



UNIVERSIDAD  
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
PIRHUA

# EFECTO DE LA VALVA DE CONCHA DE ABANICO TRITURADA EN LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Eliana Rivas-Granizo

Piura, abril de 2019

FACULTAD DE INGENIERÍA

Departamento de Ingeniería Civil

Rivas, E. (2019). *Efecto de la valva de concha de abanico triturada en las propiedades del mortero de albañilería* (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú.



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura](https://repositorio.institucional.pirhua.edu.pe/)

**UNIVERSIDAD DE PIURA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERÍA CIVIL**



**Efecto de la valva de concha de abanico triturada en las propiedades del  
mortero de albañilería**

**Tesis para optar el Título de  
Ingeniero Civil**

**Eliana Carolina Rivas Granizo**

**Asesor: Mg. Ing. Gaby Ruiz Petrozzi**

**Piura, abril 2019**



*A Dios y a la Virgen María.*

*A mis padres Julio y Vicenta, por sus consejos y su amor incondicional.*



## **Prólogo**

La producción de concha de abanico en nuestra región constituye el 70 % de la producción a nivel nacional. Sechura, se ha convertido en uno de los principales productores y exportadores acuícolas de este molusco, tanto del Perú como de Sudamérica; aunque durante el año 2017 la producción se vio afectada por el Fenómeno de El Niño Costero, que causó la muerte del 90 % de la producción (Diario El Tiempo, 2017). En el año 2018, la extracción de conchas de abanico recuperó su ritmo habitual; además se habilitaron nuevos desembarcaderos, lo cual viene repotenciando la exportación de este recurso hidrobiológico a Europa (Diario La Hora, 2018).

Si bien la exportación de conchas de abanico genera considerables ganancias al país y a la región; es necesario, buscar soluciones y nuevas alternativas que se puedan aplicar a los residuos de valva para disminuir la contaminación y el impacto negativo que generan al medio ambiente.

Esta investigación intenta continuar con el estudio del uso de la valva como agregado en materiales de construcción iniciado por Nizama (2014) y ampliado por Saavedra (2016) y Castañeda (2017). Específicamente, centra su atención en el reemplazo de arena por valva de concha de abanico triturada para morteros de albañilería.

Se pretende aportar en la solución al problema ambiental de este residuo y a la sobreexplotación de canteras en nuestra región.



## **Resumen**

Esta investigación tiene como objetivo evaluar el efecto que tiene el reemplazo parcial del agregado fino por valva triturada de concha de abanico (entre 2.36 mm y 0.075 mm) en el mortero de albañilería.

Para ello se analizaron las propiedades de consistencia o trabajabilidad, retentividad, resistencia a la compresión y adherencia con las unidades de albañilería. Se reemplazó el agregado fino (arena) por valva triturada en porcentajes de 5 %, 10 % y 15 % en peso para dos casos: agua/cemento (a/c) constante y variable.

Los resultados muestran que el reemplazo de arena por valva en el mortero disminuye la trabajabilidad, y la adherencia, aunque aumenta la retentividad y resistencia a la compresión al mantener la relación a/c constante. Al incrementar la relación a/c se aumenta la trabajabilidad y se mantiene la adherencia, pero disminuye la resistencia a la compresión hasta en un 14 % respecto a la muestra patrón.

Se concluye que la valva, en los tamaños evaluados, puede ser usada como reemplazo de la arena en morteros de albañilería hasta en un 5 % en peso sin comprometer la adherencia con la unidad, pero requiere una mayor cantidad de agua que una mezcla normal.

Palabras clave: valva de molusco, mortero de albañilería, adherencia, retentividad, resistencia a la compresión, trabajabilidad.



## Tabla de contenido

<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1 Influencia del agregado fino en el mortero de albañilería .....</b>	<b>3</b>
1.1. Propiedades relevantes en el mortero de albañilería .....	3
1.1.1. Consistencia .....	3
1.1.2. Retentividad .....	4
1.1.3. Resistencia a la compresión .....	4
1.1.4. Adhesión.....	5
1.2. Consideraciones del agregado fino .....	6
1.3. Propiedades físicas del agregado fino relevantes para el mortero de albañilería.....	7
1.3.1. Forma y textura .....	7
1.3.2. Peso unitario.....	8
1.3.3. Granulometría.....	8
1.3.4. Densidad del agregado .....	9
1.3.5. Porosidad, absorción y estados de humedad .....	10
<b>Capítulo 2 Metodología experimental .....</b>	<b>11</b>
2.1. Caracterización de materiales .....	11
2.1.1. Distribución granulométrica y módulo de finura .....	11
2.1.2. Pesos unitarios: suelto y compactado.....	11
2.1.3. Peso específico .....	12
2.1.4. Capacidad de absorción.....	12
2.1.5. Humedad total .....	12
2.2. Preparación de la valva .....	13
2.3. Sustitución de arena por valva triturada.....	13

2.4. Dosificación del mortero de albañilería.....	13
2.5. Evaluación de las propiedades del mortero .....	14
2.5.1 Ensayo de consistencia .....	14
2.5.2 Ensayo de retentividad.....	14
2.5.3 Ensayo de compresión de cubos .....	16
2.5.4 Ensayo de adherencia.....	16
<b>Capítulo 3 Resultados de la caracterización de materiales .....</b>	<b>19</b>
3.1. Cemento.....	19
3.2. Arena natural.....	19
3.3. Valva de concha de abanico.....	21
3.4. Agregado global: arena y valva .....	25
<b>Capítulo 4 Resultados de desempeño del mortero .....</b>	<b>27</b>
4.1. Fluidez .....	27
4.2. Retentividad.....	28
4.3. Resistencia a la compresión a los 28 días .....	30
4.4. Adherencia.....	31
<b>Conclusiones .....</b>	<b>35</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>37</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>39</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>41</b>
Anexo A.    Curvas granulométricas.....	43
Anexo B.    Caracterización de los agregados .....	48
Anexo C.    Ensayo de resistencia a la compresión .....	53
Anexo D.    Ensayo de adherencia.....	59

## Lista de tablas

Tabla 1.	Recomendaciones sobre el contenido de sustancias perjudiciales según la Norma ASTM C-144 para agregados para morteros albañilería. ....	7
Tabla 2.	Granulometría del agregado fino para morteros de albañilería. ....	9
Tabla 3.	Cantidades en peso de los materiales usados para el mortero. ....	14
Tabla 4.	Parámetros físicos del agregado fino procedente de la cantera Chulucanas. ....	20
Tabla 5.	Parámetros físicos de la valva de concha de abanico triturada. ....	24
Tabla 6.	Parámetros físicos medidos en el agregado global al reemplazar la arena por valva, en peso. ....	26



## Lista de figuras

Figura 1.	Mecánica de la adhesión entre el mortero y la unidad de albañilería. ....	6
Figura 2.	Granulometría de la arena recomendada para morteros de albañilería. ....	9
Figura 3.	Aparato de flujo o mesa de sacudidas. ....	15
Figura 4.	Ensayo de consistencia a) Compactación de la mezcla con un pisón dentro del tronco de cono b) Medición del diámetro de la masa de mortero al final del ensayo. ....	15
Figura 5.	Elaboración de cubos de 5 cm de lado a) Mortero de albañilería vaciado en moldes de metal b) Cubos de mortero de 5 cm de lado luego de ser separados del molde. ....	16
Figura 6.	Ensayo de muestras cúbicas en máquina a compresión. ....	16
Figura 7.	Ensayo de adherencia por tracción directa a) Muestra de ladrillos de arcilla asentados con mortero de albañilería b) Ensamblaje de ladrillos cruzados posicionados en la máquina de compresión. ....	17
Figura 8.	Agregado fino (arena de la cantera de Chulucanas). ....	19
Figura 9.	Curva granulométrica del agregado fino, proveniente de la cantera de Chulucanas. ....	20
Figura 10.	Residuos de concha de abanico a) Primer botadero b) Segundo botadero. ....	21
Figura 11.	Diferentes tamaños de las valvas de conchas de abanico. ....	22
Figura 12.	Características físicas de la valva de concha de abanico. ....	22
Figura 13.	Partículas de valva de concha de abanico triturada, según los diferentes tamaños de tamiz recomendados por la ASTM C-144. ....	23
Figura 14.	Curva granulométrica de la valva de concha de abanico triturada. ....	24
Figura 15.	Curvas granulométricas para las muestras de reemplazo de 5 %, 10 % y 15 % ....	25
Figura 16.	Variación de la fluidez para las muestras M1. ....	27
Figura 17.	Relación a/c requerida en el mortero para mantener una fluidez óptima cuando se reemplaza arena por valva triturada. ....	28
Figura 18.	Variación de la fluidez en el tiempo. MP es la muestra patrón. M1 es la	

	muestra con a/c constante. M2 es la muestra con a/c variable. ....	29
Figura 19.	Relación entre la consistencia final respecto a la inicial en el tiempo. MP es la muestra patrón. M1 es la muestra con a/c constante. M2 es la muestra con a/c variable. ....	30
Figura 20.	Resistencia a la compresión de los morteros, medida a los 28 días. ....	31
Figura 21.	Valores de adherencia para las diferentes muestras en estudio. ....	32
Figura 22.	Fallas en los ensamblajes de ladrillos cruzados para a/c constante a) Vista de las unidades separadas después del ensayo b) Superficie de la mezcla separada del ladrillo. Nótese la separación completa de la mezcla con la unidad. ....	33
Figura 23.	Fallas en los ensamblajes de ladrillos cruzados para la mezcla con a/c variable a) Línea roja indicando la falla b) Falla por rajadura de junta. No se presentó separación total de la unidad con el mortero. ....	33

## Introducción

La industria de la extracción de conchas de abanico ha contribuido en gran medida al desarrollo de la Región Piura desde el punto de vista económico, generando millonarias ganancias a través de las exportaciones de este producto hacia Europa (Diario La Hora, 2018). Al mismo tiempo, la extracción de este molusco está asociada a graves problemas medioambientales relacionados con la eliminación de los desechos de los caparzones de las conchas de abanico (El Regional, Piura 2017).

Actualmente, en la provincia de Sechura se cuenta con dos botaderos municipales de conchas de abanico con capacidades de 35000 m<sup>2</sup> y 90000 m<sup>2</sup> aproximadamente, en donde la misma autoridad municipal prohibió arrojar residuos y su inmediata clausura por representar un foco de contaminación ambiental, malestar a la población y un impacto negativo para el turismo en las playas cercanas (RPP noticias, 2017). Esta problemática que vive la Región Piura es similar a la de otros países como Taiwán y Corea del Sur, en donde junto con el cultivo y la exportación de moluscos existe la preocupación para el manejo de los residuos asociados.

Es así, como nace la idea de incluir restos de conchas marinas en la industria de construcción. Además de concreto, pavimentos y asfaltos, pocas investigaciones han abordado la aplicación en morteros de cemento. Yoon et al. (2004) evaluó el reemplazo parcial de agregado fino por conchas de ostras trituradas para mortero mezclado con etilbenceno, que tenía por objetivo la estabilización de suelos. Los resultados obtenidos, muestran que la resistencia a la compresión de las muestras de mortero de reemplazo no variaba significativamente. Kuo et al. (2013) evaluó el efecto de la valva como agregado fino en morteros de relleno en reemplazo de suelo. Sustituyó el agregado fino en porcentajes pequeños de 5 %, 10 %, 15 % y 20 % por conchas de ostras trituradas y reemplazó el 20 % de cemento por cenizas volantes, encontrando un aumento de la resistencia a la compresión, trabajabilidad y absorción óptima con el 5 % de porcentaje de reemplazo. Wang et al. (2013) evaluó el reemplazo parcial de agregado fino por cenizas volantes y conchas de ostras trituradas para morteros estructurales, encontrando que hay un aumento en la trabajabilidad y una reducción de la resistencia a la compresión, siendo el porcentaje más aceptable de reemplazo el 5 %. Por otro lado, Safi et al. (2015) evaluó la sustitución de arena por conchas marinas trituradas en porcentajes de 10 %, 20 %, 50 % y 100 %, en morteros autocompactantes, encontrando que la trabajabilidad sigue elevada hasta con un 100 % de sustitución, con una disminución mínima de la resistencia a la compresión.

En general, el reemplazo de agregado fino por conchas marinas trituradas en morteros disminuye ligeramente la resistencia a la compresión y aumenta la trabajabilidad. Si bien los morteros analizados no corresponden en ningún caso a un mortero de albañilería, los resultados obtenidos parecen alentadores para explorar el uso de las valvas en este tipo de aplicación. Además, las especies de moluscos usadas son también diferentes, por lo que podrían esperarse nuevos resultados.

Ampliar las investigaciones reemplazando agregado fino por valva de concha de abanico triturada en morteros de albañilería aumentando las posibilidades de reuso de este residuo, pues el mortero de albañilería tiene requisitos de adherencia y trabajabilidad importantes, para garantizar la calidad del muro de albañilería confinada.

Esta investigación está dividida en cuatro capítulos. En el primer capítulo se desarrolla la teoría necesaria relacionada con las propiedades más importantes del mortero de albañilería: fluidez, retentividad, resistencia a la compresión y adherencia, y su relación con las características del agregado. En el segundo capítulo se describe la metodología experimental para la evaluación de los parámetros de caracterización de la arena y valva triturada como agregados, así como los ensayos para evaluar el desempeño del mortero en su aplicación final. En el tercer capítulo se muestran los resultados de la caracterización de la arena y la valva triturada. En el cuarto capítulo se incluyen los resultados de la evaluación del mortero y su discusión. Finalmente, se incluyen las conclusiones, recomendaciones y anexos.

## **Capítulo 1**

### **Influencia del agregado fino en el mortero de albañilería**

El mortero de albañilería es una mezcla compuesta principalmente por cemento, agregado fino y agua. La función principal de esta mezcla es proveer adhesión completa, fuerte y durable entre las unidades de albañilería (Gallegos y Casabonne, 2005). El constituyente de mayor volumen y peso en esta combinación es el agregado fino, teniendo por ello una gran influencia en el comportamiento de los estados fresco y endurecido del mortero.

#### **1.1. Propiedades relevantes en el mortero de albañilería**

Para evaluar la influencia del agregado fino en el comportamiento del mortero de albañilería, es necesario analizar sus propiedades más relevantes en estado fresco y en estado endurecido. Estas son: consistencia, retentividad, adherencia y resistencia a la compresión. Si bien la resistencia a la compresión no es un factor crítico, es necesario garantizar un valor mínimo para la resistencia mecánica del muro.

##### **1.1.1. Consistencia**

El mortero de albañilería en su estado fresco presenta propiedades importantes, que además influyen en las propiedades en su estado endurecido. La consistencia o también conocida como trabajabilidad, se define como la capacidad que tiene la mezcla de poder fluir o de ser manipulable con el badilejo (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2011).

El grado de fluidez del mortero fresco depende fundamentalmente del contenido de agua y las características de los componentes sólidos del mortero. Entre los principales factores que pueden afectar la consistencia están: la granulometría, forma y textura de las partículas del agregado fino, cantidad de agua de la mezcla, el contenido de cemento, la intensidad y tiempo de mezclado (De la Sotta, 2010).

Gallegos y Casabonne (2005) recomiendan que el porcentaje óptimo de consistencia se encuentre entre el 100 % y 115 %, pues con este valor la mezcla se adecúa al trabajo con el badilejo, mantiene la adhesividad y permite esparcirlo en las caras de la unidad durante el asentado, posibilitando el correcto llenado y ajuste en las juntas.

### **1.1.2. Retentividad**

Se define como la capacidad que tiene el mortero de poder mantener su fluidez o trabajabilidad en el tiempo; es decir, de poder retener el agua de la mezcla después de un intervalo de tiempo para seguir conservando su consistencia (De la Sotta, 2010). La retentividad está íntimamente relacionada con la trabajabilidad y además es uno de los factores que influye en la adherencia del mortero con las unidades de albañilería. Dado que esta propiedad permite que la mezcla de mortero mantenga su consistencia en el tiempo, una retentividad adecuada ofrece el tiempo necesario para que las unidades de albañilería puedan ser cuidadosamente alineadas, niveladas y colocadas durante el proceso de construcción del muro de albañilería sin romper el enlace generado en la interfaz unidad-mortero (De la Sotta, 2010). Sin embargo, una retentividad excesiva demoraría el proceso de fragua y adquisición de estabilidad del muro durante su construcción.

La retentividad, se calcula numéricamente como la relación entre la consistencia observada en determinado instante de tiempo respecto a la consistencia inicial o en el tiempo cero. Se considera que esta disminución en la consistencia no debería llegar a ser menor al 80 % para considerar que el mortero tiene una buena retentividad (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2011).

Es preciso señalar que durante el proceso constructivo (en obra), el temple o trabajabilidad del mortero es mantenido añadiendo agua, retemplándolo cuantas veces sea necesario (de acuerdo al criterio del operario) para mantener la consistencia inicial. El tiempo límite para añadir agua al mortero dependerá del inicio de la fragua de cemento. Luego de iniciada la fragua, el mortero ya preparado no debería usarse (Gallegos y Casabonne, 2005).

### **1.1.3. Resistencia a la compresión**

El mortero de albañilería es un adhesivo, y su adhesión firme y durable que genera con las unidades de albañilería es su objetivo principal y más importante; las demás propiedades incluyendo la resistencia a la compresión en su estado endurecido juegan un papel secundario. Es por ello que la relación a/c no tiene importancia, solo será de utilidad para fines de interpretación de resultados (Gallegos y Casabonne, 2005).

La resistencia a la compresión del mortero depende en su mayoría de la cantidad de material cementante y de la cantidad de agua que se le agrega a la mezcla. Por ello, la resistencia aumentará con el incremento del material cementante y disminuirá aumentando el contenido de agua (De la Sotta, 2010). Sin embargo, en los morteros de albañilería, una elevada resistencia a la compresión puede ser adversa por la retracción de la mezcla en las juntas. La durabilidad tampoco disminuye al tener baja resistencia como ocurre en el concreto (Gallegos y Casabonne, 2005). Por esta razón la resistencia obtenida a través de los ensayos de compresión de cubos se usa con fines de investigación pues no refleja en su totalidad la realidad de la interacción unidad-mortero (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2011).

#### 1.1.4. Adhesión

La adherencia es la propiedad más importante del mortero de albañilería en su estado endurecido; pues su principal función es la de proporcionar adhesión entre las unidades para conformar el muro de albañilería. Aunque hay cierta adherencia química y física, tienen un efecto muy reducido, sin embargo, la más importante es de naturaleza mecánica. En ésta, la matriz de cemento hidratado se une a la superficie porosa y rugosa de las unidades de albañilería; el agua de la mezcla conteniendo materiales cementicios es la primera en penetrar por los poros de la superficie de las unidades, al hidratar y cristalizar los materiales cementicios que se encuentran en los poros de la unidad es donde se produce el engrape mecánico suministrando una adhesión considerable (Gallegos y Casabonne, 2005).

En la interfaz de contacto entre el mortero y la unidad de albañilería, se ha identificado a la etringita (sulfoaluminato tricálcico hidratado), como el producto que se forma del resultado de la hidratación del cemento. La etringita forma cristales hexagonales en forma de aguja en los poros de la unidad de albañilería. La cantidad, penetración y grado de hidratación del material cementicio en los poros de la unidad de albañilería, dependen de la cantidad de agua que hay cuando entran en contacto las unidades con el mortero (Gallegos y Casabonne, 2005). Por ello, el temple, trabajabilidad y la retentividad del mortero influyen en el proceso de adhesión. Para comprender mejor el proceso de adhesión se muestra la Figura 1.

Como se sabe, la realidad en el proceso constructivo de la albañilería es diferente, pues no se trata de la adhesión del mortero con una sola unidad sino con todas las que conforman el muro de albañilería. Es ahí donde interviene otro factor para definir la adhesión: la retentividad, que garantiza la uniformidad en las múltiples interfases mortero – unidad de un muro (Gallegos y Casabonne, 2005).

En la Figura 1, se muestra también el proceso de adhesión cuando se asientan dos unidades. Como se puede ver, la interfaz del mortero con la unidad inferior tiene mayor densidad y profundidad de incrustación de cristales de etringita que la interfaz con la unidad superior. Esto se debe a la misma naturaleza del proceso de asentado, pues la unidad inferior es la primera en recibir la mezcla de mortero, dejando que el agua penetre rápidamente en los poros de la unidad, mientras que la unidad superior al colocarse después, succiona menos agua y menos solubles de cemento, haciendo que la formación de cristales de etringita en los poros sea menos profunda. Lo explicado anteriormente, sucede en todas las interfases mortero – unidad, haciendo que la unidad de albañilería que recibe primero al mortero sea la más favorecida con una mayor adhesión (Gallegos y Casabonne, 2005).

Como se muestra en el apartado 6 de la Figura 1, a través del ensayo de tracción directa que mide la fuerza de adhesión en dos unidades pegadas con mortero, siempre se rompe la interfase superior por tener menos cristales engrapados en los poros de la unidad. Este ensayo mide el valor menor de adherencia que resulta de la interfase superior.

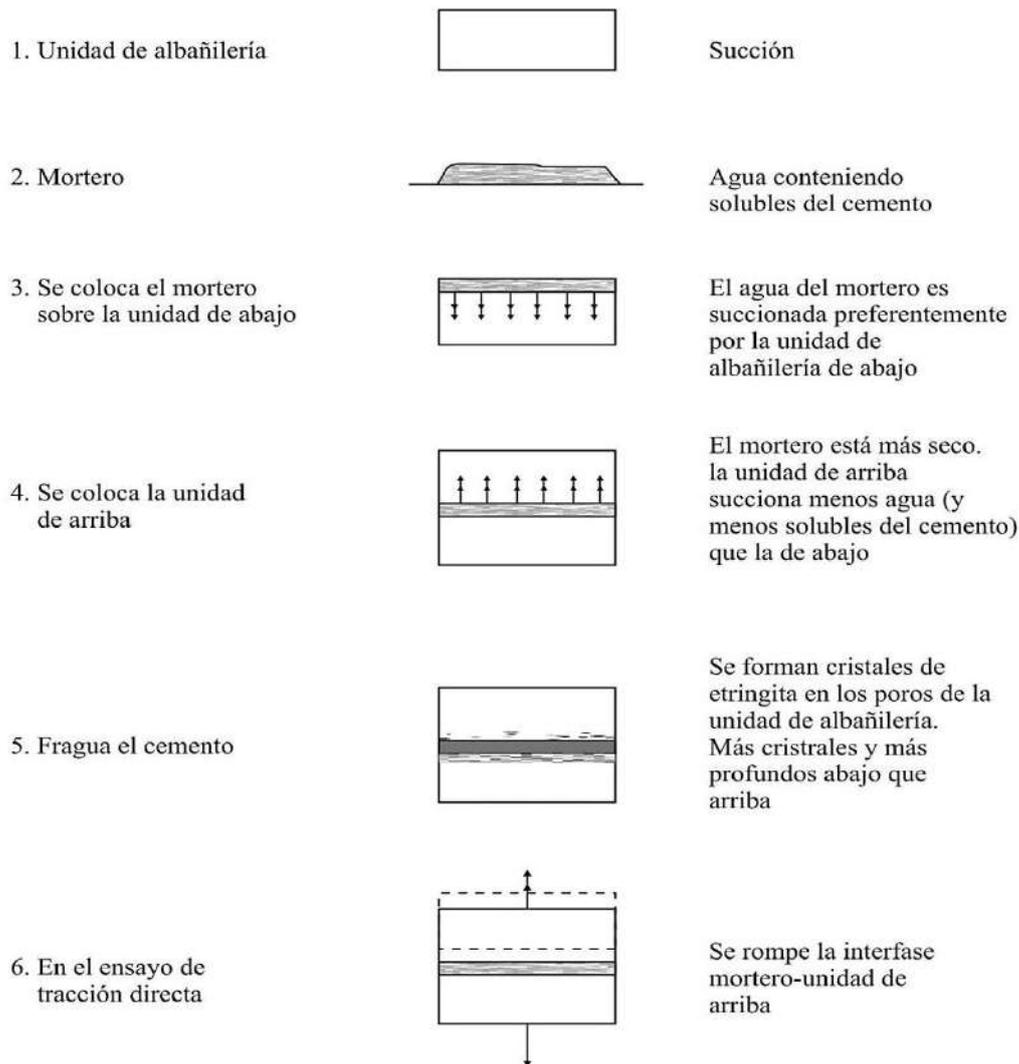


Figura 1. Mecánica de la adhesión entre el mortero y la unidad de albañilería.  
Fuente: Gallegos y Casabonne (2005).

## 1.2. Consideraciones del agregado fino

Según la norma NTP 400.011 – 2008 el agregado fino se define como “*agregado artificial de rocas o piedras proveniente de la disgregación natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg) y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037*”.

La norma ASTM C-270 añade que “*los agregados para mortero consisten en arenas naturales o manufacturadas (procesadas) y son en general el constituyente de mayor volumen y peso*”.

Para la elaboración de un mortero de albañilería usualmente se utiliza arena natural como agregado fino, proveniente por lo general de la erosión de los ríos sobre las rocas. Sin embargo, también se utilizan arenas fabricadas como subproducto de la trituración artificial de agregados.

El agregado fino debe estar libre de sustancias perjudiciales tales como partículas friables o livianas, impurezas orgánicas y exceso de finos o arcillas. De acuerdo con la norma ASTM C-144, se recomienda un valor límite máximo de 1 % (en peso) de contenido de partículas friables, tales como las arcillas; 0.5 % para partículas que flotan en líquidos de gravedad específica 2 (Tabla 1). Su presencia puede disminuir la trabajabilidad y en consecuencia afectar las demás propiedades del mortero.

Tabla 1. Recomendaciones sobre el contenido de sustancias perjudiciales según la Norma ASTM C-144 para agregados para morteros albañilería.

Item	Valor máximo permisible % en peso
Partículas friables	1.0
Partículas ligeras, flotando en líquidos con una gravedad específica de 2.0	0.5

Fuente: ASTM C-144 *Standard Specification for Aggregate for Masonry Mortar*.

El uso de arenas provenientes del mar implica un contenido de sales relativamente alto, por lo que no está recomendado su uso, ya que causaría problemas de corrosión al estar en contacto con la armadura en la hilada del muro (si así fuera el caso). Además, causaría eflorescencia en el mortero (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2011).

### 1.3. Propiedades físicas del agregado fino relevantes para el mortero de albañilería

#### 1.3.1. Forma y textura

La forma de las partículas del agregado fino influye directamente en una de las propiedades más importantes en estado fresco del mortero: la trabajabilidad. La forma de la partícula no solo hace referencia a la forma básica de las partículas que conforman el agregado, sino también incluye conceptos de angularidad y forma plana o alargada. Además, dichas partículas se pueden describir por su esfericidad y redondez. Por esfericidad se entiende a la semejanza de la partícula a una esfera, con esquinas y bordes redondos. La angularidad más bien describe a las partículas con bordes bien definidos y formados en las caras casi planas (Mindess y Alexander, 2005).

Los agregados que provienen de fuentes marinas, aluviales, ríos, glaciares, en general que son arrastrados suelen ser esféricos de bordes redondos debido al desgaste natural, pues la redondez depende de la resistencia a la abrasión y el grado de desgaste que ha sufrido el agregado. Los que se obtienen por métodos de trituración con equipos o que son quebradizos pueden variar su forma y son angulares, laminares o alargados, dependiendo del tipo de roca y del tipo de trituración al que fueron sometidos (Mindess y Alexander, 2005).

Por ello, para la elaboración de un mortero trabajable y consistente ante la manipulación y colocación en obra, se requiere el uso de agregado fino constituido por

partículas esféricas y redondeadas que puedan fluir entre sí, sin generar fricción entre las mismas, aumentando la trabajabilidad de la mezcla. Además, se necesitará menos cantidad de pasta de cemento para recubrir todas las partículas (Gallegos y Casabonne, 2005).

Cuando el mortero se usa para la elaboración de un muro de albañilería portante de carga vertical, este cumple una función resistente, por lo que es conveniente que en la selección de agregados se utilicen los de partículas angulares, ya que tienen mejor efecto de trabazón mecánica entre sí, mejorando la resistencia a la compresión y adhesión (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2011).

La textura superficial de las partículas del agregado que compone el mortero de albañilería influye en la fluidez de la mezcla y en la adherencia del agregado fino con la pasta de cemento. Según las características físicas de las partículas se puede decir, que el agregado es liso o rugoso, es decir, si tiene una superficie pulida o rasposa producto de la trituración con equipos. Es importante señalar que la textura superficial es una propiedad que depende básicamente de la dureza, tamaño del grano (partícula), estructura de los poros, textura de la roca madre de la que provienen y el desgaste natural que ha sufrido el grano (Mindess y Alexander, 2005).

### **1.3.2. Peso unitario**

El peso unitario se define como el peso (masa) de una muestra de agregado por unidad de volumen que ocupan las partículas agrupadas que lo constituyen. De acuerdo con la NTP 400.017, se definen dos tipos de pesos unitarios, el peso unitario compactado y el peso unitario suelto. El peso unitario compactado representa el máximo peso de material que puede ocupar un volumen dado; el peso unitario suelto es el mínimo. El peso unitario compactado se obtiene varillando el material dentro del recipiente, de modo que en lo posible se logre un mejor acomodo y no queden espacios entre partículas dentro del recipiente de volumen conocido. El peso unitario suelto consiste simplemente en llenar el recipiente con material hasta rebasar y nivelar para luego determinar la masa.

### **1.3.3. Granulometría**

La granulometría de la arena para la fabricación de mortero juega un papel principal para la obtención de una mezcla trabajable, fluida y de fácil colocación. Es ideal que se use agregado fino de granos redondeados, con una granulometría continua y completa, con variedad de tamaños de partículas, que permitan llenar los espacios vacíos con la pasta de cemento, para formar un mortero denso, trabajable, resistente y con buena adhesión (Figura 2).

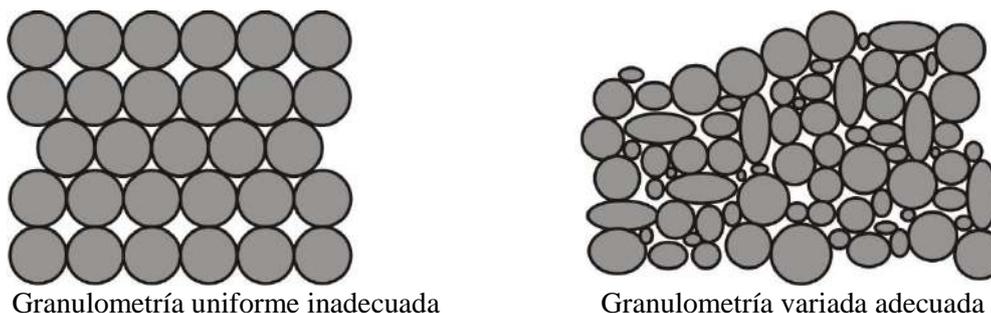


Figura 2. Granulometría de la arena recomendada para morteros de albañilería.  
Fuente: San Bartolomé, Quiun y Silva, (2011).

Las arenas gruesas de partículas grandes producen morteros ásperos que benefician la resistencia a la compresión aunque disminuyen la adherencia debido a que las partículas gruesas aminoran el contacto entre el aglomerante y la superficie de la unidad de albañilería; mientras que el uso de arenas finas mejora la adhesión (Gallegos y Casabonne, 2005).

De acuerdo, a la norma E.070 de Albañilería, en la Tabla 2 se muestran los límites granulométricos recomendados para la fabricación de mortero de albañilería.

Tabla 2. Granulometría del agregado fino para morteros de albañilería.

<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

Fuente: E.070. Albañilería.

Finalmente, el módulo de fineza, que es un valor que permite estimar el grosor y finura del material, debe estar comprendido entre los valores 1.6 y 2.5. Cuando los valores se encuentran cerca al 2.5, se puede catalogar al agregado fino como una arena gruesa (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2011).

#### **1.3.4. Densidad del agregado**

La densidad de los agregados se puede expresar como gravedad específica (Gs), y se define como la relación entre la densidad del agregado y la densidad del agua. Los valores que la expresan son adimensionales y se utiliza en el diseño de mezcla para estimar los volúmenes ocupados por el agregado de acuerdo a su naturaleza (Castañeda, 2017).

### 1.3.5. Porosidad, absorción y estados de humedad

La absorción de los agregados depende directamente de la porosidad que poseen las partículas que lo componen. Los poros que forman parte de la partícula son capaces de retener el agua del exterior que pueda penetrar en ellos y formar una película de humedad al quedarse atrapada. Estos parámetros influyen en el mortero debido a que una elevada absorción de agua por parte del agregado puede disminuir la trabajabilidad y la retentividad de la mezcla. Además, se dificultaría la adhesión entre la pasta de cemento y los poros capilares de las unidades de albañilería. (Mindess y Alexander, 2005).

De acuerdo con las condiciones ambientales y las características del agregado, se pueden encontrar en los siguientes estados de humedad (Mindess y Alexander, 2005):

- **Seco:** También conocido como “seco al horno”; para llegar a este estado el agregado es secado en un horno con una temperatura controlada. Se considera que los poros de las partículas están completamente secos.
- **Seco al aire:** En este estado la humedad de la superficie de los agregados ha sido removida en su totalidad, pero los poros de las partículas se encuentran parcialmente llenos de agua.
- **Saturado superficie seca:** En este estado la superficie se mantiene seca en su totalidad, sin embargo, los poros están totalmente llenos de agua.
- **Mojado:** En este estado los poros de los agregados se encuentran completamente llenos de agua, además la superficie se encuentra húmeda con una película de agua que los rodea.

## **Capítulo 2**

### **Metodología experimental**

La metodología experimental se dividió en tres partes: la primera se centró en la caracterización de los materiales usados para el mortero. La segunda, en la evaluación del cambio que sufren las propiedades del agregado global cuando se incluye valva como reemplazo de la arena. Finalmente, en la tercera parte, se evalúan las propiedades del mortero tanto en estado fresco como endurecido, cuando se incluye la valva en el agregado global.

#### **2.1. Caracterización de materiales**

Los materiales usados para la fabricación del mortero de albañilería fueron: cemento, arena natural, valva de concha de abanico triturada y agua. El cemento se usó tal como se obtiene del fabricante y el agua, del sistema de agua potable del laboratorio. Para la caracterización de la arena y de la valva como agregados del mortero se aplicó la metodología sugerida por la norma técnica peruana. Las propiedades medidas fueron: granulometría, módulo de fineza, peso unitario, peso específico, capacidad de absorción y humedad total.

##### **2.1.1. Distribución granulométrica y módulo de finura**

El análisis granulométrico de la arena y la valva triturada se ha realizado siguiendo la NTP 400.012, la cual sugiere utilizar el método de tamizado. El material se pasó por los tamices #4, #8, #16, #30, #50, #100 y #200 para obtener los porcentajes retenidos en cada tamiz. Con estos valores se calcula el porcentaje acumulado que pasa por cada tamiz y se dibujan en una gráfica semilogarítmica.

El módulo de finura se calcula a partir de los valores obtenidos en el análisis granulométrico. Es la suma de los porcentajes retenidos en cada uno de los tamices usados en la evaluación granulométrica dividido entre cien.

##### **2.1.2. Pesos unitarios: suelto y compactado**

El peso unitario se midió siguiendo la NTP 400.017. El peso unitario corresponde al peso de una masa de material por unidad de volumen que ocupa en un recipiente de volumen conocido. La condición suelta o compactada del material se obtiene modificando la forma de acomodar el material en el recipiente. Para el peso unitario suelto se deja llenar material hasta rebasar el recipiente que lo contiene. Sin embargo, el peso unitario compactado se obtiene acomodando el material en el recipiente en tres capas y aplicando 25 golpes en cada una con una varilla. Para cada uno de los casos el peso unitario se calcula restando el peso final del recipiente conteniendo el material menos el peso del recipiente.

### **2.1.3. Peso específico**

El peso específico se midió siguiendo la NTP 400.022. La muestra de agregado se dejó saturar en agua por 24 horas, luego se dejó secar sobre una superficie no absorbente al aire libre por tres horas hasta llevar el material al estado saturado superficie seca, lo cual se determina colocando la muestra en un tronco de cono de metal y compactando con 25 golpes en la parte superior (diámetro menor). Si al retirar el molde de metal el material no conserva su forma compactada se puede decir, que se ha llegado al estado saturado superficie seca. Finalmente, la muestra se coloca en un recipiente graduado (fiola) y se le adiciona agua hasta la marca de volumen conocido. Al cabo de una hora se toma el peso del conjunto para determinar el volumen que ocupa la muestra. El cálculo del peso específico se obtiene dividiendo el peso del material en estado saturado superficie seca entre el volumen que ocupa la muestra en la fiola.

### **2.1.4. Capacidad de absorción**

La absorción se midió siguiendo la NTP 400.022. El procedimiento consiste en dejar saturar en agua una muestra de agregado por 24 horas y luego retirar el agua superficial de las partículas al aire libre sobre una superficie no absorbente (recipiente de plástico) para determinar el peso saturado superficie seca. Posteriormente, la muestra se lleva al horno y se obtiene el peso del material. La absorción, es el porcentaje que resulta de dividir la resta del peso en estado saturado superficie seca ( $W_{SSS}$ ) con el peso en estado seco al horno ( $W_{OD}$ ), entre el valor del peso seco al horno ( $W_{OD}$ ).

$$AC = 100 (W_{SSS} - W_{OD}) / W_{OD} \quad (1)$$

### **2.1.5. Humedad total**

La humedad total se midió siguiendo la NTP 339.185. Para lo cual se dejó al aire libre una muestra de material con la finalidad de llevarla ha estado seco al aire y obtener el peso ( $W_{AD}$ ). Luego, se llevó la muestra al horno para obtener el peso seco al horno ( $W_{OD}$ ). La humedad total resulta del porcentaje que se obtiene dividiendo la resta del  $W_{AD}$  con el  $W_{OD}$ , entre el  $W_{OD}$ .

$$H_T = 100 (W_{AD} - W_{OD}) / W_{OD} \quad (2)$$

## **2.2. Preparación de la valva**

La valva se sometió a un proceso de lavado manual con agua potable y cepillos, para remover los restos de arena, vísceras e impurezas que contenía y se dejó secar al aire libre. La trituración se hizo de forma manual utilizando comba y martillo.

Al finalizar el proceso de trituración se separó por tamaños (#8 al #200) y se combinó nuevamente siguiendo las proporciones de la arena natural por cada tamiz. Con ello se esperaba garantizar la granulometría similar a la de la arena usada.

## **2.3. Sustitución de arena por valva triturada**

Se ha utilizado valva triturada en dimensiones de 2.36 mm hasta los 0.075 mm. Las muestras de agregado se obtuvieron sustituyendo la arena natural por valva en proporciones de 5 %, 10 % y 15 % en peso. A este nuevo agregado se le realizaron nuevamente todos los ensayos para evaluar sus propiedades de granulometría, módulo de finura, peso unitario, peso específico, capacidad de absorción y humedad total.

## **2.4. Dosificación del mortero de albañilería**

Las mezclas de mortero fueron preparadas siguiendo la norma NTP 334.003. Como la resistencia no es un factor crítico para el mortero de albañilería, la cantidad de agua se especifica en función de la consistencia normal del mortero. Este contenido de agua es determinado experimentalmente siguiendo el método sugerido por la norma ASTM C-270, que permite obtener una fluidez entre 100 % y 115 %. El objetivo es lograr una mezcla pastosa, pegajosa y retentiva, para una buena manipulación y trabajabilidad. La proporción volumétrica que se usó fue 1:4, según lo especificado por la norma E.070 para mortero de albañilería en aplicaciones de muros portantes. Esta dosificación constituyó la mezcla patrón (MP).

Posteriormente se prepararon dos muestras, en las cuales se reemplazó la arena por valva triturada en porcentajes de 5 %, 10 % y 15 % en peso. En la primera de estas series, denominada M1, se mantuvo constante el contenido de agua respecto a la muestra patrón. En la segunda serie denominada M2, se buscó determinar la cantidad de agua necesaria para que la fluidez sea similar a la fluidez de la muestra patrón, dentro de los límites de 100 % y 115 %.

En la Tabla 3, se detallan las cantidades de los materiales usados para la fabricación de las muestras de mortero. Se incluye la relación agua/cemento donde corresponde.

Tabla 3. Cantidades en peso de los materiales usados para el mortero.

Muestra	Cemento (g)	Arena (g)	Valva C.A (g)	Agua* (g)	Relación* a/c
MP	199	1114.0	-	238	1.20
M1-05	199	1058.3	55.7	238	1.20
M1-10	199	1002.6	111.4	238	1.20
M2-05	199	1058.3	55.7	-	-
M2-10	199	1002.6	111.4	-	-
M2-15	199	946.9	167.1	-	-

\*Las cantidades de agua para M2 fueron el objetivo a determinar.

Fuente: Elaboración propia.

## 2.5. Evaluación de las propiedades del mortero

### 2.5.1 Ensayo de consistencia

Para determinar la consistencia de las muestras estudiadas en esta investigación, se ha seguido la norma NTP 334.057. Este ensayo se realiza con el aparato de flujo o mesa de sacudidas, que es una mesa plana constituida de tal manera que pueda dejarse caer una altura de 12 mm por medio de una leva rotatoria (Figura 3). La muestra de mortero se coloca en un tronco de cono de 10 cm de diámetro en su base y 5 cm de altura, compactándola con un pisón en 2 capas. El cono se retira y la mesa de flujo se levanta y se deja caer hasta hacer un total de 25 veces en 15 segundos. La muestra se extiende en la mesa por efecto de los golpes. Se mide entonces el diámetro final de la mezcla esparcida en la mesa. La consistencia o fluidez se define como la relación del diámetro medido respecto a un diámetro estándar de 20 cm, en porcentaje. De este modo, un diámetro medido de 20 cm representa una consistencia del 100 % (Figura 4).

### 2.5.2 Ensayo de retentividad

La retentividad se mide de acuerdo al método que sugiere la norma NCH 2259, en donde se utiliza el aparato de flujo para medir la consistencia en dos oportunidades, una inicial y otra luego de que la mezcla de mortero se haya colocado en un aparato de vacío, calibrado a un vacío de 51 mm de mercurio durante un minuto con el objetivo de retirarle una parte del agua de la mezcla con una bomba de vacío, para acelerar el inicio de la fragua del cemento. El cociente entre la consistencia final y la inicial es la retentividad, expresada en porcentaje.

Dado que no se contaba en el laboratorio con el equipo de vacío, se adoptó una metodología empírica para la evaluación de este parámetro. Empleando el aparato de flujo se dejó reposar la mezcla por intervalos de tiempo de 15 min, 30 min y 45 min al aire libre para luego tomar las medidas de consistencia. De este modo, el ensayo toma más tiempo, pero mantiene la naturaleza conceptual del parámetro. La relación entre

el diámetro obtenido luego de transcurridos los periodos de tiempo indicados y el diámetro inicial muestra de modo cualitativo el cambio en la consistencia de la mezcla. Si bien este valor no representa la retentividad propiamente, ofrece una idea de cómo cambia la trabajabilidad en el tiempo. Para reducir los efectos de las condiciones ambientales, las mezclas fueron ensayadas en un mismo horario, a una temperatura ambiental de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa aproximada del 65 %.



Figura 3. Aparato de flujo o mesa de sacudidas.  
Fuente: Elaboración propia.



(a)



(b)

Figura 4. Ensayo de consistencia a) Compactación de la mezcla con un pisón dentro del tronco de cono b) Medición del diámetro de la masa de mortero al final del ensayo.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.5.3 Ensayo de compresión de cubos

El ensayo de compresión se realizó siguiendo la norma NTP 334.051. Se usaron probetas cúbicas de 5 cm de lado, vaciadas en moldes de metal y curadas en agua durante 28 días (Figura 5). Las probetas cúbicas fueron ensayadas en una máquina de compresión (Figura 6) con una tasa de aplicación de carga de 500 kg/s. El resultado se obtiene dividiendo la carga máxima aplicada entre el área de la sección promedio de la probeta. El valor graficado es el promedio de tres probetas ensayadas por muestra.

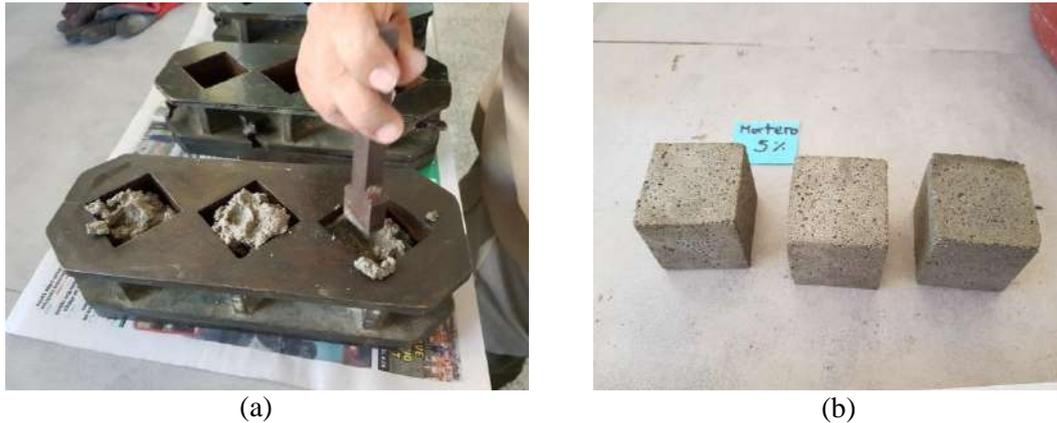


Figura 5. Elaboración de cubos de 5 cm de lado a) Mortero de albañilería vaciado en moldes de metal b) Cubos de mortero de 5 cm de lado luego de ser separados del molde.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 6. Ensayo de muestras cúbicas en máquina a compresión.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.5.4 Ensayo de adherencia

La adherencia del mortero con las unidades se midió a través de la fuerza necesaria para separar el ensamblaje conformado por dos unidades pegadas con mortero. Para el desarrollo del ensayo de adhesión por tracción directa, se ha tomado como referencia la norma ASTM C-952-02. Los ladrillos utilizados fueron los de arcilla de 18 agujeros, industriales (23x12x9 cm).

Este ensayo consiste en formar testigos de dos unidades asentadas con mortero en forma perpendicular, los cuales se dejan curar durante 28 días al aire libre bajo sombra. Sólo durante los primeros 7 días se almacenaron en una bolsa herméticamente cerrada para que no pierdan humedad de manera brusca (Figura 7a). Después de transcurridos los 28 días, se ensayaron aplicando una fuerza de tracción directa perpendicular a la cara de asiento en una máquina de compresión, a una velocidad de 1.27 mm/min. El ensamblaje de ladrillos cruzados posicionado en la máquina de ensayo es como se muestra en la Figura 7b.

El valor de la adhesión, se obtiene como la división de la fuerza de rotura aplicada entre el área nominal de contacto de las unidades de albañilería. El valor graficado es el promedio de cinco testigos ensayados por cada muestra en estudio.



(a)



(b)

Figura 7. Ensayo de adherencia por tracción directa a) Muestra de ladrillos de arcilla asentados con mortero de albañilería b) Ensamblaje de ladrillos cruzados posicionados en la máquina de compresión.

Fuente: Elaboración propia.



## **Capítulo 3**

### **Resultados de la caracterización de materiales**

#### **3.1. Cemento**

Se utilizó cemento portland tipo MS, el más comercializado en la zona norte del país. Es un cemento con adiciones de escoria de altos hornos, que le brinda al cemento una moderada resistencia a los sulfatos, moderado calor de hidratación y resistencia a los agregados álcali-reactivos. Se utiliza para estructuras con exposición moderada a los sulfatos, ambientes cálidos y marinos, además para estructuras con presencia de agregados reactivos.

#### **3.2. Arena natural**

Se utilizó arena de la cantera de Chulucanas, ubicada a 1 km del distrito de Chulucanas, provincia de Morropón; a 61 km de la ciudad de Piura. Esta arena es de origen aluvial y se considera una de las mejores para la fabricación de mezclas de concreto y mortero en la zona (Saavedra, 2016). Es una arena libre de partículas de arcilla y materia orgánica, con partículas angulosas. En la Figura 8 se aprecia una muestra del agregado.



Figura 8. Agregado fino (arena de la cantera de Chulucanas).  
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la curva granulométrica (Figura 9 y Anexo A), presenta una distribución de partículas situada casi en el centro del huso granulométrico recomendado por la norma E.070 para el agregado fino para morteros de albañilería (Tabla 2), con variedad de tamaños adecuados. El módulo de finura es 2.5, lo que la caracteriza como una arena de partículas gruesas, pero que aun así se encuentra dentro del límite aceptable para su uso en el mortero.

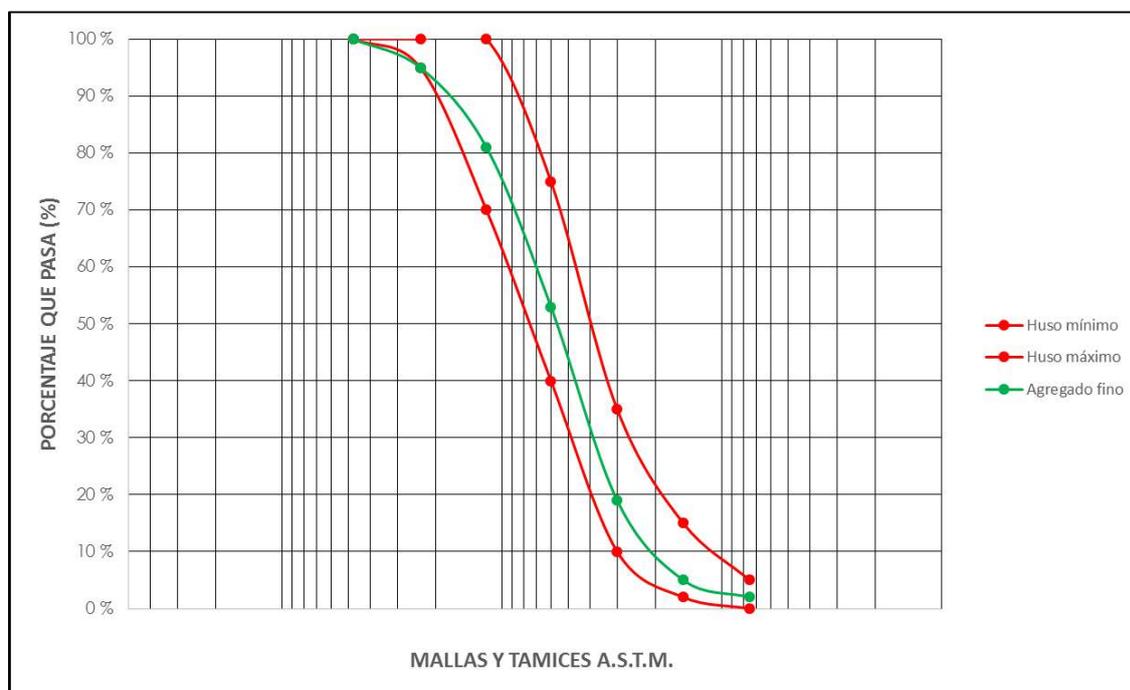


Figura 9. Curva granulométrica del agregado fino, procedente de la cantera de Chulucanas.  
Fuente: Elaboración propia.

Además de la granulometría, se evaluó el peso unitario, peso específico, capacidad de absorción y humedad total en el agregado fino. El resumen de esta caracterización física se muestra en la Tabla 4 y los certificados correspondientes en el Anexo B.

Tabla 4. Parámetros físicos del agregado fino procedente de la cantera Chulucanas.

Parámetros	Norma	Valor	Unidad
Módulo de finura	NTP 400.012	2.5	-
Peso unitario suelto en stock	NTP 400.017	1475	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado en stock	NTP 400.017	1585	Kg/m <sup>3</sup>
Peso específico (Sup. Sec. Sat.)	NTP 400.022	2.58	-
Capacidad de absorción	NTP 400.022	1.32	%
Humedad total	NTP 339.185	0.50	%

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. Valva de concha de abanico

La concha de abanico, cuyo nombre científico es *Argopecten Purpuratos*, es un bivalvo que se distribuye geográficamente a lo largo de la costa peruana (Aquahoy, 2018). Actualmente, en el distrito de Sechura camino a la playa de Chulliyachi, aproximadamente a 3 km de la ciudad, se encuentran dos vertederos municipales de residuos de conchas de abanico, de capacidades de 35000 m<sup>2</sup> y 90000 m<sup>2</sup> respectivamente.

El primer botadero se encuentra en abandono, pues ha excedido su capacidad. Debido al tiempo transcurrido, la materia orgánica (vísceras) que acompañaba a la valva de concha de abanico ha desaparecido producto del proceso de descomposición. Además, por efecto del intemperismo, los caparazones de las conchas se han vuelto más frágiles (Figura 10a). El segundo botadero, cuyo uso se encuentra prohibido por disposición de las autoridades competentes, no cuenta con acceso restringido y es posible acceder a él libremente (Figura 10b). En esta investigación se ha utilizado valva de ambos botaderos, para obtener una muestra lo más representativa posible de los residuos acumulados.



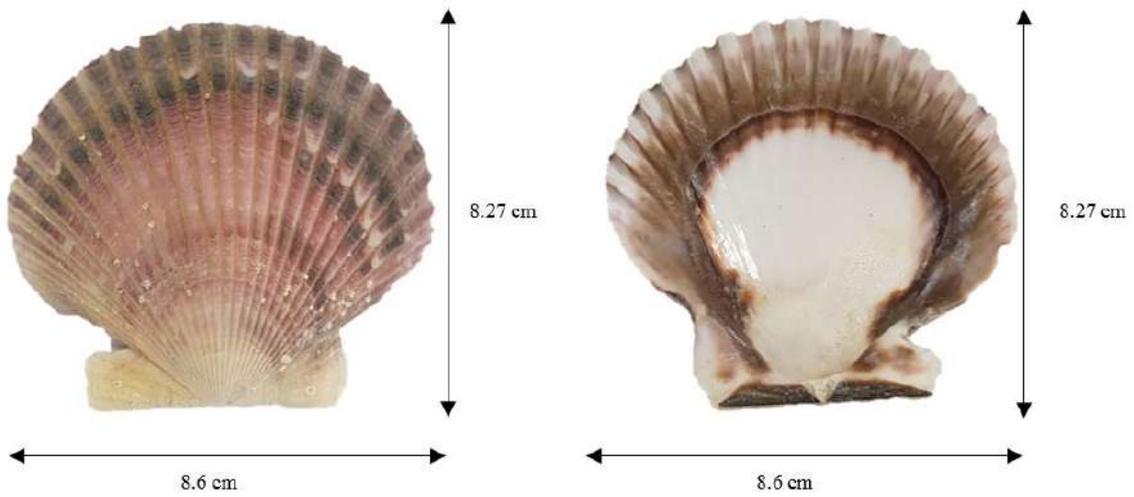
Figura 10. Residuos de concha de abanico a) Primer botadero b) Segundo botadero.  
Fuente: Elaboración propia.

La valva de concha de abanico presenta diferentes tamaños desde los 5.8 cm x 6 cm hasta los 11.7 cm x 12.1 cm (Figura 11), con una dimensión promedio de 8.6 cm de ancho y 8.27 cm de largo. Predomina el color púrpura con blanco y por el lado exterior presenta una superficie irregular y rugosa con pliegues sobresalientes, mientras que por el lado interior su textura es totalmente lisa (Figura 12).

Al triturar los residuos de valva, las partículas resultantes presentaron una forma plana, fibrosa y angulosa, pero conservando su textura original. Esto se puede ver en la Figura 13, correspondiente a las mallas #8, #16 y #30. Conforme el tamaño de trituración del residuo va disminuyendo, las partículas se vuelven más uniformes y ya no presentan la doble textura de los tamaños grandes, sin embargo, siguen siendo angulosas, como se puede verificar para las mallas #50, #100 y #200 en la misma figura. La angulosidad de sus partículas es evidente en todos los tamaños evaluados.



Figura 11. Diferentes tamaños de las valvas de conchas de abanico.  
Fuente: Elaboración propia.



Vista cara externa de la concha de abanico

Vista cara interior de la concha de abanico

Figura 12. Características físicas de la valva de concha de abanico.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 13. Partículas de valva de concha de abanico triturada, según los diferentes tamaños de tamiz recomendados por la ASTM C-144.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 14 y Anexo A, se puede apreciar la curva granulométrica de la valva de concha de abanico triturada. Como se ve la granulometría de la valva se construyó a partir de la granulometría de la arena con el objetivo que sean lo más parecidas posible y eliminar esta variable del estudio.

Los parámetros físicos de la concha de abanico se muestran en la Tabla 5 (los certificados se ubican en el Anexo B). Los resultados muestran que el módulo de finura de la concha triturada es 2.4, lo cual es un valor muy cercano al módulo de finura de 2.5 obtenido para la arena con una granulometría similar. Esto indica que la granulometría de la valva tiene ligeramente más partículas de menor tamaño que la arena evaluada, aunque esta diferencia no es significativa. Aun así, ambos agregados se pueden clasificar como arenas gruesas.

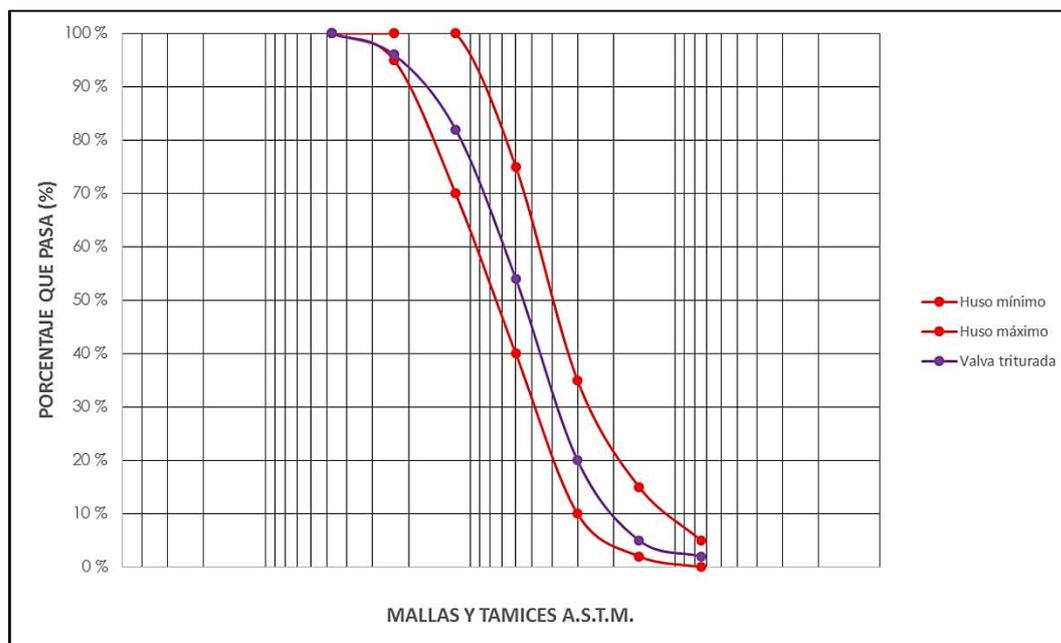


Figura 14. Curva granulométrica de la valva de concha de abanico triturada.  
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Parámetros físicos de la valva de concha de abanico triturada.

Parámetros	Norma	Valor	Unidad
Módulo de finura	NTP 400.012	2.4	-
Peso unitario suelto en stock	NTP 400.017	1108	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado en stock	NTP 400.017	1295	Kg/m <sup>3</sup>
Peso específico (Sup. Sec. Sat.)	NTP 400.022	2.60	-
Absorción	NTP 400.022	0.80	%
Humedad	NTP 339.185	0.37	%

Fuente: Elaboración propia.

La valva tiene un peso unitario menor al de la arena natural. Esto se explica por la angulosidad de las partículas, que es mayor en la valva respecto a la arena natural. De este modo, el volumen ocupado por las partículas de valva triturada es mayor para la misma cantidad respecto a la arena. Al realizarse la sustitución en peso de la arena por concha de abanico triturada, habrá un mayor volumen de agregado en la mezcla.

Las partículas de concha de abanico presentan una capacidad de absorción ligeramente menor a la de la arena. Además, la humedad total de la valva es menor a la humedad total presentada por la arena natural.

### 3.4. Agregado global de la combinación: arena y valva

Para cada muestra en donde se reemplazó valva por arena se muestran las curvas granulométricas del agregado global en la Figura 15 y Anexo A. Dado que la granulometría de la valva imitó la granulometría de la arena natural, se puede ver que para las muestras de reemplazo, la granulometría no presenta variaciones significativas respecto a la de la arena sin valva. Además, para los tres porcentajes de reemplazo, las curvas se mantienen dentro de los límites recomendados por la E.070.

Se puede distinguir que el reemplazo del 10 % origina una distribución de partículas que se ubica ligeramente más al centro de los husos granulométricos, lo cual indica un buen acomodo de partículas con respecto a los otros porcentajes de reemplazo.

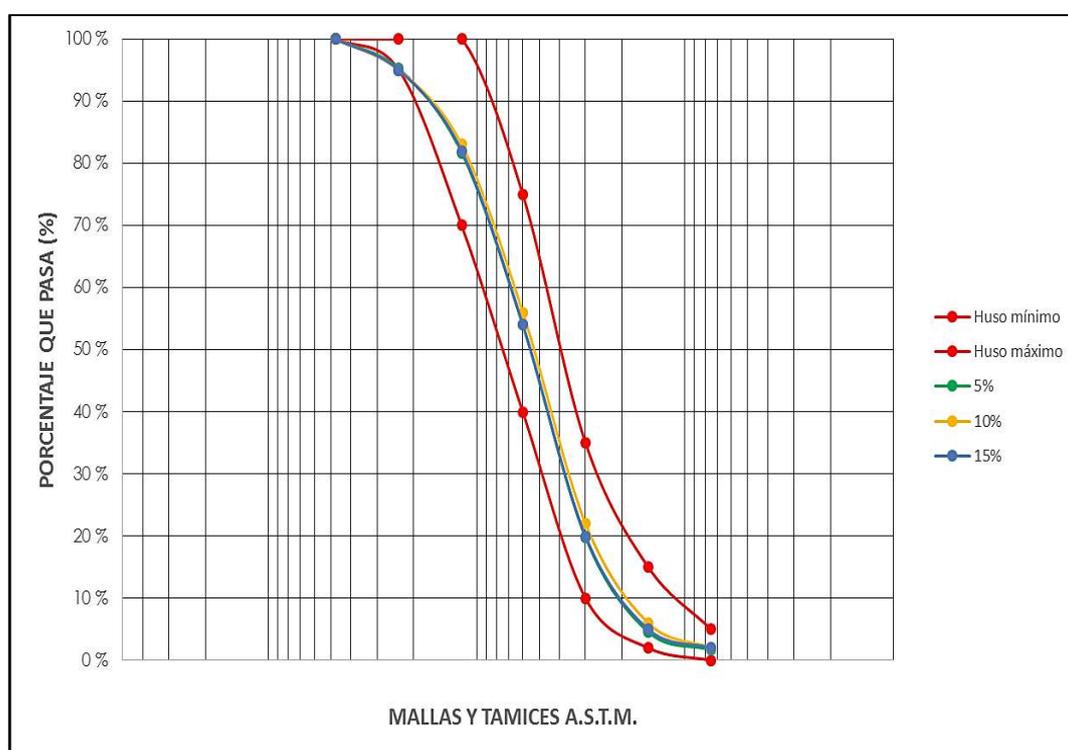


Tabla 6. Parámetros físicos medidos en el agregado global al reemplazar la arena por valva, en peso.

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Arena</b>	<b>Reemplazo 5 %</b>	<b>Reemplazo 10 %</b>	<b>Reemplazo 15 %</b>	<b>Valva triturada</b>
Módulo de finura	-	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4
Peso unitario suelto en stock	Kg/m <sup>3</sup>	1475	1437	1421	1390	1108
Peso unitario compactado en stock	Kg/m <sup>3</sup>	1585	1560	1541	1522	1295
Peso específico (Sup. Sec. Sat.)	-	2.58	2.58	2.58	2.58	2.60
Absorción	%	1.32	1.29	1.19	1.24	0.80
Humedad	%	0.50	0.38	0.31	0.34	0.37

Fuente: Elaboración propia

El peso específico de las muestras de reemplazo mantiene un valor similar al de la arena. Se puede ver que el peso unitario disminuye conforme se reemplaza el agregado fino por valva de concha triturada, esto se debe a que la concha de abanico posee una menor densidad con respecto a la arena, y aunque tengan pesos específicos muy similares, las partículas de concha de abanico ocupan un mayor volumen para el mismo peso de arena. El valor de la absorción disminuye a medida que se incrementa el porcentaje de reemplazo, aunque para el reemplazo del 15 %, este valor aumenta nuevamente, pero esto no es significativo.

## Capítulo 4

### Resultados de desempeño del mortero

En este capítulo se abordan los resultados al evaluar la influencia de la valva de concha de abanico triturada como reemplazo de agregado fino (arena) en las propiedades del mortero de albañilería.

#### 4.1. Fluidez

En la Figura 16 se muestran los resultados de la variación de la fluidez para la muestra (M1), donde se ha mantenido constante la cantidad de agua respecto a la MP. Se observa que la fluidez disminuyó a medida que se incrementó el porcentaje de reemplazo de valva. Era de suponer que al reemplazar un 15 % de valva la consistencia disminuiría notablemente, por lo que se decidió no medir la fluidez para la muestra.

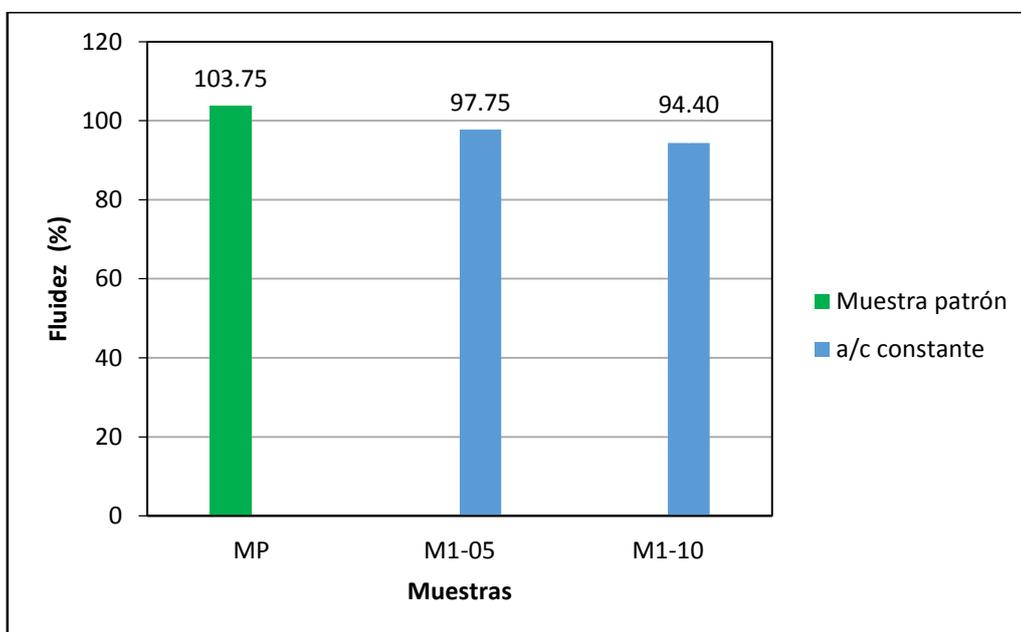


Figura 16. Variación de la fluidez para las muestras M1.  
Fuente: Elaboración propia.

Esta disminución de la fluidez se atribuye a la forma y textura de las partículas. La forma angulosa de las partículas de valva dificulta su movilidad y las del resto del agregado en la mezcla, disminuyendo la fluidez. A medida que hay más valva, la cantidad de partículas angulosas se incrementa y la pasta se va haciendo insuficiente para recubrir la superficie de

las partículas. La mayoría de pasta se ocupa en recubrir la superficie de las partículas, reduciendo la cantidad disponible para facilitar el acomodo de las partículas, lo que se manifiesta en una menor fluidez de la mezcla.

Recuperar la fluidez de la mezcla puede lograrse incrementando la cantidad de agua. Por ello, se usaron las muestras M2 para determinar la cantidad de agua necesaria y mantener la fluidez constante, similar a la de MP. En la Figura 17, se muestran los resultados de los valores a/c necesarios para este fin. Se puede observar que a medida que el porcentaje de reemplazo se incrementa, el requerimiento de agua es mayor respecto a la muestra patrón. Aparentemente, este incremento en la cantidad de agua no es significativo. Por lo tanto, se puede controlar la fluidez de la mezcla adicionando agua cuando se usa valva en el mortero. Sin embargo, hay que considerar el efecto de esta cantidad de agua en la calidad de la pasta, lo que se manifiesta en la resistencia y adherencia del mortero, puesto que sólo se está incrementando la cantidad de agua y se mantiene constante la cantidad de cemento.

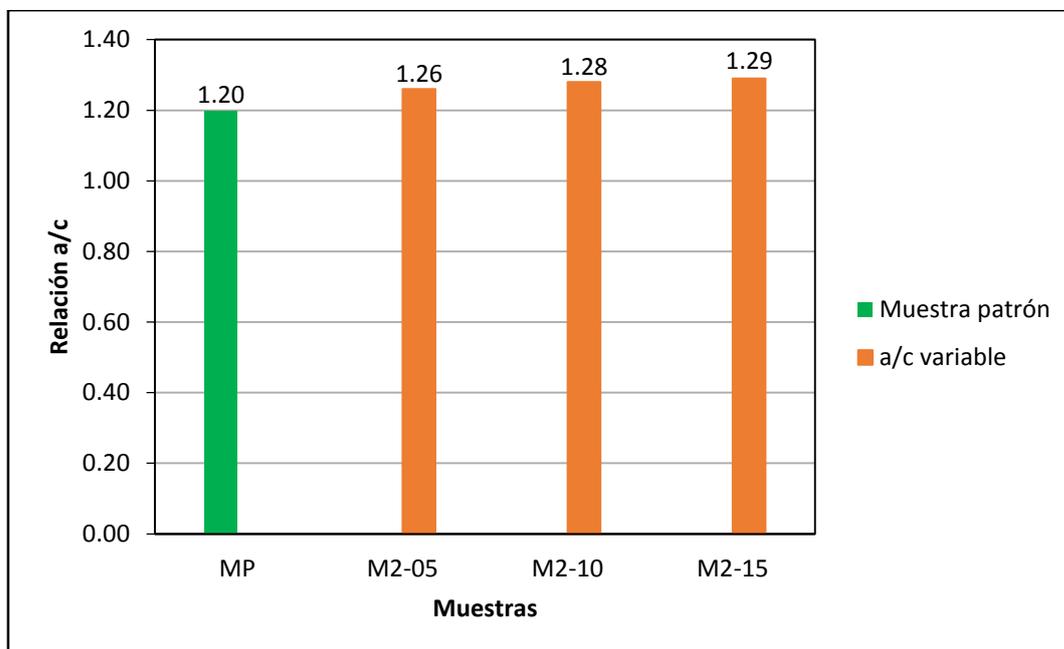


Figura 17. Relación a/c requerida en el mortero para mantener una fluidez óptima cuando se reemplaza arena por valva triturada.

Fuente: Elaboración propia.

## 4.2. Retentividad

En la Figura 18, se muestran los valores de la variación de la fluidez en el tiempo para MP y las muestras de reemplazo con a/c constante (M1) y variable (M2). Se observa que para MP hay una disminución notable de la fluidez en el tiempo. Probablemente, evidencia un proceso de fragua normal acorde con las condiciones ambientales del ensayo. Dentro de los primeros 15 minutos la consistencia se mantiene dentro de límites aceptables. Sin embargo, al sobrepasar este tiempo, la consistencia baja a valores menores del 80 %. Esto indicaría que la mezcla en sí misma no tiene una capacidad de retención y podría generar problemas al usarla en la aplicación de albañilería.

Para una misma relación de a/c (M1) la tasa de disminución en el tiempo es menor que

para la muestra sin valva (MP). El menor valor de fluidez para las muestras con a/c constante, luego de transcurridos 45min es 83.55 %, mientras que para la muestra patrón es 73.9 %. Cuando la relación a/c varía, las muestras M2 tienen una disminución de la fluidez con una tasa de variación similar a la de la muestra M1. Nuevamente, no se observa un cambio abrupto como lo muestra MP. En ambos casos, independientemente de la cantidad de agua usada, la presencia de la valva mantiene la fluidez de la mezcla por más tiempo. Esto coincide con los resultados de Varhen et al. (2017), que encontró un incremento en el tiempo inicial de fragua para mezclas de concreto con relaciones de a/c altas. Esto indicaría que la valva contribuye a la retentividad de la mezcla, manteniendo la consistencia por más tiempo.

Esto podría explicarse por la mayor absorción de la arena (1.32 %) respecto a la de valva triturada (0.8 %). Al ser las partículas de arena más absorbentes que las partículas de valva triturada, el agua de la pasta será absorbida en su mayoría por las partículas de arena a medida que el tiempo transcurre, dejando menos agua libre para la fluidez de la pasta y produciendo un aparente secado de la mezcla. En las mezclas de mortero con residuos de valva triturada, la absorción de las partículas de agregado global es menor que las de la arena, dejando más agua libre y permitiendo conservar la fluidez por un rango mayor de tiempo.

Es interesante observar que, en ambos casos, la fluidez al cabo de los 45 minutos llega a ser prácticamente la misma y mayor a la del mortero original.

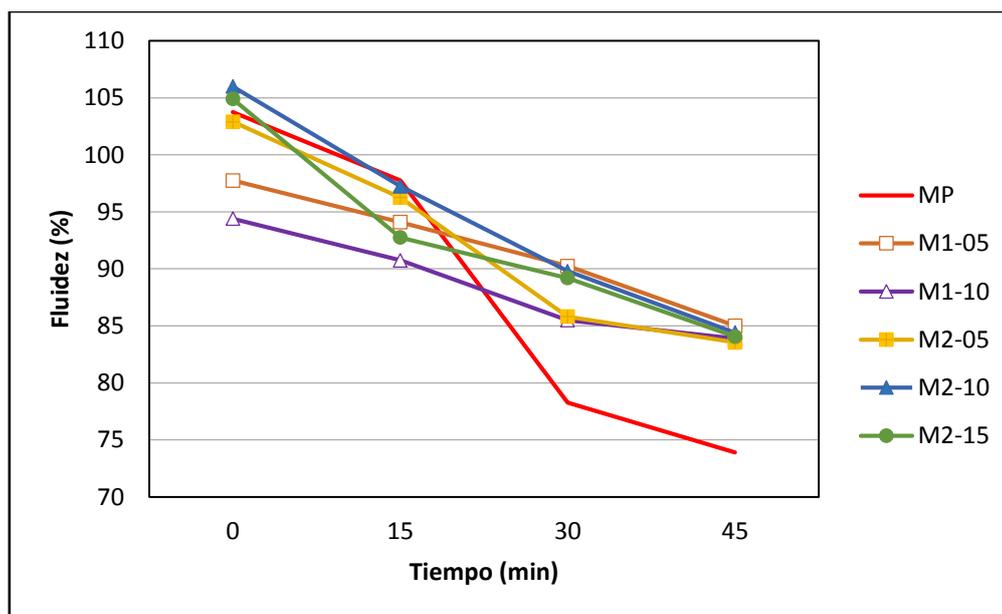


Figura 18. Variación de la fluidez en el tiempo. MP es la muestra patrón. M1 es la muestra con a/c constante. M2 es la muestra con a/c variable.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 19 se ha graficado la relación entre la consistencia final e inicial para cada uno de los periodos de tiempo evaluados. En la muestra patrón nuevamente se puede ver una disminución notable en la tasa con que mantiene la consistencia entre los 30 y 45 min. Los valores mostrados para MP a los 30 y 45 min se encuentran por debajo del 0.80. Las muestras M1 y M2 presentaron valores por encima del este valor. Aunque este valor no es comparable con los valores de retentividad recomendados por San Bartolomé, Quiun y Silva (2011), sí confirma que la presencia de la valva en el mortero contribuye a incrementar la retentividad del mortero.

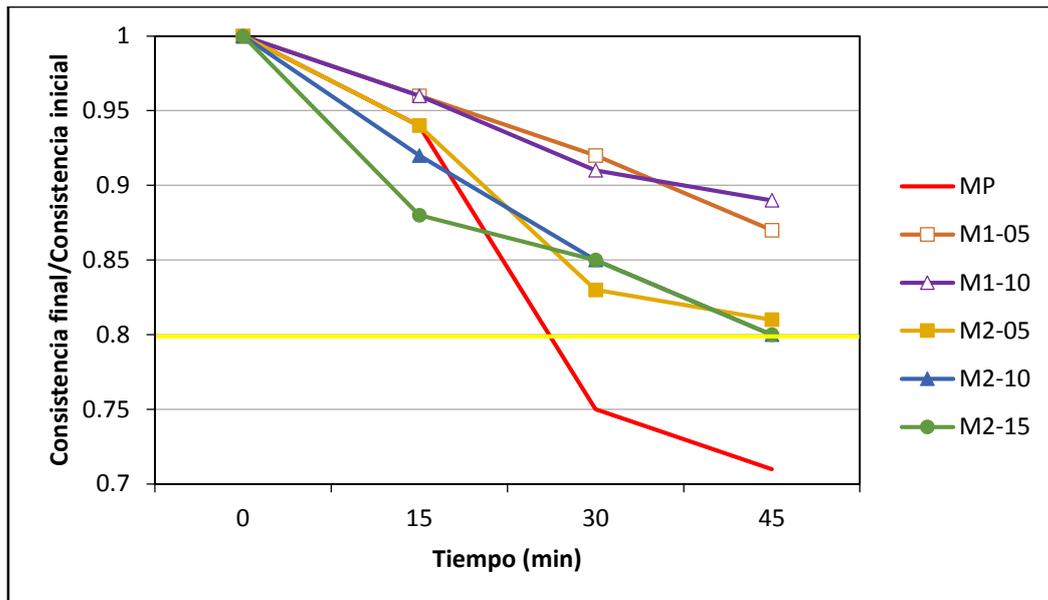


Figura 19. Relación entre la consistencia final respecto a la inicial en el tiempo. MP es la muestra patrón. M1 es la muestra con a/c constante. M2 es la muestra con a/c variable.

Fuente: Elaboración propia.

### 4.3. Resistencia a la compresión a los 28 días

Los resultados del ensayo se muestran en la Figura 20 (y los certificados en el Anexo C) para cada una de las muestras. Como se puede ver, la muestra patrón MP tuvo un valor promedio de resistencia a la compresión de  $66 \text{ kg/cm}^2$ . Cuando se mantuvo la relación a/c constante (M1), los valores de la resistencia a la compresión promedio se incrementaron con la adición de la valva. Para la muestra con 5 % de valva triturada se obtuvo una resistencia a la compresión de  $70 \text{ kg/cm}^2$  y de  $69 \text{ kg/cm}^2$  para la muestra con 10 % de reemplazo. Esto pone en evidencia el efecto favorable de la angulosidad que aportan las partículas de concha, haciendo que haya una mayor trabazón de las partículas del agregado global, aumentando así la resistencia a la compresión.

Para M2, en donde la relación a/c fue variable, los valores de la resistencia a la compresión promedio fueron de 55, 54 y  $52 \text{ kg/cm}^2$ , para los reemplazos de 5 %, 10 % y 15 %, respectivamente. Se puede notar la disminución de resistencia a compresión a medida que el porcentaje de reemplazo de concha triturada se incrementa. Esto se debe al incremento en la cantidad de agua para garantizar la trabajabilidad. Este incremento en el agua de mezcla disminuyó la resistencia a la compresión del mortero, llegando a valores por debajo del valor la muestra patrón en un 14 %. Es claro notar que al incrementar el contenido de agua se disminuye la calidad de la pasta de cemento necesaria para una buena resistencia a la compresión.

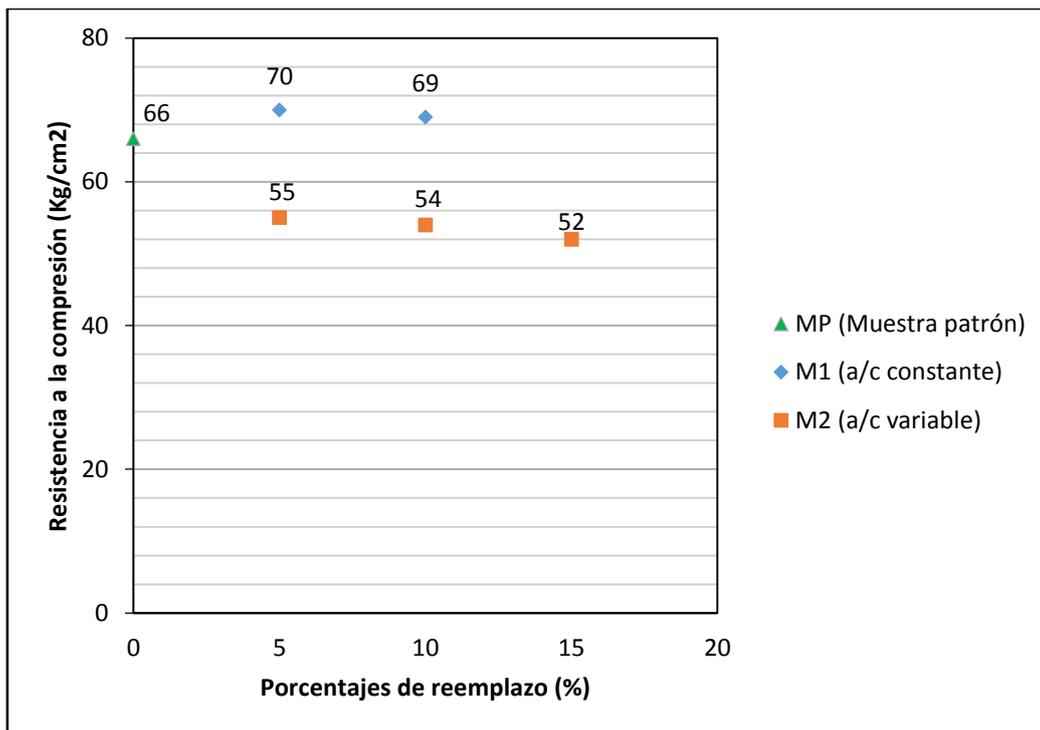


Figura 20. Resistencia a la compresión de los morteros, medida a los 28 días.  
Fuente: Elaboración propia.

Aunque esta disminución de resistencia parece significativa, no se puede descalificar al mortero para su uso en albañilería. La función más importante es la de adherencia, que no necesariamente se logra cuando se tiene buena resistencia mecánica. De hecho, en los casos donde se usa cal hidratada para mejorar la fluidez y la retentividad del mortero de albañilería, se admite que la resistencia a la compresión sea de  $190 \text{ kg/cm}^2$  para mezclas 1:4 con cal con una consistencia entre 95 % y 110 % y una retentividad del 88 % (Gallegos y Casabonne, 2005). Este valor resulta muy por encima de los valores obtenidos en la mezcla evaluada aún en la muestra patrón. Por ello, el parámetro de la resistencia a la compresión resulta referencial en el mortero de albañilería.

#### 4.4. Adherencia

En la Figura 21 (en el Anexo D se encuentran los certificados que corresponden con estos resultados) se ha graficado la fuerza de adhesión medida al intentar desprender las unidades de albañilería adheridas con cada uno de los morteros en estudio, tanto para la mezcla patrón (MP) como también para las mezclas con reemplazo de arena por valva (M1 y M2).

Estos valores son ligeramente mayores a los registrados para mezclas 1:4 con cal con una consistencia entre 95 % y 110 % y una retentividad del 88 % (Gallegos y Casabonne, 2005), por lo que se podría considerar que la adherencia es adecuada.

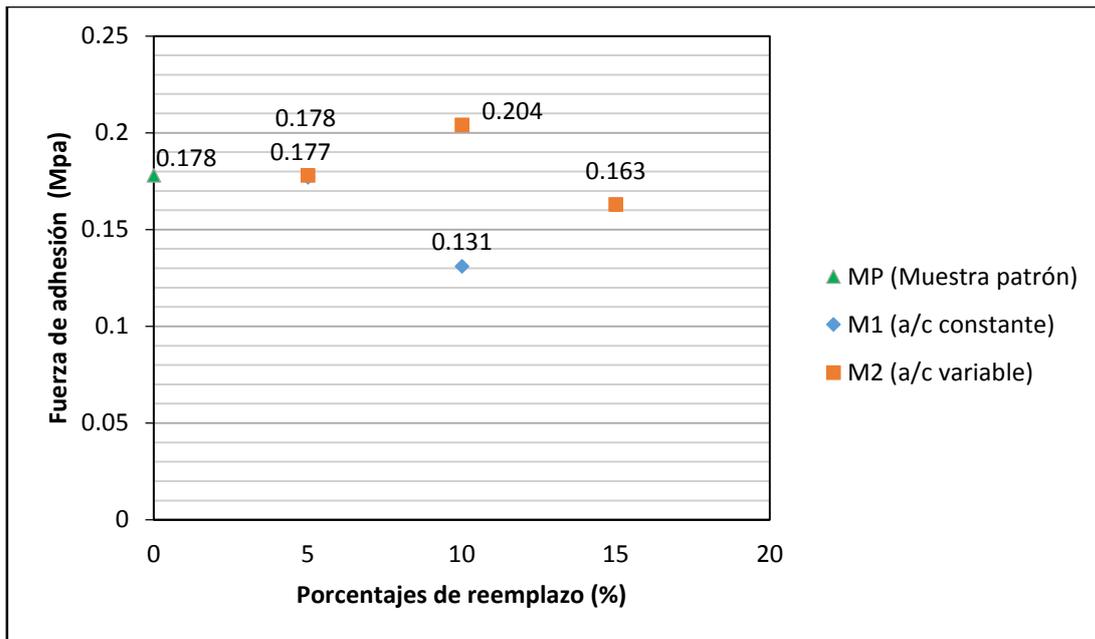


Figura 21. Valores de adherencia para las diferentes muestras en estudio.  
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, la fuerza de adhesión disminuye a medida que los porcentajes de reemplazo se incrementan cuando la relación a/c es constante. Esto pone de manifiesto la influencia de la fluidez de la mezcla en la adherencia con la unidad. Sin embargo, cuando se incrementa la relación a/c, la adherencia se ve favorecida respecto a la muestra patrón sólo si se reemplaza hasta un 10 % de valva. Dado que la adherencia depende de la formación de cristales de etringita en los poros de las unidades de albañilería al penetrar el agua de mezcla (Gallegos y Casabonne, 2005), el mortero con mayor cantidad de agua tendrá más fluidez, y por tanto, la pasta penetrará con mayor facilidad en los poros capilares de las unidades de albañilería, garantizando una buena adherencia. Pero al usar un 15 % de reemplazo la adherencia cae por debajo de la muestra patrón. En este caso, se puede explicar que, si bien se tiene más agua que garantiza la fluidez, el contenido de cemento no se ha incrementado de modo que, respecto a la mezcla patrón, resulta mucho menor. Esto hace pensar que los materiales cementicios que penetran en las unidades no son suficientes para mantener la adherencia.

Como se había previsto, a pesar de la baja resistencia mecánica del mortero al tener una relación a/c mayor, la adherencia mejora a causa de la fluidez. Sin embargo, al incrementar más la cantidad de agua, si bien se tiene una buena fluidez, no hay suficiente cemento que permita la formación del gel resistente, disminuyendo por ello también la adherencia.

En la Figura 22 se muestra la falla del ensamblaje para las muestras M1 en donde la relación a/c se mantuvo constante. Tal como se puede ver, la falla se dio al despegarse por completo la unión en la interfaz mortero-unidad superior. Esto demuestra que la falta de adherencia se dio por falta de penetración de los materiales cementicios en los poros de las unidades.

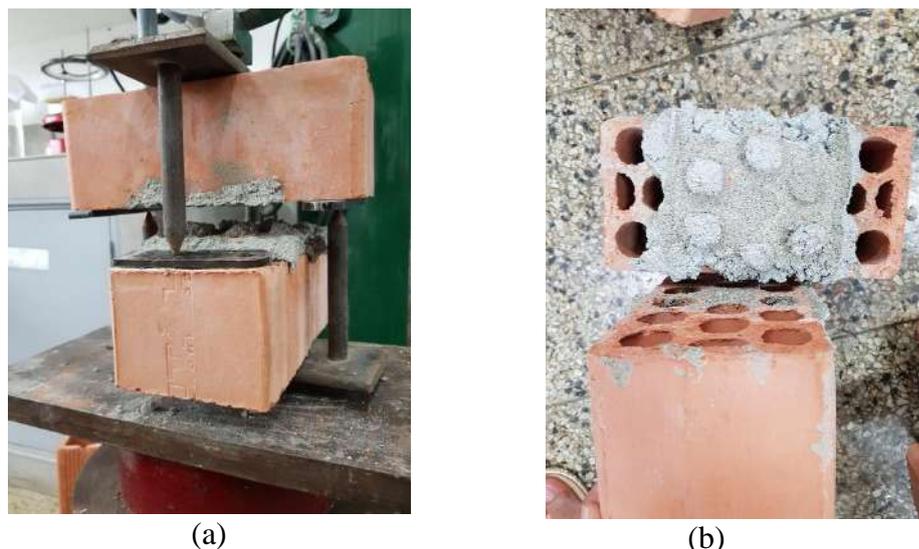


Figura 22. Fallas en los ensamblajes de ladrillos cruzados para  $a/c$  constante a) Vista de las unidades separadas después del ensayo b) Superficie de la mezcla separada del ladrillo. Nótese la separación completa de la mezcla con la unidad.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 23 se muestra la falla para los ensamblajes donde se usó mortero de reemplazo con relación  $a/c$  variable (M2). Como se puede ver la falla también se dio al fisurarse la interfaz mortero-unidad superior, pero las unidades no llegaron a despegarse en su totalidad como sucedió en las muestras M1. Se puede ver que solo se agrietaron en la parte superior de la junta, pero las unidades siguen pegadas aun cuando se agrietó el mortero de junta. Esto confirma que el incremento de agua en las mezclas facilitó la succión de los materiales cementicios por parte de las unidades (hasta el 10 % de reemplazo) garantizando una mejor adherencia respecto a las muestras con menor fluidez.



Figura 23. Fallas en los ensamblajes de ladrillos cruzados para la mezcla con  $a/c$  variable a) Línea roja indicando la falla b) Falla por rajadura de junta. No se presentó separación total de la unidad con el mortero.

Fuente: Elaboración propia.

En ambos casos, la falla por adherencia se dio en la parte superior de la interfaz mortero-unidad, como suele suceder. Esto está ligado al hecho de que el mortero necesita ser succionado por la unidad superior en el momento en que entran en contacto con ella. Esta

forma de falla podría descartar que la disminución en la resistencia a la compresión del mortero pueda tener un efecto negativo en la albañilería. Sin embargo, para confirmar este efecto, deberán hacerse más pruebas que escapan del alcance del presente estudio.

## Conclusiones

1. La valva de concha de abanico triturada, usada como reemplazo de arena en los morteros de albañilería entre los tamaños de 2.36 mm y 0.075 mm genera una disminución tanto en la trabajabilidad como en la fluidez del mortero debido a la forma angulosa que presentan sus partículas. El mortero con valva triturada requiere mayor cantidad de pasta que si se usara arena natural para lograr la misma trabajabilidad.
2. La retentividad del mortero con valva triturada se incrementa gracias a la baja absorción de las partículas de valva triturada respecto a la arena natural que se usó en esta investigación. Por lo tanto, se puede decir que la retentividad es sensible a la absorción de las partículas de agregado.
3. El uso de conchas de abanico trituradas como agregado fino en el mortero de albañilería contribuye a incrementar la resistencia a la compresión por la forma angulosa de sus partículas, lo que genera una buena trabazón entre ellas.
4. La valva triturada, hasta un 5 % no tiene efecto sobre la capacidad adherente del mortero con las unidades de albañilería. Sin embargo, al usar mayor reemplazo, disminuye la adherencia debido a la menor fluidez de la mezcla. Esto puede ser superado al añadir mayor cantidad de agua, aunque por encima de un 10 % de reemplazo, la adición de agua no contribuye a mejorar la adherencia.
5. De acuerdo con los resultados obtenidos y para el rango de tamaños evaluados, el reemplazo de arena natural por valva triturada en un mortero de albañilería es posible hasta un 5% con el fin de no afectar negativamente su performance.



## **Recomendaciones**

Esta investigación ha evaluado el impacto de la valva de concha de abanico triturada como remplazo de agregado fino en las propiedades más importantes del mortero de albañilería considerando únicamente la adherencia y la adición de agua para contrarrestar su impacto negativo. Sin embargo, dos de sus propiedades en estado endurecido como la resistencia a la compresión y la adherencia se ven fuertemente influenciadas por este exceso de agua. Explorar la posibilidad de extender este estudio evaluando muretes de compresión diagonal o pilas en compresión axial puede permitir ampliar el conocimiento sobre la influencia de la valva de concha de abanico triturada en los morteros para muros de albañilería con requisitos estructurales.

En esta extensión se debe considerar también otros rangos de tamaños y modificaciones en la granulometría para el reemplazo de la arena, así como ajustes en la dosificación, los valores de relación a/c o las cantidades de cemento en la mezcla de mortero.

Se recomienda además, evaluar la retentividad siguiendo el ensayo recomendado por la norma NCH 2259, ya que esta investigación solo utilizó un ensayo empírico para medir la variación de la fluidez en el tiempo y posteriormente la retentividad.



## Bibliografía

- Acuerdan acciones para erradicar contaminación de residuos de concha de abanico en Sechura. (22 de agosto de 2014). *El Regional Piura*. Recuperado de <http://www.elregionalpiura.com.pe/index.php/regionales/otras-provincias/3711-acuerdan-acciones-para-erradicar-contaminacion-de-residuos-de-concha-de-abanico-en-sechura>.
- Alexander M. & Mindess S. (2005). *Aggregates in concrete*. London, New York: Taylor & Francis.
- ASTM International (2002), *C 952- 02: Standard Test Method for Bond Strength of Mortar to Masonry Units*. West Conshohocken, PA
- ASTM International (2014), *C 270- 14a: Standard Specification for Mortar for Unit Masonry*. West Conshohocken, PA.
- ASTM International (2017), *C 144- 17: Standard Specification for Aggregate for Masonry Mortar*. West Conshohocken, PA.
- Castañeda, David (2017). Análisis de la granulometría de la concha de abanico triturada para su uso como agregado en concretos. Tesis de pregrado en Ingeniería Civil. Universidad de Piura. Piura.
- De La Sotta, J. (2010). Análisis comparativo entre mortero de junta para albañilería fabricado en obra y mortero premezclado húmedo para albañilería. Tesis para optar el título de Ingeniero Constructor. UA, Región de los Ríos, Valdivia, Chile.
- Gallegos, H. & Casabonne, C. (2005), *Albañilería Estructural*. Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- INDECOPI (2008). NTP 400.011 – AGREGADOS: Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concreto).
- INDECOPI (2011). NTP 400.017 – AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.
- INDECOPI (2011). NTP 334.057 – CEMENTOS: Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Portland.
- INDECOPI (2013). NTP 334.051 – CEMENTOS: Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.
- INDECOPI (2017). NTP 334.003 – CEMENTOS: Procedimiento para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica.
- Kuo, W., Wang, H., Shu, C. & Su, D., (2013). Engineering properties of controlled low-strength materials containing waste oyster shells. *Construction and Building Materials*, 46: 128 – 133.

- Luján, M. (22 de abril de 2010). El cultivo de la concha de abanico: la nueva estrella de la acuicultura peruana. *Aquahoy*. Recuperado de <https://www.aquahoy.com/component/content/article/156-uncategorised/10326-el-cultivo-de-la-concha-de-abanico-la-nueva-estrella-de-la-acuicultura-peruana>.
- Millonarias pérdidas por mortandad de Conchas de Abanico en Sechura. (07 de febrero de 2017). *Diario El Tiempo*. Recuperado de <http://eltiempo.pe/millonarias-perdidas-por-mortandad-de-conchas-de-abanico-en-sechura/>.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006), E.070, *Albañilería*. Lima, Perú.
- Nizama, D. (2015). Valoración de residuos crustáceos para concretos de baja resistencia. Tesis de pregrado en Ingeniería Civil. Universidad de Piura. Piura.
- Norma Chilena Oficial (1996). NCh 2259.Of96. Morteros – Determinación de la retentividad – Método de la succión del agua por vacío.
- Piura: Residuos de concha de abanico ya no se arrojarán al botadero. (22 de diciembre de 2015). *RPP Noticias*. Recuperado de <http://rpp.pe/peru/piura/piura-residuos-de-concha-de-abanico-ya-no-se-arrojaran-en-botadero-noticia-924267>.
- Saavedra, J. (2016). Interacción de la concha de abanico triturada con los agregados triturados y redondeados en mezclas de concreto. Tesis de pregrado en Ingeniería Civil. Universidad de Piura. Piura.
- Safi, B., Saidi, M., Daoui, A., Bellal, A., Mechekak, A. y Toumi, K. (2015). The use of seashells as a fine aggregate (by sand substitution) in self-compacting mortar (SCM). *Construction and Building Materials*, 78: 430-438.
- San Bartolomé, A., Quiun, D. & Silva, W. (2011), *Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería*. Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Se mejora la exportación de conchas de abanico a Europa. (25 de junio de 2018). *Diario La Hora*. Recuperado de <http://lahora.pe/piura-se-mejora-exportacion-conchas-abanico-europa-ac/>.
- Varhen, C., Carrillo, S., & Ruiz, G. (2017). Experimental investigation of Peruvian scallop used as fine aggregate in concrete. *Construction and Building Materials*, 136, 533-540.
- Wang, H. Y., Kuo, W. T., Lin, C. C., & Po-Yo, C. (2013). Study of the material properties of fly ash added to oyster cement mortar. *Construction and Building Materials*, 41, 532-537.
- Yoon, H., Park, S., Lee, K., & Park, J. (2004). Oyster shell as substitute for aggregate in mortar. *Waste management & research*, 22(3), 158-170.

## **Anexos**



# Anexo A. Curvas granulométricas



UNIVERSIDAD DE PIURA  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL**  
Norma: NTP 400.012 2001

EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

Solicitante : ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO      Ubicación : Piura      Muestreo realizado por: El solicitante

Testis : Efecto de la vaiva de concha de abanico triturada en las propiedades del mortero de albañilería

Procedencia : Agregado fino procedente de cantera Chulucanas

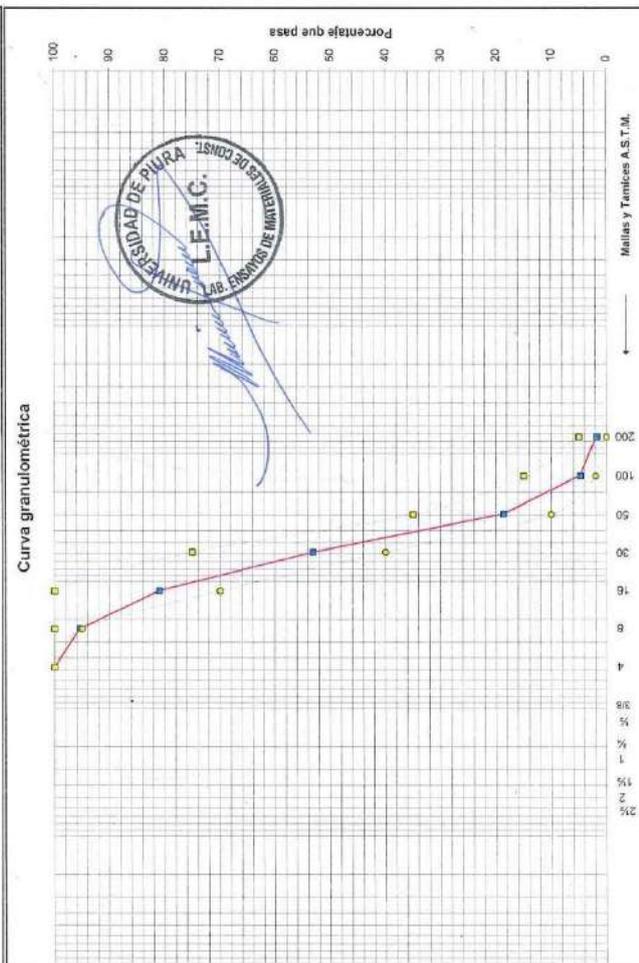


Orden de servicio N° : 20214

Informe N° : 182057

Fecha de ensayo : 17/07/2017

Realizó el ensayo : Téc. Francisco Castro C.



**Curva granulométrica**

Abertura	Tamiz ASTM	Contenido (g)	Retenido parcial %	Retenido total %	Pasa %
62,7	2 1/2 "				
50,8	2 "				
38,1	1 1/2 "				
24,4	1 "				
19,1	3/4 "				
12,7	1/2 "				
9,5	3/8 "				
4,76	4	0,00	0,00	0,00	100
2,38	8	22,80	4,53	4,53	95
1,19	16	72,80	14,47	19,01	81
0,69	30	140,10	27,85	46,86	53
0,297	50	173,80	34,55	81,41	19
0,149	100	69,90	13,90	95,31	5
0,074	200	14,70	2,92	98,23	2
	Fondo	8,50	1,69		
	Total	502,60			
	Peso inicial	503,00			
	Pérdida	0,40			

**Superviso el ensayo:** Mariana Ferrer Sancarranco  
Ingeniero Civil  
CIP 55611

EL LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UIDEP se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UIDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.

**Descripción de la muestra:** Agregado fino, procedente de cantera Chulucanas (Rio), Módulo de finura 2.5  
Huso trazado: E.070 (para arenas naturales de uso en morteros de albañilería)



UNIVERSIDAD DE PIURA  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL**

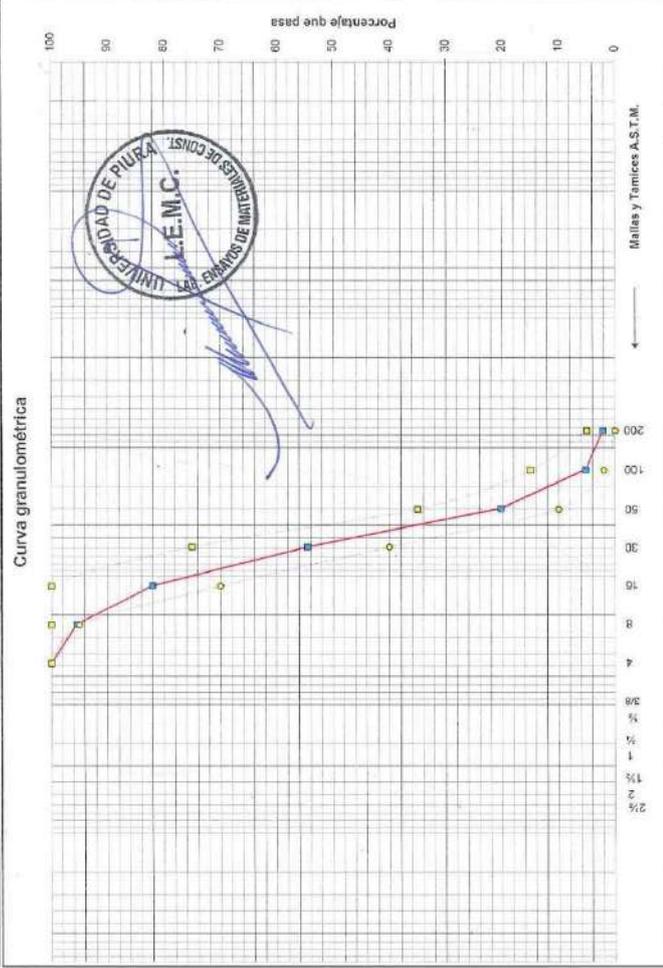
Norma: NTP 400.012 2001

EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

Solicitante : ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO Ubicación : Piura Muestreo realizado por: El solicitante  
Obra : Ensayos para tesis  
Procedencia : Valva de concha de abanico triturada, procedente de los botaderos de Sechura.

Orden de servicio N° : 20214  
Informe N° : 182058  
Fecha de ensayo : 11/07/2017  
Realizó el ensayo : Téc. Francisco Castro C.

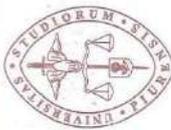
Abertura	Tamiz ASTM	Contenido (g)	Retenido parcial %	Retenido total %	Pasa %
62.7	2 1/2 "				
50.8	2 "				
38.1	1 1/2 "				
24.4	1 "				
19.1	3/4 "				
12.7	1/2 "				
9.5	3/8 "				
4.76	4	0.00	0.00	0.00	100
2.38	8	15.70	4.41	4.41	96
1.19	16	48.10	13.52	17.93	82
0.69	30	98.20	27.60	45.53	54
0.297	50	122.00	34.29	79.82	20
0.149	100	53.40	15.01	94.83	5
0.074	200	10.60	2.98	97.81	2
	Fondo	7.60	2.14		
	Total	355.60			
	Peso inicial	355.80			
	Pérdida	0.20			



Descripción de la muestra: Módulo de finura 2.4  
Huso trazado: E 070 para agregado fino para mortero de albañilería

Superviso el ensayo: Mariana Ferrer Sancarranco  
Ingeniero Civil  
CIP 59611

EL LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.



UNIVERSIDAD DE PIURA  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL**

Norma: NTP 400.012 2001

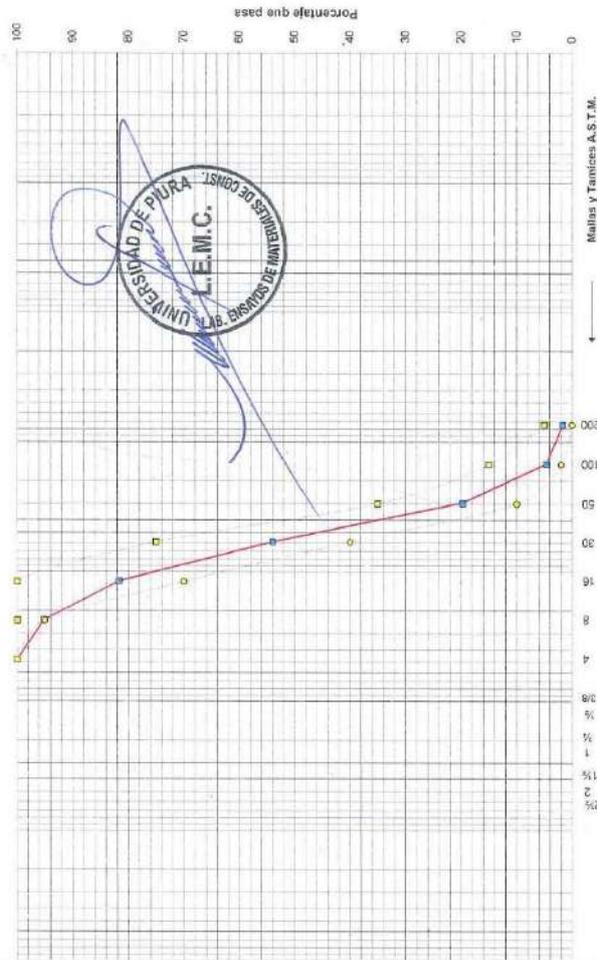
EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

Solicitante : ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO Ubicación : Piura Muestreo realizado por: El solicitante  
 Obra : Ensayos para tesis  
 Procedencia : Mezcla : 95% de arena de cantera Chulucanas+5% de valle de concha de abanico filtrada.

Orden de servicio N° : 20214  
 Informe N° : 182500  
 Fecha de ensayo : 11/07/2017  
 Realizó el ensayo : Téc. Francisco Castro C.

Abertura	Tamiz	Contenido	Retenido	Retenido	Pasa
mm	ASTM	(g)	parcial %	total %	%
62.7	2 1/2 "				
50.8	2 "				
38.1	1 1/2 "				
24.4	1 "				
19.1	3/4 "				
12.7	1/2 "				
9.5	3/8 "				
4.75	4	0.00	0.00	0.00	100
2.38	8	17.20	4.79	4.79	95.2
1.19	16	48.70	13.55	18.34	81.7
0.59	30	99.60	27.71	46.05	54.0
0.297	50	122.80	34.17	80.22	19.8
0.149	100	54.50	15.16	95.38	4.6
0.074	200	10.60	2.95	98.33	1.7
	Fondo	5.80	1.61		
	Total	359.20			
	Peso inicial	359.40			
	Pérdida	0.20			

Curva granulométrica



Descripción de la muestra: Módulo de finura 2.5  
 Huso trazado: E 070 para agregado fino para mortero de albañilería

Supervisó el ensayo: Mariana Ferrer Sancarranco  
 Ingeniero Civil  
 CIP 59611

El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UIDEP se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UIDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.



UNIVERSIDAD DE PIURA  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL**

Norma: NTP-400.012-2001

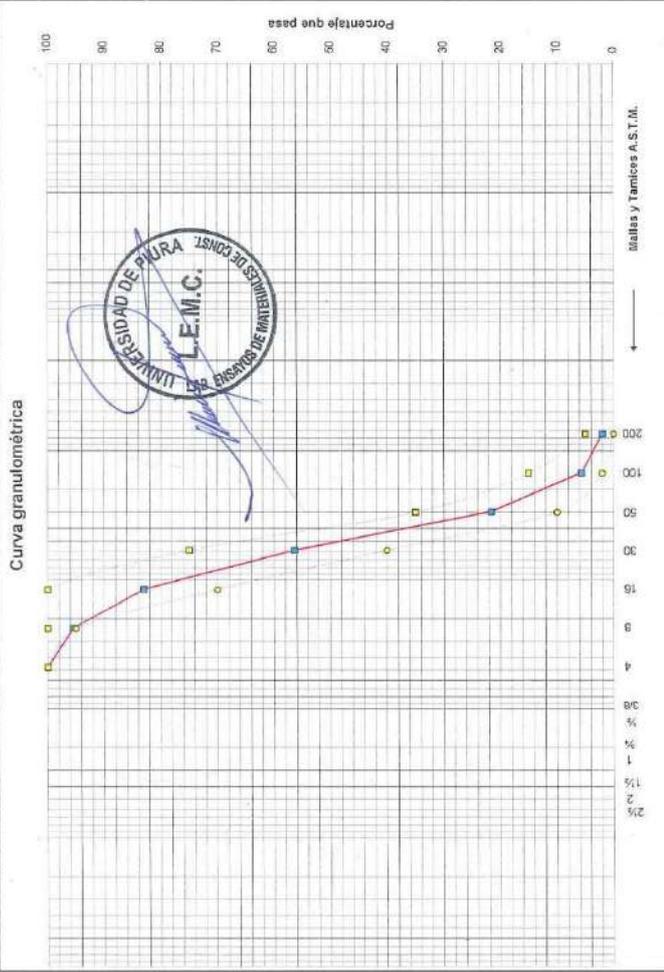
EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

Solicitante : ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO Ubicación : Piura  
Obra : Ensayos para lexis  
Procedencia : Mezcla : 90% de arena de cantera Chulucanas+10% de valva de concha de abanico triturada.

Orden de servicio N° : 20214  
Informe N° : 182501  
Fecha de ensayo : 11/07/2017  
Realizó el ensayo : Téc. Francisco Castro C.

Muestreo realizado por: El solicitante

Abertura	Tamiz	Contenido	Retenido	Retenido	Pasa
mm	ASTM	(g)	parcial %	total %	%
62.7	2 1/2 "				
50.8	2 "				
38.1	1 1/2 "				
24.4	1 "				
19.1	3/4 "				
12.7	1/2 "				
9.5	3/8 "				
4.75	4	0.00	0.00	0.00	100
2.38	8	18.80	4.52	4.52	95
1.19	16	51.90	12.47	16.99	83
0.69	30	110.70	26.60	43.58	56
0.297	50	145.00	34.84	78.42	22
0.149	100	66.40	15.95	94.38	6
0.074	200	15.40	3.70	98.08	2
	Fondo	7.70	1.85		
	Total	415.90			
	Peso Inicial	416.20			
	Pérdida	0.30			



Descripción de la muestra: Módulo de finura 2.4  
Huso trazador: E 070 para agregado fino para mortero de albañilería

Supervisó el ensayo: Mariana Ferrer Sancarranco  
Ingeniero Civil  
CIP 59611

EL LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.



UNIVERSIDAD DE PIURA  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL

Norma: NTP 400.012 2001

EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

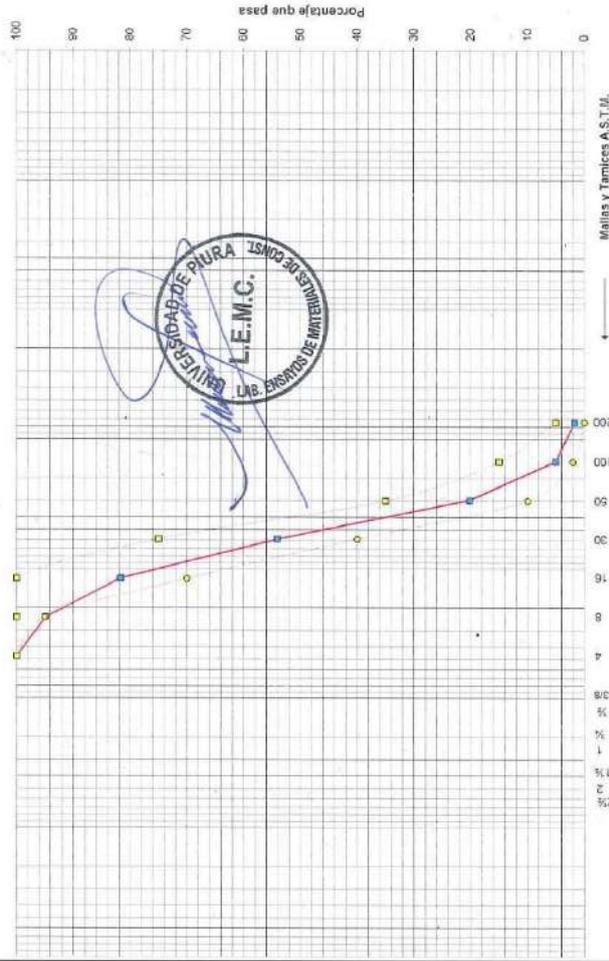
Orden de servicio N° : 20214  
Informe N° : 182502  
Fecha de ensayo : 11/07/2017  
Realizó el ensayo : Téc. Francisco Castro C.

Solicitante : ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO  
Ubicación : Piura  
Muestreo realizado por: El solicitante

Obra : Ensayos para tesis  
Procedencia : Mezcla: 85% de arena de cantera Chulucanas+15% de valva de concha de abanico triturada.

Abertura	Tamiz ASTM	Contenido (g)	Retenido parcial %	Retenido total %	Pasa %
62.7	2 1/2 "				
50.8	2 "				
38.1	1 1/2 "				
24.4	1 "				
19.1	3/4 "				
12.7	1/2 "				
9.5	3/8 "				
4.76	4	0.00	0.00	0.00	100
2.38	8	19.50	5.13	5.13	95
1.19	16	50.20	13.21	18.34	82
0.69	30	105.00	27.62	45.96	54
0.297	60	128.70	33.86	79.82	20
0.149	100	57.80	15.21	95.03	5
0.074	200	12.40	3.26	98.29	2
	Fondo	6.20	1.63		
	Total	379.80			
	Peso inicial	380.10			
	Pérdida	0.30			

Curva granulométrica



Superviso el ensayo: Mariana Ferrer Sancarranco  
Ingeniero Civil  
CIP 59611

Descripción de la muestra: Módulo de finura 2.4  
Huso trazado E 070 para agregado fino para mortero de albañilería

EL LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP, está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.

## Anexo B. Caracterización de los agregados

	<b>UNIVERSIDAD DE PIURA</b> LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN																						
	<b>PARÁMETROS FÍSICOS DE AGREGADO FINO</b>																						
Orden de servicio N°	: 20214																						
Informe N°	: 182061																						
Fecha de recepción	: 13/07/2017																						
Fecha de ensayo	: 19/07/2017																						
Fecha de emisión	: 01/06/2018																						
<b>EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:</b>																							
Solicitante	: ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO																						
Tesis	: Efecto de la valva de concha de abanico triturada en las propiedades del mortero de albañilería																						
Ubicación	: Piura																						
Muestreo realizado por	: El solicitante																						
Procedencia	: Agregado fino de cantera Chulucanas																						
<b>RESULTADOS:</b>																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parámetro</th> <th>Norma</th> <th>Resultado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Módulo de finura</td> <td>NTP 400.012</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>Peso unitario suelto en stock (kg/m<sup>3</sup>)</td> <td>NTP 400.017</td> <td>1475</td> </tr> <tr> <td>Peso unitario compactado en stock (kg/m<sup>3</sup>)</td> <td>NTP 400.017</td> <td>1585</td> </tr> <tr> <td>Peso específico ( Sup. Sec. Sat.)</td> <td>NTP 400.022</td> <td>2.58</td> </tr> <tr> <td>Absorción (%)</td> <td>NTP 400.022</td> <td>1.32</td> </tr> <tr> <td>Humedad total (%)</td> <td>NTP 339.185</td> <td>0.50</td> </tr> </tbody> </table>	Parámetro	Norma	Resultado	Módulo de finura	NTP 400.012	2.5	Peso unitario suelto en stock (kg/m <sup>3</sup> )	NTP 400.017	1475	Peso unitario compactado en stock (kg/m <sup>3</sup> )	NTP 400.017	1585	Peso específico ( Sup. Sec. Sat.)	NTP 400.022	2.58	Absorción (%)	NTP 400.022	1.32	Humedad total (%)	NTP 339.185	0.50		
Parámetro	Norma	Resultado																					
Módulo de finura	NTP 400.012	2.5																					
Peso unitario suelto en stock (kg/m <sup>3</sup> )	NTP 400.017	1475																					
Peso unitario compactado en stock (kg/m <sup>3</sup> )	NTP 400.017	1585																					
Peso específico ( Sup. Sec. Sat.)	NTP 400.022	2.58																					
Absorción (%)	NTP 400.022	1.32																					
Humedad total (%)	NTP 339.185	0.50																					
<b>Observaciones:</b>																							
Realizó el ensayo	: Téc. Francisco Castro C.																						
Presenció el ensayo	: ---																						
	 Mariana Ferrer Sancarranco Ingeniero Civil CIP 59611 Responsable																						
																							
<p>El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.</p>																							



UNIVERSIDAD DE PIURA  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PARÁMETROS FÍSICOS DE AGREGADO FINO

Orden de servicio N° : 20214  
Informe N° : 182062

Fecha de recepción : 13/07/2017  
Fecha de ensayo : 19/07/2017  
Fecha de emisión : 01/06/2018

EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

Solicitante	: ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO
Obra	: Ensayos para Tesis
Ubicación	: Piura
Muestreo realizado por	: El solicitante
Procedencia	: Concha de abanico triturada, procedente de los botaderos de Sechura

RESULTADOS:

Parámetro	Norma	Resultados
Módulo de finura	NTP 400.012	2.4
Peso unitario suelto en stock (kg/m <sup>3</sup> )	NTP 400.017	1108
Peso unitario compactado en stock (kg/m <sup>3</sup> )	NTP 400.017	1295
Peso específico ( Sup. Sec. Sat.)	NTP 400.022	2.60
Absorción (%)	NTP 400.022	0.80
Humedad total (%)	NTP 339.185	0.37

Observaciones:

Realizó el ensayo : Téc. Francisco Castro C.  
Presenció el ensayo : ---

  
  
 Mariana Ferrer Sancenante  
 Ingeniera Civil  
 CIP 5961  
 Responsable

El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.



UNIVERSIDAD DE PIURA  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PARÁMETROS FÍSICOS DE AGREGADO FINO

Orden de servicio N° : 20214  
Informe N° : 182503  
  
Fecha de recepción : 13/07/2017  
Fecha de ensayo : 19/07/2017  
Fecha de emisión : 01/06/2018

EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

Solicitante	: ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO
Obra	: Ensayos para Tesis
Ubicación	: Piura
Muestreo realizado por	: El solicitante
Procedencia	: Mezcla: 95% de arena de cantera Chulucanas+5% de concha de abanico triturada.

RESULTADOS:

Parámetro	Norma	Resultados
Módulo de finura	NTP 400.012	2.5
Peso unitario suelto en stock (kg/m <sup>3</sup> )	NTP 400.017	1437
Peso unitario compactado en stock (kg/m <sup>3</sup> )	NTP 400.017	1560
Peso específico ( Sup. Sec. Sat.)	NTP 400.022	2.58
Absorción (%)	NTP 400.022	1.29
Humedad total (%)	NTP 339.185	0.38

Observaciones:

Realizó el ensayo : Téc. Francisco Castro C.  
Presenció el ensayo : ---

  
 Mariana Ferrer Sancarranco  
 Ingeniero Civil  
 CIP 5961  
 Responsable

El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.



UNIVERSIDAD DE PIURA  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PARÁMETROS FÍSICOS DE AGREGADO FINO

Orden de servicio N° : 20214  
Informe N° : 182504  
  
Fecha de recepción : 13/07/2017  
Fecha de ensayo : 19/07/2017  
Fecha de emisión : 01/06/2018

EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

Solicitante	: ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO
Obra	: Ensayos para Tesis
Ubicación	: Piura
Muestreo realizado por	: El solicitante
Procedencia	: Mezcla: 90% de arena de cantera Chulucanas+10% de concha de abanico triturada

RESULTADOS:

Parámetro	Norma	Resultados
Módulo de finura	NTP 400.012	2.4
Peso unitario suelto en stock (kg/m <sup>3</sup> )	NTP 400.017	1421
Peso unitario compactado en stock (kg/m <sup>3</sup> )	NTP 400.017	1541
Peso específico ( Sup. Sec. Sat.)	NTP 400.022	2.58
Absorción (%)	NTP 400.022	1.19
Humedad total (%)	NTP 339.185	0.31

Observaciones:

Realizó el ensayo : Téc. Francisco Castro C.  
Presenció el ensayo : ---

  
Mariana Ferrer Sancarranco  
Ingeniero Civil  
CIP 59611  
Responsable



El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.



UNIVERSIDAD DE PIURA  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PARÁMETROS FÍSICOS DE AGREGADO FINO

Orden de servicio N° : 20214  
Informe N° : 182505  
  
Fecha de recepción : 13/07/2017  
Fecha de ensayo : 19/07/2017  
Fecha de emisión : 01/06/2018

EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

Solicitante	: ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO
Obra	: Ensayos para Tesis
Ubicación	: Piura
Muestreo realizado por	: El solicitante
Procedencia	: Mezcla: 85% de arena de cantera Chulucanas+15% de concha de abanico triturada

RESULTADOS:

Parámetro	Norma	Resultados
Módulo de finura	NTP 400.012	2.4
Peso unitario suelto en stock (kg/m <sup>3</sup> )	NTP 400.017	1390
Peso unitario compactado en stock (kg/m <sup>3</sup> )	NTP 400.017	1522
Peso específico ( Sup. Sec. Sat.)	NTP 400.022	2.58
Absorción (%)	NTP 400.022	1.24
Humedad total (%)	NTP 339.185	0.34

Observaciones:

Realizó el ensayo : Téc. Francisco Castro C.  
Presenció el ensayo : --

  
 Mariana Ferrer Salazar  
 Ingeniero Civil  
 CIP 59204  
 Responsable

El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.

## Anexo C. Ensayo de resistencia a la compresión



**UNIVERSIDAD DE PIURA**  
**METODO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS**  
**DE CEMENTO PORTLAND EN CUBOS DE 50 mm DE LADO**

Orden de servicio N° : 20214  
 Informe N° : 182261

Fecha de recepción : 17/05/2018  
 Fecha de ensayo : 17/05/2018  
 Fecha de emisión : 25/06/2018

**EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:**

<b>Solicitante</b>	: ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO
<b>Tesis</b>	Efecto de la valva de concha de abanico triturada en las propiedades del mortero de albañilería.
<b>Ubicación</b>	: Piura
<b>Muestra</b>	: 03 muestra de 50,0mm x 50,0mm. Mortero de junta / 1:4

**RESULTADOS:**

Identificación del espécimen	Fecha de moldeado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia especificada (kg/cm <sup>2</sup> )
N°1	19/04/2018	17/05/2018	28	25.00	1604	64	—
N°2	19/04/2018	17/05/2018	28	25.00	1649	66	—
N°3	19/04/2018	17/05/2018	28	25.00	1706	68	—
Promedio						66	

**Observaciones:**  
 Muestra patrón

Realizó el ensayo : Téc. Estiwar Campos E.  
 Presenció el ensayo : ---

  
 Mariana Ferrer Sancha  
 Ingeniero Civil  
 CIP 5900  
 Responsable



El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.



**UNIVERSIDAD DE PIURA**  
**METODO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS**  
**DE CEMENTO PORTLAND EN CUBOS DE 50 mm DE LADO**

Orden de servicio N° : 20214  
 Informe N° : 182262  
 Fecha de recepción : 17/05/2018  
 Fecha de ensayo : 17/05/2018  
 Fecha de emisión : 25/06/2018

EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

Solicitante	: ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO
Tesis	Efecto de la valva de concha de abanico triturada en las propiedades del mortero de albañilería.
Ubicación	: Piura
Muestra	: 03 muestra de 50,0mm x 50,0mm. Mortero de junta / 1:4

RESULTADOS:

Identificación del espécimen	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia especificada (kg/cm <sup>2</sup> )
N°1	19/04/2018	17/05/2018	28	25.00	1727	69	—
N°2	19/04/2018	17/05/2018	28	25.00	1858	74	—
N°3	19/04/2018	17/05/2018	28	25.00	1700	68	—
Promedio						70	

Observaciones:

\* Mortero manteniendo el agua constante y reemplazando el 5% de arena en peso por concha de abanico

Realizó el ensayo : Téc. Estiwar Campos E.  
 Presenció el ensayo : ---

  
 Mariana Ferrer Sancarranco  
 Ingeniero Civil  
 CIP 59611  
 Responsable



El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.



**UNIVERSIDAD DE PIURA**  
**METODO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS**  
**DE CEMENTO PORTLAND EN CUBOS DE 50 mm DE LADO**

Orden de servicio N° : 20214  
 Informe N° : 182263

Fecha de recepción : 17/05/2018  
 Fecha de ensayo : 17/05/2018  
 Fecha de emisión : 25/06/2018

**EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:**

<b>Solicitante</b>	: ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO
<b>Tesis</b>	Efecto de la valva de concha de abanico triturada en las propiedades del mortero de albañilería.
<b>Ubicación</b>	: Piura
<b>Muestra</b>	: 03 muestra de 50,0mm x 50,0mm. Mortero de junta / 1:4

**RESULTADOS:**

Identificación del espécimen	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia especificada (kg/cm <sup>2</sup> )
N°1	19/04/2018	17/05/2018	28	25.00	1700	68	—
N°2	19/04/2018	17/05/2018	28	25.00	1791	72	—
N°3	19/04/2018	17/05/2018	28	25.00	1690	68	—
Promedio						69	

**Observaciones:**

\* Mortero manteniendo el agua constante y reemplazando el 10% de arena en peso por concha de abanico

Realizó el ensayo : Téc. Estiwar Campos E.  
 Presenció el ensayo : ---

  
 Mariana Ferrer Sencarranco  
 Ingeniero Civil  
 CIP 59611  
 Responsable



El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.



**UNIVERSIDAD DE PIURA**  
**METODO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS**  
**DE CEMENTO PORTLAND EN CUBOS DE 50 mm DE LADO**

Orden de servicio N° : 20214  
 Informe N° : 182264

Fecha de recepción : 22/05/2018  
 Fecha de ensayo : 22/05/2018  
 Fecha de emisión : 25/06/2018

**EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:**

<b>Solicitante</b>	: ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO
<b>Tesis</b>	Efecto de la valva de concha de abanico triturada en las propiedades del mortero de albañilería.
<b>Ubicación</b>	: Piura
<b>Muestra</b>	: 03 muestra de 50,0mm x 50,0mm. Mortero de junta / 1:4

**RESULTADOS:**

Identificación del espécimen	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia especificada (kg/cm <sup>2</sup> )
N°1	24/04/2018	22/05/2018	28	25.00	1404	56	—
N°2	24/04/2018	22/05/2018	28	25.00	1326	53	—
N°3	24/04/2018	22/05/2018	28	25.00	1409	56	—
Promedio						55	

**Observaciones:**

\* Mortero variando el contenido de agua y reemplazando el 5% de arena en peso por concha de abanico

Realizó el ensayo : Téc. Estiwar Campos E.  
 Presenció el ensayo : ---

  
 Mariana Ferrer Sancarranco  
 Ingeniero Civil  
 CIP 5961  
 Responsable

El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.



**UNIVERSIDAD DE PIURA**  
**METODO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS**  
**DE CEMENTO PORTLAND EN CUBOS DE 50 mm DE LADO**

Orden de servicio N° : 20214  
 Informe N° : 182265

Fecha de recepción : 22/05/2018  
 Fecha de ensayo : 22/05/2018  
 Fecha de emisión : 25/06/2018

**EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:**

<b>Solicitante</b>	: ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO
<b>Tesis</b>	Efecto de la valva de concha de abanico triturada en las propiedades del mortero de albañilería.
<b>Ubicación</b>	: Piura
<b>Muestra</b>	: 03 muestra de 50,0mm x 50,0mm. Mortero de junta / 1:4

**RESULTADOS:**

Identificación del espécimen	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia especificada (kg/cm <sup>2</sup> )
N°1	24/04/2018	22/05/2018	28	25.00	1310	52	—
N°2	24/04/2018	22/05/2018	28	25.00	1395	56	—
N°3	24/04/2018	22/05/2018	28	25.00	1375	55	—
Promedio						54	

**Observaciones:**

\* Mortero variando el contenido de agua y reemplazando el 10% de arena en peso por concha de abanico

Realizó el ensayo : Téc. Estiwar Campos E.  
 Presenció el ensayo : ---

  
 Mariana Ferrer Sancarranco  
 Ingeniera Civil  
 CIP 5961  
 Responsable



El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.



UNIVERSIDAD DE PIURA  
 METODO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS  
 DE CEMENTO PORTLAND EN CUBOS DE 50 mm DE LADO

Orden de servicio N° : 20214  
 Informe N° : 182266  
 Fecha de recepción : 22/05/2018  
 Fecha de ensayo : 22/05/2018  
 Fecha de emisión : 25/06/2018

EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

Solicitante	: ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO
Tesis	Efecto de la valva de concha de abanico triturada en las propiedades del mortero de albañilería.
Ubicación	: Piura
Muestra	: 03 muestra de 50,0mm x 50,0mm. Mortero de junta / 1:4

RESULTADOS:

Identificación del espécimen	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia especificada (kg/cm <sup>2</sup> )
N°1	24/04/2018	22/05/2018	28	25.00	1414	57	—
N°2	24/04/2018	22/05/2018	28	25.00	1271	51	—
N°3	24/04/2018	22/05/2018	28	25.00	1195	48	—
Promedio						52	

Observaciones:

\* Mortero variando el contenido de agua y reemplazando el 15% de arena en peso por concha de abanico

Realizó el ensayo : Téc. Estiwar Campos E.  
 Presenció el ensayo : ---

Mariana Ferrer Sanabria  
 Ingeniero Civil  
 CIP 596  
 Responsable



El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.

## Anexo D. Ensayo de adherencia



**UNIVERSIDAD DE PIURA**  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

**ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE ADHERENCIA POR TRACCIÓN DIRECTA**  
Norma: ASTM C-952

Orden de servicio N° : 20214  
Informe N° : 182255

Fecha de recepción : 20/04/2018  
Fecha de ensayo : 21/05/2018  
Fecha de emisión : 25/06/2018

**EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:**

<b>Solicitante</b>	: ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO
<b>Tesis</b>	: Efecto de la valva de concha de abanico triturada en las propiedades del mortero de albañilería.
<b>Ubicación</b>	: Piura
<b>Muestra</b>	: 05 Muestras
<b>Tipo de Ladrillo</b>	: Industrial. Perforados con 18 agujeros (ladrillos de arcilla)
<b>Dimensiones nominales</b>	: 23,0cm x 12,0cm x 9,0cm
<b>Espesor de junta</b>	: 1,0cm a 1,3cm
<b>Tipo de mortero</b>	: Mortero de junta / 1:4
<b>Fecha de fabricación</b>	: 24/04/2018

Muestra	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Esfuerzo máximo (kg/cm <sup>2</sup> )
N°1	139.00	279	2.00
N°2	139.00	232	1.67
N°3	139.00	279	2.00
N°4	139.00	228	1.64
N°5	139.00	219	1.57
<b>Promedio</b>			1.78

**Observaciones:**  
Muestra patrón

Realizó el ensayo : Téc. Francisco Castro C.  
Presenció el ensayo : ---



**LEM.C**  
Mariana Ferrer Sancarranco  
Ingeniero Civil  
CIP 59611  
Responsable

El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.



UNIVERSIDAD DE PIURA  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE ADHERENCIA POR  
TRACCIÓN DIRECTA  
Norma: ASTM C-952

Orden de servicio N° : 20214  
Informe N° : 182256  
  
Fecha de recepción : 20/04/2018  
Fecha de ensayo : 21/05/2018  
Fecha de emisión : 25/06/2018

EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

Solicitante	: ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO
Tesis	: Efecto de la valva de concha de abanico triturada en las propiedades del mortero de albañilería.
Ubicación	: Piura
Muestra	: 05 Muestras / Muestra 5% - 1er Caso
Tipo de Ladrillo	: Industrial. Perforados con 18 agujeros (ladrillos de arcilla)
Dimensiones nominales	: 23,0cm x 12,0cm x 9,0cm
Espesor de junta	: 1,0cm a 1,3cm
Tipo de mortero	: *Mortero de junta / 1:4
Fecha de fabricación	: 24/04/2018

Muestra	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Esfuerzo máximo (kg/cm <sup>2</sup> )
N°1	139.00	219	1.57
N°2	139.00	200	1.44
N°3	139.00	265	1.90
N°4	139.00	283	2.04
N°5	139.00	260	1.87
Promedio			1.77

**Observaciones:**

\* Mortero manteniendo el agua constante y reemplazando el 5% de arena en peso por concha de abanico

Realizó el ensayo : Téc. Francisco Castro C.  
Presenció el ensayo : ---

Mariana Ferrer Sarranco  
Ingeniero Civil  
CIP 59611  
Responsable



El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.



UNIVERSIDAD DE PIURA  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE ADHERENCIA POR  
TRACCIÓN DIRECTA  
Norma: ASTM C-952

Orden de servicio N° : 20214  
Informe N° : 182257  
  
Fecha de recepción : 20/04/2018  
Fecha de ensayo : 22/05/2018  
Fecha de emisión : 26/05/2018

EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

Solicitante	: ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO
Tesis	: Efecto de la valva de concha de abanico triturada en las propiedades del mortero de albañilería.
Ubicación	: Piura
Muestra	: 05 Muestras / Muestra 10% - 1er Caso
Tipo de Ladrillo	: Industrial. Perforados con 18 agujeros (ladrillos de arcilla)
Dimensiones nominales	: 23,0cm x 12,0cm x 9,0cm
Espesor de junta	: 1,0cm a 1,3cm
Tipo de mortero	: *Mortero de junta / 1:4
Fecha de fabricación	: 25/04/2018

Muestra	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Esfuerzo máximo (kg/cm <sup>2</sup> )
N°1	139.00	205	1.47
N°2	139.00	191	1.37
N°3	139.00	140	1.01
N°4	139.00	200	1.44
N°5	139.00	177	1.27
<b>Promedio</b>			1.31

**Observaciones:**

\* Mortero manteniendo el agua constante y reemplazando el 10% de arena en peso por concha de abanico

Realizó el ensayo : Téc. Francisco Castro C.  
Presenció el ensayo : ---

  
Mariana Ferrer Sanjaarranco  
Ingeniero Civil  
CIP 59611  
Responsable



El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.



UNIVERSIDAD DE PIURA  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

**ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE ADHERENCIA POR  
TRACCIÓN DIRECTA**  
Norma: ASTM C-952

Orden de servicio N° : 20214  
Informe N° : 182258  
  
Fecha de recepción : 20/04/2018  
Fecha de ensayo : 22/05/2018  
Fecha de emisión : 25/06/2018

**EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:**

Solicitante	: ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO
Tesis	Efecto de la valva de concha de abanico triturada en las propiedades del mortero de albañilería.
Ubicación	: Piura
Muestra	: 05 Muestras / Muestra 5% - 2do Caso
Tipo de Ladrillo	: Industrial. Perforados con 18 agujeros (ladrillos de arcilla)
Dimensiones nominales	: 23,0cm x 12,0cm x 9,0cm
Espesor de junta	: 1,0cm a 1,3cm
Tipo de mortero	: *Mortero de junta / 1:4
Fecha de fabricación	: 25/04/2018

Muestra	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Esfuerzo máximo (kg/cm <sup>2</sup> )
N°1	139.00	237	1.71
N°2	139.00	242	1.74
N°3	139.00	274	1.97
N°4	139.00	246	1.77
N°5	139.00	237	1.71
<b>Promedio</b>			<b>1.78</b>

**Observaciones:**

\* Mortero variando el contenido de agua y reemplazando el 5% de arena en peso por concha de abanico

Realizó el ensayo : Téc. Francisco Castro C.  
Presenció el ensayo : ---

Mariana Ferrer SANCARRANCO  
Ingeniero Civil  
CIP 59611  
Responsable



El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.



UNIVERSIDAD DE PIURA  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE ADHERENCIA POR  
TRACCIÓN DIRECTA  
Norma: ASTM C-952

Orden de servicio N° : 20214  
Informe N° : 182259  
  
Fecha de recepción : 20/04/2018  
Fecha de ensayo : 22/05/2018  
Fecha de emisión : 25/06/2018

EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

Solicitante	: ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO
Tesis	: Efecto de la valva de concha de abanico triturada en las propiedades del mortero de albañilería.
Ubicación	: Piura
Muestra	: 05 Muestras / Muestra 10% - 2do Caso
Tipo de Ladrillo	: Industrial. Perforados con 18 agujeros (ladrillos de arcilla)
Dimensiones nominales	: 23,0cm x 12,0cm x 9,0cm
Espesor de junta	: 1,0cm a 1,3cm
Tipo de mortero	: *Mortero de junta / 1:4
Fecha de fabricación	: 25/04/2018

Muestra	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Esfuerzo máximo (kg/cm <sup>2</sup> )
N°1	139.00	232	1.67
N°2	139.00	362	2.60
N°3	139.00	223	1.61
N°4	139.00	320	2.30
N°5	139.00	283	2.04
Promedio			2.04

Observaciones:

\* Mortero variando el contenido de agua y reemplazando el 10% de arena en peso por concha de abanico

Realizó el ensayo : Téc. Francisco Castro C.  
Presenció el ensayo : --

  
 Mariana Ferrer Sarcarranco  
 Ingeniero Civil  
 CIP 59611  
 Responsable



El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.



UNIVERSIDAD DE PIURA  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

**ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE ADHERENCIA POR TRACCIÓN DIRECTA**  
Norma: ASTM C-952

Orden de servicio N° : 20214  
Informe N° : 182260  
  
Fecha de recepción : 20/04/2018  
Fecha de ensayo : 23/05/2018  
Fecha de emisión : 25/06/2018

EL SOLICITANTE DECLARA COMO CIERTA LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

<b>Solicitante</b>	: ELIANA CAROLINA RIVAS GRANIZO
<b>Tesis</b>	: Efecto de la valva de concha de abanico triturada en las propiedades del mortero de albañilería.
<b>Ubicación</b>	: Piura
<b>Muestra</b>	: 05 Muestras / Muestra 15% - 2do Caso
<b>Tipo de Ladrillo</b>	: Industrial. Perforados con 18 agujeros (ladrillos de arcilla)
<b>Dimensiones nominales</b>	: 23,0cm x 12,0cm x 9,0cm
<b>Espesor de junta</b>	: 1,0cm a 1,3cm
<b>Tipo de mortero</b>	: *Mortero de junta / 1:4
<b>Fecha de fabricación</b>	: 26/04/2018

Muestra	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Esfuerzo máximo (kg/cm <sup>2</sup> )
N°1	139.00	228	1.64
N°2	139.00	159	1.14
N°3	139.00	223	1.61
N°4	139.00	302	2.17
N°5	139.00	219	1.57
<b>Promedio</b>			1.63

**Observaciones:**

\* Mortero variando el contenido de agua y reemplazando el 15% de arena en peso por concha de abanico

Realizó el ensayo : Téc. Francisco Castro C.  
Presenció el ensayo : --

  
 Mariana Ferrer Sáncarranco  
 Ingeniero Civil  
 CIP 59611  
 Responsable

El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LEMC-UDEP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LEMC-UDEP está exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.