



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL MORTERO AL REEMPLAZAR AGREGADO FINO POR LADRILLO, CERÁMICA Y TEJA DE ARCILLA RECICLADOS – CAJAMARCA, 2018”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Elfer Ruiz Hernandez

Asesor:

Mg. Ing. Gabriel Cachi Cerna

Cajamarca – Perú

2020

DEDICATORIA

A DIOS:

Por acompañarme, protegerme y darme fuerza siempre esté donde esté para poder cumplir mis metas.

A MIS PADRES:

Asunción Ruiz, Francisca Hernández, por estar en todo momento apoyándome sin importar las circunstancias, el tiempo o lugar, enseñándome a través de su lucha y sacrificio diario me permitió cumplir este importante objetivo, siempre con respeto al prójimo, demostrando ser muy buenos padres.

A MI HERMANA:

Maribel por su apoyo he inmenso amor y ayuda incondicional que me brindaron en todo momento, para poder llegar hasta el final de mi profesión.

AGRADECIMIENTO

A la universidad privada del norte, en especial a mi querida facultad académico profesional de Ingeniería Civil, que me albergó en sus aulas, durante mi formación profesional.

A mis padres y hermana, por su apoyo trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mis compañeros y amigos del trabajo, por compartir los conocimientos obtenidos en el transcurso de la elaboración de nuestros haberes.

A mi asesor, Ing. Gabriel Cachi Cerna por orientarme indispensablemente en el área técnica, para la adecuada elaboración de mi tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE ECUACIONES	10
RESUMEN	11
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema	15
1.3. Objetivos	15
1.4. Hipótesis	15
1.4.1. <i>Hipótesis general</i>	15
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	16
2.2.1. Población	16
2.2.2. Muestra	16
2.2.3. Operacionalización de variables	16
2.3. Procedimiento	19
2.3.1. Identificación de Cantera	19
a) <i>Ubicación de Cantera</i>	19
b) Trituración, molienda y tamizado de ladrillo, cerámica y teja de arcilla.	19
c) Ensayos realizados para determinar las propiedades del agregado fino	21
▪ <i>Análisis granulométrico de agregado fino (NTP 400,012)</i>	21
▪ <i>Contenido de Humedad (NTP 339.127)</i>	23
d) <i>Gravedad específica y absorción de agregados finos (NTP 400.022)</i>	25
e) <i>Peso unitario de los agregados</i>	27
f) <i>Peso Específico del cemento hidráulico (MTC. E 610 – ASTM C1157 – NTP 334.082)</i> .	29
g) Determinación de la consistencia normal del Cemento Portland (ASTM C 305 – NTP 334.090)....	31
2.3.2. Diseño de mezcla de mortero con relación 1:4	34
2.3.3. Selección de la consistencia.	35
2.3.4. Determinación de los factores que influyen en el contenido de agua	35

2.3.5.	Ensayo a Compresión Uniaxial de mortero (ASTM C109)	36
CAPÍTULO 3. RESULTADOS.....		39
3.	RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS	39
3.1.	<i>Contenido de humedad</i>	39
3.1.1.	<i>Análisis granulométrico</i>	41
3.1.2.	<i>Contenido de Humedad total de los agregados por secado</i>	45
3.1.3.	<i>Peso Unitario del agregado fino</i>	46
3.1.4.	<i>Gravedad específica y absorción de agregados finos.</i>	47
3.1.5.	<i>Consistencia del Cemento Portland.</i>	52
3.1.6.	<i>Resistencia a Compresión del Mortero</i>	53
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		68
REFERENCIAS.....		73
ANEXOS.....		74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variable dependiente resistencia a la compresión y capacidad de absorción.	17
Tabla 2 Variable independiente porcentaje de ladrillo, cerámica y teja de arcilla, reciclados, al 10% y 20%.	18
Tabla 3 Análisis Granulométrico de agregados.	21
Tabla 4 Valor de "b"	35
Tabla 5 Contenido de humedad para agregado fino.	39
Tabla 6 Contenido de humedad para cerámica triturada.	40
Tabla 7 Contenido de humedad para ladrillo triturado.	40
Tabla 8 Contenido de humedad para teja triturada.	41
Tabla 9 Análisis Granulométrico para ladrillo triturado.	41
Tabla 10 Análisis granulométrico para cerámica triturada.	42
Tabla 11 Análisis granulométrico para tejas triturada.	43
Tabla 12 Análisis Granulométrico de agregado fino.	44
Tabla 13 Contenido de humedad total de los agregados	45
Tabla 14 Peso unitario del agregado fino	46
Tabla 15 Peso unitario de la cerámica triturada	46
Tabla 16 Peso unitario de la teja triturada	47
Tabla 17 Peso unitario de la cerámica triturada	47
Tabla 18 Gravedad específica y absorción del agregado fino	48
Tabla 19 Gravedad específica y absorción del ladrillo triturado.	49
Tabla 20 Gravedad específica y absorción de la teja triturada	50
Tabla 21 Gravedad específica y absorción de la cerámica triturada	51
Tabla 22 Peso Específico del Cemento.	52

Tabla 23 Consistencia del cemento Andino Portland tipo V.	52
Tabla 24 Resistencia a la compresión del mortero, sin incorporación - dosificación al 0%.	53
Tabla 25 Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Cerámica reciclada - dosificación al 10%.	53
Tabla 26 Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de teja reciclada - dosificación al 10%.	53
Tabla 27 Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Ladrillo reciclado - dosificación al 10%.	54
Tabla 28 Resumen de Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a los 7 días.	54
Tabla 29 Resistencia a la compresión del mortero, sin incorporación - dosificación al 0%. ..	55
Tabla 30 Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Cerámica reciclada - dosificación al 10%.	55
Tabla 31 Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Teja reciclada - dosificación al 10%.	55
Tabla 32 Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Ladrillo reciclado - dosificación al 10%.	56
Tabla 33 Resumen de Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a los 14 días.	56
Tabla 34 Resistencia a la compresión del mortero, sin incorporación - dosificación al 0%.	57
Tabla 35 Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Cerámica reciclada - dosificación al 10%.	57
Tabla 36 Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Teja reciclada - dosificación al 10%.	57
Tabla 37 Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Ladrillo reciclado - dosificación al 10%.	58
Tabla 38 Resumen de Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a los 28 días.	58

Tabla 39 Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Cerámica reciclada - dosificación al 20%.	59
Tabla 40 Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Teja reciclada - dosificación al 20%.	59
Tabla 41 Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Ladrillo reciclado - dosificación al 20%.	59
Tabla 42 Resumen de Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a los 7 días – 20%.	60
Tabla 43 Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Cerámica reciclada - dosificación al 20%.	60
Tabla 44 Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Teja reciclada - dosificación al 20%.	61
Tabla 45 Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Ladrillo reciclado - dosificación al 20%.	61
Tabla 46 Resumen de Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a 14 días – 20%. ...	61
Tabla 47 Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Cerámica reciclada - dosificación al 20%.	62
Tabla 48 Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Teja reciclada - dosificación al 20%.	63
Tabla 49 Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Ladrillo reciclado - dosificación al 20%.	63
Tabla 50 Resumen de Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a 28 días – 20%. ...	63
Tabla 51 Resumen de especímenes al (0% – 10%).	66
Tabla 52 Resumen de especímenes al (0% – 20%).	66

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Ubicación de Cantera para Agregado Fino	19
FIGURA 2: Trituración del Material.	20
FIGURA 3: Molienda del Material.	20
FIGURA 4: Tamizado del material	23
FIGURA 5: Contenido humedad de cerámica, teja de arcilla y ladrillo triturado.	24
FIGURA 6: Gravedad específica y absorción según NTP y ASTM.	26
FIGURA 7: Procedimiento Gravimétrico (Picnómetro).	27
FIGURA 8: Peso Unitario, método apisonado	28
FIGURA 9: Peso unitario, método llenado con cucharón de mano.	29
FIGURA 10: Peso específico del cemento hidráulico.	31
FIGURA 11: Consistencia normal del cemento	34
FIGURA 12: Relación A/C vs Resistencia	34
FIGURA 13: Factor “k”.	35
FIGURA 14: Espécimenes para colocarlos a la poza de curado	37

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1: Módulo de finura	23
ECUACIÓN 2: Contenido de humedad.	24
ECUACIÓN 3: Gravedad específica.....	26
ECUACIÓN 4: Absorción	26
ECUACIÓN 5: Resistencia a la compresión.....	38

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo principal analizar la resistencia a compresión y la capacidad de absorción del mortero en remplazo del agregado fino por ladrillo, cerámica y teja de arcilla, reciclados.

La investigación se basó fundamentalmente en clasificar tres tipos de materiales reciclados; cerámicos, teja de arcilla y ladrillo de la ciudad de Cajamarca los cuales sean aptos para la elaboración de morteros, dosificando los tres tipos de materiales reciclados en diferentes porcentajes remplazando el agregado fino por material reciclado al 10% y 20%; para luego evaluar sus efectos de resistencia a compresión y absorción del mortero y comparar los resultados con la norma E.070 (1400 kg/cm²). Los resultados fueron satisfactorios independientemente de cada tipo de material reciclado, la incorporación de ladrillo, cerámica y teja de arcilla reciclado en porcentajes de 10% y 20% disminuye sus propiedades mecánicas en resistencia a compresión a más del 10% con respecto al valor encontrado para la muestra patrón (sin adición) pero cumple con el valor mínimo de resistencia a compresión que indica la norma E.070, en absorción los resultados dieron menor absorción al 30% con respecto a la muestra patrón independientemente de cada tipo de material reciclado y con incorporación del 10% y 20%.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Las causas de las variaciones en la resistencia de un concreto son difíciles de descifrar, pero si se considera que los agregados constituyen 60% al 80% del volumen de la unidad cúbica de concreto, entonces se puede deducir que las variaciones de calidad en el tiempo de estos afectan en gran medida las propiedades finales del concreto. (Absalón & Salas, 2008).

Durante los últimos años en la ciudad de Cajamarca se ha incrementado notoriamente la ejecución de obras civiles, por lo tanto, también se ha intensificado el uso del concreto (INEI, 2016).

El mortero es un material pétreo artificial obtenido como resultado de la solidificación de una mezcla, compuesta por un aglomerante, agua, árido fino, y aditivos, que mejoran las calidades de la mezcla y los morteros. El mortero no contiene árido grueso, puesto que se emplea en forma de capas finas (juntas en la mampostería enlucido, etc.) (Gorchakov, 1984).

La absorción es quizás la propiedad del agregado que más influye en la consistencia del concreto, puesto que las partículas absorben agua directamente en la mezcladora, disminuyendo la manejabilidad de la mezcla. Si dos tipos de agregados tienen absorción similar, otros factores secundarios serán de importancia en la consistencia de la mezcla, tales como forma, tamaño y graduación; ya que mientras mayor superficie del agregado sea necesario cubrir con pasta, se tendrá menos fluidez. Una buena consistencia y manejabilidad de la mezcla se obtiene con la combinación de índices bajos de absorción y un coeficiente bueno de forma, en donde las partículas son aproximadamente redondas (Alaejos & Fernández, 1996).

La realidad problemática observada en nuestro medio, que la construcción de albañilería no siempre cumple lo estipulado en la Norma Técnica Peruana E070. Es por ello que se analizará las propiedades mecánicas del mortero modificado a base de residuos industriales, para ser usados en elementos estructurales y no estructurales. Por ello las exigencias que se reclaman desde la industria de la construcción en la actualidad, obligan el desarrollo de nuevas herramientas de gestión (García & Dzul, 2007).

El American Concrete Institute (ACI), que desde 1895 creó el comité 555 "Concrete with Recycled Materials", ha publicado numerosas investigaciones sobre el comportamiento y factibilidad de los agregados reciclados en el concreto, con resultados que permiten inferir la posibilidad de sustituir agregados naturales por aquellos obtenidos del reciclaje de estructuras demolidas de concreto (ACI, 1895).

Elaborar concretos adicionándole ladrillo, cerámica y teja de arcilla, reciclados, como agregado fino (5%, 10% y 20%), constituye una necesidad prioritaria para el estudio de las presentes tesis que tiene como finalidad verificar si se puede alcanzar resistencias mayores a las del diseño de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Se reportan resistencias al esfuerzo de la compresión de mezclas con sustituciones del 20 % de agregados finos del orden del 98 % de las mezclas confeccionadas con agregados naturales (Evangelista & De Brito, 2007).

Uno de los trabajos más recientes sobre concreto reciclado de uso estructural, publicado por el ACI Journal Structural, reporta un óptimo comportamiento de una estructura de seis pisos de altura en cuanto a sismos, encontrando que el desempeño ante derivas y la disipación de la energía del sismo fueron comparables con el de una estructura en concreto con agregados naturales. Incluso en el nivel máximo, categoría terremoto, la estructura reciclada no colapsó (ACI Structural Journal, 2015).

Así mismo en el ACI Materials Journal se reporta un trabajo en el cual se confeccionaron vigas para ser analizadas en cuanto a sus propiedades mecánicas y resistencia al corte, haciendo reemplazos de agregados naturales por agregados reciclados de concreto en porcentajes del 50 % y 100 %, aplicando a su vez los códigos estadounidenses e internacionales para el cizallamiento de vigas, encontrando que en el caso de los elementos con 100 % de reemplazo su desempeño disminuyó en un 11 %, pero las vigas con 50 % de agregados reciclados tuvieron un comportamiento similar a las muestras de control. (Arezoumandi, 2015)

Con respecto a la incorporación de ladrillo, cerámica y teja de arcilla reciclados en reemplazo del agregado fino aún no ha sido utilizada en las construcciones. Pero debido a la demanda en las construcciones y mayor desempeño de las mismas esta podría ser una de las soluciones a dicha demanda en la construcción. Con ello contribuiríamos a dar mejor uso a estos residuos, mitigando el impacto ambiental negativo que generan y beneficiando a la industria de la construcción al mejorar en un porcentaje óptimo de las características de un mortero, es por ello que esta investigación tiene como fin comprobar la resistencia a compresión y a la capacidad de absorción del mortero al reemplazar agregado fino por ladrillo, cerámica y teja de arcilla reciclados.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la resistencia a compresión y capacidad de absorción del mortero al reemplazar agregado fino por ladrillo, cerámica y teja de arcilla reciclados?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- ✓ Determinar la resistencia a compresión y capacidad de absorción del mortero al reemplazar agregado fino por ladrillo, cerámica y teja de arcilla, reciclados con 10% y 20%.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar las propiedades físico – mecánicas de la arena, ladrillo, cerámica y teja de arcilla, así como el peso específico del cemento.
- ✓ Determinar la capacidad de absorción del mortero de ladrillo, cerámica y teja de arcilla, reciclados, en remplazo del agregado fino.
- ✓ Comparar la resistencia a compresión de probetas cúbicas del mortero cemento – arena 1.4 patrón en remplazo del agregado fino por ladrillo molido, cerámica molida, teja de arcilla molida en porcentajes del 10% y 20% a edades de ensayo de 7 días, 14 días y 28 días.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- ✓ “La resistencia a compresión del mortero se disminuye en un 10% y la capacidad de absorción aumenta en un 10% conforme se incrementan los niveles de ladrillos, cerámica y teja de arcilla, reciclados, al 10% y 20%”.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación:

Aplicativo de tipo Experimental: Se someterá a prueba las muestras para luego comparar las propiedades físico-mecánicas del elemento estructural llamado mortero y se hará una comparación de resistencia a compresión y la absorción para su uso.

Tipo de investigación: Experimental puro

2.2. Materiales, instrumentos y métodos.

2.2.1. Población

La población son las 288 probetas de concreto con adición del 10% y 20% con respecto al agregado fino.

2.2.2. Muestra

El criterio para elegir del número de muestra fue determinado de acuerdo a la norma E 0.80 del RNE, en donde en el punto 8.1 del reglamento consta que el mínimo de muestras para ensayos a compresión serán 6 unidades por cada testigo.

2.2.3. Operacionalización de variables

Variable dependiente:

- ✓ Resistencia a compresión y capacidad de absorción.

Variable independiente:

- ✓ Porcentaje de ladrillo, cerámica y teja de arcilla, reciclados, al 10% y 20%.

Tabla 1

Variable dependiente resistencia a la compresión y capacidad de absorción.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL MORTERO	Los resultados a compresión se usan fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada del proyecto. (Imcyc, 2006, pág. 20)	Compresión del mortero	Esfuerzo	Kg/cm ²	Compresómetro		
			Deformación	mm			
		Distribución Granulométrica	Tamaño máximo	Pulgadas	Normas, formatos		
			Tamaño máximo nominal	Pulgadas			
			Curva Granulométrica	Unidad			
		DEPENDIENTE		Edad	Tiempo	Días	Formatos
				Fraguado	Consistencia	Pulgadas	Aparato de Vicat
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN	Es el aumento de la masa del agregado al agua que penetra en los poros de las partículas, durante un período de tiempo prescrito, pero sin incluir el agua que se adhiere a la superficie exterior de las partículas, expresado como porcentaje de la masa seca. (NTP 400.022, 2013)	Absorción del mortero	Volumen de poros	Unidad	Formatos		
		Edad	Tiempo	Días	Formatos		

Tabla 2

Variable independiente porcentaje de ladrillo, cerámica y teja de arcilla, reciclados, al 10% y 20%.

INDEPENDIENTE	Incorporación de ladrillo, cerámica y teja de arcilla, reciclados, al 10% y 20%	Se mezcla la arena con un porcentaje de cerámica reciclada apta para la elaboración de adoquines en distintos porcentajes 10 % y 20% de igual forma para el ladrillo reciclado y cerámica reciclada.	Peso	Porcentaje	%	Normas, formatos, guías
---------------	---	--	------	------------	---	-------------------------

2.3.Procedimiento

2.3.1. Identificación de Cantera

Se identificó la cantera para determinar del tipo de arena; se eligió en esta etapa a conveniencia la más cercana, arena de río (arena de granos redondos y lisos).

- Baños del Inca – Cantera Roca Fuerte

a) Ubicación de Cantera.



FIGURA 1: Ubicación de Cantera para Agregado Fino

b) Trituración, molienda y tamizado de ladrillo, cerámica y teja de arcilla.

Una vez limpiado el ladrillo, teja de arcilla y cerámica se procede al triturado con el uso de un martillo y un molino de maíz.



FIGURA 2: Trituración del Material.

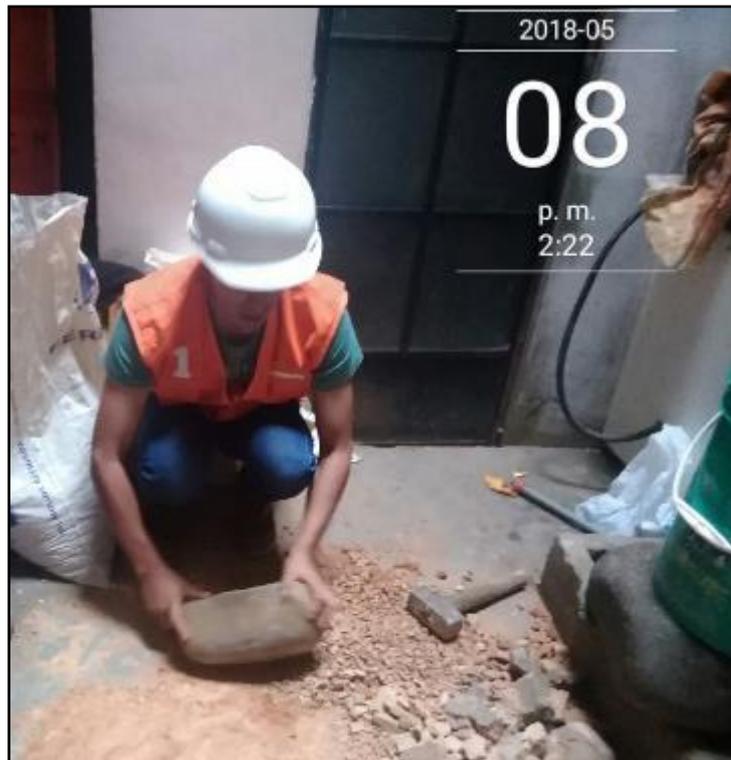


FIGURA 3: Molienda del Material.

c) Ensayos realizados para determinar las propiedades del agregado fino.

▪ **Análisis granulométrico de agregado fino (NTP 400,012)**

Este ensayo se aplica para determinar la gradación de materiales propuestos para su uso como agregado. Los resultados serán utilizados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos que exige la especificación técnica de la obra y proporcionar los datos necesarios para el control de la producción de agregados.

El ensayo consiste en separar a través de una serie de tamices, una muestra de agregado seco y de masa conocida. Los tamices van progresivamente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de partículas.

- Muestra seca a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- La muestra se obtiene por medio de cuarteo. El agregado debe estar completamente mezclado y tener humedad suficiente para evitar segregación y pérdida de finos.
- Agregado Fino, las muestras de agregado fino para el análisis granulométrico, después de secadas, deberán tener mínimo 300gr.
- Agregado Grueso, las muestras de agregado grueso para el análisis granulométrico, después de secadas, deberán tener aproximadamente los siguientes pesos:

Tabla 3
Análisis Granulométrico de agregados.

Máximo tamaño nominal con aberturas cuadradas (pulgadas)	Peso mínimo de la muestra de ensayo (kg)
3/8	1
1/2	2
3/4	5
1	10
1 1/2	15
2	20
2 1/2	35
3	60
3 1/2	100
4	150
4 1/2	200
5	300
6	500

Límite de la cantidad de material propuesto para su uso como agregado.

Fuente: NTP 400.012; (2013).

- Para mezclas de agregados gruesos y finos, la muestra será separada en dos tamaños, por el tamiz N° 4 y preparada de acuerdo a lo descrito para agregados gruesos y finos respectivamente.

Equipo

- Balanza con sensibilidad de por lo menos 0.1% del peso de la muestra.
- Tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material a ensayar.
- Estufa capaz de mantener una temperatura uniforme de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Procedimiento

- Secar la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Seleccionar tamices adecuados para cumplir con las especificaciones del material que se va a ensayar, colocar los tamices en orden decreciente por tamaño de abertura.
- Efectuar la operación de tamizado manual o por medio de un tamizador mecánico, durante un tiempo adecuado.
- Limitar la cantidad de material en un tamiz con el objetivo que todas las partículas puedan alcanzar las aberturas del tamiz varias veces durante el tamizado.
- Continuar el tamizado por un periodo suficiente, de tal manera que al final no más del 1% de la masa del residuo sobre uno de los tamices, pasará a través de él durante 1 min de tamizado manual.
- Determinar la masa de cada incremento de medida sobre una balanza. La masa total de material luego del tamizado deberá ser verificada con la masa de la muestra colocada sobre cada tamiz. Si la cantidad difiere en más de 0.3%, sobre la masa seca original de la muestra, el resultado no deberá utilizarse para propósitos de aceptación.
- El módulo de finura se calcula con la siguiente formula.

$$M.F = \frac{\%Ret. Acum. (N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

Ecuación N° (1) Módulo de Finura

Donde:

M.F = Módulo de figura



FIGURA 4: Tamizado del material

▪ **Contenido de Humedad (NTP 339.127)**

El contenido de humedad de un material se usa para expresar las relaciones de fase del aire, agua y sólidos en un volumen de material dado. Como es posible obtener la humedad en casi todos los tipos de muestra, se utiliza con frecuencia para completar los diagramas de fase.

Equipo

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperaturas.
- Tara.

Procedimiento

- Identificación del recipiente (A)
- Pesar el recipiente o tara (B).
- Pesar la muestra húmeda en el recipiente o tara (C).
- Secar la muestra en la estufa durante 24 horas a 105°C.
- Pesar la muestra seca en el recipiente o tara (D).
- Determinar el peso del agua (E) = C - B.
- Determinar el peso del suelo seco (F) = D - B
- Determinar el contenido de humedad (G) = (E / F) * 100

$$(W\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100 \quad \text{Ecuación N° (2) Contenido de Humedad}$$

- Determinar el promedio del contenido de humedad (H).



FIGURA 5: Contenido humedad de cerámica, teja de arcilla y ladrillo triturado.

d) Gravedad específica y absorción de agregados finos (NTP 400.022)

Material

- Agregado fino (aprox. 1000 gr), secado a peso constante a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Equipo

- Balanza sensible a 0.1% del peso medido y con capacidad de 1000 gr o más.
- Frasco volumétrico de 500 ml de capacidad, calibrado hasta 0.1 ml a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Molde cónico metálico, $40\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ de diámetro en la parte superior, $90\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ de diámetro en la parte inferior y $75\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ de altura.
- Varilla compactadora de metal de $340\text{ gr} \pm 15\text{ gr}$ de peso con un extremo de superficie plana circular de $25\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ de diámetro.

Procedimiento

- ✓ Se coloca el material en un recipiente y se cubre con agua, se deja reposar durante 24 horas.
- ✓ Se extiende sobre una superficie plana expuesta a una corriente suave de aire tibio y se remueve con frecuencia, para garantizar un secado uniforme
- ✓ Se continúa esta operación hasta que los granos del agregado no se adhieran entre sí.
- ✓ En el molde cónico, se coloca la muestra y se aprisiona suavemente 25 veces con la varilla de metal y se levanta el molde verticalmente. Repetir la operación del secado y del molde cónico hasta que el cono de agregado se desintegre, siendo en ese instante cuando el agregado fino se encuentra en estado de saturado superficialmente seco.



FIGURA 6: Gravedad específica y absorción según NTP y ASTM.

- ✓ Se introduce en el frasco 500 gr de la muestra preparada y se añade agua hasta aproximadamente 90% de la capacidad del frasco para eliminar el aire atrapado, se agita constantemente y se coloca en un baño de agua a una temperatura entre 21 °C y 25 °C durante 1 hora. Se llena el frasco hasta la marca de 500 ml y se determina su peso total.
- ✓ Se saca el agregado fino del frasco, se seca a peso constante a una temperatura de 110 °C ± 5 °C, se enfría a temperatura ambiente en un secador durante ½ hora a 1 ½ hora y se pesa.
- ✓ La gravedad específica se calcula con la siguiente formula:

$$P_{e_{sss}} = \frac{500}{(v-v_a)} \times 100$$

Ecuación N° (3) Gravedad específica

- ✓ La absorción se calcula con la siguiente formula.

$$Ab = \frac{500-w_0}{w_0} \times 100$$

Ecuación N° (4) Absorción

Donde:

P_{esss} = Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo.

Ab = Absorción

W₀ = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, gr

V = Volumen del frasco en cm³



FIGURA 7: Procedimiento Gravimétrico (Picnómetro).

e) **Peso unitario de los agregados**

Este ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en la misma determinación. Este método se utiliza para determinar el valor del peso unitario utilizado por algunos métodos de diseño de mezclas de concreto.

Equipo

- Balanza con aproximación a 0.05 kg y con exactitud de 0.1% del peso de la muestra.
- Varilla compactadora de acero cilíndrica y punta semiesférica.
- Moldes de medida, cilíndricos y metálicos.
- Pala o cucharón metálico de mano.

Procedimiento

- **Método del Apisonado (T.M.N menor a 1 ½") – Peso Unitario Compactado**

- ✓ El agregado debe colocarse en el recipiente, en tres capas de igual volumen aproximadamente, hasta colmarlo; cada una de las capas se nivela con la mano y se apisona con 25 golpes de varilla, distribuidos uniformemente en cada capa, utilizando el extremo semiesférico de la varilla. Al apisonar la primera, debe evitarse que la varilla golpee el fondo del recipiente, al apisonar las capas superiores, se aplica la fuerza necesaria para que la varilla solamente atraviese la respectiva capa.
- ✓ Una vez colmado el recipiente, se enrasa la superficie con la varilla, usándola como regla, y se determina el peso del recipiente lleno en kilogramos.



FIGURA 8: Peso Unitario, método apisonado

- **Método de llenado con cucharón de mano (Peso Unitario del agregado suelto)**

- ✓ Se llena el recipiente por medio de una herramienta (pala o cucharón de mano), de modo que el agregado se descargue de una altura no mayor de 50 mm, por encima del borde hasta colmarlo, el agregado sobrante se elimina con una regla.

- ✓ Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente y se registran los pesos con una aproximación de 0.05 kg.



FIGURA 9: Peso unitario, método llenado con cucharón de mano.

f) Peso Específico del cemento hidráulico (MTC. E 610 – ASTM C1157 – NTP 334.082)

La principal utilidad que tiene el peso específico del cemento está relacionada con el diseño y control de mezclas de concreto. El peso específico relativo es la relación entre el peso de un volumen dado de material a cierta temperatura, al peso de un volumen igual de agua a esa misma temperatura.

Material

- 64 gr. de Cemento Seco.
- 1lt. Gasolina 95 oct.

Equipo

- Frasco patrón de Le Chatelier
- Balanza de 0.01 gr de precisión
- Aparato para baño de agua a temperatura constante
- Termómetro de 0.2 °C de precisión.
- Espátula
- Embudo

Procedimiento

- Lavar el frasco Le Chatelier y secar su interior (libre de residuos y humedad). Secarlo en horno por una hora a una temperatura de 100°C
- Llenar el frasco Le Chatelier entre las marcas de 0 y 1 ml (se recomienda llenar hasta la marca de 0.0 ml), con la gasolina. Secar el cuello del frasco si es necesario.
- Sumergir el frasco en Baño María a temperatura ambiente hasta que no existan diferencias mayores de 0.2 °C entre la temperatura del líquido dentro del frasco y la temperatura del líquido exterior a éste. Debido a que cuando se desprendan las burbujas de aire el líquido dentro del frasco disminuirá, llenar éste con una pipeta entre las marcas de 0 y 1 ml (se recomienda mantener la medida en cero). Anotar en la hoja de reporte el volumen de líquido dentro del frasco y la temperatura de ensayo (temperatura ambiente).
- Pesar una cantidad de cemento de 64 ± 0.05 g y depositarla en el frasco, mediante la ayuda de un embudo para evitar salpicaduras y la adherencia en el frasco.
- Colocar el tapón en el frasco y hacer girar, de tal manera de liberar de aire el cemento hasta que ya no exista escape de burbujas hacia la superficie.
- Volver a colocar en baño María y controlar la temperatura. Medir el volumen y anotarlo.

- Retirar el cemento, colocando la boca del frasco hacia abajo y si en caso quedan residuos de cemento adherido al frasco, enjuagar con ácido clorhídrico.



FIGURA 10: Peso específico del cemento hidráulico.

g) Determinación de la consistencia normal del Cemento Portland (ASTM C 305 – NTP 334.090)

La consistencia normal del cemento es la cantidad de agua necesaria para que la pasta de cemento alcance una fluidez óptima y una plasticidad ideal.

En el ensayo se utiliza el aparato de Vicat, dicho aparato tiene la función de proporcionarnos la penetración con una de sus agujas en cada una de las muestras utilizadas, Consiste en un soporte con un vástago móvil que pesa 300g, uno de sus extremos se llama sondeo, tiene 10 mm de diámetro y 50 mm de longitud y el otro una aguja de 1 mm de diámetro y 50 mm de longitud el vástago es reversible y se ajusta a través de un tornillo, tiene un índice ajustable que se mueve sobre una escala graduada en milímetros, rigidamente unida al soporte. El molde en el cual se coloca la pasta debe

ser de forma tronco-cónica y su base mayor debe reposar sobre una placa de vidrio, el molde debe ser de material no absorbente que resista física y químicamente el ataque de la pasta de cemento.

Según la norma, el aparato de Vicat debe tener las siguientes especificaciones:

Peso de la sonda 300 - 5 grs

Diámetro de la sonda 10 - 0.05 mm

Diámetro de la aguja 1 - 0.05

Diámetro interior de la base mayor del molde 70 - 3 mm

Diámetro interior de la base menor del molde 60 - 3 mm

Altura de molde 40 - 1mm

MATERIALES Y EQUIPOS.

- ✓ Aparato de Vicat: Molde y base de vidrio.
- ✓ Balanza.
- ✓ Probetas graduadas de vidrio.
- ✓ Guantes.
- ✓ Recipientes.
- ✓ Cemento Andino Portland tipo V.

PROCEDIMIENTO

1. Se pesan en una balanza 500 g de cemento con una precisión de ± 1 g y una cantidad de agua, por ejemplo 125 g. Cuando el agua se mide en volumen utilizando la bureta o la probeta graduada se debe medir con precisión de ± 1 ml. Se mezcla la pasta de cemento con un cucharón.
2. Luego se llena el molde transfiriendo la pasta al molde, colocado previamente sobre una placa base y se llena hasta rebosar sin compactación.

3. Se elimina los huecos de la pasta mediante una serie de ligeros golpecitos con la palma de la mano sobre el molde. Se quita el exceso de pasta con una espátula, de manera que la pasta llene completamente el molde y tenga una superficie superior lisa.
4. Enrasar la pasta, se coloca el molde y la placa base en el aparato de Vicat, situándolos centrados debajo de la sonda. Se baja la sonda suavemente hasta que entre en contacto con la pasta. Se espera entre 1 s y 2 s en esa posición, con el fin de evitar una velocidad inicial o aceleración forzada de las partes móviles. Se sueltan rápidamente las partes móviles y la sonda debe penetrar, entonces, verticalmente en el centro de la pasta.
5. Liberación de la sonda se debe realizar $4 \text{ min} \pm 10 \text{ s}$ después del tiempo de referencia cero. Se lee la escala al menos 5 s tras el fin de la penetración o 30 s después de la liberación de la sonda, lo que ocurra primero. Se anota la lectura de la escala, que indica la distancia entre la cara inferior de la sonda y la placa base, junto con el contenido de agua de la pasta expresada en tanto por ciento de la masa de cemento. Se limpia la sonda inmediatamente después de cada penetración.
6. Se repite el ensayo con pastas con diferentes contenidos de agua, hasta encontrar una que produzca una distancia de $(6 \pm 2) \text{ mm}$ entre la sonda y la placa base. Se anota el contenido de agua de esta pasta, con una aproximación del 0,5%, como el agua para la obtención de la consistencia normal.



FIGURA 11: Consistencia normal del cemento.

2.3.2. Diseño de mezcla de mortero con relación 1:4

Determinación de la relación agua/cemento para ello según norma se diseño para una resistencia de 210 kg/m², usando arena de río.

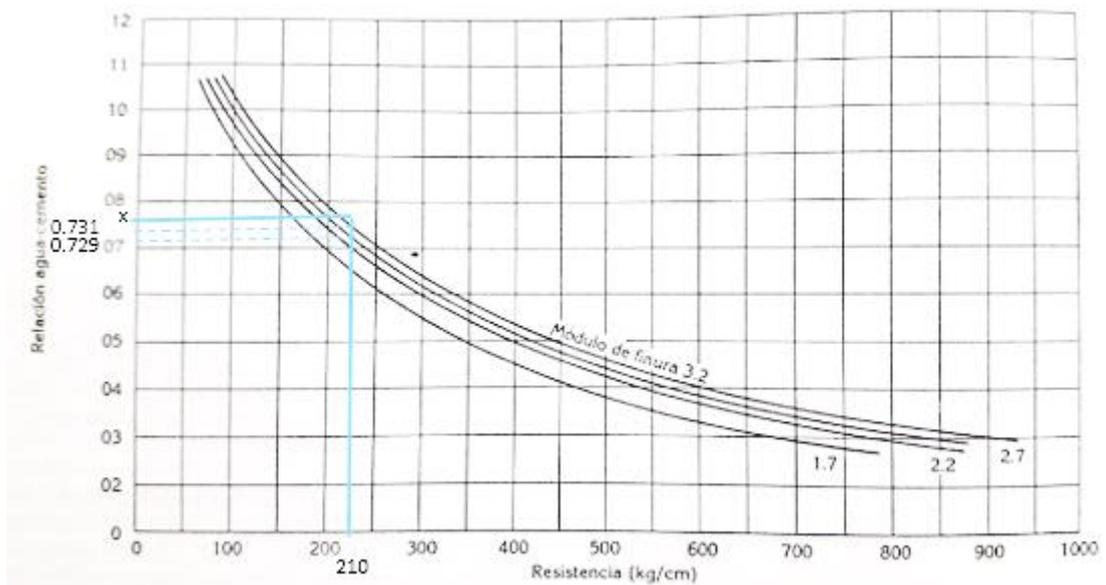


FIGURA 12: Relación A/C vs Resistencia (agregados de forma redondeada y lisa), Fuente: Sánchez de Guzmán, 2001.

Extrapolar

2.2-----0.729

2.7-----0.731

3.2-----x=A/C

A/C= 0.73

2.3.3. Selección de la consistencia.

Consistencia plástica = 110%

2.3.4. Determinación de los factores que influyen en el contenido de agua.

Anteriormente se determinó la consistencia (plástica) y el módulo de finura (M.F.) = 2.62, como es valor de módulo de finura es distinto a los de la tabla se interpola:

Tabla 4
Valor de "b"

Consistencia	Módulo de Finura	Arena de granos redondos y lisos	Arena de granos angulares y rugosos
Seca (90%)	1.7	0.3293	0.3215
	2.2	0.311	0.3028
	2.7	0.2772	0.293
	3.2	0.2394	0.2494
Plástica (110%)	1.7	0.3242	0.3238
	2.2	0.3033	0.2947
	2.7	0.2734	0.2879
	3.2	0.2368	0.2477
Fluida (130%)	1.7	0.3172	0.3216
	2.2	0.2927	0.3003
	2.7	0.2687	0.2949
	3.2	0.234	0.2629

El valor b, es un factor que relaciona la consistencia requerida (seca, plástica o fluida) con el módulo de finura de la arena, para diversas formas y texturas de las partículas. Fuente: Sánchez de Guzmán, 2001.

Interpolar:

2.7-----0.2734

2.81-----b

3.2-----0.2368

Entonces: $b=0.26$

Determinación del factor "k" que influye en el contenido de agua.

$K=0.378$

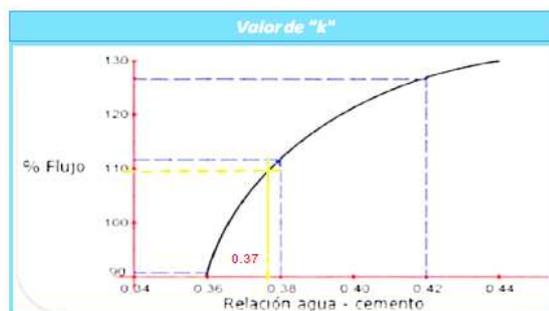


FIGURA 133: factor "k", fuente: Sánchez de Guzmán, 2001.

DOSIFICACIÓN DE MORTERO

Datos:

*Consistencia =Plástica

*Resistencia (kg/cm²) = 210

*Módulo de figura (%) = 2.810

*Forma del agregado = RIO

*Textura= ANGS Y RGS

*Valor de k= 0.378

*Peso específico del cemento seco= 3.110

*Peso específico de la arena seca = 2.640

*Contenido de humedad= w (%) = 5.530 %

*Absorción= 1.740 %

Hallamos

*A/C= 0.73

*b= 0.20

*Nro. cubos= 6

DOCIFICACION EN SECO 1M³

*Cálculo del "n" = 2.53

*Cemento= C= 497 Kg/m³

*Arena =a=n*c= 1259.13 Kg/m³

*Agua (A)= 363.11 Lt/m³

*En una bolsa= 31.025 Lt

2.3.5. Ensayo a Compresión Uniaxial de mortero (ASTM C109)

- Este método determina la resistencia a compresión de morteros, utilizando especímenes cúbicos de 2 pulgadas o de 50 mm.
- Mezclar uniformemente el cemento, arena, cemento y agregados finos de ser el caso el aditivo a utilizar

- Verter la mezcla en los moldes cúbicos de 5 cm de lado, compactando en cada compartimiento de 32 veces en alrededor de 10 segundos en tres rondas
- Inmediatamente terminada la operación de llenado, colocar los especímenes de ensayo en un cuarto de curado. Inmediatamente después del moldeado mantener todos los especímenes en sus moldes, sobre sus placas de base, en el cuarto húmedo de 20 horas a 72 horas con las caras superiores expuestas al aire húmedo pero protegidas de la eventual caída de gotas de agua. Si los especímenes son retirados de sus moldes antes de las 24 horas, mantener en los estantes del cuarto húmedo o de la cámara del curado hasta que tengan 24 horas.
- Retiras los especímenes de los moldes de manera cuidadosa, colocarle etiqueta para reconocerlos, colocarlos en la poza de curado hasta el día del ensayo.
- Retirar los especímenes de la poza de curado que se van a ser ensayados, cubriéndolos con un paño húmedo, mientras se van pasando a la máquina. Los otros cubos, deben sacarse del tanque de almacenamiento uno por uno y probarse inmediatamente.



FIGURA 144: Espécimenes para colocarlos a la poza de curado.

- Todos los cubos se ensayarán dentro de las siguientes tolerancias horas e tiempo: a los 7 días \pm 3 horas; a los 14 días \pm 6 horas; a los 28 días \pm 12 horas.
- Se debe comprobar por medio de un vernier las caras están perfectamente planas. Colocar cuidadosamente el espécimen en la maquina centrando debajo del bloque superior, comprobándose antes de ensayar cada cubo, que la rótula gire libremente en cualquier dirección. No se usarán amortiguadores entre cubo y los bloques de carga.
- La velocidad de aplicación de la carga se calcula en tal forma que la carga restante para romper los especímenes con resistencia esperada mayor de 13.3 kN (3000 lbf) o la carga total en los otros, se aplique sin interrupción en un tiempo comprendido entre 20 y 80 segundos. Desde el inicio de la carga.
- Se debe anotar la carga máxima indicada por la máquina de ensayo en el momento de rotura y se debe calcular la resistencia a la compresión como sigue:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Ecuación N° (5) Resistencia a la compresión.

Donde:

Fm = Es la resistencia a la compresión en Kg/cm²

P = Es la carga máxima total en kg

A = Área de la superficie de carga en cm²

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

3. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

De los ensayos de laboratorio para determinar la composición y propiedades de la arena, cerámica triturada, ladrillo triturado, teja de arcilla triturada, se obtuvo los siguientes resultados:

3.1. Contenido de humedad

En la tabla N° 5, 6, 7, 8, el ensayo de Contenido de Humedad, se determinó los siguientes resultados:

Tabla 5
Contenido de humedad para agregado fino.

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		M1	M2	M3
B	Peso del Recipiente	gr	27.1	26.8	26
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	166.6	123.5	156.2
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	158.6	117.9	149.1
E	Peso del suelo húmedo $(W_w) C - B$	gr	8	5.6	7.1
F	Peso Suelo Seco $(W_s) D - B$	gr	131.5	91.1	123.1
W %	Porcentaje de humedad $(E / F) * 100$	%	6.084	6.147	5.768
G	Promedio Porcentaje Humedad	%		5.999	

El contenido de humedad se expresa como porcentaje, del peso de agua en una masa dada, al peso de las partículas sólidas.

Tabla 6

Contenido de humedad para cerámica triturada.

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
<i>A</i>	Identificación del recipiente o Tara		M1	M2	M3
<i>B</i>	Peso del Recipiente	gr	28.2	26	27.5
<i>C</i>	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	162	134.8	165.3
<i>D</i>	Recipiente + Suelo Seco	gr	160.6	133.8	164.1
<i>E</i>	Peso del suelo húmedo (Ww) C - B	gr	1.4	1	1.2
<i>F</i>	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	132.4	107.8	136.6
<i>W%</i>	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	1.057	0.928	0.878
<i>G</i>	Promedio Porcentaje Humedad	%		0.955	

Promedio de contenido de humedad de la cerámica triturada convertida en porcentaje.

Tabla 7

Contenido de humedad para ladrillo triturado.

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
<i>A</i>	Identificación del recipiente o Tara		M1	M2	M3
<i>B</i>	Peso del Recipiente	gr	28.2	27.4	26
<i>C</i>	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	168.3	142.3	169.8
<i>D</i>	Recipiente + Suelo Seco	gr	161.5	136.5	162.8
<i>E</i>	Peso del suelo húmedo (Ww) C - B	gr	6.8	5.8	7
<i>F</i>	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	133.3	109.1	136.8
<i>W%</i>	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	5.101	5.316	5.117
<i>G</i>	Promedio Porcentaje Humedad	%		5.178	

Promedio de contenido de humedad de ladrillo triturado convertida en porcentaje.

Tabla 8

Contenido de humedad para teja triturada.

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		M1	M2	M3
B	Peso del Recipiente	gr	26.2	26.8	27.2
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	122.7	155.1	137.9
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	122.1	153.1	137.4
E	Peso del suelo húmedo (Ww) C - B	gr	0.6	2	0.5
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	95.9	126.3	110.2
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	0.626	1.584	0.454
G	Promedio Porcentaje Humedad	%		0.888	

Promedio de contenido de humedad de teja triturada convertida en porcentaje.

3.1.1. Análisis granulométrico

En la tabla N° 9, 10, 11, 12, el ensayo Granulométrico, se determinó los siguientes resultados:

Tabla 9

Análisis Granulométrico para ladrillo triturado.

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA	
	(pulg)	(mm)				GRAVA	ESPECIFICACIÓN
1	1 ½"	37.5					
2	1"	25					
3	¾"	19					
4	½"	12.5					
5	⅜"	9.5				100	100
6	N° 4	4.75				100	100
7	N° 8	2.36	164.8	16.48	16.48	83.52	100
8	N° 16	1.18	209.1	20.91	37.39	62.61	85
9	N° 30	0.6	162.9	16.29	53.68	46.32	60
10	N° 50	0.3	239.6	23.96	77.64	22.36	30
11	N° 100	0.15	148.7	14.87	92.51	7.49	10
12	N° 200	0.075	61.2	6.12	98.63	1.37	3
13	Fondo	0	13.7	1.37	100.0		
	<i>Módulo de Finura=</i>		2.78				

Según la Norma ASTM C33 los valores del módulo de finura varían de 2.5 a 3 para agregados finos.

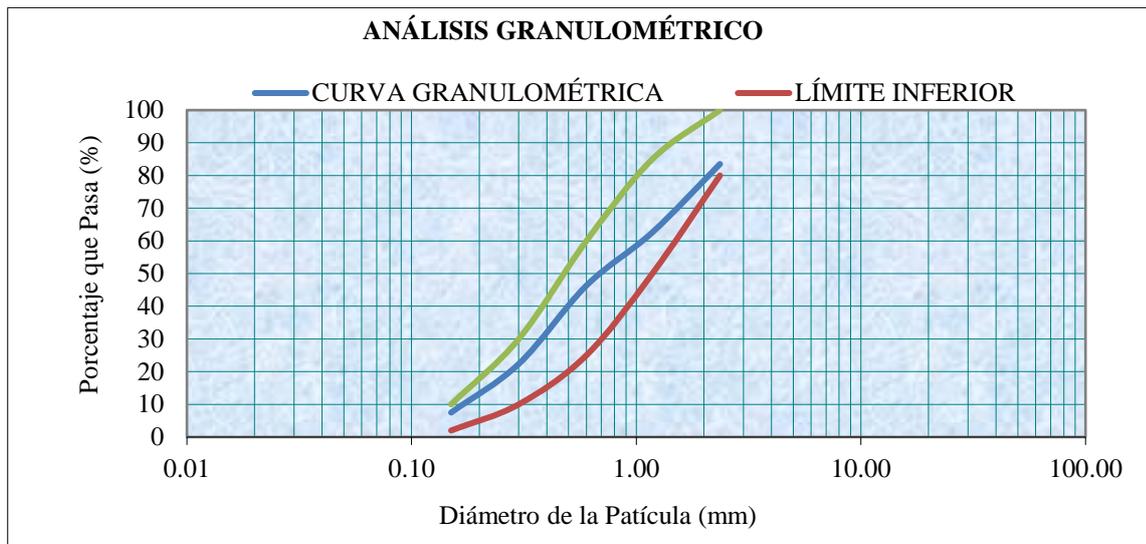


GRÁFICO N° 1: Curva Granulométrica – Ladrillo triturado

Tabla 10

Análisis granulométrico para cerámica triturada.

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA	
	(pulg)	(mm)				GRAVA	ESPECIFICACIÓN
1	1 ½"	37.5					
2	1"	25					
3	¾"	19					
4	½"	12.5					
5	3/8"	9.5				100	100
6	N° 4	4.75				100	95
7	N° 8	2.36	86	8.6	8.6	91.4	80
8	N° 16	1.18	170.8	17.08	25.68	74.32	50
9	N° 30	0.6	260.9	26.09	51.77	48.23	25
10	N° 50	0.3	288.5	28.85	80.62	19.38	10
11	N° 100	0.15	141.8	14.18	94.8	5.2	2
12	N° 200	0.075	40.5	4.05	98.85	1.15	0
13	Fondo	0	11.5	1.15	100.0		

Módulo de Finura= 2.61

Para determinar el módulo de finura se usaron los siguientes tamices, 4,8,16,30,50 y 100.

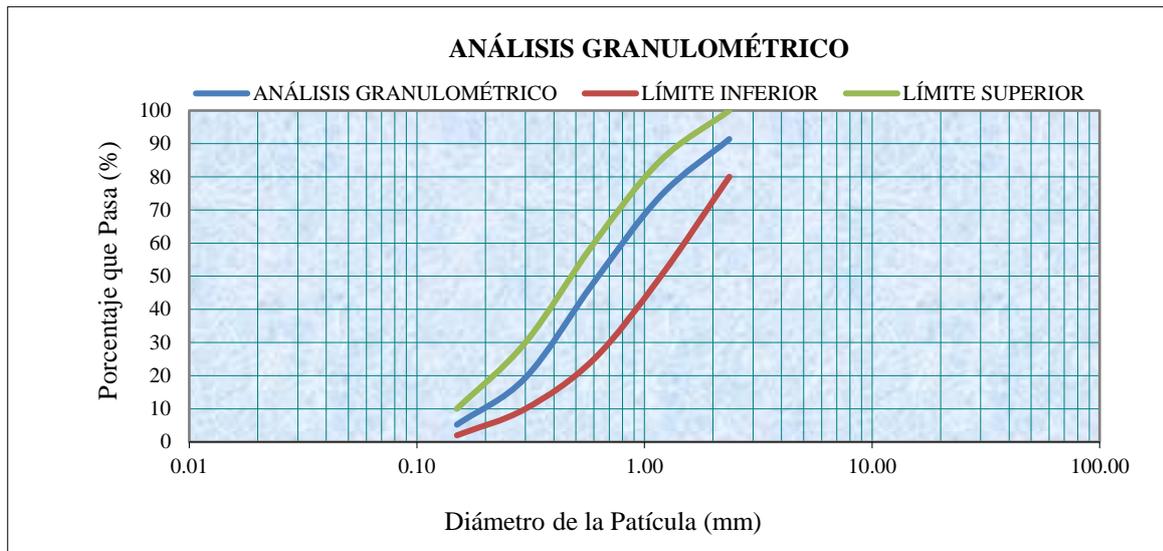


GRÁFICO N° 2: Curva Granulométrica –cerámica triturada

Tabla 11

Análisis granulométrico para tejas triturada.

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA		
	(pulg)	(mm)				GRAVA	ESPECIFICACIÓN	
1	1 ½"	37.5						
2	1"	25						
3	¾"	19						
4	½"	12.5						
5	3/8"	9.5					100	100
6	N° 4	4.75				100	95	100
7	N° 8	2.36	152.3	15.23	15.23	84.77	80	100
8	N° 16	1.18	194.8	19.48	34.71	65.29	50	85
9	N° 30	0.6	221.1	22.11	56.82	43.18	25	60
10	N° 50	0.3	215.5	21.55	78.37	21.63	10	30
11	N° 100	0.15	137.6	13.76	92.13	7.87	2	10
12	N° 200	0.075	60.9	6.09	98.22	1.78	0	3
13	Fondo	0	17.8	1.78	100.0			

Módulo de Finura= $\frac{100}{1.78} = 2.77$

El módulo de finura se calculó sumando los porcentajes retenidos acumulados y dividiendo la suma entre 100.

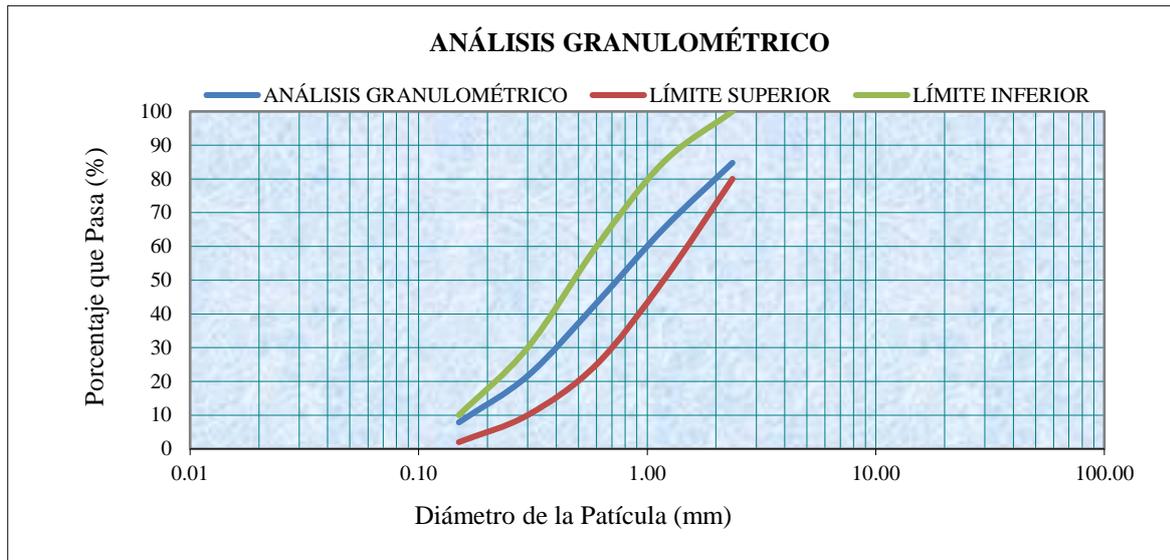


GRÁFICO N° 3: Curva Granulométrica – teja triturada

Tabla 12

Análisis Granulométrico de agregado fino

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA		
	(pulg)	(mm)				GRAVA	ESPECIFICACIÓN	
1	1 ½"	37.5						
2	1"	25						
3	¾"	19						
4	½"	12.5						
5	3/8"	9.5				100	100	
6	N° 4	4.75				95	100	
7	N° 8	2.36	162.4	16.24	16.24	83.76	80	100
8	N° 16	1.18	198.7	19.87	36.11	63.89	50	85
9	N° 30	0.6	190.4	19.04	55.15	44.85	25	60
10	N° 50	0.3	245.9	24.59	79.74	20.26	10	30
11	N° 100	0.15	142.6	14.26	94	6	2	10
12	N° 200	0.075	45.4	4.54	98.54	1.46	0	3
13	Fondo	0	14.6	1.46	100.0			

Módulo de Finura= 2.81

La granulometría del agregado fino tiene una repercusión en la demanda del agua y en consecuencia en la trabajabilidad del mortero, es por ello que si hubiese una variación significativa en la granulometría de la arena debe hacerse ajustes en el contenido del cemento y agua para conservar la resistencia del mortero.

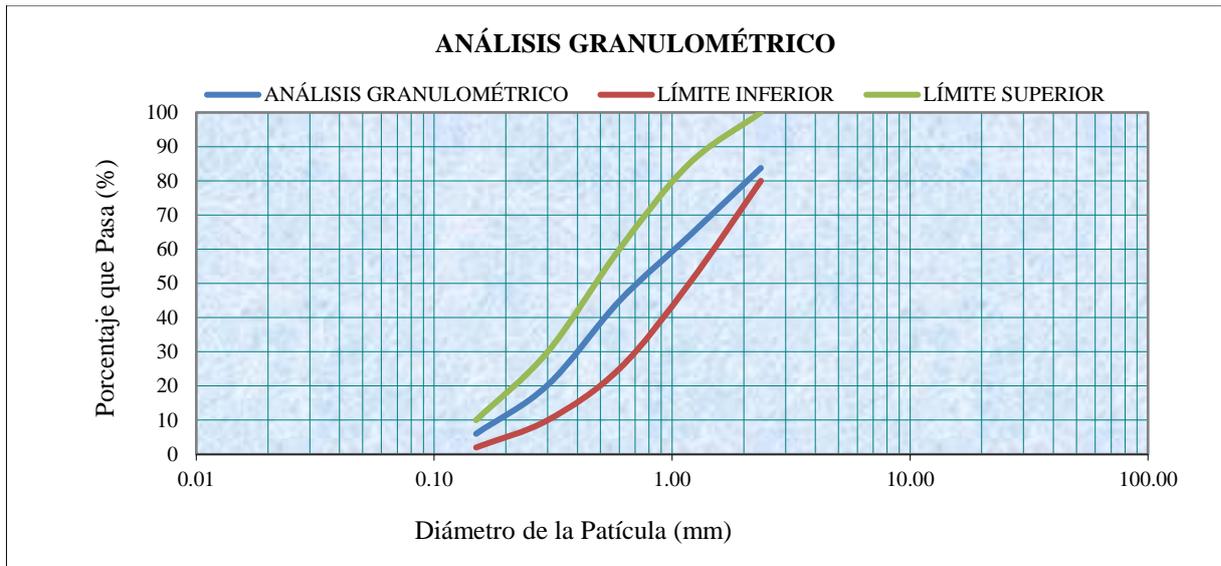


GRÁFICO N° 4: Curva Granulométrica – Agregado fino.

3.1.2. Contenido de Humedad total de los agregados por secado

En la tabla N° 13, el ensayo contenido de humedad total del agregado fino, se determinó con los siguientes resultados:

Tabla 13

Contenido de humedad total de los agregados

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso de la tara	gr	81	81.2	158.7	
B	Peso de la muestra húmeda	gr	500	500	500	
C	Peso de la tara + Peso de la muestra húmeda C=A+B	gr	581	581.2	658.7	
D	Peso de la tara + Peso de la muestra seca (Horno 110 ± 5 °C)	gr	550.2	552.9	639.4	
E	Peso del agua E=C-D	gr	30.8	28.3	19.3	
F	Peso de la muestra seca F=D-A	gr	469.2	471.7	480.7	
G	Contenido de humedad G= (E / F) * 100	%	6.56	6.00	4.01	5.53

Los agregados son materiales que tienen poros, por lo tanto, el porcentaje de humedad llega a introducirse en dichos poros y genera un porcentaje de humedad en los agregados. Esto es importante conocer ya que de esta manera podríamos agregar agua a cualquier mezcla de mortero.

3.1.3. Peso Unitario del agregado fino

En la tabla N° 14, 15, 16, 17 el ensayo de peso unitario del agregado fino, se determinó con los siguientes resultados:

Tabla 14

Peso unitario del agregado fino

AGREGADO FINO		TAMAÑO NOMINAL	MÁX. < 1/2”	VOLUME N MOLDE	0.00941	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg	19.678	19.843	19.593	
B	Peso del molde	Kg	4.788	4.788	4.788	
C	Peso del AF Compactado, C = A – B	Kg	14.89	15.055	14.805	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde		1582.359	1599.894	1573.326	1585.193
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg	17.741	17.765	17.694	
F	Peso del AF Suelto, F = E – B	Kg	12.953	12.977	12.906	
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde		1376.514	1379.065	1371.52	1375.70

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 15

Peso unitario de la cerámica triturada

AGREGADO FINO		TAMAÑO NOMINAL	MÁX. < 1/2”	VOLUME N MOLDE	0.00941	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg	20.353	20.142	20.274	
B	Peso del molde	Kg	4.788	4.788	4.788	
C	Peso del AF Compactado, C = A – B	Kg	15.565	15.354	15.486	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde		1654.091	1631.668	1645.696	1643.819
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg	19.643	19.534	19.587	
F	Peso del AF Suelto, F = E – B	Kg	14.855	14.746	14.799	
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde		1578.64	1567.056	1572.69	1572.79

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 16

Peso unitario de la teja triturada

AGREGADO FINO		TAMAÑO NOMINAL	MÁX. < 1/2”	VOLUMEN MOLDE	0.00941	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg	22.138	22.247	22.112	
B	Peso del molde	Kg	4.788	4.788	4.788	
C	Peso del AF Compactado, C = A – B	Kg	17.35	17.459	17.324	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde		1843.783	1855.367	1841.0202	1846.723
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg	20.978	21.164	20.769	
F	Peso del AF Suelto, F = E – B	Kg	16.19	16.376	15.981	
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde		1720.51	1740.276	1698.30	1719.70

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 17

Peso unitario de la cerámica triturada

AGREGADO FINO		TAMAÑO NOMINAL	MÁX. < 1/2”	VOLUMEN MOLDE	0.00941	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg	21.435	21.376	21.287	
B	Peso del molde	Kg	4.788	4.788	4.788	
C	Peso del AF Compactado, C = A – B	Kg	16.647	16.588	16.499	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde		1769.075	1762.806	1753.3475	1761.743
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg	20.328	20.751	20.623	
F	Peso del AF Suelto, F = E – B	Kg	15.54	15.963	15.835	
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde		1651.435	1696.387	1682.78	1676.87

Fuente: Elaboración propia, 2018

3.1.4. Gravedad específica y absorción de agregados finos.

En la tabla N° 18, 19, 20, 21 del ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino, se determinó con los siguientes resultados:

Tabla 18

Gravedad específica y absorción del agregado fino

ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada.	gr.	468	467.8	468.5	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	gr.	1301.4	1301.4	1301.4	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1606.6	1605.7	1607.3	N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca (Psss)	gr.	500	500	500	N.A
Peso específico aparente (Seco)						
E	$P.e.a (seco) = \frac{A}{B+S-C}$	gr./cm ³	2.40	2.39	2.41	2.40
Peso específico aparente (SSS)						
F	$P.e.a (SSS) = \frac{S}{B+S-C}$	gr./cm ³	2.57	2.55	2.58	2.57
Peso específico nominal (Seco)						
G	$P.e.n (Seco) = \frac{A}{B+A-C}$	gr./cm ³	2.87	2.86	2.88	2.87
Absorción						
H	$Abs(\%) = \frac{S-A}{A} * 100\%$	(%)	6.84	6.88	6.72	6.81

Resultados de gravedad específica y absorción del agregado fino. (Elaboración propia, 2018)

Tabla 19

Gravedad específica y absorción del ladrillo triturado

ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada.	gr.	468,3	465.7	467.8	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	gr.	1262.3	1262.1	1262.4	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1566.2	1566	1566.3	N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca (Pss)	gr.	500	500	500	N.A
E	Peso específico aparente (Seco) $P.e.a (seco) = \frac{A}{B+S-C}$	gr./cm ³	2.38	2.37	2.39	2.38
F	Peso específico aparente (SSS) $P.e.a (SSS) = \frac{S}{B+S-C}$	gr./cm ³	2.55	2.55	2.55	2.55
G	Peso específico nominal (Seco) $P.e.n (Seco) = \frac{A}{B+A-C}$	gr./cm ³	2.84	2.88	2.85	2.86
H	Absorción $Abs(\%) = \frac{S-A}{A} * 100\%$	(%)	6.77	7.37	6.88	7.01

Resultados de gravedad específica y absorción del ladrillo triturado. (Elaboración propia, 2018)

Tabla 20

Gravedad específica y absorción de la teja triturada

ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada.	gr.	474.8	474.9	475.2	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	gr.	1302.4	1302.4	1302.4	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1604	1604.2	1603.9	N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca (Psss)	gr.	500	500	500	N.A
E	Peso específico aparente (Seco) $P.e.a (seco) = \frac{A}{B+S-C}$	gr./cm ³	2.39	2.40	2.39	2.39
F	Peso específico aparente (SSS) $P.e.a (SSS) = \frac{S}{B+S-C}$	gr./cm ³	2.52	2.52	2.52	2.52
G	Peso específico nominal (Seco) $P.e.n (Seco) = \frac{A}{B+A-C}$	gr./cm ³	2.74	2.74	2.74	2.74
H	Absorción $Abs(\%) = \frac{S-A}{A} * 100\%$	(%)	5.31	5.29	5.22	5.27

Resultados de gravedad específica y absorción de la teja triturada. (Elaboración propia, 2018)

Tabla 21

Gravedad específica y absorción de la cerámica triturada

ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada.	gr.	476.4	478.3	488.6	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	gr.	1333.6	1333.5	1334.4	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1626.2	1626.1	1625.9	N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca (Pss)	gr.	500	500	500	N.A
Peso específico aparente (Seco)						
E	$P.e.a (seco) = \frac{A}{B+S-C}$	gr./cm ³	2.30	2.31	2.34	2.32
Peso específico aparente (SSS)						
F	$P.e.a (SSS) = \frac{S}{B+S-C}$	gr./cm ³	2.41	2.41	2.40	2.41
Peso específico nominal (Seco)						
G	$P.e.n (Seco) = \frac{A}{B+A-C}$	gr./cm ³	2.59	2.58	2.48	2.55
Absorción						
H	$Abs(\%) = \frac{S-A}{A} * 100\%$	(%)	4.95	4.54	2.33	3.94

Resultados de gravedad específica y absorción de la cerámica triturada. (Elaboración propia, 2018)

Tabla 22

Peso Específico del Cemento Hidráulico (Frasco de le Chatelier).

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Peso de cemento utilizado (gr)	gr	64	64	64
B	Volumen Inicial (cm ³)	cm ³	0	0	0
C	Volumen Final (cm ³)	cm ³	20.6	20.5	20.6
D	Volumen Desplazado, D = C – B	cm ³	20.6	20.5	20.6
E	Peso Específico del Cemento Hidráulico (gr/cm ³) E = A / D	gr/cm ³	3.11	3.122	3.11
F	Peso Específico del agua a 4°C	gr/cm ³	1	1	1
G	Peso Específico Relativo del Cemento G = E / F	-	3.11	3.122	3.11
H	Temperatura del Ensayo (°C)	°C	18.7	18.7	18.4
I	Peso Específico Promedio del Cemento (gr/cm ³) I = (E1 + E2 + ... + En) / n	gr/cm ³	3.11		

El peso específico del cemento oscila entre 3.1 y 3.2 gr/cm³ según ASTM 188-95 y AASTHO T-133.

3.1.5. Consistencia del Cemento Portland.

Tabla 23

Consistencia del cemento Andino Portland tipo V.

Prueba N°	1	2	3
Tiempo de mezclado (min)	4.35	4.29	4.33
Volumen de agua (ml)	240	250	260
Lectura inicial, Li (mm)	0	0	0
Lectura final, Lf (mm)	3	9	16
Penetración=Lf-Li (mm)	3	9	16
Peso de cemento (g)	650	500	500
Peso de agua (g)	240	250	260
w% = (ww / ws)*100	36.92	50.00	52.00

La consistencia del cemento permite conocer la cantidad de agua que es necesaria agregar, para que la aguja de 1cm de diámetro del aparato de Vicat penetre 10 mm durante 30 segundos en la pasta de cemento. También nos permite determinar el tiempo de fraguado, sanidad del cemento y la resistencia a la tensión según ASTM C 187-98, AASTHO T-129 y ASTM C-305.

3.1.6. Resistencia a Compresión del Mortero

a). Espécimenes a los 7 días (0% - 10%):

Tabla 24

Resistencia a la compresión del mortero, sin incorporación - dosificación al 0%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo Máximo (Kg/cm ²)	Deformación Unitaria Máxima
M1	5410.00	0.69	208.00	6.86
M2	4734	0.63	185.26	6.21
M3	5214	0.47	202.05	4.66
M4	4986	0.54	194.75	5.29
M5	4692	0.42	182.18	4.16
M6	4927	0.63	189.43	6.20
Esfuerzo a Compresión Promedio =			193.61	kg/cm ²

La resistencia del mortero se desarrolla principalmente por la hidratación del cemento.

Tabla 25

Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Cerámica reciclada - dosificación al 10%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo Máximo (Kg/cm ²)	Deformación Unitaria Máxima
C1	4762.00	0.55	183.45	5.42
C2	5123	0.56	197.35	5.52
C3	4952	0.93	192.65	9.19
C4	4937	0.93	189.82	9.19
C5	4931	0.81	192.97	8.07
C6	4893	1.06	190.73	10.35
Esfuerzo a Compresión Promedio =			191.16	kg/cm ²

Esfuerzo del mortero con incorporación de cerámica reciclada al 10%.

Tabla 26

Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de teja reciclada - dosificación al 10%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo Máximo (Kg/cm ²)	Deformación Unitaria Máxima
T1	5211.00	1.04	199.19	10.32
T2	5129	1.02	199.55	10.04
T3	5103	0.89	202.90	8.83
T4	5350	0.93	204.49	9.24
T5	4791	0.92	183.48	9.11
T6	5116	0.83	196.69	8.23
Esfuerzo a Compresión Promedio =			197.72	kg/cm ²

Esfuerzo del mortero con incorporación de teja triturada al 10%.

Tabla 27

Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Ladrillo reciclado - dosificación al 10%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo Máximo (Kg/cm ²)	Deformación Unitaria Máxima
L1	4991.00	0.86	190.39	8.53
L2	4827	0.72	183.10	7.10
L3	5162	1.17	198.46	11.54
L4	4791	0.99	182.42	9.86
L5	4869	0.84	187.57	8.27
L6	4982	0.69	191.92	6.79
Esfuerzo a Compresión Promedio =			188.98	kg/cm ²

Esfuerzo del mortero con incorporación de ladrillo reciclado al 10%.

b). Resumen General de Resistencia a Compresión del Mortero 7 días -10%

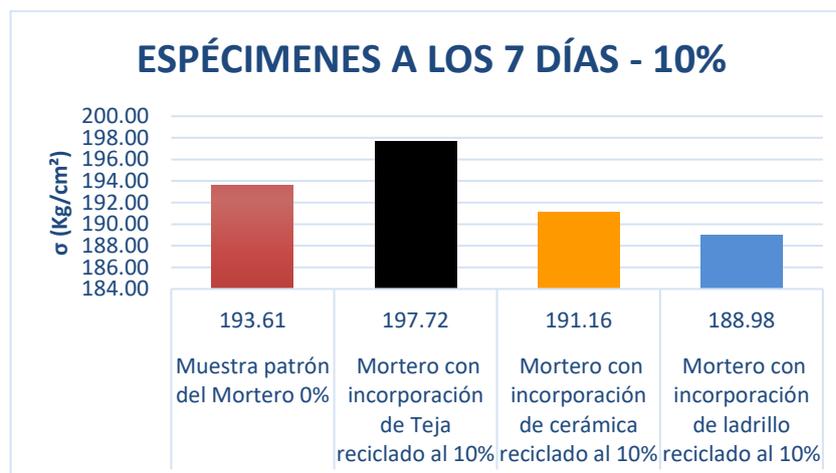
Tabla 28

Resumen de Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a los 7 días.

ESPÉCIMENES A LOS 7 DÍAS	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	
Muestra patrón del Mortero 0%	193.61	Kg/cm ²
Mortero con incorporación de Teja reciclado al 10%	197.72	Kg/cm ²
Mortero con incorporación de cerámica reciclado al 10%	191.16	Kg/cm ²
Mortero con incorporación de ladrillo reciclado al 10%	188.98	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Gráfica 1: Resumen de Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a los 7 días – 10%.



Se muestra que el mortero con incorporación de teja reciclada al 10% es más resistente que los demás a los 7 días.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

c). Espécimenes a los 14 días (0% - 10%):

Tabla 29

Resistencia a la compresión del mortero, sin incorporación - dosificación al 0%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Máximo	Deformación Unitaria Máxima
M1	6591.00	0.62	253.94		6.14
M2	6064	0.49	230.43		4.73
M3	5187	0.71	194.06		6.84
M4	6103	0.67	233.73		6.53
M5	5406	0.83	206.63		80.58
M6	5377	0.7	211.28		68.49
Esfuerzo a Compresión Promedio =			221.68		kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 30

Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Cerámica reciclada - dosificación al 10%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Máximo	Deformación Unitaria Máxima
C1	4562.00	1.02	175.75		10.00
C2	4823	1.2	184.34		11.65
C3	5209	0.71	198.71		6.96
C4	6032	0.74	230.55		7.24
C5	4655	1.23	179.33		12.01
C6	4817	0.91	180.22		9.01
Esfuerzo a Compresión Promedio =			191.48		kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 31

Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Teja reciclada - dosificación al 10%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Máximo	Deformación Unitaria Máxima
T1	4139.00	1.04	137.82		10.10
T2	4879	0.75	187.58		7.35
T3	4850	1.45	185.03		143.85
T4	4616	0.85	178.17		8.28
T5	4738	0.86	186.16		8.33
T6	5022	0.94	199.68		9.16
Esfuerzo a Compresión Promedio =			179.07		kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 32

Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Ladrillo reciclado - dosificación al 10%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo Máximo (Kg/cm ²)	Deformación Unitaria Máxima
L1	5808.00	0.64	221.99	6.36
L2	5155	0.64	198.19	6.27
L3	5730	1.21	217.74	11.86
L4	4713	0.91	179.44	9.10
L5	4936	0.93	188.67	9.28
L6	5056	1.15	194.77	112.52
Esfuerzo a Compresión Promedio =			200.13	kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

d). Resumen General de Resistencia a Compresión del Mortero 14 días – 10%

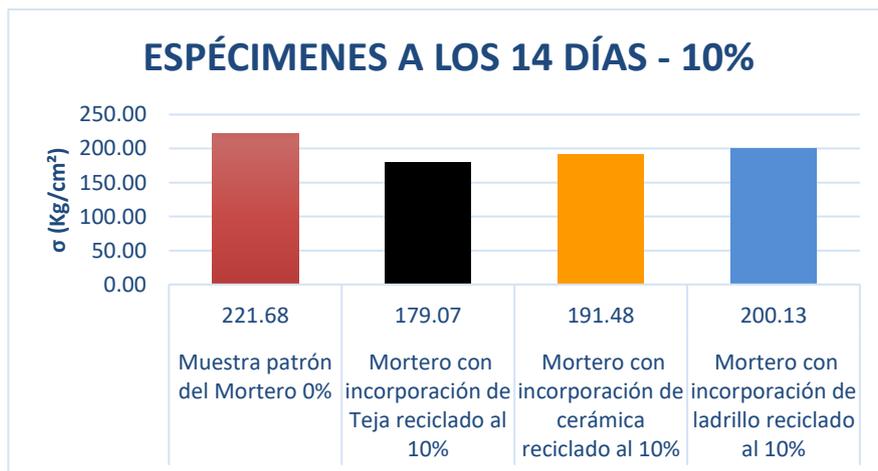
Tabla 33

Resumen de Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a los 14 días.

ESPÉCIMENES A LOS 14 DÍAS	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	
Muestra patrón del Mortero 0%	221.68	Kg/cm ²
Mortero con incorporación de Teja reciclado al 10%	179.07	Kg/cm ²
Mortero con incorporación de cerámica reciclado al 10%	191.48	Kg/cm ²
Mortero con incorporación de ladrillo reciclado al 10%	200.13	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Gráfica 2: Resumen de Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a los 14 días – 10%.



Se evidencia que el mortero patrón al 10% es más resistente que los demás a los 14 días.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

e). Espécimenes a los 28 días (0% - 10%):

Tabla 34

Resistencia a la compresión del mortero, sin incorporación - dosificación al 0%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Máximo	Deformación Unitaria Máxima
M1	8631.00	1.94	337.12		18.98
M2	9270	1.18	351.56		11.13
M3	5998	2.16	225.73		20.77
M4	5775	1.28	219.90		12.28
M5	9228	0.67	344.59		6.45
M6	9063	1.14	343.85		11.22
Esfuerzo a Compresión Promedio =			303.80		kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 35

Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Cerámica reciclada - dosificación al 10%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Máximo	Deformación Unitaria Máxima
C1	6406.00	1.52	246.29		15.51
C2	7448	0.59	282.04		6.00
C3	6308	0.81	238.04		7.94
C4	6547	0.76	237.10		7.39
C5	7323	0.61	268.24		5.75
C6	7309	0.34	275.59		3.21
Esfuerzo a Compresión Promedio =			257.88		kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 36

Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Teja reciclada - dosificación al 10%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Máximo	Deformación Unitaria Máxima
T1	4976.00	0.71	193.24		7.10
T2	6209	0.36	243.13		3.60
T3	7256	0.64	266.80		6.27
T4	6153	0.52	241.29		5.00
T5	4654	0.62	178.93		6.15
T6	7269	0.31	287.31		3.04
Esfuerzo a Compresión Promedio =			235.12		kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 37

Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Ladrillo reciclado - dosificación al 10%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo Máximo (Kg/cm ²)	Deformación Unitaria Máxima
L1	5544.00	1.61	210.25	16.43
L2	5486	1.36	225.76	13.88
L3	8002	0.42	309.50	4.20
L4	5762	1.13	207.86	11.21
L5	4818	0.67	176.17	6.49
L6	4477	1.96	165.94	18.49
Esfuerzo a Compresión Promedio =			215.92	kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

f). Resumen General de Resistencia a Compresión del Mortero 28 días – 10%

Tabla 38

Resumen de Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a los 28 días.

ESPÉCIMENES A LOS 28 DÍAS - 10%	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
Muestra patrón del Mortero 0%	303.80 Kg/cm ²
Mortero con incorporación de Teja reciclado al 10%	235.12 Kg/cm ²
Mortero con incorporación de cerámica reciclado al 10%	257.88 Kg/cm ²
Mortero con incorporación de ladrillo reciclado al 10%	215.92 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Gráfica 3: Resumen de Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a los 28 días – 10%.



Se exhibe que el mortero patrón al 10% es más resistente que los demás a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

g). Espécimenes a los 7 días (20%):

Tabla 39

Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Cerámica reciclada - dosificación al 20%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Máximo	Deformación Unitaria Máxima
C1	4685.00	1.11	180.84		10.95
C2	5170	1.23	203.13		12.11
C3	4885	0.92	190.42		9.15
C4	5882	2.23	227.04		22.21
C5	4964	0.81	194.65		7.91
C6	5983	1.26	233.68		12.35
Esfuerzo a Compresión Promedio =			204.96		kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 40

Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Teja reciclada - dosificación al 20%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Máximo	Deformación Unitaria Máxima
T1	5594.00	1.15	213.83		11.41
T2	5291	1.09	205.86		10.73
T3	5209	0.91	207.12		9.03
T4	5923	0.98	226.39		9.74
T5	5971	0.98	228.67		9.70
T6	5418	0.84	208.31		8.33
Esfuerzo a Compresión Promedio =			215.03		kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 41

Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Ladrillo reciclado - dosificación al 20%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Máximo	Deformación Unitaria Máxima
L1	5670.00	1.05	216.29		10.42
L2	5995	1.1	227.41		10.85
L3	6529	1.3	251.02		12.82
L4	5990	1.12	228.07		11.16
L5	4814	0.8	187.29		7.94
L6	6889	0.85	265.39		8.40
Esfuerzo a Compresión Promedio =			229.24		kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

h). Resumen General de Resistencia a Compresión del Mortero 7 días -20%

Tabla 42

Resumen de Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a los 7 días – 20%.

ESPÉCIMENES A LOS 7 DÍAS - 20%	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	
Muestra patrón del Mortero 0%	193.61	Kg/cm ²
Mortero con incorporación de Teja reciclado al 20%	215.03	Kg/cm ²
Mortero con incorporación de cerámica reciclado al 20%	204.96	Kg/cm ²
Mortero con incorporación de ladrillo reciclado al 20%	229.24	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Gráfica 4: Resumen de Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a los 7 días – 20%.



Se refleja que el mortero con incorporación de ladrillo reciclado al 20% es más resistente que los demás a los 7 días.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

i). Espécimenes a los 14 días (20%):

Tabla 43

Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Cerámica reciclada - dosificación al 20%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo Máximo (Kg/cm ²)	Deformación Unitaria Máxima
C1	5712.00	0.57	220.92	5.53
C2	5366	0.89	206.76	8.76
C3	5551	0.79	214.32	7.73
C4	5076	0.71	193.64	70.86
C5	4577	1.21	178.79	118.86
C6	4591	1.24	174.45	12.35
Esfuerzo a Compresión Promedio =			198.15	kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 44

Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Teja reciclada - dosificación al 20%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación Unitaria Máxima
T1	4504.00	0.87	172.83	8.51
T2	4364	0.71	169.12	6.93
T3	4565	1.44	173.13	14.09
T4	3483	0.57	131.58	5.58
T5	4859	0.83	183.20	8.09
T6	4544	0.85	168.37	8.22
Esfuerzo a Compresión Promedio =			166.37	kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 45

Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Ladrillo reciclado - dosificación al 20%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación Unitaria Máxima
L1	4566.00	1.04	173.17	10.22
L2	4106	1.25	153.03	12.43
L3	4217	0.62	160.55	6.05
L4	5599	0.42	215.69	4.07
L5	3517	1.54	134.16	15.13
L6	5162	1.05	197.69	10.29
Esfuerzo a Compresión Promedio =			172.38	kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

j). Resumen General de Resistencia a Compresión del Mortero 14 días -20%

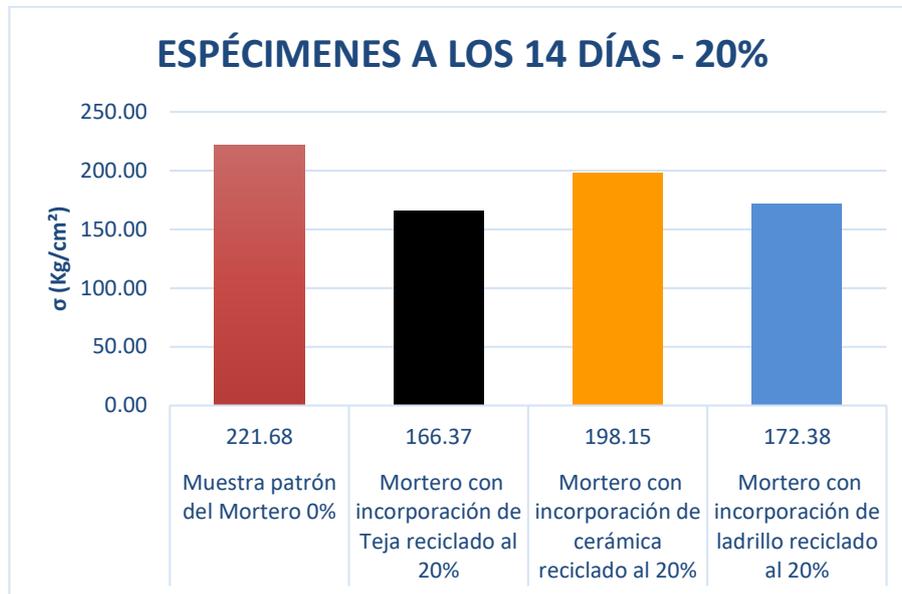
Tabla 46

Resumen de Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a los 14 días – 20%.

ESPÉCIMENES A LOS 14 DÍAS - 20%	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	
Muestra patrón del Mortero 0%	221.68	Kg/cm ²
Mortero con incorporación de Teja reciclado al 20%	166.37	Kg/cm ²
Mortero con incorporación de cerámica reciclado al 20%	198.15	Kg/cm ²
Mortero con incorporación de ladrillo reciclado al 20%	172.38	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Gráfica 5: Resumen de Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a los 14 días – 20%.



Salta a la vista que el mortero patrón al 20% es más resistente que los demás a los 14 días.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

k). Especímenes a los 28 días (20%):

Tabla 47

Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Cerámica reciclada - dosificación al 20%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo Máximo (Kg/cm ²)	Deformación Unitaria Máxima
C1	6207.00	0.75	226.96	7.21
C2	6399	0.37	246.12	3.56
C3	6094	0.68	243.76	6.42
C4	6086	0.57	241.57	5.36
C5	5303	0.47	209.64	4.43
C6	6349	1.04	244.10	9.90
Esfuerzo a Compresión Promedio =			235.36	kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 48

Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Teja reciclada - dosificación al 20%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación Unitaria Máxima
T1	6311.00	0.87	246.01	8.53
T2	7054	0.28	280.49	2.75
T3	6240	0.27	250.13	26.63
T4	6895	0.69	281.43	6.83
T5	6288	0.39	255.10	3.78
T6	5600	1.1	213.62	10.78
Esfuerzo a Compresión Promedio =			254.46	kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 49

Resistencia a la compresión del mortero con incorporación de Ladrillo reciclado - dosificación al 20%.

Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación Unitaria Máxima
L1	8176.00	0.52	301.91	4.95
L2	8363	1.21	309.40	11.52
L3	8438	0.47	302.72	4.46
L4	7588	0.45	291.29	4.30
L5	4325	0.61	155.43	5.91
L6	6831	1.35	247.37	13.58
Esfuerzo a Compresión Promedio =			268.02	kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

I). Resumen General de Resistencia a Compresión del Mortero 28 días -20%

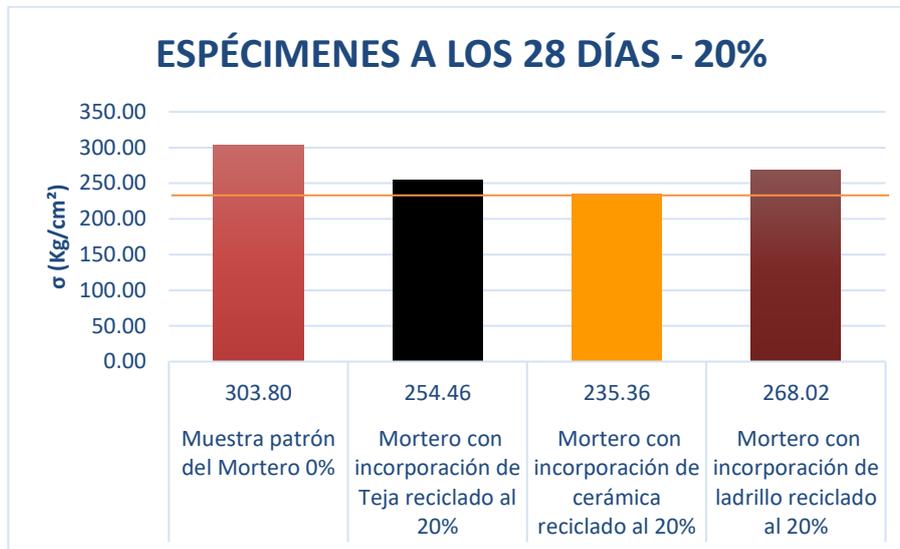
Tabla 50

Resumen de Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a los 28 días – 20%.

ESPÉCIMENES A LOS 28 DÍAS - 20%	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	
Muestra patrón del Mortero 0%	303.80	Kg/cm ²
Mortero con incorporación de Teja reciclado al 20%	254.46	Kg/cm ²
Mortero con incorporación de cerámica reciclado al 20%	235.36	Kg/cm ²
Mortero con incorporación de ladrillo reciclado al 20%	268.02	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Gráfica 6: Resumen de Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a los 28 días – 20%.

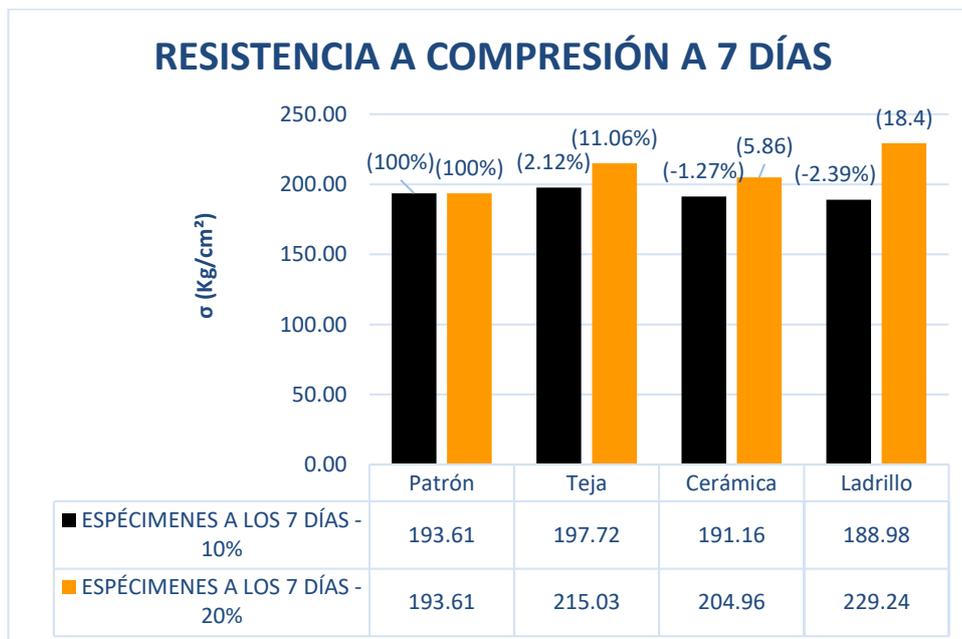


Se prueba que el mortero patrón al 20% es más resistente con 303.80 Kg/cm² que los demás a los 28 días ya que contiene mayor silicato de calcio (C₂S) el cual aumenta la resistencia. Por otro lado, se puede verificar que el mortero con incorporación de cerámica es el menor con 235.36 kg/cm² ya que no se adhiere con facilidad al mortero produciendo un aumento de porosidad y pérdida de resistencia.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

m). Resistencia a Compresión del Mortero a 7 días (10% -20%)

Gráfica 7: Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a los 7 días 10%– 20%.

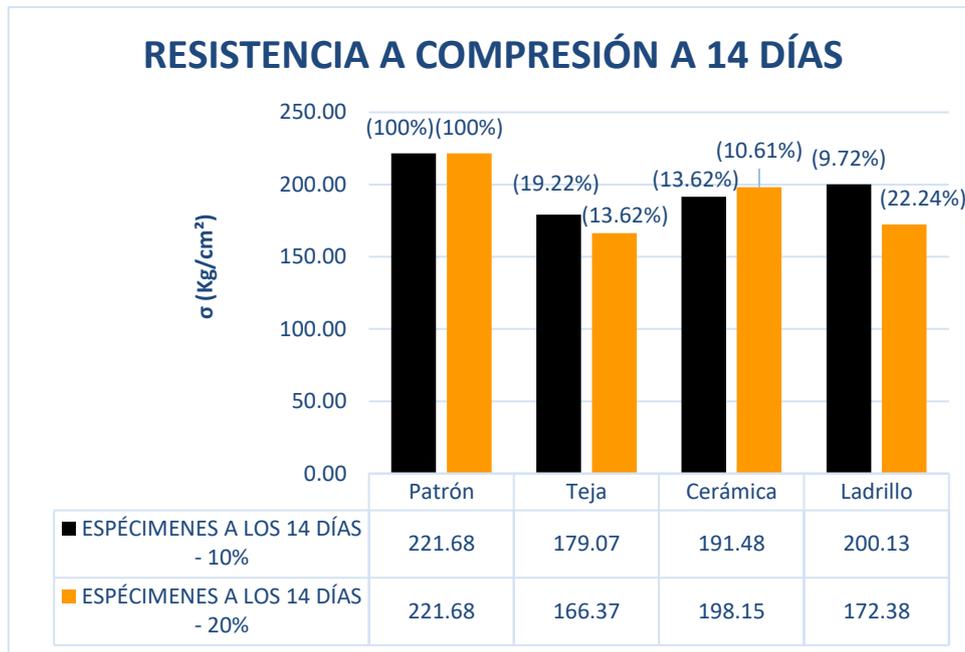


Se refleja que el mortero con incorporación de teja reciclada al 10% es más resistente que los demás a los 7 días, por otro lado, el mortero con incorporación de ladrillo al 20% es más resistente que los demás a los 7 días.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

n). Resistencia a Compresión del Mortero a 14 días (10% -20%)

Gráfica 8: Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a los 14 días 10%– 20%.

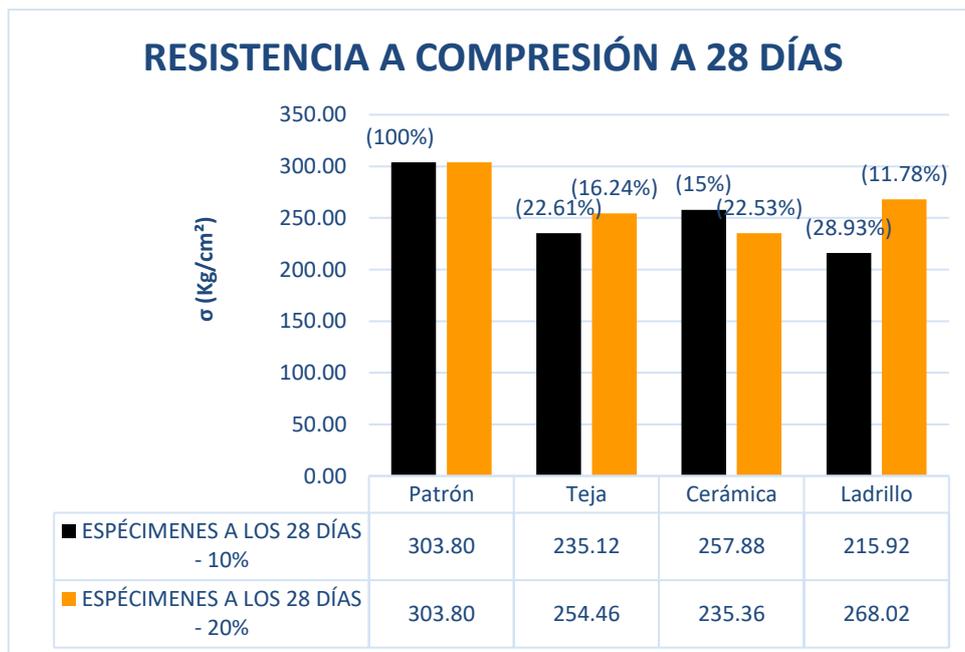


Se manifiesta que el mortero patrón al 10% y al 20% es más resistente que los demás a los 14 días.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

o). Resistencia a Compresión del Mortero a 28 días (10% -20%)

Gráfica 9: Resistencia a Compresión de Mortero elaborado a los 28 días 10%– 20%.



Se delibera que el mortero patrón al 10% y al 20% es más resistente que los demás a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

p). Espécimen al (10%)

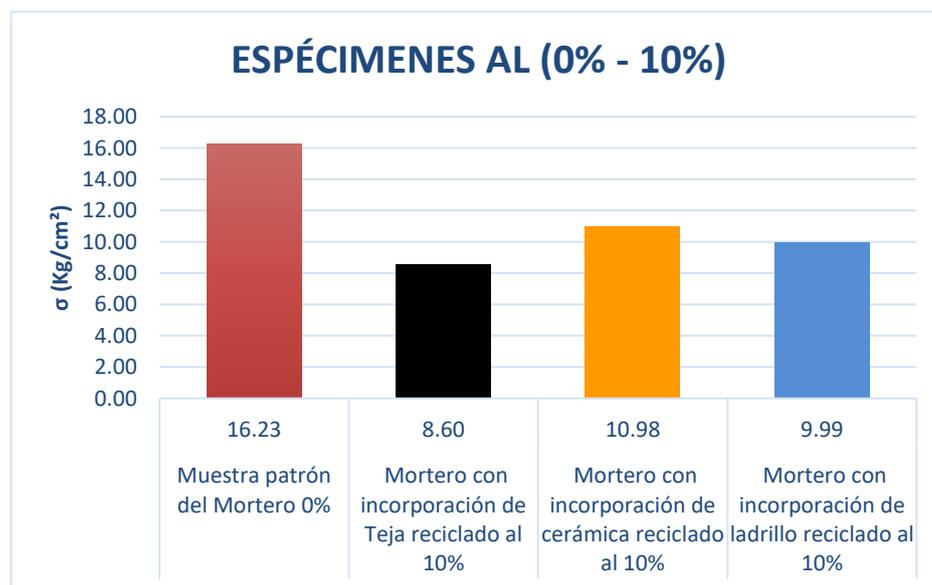
Tabla 51

Resumen de Espécimen al (0% – 10%).

ESPÉCIMENES AL (0% - 10%)	ABSORCIÓN (%)	
Muestra patrón del Mortero 0%	16.23	(%)
Mortero con incorporación de Teja reciclado al 10%	8.60	(%)
Mortero con incorporación de cerámica reciclado al 10%	10.98	(%)
Mortero con incorporación de ladrillo reciclado al 10%	9.99	(%)

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Gráfica 10: Absorción de Espécimen al (0% – 10%).



Se refleja que el mortero patrón al 10% tiene mayor capacidad de absorción que los demás a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

q). Espécimen al (20%)

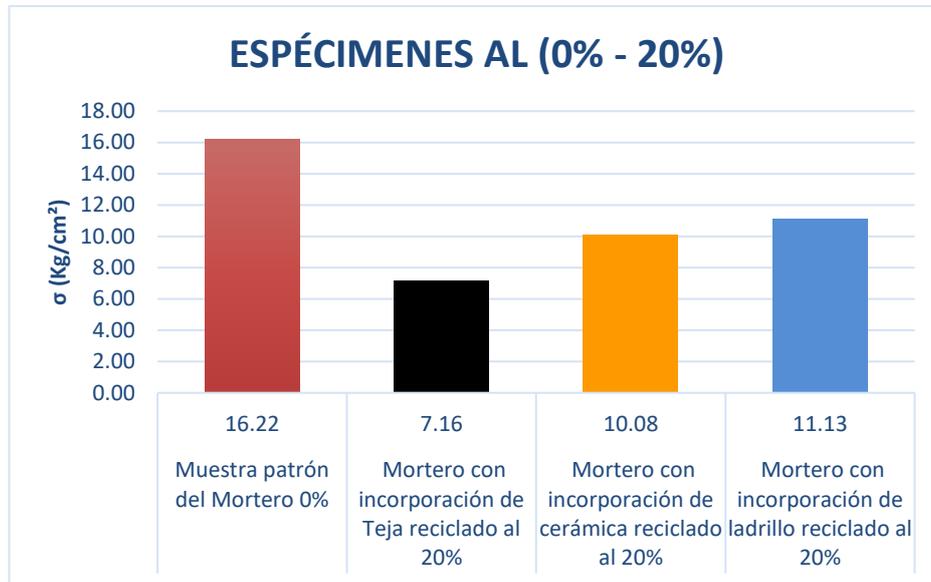
Tabla 52

Resumen de Espécimen al (0% – 20%).

ESPÉCIMENES AL (0% - 20%)	ABSORCIÓN (%)	
Muestra patrón del Mortero 0%	16.22	(%)
Mortero con incorporación de Teja reciclado al 20%	7.16	(%)
Mortero con incorporación de cerámica reciclado al 20%	10.08	(%)
Mortero con incorporación de ladrillo reciclado al 20%	11.13	(%)

Fuente: Elaboración propia, 2018.

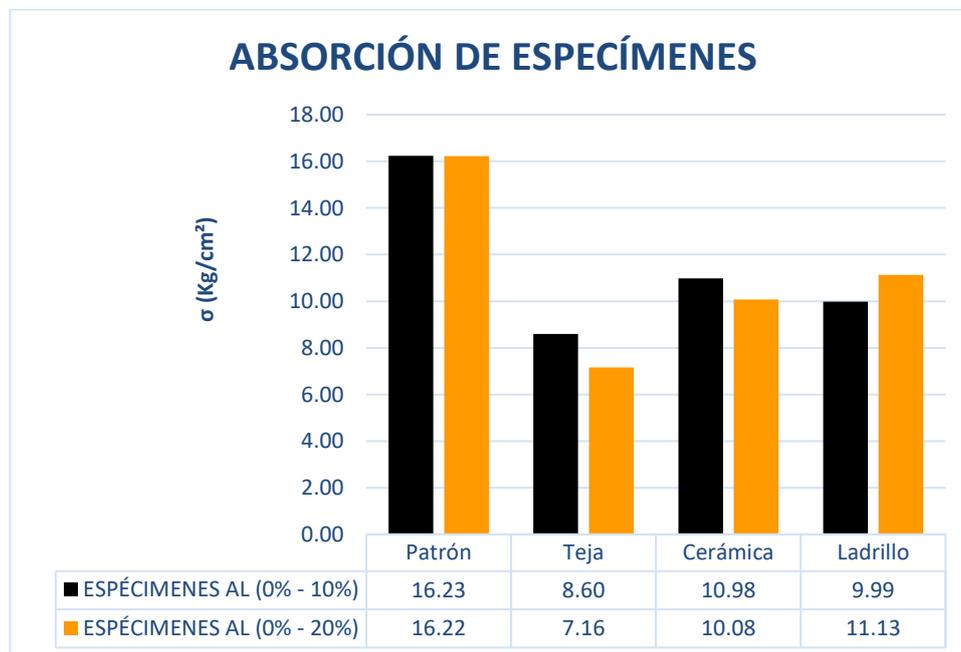
Gráfica 11: Absorción de Espécimenes al (0% – 20%).



Se demuestra que el mortero patrón al 20% tiene mayor capacidad de absorción que los demás a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Gráfica 12: Absorción de Espécimenes al (10% - 20%)



Se evidencia que el mortero patrón al 10% y 20% tiene mayor contenido de absorción que los demás a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

- a) La Resistencia a compresión en general de los morteros con material reciclado al 10% y 20% es mayor el incremento de la resistencia a compresión con los resultados obtenidos obtenidos en la investigación “ Morteros de albañilería con escombros de demolición” de Álvares, Urrutia, Lecusay y Fernández (1997), donde utilizó como aditivo los escombros de demolición donde su resistencia a los 28 días con una dosificación de 1:4 alcanzo 11.11MPa a diferencia de los resultados optenidos en la presente tesis donde se alcanzo la resistencia mínima de 21.16MPa con incorporación del 10% de ladrillo reciclado. De esta comparación de las dos investigaciones se puede determinar que los materiales reciclados tienen mayores propiedades químicas que los escombros de demolición utilizados en la tesis de Álvares, Urrutia, Lecusay y Fernández (1997).
- b) Para la resistencia a compresión a los 7 días no se satisfizo la hipótesis planteada donde se obtuvo para la incorporación de teja al 20% un aumento de 11.06% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón; de la misma manera ocurrió para la cerámica al 20% un aumento de 5.86% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón y para el ladrillo al 20% un aumento de 18.4% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón.
- c) Para la resistencia a compresión a los 28 días no se cumplió la hipótesis planteada donde se obtuvo para la incorporación de teja al 10% una disminución de 22.61% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón; de la misma manera ocurrió para la cerámica al 10% una disminución de 15.12 % respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón y para el ladrillo al 10% una disminución de 28.93% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón. Para la resistencia a compresión a los

28 días no se cumplió la hipótesis planteada donde se obtuvo para la incorporación de teja al 20% una disminución de 16.24% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón; de la misma manera ocurrió para la cerámica al 20% una disminución de 22.53% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón y para el ladrillo al 20% una disminución de 11.78% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón.

- d) Para la resistencia a compresión a los 14 días no se llevó a cabo la hipótesis planteada donde se obtuvo para la incorporación de teja al 10% una disminución de 19.22% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón; de la misma manera ocurrió para la cerámica al 10% una disminución de 13.62% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón y para el ladrillo al 10% una disminución de 9.72% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón. Para la resistencia a compresión a los 14 días no se cumplió la hipótesis planteada donde se obtuvo para la incorporación de teja al 20% una disminución de 24.95% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón; de la misma manera ocurrió para la cerámica al 20% una disminución de 10.61% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón y para el ladrillo al 20% una disminución de 22.24% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón.
- e) Para la resistencia a compresión a los 7 días no se concretó la hipótesis planteada donde se obtuvo para la incorporación de teja al 10% un aumento de 2.12% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón; para la cerámica al 10% una disminución de 1.27% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón y para el ladrillo al 10% una disminución de 2.39% respecto a la resistencia a compresión

de las probetas patrón. Para la resistencia a compresión a los 7 días no se cumplió la hipótesis planteada donde se obtuvo para la incorporación de teja al 20% un aumento de 11.06% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón; de la misma manera ocurrió para la cerámica al 20% un aumento de 5.86% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón y para el ladrillo al 20% un aumento de 18.4% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón.

- f) De acuerdo a los resultados mostrados en el gráfico N°11, la resistencia a compresión axial del mortero con ladrillo al 10% disminuye en un porcentaje de 2.39% a los 7 días con respecto al mortero con ladrillo al 20% que aumenta en un porcentaje de 18.4% respecto a la probeta patrón.
- g) De acuerdo a los resultados mostrados en el gráfico N°12, la resistencia a compresión axial del mortero con ladrillo al 10% disminuye en un porcentaje de 9.72% a los 14 días con respecto al mortero con ladrillo al 20% que disminuye en un porcentaje de 22.24% respecto a la probeta patrón.
- h) De acuerdo a los resultados mostrados en el gráfico N°13, la resistencia a compresión axial del mortero con ladrillo al 10% disminuye en un porcentaje de 28.93% a los 28 días con respecto al mortero con ladrillo al 20% que disminuye en un porcentaje de 11.78% respecto a la probeta patrón.

4.2. Conclusiones.

- a) Para la resistencia a compresión a los 28 días se cumplió la hipótesis planteada donde nos dio como resultado en teja al 10% de una disminución de 22.61%, la cerámica al 10% una disminución de 15.12 %, el ladrillo al 10% una disminución de 28.93%, la teja al 20% una disminución de 16.24%, la cerámica al 20% una disminución de 22.53%, el ladrillo al 20% una disminución de 11.78%, respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón. La resistencia a compresión a los 14 días se cumplió la hipótesis planteada donde se obtuvo para la incorporación de teja al 10% una disminución de 19.22%, la cerámica al 10% una disminución de 13.62%, el ladrillo al 10% una disminución de 9.72%, respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón la teja al 20% una disminución de 24.95%, para la cerámica al 20% una disminución de 10.61%, el ladrillo al 20% una disminución de 22.24%, respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón. Para la resistencia a compresión a los 7 días no se cumplió la hipótesis planteada donde se obtuvo para la incorporación de teja al 10% un aumento de 2.12%, la cerámica al 10% una disminución de 1.27%, el ladrillo al 10% una disminución de 2.39%, la teja al 20% un aumento de 11.06%, la cerámica al 20% un aumento de 5.86%, el ladrillo al 20% un aumento de 18.4% respecto a la resistencia a compresión de las probetas patrón.
- b) Para la absorción de probetas no se cumplió con la hipótesis planteada donde se obtuvo para la incorporación de teja al 10% una disminución de 47.01%; para la cerámica al 10% una disminución de 32.35%; para el ladrillo al 10% una disminución de 38.45% para la incorporación de teja al 20% una disminución de 55.86%: la cerámica al 20% una disminución de 37.85%; el ladrillo al 20% una disminución de 94.91% absorción de las probetas patrón.

- c) Se calculó las propiedades físico – mecánicas del agregado fino a utilizar en la elaboración del mortero, tales como: módulo de finura es 2.81, porcentaje de absorción 1.74%, peso unitario suelto 1385.19 kg/m³, peso unitario compactado 1585.19 kg/m³, peso específico agregado fino 2.64 g/m³, contenido de humedad 5.53 % y peso específico del cemento 3.11 gr/cm³, la Consistencia normal del cemento portland tipo V 46.31%.
- d) Se comparó los resultados de la resistencia a compresión del mortero con agregados reciclados con la muestra patrón y se obtuvo valores menores al de la muestra patrón, pero si cumple con la Norma E0.70 tiene una resistencia mínima a compresión $f'_c = 13.72\text{MPa}$ (140 kg/cm²).

REFERENCIAS

- Absalón, V., & Salas, R. (2008). *Influencia en el diseño de mezcla de agregados de diferente procedencia en el estado merida*. Universidad de los Andes, Venezuela.
- ACI. (1895). *American Concrete Institute*.
- ACI Structural Journal. (2015). *A Journal of the American Concrete Institute*.
- Alaejos, P., & Fernández, M. (1996). High - performance concrete: requirements for constituent materials and mix proportioning. *ACI Materials Journal*, 236.
- Álvarez, J., Urrutia, F., Lecusay, D., & Fernández, A. (1997). Morteros de albañilería con escombros de demolición. *Materiales de construcción*, 43-48.
- Arezoumandi, M. (2015). Effect of Recycled Concrete Aggregate Replacement Level ON THE sHEAR sTRNGTH OF rEINFORCED. *ACI Materials Journal*.
- Evangelista, L., & De Brito, J. (2007). Mechanical behaviour of concrete made with fine recycled concrete. *Cement and concrete composites*, 29, 397-401.
- García, S., & Dzul, L. (2007).
- Gorchakov, G. (1984). *Materiales de construcción* (Vol. 1). Moscú: MIR.
- INEI. (2016). *Instituto Nacional de Estadística e informática*. Recuperado el 2016
- NTP. (2015). *Suelos. Método de ensayo normalizado para el contenido de Humedad de suelos y roca in-situ*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 400.022. (2013). Norma Técnica Peruana. *Agregados. Método de ensayo normalizado para a densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*, 10.
- De Guzmán. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Javeriana.

ANEXOS

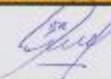
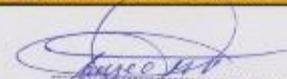
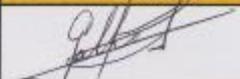
Anexo 1: Contenido de humedad de teja triturada.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			CH-LS-UPNC:.....	
PROYECTO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL MORTERO AL REEMPLAZAR AGREGADO FINO POR LADRILLO, CERÁMICA Y TEJA DE ARCILLA, RECICLADOS.				
CALICATA:	---	ESTRATO:	---	TIPO DE MATERIAL:	TEJA TRITURADA
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN ROJIZO	
FECHA DE MUESTREO:	-		RESPONSABLE:	ELFER EUIK HERNANDEZ	
FECHA DE ENSAYO:	15-05-2018		REVISADO POR:	GABRIEL CACHI CERNA	

<u>Temperatura de Secado</u>	<u>Método</u>
60 °C / 110 °C / Ambiente	Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		T1	T2	T3
B	Peso del Recipiente	gr	26,2	26,8	27,2
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	122,7	155,1	137,9
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	122,1	153,1	137,4
E	Peso del suelo húmedo (Ww) C - B	gr	0,6	2	0,5
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	95,9	126,3	110,2
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	0,626	1,584	0,454
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	0,888		

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

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELFER RUIZ HERNANDEZ	NOMBRE: VÍCTOR CUZCO MINCHÁN	NOMBRE: GABRIEL CACHI
FECHA: 15/05/18	FECHA: 25/05/18	FECHA: 22/05/18

Anexo 2: Contenido de humedad ladrillo triturado.

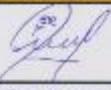
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			CH-LS-UPNC
PROYECTO:				
CALICATA:	-	ESTRATO:	-	TIPO DE MATERIAL: LADRILLO TRITURADO
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		COLOR DE MATERIAL:	ROJO NARANJA
FECHA DE MUESTREO:	-		RESPONSABLE:	ELFER RUIZ HERNANDEZ
FECHA DE ENSAYO:	15/05/2018		REVISADO POR:	GABRIEL CACHI CERVA

Temperatura de Secado	Método
60 °C / 110 °C / Ambiente	Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		L1	L2	L3
B	Peso del Recipiente	gr	28,2	27,4	26,0
C	Recipiente + Suelo Humedo	gr	168,3	142,3	169,8
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	161,5	136,5	162,8
E	Peso del suelo humedo (Ww) C - B	gr	6,8	5,8	7
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	133,3	109,1	136,8
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	5,101	5,316	5,117
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	5,178		

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

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELFER RUIZ HERNANDEZ	NOMBRE: VÍCTOR CEJUDO PINCHEIRA COORDINADOR LABORATORIO DE UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE: GABRIEL CACHI
FECHA: 15/05/2018	FECHA: 15/05/18 INGENIERIA CIVIL	FECHA: 08/05/18

Anexo 3: Contenido de humedad total del agregado fino.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	METODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC
NORMA:	MTC E 215 / NTP 339 185		
PROYECTO:			
CANTERA:	ROCA FUERTE	TIPO DE CANTERA:	RIG
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO FINO
FECHA DE MUESTREO:	-	RESPONSABLE:	ELFER RUIZ HERNANDEZ
FECHA DE ENSAYO:	14/05/2018	REVISADO POR:	GABRIEL CACHI CERNA

Método
Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso de la tara	gr	81	81,2	158,7	
B	Peso de la muestra húmeda	gr	500	500	500	
C	Peso de la tara + Peso de la muestra húmeda $C = A + B$	gr	581	581,2	658,7	
D	Peso de la tara + Peso de la muestra seca (Horno 110 ± 5 °C)	gr	550,2	552,9	639,4	
E	Peso del Agua $E = C - D$	gr	30,8	28,3	19,3	
F	Peso de la muestra seca $F = D - A$	gr	469,2	471,7	480,7	
G	Contenido de humedad $G = (E / F) * 100$	%	6,56	6,00	4,01	5,53*

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELFER RUIZ HERNANDEZ	NOMBRE: Víctor Cuzco Mincón COORDINADOR LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL	NOMBRE: GABRIEL CACHI
FECHA: 14/05/2018	FECHA: 14/05/18	FECHA: 22/05/18

Anexo 4: Contenido de humedad cerámica triturada.

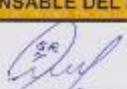
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			CH-LS-UPNC	
PROYECTO:					
CALICATA:	-	ESTRATO:	-	TIPO DE MATERIAL:	CERÁMICA TRITURADA
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		COLOR DE MATERIAL:	NARANJA	
FECHA DE MUESTREO:	-		RESPONSABLE:	ELFER RUIZ HERNANDEZ	
FECHA DE ENSAYO:	14/05/2018		REVISADO POR:	GABRIEL CACHI CERNA	

Temperatura de Secado	Método
60 °C / 110 °C / Ambiente	Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		M1	M2	M3
B	Peso del Recipiente	gr	28,2	26,0	27,5
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	162,0	134,8	165,3
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	160,6	133,8	164,1
E	Peso del suelo húmedo (Ww) C - B	gr	1,4	1	1,2
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	132,4	107,8	136,6
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	1,057	0,928	0,878
G	Promedio Porcentaje Humedad	%		0,955	

$$(W\%) = \frac{W_w}{W_s} - 100$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELFER RUIZ HERNANDEZ	NOMBRE: Víctor Cuzco Minchán	NOMBRE: GABRIEL CACHI
FECHA: 14/05/2018	FECHA: 14/05/2018	FECHA: 14/05/18

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Anexo 5: Contenido de humedad del agregado fino.

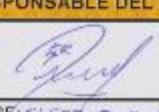
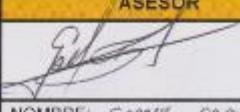
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			CH-LS-UPNC	
PROYECTO:					
CALICATA:	-	ESTRATO:	-	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO FINO
UBICACIÓN:	Baños del Inca		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	-		RESPONSABLE: ELFER RUIZ HERNANDEZ		
FECHA DE ENSAYO:	14/05/2018		REVISADO POR: GABRIEL CACHI CERNA		

Temperatura de Secado	Método
60 °C / 110 °C / Ambiente	Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		M1	M2	M3
B	Peso del Recipiente	gr	27,1	26,8	26,0
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	166,6	123,5	156,2
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	158,6	117,9	149,1
E	Peso del suelo húmedo (Ww) C - B	gr	8	5,6	7,1
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	13,5	9,1	123,1
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	6,084	6,147	5,768
G	Promedio Porcentaje Humedad	%		5,99	*

$$(W\%) = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELFER RUIZ HERNANDEZ	NOMBRE: VÍCTOR CUZCO MINCHÁN	NOMBRE: GABRIEL CACHI CERNA
FECHA: 14/05/2018	FECHA: 14/05/2018	FECHA: 22/05/18

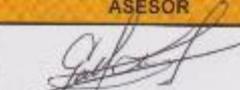
Anexo 6: Peso Unitario de cerámica triturada

LABORATORIO DE CONCRETO						
PROTOCOLO						
ENSAYO	PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA	MTC E 203 – ASTM C29 – NTP 400.017			PUA-LC-UPNC		
PROYECTO						
CANTERA:	-	TIPO DE CANTERA:	-			
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TIPO DEL MATERIAL:	CERÁMICA TRITURADA			
FECHA DE MUESTRA:	-	RESPONSABLE:	ELFER RUIZ HERNANDEZ			
FECHA DE ENSAYO:	18/05/18	REVISADO POR:	GABRIEL CACHI CERNA			

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL	< 1/2"		VOLUMEN MOLDE	0,00941
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg	21,435	21,376	21,287	
B	Peso del molde	Kg	4,788	4,788	4,788	
C	Peso del AF Compactado, C = A – B	Kg	16,647	16,588	16,499	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde		1769,075	1762,806	1753,348	1761,743
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg	20,328	20,751	20,623	
F	Peso del AF Suelto, F = E – B	Kg	15,54	15,963	15,835	
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde		1658,435	1696,387	1682,78	1676,87

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL	1 1/2"		VOLUMEN MOLDE	*
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado					
B	Peso del molde					
C	Peso del AG Compactado, C = A – B					
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde					
E	Peso del Molde + AG Suelto					
F	Peso del AG Suelto, F = E – B					
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde					

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELFER RUIZ HERNANDEZ	NOMBRE: Victor Cuzco Minchán	NOMBRE: GABRIEL CACHI
FECHA: 18/05/2018	FECHA: 18/05/18	FECHA: 22/05/18

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Anexo 7: Peso Unitario de teja de arcilla triturada.

LABORATORIO DE CONCRETO						
PROTOCOLO						
ENSAYO	PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA	MTC E 203 – ASTM C29 – NTP 400.017			PUA-LC-UPNC		
PROYECTO						
CANTERA:	-	TIPO DE CANTERA:	-			
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TIPO DEL MATERIAL:	TEJA TRITURADA			
FECHA DE MUESTRA:	-	RESPONSABLE:	ELFER RUIZ HERNANDEZ			
FECHA DE ENSAYO:	18/05/2018	REVISADO POR:	GABRIEL CACHI CERNA			

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL	< 1/2"		VOLUMEN MOLDE	0,00941
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	kg	22,138	22,247	22,112	
B	Peso del molde	kg	4,788	4,788	4,788	
C	Peso del AF Compactado C = A - B	kg	17,35	17,459	17,324	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde		1843,78	1855,367	1841,02	1846,723
E	Peso del Molde + AF Suelto	kg	20,978	21,164	20,769	
F	Peso del AF Suelto, F = E - B	kg	16,19	16,376	15,981	
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde		1720,51	1740,276	1698,30	1719,70

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL	1 1/2"		VOLUMEN MOLDE	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado					
B	Peso del molde					
C	Peso del AG Compactado, C = A - B					
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde					
E	Peso del Molde + AG Suelto					
F	Peso del AG Suelto, F = E - B					
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde					

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELFER RUIZ HERNANDEZ	NOMBRE: VÍCTOR CUZCO MINOCHA	NOMBRE: GABRIEL CACHI CERNA
FECHA: 18/05/2018	FECHA: 18/05/2018	FECHA: 21/05/18

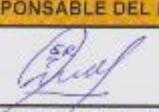
Anexo 8: Peso Unitario de teja de ladrillo triturado.

LABORATORIO DE CONCRETO						
PROTOCOLO						
ENSAYO	PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA	MTC E 203 – ASTM C29 – NTP 400.017			PUA-LC-UPNC		
PROYECTO						
CANTERA:	-	TIPO DE CANTERA:	-			
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TIPO DEL MATERIAL:	LADRILLO TRITURADO			
FECHA DE MUESTRA:	-	RESPONSABLE:	ELFER RUIZ HERNANDEZ			
FECHA DE ENSAYO:	18/05/2018	REVISADO POR:	GABRIEL CACHI CERNA			

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		< 1/2"	VOLUMEN MOLDE	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg	20,353	20,142	20,279	
B	Peso del molde	Kg	4,788	4,788	4,788	
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	Kg	15,565	15,354	15,486	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde		1654,011	1631,668	1645,696	1648,519
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg	19,643	19,534	19,587	
F	Peso del AF Suelto, F = E - B	Kg	14,855	14,746	14,799	
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde		1578,64	1561,056	1572,69	1572,79

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		1 1/2"	VOLUMEN MOLDE	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado					
B	Peso del molde					
C	Peso del AG Compactado, C = A - B					
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde					
E	Peso del Molde + AG Suelto					
F	Peso del AG Suelto, F = E - B					
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde					

OBSERVACIONES:

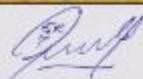
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELFER RUIZ HERNANDEZ	NOMBRE: VICTOR CUZCO MINCHAN COORDINADOR LABORATORIO	NOMBRE: GABRIEL CACHI
FECHA: 18/05/2018	FECHA: 18/05/2018	FECHA: 22/05/18

Anexo 9: Peso Unitario de agregado fino.

LABORATORIO DE CONCRETO						
PROTOCOLO						
ENSAYO	PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA	MTC E 203 – ASTM C29 – NTP 400.017			PUA-LC-UPNC		
PROYECTO						
CANTERA:	ROCA FUERTE	TIPO DE CANTERA:	RIO			
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA	TIPO DEL MATERIAL:	AGREGADO FINO			
FECHA DE MUESTRA:	-	RESPONSABLE:	ELFER RUIZ HERNANDEZ			
FECHA DE ENSAYO:	18/05/2018	REVISADO POR:	GABRIEL CACHI CERNA			

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL	< 1/2"		VOLUMEN MOLDE	0,00941
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg	19,678	19,843	19,693	
B	Peso del molde	Kg	4,788	4,788	4,788	
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	Kg	14,89	15,055	14,805	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde		1582,359	1599,874	1573,326	1585,19
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg	17,741	17,765	17,694	
F	Peso del AF Suelto, F = E - B	Kg	12,953	12,977	12,906	
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde		1376,514	1378,065	1371,52	1375,70

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL	1 1/2"		VOLUMEN MOLDE	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado					
B	Peso del molde					
C	Peso del AG Compactado, C = A - B					
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde					
E	Peso del Molde + AG Suelto					
F	Peso del AG Suelto, F = E - B					
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde					

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELFER RUIZ HERNANDEZ	NOMBRE: GABRIEL CACHI CERNA INGENIERIA CIVIL	NOMBRE: GABRIEL CACHI CERNA
FECHA: 18/05/2018	FECHA: 18/05/2018	FECHA: 22/05/18

Anexo 10: Gravedad específica y absorción del agregado fino.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGGF-LC-UPNC:
NORMA	MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012		
TESIS			
CANTERA:	ROCA FUERTE	TM:	AGREGADO FINO
UBICACIÓN:	BAÑOS DE INCA	TMN:	1000 gr
FECHA DE MUESTRA:	-	M.F.:	2,81
FECHA DE ENSAYO:	11/05/18	HUSO A UTILIZAR:	
RESPONSABLE:	ELFER RUIZ HERNANDEZ	REVISADO POR:	GABRIEL CACHI CERNA

AGREGADO FINO

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Depende TMN, Revisar Norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Límite Superior	Límite Inferior
1	N° 4	4.75					95	100
2	N° 8	2.36	162,4	16,24	16,24	83,76	80	100
3	N° 10	2.00					-	-
4	N° 16	1.18	198,7	19,87	36,11	63,89	50	85
5	N° 30	0.6	190,4	19,04	55,15	44,85	25	60
6	N° 50	0.3	245,9	24,59	79,74	20,26	10	30
7	N° 100	0.15	142,6	14,26	94	6	2	10
8	N° 200	0.075	45,4	4,54	98,54	1,46	0	3
9	Bandeja	0	14,6	1,46	100		-	-

Nota: Para calcular el módulo de finura no utilizar la malla N° 10 y N° 200, además para el cálculo utilizar la siguiente ecuación:

$$M.F = \frac{(\sum \% \text{ Retenido acumulado en las mallas N}^\circ 4, 8, 16, 30, 50 \text{ y } 100)}{100}$$

OBSERVACIONES:

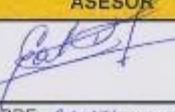
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA INGENIERO CIVIL	
NOMBRE: ELFER RUIZ HERNANDEZ FECHA: 11/05/2018	NOMBRE: ERICK MUÑOZ BARBOZA FECHA: 11/05/2018	NOMBRE: GABRIEL CACHI CERNA FECHA: 11/05/18

Anexo 11: Gravedad específica y absorción del ladrillo triturado.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: GEAF-LC-UPNC		
NORMA	MTC E205 – ASTM C128 – NTP 400.022					
PROYECTO						
CANTERA:	-	TIPO DE CANTERA:	-			
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO TRITURADO			
FECHA DE MUESTRA:	-	RESPONSABLE:	ELFER RUIZ HERNANDEZ			
FECHA DE ENSAYO:	15/05/2018	REVISADO POR:	GABRIEL CACHI CERNA			

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS						
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada.	gr.	474,8	474,9	475,2	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	gr.	1302,4	1302,4	1302,4	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1604,0	1604,2	1603,9	N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr.	500	500	500	N.A
E	Peso específico aparente (Seco) $P. e. a(seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr./cm ³	2,39	2,40	2,39	2,39
F	Peso específico aparente (SSS) $P. e. a(SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	gr./cm ³	2,52	2,52	2,52	2,52
G	Peso específico nominal (Seco) $P. e. n(seco) = \frac{A}{B + A - C}$	gr./cm ³	2,74	2,74	2,74	2,74
H	Absorción $Abs(\%) = \frac{S - A}{A} \cdot 100\%$	(%)	5,31	5,29	5,22	5,29

N.A: NO APLICA

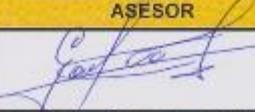
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELFER RUIZ HERNANDEZ	NOMBRE: GABRIEL CACHI CERNA	NOMBRE: GABRIEL CACHI CERNA
FECHA: 15/05/2018	FECHA: 15/05/18	FECHA: 04/06/18

Anexo 12: Gravedad específica y absorción de la cerámica triturada.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: GEAF-LC-UPNC:.....		
NORMA	MTC E205 – ASTM C128 – NTP 400.022					
PROYECTO						
CANTERA:	-	TIPO DE CANTERA:				
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TIPO DE MATERIAL:	CERÁMICA TRITURADA			
FECHA DE MUESTRA:	-	RESPONSABLE:	ELFER RUIZ HERNÁNDEZ			
FECHA DE ENSAYO:	18/05/2018	REVISADO POR:				

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS						
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada	gr.	468,3	465,7	467,8	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	gr.	1262,3	1262,1	1262,4	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1566,2	1566	1566,3	N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr.	500	500	500	N.A
E	Peso específico aparente (Seco) $P. e. a(seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr./cm ³	2,38	2,37	2,39	2,38
F	Peso específico aparente (SSS) $P. e. a(SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	gr./cm ³	2,55	2,55	2,55	2,55
G	Peso específico nominal (Seco) $P. e. n(seco) = \frac{A}{B + A - C}$	gr./cm ³	2,84	2,88	2,85	2,86
H	Absorción $Abs(\%) = \frac{S - A}{A} \cdot 100\%$	(%)	6,77	7,33	6,88	7,01

N.A: NO APLICA

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ERICK MUÑOZ BARBOZA INGENIERO CIVIL	
NOMBRE: ELFER RUIZ HERNÁNDEZ	NOMBRE: ERICK MUÑOZ BARBOZA	NOMBRE: GABRIEL CASO
FECHA: 18/05/2018	FECHA: 18/05/2018	FECHA: 04/06/18.

Anexo 13: Gravedad específica y absorción de la teja triturada.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: GEAFLC-UPNC:.....		
NORMA	MTC E205 – ASTM C128 – NTP 400 022					
PROYECTO						
CANTERA:	-	TIPO DE CANTERA:	-			
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TIPO DE MATERIAL:	TEJA TRITURADA			
FECHA DE MUESTRA:	-	RESPONSABLE:	ELFER RUIZ HERNANDEZ			
FECHA DE ENSAYO:	18/05/2018	REVISADO POR:	GABRIEL CACHI CERNA			

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS						
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada.	gr.	476,4	478,3	488,6	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	gr.	1333,6	1333,5	1334,4	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1626,2	1626,1	1625,9	N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr.	500	500	500	N.A
E	Peso específico aparente (Seco) $P. e. a(seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr./cm ³	2,30	2,31	2,34	2,32
F	Peso específico aparente (SSS) $P. e. a(SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	gr./cm ³	2,41	2,41	2,40	2,41
G	Peso específico nominal (Seco) $P. e. n(seco) = \frac{A}{B + A - C}$	gr./cm ³	2,59	2,58	2,48	2,55
H	Absorción $Abs(\%) = \frac{S - A}{A} \cdot 100\%$	(%)	4,95	4,54	2,33	3,94

N.A: NO APLICA

OBSERVACIONES:		

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: ELFER RUIZ HERNANDEZ	NOMBRE: ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA	NOMBRE: GABRIEL CACHI CERNA
FECHA: 18/05/2018	FECHA: 18/05/2018	FECHA: 04/06/18

Anexo 14: Análisis granulométrico de agregado fino.

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA								
PROTOCOLO								
ENSAYO		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA		MTC E204 - ASTM C136 - NTP 400.012				AGGF-LC-UPNC:		
TESIS								
CANTERA:	ROCA FUERTE		TM:	AGREGADO FINO				
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA		TMN:	1600 gr				
FECHA DE MUESTRA:	-		M.F.:	2,81				
FECHA DE ENSAYO:	11/05/18		HUSO A UTILIZAR:					
RESPONSABLE:	ELFER RUIZ HERNANDEZ		REVISADO POR:	GABRIEL CACKI CERNA				

AGREGADO FINO

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Depende TMN, Revisar Norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Límite Superior	Límite Inferior
1	N° 4	4.75					95	100
2	N° 8	2.36	162,4	16,24	16,24	83,76	80	100
3	N° 10	2.00					-	-
4	N° 16	1.18	198,7	19,87	36,11	63,89	50	85
5	N° 30	0.8	190,4	19,04	55,15	44,85	25	80
6	N° 50	0.3	245,9	24,59	79,74	20,26	10	30
7	N° 100	0.15	142,6	14,26	94	6	2	10
8	N° 200	0.075	45,4	4,54	98,54	1,46	0	3
9	Bandeja	0	14,6	1,46	100		-	-

Nota: Para calcular el módulo de finura no utilizar la malla N° 10 y N° 200, además para el cálculo utilizar la siguiente ecuación:

$$M, F = \frac{(\sum \% \text{ Retenido acumulado en las mallas } N^{\circ} 4, 8, 16, 30, 50 \text{ y } 100)}{100}$$

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA INGENIERO CIVIL	
NOMBRE: ELFER RUIZ HERNANDEZ	NOMBRE: ERICK MUÑOZ BARBOZA	NOMBRE: GABRIEL CACKI CERNA
FECHA: 11/05/2018	FECHA: 11/05/2018	FECHA: 11/05/18

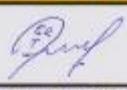
Anexo 15: Peso Específico del Cemento

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO HIDRÁULICO (FRASCO DE LE CHATELIER)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: PECH-LC-UPNC:
NORMA	MTC E610 – ASTM C188 – NTP 334.005		
TESIS			
TIPO DE CEMENTO:	TIPO V – ANDINO	MUESTRA N°:	C 1 – ANDINO
LÍQUIDO UTILIZADO:	GASOLINA	N° DE FRASCO	01
	97	RESPONSABLE:	ELFER RUIZ HERNÁNDEZ
FECHA DE ENSAYO:	05/06/2018	REVISADO POR:	GABRIEL CACHI CERVA

PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO HIDRÁULICO (FRASCO DE LE CHATELIER)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Peso de cemento utilizado (gr)	gr	64,00	64,00	64,00
B	Volumen Inicial (cm ³)	cm ³	0	0	0
C	Volumen Final (cm ³)	cm ³	20,6	20,5	20,55
D	Volumen Desplazado, $D = C - B$	cm ³	20,6	20,5	20,55
E	Peso Específico del Cemento Hidráulico (gr/cm ³) $E = A / D$	gr/cm ³	3,107	3,122	3,114
F	Peso Específico del agua a 4°C	gr/cm ³	1,00	1,00	1,00
G	Peso Específico Relativo del Cemento $G = E / F$	-	3,107	3,122	3,114
H	Temperatura del Ensayo (°C)	°C	18,7	18,7	18,4
I	Peso Específico Promedio del Cemento (gr/cm ³) $I = (E1 + E2 + \dots + En) / n$	gr/cm ³	3,11		

RANGO ACEPTABLE DEL PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO	
TIPO DE CEMENTO	PESO ESPECÍFICO
CEMENTO NORMAL	3.10 gr/cm ³ – 3.15 gr/cm ³
CEMENTO ADICIONADO	3.00 gr/cm ³ – 3.10 gr/cm ³

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
	 ERICK MUÑOZ BANDOZA INGENIERO CIVIL POSGRADO COLABORADOR DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 0120	
NOMBRE: ELFER RUIZ HERNÁNDEZ	NOMBRE: ERICK MUÑOZ BANDOZA	NOMBRE: GABRIEL CACHI CERVA
FECHA: 05/06/2018	FECHA: 05/06/2018	FECHA: 17/06/17

Anexo 16: Panel fotográfico:

PREPARACIÓN DEL MATERIAL RECICLADO

	
<p>Fotografía 1: Trituración del material de ladrillo con comba.</p>	<p>Fotografía 2: Trituración del material de Teja reciclada.</p>
	
<p>Fotografía 3: Trituración del material de Cerámica reciclada.</p>	<p>Fotografía 4: Trituración del material de Cerámica reciclada, con molino de maíz.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2018

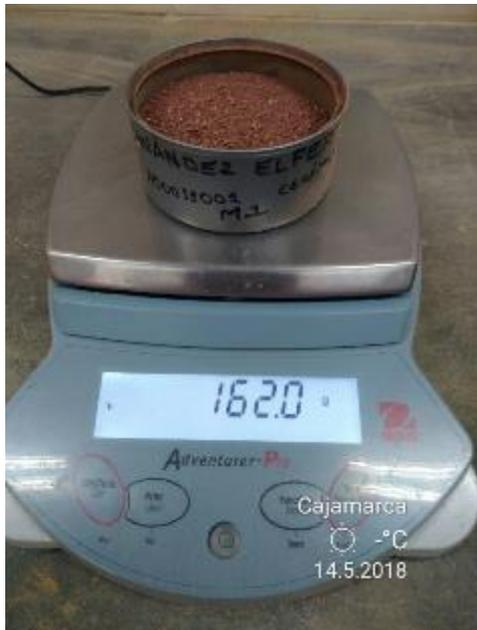
CONTENIDO DE HUMEDAD



Fotografía 5: Peso del Material del ladrillo triturado.



Fotografía 6: Peso del Material del Agregado Fino



Fotografía 7: Peso del Material de la cerámica triturada



Fotografía 8: Secar las muestras en el horno durante 24 horas a 105°C.

Fuente: Elaboración propia, 2018

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Fotografía 9: Cuarteo del Material



Fotografía 10: Ordenar tamiz por numeración



Fotografía 11: Tamizado Manual



Fotografía 12: Limpieza de tamiz con un cepillo previo a su entrega.

Fuente: Elaboración propia, 2018

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN



Fotografía 13: Material colocado en un recipiente con agua, dejar reposar durante 24 horas.



Fotografía 14: Proceso de Verificación del Material con el molde cónico



Fotografía 15: Pesar 500 gr de material a ensayar



Fotografía 16: Frasco volumétrico de 500 ml de capacidad

Fuente: Elaboración propia, 2018

PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO



Fotografía 17: Peso del Cemento Andino Tipo V



Fotografía 18: Frasco de "Le Chatelier" con gasolina hasta la marca 0.



Fotografía 19: Temperatura Ambiente



Fotografía 20: Toma de datos del Volumen Final

Fuente: Elaboración propia, 2018

DISEÑO DE MORTERO



Fotografía 21: Mezclado del mortero



Fotografía 22: Supervisión del diseño de mezcla por el Ing. Gabriel Cachi Cerna



Fotografía 23: Elaboración de mortero



Fotografía 24: Morteros antes de colocarlo ha curado.

Fuente: Elaboración propia, 2018

PESO UNITARIO DE LOS AGRAGADOS

Fotografía25: Peso unitario de los agregados.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Fotografía 26: Peso unitario de los agregados compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2018

CONSISTENCIA NORMAL DEL CEMENTO



Fotografía 27: Materiales y equipos a utilizar



Fotografía 28: Mezclado del cemento portland andino tipo V



Fotografía 29: Penetración del cemento portland andino tipo V a través del aparato de Vicat



Fotografía 30: Morteros antes de colocarlo ha curado.

Fuente: Elaboración propia, 2018

RESISTENCIA A COMPRESION DEL MORTERO



Fotografía 31: Elaboración de Morteros



Fotografía 32: Medición de cubos de mortero con vernier



Fotografía 33: Ensayo de resistencia a compresión del mortero.



Fotografía 34: Especímenes después del ensayo triaxial.

Fuente: Elaboración propia, 2018

ABSORCIÓN DEL MORTERO



Fotografía 35: Especímenes sacado de la poza curado



Fotografía 36: Especímenes colocados al horno durante 24 horas.



Fotografía 37: Peso seco del cubo de mortero después de sacarlo del horno.



Fotografía 38: Especímenes sumergidos en agua durante un día.

Fuente: Elaboración propia, 2018

ABSORCIÓN DEL MORTERO

	
<p>Fotografía 39: Espécimen saturado.</p>	<p>Fotografía 40: Secarlo con una franela para previo pesado del espécimen</p>
	
<p>Fotografía 41: Peso Saturado del espécimen</p>	<p>Fotografía 42: Peso Saturado del espécimen</p>

Fuente: Elaboración propia, 2018