{sf}$  = área del acero vertical por corte fricción en una columna de confinamiento.
- $A_{st}$  = área del acero vertical por tracción en una columna de confinamiento.
- $A_v$  = área de estribos cerrados.
- $d$  = peralte de una columna de confinamiento (en la dirección del sismo).
- $D_b$  = diámetro de una barra de acero.
- $e$  = espesor bruto de un muro.
- $E_c$  = módulo de elasticidad del concreto.
- $E_m$  = módulo de elasticidad de la albañilería.
- $f_b^m$  = resistencia característica a compresión axial de las unidades de albañilería.
- $f_c^c$  = resistencia a compresión axial del concreto o del «grout» a los 28 días de edad.
- $f_m^c$  = resistencia característica a compresión axial de la albañilería.
- $f_t^c$  = esfuerzo admisible a tracción por flexión de la albañilería.

- $f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo.  
 $G_m$  = módulo de corte de la albañilería.  
 $h$  = altura de entrepiso o altura del entrepiso agrietado correspondiente a un muro confinado.  
 $I$  = momento de inercia correspondiente a la sección transversal de un muro.  
 $L$  = longitud total del muro, incluyendo las columnas de confinamiento (sí existiesen).  
 $L_m$  = longitud del paño mayor en un muro confinado, ó 0,5 L; lo que sea mayor.  
 $L_t$  = longitud tributaria de un muro transversal al que está en análisis.  
 $M_e$  = momento flector en un muro obtenido del análisis elástico ante el sismo moderado.  
 $M_u$  = momento flector en un muro producido por el sismo severo.  
 $N$  = número de pisos del edificio o número de pisos de un pórtico.  
 $N_c$  = número total de columnas de confinamiento.  $N_c \geq 2$ . Ver la Nota 1.  
 $P$  = peso total del edificio con sobrecarga reducida según se especifica en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.  
 $P_g$  = carga gravitacional de servicio en un muro, con sobrecarga reducida.  
 $P_c$  = carga vertical de servicio en una columna de confinamiento.  
 $P_e$  = carga axial sísmica en un muro obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.  
 $P_m$  = carga gravitacional máxima de servicio en un muro, metrada con el 100% de sobrecarga.
- 
- $P_u$  = carga axial en un muro en condiciones de sismo severo.  
 $P_t$  = carga de gravedad tributaria proveniente del muro transversal al que está en análisis.  
 $s$  = separación entre estribos, planchas, o entre refuerzos horizontales o verticales.  
 $S$  = factor de suelo especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.  
 $t$  = espesor efectivo del muro.  
 $t_n$  = espesor del núcleo confinado de una columna correspondiente a un muro confinado.  
 $U$  = factor de uso o importancia, especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.  
 $V_c$  = fuerza cortante absorbida por una columna de confinamiento ante el sismo severo.  
 $V_e$  = fuerza cortante en un muro, obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.  
 $V_{Ei}$  = fuerza cortante en el entrepiso «i» del edificio producida por el sismo severo.  
 $V_{ui}$  = fuerza cortante producida por el sismo severo en el entrepiso «i» de uno de los muros.  
 $V_m$  = resistencia al corte en el entrepiso «i» de uno de los muros.

- $v_m$  = resistencia característica de la albañilería al corte obtenida de ensayos de muretes a compresión diagonal.
- $Z$  = factor de zona sísmica especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- $\delta$  = factor de confinamiento de la columna por acción de muros transversales.
- $\delta = 1$ , para columnas de confinamiento con dos muros transversales.
- $\delta = 0,8$ , para columnas de confinamiento sin muros transversales o con un muro transversal.
- $\phi$  = coeficiente de reducción de resistencia del concreto armado (ver la Nota 2).
- $\phi = 0,9$  (flexión o tracción pura).
- $\phi = 0,85$  (corte fricción o tracción combinada con corte-fricción).
- $\phi = 0,7$  (compresión, cuando se use estribos cerrados).
- $\phi = 0,75$  (compresión, cuando se use zunchos en la zona confinada).
- $\rho$  = cuantía del acero de refuerzo =  $A_s / (s.t)$ .
- $\sigma$  = esfuerzo axial de servicio actuante en un muro =  $P_g / (t.L)$ .
- $\sigma_m = P_m / (t.L)$  = esfuerzo axial máximo en un muro.
- $\mu^m$  = coeficiente de fricción concreto endurecido – concreto.

**Nota 1:** En muros confinados de un paño sólo existen columnas extremas ( $N_c = 2$ ); en ese caso:  $L_m = L$

**Nota 2:** El factor « $\phi$ » para los muros armados se proporciona en el Artículo 28 (28.3).

### CAPÍTULO 3 COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA

#### Artículo 5.- UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

##### 5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

a) Se denomina ladrillo a aquella 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.

b) 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.

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

d) 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.

##### 5.2. CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 1.

<b>TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES</b>					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f'_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
<b>Ladrillo I</b>	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
<b>Ladrillo II</b>	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
<b>Ladrillo III</b>	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
<b>Ladrillo IV</b>	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
<b>Ladrillo V</b>	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
<b>Bloque P <sup>(1)</sup></b>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
<b>Bloque NP <sup>(2)</sup></b>	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

### 5.3. LIMITACIONES EN SU APLICACIÓN

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sísmorresistente.

TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

\*Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

### 5.4. PRUEBAS

a) **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.

b) **Resistencia a la Compresión.**- Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio co-

respondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ( $f_b$ ) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

c) **Variación Dimensional.**- Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

d) **Alabeo.**- Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613.

e) **Absorción.**- Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613.

### 5.5. ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD

a) 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.

b) La absorción de las unidades de arcilla y sílico 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%.

c) 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.

d) La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.

e) 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.

f) La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.

g) La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

## **Artículo 6.- MORTERO**

**6.1. DEFINICIÓN.** El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se

añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 y 399.610.

### **6.2. COMPONENTES**

a) Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:

- Cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009
- Cemento Adicionado IP, NTP 334.830
- Una mezcla de cemento Portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002.

b) El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 3. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

<b>MALLA ASTM</b>	<b>% QUE PASA</b>
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

- No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
  - El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.
  - El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
  - No deberá emplearse arena de mar.
- c) El agua será potable y libre de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y materia orgánica.

**6.3. CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES.** Los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes; y NP, utilizado en los muros no portantes (ver la Tabla 4).

**6.4. PROPORCIONES.** Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto) indicadas en la Tabla 4

<b>TIPO</b>	<b>COMPONENTES</b>			<b>USOS</b>
	<b>CEMENTO</b>	<b>CAL</b>	<b>ARENA</b>	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

a) Se podrán emplear otras composiciones de morteros, morteros con cementos de albañilería, o morteros industriales (embolsado o pre-mezclado), siempre y cuando los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias iguales o mayores a las especificadas en los planos y se asegure la durabilidad de la albañilería.

b) De no contar con cal hidratada normalizada, especificada en el Artículo 6 (6.2ª), se podrá utilizar mortero sin cal respetando las proporciones cemento-arena indicadas en la Tabla 4.

TABLA 5 GRANULOMETRÍA DEL CONFITILLO	
MALLA ASTM	% QUE PASA
½ pulgada	100
3/8 pulgada	85 a 100
N° 4 (4,75 mm)	10 a 30
N° 8 (2,36 mm)	0 a 10
N° 16 (1,18 mm)	0 a 5

**7.4. PREPARACIÓN Y FLUIDEZ.** Los materiales que componen el grout (ver la Tabla 6) serán batidos mecánicamente con agua potable hasta lograr la consistencia de un líquido uniforme, sin segregación de los agregados, con un revenimiento medido en el Cono de Abrams comprendido entre 225 mm a 275 mm.

TABLA 6 COMPOSICIÓN VOLUMÉTRICA DEL CONCRETO LÍQUIDO o GROUT				
CONCRETO LÍQUIDO	CEMENTO	CAL	ARENA	CONFITILLO
FINO	1	0 a 1/10	2 1/4 a 3 veces la suma de los volúmenes de los aglomerantes	—
GRUESO	1	0 a 1/10	2 1/4 a 3 veces la suma de los aglomerantes	1 a 2 veces la suma de los aglomerantes

**7.5. RESISTENCIA.** El concreto líquido tendrá una resistencia mínima a compresión  $f_c = 13,72MPa$  ( $140kg/cm^2$ ). La resistencia a compresión  $f_c$  será obtenida promediando los resultados de 5 probetas, ensayadas a una velocidad de carga de 5 toneladas/minutos, menos 1,3 veces la desviación estándar. Las probetas tendrán una esbeltez igual a 2 y serán fabricadas en la obra empleando como moldes a las unidades de albañilería a utilizar en la construcción, recubiertas con papel filtro. Estas probetas no serán curadas y serán mantenidas en sus moldes hasta cumplir 28 días de edad.

## Artículo 9.- CONCRETO

9.1. El concreto de los elementos de confinamiento tendrá una resistencia a la compresión mayor o igual a  $17,15MPa$  ( $175kg/cm^2$ ) y deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.

## CAPITULO 4 PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

### Artículo 10.- ESPECIFICACIONES GENERALES

La mano de obra empleada en las construcciones de albañilería será calificada, debiéndose supervisar el cumplimiento de las siguientes exigencias básicas:

10.1. Los muros se construirán a plomo y en línea. No se atenderá contra la integridad del muro recién asentado.

10.2. En la albañilería con unidades asentadas con mortero, todas las juntas horizontales y verticales quedarán completamente llenas de mortero. El espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será 15 mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4 mm, lo que sea mayor. En las juntas que contengan refuerzo horizontal, el espesor mínimo de la junta será 6 mm más el diámetro de la barra.

10.3. Se mantendrá el temple del mortero mediante el reemplazo del agua que se pueda haber evaporado, por una sola vez. El plazo del reemplazo no excederá al de la fragua inicial del cemento.

10.4. Las unidades de albañilería se asentarán con las superficies limpias de polvo y sin agua libre. El asentado se realizará presionando verticalmente las unidades, sin bambolearlas. El tratamiento de las unidades de albañilería previo al asentado será el siguiente:

a) Para concreto y sílico-calcáreo: pasar una brocha húmeda sobre las caras de asentado o rociarlas.

b) Para arcilla: de acuerdo a las condiciones climatológicas donde se encuentra ubicadas la obra, regarlas durante media hora, entre 10 y 15 horas antes de asentarlas. Se recomienda que la succión al instante de asentarlas esté comprendida entre 10 a 20 gr/200 cm<sup>2</sup>-min (\*).

*(\*) Un método de campo para evaluar la succión de manera aproximada, consiste en medir un volumen (V1, en cm<sup>3</sup>) inicial de agua sobre un recipiente de área definida y vaciar una parte del agua sobre una bandeja, luego se apoya la unidad sobre 3 puntos en la bandeja de manera que su superficie de asiento esté en contacto con una película de agua de 3 mm de altura durante un minuto, después de retirar la unidad, se vacía el agua de la bandeja hacia el recipiente y se vuelve a medir el volumen (V2, en cm<sup>3</sup>) de agua; la succión normalizada a un área de 200 cm<sup>2</sup>, se obtiene como:  $SUCCION = 200 (V1 - V2) / A$ , expresada en gr/200 cm<sup>2</sup> - min, donde «A» es el área bruta (en cm<sup>2</sup>) de la superficie de asiento de la unidad.*

10.5. Para el asentado de la primera hilada, la superficie de concreto que servirá de asiento (losa o sobrecimiento según sea el caso), se preparará con anterioridad de forma que quede rugosa; luego se limpiará de polvo u otro material suelto y se la humedecerá, antes de asentar la primera hilada.

10.6. No se asentará más de 1,30 m de altura de muro en una jornada de trabajo. En el caso de emplearse unidades totalmente sólidas (sin perforaciones), la primera jornada de trabajo culminará sin llenar la junta vertical de la primera hilada, este llenado se realizará al iniciarse la segunda jornada. En el caso de la albañilería con unidades apilables, se podrá levantar el muro en su altura total y en la misma jornada deberá colocarse el concreto líquido.

10.7. Las juntas de construcción entre jornadas de trabajos estarán limpias de partículas sueltas y serán previamente humedecidas.

10.8. El tipo de aparejo a utilizar será de sogá, cabeza o el amarre americano, traslapándose las unidades entre las hiladas consecutivas.

10.9. El procedimiento de colocación y consolidación del concreto líquido dentro de las celdas de las unidades,

## CAPÍTULO 5 RESISTENCIA DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

### Artículo 13.- ESPECIFICACIONES GENERALES

13.1. 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 7.

TABLA 7 MÉTODOS PARA DETERMINAR $f_m$ y $v_m$									
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS 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

13.3. 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.

13.4. 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.

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

13.6. 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 8.

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

13.7. La resistencia característica  $f'_m$  en pilas y  $v'_m$  en muretes (ver Artículo 13 (13.2)) se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar.

13.8. El valor de  $v'_m$  para diseño no será mayor de  $0,319\sqrt{f'_m} \text{ MPa}$  ( $\sqrt{f'_m} \text{ Kg/cm}^2$ )

13.9. En el caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla 9, correspondientes a pilas y muretes construidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla) y 1: ½ : 4 (cuando la materia prima es sílice-cal o concreto), para otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos.

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  $f_c = 13,72 \text{ MPa}$  ( $140 \text{ kg/cm}^2$ ). El valor  $f_m$  ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 10.

Fuente: Extraída del RNE2006\_E\_070