



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Escuela profesional de Ingeniería Civil



# UAC

## Tesis

---

Incidencia de la relación agua - cemento del mortero, en las propiedades mecánicas en pilas de ladrillos King Kong 18 huecos adicionado con puzolana de la cantera Raqchi, Cusco 2017

---

Presentado por:

Bach. Carreño Paucarmayta Jhuniory  
Brayan

Bach. Flores Salazar Hugo Mark  
Anthony

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Asesora:

Ing. María Isabel Callahui Ríos

Cusco – 2017





## Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios, quien siempre ha guiado mi camino y siempre me apoyó, quien siempre supo mantener unida a mi familia frente a las adversidades, dedico también mi tesis a mi madre Estela Yony Paucarmayta Cuentas, por siempre apoyarme en toda circunstancia, a mi padre Dario Hilario Carreño Figueroa, quien supo brindarme la confianza para seguir adelante, a mi hermano Irwing Dario Carreño Paucarmayta, quien me enseñó desde pequeño a siempre ser el mejor, a mis familiares cercanos quienes me apoyaron incondicionalmente, a mis amigos quienes pasamos el tiempo universitario, su apoyo constante, sus consejos y la ayuda que me brindaban.

Bach. Jhuniór Brayan Carreño Paucarmayta

La presente Tesis está dedicada a Dios, por darme la vida, salud y la fuerza para poder realizar una de mis metas en la vida de ser Ingeniero Civil, por guiarme en todo momento y por su presencia incondicional en este camino. A mis Padres que gracias a ellos estoy aquí presente, quienes me educaron con manos firmes, y por lo cual estoy cumpliendo mis metas, por apoyarme en las decisiones que tomo como persona en todo aspecto y por darme la confianza y motivación para superarme en la vida.

Bach. Hugo Mark Anthony Flores Salazar



## Agradecimiento

Agradecer a la Universidad Andina del Cusco por darnos la posibilidad de formarnos como excelentes profesionales, por brindarnos enseñanza, valores y virtudes que serán parte de nuestro perfil como Ingenieros.

A nuestra asesora de tesis, Ingeniera María Isabel Callahui Ríos por permitirnos su apoyo y respaldo en este arduo trabajo de tesis, por mantenernos bajo su tutela y aprobación, por brindarnos parte de su tiempo y dedicación, compartir su conocimiento con nosotros, por entregarnos su experiencia, paciencia y siempre motivarnos para culminar esta etapa de estudios.

Agradecer también a la empresa LATESAN dirigida por el Ingeniero Asención Auccapure quien nos facilitó sus instalaciones para poder ejecutar nuestra tesis de manera satisfactoria.

Finalmente agradecer a todos los docentes quienes nos brindaron parte de su conocimiento a lo largo de toda la carrera profesional y a nuestros amigos que nos apoyaron en todo momento.



## Resumen

La presente investigación está referida al estudio de las propiedades mecánicas en pilas de albañilería elaboradas con ladrillos adicionados con puzolana al 20% en peso, debido a su alta resistencia a compresión y otros parámetros como unidad mencionado en una tesis de referencia, con mortero de relaciones agua-cemento: 1.025, 1.050 y 1.075 y la comparación de estos especímenes con pilas tradicionales. La puzolana como material volcánico fue estudiada porque presenta mejores propiedades térmicas e incrementa la resistencia a la compresión en unidades elaboradas con este material. Para la elaboración de muestras, ensayos y análisis de los datos se emplearon normas técnicas peruana (NTP) referido al mortero, unidades y pilas de albañilería, normas ITINTEC que mencionan el procedimiento de elaboración de los ensayos, norma técnica mexicana (NMX) basada en el esfuerzo de adherencia de unidades por ensayo de corte. Las unidades de estudio fueron ladrillos King Kong 18 huecos añadidos con puzolana al 20% en peso, cuyas dimensiones fueron de 24 cm x 24 cm x 9 cm, el agregado utilizado en el diseño de mortero fueron de las canteras de Raqchi y Huacarpay en una dosificación de 50% de cada parte, fueron evaluados 81 especímenes de dados de mortero elaborados con relación agua-cemento de 1.025, 1.050 y 1.75, se fabricaron 48 pilas de albañilería de 3 unidades con juntas de 1.5 cm con diferentes relaciones agua-cemento propuestas, se elaboración 48 pilas con desfase en 1 unidad para el ensayo de esfuerzo de adherencia con junta de 1.5 cm a diferentes relaciones agua-cemento planteadas. Observando los resultados obtenidos, se destaca la mayor resistencia a compresión axial de 78.95 kg/cm<sup>2</sup>, que fueron obtenidas de las pilas de albañilería elaborados con ladrillo añadidos con puzolana de relación agua-cemento 1.025, el cual incrementó en un 64.86% frente a una pila de albañilería con unidades típicas. El mayor resultado de adherencia en pilas fue de 3.76 kg/cm<sup>2</sup>, que fueron las pilas de albañilería desfasadas en 1 unidad elaboradas con ladrillos añadidos con puzolana en una relación agua-cemento 1.050, el cual frente a un espécimen típico incrementa en un 31.93%. Se concluyó que las unidades puzolánicas son ladrillo tipo III, mejorando su resistencia a compresión y adherencia unidad-mortero.

Palabras claves: Adherencia, Resistencia, Compresión, Puzolana, Albañilería.



## Abstract

The present investigation is referred to the study of the mechanical properties in masonry piles made with bricks added with 20% pozzolan due to its high resistance to compression and other parameters as a unit mentioned in a reference thesis, with mortar of relationships water-cement: 1,025, 1,050 and 1,075 and the comparison of these specimens with traditional batteries. Pozzolan as a volcanic material was studied because it has better thermal properties and increases the resistance to compression in units made with this material. For the elaboration of samples, tests and analysis of the data, Peruvian technical standards (NTP) referring to mortar, masonry units and stacks were used, ITINTEC standards that mention the procedure for the preparation of the tests, Mexican technical standard (NMX) based on the adhesion effort of units per cutting test. The study units were King Kong bricks 18 holes added with 20% pozzolan in weight, whose dimensions were 24 cm x 24 cm x 9 cm, the aggregate used in the mortar design were from the quarries of Raqchi and Huacarpay in a dosage of 50% of each part, 81 specimens of mortar dice prepared with water-cement ratio of 1,025, 1,050 and 1.75 were evaluated, 48 masonry piles of 3 units were produced with 1.5 cm joints with different water-cement ratios proposed, 48 piles with phase shift in 1 unit were prepared for the adhesion stress test with joint of 1.5 cm at different water-cement ratios. Observing the obtained results, it stands out the greater resistance to axial compression of 78.95 kg / cm<sup>2</sup>, which were obtained from the piles of masonry made with brick added with pozzolana of water-cement ratio 1.025, which increased by 64.86% compared to a masonry stack with typical units. The highest result of adhesion in piles was 3.76 kg / cm<sup>2</sup>, which were the piles of masonry phased out in 1 unit made with bricks added with pozzolan in a water-cement ratio 1.050, which in front of a typical specimen increases by 31.93%. It was concluded that the pozzolanic units are type III brick, improving its compressive strength and unit-mortar adhesion.

Key words: Adherence, Resistance, Compression, Pozzolana, Masonry.



## Índice general

Dedicatoria.....	I
Agradecimiento .....	II
Resumen .....	III
Abstract .....	IV
Índice general .....	V
Índice de tablas.....	X
Índice de figuras .....	XIV
Capítulo 1 - Planteamiento del Problema.....	1
1.1.    Identificación del problema .....	1
1.1.1.    Descripción del problema .....	1
1.1.2.    Formulación del problema .....	1
1.2.    Justificación e importancia de la investigación.....	2
1.2.1.    Justificación técnica.....	3
1.2.2.    Justificación social .....	3
1.2.3.    Justificación por vialidad .....	4
1.2.4.    Justificación por relevancia.....	4
1.3.    Limitaciones de la investigación.....	4
1.3.1.    Limitaciones geográficas .....	4
1.3.2.    Limitaciones de la albañilería.....	5
1.4.    Objetivo de la investigación .....	6
1.4.1.    Objetivo general .....	6
1.4.2.    Objetivos específicos.....	6
1.5.    Hipótesis.....	7
1.5.1.    Hipótesis general.....	7
1.5.2.    Sub hipótesis .....	7
1.6.    Definición de variables.....	7
1.6.1.    Variables independientes.....	7
1.6.2.    Variables dependientes .....	8
	V



1.6.2.1. Indicadores de variables dependientes..... 8

1.6.3. Cuadro de operacionalización de variables ..... 9

Capítulo 2 - Marco teórico ..... 11

2.1. Antecedentes de la tesis ..... 11

2.1.1. Antecedentes a nivel nacional..... 11

2.1.2. Antecedentes a nivel internacional..... 12

2.2. Aspectos teóricos pertinentes ..... 12

2.2.1. Albañilería ..... 12

2.2.2. Unidades de albañilería ..... 16

2.2.3. Propiedades de las unidades de albañilería..... 21

2.2.4. Prismas de albañilería simple ..... 23

2.2.5. Arcilla ..... 25

2.2.6. Puzolana ..... 27

2.2.7. Mortero ..... 31

2.2.8. Ensayo de compresión en pilas ..... 34

2.2.9. Ensayo de resistencia al corte en pilas (adherencia) ..... 38

2.2.10. Ensayo de succión en unidades de albañilería. .... 39

2.2.11. Ensayo de absorción en unidades de albañilería..... 41

2.2.12. Ensayo de consistencia del mortero ..... 42

2.2.13. Ensayo de compresión del mortero ..... 43

Capítulo 3 - Metodología ..... 45

3.1. Metodología de la tesis ..... 45

3.1.1. Tipo de investigación ..... 45

3.1.2. Nivel de investigación ..... 45

3.1.3. Método de la investigación..... 45

3.2. Diseño de investigación ..... 46

3.2.1. Diseño metodológico..... 46

3.2.2. Diseño de ingeniería ..... 46



- 3.3. Población y muestra .....49
  - 3.3.1. Población.....49
  - 3.3.2. Muestra .....49
  - 3.3.3. Criterios de inclusión .....51
- 3.4. Instrumentos .....51
  - 3.4.1. Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos ....51
  - 3.4.2. Instrumentos de ingeniería .....64
- 3.5. Procedimientos de recolección de datos .....66
  - 3.5.1. Recolección de puzolana de la cantera Raqchi .....66
  - 3.5.2. Molienda y granulometría de puzolana de la cantera Raqchi .....69
  - 3.5.3. Elaboración de ladrillos King Kong 18 huecos adicionados con 20% de puzolana 72
  - 3.5.4. Variación dimensional de unidades añadidas con 20% de puzolana.....77
  - 3.5.5. Ensayo de alabeo en unidades de albañilería añadidas con 20% de puzolana 79
  - 3.5.6. Ensayo de succión de unidades de albañilería añadidos con 20% de puzolana. 81
  - 3.5.7. Ensayo de absorción en unidades de albañilería añadidos con 20% de puzolana. 85
  - 3.5.8. Compresión de unidades de albañilería .....87
  - 3.5.9. Muestreo y granulometría de agregado de la cantera Cunyac (50%) y Huacarpay (50%) .....89
  - 3.5.10. Ensayo de fluidez del mortero .....93
  - 3.5.11. Ensayo de compresión de dados de mortero .....97
  - 3.5.12. Ensayo de compresión de pilas de ladrillos ..... 110
  - 3.5.13. Ensayo de adherencia de ladrillo – mortero ..... 117
- 3.6. Procedimientos de análisis de datos ..... 124
  - 3.6.1. Recolección de puzolana de la cantera Raqchi ..... 124



3.6.2. Molienda y granulometría de puzolana de la cantera Raqchi ..... 125

3.6.3. Elaboración de ladrillos King Kong 18 huecos adicionados con 20% de puzolana 127

3.6.4. Variación dimensional de unidades añadidas con 20% de puzolana ... 129

3.6.5. Ensayo de alabeo en unidades de albañilería añadidas con 20% de puzolana 132

3.6.6. Ensayo de succión de unidades de albañilería añadidos con 20% de puzolana. 135

3.5.7. Ensayo de absorción en unidades de albañilería añadidos con 20% de puzolana. 137

3.6.8. Compresión de unidades de albañilería ..... 138

3.6.9. Muestreo y granulometría de agregado de la cantera Cunyac (50%) y Huacarpay (50%). ..... 140

3.6.10. Ensayo de fluidez del mortero ..... 143

3.6.11. Ensayo de compresión de dados de mortero ..... 145

3.6.12. Ensayo de compresión de pilas de ladrillos ..... 153

3.6.13. Ensayo de adherencia de ladrillo – mortero..... 160

.....168

Capítulo 4 – Resultados .....169

4.1 Resultados del ensayo de variación dimensional en unidades de albañilería  
169

4.2 Resultados del ensayo de alabeo en unidades de albañilería ..... 169

4.3 Resultados del ensayo de succión en unidades de albañilería ..... 170

4.4 Resultados del ensayo de absorción en unidades de albañilería..... 171

4.5 Resultados del ensayo de compresión de unidades de albañilería..... 171

4.6 Resultados del ensayo de granulometría de agregado fino ..... 172

4.7 Resultados del ensayo de fluidez de mortero (1:4)..... 173

4.8 Resultados del ensayo de resistencia de mortero ..... 174



4.9 Resultados del ensayo de resistencia a compresión en pilas de albañilería	177
4.10 Resultados del ensayo de resistencia a corte por cizalle. ....	179
Capítulo 5 - Discusión .....	181
Glosario .....	185
Conclusiones .....	189
Recomendaciones .....	193
Referencias.....	195
Anexos.....	197



### Índice de tablas

Tabla 1 Cuadro de operacionalización de variables. ....	9
Tabla 2 Clasificación de ladrillos para fines estructurales.....	21
Tabla 3 Tabla de incremento por edad de pilas y muretes. ....	24
Tabla 4 Composición química de las puzolanas.....	29
Tabla 5 Granulometría de la arena gruesa.....	33
Tabla 6 Tipos de mortero. ....	34
Tabla 7 Factores de corrección por esbeltez.....	35
Tabla 8 Ensayos y normativa empleada.....	50
Tabla 9 Molienda y granulometría de puzolana de la cantera Raqchi.....	52
Tabla 10 Variación dimensional (ladrillo King Kong 18 huecos). ....	53
Tabla 11 Análisis Variación dimensional (ladrillo King Kong 18 huecos). ....	54
Tabla 12 Alabeo (ladrillo King Kong 18 huecos). ....	55
Tabla 13 Succión (ladrillo King Kong 18 huecos). ....	56
Tabla 14 Absorción (ladrillo King Kong 18 huecos). ....	57
Tabla 15 Compresión de ladrillos King Kong 18 huecos añadidos con 20% de puzolana. ....	58
Tabla 16 Granulometría de agregado.....	59
Tabla 17 Fluidez de mortero.....	60
Tabla 18 Resistencia a compresión de dados de mortero de 5cm de arista. ...	61
Tabla 19 Resistencia a compresión de pilas de albañilería típicas. ....	62
Tabla 20 Adherencia de pilas de albañilería.....	63
Tabla 21 Instrumentos de Ingeniería.....	64
Tabla 22 Datos de recolección de puzolana.....	68
Tabla 23 Datos de molienda y granulometría de puzolana.....	72
Tabla 24 Datos de elaboración de unidades puzolánicas.....	77
Tabla 25 Toma de datos de variación dimensional.....	79
Tabla 26 Toma de datos de alabeo.....	81
Tabla 27 Toma de datos de ensayo de succión.....	84
Tabla 28 Datos de absorción de unidades.....	87
Tabla 29 Toma de datos de compresión de unidades.....	89
Tabla 30 Granulometría de agregados.....	93
Tabla 31 Datos de fluidez para mortero.....	96



Tabla 32 Toma de datos de compresión de dados de mortero tipo 1 (7 días).101

Tabla 33 Toma de datos de compresión de dados de mortero tipo 1 (14 días).102

Tabla 34 Toma de datos de compresión de dados de mortero tipo 1 (28 días).103

Tabla 35 Toma de datos de compresión de dados de mortero tipo 2 (7 días).104

Tabla 36 Toma de datos de compresión de dados de mortero tipo 2 (14 días).105

Tabla 37 Toma de datos de compresión de dados de mortero tipo 2 (28 días).106

Tabla 38 Toma de datos de compresión de dados de mortero tipo 3 (7 días).107

Tabla 39 Toma de datos de compresión de dados de mortero tipo 3 (14 días).108

Tabla 40 Toma de datos de compresión de dados de mortero tipo 3 (28 días).109

Tabla 41 Datos de compresión en pilas de albañilería tipo 1. .... 113

Tabla 42 Datos de compresión en pilas de albañilería tipo 2. .... 114

Tabla 43 Datos de compresión en pilas de albañilería tipo 3. .... 115

Tabla 44 Datos de compresión en pilas de albañilería típicas. .... 116

Tabla 45 Datos de adherencia de pilas tipo 1 (28 días). .... 120

Tabla 46 Datos de adherencia de pilas tipo 2 (28 días). .... 121

Tabla 47 Datos de adherencia de pilas tipo 3 (28 días). .... 122

Tabla 48 Datos de adherencia de pilas típicas (28 días). .... 123

Tabla 49 Características de puzolana recolectada..... 124

Tabla 50 Análisis granulométrico de puzolana. .... 126

Tabla 51 Variación dimensional de ladrillos puzolánicos..... 130

Tabla 52 Análisis de datos de alabeo en ladrillos puzolánicos. .... 133

Tabla 53 Análisis de ensayo de succión en ladrillos puzolánicos. .... 135

Tabla 54 Análisis de absorción en unidades añadidas con puzolana. .... 137

Tabla 55 Análisis de compresión de ladrillos puzolánicos. .... 139

Tabla 56 Granulometría de la arena gruesa..... 141

Tabla 57 Análisis granulométrico de agregados..... 142

Tabla 58 Análisis de datos de fluidez para mortero. .... 144

Tabla 59 Datos de compresión de dados tipo 1. .... 146

Tabla 60 Datos de compresión de dados tipo 2. .... 148

Tabla 61 Datos de compresión de dados tipo 3. .... 150

Tabla 62 Procesamiento de datos de compresión de pilas tipo 1..... 154

Tabla 63 Procesamiento de datos de compresión de pilas tipo 2..... 155

Tabla 64 Procesamiento de datos de compresión de pilas tipo 3..... 156

Tabla 65 Procesamiento de datos de compresión de pilas típicas. .... 158



Tabla 66 Porcentaje de variación de resistencia a compresión axial en pilas frente a pilas típicas. ....160

Tabla 67 Procesamiento de datos de adherencia en pilas tipo 1 (28 días). ....161

Tabla 68 Procesamiento de datos de adherencia en pilas tipo 2 (28 días). ....162

Tabla 69 Procesamiento de datos de adherencia en pilas tipo 3 (28 días). ....163

Tabla 70 Procesamiento de datos de adherencia en pilas típicas (28 días). ..165

Tabla 71 Porcentaje de variación de adherencia en pilas frente a pilas típicas.167

Tabla 72 Variación dimensional en unidades añadidas con puzolana al 20% en peso. ....169

Tabla 73 Comparación con Norma E.0.70.....169

Tabla 74 Alabeo en unidades adicionadas con puzolana al 20% en peso.....169

Tabla 75 Succión en unidades adicionadas con puzolana al 20% en peso. ...170

Tabla 76 Absorción en unidades adicionadas con puzolana al 20% en peso. 171

Tabla 77 Compresión en unidades adicionadas con puzolana al 20% en peso.171

Tabla 78 Porcentaje pasante en análisis granulométrico de agregado fino (50% Cunyac + 50% Huacarpay). ....172

Tabla 79 Fluidéz de mortero relación 1:4 para pilas de albañilería. ....173

Tabla 80 Resistencia a la compresión de mortero 1:4 con relación agua cemento 1.025. ....174

Tabla 81 Resistencia a la compresión de mortero 1:4 con relación agua cemento 1.050. ....175

Tabla 82 Resistencia a la compresión de mortero 1:4 con relación agua cemento 1.075. ....176

Tabla 83 Resistencia a la compresión de pilas con unidades adicionadas con puzolana, con relación agua-cemento en mortero de 1.025. ....177

Tabla 84 Resistencia a la compresión de pilas con unidades adicionadas con puzolana, con relación agua-cemento en mortero de 1.050. ....177

Tabla 85 Resistencia a la compresión de pilas con unidades adicionadas con puzolana, con relación agua-cemento en mortero de 1.075. ....178

Tabla 86 Resistencia a la compresión de pilas con unidades típicas, con relación agua-cemento en mortero de 1.050. ....178

Tabla 87 Resistencia a corte por cizalle en pilas con unidades adicionadas con puzolana, con relación agua-cemento en mortero de 1.025. ....179



Tabla 88 Resistencia a corte por cizalle en pilas con unidades adicionadas con puzolana, con relación agua-cemento en mortero de 1.050..... 179

Tabla 89 Resistencia a corte por cizalle en pilas con unidades adicionadas con puzolana, con relación agua-cemento en mortero de 1.075..... 180

Tabla 90 Resistencia a corte por cizalle en pilas con unidades típicas, con relación agua-cemento en mortero de 1.075..... 180



## Índice de figuras

Figura 1 Albañilería. ....	13
Figura 2 Albañilería armada. ....	14
Figura 3 Albañilería laminar.....	15
Figura 4 Albañilería confinada.....	16
Figura 5 Ladrillos de arcilla (izquierda), sílice-cal (centro) y de concreto (derecha).....	17
Figura 6 Bloques de concreto (izquierda), arcilla (centro) y sílice-cal (derecha).	18
Figura 7 Unidad de concreto. ....	20
Figura 8 Pilas de albañilería. ....	24
Figura 9 Ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas. ....	36
Figura 10 Falla ideal en pilas.....	37
Figura 11 Falla indeseable en pilas. ....	38
Figura 12 Pila desfasada para el ensayo de adherencia. ....	39
Figura 13 Ensayo de Fluidez.....	43
Figura 14 Cantera de material puzolánico – Raqchi. ....	67
Figura 15 Extracción de puzolana. ....	67
Figura 16 Almacenamiento y secado de puzolana en Cusco. ....	68
Figura 17 Triturador mecánico. ....	69
Figura 18 Vertido de puzolana. ....	70
Figura 19 Almacenamiento de puzolana triturada. ....	70
Figura 20 Vertido de puzolana triturada en serie de tamices. ....	71
Figura 21 Granulometría de puzolana triturada. ....	71
Figura 22 Extendido de puzolana.....	73
Figura 23 Alimentación de maquina extrusora (chizitos). ....	73
Figura 24 Alimentación de maquina extrusora (moldeado de ladrillos King Kong 18 huecos). ....	74
Figura 25 Almacenamiento de ladrillos.....	74
Figura 26 Apilado de unidades en dos niveles. ....	75
Figura 27 Apilado de unidades en 12 niveles. ....	75
Figura 28 Colocado de unidades al horno. ....	76
Figura 29 Transporte de ladrillos con puzolana. ....	76
Figura 30 Ensayo de variación dimensional. ....	78



Figura 31 Medición de alabeo en unidad de arcilla. .... 80

Figura 32 Secado al horno de unidades..... 82

Figura 33 Medida de cara de asiento para succión. .... 83

Figura 34 Ensayo de succión..... 83

Figura 35 Control de peso de unidades después de succión. .... 84

Figura 36 Colocado de unidades en el horno..... 85

Figura 37 Sumergido de unidades durante 24 horas..... 86

Figura 38 Peso de unidades luego de ser sumergidas 24 horas. .... 86

Figura 39 Compresión de unidad. .... 88

Figura 40 Tipo de falla de unidades. .... 88

Figura 41 Verificación de fallas en unidades. .... 88

Figura 42 Cuarteo de agregado fino. .... 90

Figura 43 Eliminación de 2 partes de cuarteo de agregado. .... 91

Figura 44 Tamizado de agregados. .... 92

Figura 45 Verificación de granulometría de agregados. .... 92

Figura 46 Nivelado de mesa de flujo..... 94

Figura 47 Preparación de mezcla de mortero para ensayo de fluidez..... 94

Figura 48 Mezcla de mortero compactado al retirar el molde..... 95

Figura 49 Mezcla de mortero después de 25 golpes de caída. .... 95

Figura 50 Medida de fluidez de mortero con vernier. .... 96

Figura 51 Sellado con parafina en moldes de mortero..... 97

Figura 52 Elaboración de mortero 1:4 (cemento: agregado)..... 98

Figura 53 Elaboración de dados mortero. .... 99

Figura 54 Desmoldado de especímenes cúbicos de mortero..... 99

Figura 55 Desmoldado de especímenes cúbicos de mortero..... 100

Figura 56 Rotura de dados de mortero. .... 100

Figura 57 Verificación de dosificación de cemento – agregado..... 110

Figura 58 Verificación de dimensiones de la pila de albañilería. .... 111

Figura 59 Almacenamiento y curado de pilas de albañilería. .... 111

Figura 60 Medición de pilas de albañilería. .... 112

Figura 61 Compresión de pilas de albañilería. .... 112

Figura 62 Falla de pilas de albañilería por fisuramiento. .... 112

Figura 63 Verificación de dosificación de agregado y agua en pilas desfasadas. 117

Figura 64 Falla de pilas de albañilería por fisuramiento. .... 118



Figura 65 Verificación de nivel de la pila. .... 118

Figura 66 Ensayo de adherencia por corte. .... 119

Figura 67 Rotura típica por corte en pilas. .... 119

Figura 68 Ensayo de adherencia por corte. .... 119

Figura 69 Cantidad de material puzolánico ..... 124

Figura 70 Molienda de material puzolánico. .... 126

Figura 71 Curva granulométrica de material puzolánico. .... 127

Figura 72 Cantidad de unidades puzolánicas elaboradas. .... 128

Figura 73 Dosificación de ladrillos puzolánicos. .... 128

Figura 74 Peso de unidades en diferentes estados. .... 128

Figura 75 Longitud promedio de unidades. .... 131

Figura 76 Ancho promedio de unidades. .... 131

Figura 77 Espesor promedio de unidades. .... 131

Figura 78 Comparación de variación dimensional (ladrillo tipo IV). .... 132

Figura 79 Concavidad y convexidad promedio de unidades. .... 134

Figura 80 Comparación de alabeo con Norma E.070. .... 134

Figura 81 Comparación de succión con valores permisibles de Norma E.070. 136

Figura 82 Absorción en unidades añadidas con puzolana. .... 138

Figura 83 Resistencia a compresión axial de ladrillos puzolánicos. .... 140

Figura 84 Curva granulométrica de agregados. .... 142

Figura 85 Datos de fluidez para mortero. .... 144

Figura 86 Resistencia a compresión dado tipo 1 (7 días). .... 147

Figura 87 Resistencia a compresión dado tipo 1 (14 días). .... 147

Figura 88 Resistencia a compresión dado tipo 1 (28 días). .... 147

Figura 89 Resistencia a compresión dado tipo 2 (7 días). .... 149

Figura 90 Resistencia a compresión dado tipo 2 (14 días). .... 149

Figura 91 Resistencia a compresión dado tipo 2 (28 días). .... 149

Figura 92 Resistencia a compresión dado tipo 3 (7 días). .... 151

Figura 93 Resistencia a compresión dado tipo 3 (14 días). .... 151

Figura 94 Resistencia a compresión dado tipo 3 (28 días). .... 151

Figura 95 Comparación de resistencia a compresión promedio dado tipo 1 (7,  
14 y 28 días). .... 152

Figura 96 Comparación de resistencia a compresión promedio dado tipo 2 (7,  
14 y 28 días). .... 152



Figura 97 Comparación de resistencia a compresión promedio dado tipo 3 (7, 14 y 28 días)..... 152

Figura 98 Resistencia a compresión de pilas tipo 1 (28 días). ..... 157

Figura 99 Resistencia a compresión de pilas tipo 2 (28 días). ..... 157

Figura 100 Resistencia a compresión de pilas tipo 3 (28 días). ..... 157

Figura 101 Resistencia a compresión de pilas típicas (28 días)..... 159

Figura 102 Comparación de resistencia a compresión de pilas (28 días)..... 159

Figura 103 Adherencia de pilas tipo 1 (28 días). ..... 164

Figura 104 Adherencia de pilas tipo 2 (28 días). ..... 164

Figura 105 Adherencia de pilas tipo 3 (28 días). ..... 164

Figura 106 Adherencia de pilas con ladrillos típicos (28 días). ..... 166

Figura 107 Succión de unidades comparado con Norma E.070..... 170

Figura 108 Absorción en unidades adicionadas con puzolana al 20% en peso.171

Figura 109 Comparación de compresión en los dos tipos de falla..... 172

Figura 110 Análisis granulométrico comparado con parámetros de Norma E.070. .... 173





## Capítulo 1 - Planteamiento del Problema

### 1.1. Identificación del problema

#### 1.1.1. Descripción del problema

En la zona alto andina las heladas se caracterizan por disminución intempestiva de la temperatura, debido al ingreso de masas de aire frío y seco a gran altitud que disminuye la nubosidad, el cual impide la concentración del calor y la regulación de la temperatura ambiental. Tania Ita, meteoróloga del Servicio Nacional de Meteorológica Hidrología (SENAMHI) señaló que las temperaturas mínimas durante la época de friaje podrían alcanzar los 20 grados bajo cero en las zonas alto andinas.

Debido a lo mencionado anteriormente se pretende complementar la tesis: Evaluación de la conductividad térmica, propiedades físico – mecánicas del ladrillo King Kong 18 huecos adicionado con puzolana de la cantera Raqchi en diferentes porcentajes, con respecto a un ladrillo tradicional, donde se estudió el ladrillo adicionado con puzolana a diferentes porcentajes y se realizaron diferentes ensayos a la unidad, dando resultados favorables en base a la conductividad térmica en las unidades, por lo tanto se evaluará la condición más favorable del ladrillo añadido con puzolana (20%) en pilas, para ver su comportamiento como albañilería a diferentes relaciones agua-cemento y ensayar la adherencia para una albañilería óptima debido a que es un parámetro crítico en la investigación y a su vez pueda ser empleado en la construcción de viviendas en zonas de extremo friaje e incluso incrementando la resistencia a la compresión del ladrillo.

#### 1.1.2. Formulación del problema

##### 1.1.2.1 Formulación del problema general

¿Cuál será la incidencia de la relación agua – cemento en el mortero, en las propiedades mecánicas de la albañilería con ladrillos King Kong 18 huecos adicionados con puzolana de la cantera Raqchi?



### 1.1.2.2 Formulación de los problemas específicos

#### Problema Especifico N°1

¿Cuál será la resistencia a la compresión del mortero con diferentes proporciones de agua – cemento?

#### Problema Especifico N°2

¿Cuál es la variación de la adherencia de mortero - unidad de albañilería mediante el ensayo de corte por cizalle, en diferentes proporciones de agua – cemento en el mortero?

#### Problema Especifico N°3

¿Cuál será la relación óptima agua – cemento en el mortero en pilas de ladrillos King Kong 18 huecos adicionados con puzolana de la cantera Raqchi?

#### Problema Especifico N°4

¿Cuál será la resistencia a la compresión axial de pilas de ladrillo King Kong de 18 huecos; adicionadas con puzolana de la cantera Raqchi, en distintas proporciones de agua - cemento en el mortero?

### 1.2. Justificación e importancia de la investigación

El presente trabajo investigativo brindará nuevas técnicas del empleo de ladrillo, reemplazando parte de su composición con puzolana extraída de la cantera de Raqchi, ya que esto incrementa algunas propiedades mecánicas del ladrillo como la resistencia a la compresión, esta alternativa brinda también aislamiento térmico, parámetros estudiados en la tesis de referencia, por lo cual su empleo en zonas frías es el adecuado debido a estudios anteriores.

Se justifica la investigación ya que un ladrillo de estas características empleadas en muros (albañilería) tiende a tener mayor durabilidad. Según los objetivos de ésta investigación se determinarán los parámetros exactos de incremento de resistencia del ladrillo como mampostería mediante ensayos de compresión en pilas variando la relación agua-cemento en el mortero y también demostrar la adherencia mortero – unidad de albañilería.



Se cuenta con la accesibilidad de recursos materiales, como la cantera de Raqchi, así como los equipos necesarios para desarrollar esta investigación, así como el asesoramiento adecuado.

### **1.2.1. Justificación técnica**

Las excesivas temperaturas frías en la zona alto andina del Perú y la necesidad del confort en dichas viviendas condujeron a la necesidad de elaborar un material con propiedades de aislamiento térmico, en este caso, ladrillos añadidos con puzolana, estudiados en una investigación anterior denominada: Evaluación de la conductividad térmica, propiedades físico - mecánicas del ladrillo king-kong 18 huecos adicionado con puzolana de la cantera Raqchi en diferentes porcentajes, con respecto a un ladrillo tradicional, tomando como referencia esta investigación del ladrillo (como unidad), nuestro trabajo complementario será el de verificar su comportamiento estructural en muros de albañilería, verificando sus propiedades mecánicas como albañilería (unidad y mortero), la unidad de albañilería presenta un incremento en succión lo cual debilita el mortero, por tal motivo se opta por modificar este parámetro.

Para verificar el comportamiento de la albañilería se realizará ensayos que midan los parámetros mecánicos como la resistencia a la compresión axial en pilas y la adherencia unidad-mortero, modificando la relación en pesos del agua y cemento en el mortero. La presente tesis pertenece a la rama de Construcciones y Estructuras en la Ingeniería Civil.

### **1.2.2. Justificación social**

El fin de esta investigación es aportar conocimiento sobre temas nuevos a la Universidad Andina del Cusco, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Así mismo brindar una nueva alternativa de construcción a la población de Cusco u otras zonas donde se requiera de un ladrillo más resistente y de mayor confort térmico, como se refiere en investigaciones anteriores. Así mismo al elaborar un nuevo ladrillo en cantidades masivas brindará oportunidad laboral a varias personas.



### 1.2.3. Justificación por vialidad

Para el tema investigativo se evaluaron previamente diferentes aspectos los cuales son:

- Los equipos de laboratorio a los cuales recurrimos se encontraron disponibles en el laboratorio de suelos y asfaltos de la Universidad Andina del Cusco, siendo, Prensa Hidráulica de compresión axial de pilas y de cubos de mortero, aparato de fluidez, serie de tamices, etc.
- En cuanto a la recopilación de información hemos tomado referencia primordialmente a la Norma Técnica E.070 Albañilería y Normas Técnicas Peruanas referidas a al mortero, ladrillo, ensayo de compresión, etc.
- Para el ensayo de esfuerzo de adherencia por corte nos basamos en la norma mexicana (NMX) referida a ensayo por corte.
- Tenemos como referencia temas de investigación de compañeros anteriores lo cual facilita algunos procesos de laboratorio.

### 1.2.4. Justificación por relevancia

Brindar una nueva alternativa de construcción con ladrillos más resistentes y con mejor coeficiente térmico, como se comprobó en una investigación anterior, será de gran utilidad para zonas donde es necesario satisfacer necesidades de seguridad y de confort de los usuarios, mejorando así la calidad de vida de la población que haga el empleo de estas unidades en la elaboración de albañilería.

## 1.3. Limitaciones de la investigación

### 1.3.1. Limitaciones geográficas

Esta investigación fue realizada bajo las siguientes limitantes de ubicación:

- Cantera de puzolana Acco Pata Raqchi
- Cantera de arena gruesa: Cunyac - Huacarpay
- Ladrillera Latesan San Jerónimo
- Cantera de arena gruesa: Cunyac - Huacarpay
- Equipos de ensayo: Universidad Andina del Cusco



### **1.3.2. Limitaciones de la albañilería**

#### **1.3.2.1 Unidad**

- Se empleará para la elaboración de las pilas, ladrillos tipo King Kong 18 huecos de 9cm x 14cm x 24cm.
- Se realizará la elaboración de los ladrillos tipo King Kong 18 huecos añadidos en puzolana en un 20%
- La puzolana añadida al ladrillo King Kong será procedente de la cantera Acco Pata Raqchi.
- Se limita a la elaboración de unidades de albañilería que provengan de la ladrillera Latesan, San Jerónimo, Cusco.
- Se limita a la aceptación de unidades de albañilería que cumplan con lo estipulado en la Norma Técnica E.070 – Albañilería.
- Se limita al uso de puzolana triturada que pase por la malla N° 4.

#### **1.3.2.2. Mortero**

- Se limita al uso del Cemento Portland tipo IP para la elaboración del mortero.
- Únicamente se utilizará agua potable de la red pública de la ciudad del Cusco
- Se limita al empleo de una mezcla de arena gruesa en un 50% de la cantera Cunyac y 50% de arena gruesa de la cantera Huacarpay.
- Se limita al empleo del mortero tipo P2 – muros portantes, según la tabla 4 de la Norma Técnica E.070 – albañilería, que indica una relación 1:4 (cemento : arena gruesa)
- Se limitará al uso de relaciones A/C: 1.025, 1.050 y 1.075, ya que según la NTP 334.051 se indica que la fluidez debe fluctuar entre el valor de  $110 \pm 5\%$ .

#### **1.3.2.3. Elaboración y curado de pilas**

- Se empleará mano de obra calificada para el asentado de ladrillos.
- En esta investigación se realizará el curado constante de pilas de albañilería (3 veces al día cada 8 horas).



- Esta investigación presenta únicamente un espesor de junta del mortero de 1.5 cm.
- Las pilas elaboradas responden al criterio de muros portantes.

#### **1.4. Objetivo de la investigación**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la incidencia de la relación agua – cemento en el mortero, en las propiedades mecánicas de la albañilería con ladrillos King Kong 18 huecos añadidos con puzolana de la cantera Raqchi.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

###### **Objetivo Especifico N°1**

Determinar la resistencia a la compresión del mortero con diferentes proporciones de agua – cemento.

###### **Objetivo Especifico N°2**

Determinar la variación de la adherencia de mortero – unidad de albañilería mediante el ensayo de corte por cizalle, en diferentes proporciones de agua – cemento en el mortero.

###### **Objetivo Especifico N°3**

Determinar la relación óptima agua - cemento de mortero utilizado en pilas de ladrillos King Kong 18 huecos adicionados con puzolana de la cantera Raqchi.

###### **Objetivo Especifico N°4**

Determinar la resistencia a la compresión axial de pilas de ladrillo King Kong de 18 huecos; adicionado con puzolana de la cantera Raqchi, en distintas proporciones de agua - cemento en el mortero.



## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis general**

Al variar la relación agua - cemento del mortero en la elaboración de pilas con ladrillos añadidos con puzolana mejorará las propiedades de resistencia a la compresión y adherencia.

### **1.5.2. Sub hipótesis**

#### **Hipótesis Especifico N°1**

Al incrementar la relación de agua – cemento en el mortero, su resistencia a la compresión disminuirá en un 10%.

#### **Hipótesis Especifico N°2**

A mayor relación agua - cemento en el mortero, se incrementara la adherencia mortero – unidad de albañilería mediante el ensayo de corte por cizalle, con ladrillos King Kong 18 huecos; adicionado con puzolana de la cantera Raqchi.

#### **Hipótesis Especifico N°3**

La relación óptima de agua - cemento en el mortero para la fabricación de pilas de ladrillo King Kong 18 huecos añadido con puzolana de la cantera Raqchi será el valor máximo de A/C estudiado.

#### **Hipótesis Especifico N°4**

A mayor relación agua - cemento en el mortero, se incrementara significativamente la resistencia a la compresión axial de pilas de ladrillo King Kong 18 huecos; adicionado con puzolana de la cantera Raqchi.

## **1.6. Definición de variables**

### **1.6.1. Variables independientes**

- Relación agua – cemento; es el cociente del peso del agua con respecto al peso del cemento, factor importante en la determinación de la trabajabilidad y fluidez del mortero.



#### 1.6.1.1. Indicadores de variables independientes

- Peso del agua [gr.]
- Peso del cemento [gr.]

#### 1.6.2. Variables dependientes

- Resistencia a la compresión del mortero; obtenido al dividir la carga de rotura entre el área neta de la sección de apoyo del mortero.
- Resistencia a la compresión de pilas; obtenido al dividir la carga de rotura entre el área bruta de la sección transversal de la pila de albañilería, este parámetro es luego afectado por el factor de corrección por esbeltez según la Norma E.070.
- Adherencia; obtenido al dividir la carga de esfuerzo de adherencia entre la suma de las áreas de contacto mortero - unidad.
- Fluidez; obtenido al dividir la diferencia del diámetro final y el diámetro inicial entre en el diámetro inicial del mortero en el ensayo de consistencia. Indica la capacidad de la mezcla de discurrir, fluir o ser trabajable.

#### 1.6.2.1. Indicadores de variables dependientes

- Esfuerzo de compresión del mortero [kg/cm<sup>2</sup>]
- Esfuerzo de compresión en pilas [kg/cm<sup>2</sup>]
- Esfuerzo cortante por cizalle [kg/cm<sup>2</sup>]
- Ensayo de consistencia [%]

1.6.3. Cuadro de operacionalización de variables

Tabla 1 Cuadro de operacionalización de variables.

Incidencia de la relación agua - cemento del mortero, en las propiedades mecánicas en pilas de ladrillos King Kong 18 huecos adicionados con puzolana de la cantera Raqchi, Cusco 2017			
Variable	Descripción	Nivel	Instrumentos
Variable independiente			
Relación agua - cemento	Es el cociente del peso del agua con respecto al peso del cemento, factor importante en la determinación de la trabajabilidad del mortero y fluidez.	Relación agua cemento 1.025	Guía de observación de laboratorio.
		Relación agua cemento 1.050	Ficha de recolección.
		Relación agua cemento 1.075	Hojas de cálculo.
Variables dependientes			
Resistencia a la compresión de mortero	Obtenido al dividir la carga de rotura entre el área neta de la sección de apoyo del mortero.	Resistencia a la compresión del mortero a los 7 días.	NTP 399.607.
		Resistencia a la compresión del mortero a los 14 días.	NTP 399.610.
			Fichas de recolección.
Resistencia a la compresión del mortero a los 28 días.	Resistencia a la compresión del mortero a los 28 días.	Hojas de cálculo.	
		Norma Técnica E 070.	
Resistencia a la compresión de pilas	Obtenido al dividir la carga de rotura entre el área bruta de la sección transversal de la pila de albañilería, este parámetro es luego afectado por el factor de corrección por esbeltez según la Norma E.070.	Resistencia a la compresión de pilas de ladrillos a los 28 días.	Norma Técnica E 070.
			NTP 399.605-2003.
			ASTM C1314-00a.
			Hojas de Cálculo.
Adherencia	Obtenido al dividir la carga de esfuerzo de adherencia entre la suma de las áreas de contacto mortero - unidad.	Resistencia cortante por cizalle en las pilas a los 28 días.	NMX-C-082
			Hojas de Cálculo.
			Ficha de recolección.
Fluidez	Obtenido al dividir la diferencia del diámetro final y el diámetro inicial entre en el diámetro inicial. Indica la capacidad de la mezcla de discurrir, fluir o ser trabajable.	Relación agua cemento 1.025	NTP 334.057:2011.
		Relación agua cemento 1.050	Hojas de Cálculo.
		Relación agua cemento 1.075	Ficha de recolección.



## Capítulo 2 - Marco teórico

### 2.1. Antecedentes de la tesis

#### 2.1.1. Antecedentes a nivel nacional

- El 2017, en la ciudad del Cusco, Perú, los autores: Ronald Camino Quispe y Richard Camino Quispe, presentaron en la Universidad Andina del Cusco la investigación denominada: **Evaluación de la conductividad térmica, propiedades físico - mecánicas del ladrillo King-Kong 18 huecos adicionado con puzolana de la cantera Raqchi en diferentes porcentajes, con respecto a un ladrillo tradicional**. Donde se incorpora puzolana dentro del ladrillo, observando las propiedades físicas y mecánicas que este ladrillo posee como unidad, tales como: conductividad térmica, succión, absorción, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción.

Obteniéndose un resultado favorable de resistencia a la compresión al agregar 20% de puzolana global en los ladrillos, pero a su vez, incrementa su succión.

- El 2008, en la ciudad de Lima, Perú, el autor: Álvaro Artidoro Morante Portocarrero, presento a la Pontificia Universidad Católica la investigación denominada: **Mejora de la adherencia mortero – ladrillo de concreto**. En el cual se mejora la resistencia a fuerza cortante de la albañilería hecha con ladrillos de concreto, donde se trata de incrementar la adherencia entre el mortero y los ladrillos, tomando en consideración como patrón a la técnica especificada por la empresa donde se fabricaron los ladrillos.

Se empleó tres técnicas de construcción; la primera técnica (Técnica A - Patrón) se utilizó una mezcla volumétrica de 1:4 (cemento – arena), la segunda técnica (Técnica B) se empleó la misma dosificación que la técnica A pero esta vez se hizo el curado con una brocha de las juntas de mortero durante 3 días, la tercera técnica (Técnica C) se usó un mortero de volumétrica 1: ½: 4 (cemento – cal - arena).



### 2.1.2. Antecedentes a nivel internacional

- El 2004, en la ciudad de Concepción, Chile, el autor: Alejandro Mella Stapping, presento en la Universidad del Bío-Bío la investigación denominada: **Estudio, caracterización y evaluación de puzolanas locales en la masa cerámica del ladrillo**. Se logra llevar a cabo la incorporación de puzolana a la masa cerámica del ladrillo, analizándose el comportamiento de las muestras de ladrillo mediante mediciones de: Densidad, absorción, conductividad térmica y resistencia a la compresión.

Los resultados obtenidos en esta experiencia fueron bastante alentadores, La incorporación de puzolana a la masa cerámica en porcentaje superior al 10% mejora significativamente la conductividad térmica, pero compromete la absorción y la resistencia mecánica del ladrillo

- El 2011, en la ciudad de Xalapa, Veracruz, el autor: Uriel Hernández Jaén presento en la Universidad Veracruzana la investigación denominada: **Comportamiento mecánico y físico del mortero a base de CBCA como árido en aplanados en muros**. Donde se añade ceniza de bagazo de caña de azúcar al mortero, para medir su comportamiento mecánico y físico, donde se comprobó que al incrementar CBCA en el mortero, reducía su resistencia a la compresión, se añadían huecos en su estructura lo cual convertía al mortero más vulnerable a la ruptura por compresión.

## 2.2. Aspectos teóricos pertinentes

### 2.2.1. Albañilería

La albañilería se define como un conjunto de unidades trabadas o adheridas entre sí con algún material, como el mortero de barro o de cemento. Las unidades pueden ser naturales (piedras) o artificiales (adobe, tapias, ladrillos, bloques). Este sistema fue creado por el hombre a fin de satisfacer sus necesidades, principalmente de vivienda. (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2011)



Figura 1 Albañilería.

Fuente: Imagen de albañilería. Recuperado de <http://acabadosae.com/albanileria.html>

### 2.2.1.1. Clasificación de albañilería por la función estructural

#### A. Muros portantes

Son los que se emplean como elementos estructurales de un edificio. Estos muros están sujetos a todo tipo de sollicitación, tanto contenida en su plano como perpendicular al mismo, tanto vertical como lateral, así como permanente o eventual. (San Bartolomé et al., 2011)

Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical. (Norma Técnica E.070 albañilería)

#### B. Muros no portantes

Son los que no reciben carga vertical, son por ejemplo los cercos, parapetos y tabiques. Estos muros deben diseñarse básicamente para cargas perpendiculares a su plano, originados por el viento, sismos u otras cargas de empuje. No se diseña para acciones sísmicas coplanares porque su masa es pequeña y genera fuerzas de inercia mínimas en comparación con su resistencia a fuerza cortante. (San Bartolomé et al., 2011)

Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos. (Norma Técnica E.070 albañilería)

### 2.2.1.2. Clasificación de albañilería por la distribución del refuerzo

#### A. Muro de albañilería armada

Albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos. A los muros de Albañilería. (Norma Técnica E.070 albañilería)

Estos muros requieren de la fabricación de unidades con alvéolos donde se pueda colocar el refuerzo vertical; en tanto que dependiendo del diámetro del refuerzo horizontal, este se coloca en los canales de la unidad (cuando el diámetro es mayor de  $\frac{1}{4}$ "), o en la junta horizontal (cuando el diámetro es menor o igual a  $\frac{1}{4}$ "). El diámetro del refuerzo horizontal depende de la magnitud de la fuerza cortante que tiene que ser soportada íntegramente por el acero. (San Bartolomé et al., 2011)



Figura 2 Albañilería armada.

Fuente: Comentarios de Norma E.070

### B. Muro de albañilería de junta seca

La albañilería de junta seca es muy parecida a la albañilería armada, la diferencia en este caso es que en las juntas horizontales y verticales no se utiliza mortero, excepto en la base del muro, donde se requiere aplicar una capa de mortero horizontal con la finalidad de corregir las irregularidades que presenta la cimentación o la losa de techo. (San Bartolomé et al., 2011)

### C. Muro laminar

Este muro está constituido por una placa delgada de concreto (dependiendo si el espesor es de 1 a 4 pulgadas, se usa grout o concreto líquido) reforzado con una malla de acero central, y por dos muros de albañilería simple que sirven como encofrados de la placa. (San Bartolomé et al., 2011)

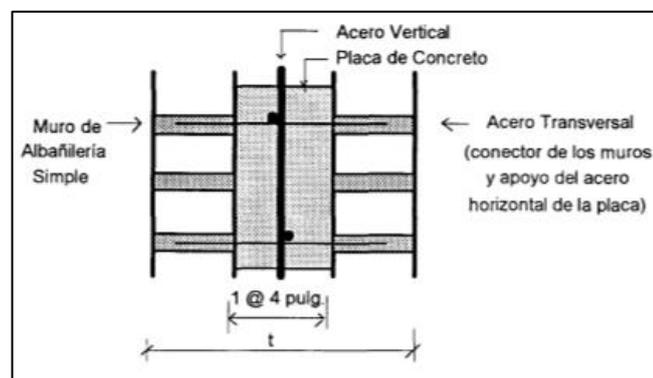


Figura 3 Albañilería laminar.

Fuente: San Bartolomé, 2011

Debido a la adherencia que se genera entre el concreto y los muros de albañilería así como por el refuerzo transversal (en forma de Z) que se emplea para conectar los dos muros y como apoyo del refuerzo horizontal, se logra la integración de todo sistema. (San Bartolomé et al., 2011)

### D. Muro de albañilería confinada

Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel. (Norma Técnica E.070 albañilería).



Figura 4 Albañilería confinada.

Fuente: Comentarios de Norma E. 070

La albañilería confinada se define como aquella que se encuentra íntegramente bordeada por elementos de concreto armado (exceptuando la cimentación que puede ser de concreto ciclópeo), vaciado después de haberse construido el muro de albañilería y con una distancia entre columnas que no supere en más de 2 veces la altura del piso. (San Bartolomé et al., 2011)

Es importante seguir la secuencia constructiva indicada para que los confinamientos se adhirieran a la albañilería y formen un conjunto que actúe de manera integral. Cuando se construye primero las columnas y después la albañilería, ante los sismos la albañilería se separa de las columnas, como si existiese una junta vertical entre ambos materiales, quedando los muros sin arriostres verticales en sus bordes y ante las acciones sísmicas perpendiculares al plano de los muros, terminan volcándose. (San Bartolomé et al., 2011)

### 2.2.2. Unidades de albañilería

La unidad de albañilería es el componente básico para la construcción de la albañilería. Se elabora de materias primas diversas: la arcilla, el concreto de Cemento Portland y la mezcla de sílice y cal son las principales. Se forma

mediante el moldeo, empleado en combinación con diferentes métodos de compactación o por extrusión. Finalmente, se produce en condiciones extremadamente disimiles: en sofisticadas fábricas, bajo estricto control industrial. O en precarias canchas, muchas veces provisionales, incluso al pie de la obra en la que será utilizada, mediante procedimientos rudimentarios y sin ningún control de calidad. No debe extrañar, entonces que las formas, tipos, dimensiones y pesos sean de variedad prácticamente ilimitada, y que la calidad de las unidades (medida por el valor y por el coeficiente de variación de sus propiedades significativas) cubra todo el rango, desde pésimo hasta excelente. (Gallegos, Casabonne, 2005)

### 2.2.2.1. Clasificación por sus dimensiones

De acuerdo a las dimensiones o por su tamaño, las unidades se clasifican en ladrillos y bloques. Se les llama ladrillos cuando pueden ser manipulados y asentados con una mano; y bloques, cuando por su peso y mayores dimensiones se deben emplear ambas manos. Los ladrillos se usan en la construcción de albañilería confinada y sus dimensiones comunes son: ancho = 11 a 14 cm, largo = 23 a 29 cm, altura = 6 a 9 cm, y su peso oscila entre 3 y 6 kg. Los bloques se utilizan en las edificaciones de albañilería armada y para el caso de los bloques de concreto vibrado, las dimensiones comunes son: 14 o 19 cm de espesor, 19 o 39 cm de longitud y 19 cm de altura, aunque comercialmente se les añade 1 cm de junta para identificarlos (por ejemplo, bloque con dimensiones nominales 20x20x40 cm). El peso de estos bloques puede variar entre 12 y 20 kg. (San Bartolomé et al., 2011)



Figura 5 Ladrillos de arcilla (izquierda), sílice-cal (centro) y de concreto (derecha).

Fuente: Comentarios de Norma E. 070



Figura 6 Bloques de concreto (izquierda), arcilla (centro) y sílice-cal (derecha).

Fuente: Comentarios de Norma E. 070

### 2.2.2.2. Clasificación por su materia prima y fabricación

#### A. Unidades de arcilla

##### A.1. Materia prima

Las arcillas empleadas como materia prima para la fabricación de los ladrillos se clasifican en: calcáreas y no calcáreas. Las primeras contienen un 15% de carbonato de calcio, que da lugar a unidades de color amarillento; en las segundas, predomina el silicato de aluminio con un 5% de óxido de hierro que le proporciona un tono rojizo. Las mejores arcillas tienen arena y limo; es necesario que contengan arena para reducir los efectos de contracción por secado de la arcilla, que podría generar fisuras en los ladrillos. (San Bartolomé et al., 2011)

##### A.2. Fabricación

###### Extracción

La extracción del material en la cantera se hace con picos, lampas y carretillas (proceso artesanal); o usando palas mecánicas (proceso industrial). Posteriormente, se tamiza el material empleando mallas metálicas, para de este modo eliminar las piedras y otras materias extrañas. (San Bartolomé et al., 2011)

###### Molienda

La molienda de la materia prima puede ser apisonándola (proceso artesanal) o con molinos (proceso industrial). (San Bartolomé et al., 2011)

**Mezclado**

El mezclado de la materia prima con agua y arena se realiza dejando dormir la tierra durante un día, o empleando maquinas dosificadoras al peso y amasadoras. (San Bartolomé et al., 2011)

**Moldeado**

El moldeado se efectúa artesanalmente echando con fuerza la mezcla sobre moldes de madera, semi-industrial con prensas manuales o industrialmente con prensas hidráulicas que aplican más de 500ton de carga, o con extrusoras; en este último caso, la masa plástica es obligada a pasar por una boquilla con la sección transversal del producto terminado, que luego es recortado con una sierra eléctrica. (San Bartolomé et al., 2011)

**Secado**

El proceso de secado se realiza artesanalmente colocando las unidades de un tendal, o industrialmente introduciéndolas en un horno con temperatura regulable que va desde la del medio ambiente hasta los 200°C, para volver a la temperatura ambiental. (San Bartolomé et al., 2011)

**Quemado**

El quemado se efectúa en hornos abiertos con quemadores de leña o petróleo (colocados en la base). Esto da lugar a diferencias más del 100% entre la resistencia de las unidades ubicadas en la parte baja y alta del horno. También hay hornos tipo túnel con quemadores de petróleo o de carbón molido, con cámaras de temperatura regulables desde la del medio ambiente hasta 1200°C. Este proceso dura entre 3 y 5 días. (San Bartolomé et al., 2011)

**B. Unidades de concreto**

El concreto de estas unidades, sean bloques o ladrillos de fabricación artesanal o industrial, es una mezcla de cemento, arena y confitillo (piedra chancada de ¼”). Dependiendo de la dosificación, es posible lograr distintas resistencias a la compresión, lo cual permite obtener unidades poco resistentes para edificios bajos; y unidades más resistentes, para edificios altos. La consistencia de la mezcla debe ser seca (revenimiento del orden de 1 pulgada), para desmoldar

inmediatamente las unidades sin que se desmoronen. (San Bartolomé et al., 2011)



Figura 7 Unidad de concreto.

Fuente: Comentarios de Norma E.070

Estas unidades tienen un tono gris verdoso, aunque este puede variarse agregando pigmentos. Su textura usual es gruesa, con poros abiertos. Su peso puede aligerarse usando agregado ligero (piedra pómez o bolillas de tecnopor). En Perú se fabrican bloques de concreto vibrado del tipo caravista. (San Bartolomé et al., 2011)

### **C. Unidades sílico-calcáreas**

La materia prima consiste de un 10% de cal hidratada normalizada y un 90% de arena (con un 75% de sílice), lo que da lugar a unidades de color blanco grisáceo, aunque puede añadirse pigmentos que le cambien el color. Las ventajas de estas unidades sobre las arcillas es que sus dimensiones entre el estado crudo y el estado terminado prácticamente no varían. Así mismo, por el proceso mecanizado de su fabricación, tiene muy poca variación en su resistencia a compresión. (San Bartolomé et al., 2011)

### **D. Unidades de sillar**

El sillar es una roca volcánica, tallada en forma de bloques de 20 cm x 30 cm x 55 cm. Fue de gran uso en Arequipa para edificar viviendas y monumentos históricos. Actualmente, se encuentra en desuso por el alto costo que significa

su talla y transporte desde las canteras; más bien es empleado decorativamente en forma de lajas para pisos y enchapes de muros. (San Bartolomé et al., 2011)

### 2.2.2.3. Clasificación para fines estructurales

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

Tabla 2 Clasificación de ladrillos para fines estructurales.

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máxima en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f'_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

Fuente: Norma E.070 Albañilería

### 2.2.3. Propiedades de las unidades de albañilería

Las propiedades principales de las unidades de albañilería deben entenderse en su relación con el producto terminado, que es la albañilería. En ese contexto, las principales propiedades relacionadas con la resistencia estructural.

#### A. Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión es, por sí sola, la principal propiedad de la unidad de albañilería. Los valores altos de la resistencia a la compresión señalan buena calidad para todos los fines estructurales y de exposición. Los



valores bajos, en cambio, son muestra de unidades que producirán albañilería poco resistente y poco durable. Lamentablemente, esta propiedad es difícil de medir adecuadamente. De un lado, la gran variedad de formas y dimensiones de las unidades, principalmente de sus alturas, impide relacionar el resultado del ensayo de compresión con la verdadera resistencia de la masa componente. Esto se debe a los efectos de la forma y de la esbeltez en el valor medido y a la restricción, ocasionada por los cabezales de la máquina de compresión, que modifica el estado de esfuerzos en la unidad. (Gallegos, Casabonne, 2005).

#### **B. Resistencia a la tracción**

En un muro sometido a compresión, la falla ocurre por tracción transversal de la unidad de albañilería, mientras ella se encuentra en una situación de cargas triaxiales. Esto demuestra la importancia del conocimiento de esta propiedad. Lamentablemente, su medición solamente puede hacerse, para obtener resultados significativos, en testigos razonablemente macizos. Dos ensayos son usuales: el ensayo de tracción indirecta y el ensayo de tracción por flexión o de módulo de ruptura. (Gallegos, Casabonne, 2005).

#### **C. Variabilidad dimensional**

La variabilidad dimensional define la altura de las hiladas, ya que se manifiesta con mayores variaciones, en la necesidad de aumentar el espesor de la junta de mortero por encima de lo estrictamente necesario por adhesión, que es de 9 a 12 mm, conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión. (Gallegos, Casabonne, 2005).

#### **D. Alabeos**

El efecto es semejante al de la variación de dimensiones. (Gallegos, Casabonne, 2005)

#### **E. Succión**

La succión es la medida de la avidez de agua de la unidad de albañilería en la cara de asiento y es una de las características fundamentales para definir la

relación mortero-unidad en la interface de contacto, y, por lo tanto, la resistencia a tracción de la albañilería. (Gallegos, Casabonne, 2005).

#### **2.2.4. Prismas de albañilería simple**

En las edificaciones de concreto armado se deben fabricar probetas estándar que se ensayan a compresión para verificar la calidad del concreto específico en los planos de estructuras (resistencia a compresión  $f'c$ ). De modo similar, en la Norma E.070 se exige, dependiendo de la magnitud de la obra, la elaboración de pequeños prismas de albañilería simple los muros reales. Los ensayos en pilas y muretes permiten determinar:

- Las resistencias características a la compresión ( $f'm$ ) y al corte ( $v'm$ ) de la albañilería, para verificar los valores de diseño especificados en los planos de estructuras; estos parámetros permiten predecir los niveles de resistencia de un muro real. Los módulos de elasticidad ( $E'm$ ) y de corte ( $G'm$ ), utilizados en el análisis estructural.
- Las formas de falla, con las cuales es posible predecir la manera como fallarán los muros reales ante los terremotos. La calidad de la albañilería y de la mano de obra, medida a través de la dispersión de resultados de los ensayos realizados.

Estos prismas deben ser especímenes pequeños, fáciles de almacenar y transportar desde la obra hacia un laboratorio, así como de manipular para montarlos en el equipo de ensayo. Las pilas presentan una esbeltez (altura/espesor) comprendida entre 2 a 5. (San Bartolomé et al., 2011)



Figura 8 Pilas de albañilería.

Fuente: Comentarios de la Norma E.070

Los prismas tendrán un refrentado de cemento-yeso con un espesor que permita corregir la irregularidad superficial de la albañilería. Los prismas serán almacenados a una temperatura no menor de 10°C durante 28 días. Los prismas podrán ensayarse a menor edad que la nominal de 28 días pero no menor de 14 días; en este caso, la resistencia característica se obtendrá incrementándola por los factores mostrados en la siguiente tabla. (Norma Técnica E.070 albañilería).

Tabla 3 Tabla de incremento por edad de pilas y muretes.

<b>INCREMENTO DE <math>f'm</math> Y <math>v'm</math> POR EDAD</b>			
<b>Edad</b>		<b>14 días</b>	<b>21 días</b>
Muretes	Ladrillos de arcilla	1.15	1.05
	Bloques de concreto	1.25	1.05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1.10	1.00

Fuente: Comentarios de la Norma E.070

#### **A. Refrentado (capping) en pilas**

En las zonas donde el prisma vaya a estar en contacto con los cabezales metálicos del equipo de ensayo, se aplica un refrentado (capping) blando de yeso-cemento de unos 3 mm de grosor, con la finalidad de corregir las irregularidades que presente la albañilería. Incluso, si el murete no es completamente cuadrado, puede lograrse la forma cuadrada mediante el capping.



### 2.2.5. Arcilla

Las arcillas se definen de dos maneras:

- Por su composición mineralógica: Son silicatos aluminicos hidratados (minerales secundarios) que provienen del intemperismo químico de silicatos como feldspatos, piroxenos y anfíboles. También existen arcillas de origen hidrotermal que provienen generalmente de la transformación de rocas magmáticas, ácidas e intrusivas, y están frecuentemente asociadas a filones y otros tipos de estructuras mineralizadas. (Mella, 2004).
- Por su granulometría: Están compuestas por fragmentos naturales más finos (< 2 micras o 1/256 mm). En la naturaleza encontramos generalmente a las arcillas mezcladas con otros materiales como limos, arenas (con alto contenido de cuarzo), humedad y material orgánico. Este conjunto de materiales se denomina material arcilloso. El tamaño de los granos es muy irregular, desde partículas menores de 0,002 mm, que son principalmente minerales de arcilla, vía las fracciones limosas (0,002 – 0,06 mm) y arenosas (0,06 – 2,0 mm). La arcilla común tiene con frecuencia compuestos de hierro, y por tanto colores marrón-amarillentos a marrones, y carbonatos. (Mella, 2004).

Las arcillas comunes son los materiales arcillosos de más amplia distribución en el mundo pues se encuentran mezclados con otros materiales. La arcilla común se presenta poco consolidada, constituida generalmente por partículas de tamaño inferior a 1/256 mm (4 micras). (Mella, 2004).

Las arcillas comunes consisten mayormente en mixturas de diferentes minerales arcillosos, generalmente illita y esméctica, y otros minerales. Debido al alto contenido de fundentes (álcalis, compuesto de hierro, cal), empiezan a fundirse (sinterizar) a temperaturas de 950° a 1.200 °C. Las arcillas comunes no son tan plásticas como las esmécticas, arcillas caoliníticas u otras. (Mella, 2004).



## A. Propiedades de las arcillas

Las importantes aplicaciones industriales de este grupo de minerales radican en sus propiedades fisicoquímicas. Dichas propiedades derivan, principalmente, de:

- Su extremadamente pequeño tamaño de partícula (inferior a 0.002mm).
- Su morfología laminar (filosilicatos).
- Las sustituciones isomórficas que originan la aparición de carga en las láminas y presencia de cationes ligados en el espacio interlaminar.

### A.1. Plasticidad

La arcilla en polvo se torna plástica a medida que se le añade agua, pasando por un máximo, y luego disminuye su plasticidad al formarse una suspensión que separa demasiado las laminillas de su estructura cristalina. El que la arcilla sea más o menos plástica, depende de qué tipo de arcilla se trate. Las arcillas son eminentemente plásticas. Esta propiedad se debe a que el agua forma una envuelta sobre las partículas laminares produciendo un efecto lubricante que facilita el deslizamiento de unas partículas sobre otras cuando se ejerce un esfuerzo sobre ellas.

La elevada plasticidad de las arcillas es consecuencia, nuevamente, de su morfología laminar, tamaño de partícula extremadamente pequeño (elevada área superficial) y a la alta capacidad de hinchamiento. Generalmente, esta plasticidad puede ser cuantificada mediante la determinación de los índices de Atteberg (Limite Líquido, Limite Plástico y Límite de Retracción).

Estos límites marcan una separación arbitraria entre los cuatro estados o modos de comportamiento de un suelo sólido, semisólido, plástico y semilíquido o viscoso. La relación existente entre el límite líquido y el índice de plasticidad ofrece una gran información sobre la composición granulométrica, comportamiento, naturaleza y calidad de la arcilla.

Existe una gran variación entre los límites de Atteberg de diferentes minerales de la arcilla e incluso para el mismo mineral arcilloso, en función del catión de



cambio. En gran parte, esta variación se debe a la diferencia en el tamaño de partícula y al grado de perfección del cristal. En general, cuanto más pequeñas son las partículas y más imperfecta su estructura, más plástico es el material.

### **A.2. Cohesión interna**

Cuando la fuerza normal entre dos partículas se anula y puede medirse aún una resistencia al deslizamiento, se dice que existe una cohesión. Las arcillas son laminillas cargadas eléctricamente y que por ello atraen partículas de agua para neutralizar su carga eléctrica natural. La cohesión interna se debe a la acción de los geles coloidales que hacen el papel de adhesivos, determinando la aparición de fuerzas de atracción entre las partículas o micelas de arcilla.

### **A.3. Capacidad de absorción**

Algunas arcilla encuentran su principal campo de aplicación en el sector de absorbentes ya que pueden absorber agua u otras moléculas en el espacio interlaminar o en los canales estructurales.

La capacidad de absorción está directamente relacionada con las características texturales (superficie específica y porosidad) y se puede hablar de dos tipos de procesos que difícilmente se dan en forma aislada: absorción (cuando se trata fundamentalmente de procesos físicos como la retención por capilaridad) y adsorción (cuando existe una interacción de tipo químico entre el adsorbente, en este caso la arcilla, y el líquido o gas adsorbido, denominado adsorbato).

La capacidad de adsorción se expresa en porcentaje de adsorbato con respecto a la masa y depende, para una misma arcilla, de la sustancia de que se trate. La absorción de agua de arcillas absorbentes es mayor del 100% con respecto al peso.

### **2.2.6. Puzolana**

El código ASTM (1992), en la definición 618-78, define: las puzolanas son materiales silíceos o aluminosilíceos quienes por sí solos poseen poco o



ningún valor cementante, pero cuando se han dividido finamente y están en presencia de agua reaccionan químicamente con el hidróxido de calcio a temperatura ambiente para formar compuestos con propiedades cementantes. Puzolana es el nombre que recibe la ceniza volcánica que proviene de la población de Puzzuoli, en las faldas del Vesubio, donde esta roca ya era explotada en tiempos de los romanos. Posteriormente el término fue extendiéndose a todos aquellos materiales que por sus propiedades similares a la puzolana de origen natural, podían tener usos sustitutivos.

Se incluyen bajo este nombre productos bastante diferentes en cuanto a su origen, estructura, composición química y mineralógica, y que tienen en común lo que se denomina actividad puzolánica. Por ejemplo, en el caso de los cementos se refiere al ataque lento de la sílice y de la alúmina en disolución dentro de las puzolanas por parte de la portlandita (CH) formada in situ cuando se hidratan los componentes del clinker. (Díaz, Ramírez, 2009)

Proceden de fragmentos volcánicos piroclásticos, y su composición puede ser riolítica, traquitica, andesítica o basáltica. Otras son sedimentos de rocas sedimentarias de composición silico-alumínicos descompuestas. Las puzolanas son sustancias que contienen minerales silíceos y aluminosos que si bien no tienen por sí mismos cualidades cementantes, son capaces de reaccionar con el hidróxido cálcico (activador) en presencia del agua a temperaturas ordinarias para formar compuestos cementantes, capaces de desarrollar resistencia por endurecimiento hidráulico. (Díaz, Ramírez, 2009)

#### **A. Composición mineralógica y química**

Están compuestos de silicatos aluminos, alcalinos hidratados, análogos a las arcillas, en forma vítrea o cristalina, y hay quien afirma que sus propiedades se deben a la sílice y alúmina libre.

Tabla 4 Composición química de las puzolanas.

MATERIAL	PORCENTAJE
Sílice	42% – 66%
Alúmina	14% - 20%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5% - 20%
CaO	3% - 10%
MgO	1% - 6%
Álcalis	2% - 10%
H <sub>2</sub> O	1% - 15%

Fuente: Orus (1985), materiales de construcción

## B. Tipos de puzolana

### B.1. Puzolana natural

Puzolanas naturales: Proceden de las rocas eruptivas volcánicas como riolitas, traquitas, andesitas y basaltos, entre otras que en forma de cenizas o escorias han adquirido caracteres de una roca deleznable. Las puzolanas naturales constan fundamentalmente de una masa vítrea que cementa fragmentos de pómez, escorias, pequeños cristales de augita, mica, piroxenos, etc. Se producen por un enfriamiento brusco de la lava. Se clasifican en básicas si contienen entre 40 y 55% de SiO<sub>2</sub>, neutras de un 55 a un 65% y ácidas de 65 a 70%. (Díaz, Ramírez, 2009)

Las rocas intrusivas alteradas también pueden adquirir por alteración la condición de puzolanas. Asimismo, rocas sedimentarias como lutitas, dolomitas etc. con importantes concentraciones de AlSi pueden responder a la denominación de puzolanas. (Díaz, Ramírez, 2009)

### B.2. Puzolana artificial

Se forman de distintas maneras: (Díaz, Ramírez, 2009)

- Cenizas volantes: Las cenizas que se producen en la combustión de carbón mineral (lignito), fundamentalmente en las plantas térmicas de generación de electricidad.
- Arcillas activadas o calcinadas artificialmente: Al calentar las arcillas y pizarras y al enfriarlas rápidamente. Al calcinar las arcillas se deshidrata la caolinita (silicato aluminico hidratado) y se obtiene anhidro con una pequeña



proporción en la relación sílice/alumina y al amasarlo con la cal dan silicato monocálcico y aluminatos.

- Escorias de fundición: Principalmente de la fundición de aleaciones ferrosas en altos hornos. Estas escorias deben ser violentamente enfriadas para lograr que adquieran una estructura amorfa.
- Cenizas de residuos agrícolas: La ceniza de cascarilla de arroz, ceniza del bagazo y la paja de la caña de azúcar. Cuando son quemados convenientemente se obtiene un residuo mineral rico en sílice y alúmina, cuya estructura depende de la temperatura de combustión.

### **C. Usos en la construcción**

#### **C.1. industria del cemento puzolánico**

Las puzolanas se emplean como adiciones activas al cemento desde hace décadas. El cemento puzolánico se obtiene de la mezcla del clinker con la puzolana. Es de fraguado lento, por lo que es idóneo para su utilización en aplicaciones de albañilería. Una de sus propiedades más importantes es su especial resistencia al ataque del agua del mar, lo que lo hace aconsejable para las construcciones costeras. El cemento que contiene puzolana se obtiene por la pulverización conjunta de una mezcla de clinker portland y puzolana con la adición eventual de sulfato de calcio. El contenido de puzolana debe ser entre 15% y 40% del peso total. (Díaz, Ramírez, 2009)

En las construcciones generales de concreto se emplea Cemento Portland puzolánico tipo IP, cuyo porcentaje adicionado de puzolana se encuentra entre 15% y 40%, y el Cemento Portland puzolánico modificado tipo IPM, que necesita menos de 15% de puzolana adicionada. En cuanto al cemento hidráulico modificado con puzolana (tipo MP-RTCR) consiste en una mezcla homogénea de clinker, yeso y puzolana (y otros componentes minoritarios), producida por molienda conjunta o separada. (Díaz, Ramírez, 2009)

#### **C.2. Concretos**

Generalmente los hormigones elaborados con este tipo de cementos obtienen altas resistencias finales y puede apreciarse cuando se ensayan probetas luego de 56 o 90 días de edad. Si bien este cemento es apto para casi



cualquier tipo de obra, cuando el material resulta de comprobada eficacia, es especialmente recomendado para aplicaciones que requieran de propiedades especiales de durabilidad como ataque de sulfatos, bajo calor de hidratación. (Díaz, Ramírez, 2009)

### **C.3. Concreto compactado con rodillo**

Es probablemente el desarrollo más importante de la tecnología de presas en los últimos años, pues ha ganado aceptación alrededor del mundo en un relativo corto tiempo debido a su bajo costo derivado en parte por su rápido modo de construcción. El concreto compactado con rodillo suele usarse también en la construcción de pavimentos y áreas de almacenamiento. La rapidez de la puesta en obra, el relativo bajo contenido de cemento y la utilización de aditivos minerales (puzolanas, etc.) explican por qué este material es económicamente atractivo para la industria de la construcción. El uso de puzolana en la mezcla de concreto compactado con rodillo puede servir como reemplazo parcial del cemento para reducir la generación del calor y los costos, y como un aditivo para el aumento de finos y para mejorar la manejabilidad al dosificar mezclas para volúmenes mínimos de pasta. (Díaz, Ramírez, 2009)

### **C.4. Áridos ligeros**

Para la fabricación de hormigones de baja densidad y para la producción de prefabricados, con la ventaja de un aligeramiento en su peso medio y una más fácil maniobrabilidad de los productos, bloques, bovedillas, tuberías, etc. (Díaz, Ramírez, 2009)

#### **2.2.7. Mortero**

Material empleado para adherir horizontalmente y verticalmente a las unidades de albañilería. El concreto está constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. (Norma Técnica E.070 albañilería). La función principal del mortero en la albañilería es adherir las unidades, corrigiendo las irregularidades geométricas de altura que estas tienen, así como sellas las juntas contra la penetración del



aire y de la humedad. Cuando el muro de albañilería es portante de carga vertical, el mortero cumple además una función resistente, por lo que es conveniente que las resistencias a compresión de las unidades y del mortero sean parecidas.

El mortero generalmente está compuesto por Cemento Portland tipo I o puzolánico IP, arena gruesa y agua. El uso de cal hidratada normalizada es recomendable pero optativo. Sin embargo, para unidades que deben asentarse en su estado natural (secas), como las de concreto y sílice-cal, es conveniente emplear cal, ya que ella actúa como un aditivo que plastifica la mezcla y evita que se endurezca rápidamente. El cemento y la cal funcionan como aglomerantes, mientras que la arena es un agregado inerte.

De otro lado, es necesario extender el mortero sobre toda la superficie (vertical y horizontal) de la unidad por asentar, por lo que debe ser trabajable. Una forma práctica de comprobar las extensiones del mortero consiste en pegar dos unidades y separarlas después de un minuto, deberá observarse que el mortero cubre toda la superficie de la unidad superior. (San Bartolomé; Quiun & Silva, 2011)

## **A. Componentes**

### **A.1. Cemento**

Se utiliza básicamente Cemento Portland tipo I y cemento adicionado (puzolánico IP); excepcionalmente se emplea el Cemento Portland tipo II (Resistente a los sulfatos). El peso volumétrico del cemento es de 1500 kg/m<sup>3</sup>, y se comercializa en bolsas de 1 pie cúbico (0.0283m<sup>3</sup>) con 42.5 kg de peso.

En el Perú hubo dos intentos para introducir cemento de albañilería (mezcla de Cemento Portland, puzolana, escorias, cal hidráulica con piedra caliza, tiza, talco, arcilla, conchas marinas, etc.), sin éxito. Con estos cementos, las mezclas usuales 1:4 tuvieron resistencias a compresión 10 veces menores que las obtenidas con Cemento Portland tipo I. (San Bartolomé; Quiun & Silva, 2011).

### A.2. Cal hidratada normalizada

Debe emplearse cal en el mortero, esta debe ser hidratada y normalizada. La razón por la cual la cal debe ser normalizada obedece a que pueden existir partículas muy finas que en vez de funcionar como aglomerante lo hacen como residuos inertes. El peso volumétrico de la cal es del orden de 640 kg/m<sup>3</sup>. (San Bartolomé; Quiun & Silva, 2011).

### A.3. Arena gruesa

El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla N°4. Se aceptaran otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias según lo especificado en los planos. No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas. El módulo de fineza estará comprendido entre 1.6 y 2.5. El porcentaje máximo de partículas quebradizas será 1% en peso. No deberá emplearse arena de mar. (Norma Técnica E.070 albañilería).

Tabla 5 Granulometría de la arena gruesa.

GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
N°4 (4.75 mm)	100
N°8 (2.36 mm)	95 a 100
N° 16 (1.18 mm)	70 a 100
N° 30 (0.60 mm)	40 a 75
N° 50 (0.30 mm)	10 a 35
N° 100 (0.015 mm)	2 a 15
N° 200 (0.075 mm)	Menos de 2

Fuente: Norma E.070 Albañilería.

Es ideal que se use arena gruesa, con granos redondeados y de una granulometría completa (con variedad en el tamaño de las partículas), que permitan llenar los espacios vacíos con material cementante, formando un mortero denso y resistente a la intemperie. (San Bartolomé; Quiun & Silva, 2011).

#### A.4. Agua

El agua deberá ser potable, libre de material orgánicas y de sustancias deletéreas (aceites, ácidos, etc.). El uso de agua de mar debe evitarse pues produce eflorescencia en el mortero por las sales que contenga y la corrosión del refuerzo en caso existiese. (San Bartolomé; Quiun & Silva, 2011).

#### B. Clasificación para fines estructurales

Los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes; y NP, utilizado en muros no portantes. (Norma Técnica E.070 albañilería).

#### C. Proporciones

Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto) indicadas en la tabla N°5. (Norma Técnica E.070 albañilería).

Tabla 6 Tipos de mortero.

TIPOS DE MORTERO				
COMPONENTES				
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	USOS
P1	1	0 a ¼	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a ½	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Fuente: Norma E.070 Albañilería.

#### 2.2.8. Ensayo de compresión en pilas

El ensayo a compresión en las pilas de albañilería sirve para determinar la resistencia a compresión axial ( $f'm$ ) referida al área bruta de la sección transversal. Eventualmente (si se instrumenta y registra la deformación axial en la pila), se puede determinar el módulo de elasticidad de la albañilería ( $E'm$ ). (San Bartolomé et al., 2011)

#### A. Esbeltez en pila

La esbeltez se define como la relación entre la altura de la pila y su espesor (la menor dimensión de la sección transversal). Este valor debe estar comprendido

entre 2 y 5, aunque los valores más representativos del comportamiento de la albañilería oscilan entre 4 y 5.

En pilas pequeñas, los valores de resistencia a compresión son mayores que los que arrojarían las pilas esbeltas, debido a la mayor restricción al desplazamiento lateral inducida por los cabezales del equipo de ensayo en las pilas de poca esbeltez. Por esta razón la Norma E.070 proporciona factores de corrección por esbeltez. Estos factores difieren de los indicados en la NTP 399.605, que son iguales al especificado en ASTM C1314-00a, donde la esbeltez estándar es 2.

Sin embargo los valores de la Norma E.070 están justificados mediante pruebas experimentales hechas en 60 pilas construidas con materiales locales. Asimismo, se recomienda que las pilas consten de por lo menos 3 hiladas. (San Bartolomé et al., 2011)

Tabla 7 Factores de corrección por esbeltez.

FACTORES DE CORRECCIÓN DE $f'_m$ POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Fuente: Norma E.070 Albañilería

## B. Técnica de ensayo

Las pilas pueden ensayarse en una maquina universal o en una maquina similar, El ensayo debe realizarse a velocidad uniforme, sin producir impactos, de modo que su duración este comprendida entre 3 y 4 minutos.

Si el ensayo se ejecuta controlando la velocidad de aplicación de carga, esta puede ser de 5 ton/min. Cuando existe la posibilidad de medir el desplazamiento entre los cabezales del equipo de ensayo, se puede adoptar una velocidad de 1 mm/min. (San Bartolomé et al., 2011)



Figura 9 Ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas.

Fuente: Comentarios de la Norma E.070

### C. Resistencia característica a la compresión axial.

La resistencia individual a compresión axial de una pila ( $f_m$ ) se obtiene dividiendo la carga de rotura entre el área bruta de la sección transversal, sin importar que la unidad de albañilería utilizada califique como hueca o sólida, sea ladrillo o bloque. Este valor se corrige por el factor de esbeltez especificado en la Norma E.070, y si la edad de las pilas es distinta a la estándar (28 días), se corrige por el factor indicado según la Norma E.070. (San Bartolomé et al., 2011)

Una vez ensayadas todas las pilas, se obtiene el valor promedio ( $f_m$ ) y la desviación estándar ( $\sigma$ ) de la muestra ensayada, para después evaluar, de acuerdo a la Norma E.070, la resistencia característica ( $f'_m$ ), restando al valor promedio una desviación estándar. (San Bartolomé et al., 2011)

El restar una desviación estándar al valor promedio estadísticamente significa que el 84% de las pilas ensayadas tendrán una resistencia mayor que el valor característico. Paralelamente, puede obtenerse la dispersión porcentual de resultados como:  $100(\sigma/f'_m)$ . Una dispersión superior al 30% es inaceptable, y quiere decir que existen fallas en la mano de obra o que los materiales utilizados no tienen la calidad adecuada. (San Bartolomé et al., 2011)

#### D. Formas de falla

El comportamiento y el tipo de falla de las pilas ante cargas axiales están influenciados por la interacción que se desarrolla entre las caras de asiento de las unidades y el mortero. Las unidades y el mortero tienen diferente rigidez. Entonces, al ser sometidos al mismo esfuerzo normal, y al estar integrados los materiales, el material menos deformable (generalmente las unidades) restringe las deformaciones transversales del material más deformable (el mortero), introduciéndole esfuerzos de compresión en la dirección transversal, que se traducen en tracciones laterales sobre la unidad, que dan lugar a las grietas verticales. (San Bartolomé et al., 2011)

La falla ideal de las pilas de albañilería es una grieta vertical en la cara de menor dimensión, que corta unidades y mortero, producida por tracción debida a la expansión lateral (efecto de Poisson) causada por la compresión aplicada. En cambio, las fallas por trituración de la unidad son indeseables por ser frágiles y explosivas, esta falla se presenta por lo general cuando se utilizan unidades huecas. Por lo general, las fallas en pilas aparecen de forma brusca, dado que se trata de materiales frágiles no reforzados. (San Bartolomé et al., 2011)

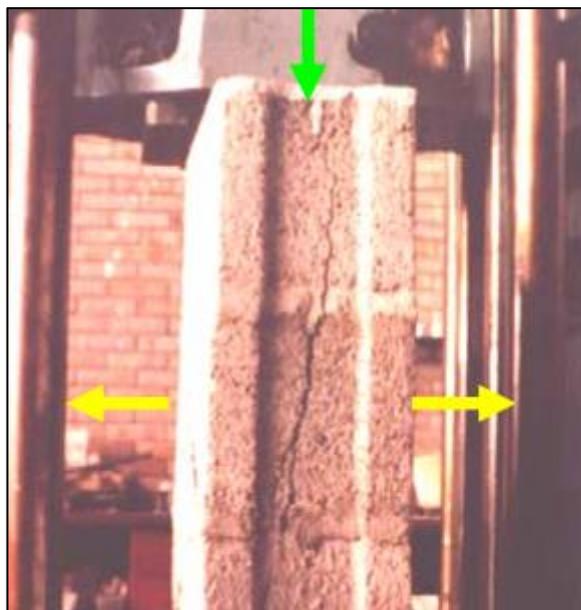


Figura 10 Falla ideal en pilas.

Fuente: Comentario de la Norma E.070



Figura 11 Falla indeseable en pilas.

Fuente: Comentario de la Norma E.070

Para unidades de baja resistencia (por ejemplo, ladrillos King Kong artesanal), por lo general, la falla ocurre por aplastamiento local de las unidades. La falla por aplastamiento en una zona localizada de la pila, o aplastamiento por pandeo de la pila, también puede ocurrir cuando existen efectos distintos a los de compresión pura, particularmente cuando aparecen componentes de flexión (pandeo). Esta se da por imperfecciones en la construcción reflejada en la configuración geométrica del espécimen, por una falta de paralelismo entre las caras de asiento extremas, o por la falta de alineamiento entre el eje de carga y el eje longitudinal de la pila. (San Bartolomé et al., 2011)

### **2.2.9. Ensayo de resistencia al corte en pilas (adherencia)**

(Sánchez Tizapa, 2012) Proporcionan un índice de la resistencia de muros a cargas horizontales en su plano, cuando fallan en la junta de mortero que une los bloques. Se trata de una falla debidamente a esfuerzos tangenciales.

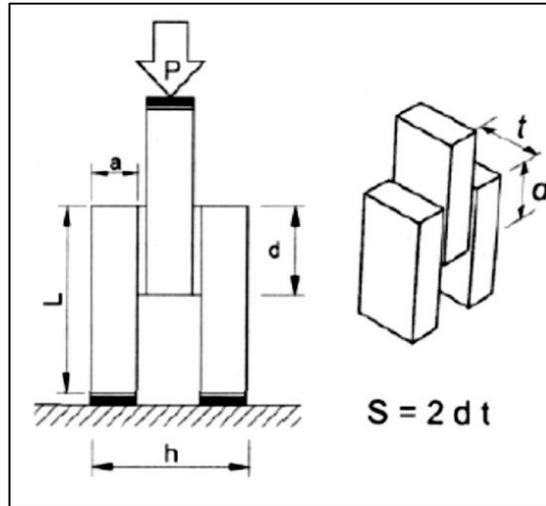


Figura 12 Pila desfasada para el ensayo de adherencia.

Fuente: Propiedades mecánicas de la mampostería de tabique rojo recocido en chilpancingo (México)

Resistencia a corte promedio:

$$S = 2dt$$

$$f' = \frac{P}{S}$$

Dónde:

- $f'$  = Resistencia al corte de albañilería (kgf/cm<sup>2</sup>)
- $P$  = Carga (kg.f)
- $S$  = Área (cm<sup>2</sup>)
- $T$  = Ancho mortero (cm)
- $D$  = Largo mortero (cm)

### 2.2.10. Ensayo de succión en unidades de albañilería.

La succión es la medida de la avidez de agua de la unidad de albañilería en la cara de asiento y es una de las características fundamentales para definir la relación mortero- unidad en la inter-fase de contacto y por lo tanto, la resistencia a la tracción de la albañilería. (Gallegos, Casabonne, 2005)

Está demostrado que con unidades que tienen una succión excesiva al momento del asentado, no se logra, usando métodos ordinarios de construcción, uniones adecuadas en el mortero. Cuando la succión es muy



alta, el mortero, debido a la pérdida de agua, que es absorbida por la unidad, se deforma y endurece, lo que impide un contacto completo e íntimo con la cara de la siguiente unidad. El resultado es una adhesión pobre e incompleta, dejando uniones de baja resistencia y permeables al agua. (Gallegos, Casabonne, 2005)

Se considera que para succiones mayores de 40 gramos por minuto en un área de 200 cm<sup>2</sup> es requisito indispensable del proceso constructivo que las unidades se humedezcan, siguiendo técnicas adecuadas, para modificar la succión de asentado. Se ha asumido que la succión define la capacidad de la unidad con el mortero. Se supone, por ejemplo, que, al margen de la materia prima de la unidad, aquellas que tienen una succión entre 15 y 40 gramos logran la mayor adhesión con el mortero. (Gallegos, Casabonne, 2005)

Múltiples ensayos demuestran que esto no es necesariamente cierto; unidades de diferentes materias primas con succiones prácticamente iguales, asentadas con un mismo mortero, generan albañilerías con resistencia a la tracción significativamente diferente. (Gallegos, Casabonne, 2005)

Esto se explica porque la succión no está asociada a la estructura de poros sino al contenido de poros capilares de la unidad; se mide con relación al agua libre y no al agua contenida en los poros del mortero; y, finalmente, el ensayo se detiene al terminar el primer minuto de contacto, mientras que la unidad sigue absorbiendo agua durante bastante más tiempo. (Gallegos, Casabonne, 2005)

La porosidad total es la medida del espacio no ocupado por los sólidos. En unidades de albañilería, el rango de la porosidad total va desde 25% del volumen de la unidad en unidades bien compactadas (fabricadas mediante moldeo mecánico o extrusión) hasta el 50% en unidades porosas, generalmente de fabricación artesanal. (Gallegos, Casabonne, 2005)

La succión, considerada usualmente como la variable que define el potencial de adhesión de la unidad, solo tiene algún valor indicativo cuando se trata de

unidades de arcilla. La variable genérica es, más bien, la estructura de los poros capilares (Gallegos, Casabonne, 2005)

Las unidades de albañilería se asentaran con las superficies limpias de polvo y sin agua libre. El asentado se realizara presionando verticalmente las unidades, sin bambolearlas. El tratamiento de las unidades de albañilería previo asentado será el seguimiento:

- a) Para concreto y silico-calcáreo: pasar una brocha húmeda sobre las caras de asentado o rociarlas.
- b) Para arcilla: de acuerdo a las condiciones climatológicas donde se encuentra ubicadas la obra, regarlas durante media hora, entre 10 y 15 horas antes de asentarlas. Se recomienda que la succión al instante de asentarlas este comprendida entre 10 a 20 gr/200cm<sup>2</sup>-min (\*)

(\*) Un método de campo para evaluar la succión de manera aproximada, consiste en medir un volumen (V1, en cm<sup>3</sup>) inicial de agua sobre un recipiente de área definida y vaciar una parte del agua sobre una bandeja, luego se apoya la unidad sobre 3 puntos en la bandeja de manera que su superficie de asiento esté en contacto con una película de agua de 3 mm de altura durante un minuto, después de retirar la unidad, se vacía el agua de la bandeja hacia el recipiente y se vuelve a medir el volumen (V2, en cm<sup>3</sup>) de agua; la succión normalizada a un área de 200 cm<sup>2</sup>, se obtiene como:  $SUCCIÓN = 200(V1-V2)/A$ , expresada en gr/200 cm<sup>2</sup> -min, donde "A" es el área bruta (en cm<sup>2</sup>) de la superficie de asiento de la unidad. (Norma Técnica E.070 albañilería).

#### **2.2.11. Ensayo de absorción en unidades de albañilería.**

La absorción es la medida de transferencia del agua desde un medio externo a una unidad de albañilería (ladrillo). Una absorción elevada (más de 22%) indica que el ladrillo es poroso y de baja resistencia a la acción de la intemperie.



La absorción de cada espécimen se mide como la relación que existe entre el peso del agua absorbida por la unidad de albañilería después de haberla sumergido durante 24 horas en una poza de agua y su peso en estado seco multiplicado por 100.

Para el cálculo de A (Absorción), se emplean unidades enteras provenientes del ensayo de alabeo y de variación dimensional. Se calcula (en el orden mostrado) los siguientes pesos (en gramos) en cada espécimen:

- Po = Peso en estado natural.
- P1 = Peso de la unidad secada en un horno a 110°C.
- P3 = Peso de la unidad saturada, luego de haber estado 24 horas en una poza de agua.

Luego se calculan los siguientes valores, para después promediarlos en toda la Muestra:

$$A(\%) = 100 \times \frac{(P3 - P1)}{P1}$$

### 2.2.12. Ensayo de consistencia del mortero

El ensayo de consistencia, ensayo de fluidez o flujo se realiza principalmente con el aparato de flujo, que es una mesa plana construida de tal manera que puede dejarse caer una altura de 12 mm por medio de una leve rotatoria. Este ensayo ha sido criticado por muchos investigadores, pues lo que de él se obtiene aparece fuertemente influenciado por el montaje del aparato, por su estado de mantenimiento y su desgaste y por la técnica del operador; en suma, porque ofrece resultados no reproducibles y dispersos. Aun así, es el procedimiento más usado, y debe destacarse que puede ser calibrado con mezclas estandarizadas, provistas por los entes normalizados, o con mezclas definidas por cada laboratorio, dependiendo del ámbito de los ensayos. (Gallegos, Casabonne, 2005)

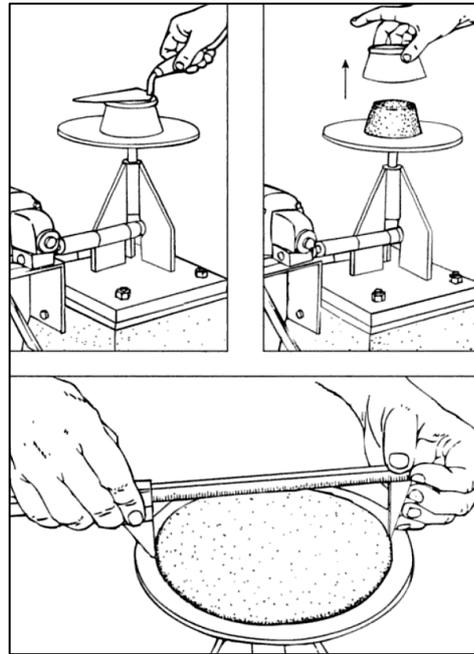


Figura 13 Ensayo de Fluidez.

Fuente: Gallegos, Casabonne, 2005

Para determinar la fluidez en laboratorio se realiza un ensayo en mesa de sacudidas, que consiste en un molde tronco-cónico (diámetro en su base  $D_0 = 10\text{cm}$ ) sobre el cual la mezcla se vacía compactándola con un pisón en 2 capas; luego se desmolda, se aplica 25 golpes verticales y se mide el incremento del diámetro inicial (de  $D_0$  a  $D_1$ ). Se recomienda que la fluidez (definida mediante la expresión  $100(D_1 - D_0) / D_0$ ) sea del orden de 120%. (San Bartolomé et al., 2011)

### 2.2.13. Ensayo de compresión del mortero

El ensayo de compresión del mortero (ASTM C-579) consiste en preparar probetas cúbicas de 5 cm de lado, vaciados en moldes metálicos y curados durante 28 días en agua. El ensayo se realiza a una velocidad de 1.25 mm por minuto entre los cabezales de la máquina universal, y solo tiene el fin de controlar la calidad del mortero, medida a través de la dispersión de resultados, ya que la adherencia unidad-mortero es más importante, aparte que los esfuerzos de compresión producidos por la carga de gravedad en los edificios de mediana altura son pequeños. (San Bartolomé et al., 2011)



Lo expresado en el párrafo anterior se debe a que las probetas no reflejan las condiciones reales que se producen en la junta: 1) la interacción unidad-mortero, o pérdida de agua en la mezcla por succión de la unidad; 2) el espesor de la junta, a menor altura de la probeta se obtiene mayor resistencia; 3) la restricción al desplazamiento lateral impuesto por los cabezales de la máquina de ensayo. (San Bartolomé et al., 2011)

Es conveniente que la resistencia a la compresión del mortero y la unidad sean semejantes, a fin de evitar su falla por aplastamiento y tratar de dar homogeneidad a la albañilería. Por esta razón, se recomienda utilizar mortero 1:3 a 1:4 para edificios de 4 a 5 pisos (con unidades de alta resistencia), mientras que para edificios de 1 a 3 pisos puede usarse mortero 1:5. De otro lado, el uso de cal en el mortero, aunque en Gallegos y Casabonne (2005) se indica que una reducción del 69% en la resistencia del mortero solo afecta en 10% a la resistencia a compresión de la albañilería. (San Bartolomé et al., 2011)

## Capítulo 3 - Metodología

### 3.1. Metodología de la tesis

#### 3.1.1. Tipo de investigación

##### **Cuantitativo**

Es de enfoque cuantitativo debido a que es una investigación secuencial y probatoria. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas; se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones. (Hernández, Fernández y Baptista, 2007).

#### 3.1.2. Nivel de investigación

##### **Descriptiva**

Esta investigación es de nivel descriptivo debido a que se estudia en base a una hipótesis, de la cual se obtendrán datos que serán analizados minuciosamente para extraer resultados que contribuyan a conocimientos de albañilería con unidades añadidas con puzolana y su adherencia mortero – unidad.

#### 3.1.3. Método de la investigación

##### **Hipotético – deductivo**

El método hipotético deductivo es un procedimiento que toma unas aseveraciones en calidad de hipótesis y, por lo tanto, comprueba tales hipótesis deduciendo de ellas, en conjunto con otros conocimientos que ya poseemos, conclusiones que confrontamos con los hechos. (Cerdeña, 1991).

En la siguiente investigación se tomará hipótesis las cuales tendrán que ser comprobadas mediante diferentes tipos de ensayo, siendo así, como el concepto previo mencionado, este ensayo de carácter hipotético – deductivo.



### **3.2. Diseño de investigación**

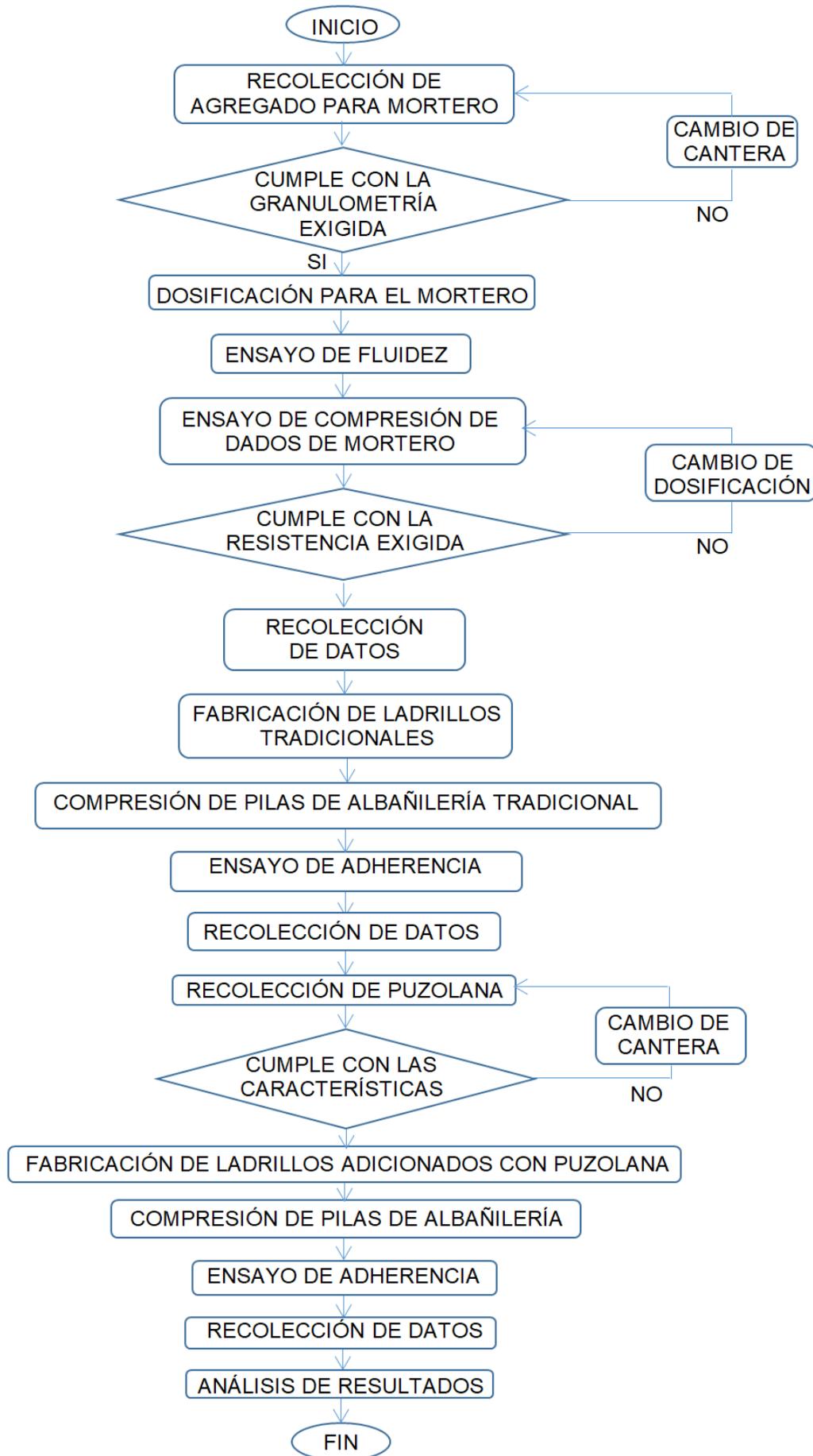
#### **3.2.1. Diseño metodológico**

##### **Experimental**

La presente investigación de tipo experimental debido a que se manipulara variables, la variable independiente: relación de agua – cemento presente en el mortero de las pilas estudiadas, controlando el aumento o disminución de las propiedades mecánicas en las pilas. Se tendrá consideraciones rigurosas y controladas para el empleo de esta investigación ya que pondremos a prueba las diferentes hipótesis planteadas.

#### **3.2.2. Diseño de ingeniería**

Expuesto en la siguiente hoja.







### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

##### **3.3.1.1. Descripción de la población**

La población o universo se refiere al conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas) a los cuales se refiere la investigación. (Morles, 1992).

Población 1: Constituido por pilas de albañilería elaboradas con unidades de arcilla semi industriales King Kong 18 huecos (9cm x 14cm x 24cm) añadidos con puzolana y mortero con diferentes relaciones en peso de agua – cemento.

Población 2: Conformado por dados de mortero (5cm x 5cm x 5cm) diseñados con respecto a la norma E 0.70 Albañilería (1:4 – cemento: arena), elaborados con diferentes relaciones en peso de agua – cemento.

##### **3.3.1.2. Cuantificación de la población**

Con fines de representar de una mejor manera la población, hemos definido 2 poblaciones, las cuales son:

Población 1: Formada por 96 pilas de ladrillos King Kong 18 huecos añadidos con puzolana ligados con mortero de diferentes relaciones en peso de agua – cemento.

Población 2: Constituido por 81 dados de mortero (5cm x 5cm x 5cm) elaborados con diferentes relaciones en peso de agua – cemento.

#### **3.3.2. Muestra**

##### **3.3.2.1. Descripción de la muestra**

Muestra 1: Constituido por pilas de albañilería elaboradas con unidades de arcilla semi-industriales King Kong 18 huecos (9x14x24cm) añadidos con puzolana y mortero con diferentes relaciones en peso de agua – cemento.

Muestra 2: Conformado por dados de mortero (5cm x 5cm x 5cm) diseñados con respecto a la norma E 0.70 Albañilería (1:4 – cemento: arena), elaborados con diferentes relaciones en peso de agua – cemento.

### 3.3.2.2. Cuantificación de la muestra

Muestra 1: Formada por 96 pilas de ladrillos King Kong 18 huecos añadidos con puzolana ligados con mortero de diferentes relaciones en peso de agua – cemento.

Muestra 2: Constituido por 81 dados de mortero (5cm x 5cm x 5cm) elaborados con diferentes relaciones en peso de agua – cemento.

### 3.3.2.3. Método de muestreo

#### No-Probabilístico

En esta investigación hemos considerado un método no probabilístico, debido a que la población será idéntica a la muestra que se ha empleado, abarcando el 100% de la población (no se utilizó métodos estadísticos para muestreo). De esta manera no tendremos márgenes de error o de confiabilidad en los resultados estadísticos.

### 3.3.2.4. Criterios de evaluación de muestra

Los criterios de evaluación de muestra de esta investigación son los siguientes:

Tabla 8 Ensayos y normativa empleada.

Ensayo	Norma
<b>Granulometría de agregado fino</b>	NTP 400.011
	NTP 400.012
	ASTM C136
<b>Variación dimensional</b>	NTP 399.604
	ITINTEC 331.018
<b>Alabeo</b>	NTP 399.604
	ITINTEC 331.018
<b>Fluidez</b>	NTP 334.057
<b>Resistencia a la compresión de mortero</b>	Norma Técnica E 070.
	NTP 399.607.
	NTP 399.610.
<b>Resistencia a la compresión de pilas de ladrillos</b>	Norma Técnica E 070.
	NTP 399.605
	ASTM C1314-00a.
<b>Adherencia</b>	NMX-C-082



### 3.3.3. Criterios de inclusión

#### 3.3.3.1. Unidad

Tipo de ladrillo	:	Ladrillo King Kong 18 huecos, semi industriales.
Dimensiones	:	9cm x 14cm x 24cm.
Porcentaje de Puzolana	:	20%.
Procedencia	:	Ladrillera Latesan.

#### 3.3.3.2. Mortero

Tipo de mortero	:	P2 (1:4 – cemento: agregado).
A/C	:	1.025, 1.050 y 1.075.
Agua	:	Potabilizada, Cusco.
Cemento	:	Cemento Portland tipo IP.
Agregado fino (arena gruesa)	:	Cantera Cunyac (50%).
Agregado fino (arena gruesa)	:	Cantera Huacarpay (50%).

#### 3.3.3.3. Pilas de albañilería

Espesor de junta	:	1.5 cm.
Cantidad de unidades	:	3 unidades por pila.
Edad de ensayo	:	28 días.
Curado	:	Vía húmeda, 3 veces por día.
Altura	:	30 cm.

### 3.4. Instrumentos

#### 3.4.1. Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos

Para esta investigación se utilizaron formatos de laboratorio, en el cual se recopilaban los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio, así mismo, se emplearon hojas de cálculo para verificar los resultados de la investigación en contraste con la normativa correspondiente. Con las hojas de cálculo se logra apreciar de una mejor manera todos los resultados obtenidos, mediante gráficos. Por otra parte, se utilizó libros acerca de albañilería y normas técnicas

peruanas para el desarrollo de los ensayos así mismo la Norma E0.70 Albañilería.

Tabla 9 Molienda y granulometría de puzolana de la cantera Raqchi.

	<h2 style="margin: 0;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</h2> <p style="margin: 0;">FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>																																																																															
<b>TESIS:</b>	<b>"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"</b>																																																																															
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	/ /2017																																																																													
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	-																																																																													
<b>ENSAYO:</b>	<b>MOLIENDA Y GRANULOMETRÍA DE PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI</b>																																																																															
<table border="1" style="margin: 20px auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%; text-align: center;"><b>MATERIAL</b></td> <td style="width: 40%; text-align: center;"><b>PESO RECOLECTADO (Kg)</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PUZOLANA NATURAL</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PUZOLANA MOLIDA</td> <td></td> </tr> </table>				<b>MATERIAL</b>	<b>PESO RECOLECTADO (Kg)</b>	PUZOLANA NATURAL		PUZOLANA MOLIDA																																																																								
<b>MATERIAL</b>	<b>PESO RECOLECTADO (Kg)</b>																																																																															
PUZOLANA NATURAL																																																																																
PUZOLANA MOLIDA																																																																																
<table border="1" style="margin: 20px auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;">Po =</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">gr</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Tamiz (mm)</b></td> <td style="text-align: center;"><b>Tamiz (ASTM)</b></td> <td style="text-align: center;"><b>Peso Retenido</b></td> <td style="text-align: center;"><b>Peso Corregido</b></td> <td style="text-align: center;"><b>% Retenido</b></td> <td style="text-align: center;"><b>% Retenido Acumulado</b></td> <td style="text-align: center;"><b>% Que Pasa</b></td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>FONDO</b></td> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>TOTAL</b></td> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td> </tr> </table>				Po =		gr					<b>Tamiz (mm)</b>	<b>Tamiz (ASTM)</b>	<b>Peso Retenido</b>	<b>Peso Corregido</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Retenido Acumulado</b>	<b>% Que Pasa</b>																																																		<b>FONDO</b>							<b>TOTAL</b>						
Po =		gr																																																																														
<b>Tamiz (mm)</b>	<b>Tamiz (ASTM)</b>	<b>Peso Retenido</b>	<b>Peso Corregido</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Retenido Acumulado</b>	<b>% Que Pasa</b>																																																																										
<b>FONDO</b>																																																																																
<b>TOTAL</b>																																																																																

Tabla 10 Variación dimensional (ladrillo King Kong 18 huecos).

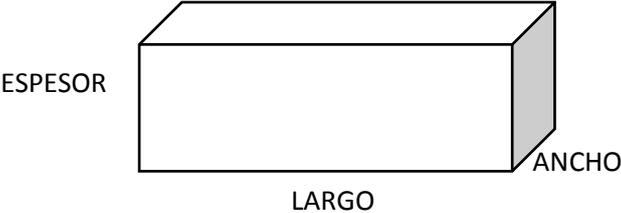
 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 												
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
TESIS:	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"											
RESPONSABLES:	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN	FECHA:	/ /2017									
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY	LUGAR:	-									
ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL (LADRILLO KING KONG 18 HUECOS)											
												
ESPÉCIMEN	Dimensiones Geométricas (mm)											
	LADO				ANCHO				ESPESOR			
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	E1	E2	E3	E4
LKK-1												
LKK-2												
LKK-3												
LKK-4												
LKK-5												
LKK-6												
LKK-7												
LKK-8												
LKK-9												
LKK-10												

Tabla 11 Análisis Variación dimensional (ladrillo King Kong 18 huecos).

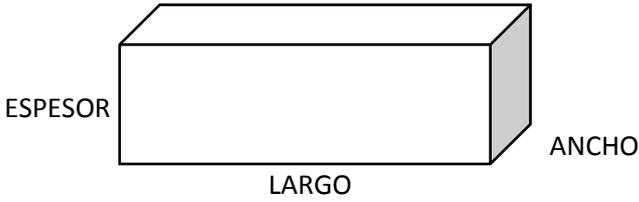
 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 												
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
TESIS:		"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"										
RESPONSABLES:		CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN					FECHA:		/ /2017			
		FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY					LUGAR:		-			
ENSAYO:		VARIACIÓN DIMENSIONAL (LADRILLO KING KONG 18 HUECOS)										
												
ESPÉCIMEN	PROMEDIO			PROMEDIO TOTAL			DESVIACIÓN ESTÁNDAR			VALOR FINAL		
	L	A	E	L	A	E	L	A	E	L	A	E
LKK-1												
LKK-2												
LKK-3												
LKK-4												
LKK-5												
LKK-6												
LKK-7												
LKK-8												
LKK-9												
LKK-10												

Tabla 12 Alabeo (ladrillo King Kong 18 huecos).

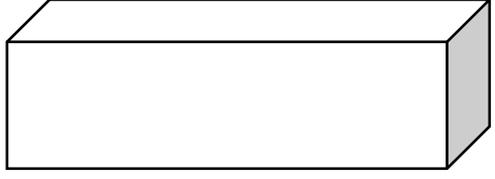
	<h2 style="margin: 0;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</h2> <p style="margin: 0;">FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>																																																																																
<b>TESIS:</b>	<p>"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"</p>																																																																																
<b>RESPONSABLES:</b>	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN	FECHA:	/ /2017																																																																														
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY	LUGAR:	-																																																																														
<b>ENSAYO:</b>	<b>ALABEO (LADRILLO KING KONG 18 HUECOS)</b>																																																																																
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="text-align: center;">ESPEJOR</div>  <div style="text-align: center;">ANCHO</div> </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">LARGO</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="3" style="text-align: left;">Especimen N°</th> <th colspan="2">Cara Superior</th> <th colspan="2">Cara Inferior</th> </tr> <tr> <th>Concavidad</th> <th>Convexidad</th> <th>Concavidad</th> <th>Convexidad</th> </tr> <tr> <th>(mm)</th> <th>(mm)</th> <th>(mm)</th> <th>(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>LKK-1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>LKK-2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>LKK-3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>LKK-4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>LKK-5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>LKK-6</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>LKK-7</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>LKK-8</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>LKK-9</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>LKK-10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: left;">Promedio</td> <td>Concavidad</td> <td colspan="2"></td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Convexidad</td> <td colspan="2"></td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: left;">ALABEO</td> <td colspan="2"></td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>					Especimen N°	Cara Superior		Cara Inferior		Concavidad	Convexidad	Concavidad	Convexidad	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	LKK-1					LKK-2					LKK-3					LKK-4					LKK-5					LKK-6					LKK-7					LKK-8					LKK-9					LKK-10					Promedio	Concavidad			mm	Convexidad			mm	ALABEO				mm
Especimen N°	Cara Superior		Cara Inferior																																																																														
	Concavidad	Convexidad	Concavidad	Convexidad																																																																													
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)																																																																													
LKK-1																																																																																	
LKK-2																																																																																	
LKK-3																																																																																	
LKK-4																																																																																	
LKK-5																																																																																	
LKK-6																																																																																	
LKK-7																																																																																	
LKK-8																																																																																	
LKK-9																																																																																	
LKK-10																																																																																	
Promedio	Concavidad			mm																																																																													
	Convexidad			mm																																																																													
ALABEO				mm																																																																													

Tabla 13 Succión (ladrillo King Kong 18 huecos).

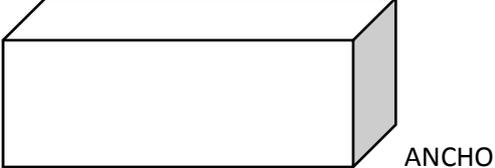
	<h2 style="margin: 0;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</h2> <p style="margin: 0;">FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>																																																																																									
<b>TESIS:</b>	<b>"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"</b>																																																																																									
<b>RESPONSABLES:</b>	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN	<b>FECHA:</b>	/ /2017																																																																																							
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY	<b>LUGAR:</b>	-																																																																																							
<b>ENSAYO:</b>	<b>SUCCIÓN (LADRILLO KING KONG 18 HUECOS)</b>																																																																																									
<div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 20px;">  </div>																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 20px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width: 15%;">ESPÉCIMEN</th> <th style="width: 8%;">L</th> <th style="width: 8%;">A</th> <th style="width: 8%;">E</th> <th style="width: 10%;">ÁREA NETA</th> <th style="width: 10%;">PESO SECO</th> <th style="width: 10%;">PESO SATURADO</th> <th style="width: 17%;">SUCCIÓN</th> </tr> <tr> <th>(cm)</th> <th>(cm)</th> <th>(cm)</th> <th>(cm<sup>2</sup>)</th> <th>(gr)</th> <th>(gr)</th> <th>gr/(200cm<sup>2</sup>-min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>L1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>L2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>L3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>L4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>L5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>L6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>L7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>L8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: right;"><b>PROMEDIO</b></td> <td style="text-align: center;">=</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				ESPÉCIMEN	L	A	E	ÁREA NETA	PESO SECO	PESO SATURADO	SUCCIÓN	(cm)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(gr)	(gr)	gr/(200cm <sup>2</sup> -min)	L1								L2								L3								L4								L5								L6								L7								L8								<b>PROMEDIO</b>						=	
ESPÉCIMEN	L	A	E		ÁREA NETA	PESO SECO	PESO SATURADO	SUCCIÓN																																																																																		
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(gr)	(gr)	gr/(200cm <sup>2</sup> -min)																																																																																			
L1																																																																																										
L2																																																																																										
L3																																																																																										
L4																																																																																										
L5																																																																																										
L6																																																																																										
L7																																																																																										
L8																																																																																										
<b>PROMEDIO</b>						=																																																																																				

Tabla 14 Absorción (ladrillo King Kong 18 huecos).

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>																																												
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA																																												
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																												
<b>TESIS:</b>	<b>"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"</b>																																												
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	/ /2017																																										
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	-																																										
<b>ENSAYO:</b>	<b>ABSORCIÓN (LADRILLO KING KONG 18 HUECOS)</b>																																												
<table border="1"><thead><tr><th rowspan="2">ESPÉCIMEN</th><th>PESO SECO</th><th>PESO SATUR.</th><th rowspan="2">ABSORCIÓN</th></tr><tr><th>(gr)</th><th>(gr)</th></tr></thead><tbody><tr><td>L1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>L2</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>L3</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>L4</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>L5</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>L6</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>L7</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>L8</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="4">PROMEDIO</td></tr></tbody></table>				ESPÉCIMEN	PESO SECO	PESO SATUR.	ABSORCIÓN	(gr)	(gr)	L1				L2				L3				L4				L5				L6				L7				L8				PROMEDIO			
ESPÉCIMEN	PESO SECO	PESO SATUR.	ABSORCIÓN																																										
	(gr)	(gr)																																											
L1																																													
L2																																													
L3																																													
L4																																													
L5																																													
L6																																													
L7																																													
L8																																													
PROMEDIO																																													

Tabla 15 Compresión de ladrillos King Kong 18 huecos añadidos con 20% de puzolana.

	<h2 style="margin: 0;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</h2> <p style="margin: 0;">FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>						
<b>TESIS:</b>	<b>"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"</b>						
<b>RESPONSABLES:</b>	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN	FECHA:	/ /2017				
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY	LUGAR:	-				
<b>ENSAYO:</b>	<b>COMPRESIÓN DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS AÑADIDOS CON 20% DE PUZOLANA</b>						
<b>ESPÉCIMEN</b>	<b>PESO NATURAL</b>	<b>LONGITUD (cm)</b>		<b>ANCHO (cm)</b>		<b>CARGA (Kgf)</b>	
		$\ell_1$	$\ell_2$	$a_1$	$a_2$	FISURACIÓN	TRITURACIÓN
L1							
L2							
L3							
L4							
L5							
L6							
L7							
L8							
<b>ESPÉCIMEN</b>	<b>DIMENSIÓN PROMEDIO</b>		<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>			<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN (KG/CM<sup>2</sup>)</b>	
	$\ell_p$	$a_p$	ÁREA BRUTA	ORIFICIO	ÁREA NETA	FISURACIÓN	TRITURACIÓN
L1							
L2							
L3							
L4							
L5							
L6							
L7							
L8							
				PROM			

Tabla 16 Granulometría de agregado.

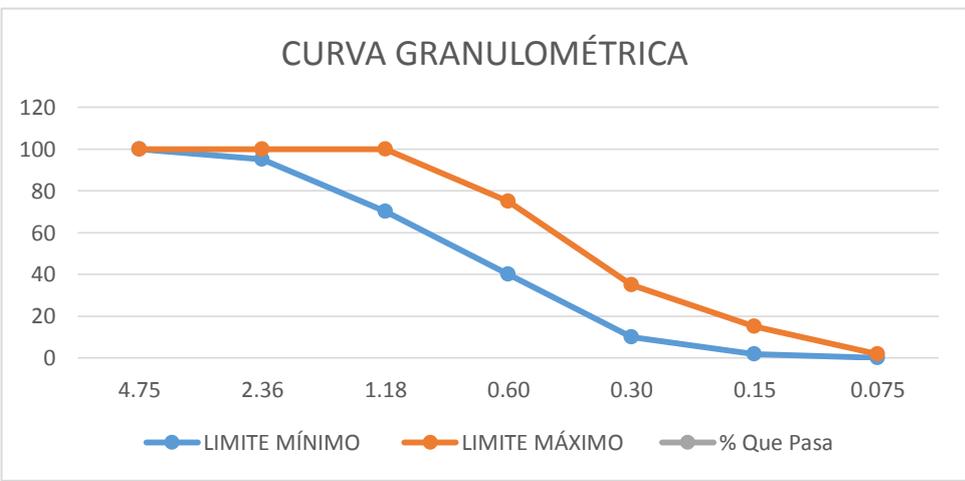
 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 																																		
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																		
<b>TESIS:</b>	<b>"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"</b>																																	
<b>RESPONSABLES:</b>	<table border="1"> <tr> <td><b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b></td> <td><b>FECHA:</b></td> <td>/ /2017</td> </tr> <tr> <td><b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b></td> <td><b>LUGAR:</b></td> <td>-</td> </tr> </table>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	/ /2017	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	-																											
<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	/ /2017																																
<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	-																																
<b>ENSAYO:</b>	<b>GRANULOMETRÍA DE AGREGADO</b>																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Po =</th> <th>gr</th> <th>MF =</th> </tr> <tr> <th>Tamiz (mm)</th> <th>Tamiz (ASTM)</th> <th>Peso Retenido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.75</td> <td>N° 4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.36</td> <td>N° 8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.18</td> <td>N° 16</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.60</td> <td>N° 30</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.30</td> <td>N° 50</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.15</td> <td>N° 100</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.075</td> <td>N° 200</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>FONDO</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>TOTAL</b></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Po =	gr	MF =	Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	Peso Retenido	4.75	N° 4		2.36	N° 8		1.18	N° 16		0.60	N° 30		0.30	N° 50		0.15	N° 100		0.075	N° 200		<b>FONDO</b>			<b>TOTAL</b>		
Po =	gr	MF =																																
Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	Peso Retenido																																
4.75	N° 4																																	
2.36	N° 8																																	
1.18	N° 16																																	
0.60	N° 30																																	
0.30	N° 50																																	
0.15	N° 100																																	
0.075	N° 200																																	
<b>FONDO</b>																																		
<b>TOTAL</b>																																		
<p style="text-align: center;"><b>CURVA GRANULOMÉTRICA</b></p>  <p>The graph plots sieve size (mm) on the x-axis against percentage on the y-axis. It shows two curves: a blue line for the minimum limit and an orange line for the maximum limit. A grey line represents the percentage passing. The x-axis values are 4.75, 2.36, 1.18, 0.60, 0.30, 0.15, and 0.075 mm. The y-axis ranges from 0 to 120. The maximum limit curve starts at 100% for 4.75 mm and decreases to 0% at 0.075 mm. The minimum limit curve starts at 100% for 4.75 mm and decreases to 0% at 0.075 mm. The percentage passing curve is not explicitly plotted but would be the inverse of the retained percentage.</p>																																		

Tabla 17 Fluidez de mortero.

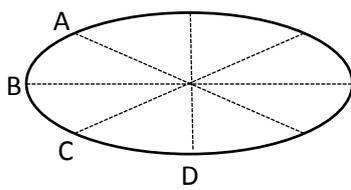
 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"				
<b>RESPONSABLES:</b>	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN <b>FECHA:</b> / /2017				
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY <b>LUGAR:</b> -				
<b>ENSAYO:</b>	<b>FLUIDEZ DE MORTERO</b>				
					
RELACIÓN AGUA - CEMENTO	OBSERVACIÓN	Dimensiones Geométricas (cm)			
		DIÁMETRO A	DIÁMETRO B	DIÁMETRO C	DIÁMETRO D
RELACIÓN AGUA - CEMENTO	PROMEDIO DE DIÁMETROS (cm)	DIÁMETRO INICIAL (cm)	PORCENTAJE DE FLUIDEZ (%)	FLUIDEZ NORMA	CUMPLE

Tabla 18 Resistencia a compresión de dados de mortero de 5cm de arista.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 									
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
TESIS:	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"								
RESPONSABLES:	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN	FECHA:	/ /2017						
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY	LUGAR:	-						
ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE DADOS DE MORTERO DE 5CM DE ARISTA								
DADO DE MORTERO	EDAD	PROM LADO A	PROM LADO B	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA PUNTUAL "P" Kgf	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kg/cm <sup>2</sup>	RESIST. PROM.	DESVIA. ESTAND.	RESIST. CARAC.
DT1-1									
DT1-2									
DT1-3									
DT1-4									
DT1-5									
DT1-6									
DT1-7									
DT1-8									
DT1-9									
DT1-10									
DT1-11									
DT1-12									
DT1-13									
DT1-14									
DT1-15									
DT1-16									
DT1-17									
DT1-18									
DT1-19									
DT1-20									
DT1-21									
DT1-22									
DT1-23									
DT1-24									
DT1-25									
DT1-26									
DT1-27									

Tabla 19 Resistencia a compresión de pilas de albañilería típicas.

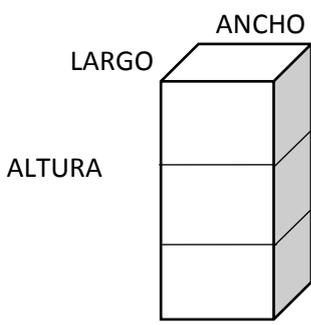
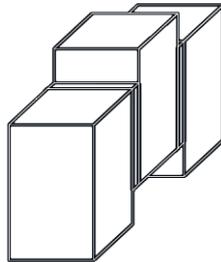
 <h2 style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</h2> <p style="text-align: center;">FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p> 										
TESIS:	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"									
RESPONSABLES:	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN	FECHA:	/ /2017							
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY	LUGAR:	-							
ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA TÍPICAS									
										
PILA DE LADRILLO	L.P. (cm)	A.P. (cm)	H.P. (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	FUERZA (Kgf)	RESIS. A COMP. AXIAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESBELTEZ	RESIS. CORREG. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESV. EST.	RESIS. CARACT. (Kg/cm <sup>2</sup> )
PLTT-1										
PLTT-2										
PLTT-3										
PLTT-4										
PLTT-5										
PLTT-6										
PLTT-7										
PLTT-8										
PLTT-9										
PLTT-10										
PLTT-11										
PLTT-12										
									PROM	

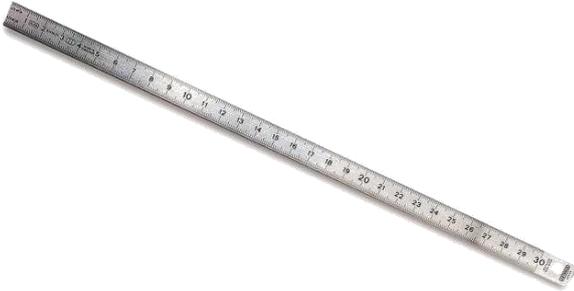
Tabla 20 Adherencia de pilas de albañilería.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 								
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"							
<b>RESPONSABLES:</b>	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN	<b>FECHA:</b>	/ /2017					
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY	<b>LUGAR:</b>	-					
<b>ENSAYO:</b>	ADHERENCIA DE PILAS DE ALBAÑILERÍA							
								
PILA DE LADRILLO	AREA 1 (cm <sup>2</sup> )	AREA 2 (cm <sup>2</sup> )	S (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kgf)	RESIST. AL CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	DESV. EST.	RESIS. CARACT. (kg/cm)	RESIST. CARACT. PROMEDIO (kg/cm)
PAT1-1								
PAT1-2								
PAT1-3								
PAT1-4								
PAT1-5								
PAT1-6								
PAT1-7								
PAT1-8								
PAT1-9								
PAT1-10								
PAT1-11								
PAT1-12								

### 3.4.2. Instrumentos de ingeniería

Para realizar ensayos de laboratorio de pilas, mortero y agregado, se emplearon los siguientes equipos:

Tabla 21 Instrumentos de Ingeniería.

Instrumento	Descripción	Referencia
Serie de tamices	Se empleó los tamices: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y fondo.	
Balanza	Instrumento para la medida de peso, con una precisión de 0.5 gr.	
Mesa de consistencia	Aparato destinado para la determinación de fluidez del mortero.	
Regla metálica	Elemento longitudinal metálico graduado.	

Vernier

Instrumento de  
medida para la  
verificación de  
unidades.



Recipientes  
metálicos

Elementos  
metálicos para el  
almacenamiento  
de agregados.



Cucharon  
metálico

Elemento  
metálico para el  
transporte de  
agregado.



Wincha

Elemento para la  
medida de  
longitud de 5m.



Molde metálico (mortero)	Moldes para el vertido de mortero de 5cm de arista de 3 compartimentos, dotados de elementos que aseguren su volumen.	
Equipo de compresión	Aparato para el ensayo de resistencia compresión axial de pilas de albañilería, también se puede modificar su uso para la determinación de adherencia de unidad - mortero.	

### 3.5. Procedimientos de recolección de datos

#### 3.5.1. Recolección de puzolana de la cantera Raqchi

##### a) Equipos e instrumentos

- Herramientas manuales
- Vehículo de transporte
- Bolsa de arpillera

##### b) Procedimiento

- El material puzolánico empleado en esta tesis fue recolectado de la cantera Raqchi, proveniente del volcán Quinsachata, ubicada a 3560 m.s.n.m. en la zona de Acco Pata a 1.5 kilómetros de la comunidad de Raqchi.



Figura 14 Cantera de material puzolánico – Raqchi.

- Se procedió con la excavación en diferentes puntos para verificar el color característico del material que fue utilizado en la tesis de referencia, para obtener el mismo tipo de ladrillo.



Figura 15 Extracción de puzolana.

- Se transportó el material de la cantera Raqchi de manera manual hasta la comunidad de Raqchi, debido a la inaccesibilidad vehicular, posteriormente se llevó el material a la Ciudad del Cusco para su estudio.
- Se extendió el material para su secado durante 1 semana y para posterior molienda.



Figura 16 Almacenamiento y secado de puzolana en Cusco.

**c) Toma de datos**

El peso total de puzolana natural recolectada de la cantera Raqchi fue de 350 kg distribuidos en 14 sacos de arpillera (25 kg cada saco) aproximadamente, se optó por una puzolana de tono gris al igual que la tesis antecedente.

Tabla 22 Datos de recolección de puzolana.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 							
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"						
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	08/07/2017				
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	Acco Pata, Raqchi.				
<b>ENSAYO:</b>	<b>RECOLECCIÓN DE PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI</b>						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MATERIAL</th> <th>CANTIDAD (Kilogramos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PUZOLANA (MATERIAL VOLCÁNICO)</td> <td style="text-align: center;">350.00 Kg</td> </tr> </tbody> </table>		MATERIAL	CANTIDAD (Kilogramos)	PUZOLANA (MATERIAL VOLCÁNICO)	350.00 Kg		
MATERIAL	CANTIDAD (Kilogramos)						
PUZOLANA (MATERIAL VOLCÁNICO)	350.00 Kg						

### 3.5.2. Molienda y granulometría de puzolana de la cantera Raqchi

#### a) Equipos e instrumentos

- Balanza de precisión.
- Serie de tamices (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y fondo).
- Agitador mecánico de tamices.
- Recipientes metálicos.
- Molino triturador.



Figura 17 Triturador mecánico.

#### b) Procedimiento

- Para poder realizar la molienda de la puzolana se secó el material durante 1 semana, debido a que el material tiene que estar completamente seco para una mejor trituración y no ocasionar obstrucción alguna de la máquina trituradora. Se vertió la puzolana previamente secada en el equipo de trituración monofásico en tandas de aproximadamente 25 kg.



Figura 18 Vertido de puzolana.

- Una vez triturado el material puzolánico se obtuvo partículas menores a 3 mm de diámetro. Posteriormente se distribuyó el material triturado en bolsas para su almacenamiento y producción de ladrillos puzolánicos al 20% en peso.



Figura 19 Almacenamiento de puzolana triturada.

- Se obtuvo una muestra representativa de puzolana triturada de 500 gr. para realizar el ensayo de granulometría. Se procede a ordenar la serie de tamices de la malla N°4 a malla N°200, donde se vierte el material

para colocarlo en el agitador mecánico y realizar el tamizado de puzolana triturada.



Figura 20 Vertido de puzolana triturada en serie de tamices.

- Una vez que termino el proceso de tamizado, se realizar el pesado de material retenido en cada tamiz con la ayuda de una balanza de precisión y un recipiente metálico previamente tarado.



Figura 21 Granulometría de puzolana triturada.

### c) Toma de datos

Tabla 23 Datos de molienda y granulometría de puzolana

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>																														
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																														
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"																													
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	24/07/2017																											
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	Latesan - San Jerónimo																											
<b>ENSAYO:</b>	<b>MOLIENDA Y GRANULOMETRÍA DE PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI</b>																													
<table border="1"><thead><tr><th>MATERIAL</th><th>PESO RECOLECTADO (Kg)</th></tr></thead><tbody><tr><td>PUZOLANA NATURAL</td><td>350.00</td></tr><tr><td>PUZOLANA MOLIDA</td><td>340.00</td></tr></tbody></table>				MATERIAL	PESO RECOLECTADO (Kg)	PUZOLANA NATURAL	350.00	PUZOLANA MOLIDA	340.00																					
MATERIAL	PESO RECOLECTADO (Kg)																													
PUZOLANA NATURAL	350.00																													
PUZOLANA MOLIDA	340.00																													
<table border="1"><thead><tr><th>Po =</th><th>500</th><th>gr</th></tr><tr><th>Tamiz (mm)</th><th>Tamiz (ASTM)</th><th>Peso Retenido</th></tr></thead><tbody><tr><td>4.75</td><td>N° 4</td><td>0.00</td></tr><tr><td>2.36</td><td>N° 8</td><td>25.90</td></tr><tr><td>1.18</td><td>N° 16</td><td>61.10</td></tr><tr><td>0.60</td><td>N° 30</td><td>52.10</td></tr><tr><td>0.30</td><td>N° 50</td><td>67.20</td></tr><tr><td>0.15</td><td>N° 100</td><td>90.00</td></tr><tr><td>0.075</td><td>N° 200</td><td>95.70</td></tr></tbody></table>				Po =	500	gr	Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	Peso Retenido	4.75	N° 4	0.00	2.36	N° 8	25.90	1.18	N° 16	61.10	0.60	N° 30	52.10	0.30	N° 50	67.20	0.15	N° 100	90.00	0.075	N° 200	95.70
Po =	500	gr																												
Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	Peso Retenido																												
4.75	N° 4	0.00																												
2.36	N° 8	25.90																												
1.18	N° 16	61.10																												
0.60	N° 30	52.10																												
0.30	N° 50	67.20																												
0.15	N° 100	90.00																												
0.075	N° 200	95.70																												

### 3.5.3. Elaboración de ladrillos King Kong 18 huecos adicionados con 20% de puzolana

#### a) Equipos e instrumentos

- Maquina extrusora y cortadora
- Cinta transportadora
- Horno
- Balanza de precisión

#### b) Procedimiento

- Se realizó el extendido de puzolana sobre un plástico para proteger de contaminación el material, en las instalaciones de la ladrillera LATESAN.



Figura 22 Extendido de puzolana.

- Se procedió a la dosificación en peso del 20% de puzolana con 80% de arena y arcilla en estado seco, posteriormente se añadió el agua hasta llegar a la consistencia aprobada por el técnico de la ladrillera Latesan. Este material en conjunto se vertió en la maquina extrusora obteniéndose la materia prima para los ladrillos denominados chizitos los cuales son elementos alargados de aproximadamente  $\frac{1}{2}$ " de diámetro que facilita el próxima fase de producción.



Figura 23 Alimentación de maquina extrusora (chizitos).

- Mediante la cinta transportadora el material fue llevado a la segunda maquina extrusora, la cual estaba equipada a su vez con una bomba de vacíos que dio la forma característica de los ladrillos King Kong 18 huecos ( 0.25m x 0.15m ), luego se procedió al corte de este material continuo con un espesor de 0.095m.



Figura 24 Alimentación de maquina extrusora (moldeado de ladrillos King Kong 18 huecos).

- La unidad cruda se colocó en el almacén sin ningún tipo de carga superior debido a que los ladrillos se encontraban en un estado semi-plástico, es por eso que el almacén debe tener ventilación para un secado uniforme bajo techo.



Figura 25 Almacenamiento de ladrillos.

- Después de 24 horas se procedió con el apilado en dos niveles de la unidad para su óptimo secado.



Figura 26 Apilado de unidades en dos niveles.

- Al 5to día fue apilado en forma circular de 4 unidades por nivel en un total de 12 niveles para optimizar la corriente de aire y el secado acelerado de la unidad.



Figura 27 Apilado de unidades en 12 niveles.

- Luego de una semana de secado en sombra, las unidades con puzolana fueron transportadas al horno para su cocción, por recomendación de ingeniero a cargo, los especímenes a estudiar se colocaron en las hiladas intermedias del horno para una cocción uniforme, a su vez el

horno fue pre-calentado un día antes, posteriormente horneado y al día siguiente se dejó enfriar a temperatura ambiente.



Figura 28 Colocado de unidades al horno.

- Los especímenes puzolánicos marcados fueron llevados y almacenados para su posterior estudio.



Figura 29 Transporte de ladrillos con puzolana.

### c) Toma de datos

Tabla 24 Datos de elaboración de unidades puzolánicas.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 																				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																				
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"																			
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	25/07/2017																	
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	Latesan - San Jerónimo																	
<b>ENSAYO:</b>	ELABORACIÓN DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS AÑADIDOS CON 20% DE PUZOLANA																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">DESCRIPCIÓN</th> <th style="width: 40%;">CANTIDAD (UNIDADES)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LADRILLOS KING KONG ADICIONADOS CON 20% DE PUZOLANA</td> <td style="text-align: center;">400</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DOSIFICACIÓN DE LADRILLOS PUZOLÁNICOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 60%;">Arcilla + Arena</td> <td style="text-align: center;">80.00%</td> </tr> <tr> <td>Puzolana Molida</td> <td style="text-align: center;">20.00%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Total</td> <td style="text-align: center;">100.00%</td> </tr> </tbody> </table>				DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (UNIDADES)	LADRILLOS KING KONG ADICIONADOS CON 20% DE PUZOLANA	400	DOSIFICACIÓN DE LADRILLOS PUZOLÁNICOS		Arcilla + Arena	80.00%	Puzolana Molida	20.00%	Total	100.00%					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (UNIDADES)																			
LADRILLOS KING KONG ADICIONADOS CON 20% DE PUZOLANA	400																			
DOSIFICACIÓN DE LADRILLOS PUZOLÁNICOS																				
Arcilla + Arena	80.00%																			
Puzolana Molida	20.00%																			
Total	100.00%																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">PROPIEDADES DE LADRILLO KING KONG</th> </tr> <tr> <th rowspan="2" style="width: 45%;">DESCRIPCIÓN</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">PESO (gr.)</th> </tr> <tr> <th style="width: 25%;">LADRILLO PUZOLÁNICO</th> <th style="width: 30%;">LADRILLO TÍPICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LADRILLO RECIÉN ELABORADO</td> <td style="text-align: center;">4593.50</td> <td style="text-align: center;">4674.90</td> </tr> <tr> <td>LADRILLO SECO NO COCIDO</td> <td style="text-align: center;">3862.20</td> <td style="text-align: center;">3976.16</td> </tr> <tr> <td>LADRILLO COCIDO</td> <td style="text-align: center;">3496.64</td> <td style="text-align: center;">3567.54</td> </tr> </tbody> </table>				PROPIEDADES DE LADRILLO KING KONG			DESCRIPCIÓN	PESO (gr.)		LADRILLO PUZOLÁNICO	LADRILLO TÍPICO	LADRILLO RECIÉN ELABORADO	4593.50	4674.90	LADRILLO SECO NO COCIDO	3862.20	3976.16	LADRILLO COCIDO	3496.64	3567.54
PROPIEDADES DE LADRILLO KING KONG																				
DESCRIPCIÓN	PESO (gr.)																			
	LADRILLO PUZOLÁNICO	LADRILLO TÍPICO																		
LADRILLO RECIÉN ELABORADO	4593.50	4674.90																		
LADRILLO SECO NO COCIDO	3862.20	3976.16																		
LADRILLO COCIDO	3496.64	3567.54																		

### 3.5.4. Variación dimensional de unidades añadidas con 20% de puzolana

Para este ensayo se utilizó lo estipulado en la Norma Técnica Peruana (NTP) 339.613 el cual está referido a ensayos de albañilería y también en la Norma Técnica Peruana (NTP) 399.604 referido a los componentes de la albañilería.

### a) Equipos e instrumentos

- Vernier
- Regla Metálica

### b) Procedimiento

- Primeramente se escogió de manera aleatoria una muestra de 10 unidades del lote de ladrillos puzolánicos fabricados en la ladrillera LATESAN, para tener una característica representativa de todas las unidades.



Figura 30 Ensayo de variación dimensional.

- Se procede a medir la longitud, ancho y espesor de cada unidad de albañilería en todas sus superficies.
- Para la obtención de datos más confiables se procedió a realizar la medida de todas las caras de la unidad en 4 medidas, esto con el fin de tener una mejor representación de variación dimensional en la unidad de albañilería añadida con puzolana en un 20% en peso.

### c) Toma de datos

Tabla 25 Toma de datos de variación dimensional.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"											
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	10/08/2017									
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto UAC									
<b>ENSAYO:</b>	<b>VARIACIÓN DIMENSIONAL (LADRILLO KING KONG 18 HUECOS)</b>											
												
ESPÉCIMEN	Dimensiones Geométricas (mm)											
	LADO				ANCHO				ESPESOR			
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	E1	E2	E3	E4
<b>LKK-1</b>	235.0	238.0	236.0	237.0	137.0	136.0	137.0	137.0	88.0	87.0	86.0	86.0
<b>LKK-2</b>	236.0	234.0	237.0	236.0	136.0	135.0	136.0	135.0	86.0	87.0	88.0	86.0
<b>LKK-3</b>	237.0	240.0	238.0	238.0	137.0	137.0	137.0	137.0	87.0	87.0	87.0	86.0
<b>LKK-4</b>	236.0	239.0	236.0	238.0	137.0	137.0	138.0	136.0	87.0	86.0	87.0	87.0
<b>LKK-5</b>	235.0	235.0	236.0	235.0	135.0	137.0	137.0	136.0	87.0	86.0	86.0	87.0
<b>LKK-6</b>	234.0	235.0	236.0	235.0	137.0	135.0	136.0	135.0	88.0	88.0	86.0	86.0
<b>LKK-7</b>	237.0	238.0	237.0	238.0	137.0	137.0	138.0	137.0	86.0	87.0	87.0	88.0
<b>LKK-8</b>	236.0	239.0	236.0	237.0	135.0	138.0	136.0	137.0	87.0	86.0	86.0	88.0
<b>LKK-9</b>	237.0	238.0	236.0	237.0	137.0	137.0	136.0	136.0	87.0	87.0	86.0	86.0
<b>LKK-10</b>	237.0	237.0	237.0	238.0	137.0	136.0	137.0	137.0	87.0	86.0	87.0	87.0

### 3.5.5. Ensayo de alabeo en unidades de albañilería añadidas con 20% de puzolana

Para este ensayo se utilizó lo estipulado en la norma técnica peruana (NTP) 339.613 referido al ensayo de alabeo en unidades de albañilería.

**a) Equipos e instrumentos**

- Cuña metálica
- Regla metálica

**b) Procedimiento**

- Para este ensayo se seleccionó de manera aleatoria una muestra de 10 unidades del lote de ladrillos puzolánicos fabricados en la ladrillera Latesan, de esta manera se tiene una muestra representativa de todas las unidades.
- Se comienza colocando la regla metálica en ambas caras de asiento de manera diagonal (uniendo las esquinas opuestas).
- Con ayuda de la uña metálica se mide el máximo alabeo de la unidad en 2 diferentes casos, cuando el alabeo es cóncavo se realizó la medida de la unidad en la parte central ya que en esta zona es donde se presenta la máxima concavidad, si presento convexidad se realizó la medida en las partes externas de la unidad, ya que en los extremos se presenta dicho aspecto.



Figura 31 Medición de alabeo en unidad de arcilla.

**c) Toma de datos**

Tabla 26 Toma de datos de alabeo.

		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																																																		
<b>TESIS:</b>		"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"																																																																		
<b>RESPONSABLES:</b>		<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>		<b>FECHA:</b>	12/08/2017																																																															
		<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>		<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto UAC																																																															
<b>ENSAYO:</b>		<b>ALABEO (LADRILLO KING KONG 18 HUECOS)</b>																																																																		
																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">Especimen N°</th> <th colspan="2">Cara Superior</th> <th colspan="2">Cara Inferior</th> </tr> <tr> <th>Concavidad</th> <th>Convexidad</th> <th>Concavidad</th> <th>Convexidad</th> </tr> <tr> <th>(mm)</th> <th>(mm)</th> <th>(mm)</th> <th>(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LKK-1</td> <td>0.00</td> <td>2.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>LKK-2</td> <td>0.00</td> <td>3.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>LKK-3</td> <td>1.50</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.50</td> </tr> <tr> <td>LKK-4</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.50</td> </tr> <tr> <td>LKK-5</td> <td>0.00</td> <td>2.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>LKK-6</td> <td>0.50</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>LKK-7</td> <td>0.00</td> <td>2.50</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>LKK-8</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>LKK-9</td> <td>0.00</td> <td>2.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>LKK-10</td> <td>0.00</td> <td>1.50</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>						Especimen N°	Cara Superior		Cara Inferior		Concavidad	Convexidad	Concavidad	Convexidad	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	LKK-1	0.00	2.00	1.00	0.00	LKK-2	0.00	3.00	1.00	0.00	LKK-3	1.50	0.00	0.00	1.50	LKK-4	1.00	0.00	0.00	1.50	LKK-5	0.00	2.00	1.00	0.00	LKK-6	0.50	0.00	0.00	3.00	LKK-7	0.00	2.50	1.00	0.00	LKK-8	1.00	0.00	0.00	3.00	LKK-9	0.00	2.00	1.00	0.00	LKK-10	0.00	1.50	1.00	0.00
Especimen N°	Cara Superior		Cara Inferior																																																																	
	Concavidad	Convexidad	Concavidad	Convexidad																																																																
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)																																																																
LKK-1	0.00	2.00	1.00	0.00																																																																
LKK-2	0.00	3.00	1.00	0.00																																																																
LKK-3	1.50	0.00	0.00	1.50																																																																
LKK-4	1.00	0.00	0.00	1.50																																																																
LKK-5	0.00	2.00	1.00	0.00																																																																
LKK-6	0.50	0.00	0.00	3.00																																																																
LKK-7	0.00	2.50	1.00	0.00																																																																
LKK-8	1.00	0.00	0.00	3.00																																																																
LKK-9	0.00	2.00	1.00	0.00																																																																
LKK-10	0.00	1.50	1.00	0.00																																																																

### 3.5.6. Ensayo de succión de unidades de albañilería añadidos con 20% de puzolana.

#### a) Equipos e instrumentos

- Recipiente metálico
- Balanza de precisión
- Vernier
- Horno

- Cronómetro
- Soportes metálicos

## b) Procedimiento

El siguiente ensayo se realizó de acuerdo a lo indicado en la NTP 399.613 unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos usados en albañilería y en la norma ITINTEC 331.018 elementos de arcilla cocida, ladrillos de arcilla usados en albañilería requisitos.

- Las unidades de albañilería añadidas con puzolana que fueron evaluadas, se secaron durante 24 horas en el horno a una temperatura entre 110°C y 115°C



Figura 32 Secado al horno de unidades.

- Se procedió a enfriar las unidades, sin amontonarlos en un espacio libre de circulación de aire manteniéndolas a temperatura ambiente durante 4 horas.
- Luego se realizó las medidas de largo y ancho de la superficie de la unidad que estaría en contacto con el agua. Posteriormente se realizó el pesado de las unidades.



Figura 33 Medida de cara de asiento para succión.

- Se colocó la unidad durante  $1\text{min} \pm 1\text{s}$  en la bandeja con agua previamente preparada a una altura de 3mm por encima de los soportes metálicos, empezando con el conteo en el cronómetro el momento de contacto de la unidad con el agua.



Figura 34 Ensayo de succión.

- Pasado el minuto, se procedió a secar superficialmente la unidad con la ayuda de una franela, para finalmente proceder con el pesado de la unidad.



Figura 35 Control de peso de unidades después de succión.

c) Toma de datos

Tabla 27 Toma de datos de ensayo de succión.

		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS:	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"					
RESPONSABLES:	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY		FECHA:	14/08/2017		
ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL (LADRILLO KING KONG 18 HUECOS)					
ESPÉCIMEN	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	PESO SECO (gr)	PESO SATURADO (gr)
L1	23.75	13.70	8.65	313.92	3530.90	3571.30
L2	23.75	13.70	8.65	313.92	3532.20	3572.00
L3	23.70	13.55	8.60	309.68	3500.30	3548.40
L4	23.60	13.60	8.70	309.51	3483.20	3523.30
L5	23.65	13.70	8.65	312.55	3488.90	3521.00
L6	23.75	13.65	8.60	312.74	3478.30	3515.20
L7	23.75	13.55	8.55	310.36	3474.80	3507.00
L8	23.80	13.78	8.65	316.39	3484.50	3524.20

### 3.5.7. Ensayo de absorción en unidades de albañilería añadidos con 20% de puzolana.

#### a) Equipos e instrumentos

- Balanza de precisión
- Vernier
- Horno
- Contenedor de agua

#### b) Procedimiento

El siguiente ensayo se realizó de acuerdo a lo indicado en la NTP 399.613 unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos usados en albañilería y en la norma ITINTEC 331.018 elementos de arcilla cocida ladrillos de arcilla usados en Albañilería Requisitos.

- Las unidades de albañilería añadidas con puzolana que fueron evaluadas, se secaron durante 24 horas en el horno a una temperatura entre 110°C y 115°C



Figura 36 Colocado de unidades en el horno

- Se procedió a pesar las unidades luego ser enfriadas, sin amontonarlos en un espacio libre de circulación de aire manteniéndolas a temperatura ambiente durante 4 horas.

- Luego se sumergieron las unidades en el recipiente lleno de agua, durante 24 horas.

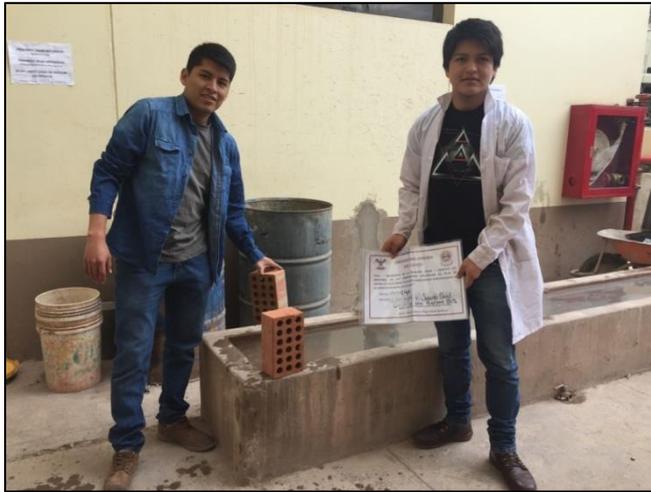


Figura 37 Sumergido de unidades durante 24 horas.

- Pasado las 24 horas se retiró las unidades del recipiente con agua y se secó superficialmente con la ayuda de una franela, para así ser pesados dentro de los 5 minutos a partir del instante en que se extraen del recipiente.



Figura 38 Peso de unidades luego de ser sumergidas 24 horas.

## c) Toma de datos

Tabla 28 Datos de absorción de unidades.

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>																																
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSC O 2017"																																
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	16/08/2017																														
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto UAC																														
<b>ENSAYO:</b>	<b>ABSORCIÓN (LADRILLO KING KONG 18 HUECOS)</b>																																
<table border="1"><thead><tr><th rowspan="2">ESPÉCIMEN</th><th>PESO SECO</th><th>PESO SATURADO</th></tr><tr><th>(gr)</th><th>(gr)</th></tr></thead><tbody><tr><td>L1</td><td>3530.90</td><td>3950.60</td></tr><tr><td>L2</td><td>3532.20</td><td>3953.40</td></tr><tr><td>L3</td><td>3500.30</td><td>3938.50</td></tr><tr><td>L4</td><td>3483.20</td><td>3907.30</td></tr><tr><td>L5</td><td>3488.90</td><td>3904.90</td></tr><tr><td>L6</td><td>3478.30</td><td>3898.30</td></tr><tr><td>L7</td><td>3474.80</td><td>3863.00</td></tr><tr><td>L8</td><td>3484.50</td><td>3903.20</td></tr></tbody></table>					ESPÉCIMEN	PESO SECO	PESO SATURADO	(gr)	(gr)	L1	3530.90	3950.60	L2	3532.20	3953.40	L3	3500.30	3938.50	L4	3483.20	3907.30	L5	3488.90	3904.90	L6	3478.30	3898.30	L7	3474.80	3863.00	L8	3484.50	3903.20
ESPÉCIMEN	PESO SECO	PESO SATURADO																															
	(gr)	(gr)																															
L1	3530.90	3950.60																															
L2	3532.20	3953.40																															
L3	3500.30	3938.50																															
L4	3483.20	3907.30																															
L5	3488.90	3904.90																															
L6	3478.30	3898.30																															
L7	3474.80	3863.00																															
L8	3484.50	3903.20																															

## 3.5.8. Compresión de unidades de albañilería

## a) Equipos e instrumentos

- Equipo de compresión axial
- Vernier
- Regla metálica

## b) Procedimiento

- Primero se realiza la medición de dimensiones del área de contacto de todas las unidades de albañilería. Se procede a la aplicación de carga a compresión simple (axial) en el equipo de compresión Accu-Tek, hasta ocasionar una falla en los especímenes estudiados.



Figura 39 Compresión de unidad.



Figura 40 Tipo de falla de unidades.



Figura 41 Verificación de fallas en unidades.

**c) Toma de datos**

Tabla 29 Toma de datos de compresión de unidades.

 <p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p> 																																																																																	
<b>TESIS:</b>	<b>"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"</b>																																																																																
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	01/09/2017																																																																														
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto UAC																																																																														
<b>ENSAYO:</b>	<b>COMPRESIÓN DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS AÑADIDOS CON 20% DE PUZOLANA</b>																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ESPÉCIMEN</th> <th rowspan="2">PESO NATURAL</th> <th colspan="2">LONGITUD (cm)</th> <th colspan="2">ANCHO (cm)</th> <th colspan="2">CARGA (Kgf)</th> </tr> <tr> <th>ℓ1</th> <th>ℓ2</th> <th>a1</th> <th>a2</th> <th>FISURA</th> <th>TRITURACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>L1</td><td>3535.1</td><td>23.70</td><td>23.80</td><td>13.70</td><td>13.70</td><td>22050.00</td><td>49210.00</td></tr> <tr><td>L2</td><td>3536.1</td><td>23.70</td><td>23.80</td><td>13.70</td><td>13.70</td><td>22420.00</td><td>59150.00</td></tr> <tr><td>L3</td><td>3504.4</td><td>23.70</td><td>23.70</td><td>13.60</td><td>13.50</td><td>19840.00</td><td>59320.00</td></tr> <tr><td>L4</td><td>3489.3</td><td>23.60</td><td>23.60</td><td>13.60</td><td>13.60</td><td>19970.00</td><td>61090.00</td></tr> <tr><td>L5</td><td>3492.5</td><td>23.70</td><td>23.60</td><td>13.70</td><td>13.70</td><td>20340.00</td><td>63940.00</td></tr> <tr><td>L6</td><td>3481.3</td><td>23.70</td><td>23.80</td><td>13.60</td><td>13.70</td><td>21590.00</td><td>56190.00</td></tr> <tr><td>L7</td><td>3478.4</td><td>23.70</td><td>23.80</td><td>13.50</td><td>13.60</td><td>20950.00</td><td>68560.00</td></tr> <tr><td>L8</td><td>3487.8</td><td>23.80</td><td>23.80</td><td>13.80</td><td>13.75</td><td>21960.00</td><td>59660.00</td></tr> </tbody> </table>				ESPÉCIMEN	PESO NATURAL	LONGITUD (cm)		ANCHO (cm)		CARGA (Kgf)		ℓ1	ℓ2	a1	a2	FISURA	TRITURACIÓN	L1	3535.1	23.70	23.80	13.70	13.70	22050.00	49210.00	L2	3536.1	23.70	23.80	13.70	13.70	22420.00	59150.00	L3	3504.4	23.70	23.70	13.60	13.50	19840.00	59320.00	L4	3489.3	23.60	23.60	13.60	13.60	19970.00	61090.00	L5	3492.5	23.70	23.60	13.70	13.70	20340.00	63940.00	L6	3481.3	23.70	23.80	13.60	13.70	21590.00	56190.00	L7	3478.4	23.70	23.80	13.50	13.60	20950.00	68560.00	L8	3487.8	23.80	23.80	13.80	13.75	21960.00	59660.00
ESPÉCIMEN	PESO NATURAL	LONGITUD (cm)				ANCHO (cm)		CARGA (Kgf)																																																																									
		ℓ1	ℓ2	a1	a2	FISURA	TRITURACIÓN																																																																										
L1	3535.1	23.70	23.80	13.70	13.70	22050.00	49210.00																																																																										
L2	3536.1	23.70	23.80	13.70	13.70	22420.00	59150.00																																																																										
L3	3504.4	23.70	23.70	13.60	13.50	19840.00	59320.00																																																																										
L4	3489.3	23.60	23.60	13.60	13.60	19970.00	61090.00																																																																										
L5	3492.5	23.70	23.60	13.70	13.70	20340.00	63940.00																																																																										
L6	3481.3	23.70	23.80	13.60	13.70	21590.00	56190.00																																																																										
L7	3478.4	23.70	23.80	13.50	13.60	20950.00	68560.00																																																																										
L8	3487.8	23.80	23.80	13.80	13.75	21960.00	59660.00																																																																										

**3.5.9. Muestreo y granulometría de agregado de la cantera Cunyac (50%) y Huacarpay (50%)**

**a) Equipos e instrumentos**

- Brocha
- Regla de madera
- Espátula
- Serie de tamices (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y fondo)
- Balanza de precisión
- Recipientes metálicos

**b) Procedimiento**

El siguiente ensayo se realizó de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM C 702-01 (Reducción de las muestras de agregado a tamaños de prueba – método B cuarteo manual).

- Se vierte el material en una superficie limpia y con la ayuda de una pala se mezcla el agregado fino, para luego extenderlo hasta formar una base circular con una altura uniforme.
- Con la ayuda de una regla de madera se divide el agregado fino en 4 partes y con una brocha se perfecciona la división del material, para así poder elegir dos partes opuestas con características similares.



Figura 42 Cuarteo de agregado fino.

- Se mezcla las dos partes escogidas y se realiza el procedimiento anterior hasta obtener el peso requerido del agregado fino. (Según NTP 400.012 la cantidad para muestra de ensayo de granulometría en agregado fino, luego del secado, será 300 g como mínimo.)



Figura 43 Eliminación de 2 partes de cuarteo de agregado.

- Este procedimiento se realizó para ambos agregados (cantera Huacarpay y cantera Cunyac)

El siguiente procedimiento se realizó de acuerdo a lo indicado en la NTP 400.012 (Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global).

- La muestra representativa obtenida en el cuarteo se procede a hacer el secado en una cocina, sobre una bandeja metálica, obteniendo así el agregado sin humedad.
- Se procede a ordenar la serie de tamices de la malla N°4 a malla N°200, donde se vierte el material para colocarlo en el agitador mecánico y realizar el tamizado del agregado fino.



Figura 44 Tamizado de agregados.

- Una vez que concluyó el proceso de tamizado, se realizó el pesado de material retenido en cada tamiz con la ayuda de una balanza de precisión y un recipiente metálico previamente tarado.



Figura 45 Verificación de granulometría de agregados.

**c) Toma de datos**

Tabla 30 Granulometría de agregados.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 																																							
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																							
<b>TESIS:</b>	<b>"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"</b>																																						
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	16/08/2017																																				
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto UAC																																				
<b>ENSAYO:</b>	<b>GRANULOMETRÍA DE AGREGADO (50% ARENA GRUESA CANTERA CUNYAC + 50% ARENA GRUESA CANTERA HUACARPAY)</b>																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CANTERA</th> <th>PESO DE MUESTRA (gr.)</th> <th>PESO DE MUESTRA REPRESENTATIVA (gr.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Huacarpay</td> <td>7443.5</td> <td>500.00</td> </tr> <tr> <td>Cunyac</td> <td>8434.1</td> <td>500.00</td> </tr> </tbody> </table>				CANTERA	PESO DE MUESTRA (gr.)	PESO DE MUESTRA REPRESENTATIVA (gr.)	Huacarpay	7443.5	500.00	Cunyac	8434.1	500.00																											
CANTERA	PESO DE MUESTRA (gr.)	PESO DE MUESTRA REPRESENTATIVA (gr.)																																					
Huacarpay	7443.5	500.00																																					
Cunyac	8434.1	500.00																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Po =</th> <th>Tamiz (mm)</th> <th>Tamiz (ASTM)</th> <th>Peso Retenido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1000</td> <td>4.75</td> <td>N° 4</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2.36</td> <td>N° 8</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1.18</td> <td>N° 16</td> <td>186.88</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.60</td> <td>N° 30</td> <td>207.73</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.30</td> <td>N° 50</td> <td>324.33</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.15</td> <td>N° 100</td> <td>206.23</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.075</td> <td>N° 200</td> <td>53.28</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>FONDO</td> <td>18.48</td> </tr> </tbody> </table>				Po =	Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	Peso Retenido	1000	4.75	N° 4	0.00		2.36	N° 8	0.00		1.18	N° 16	186.88		0.60	N° 30	207.73		0.30	N° 50	324.33		0.15	N° 100	206.23		0.075	N° 200	53.28			FONDO	18.48
Po =	Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	Peso Retenido																																				
1000	4.75	N° 4	0.00																																				
	2.36	N° 8	0.00																																				
	1.18	N° 16	186.88																																				
	0.60	N° 30	207.73																																				
	0.30	N° 50	324.33																																				
	0.15	N° 100	206.23																																				
	0.075	N° 200	53.28																																				
		FONDO	18.48																																				

### 3.5.10. Ensayo de fluidez del mortero

#### a) Equipos e instrumentos

- Balanza de precisión
- Recipiente metálico
- Espátula
- Cronómetro
- Mesa de flujo mecánica y compactador
- Vernier

**b) Procedimiento**

El siguiente ensayo se realizó de acuerdo a lo indicado en la NTP 334.057 (Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de Cemento Pórtland).

- Se limpió, secó y niveló la plataforma de la mesa de flujo para que no se tenga ningún inconveniente al momento de realizar el ensayo, luego se colocó el molde de fluidez al centro de la mesa de flujo.



Figura 46 Nivelado de mesa de flujo.

- Se realizó la mezcla de mortero ya definida de 1:4 - cemento: agregado (50% Cunyac y 50% Huacarpay) y con relaciones de agua cemento de 0.50, 0.70, 0.90, 1.00, 1.025, 1.05, 1.075.



Figura 47 Preparación de mezcla de mortero para ensayo de fluidez.

- Se colocó una capa de mortero aproximadamente a 1 pulgada de espesor en el molde y se compactó 20 veces, luego se completó la segunda capa y se compactó 20 veces. Se retiró el exceso de mortero y con la ayuda de una espátula se procedió a enrasar a nivel del borde superior del molde. Para retirar cualquier residuo de mortero y agua, se limpió y seco la mesa de flujo, después de un minuto de terminado la operación de compactado se retiró el molde.

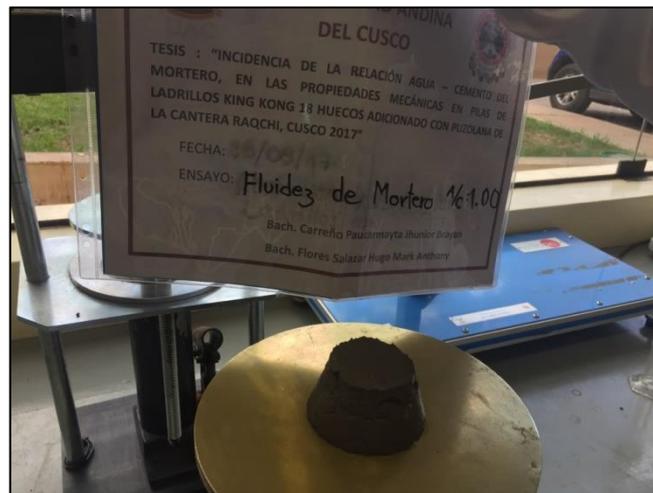


Figura 48 Mezcla de mortero compactado al retirar el molde.

- Se dejó caer la mesa desde una altura aproximada de 12.7mm $\pm$ 0.13 mm 25 veces en 15 segundos.

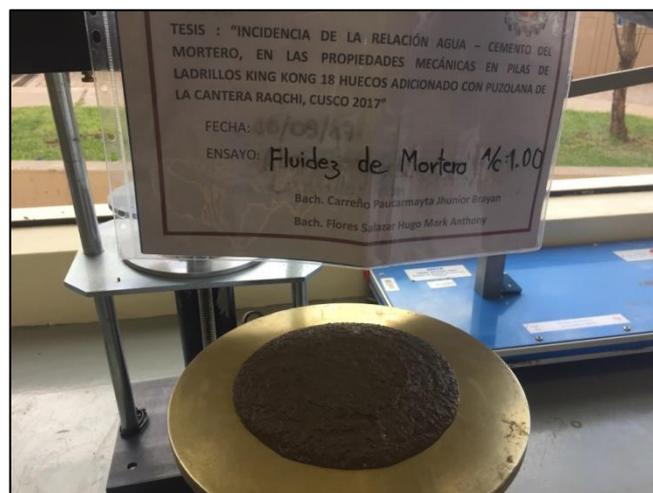


Figura 49 Mezcla de mortero después de 25 golpes de caída.

- Una vez terminado el proceso, con un Vernier se realiza 4 medidas en las marcas específicas de la mesa de flujo.

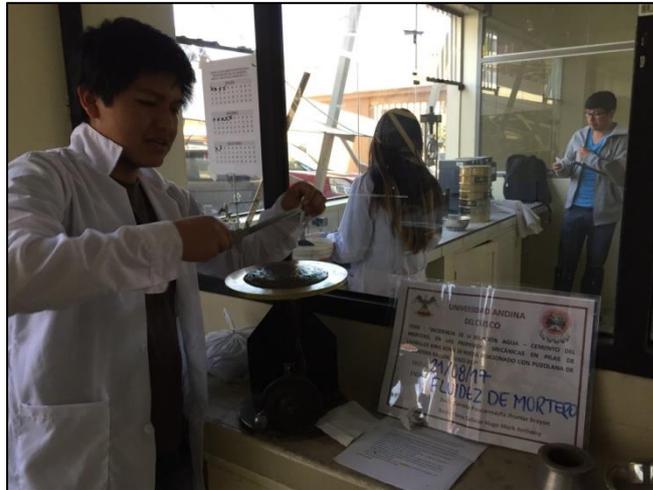


Figura 50 Medida de fluidez de mortero con vernier.

c) Toma de datos

Tabla 31 Datos de fluidez para mortero.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"				
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	21/08/2017		
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto UAC		
<b>ENSAYO:</b>	<b>FLUIDEZ DE MORTERO 1:4 ( 50% CUNYAC + 50% HUACARPAY)</b>				
RELACIÓN AGUA - CEMENTO	OBSERVACIÓN	DIMENSIONES GEOMÉTRICAS (CM)			
		DIÁMETRO A	DIÁMETRO B	DIÁMETRO C	DIÁMETRO D
0.500	NO TRABAJABLE	0.00	0.00	0.00	0.00
0.700	NO TRABAJABLE	0.00	0.00	0.00	0.00
0.900	TRABAJABLE	13.80	13.70	13.40	14.00
1.000	TRABAJABLE	16.90	16.80	16.90	16.70
1.025	TRABAJABLE	18.50	18.40	18.30	18.50
1.050	TRABAJABLE	18.90	18.80	18.80	18.90
1.075	TRABAJABLE	19.40	19.50	19.30	19.30

### 3.5.11. Ensayo de compresión de dados de mortero

#### a) Equipos e instrumentos

- Molde para cubo de mortero de 5cm x 5cm x 5cm (3 unidades)
- Máquina de compresión axial
- Badilejo
- Recipientes metálicos
- Balanza de precisión
- Probeta
- Compactador

#### b) Procedimiento

El siguiente ensayo se realizó de acuerdo con lo indicado en la NTP 334.051 cementos. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de Cemento Portland usando especímenes cubicados de 50 mm de lado.

- Se comenzó por sellar con la ayuda de la parafina los espacios por los cuales la mezcla de mortero podría salir.



Figura 51 Sellado con parafina en moldes de mortero.

- Con la ayuda de una franela se aplicó un revestimiento ligero de petróleo, para ayudar que los especímenes sean retirados sin ningún daño y fácilmente.

- Se realizó la mezcla de mortero ya definida de 1:4 (cemento: agregado) y con relaciones de agua cemento de 1.025 – 1.05 – 1.075, las cuales se eligieron en la prueba de fluidez de mortero que se encuentran dentro de  $110 \pm 5$ .



Figura 52 Elaboración de mortero 1:4 (cemento: agregado).

- El llenado de los compartimentos se realizó en un molde para tres cubos, en cada compartimento se colocó una capa de mortero de 25mm y se apisono con 32 golpes del compactador en aproximadamente 10 segundos, estos golpes de aplicaron sobre la superficie de la muestra, en 4 etapas de 8 golpes adyacentes cada una.
- Se completó las cuatro etapas de compactación en cada comportamiento, y se continuó con la siguiente capa, y se apisonó como se hizo con la primera. Durante esta compactación, al completar cada etapa se introdujo al compartimiento el mortero que fue depositado en los bordes del molde con la ayuda de los dedos enguantados.
- La superficie de los cubos fue alisada con la ayuda del badilejo en ambos sentidos, el mortero que sobresalió de la cara superior del molde se quitó con el badilejo sostenido casi perpendicularmente, con un movimiento de corte a lo largo de la longitud del molde.



Figura 53 Elaboración de dados mortero.

- Los especímenes se dejaron 24 horas en los moldes, y se procedió a desmontarlos con cuidado para no dañar los especímenes y estén lo más uniforme posible.



Figura 54 Desmoldado de especímenes cúbicos de mortero.

- Luego se sumergieron en agua saturada en contenedores de material no corrosivos, manteniendo el agua de almacenamiento limpia, y fue cambiada cada vez que se requería durante.
- Pasado los 7,14, y 28 días de edad del mortero, se retiraron del contenedor con agua y se procedió a secar superficialmente, retirando los granos de arena desprendidos o las incrustaciones de las caras que

estarían en contacto con el bloque de apoyo, estos especímenes fueron pesados y medidos en ancho y largo de la cara de contacto.



Figura 55 Desmoldado de especímenes cúbicos de mortero.

- Para realizar el ensayo de resistencia de los dados de mortero, se colocó cuidadosamente el espécimen, centrándolo debajo del bloque superior de la máquina de ensayo, se comenzó con el ensayo hasta el momento de falla del espécimen en el cual la máquina de compresión dio el resultado mayor que llegó a soportar.



Figura 56 Rotura de dados de mortero.

### c) Toma de datos

Tabla 32 Toma de datos de compresión de dados de mortero tipo 1 (7 días).

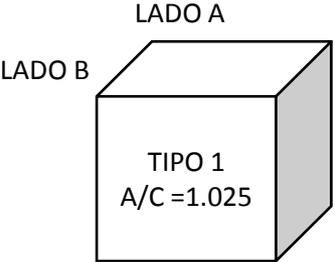
 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 								
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"							
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b> <b>FECHA:</b> 13/09/2017							
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b> <b>LUGAR:</b> Laboratorio de concreto UAC							
<b>ENSAYO:</b>	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE DADOS DE MORTERO DE 5CM DE ARISTA TIPO 1 (7 DÍAS)</b>							
								
<b>CARACTERÍSTICAS</b>								
DADO DE MORTERO	PESO (gr.)	DIMENSIONES GEOMÉTRICAS (cm)						CARGA kgf
		LADO A			LADO B			
		LA 1	LA 2	LA 3	LB 1	LB 2	LB 3	
DT1-1	271.60	5.10	5.20	5.20	5.10	5.10	5.00	1020.00
DT1-2	256.50	4.90	4.90	4.95	4.90	5.00	5.00	850.00
DT1-3	259.10	5.00	4.90	5.00	4.85	4.90	5.00	920.00
DT1-4	268.20	4.80	4.90	4.85	4.90	4.90	4.90	970.00
DT1-5	263.60	5.10	5.00	5.00	4.90	4.90	4.90	960.00
DT1-6	261.90	4.80	4.80	4.80	5.00	5.05	5.00	900.00
DT1-7	263.10	4.80	4.80	4.85	4.90	4.90	4.90	1000.00
DT1-8	267.70	4.80	4.80	4.85	5.00	4.95	4.90	1010.00
DT1-9	256.10	4.80	4.85	4.80	4.90	4.85	4.85	970.00

Tabla 33 Toma de datos de compresión de dados de mortero tipo 1 (14 días).

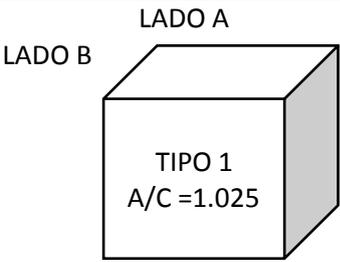
 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>TESIS:</b>	<b>"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"</b>							
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	20/09/2017					
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto UAC					
<b>ENSAYO:</b>	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE DADOS DE MORTERO DE 5CM DE ARISTA TIPO 1 (14 DÍAS)</b>							
								
CARACTERÍSTICAS								
DADO DE MORTERO	PESO (gr.)	DIMENSIONES GEOMÉTRICAS (cm)						CARGA kgf
		LADO A			LADO B			
		LA 1	LA 2	LA 3	LB 1	LB 2	LB 3	
<b>DT1-10</b>	262.90	4.90	4.90	4.85	4.85	4.80	4.80	1110.00
<b>DT1-11</b>	259.60	4.80	4.80	4.75	5.05	5.00	5.00	1080.00
<b>DT1-12</b>	251.90	4.85	4.90	4.95	4.80	4.85	4.85	1150.00
<b>DT1-13</b>	246.80	4.85	4.85	4.80	4.75	4.80	4.85	1050.00
<b>DT1-14</b>	262.80	4.80	4.85	4.85	4.90	4.90	4.85	1010.00
<b>DT1-15</b>	265.60	4.90	5.00	5.05	4.85	4.90	4.90	1040.00
<b>DT1-16</b>	265.10	4.80	4.90	4.85	4.85	4.90	4.90	1070.00
<b>DT1-17</b>	257.70	4.75	4.80	4.80	4.95	4.95	4.90	990.00
<b>DT1-18</b>	254.80	4.85	4.90	4.85	4.85	4.90	4.90	1220.00

Tabla 34 Toma de datos de compresión de dados de mortero tipo 1 (28 días).

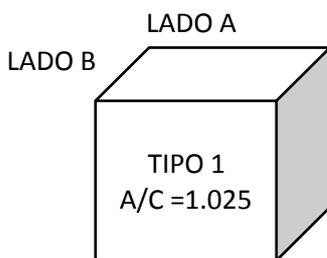
 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 								
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"							
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b> <b>FECHA:</b> 04/10/2017							
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b> <b>LUGAR:</b> Laboratorio de concreto UAC							
<b>ENSAYO:</b>	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE DADOS DE MORTERO DE 5CM DE ARISTA TIPO 1 (28 DÍAS)</b>							
								
<b>CARACTERÍSTICAS</b>								
DADO DE MORTERO	PESO (gr.)	DIMENSIONES GEOMÉTRICAS (cm)						CARGA kgf
		LADO A			LADO B			
		LA 1	LA 2	LA 3	LB 1	LB 2	LB 3	
<b>DT1-19</b>	256.30	5.05	5.05	5.10	5.10	5.10	5.10	1300.00
<b>DT1-20</b>	250.00	5.00	5.00	5.00	5.10	5.10	5.10	1220.00
<b>DT1-21</b>	262.70	5.00	5.05	5.05	5.20	5.20	5.20	1160.00
<b>DT1-22</b>	254.00	5.10	5.10	5.10	5.10	5.10	5.10	1310.00
<b>DT1-23</b>	262.50	4.95	5.05	5.10	5.05	5.10	5.05	1480.00
<b>DT1-24</b>	249.60	5.05	5.05	5.00	5.00	5.00	4.95	1270.00
<b>DT1-25</b>	254.70	5.00	5.05	5.05	5.00	5.00	5.00	1250.00
<b>DT1-26</b>	259.30	5.00	5.00	5.00	5.20	5.15	5.15	1330.00
<b>DT1-27</b>	250.20	5.00	5.05	5.05	4.95	4.95	4.90	1240.00

Tabla 35 Toma de datos de compresión de dados de mortero tipo 2 (7 días).

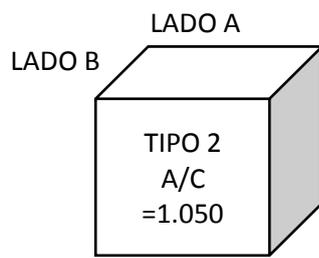
 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"							
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	11/09/2017					
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto UAC					
<b>ENSAYO:</b>	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE DADOS DE MORTERO DE 5CM DE ARISTA TIPO 2 (7 DÍAS)</b>							
								
CARACTERÍSTICAS								
DADO DE MORTERO	PESO (gr.)	DIMENSIONES GEOMÉTRICAS (cm)						CARGA kgf
		LADO A			LADO B			
		LA 1	LA 2	LA 3	LB 1	LB 2	LB 3	
DT2-1	253.90	4.85	4.80	4.90	4.75	4.80	4.85	900.00
DT2-2	255.20	4.80	4.85	4.80	4.90	4.90	4.85	920.00
DT2-3	266.00	4.75	4.85	4.85	4.80	4.80	4.85	970.00
DT2-4	257.90	4.90	4.85	4.95	4.90	4.90	4.85	950.00
DT2-5	267.80	4.85	4.80	4.85	5.00	4.95	4.95	920.00
DT2-6	266.40	4.90	4.85	4.90	5.00	4.90	4.90	960.00
DT2-7	253.20	4.95	4.85	4.85	4.90	4.90	4.95	950.00
DT2-8	264.50	4.80	4.90	4.90	4.85	4.80	4.85	890.00
DT2-9	261.10	4.85	4.85	4.85	4.90	4.85	4.95	850.00

Tabla 36 Toma de datos de compresión de dados de mortero tipo 2 (14 días).

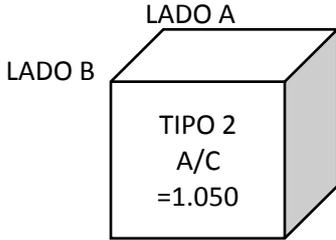
 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 								
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"							
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b> <b>FECHA:</b> 18/09/2017							
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b> <b>LUGAR:</b> Laboratorio de concreto UAC							
<b>ENSAYO:</b>	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE DADOS DE MORTERO DE 5CM DE ARISTA TIPO 2 (14 DÍAS)</b>							
								
CARACTERÍSTICAS								
DADO DE MORTERO	PESO (gr.)	DIMENSIONES GEOMÉTRICAS (cm)						CARGA kgf
		LADO A			LADO B			
		LA 1	LA 2	LA 3	LB 1	LB 2	LB 3	
<b>DT2-10</b>	260.30	5.05	4.95	5.00	5.15	5.15	5.10	1180.00
<b>DT2-11</b>	246.70	4.90	4.95	4.90	4.90	5.00	4.95	1060.00
<b>DT2-12</b>	261.30	5.10	5.10	5.05	5.10	5.05	5.05	1160.00
<b>DT2-13</b>	252.20	4.95	4.90	4.90	5.00	5.00	5.00	1040.00
<b>DT2-14</b>	248.80	4.90	4.95	4.90	5.05	5.05	5.05	1090.00
<b>DT2-15</b>	250.80	5.10	4.95	4.90	4.95	5.00	4.90	1010.00
<b>DT2-16</b>	263.90	5.05	5.05	5.00	5.00	5.00	4.95	1110.00
<b>DT2-17</b>	252.60	5.00	5.00	4.95	4.90	5.05	5.00	1030.00
<b>DT2-18</b>	258.40	4.95	4.90	4.95	4.95	4.95	5.00	1010.00

Tabla 37 Toma de datos de compresión de dados de mortero tipo 2 (28 días).

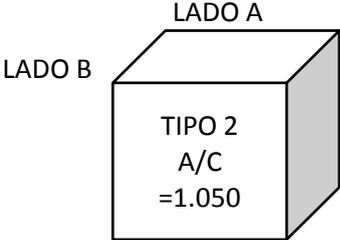
 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"							
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	02/10/2017					
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto UAC					
<b>ENSAYO:</b>	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE DADOS DE MORTERO DE 5CM DE ARISTA TIPO 2 (28 DÍAS)</b>							
								
CARACTERÍSTICAS								
DADO DE MORTERO	PESO (gr.)	DIMENSIONES GEOMÉTRICAS (cm)						CARGA kgf
		LADO A			LADO B			
		LA 1	LA 2	LA 3	LB 1	LB 2	LB 3	
<b>DT2-19</b>	244.10	4.95	4.90	4.95	4.95	4.90	4.90	1340.00
<b>DT2-20</b>	258.50	5.10	5.10	5.10	5.25	5.20	5.20	1350.00
<b>DT2-21</b>	262.30	5.15	5.15	5.15	5.15	5.15	5.20	1340.00
<b>DT2-22</b>	262.90	5.20	5.30	5.25	5.05	5.05	5.00	1360.00
<b>DT2-23</b>	263.40	5.05	5.10	5.10	5.10	5.10	5.15	1500.00
<b>DT2-24</b>	262.70	5.10	5.10	5.05	5.15	5.20	5.15	1390.00
<b>DT2-25</b>	268.00	5.30	5.30	5.20	5.10	5.10	5.15	1420.00
<b>DT2-26</b>	265.30	5.05	5.10	5.05	5.10	5.20	5.20	1330.00
<b>DT2-27</b>	270.90	5.25	5.25	5.20	5.05	5.10	5.05	1320.00

Tabla 38 Toma de datos de compresión de dados de mortero tipo 3 (7 días).

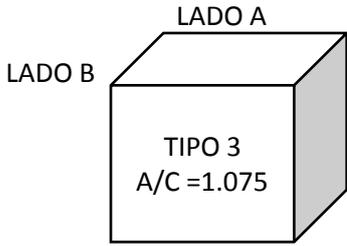
 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 								
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"							
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b> <b>FECHA:</b> 11/09/2017							
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b> <b>LUGAR:</b> Laboratorio de concreto UAC							
<b>ENSAYO:</b>	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE DADOS DE MORTERO DE 5CM DE ARISTA TIPO 3 (7 DÍAS)</b>							
								
CARACTERÍSTICAS								
DADO DE MORTERO	PESO (gr.)	DIMENSIONES GEOMÉTRICAS (cm)						CARGA kgf
		LADO A			LADO B			
		LA 1	LA 2	LA 3	LB 1	LB 2	LB 3	
DT3-1	255.80	4.80	4.85	4.85	4.85	4.85	4.90	720.00
DT3-2	259.70	4.90	4.80	4.85	4.95	4.85	4.90	720.00
DT3-3	253.30	4.90	4.90	4.95	5.05	5.00	5.00	750.00
DT3-4	256.60	4.95	4.95	4.90	4.85	4.80	4.80	820.00
DT3-5	261.30	4.90	4.90	4.90	4.85	4.80	4.90	700.00
DT3-6	264.60	4.75	4.80	4.80	5.05	5.00	5.00	750.00
DT3-7	258.40	4.95	4.90	5.00	4.95	4.95	4.95	780.00
DT3-8	245.10	4.75	4.80	4.80	5.05	5.05	5.10	860.00
DT3-9	240.60	4.60	4.65	4.65	5.00	5.00	4.95	750.00

Tabla 39 Toma de datos de compresión de dados de mortero tipo 3 (14 días).

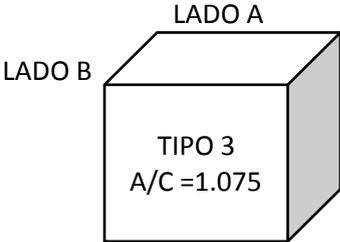
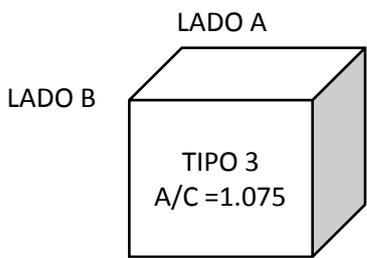
 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"							
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	18/09/2017					
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto UAC					
<b>ENSAYO:</b>	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE DADOS DE MORTERO DE 5CM DE ARISTA TIPO 3 (14 DÍAS)</b>							
								
CARACTERÍSTICAS								
DADO DE MORTERO	PESO (gr.)	DIMENSIONES GEOMÉTRICAS (cm)						CARGA kgf
		LADO A			LADO B			
		LA 1	LA 2	LA 3	LB 1	LB 2	LB 3	
<b>DT3-10</b>	248.00	5.15	5.10	5.10	5.05	4.95	4.95	1000.00
<b>DT3-11</b>	260.20	5.15	5.10	5.10	5.10	5.10	5.05	1290.00
<b>DT3-12</b>	257.30	5.15	5.05	5.05	4.90	5.05	5.00	1030.00
<b>DT3-13</b>	248.40	5.00	5.10	5.05	4.95	4.90	4.90	1040.00
<b>DT3-14</b>	247.00	4.75	4.75	4.70	4.80	4.75	4.70	1020.00
<b>DT3-15</b>	241.40	4.85	4.80	4.80	4.75	4.80	4.90	1060.00
<b>DT3-16</b>	248.30	4.80	4.85	4.85	4.85	4.85	4.85	1140.00
<b>DT3-17</b>	246.80	4.90	4.95	4.90	5.10	5.05	5.05	1050.00
<b>DT3-18</b>	253.40	4.95	5.00	5.00	5.05	4.95	5.00	990.00

Tabla 40 Toma de datos de compresión de dados de mortero tipo 3 (28 días).

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 								
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"							
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b> <b>FECHA:</b> 02/10/2017							
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b> <b>LUGAR:</b> Laboratorio de concreto UAC							
<b>ENSAYO:</b>	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE DADOS DE MORTERO DE 5CM DE ARISTA TIPO 3 (28 DÍAS)</b>							
								
<b>CARACTERÍSTICAS</b>								
DADO DE MORTERO	PESO (gr.)	DIMENSIONES GEOMÉTRICAS (cm)						CARGA kgf
		LADO A			LADO B			
		LA 1	LA 2	LA 3	LB 1	LB 2	LB 3	
<b>DT3-10</b>	244.40	5.20	5.15	5.10	5.00	4.95	5.00	1030.00
<b>DT3-11</b>	239.00	4.85	4.90	4.95	5.10	5.10	5.15	1010.00
<b>DT3-12</b>	255.30	5.10	5.05	4.95	5.10	5.10	5.00	1110.00
<b>DT3-13</b>	247.00	5.00	5.05	5.05	4.85	5.00	5.00	1230.00
<b>DT3-14</b>	243.40	5.10	4.95	5.00	5.15	5.10	5.10	1180.00
<b>DT3-15</b>	236.00	4.80	4.90	4.95	5.10	5.05	5.00	1130.00
<b>DT3-16</b>	260.20	4.75	5.00	5.05	5.20	5.15	5.10	1050.00
<b>DT3-17</b>	238.20	4.80	4.80	4.75	5.15	5.10	5.05	1060.00
<b>DT3-18</b>	240.00	5.00	4.85	4.85	4.80	4.80	4.85	1020.00

### 3.5.12. Ensayo de compresión de pilas de ladrillos

#### a) Equipos e instrumentos

- Vernier
- Regla Metálica
- Máquina de compresión axial Accu-Tek
- Badilejo
- Escuadra

#### b) Procedimiento

Las pilas destinadas para este ensayo fueron elaboradas por personal capacitado (albañil). Se procedió a elaborar 48 pilas de albañilería, de los cuales 12 pilas fueron elaboradas con ladrillo típico ( $A/C=1.050$ ), 12 pilas elaboradas con ladrillos añadidos con puzolana al 20% en peso ( $A/C=1.025$ ), 12 pilas elaboradas con ladrillos añadidos con puzolana al 20% en peso ( $A/C=1.050$ ) y 12 pilas elaboradas con ladrillos añadidos con puzolana al 20% en peso ( $A/C=1.075$ ).

- Se comenzó por tamizar el agregado para obtener la granulometría especificada en ensayos anteriores, se cumple los límites permisibles por la NTP E.070 (Albañilería), la dosificación utilizada fue 1:4 (Cemento: Agregado).



Figura 57 Verificación de dosificación de cemento – agregado.

- Se procedió a la hidratación de ladrillos King Kong 18 huecos añadidos con puzolana durante 30 minutos 10 horas previos al asentado. El personal especializado comenzó a elaborar las pilas de ladrillos de 3 unidades, considerando aspectos de verticalidad, espesor de junta y dimensiones especificadas y finalmente fueron almacenadas y curadas regularmente cada 8 horas.



Figura 58 Verificación de dimensiones de la pila de albañilería.



Figura 59 Almacenamiento y curado de pilas de albañilería.

- Cuando los especímenes alcanzaron la edad de 28 días, se midió el área de contacto y se inició con el proceso de compresión axial, aplicando carga vertical en las pilas de ladrillos con la máquina de compresión Accu-Tek.



Figura 60 Medición de pilas de albañilería.



Figura 61 Compresión de pilas de albañilería.



Figura 62 Falla de pilas de albañilería por fisuramiento.

c) Toma de datos

Tabla 41 Datos de compresión en pilas de albañilería tipo 1.

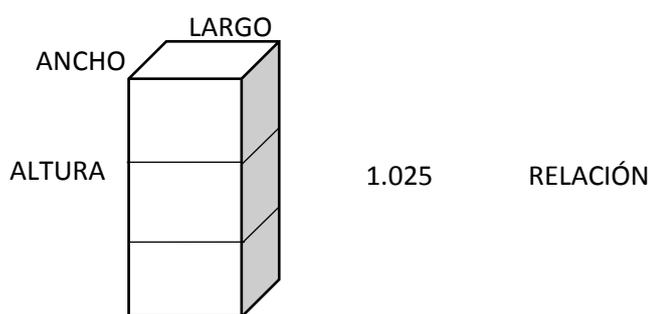
 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 								
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
TESIS:	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"							
RESPONSABLES:	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN	FECHA:	23/10/2017					
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY	LUGAR:	Laboratorio de concreto UAC					
ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA TIPO 1 (A/C 1.025)							
								
PILA DE LADRILLO	Dimensiones Geométricas (cm)						Carga (kgf)	
	LARGO		ANCHO		ALTURA		TIPO DE FALLA	FISURA
	L1	L2	A1	A2	H1	H2		
PLT1-1	23.50	23.70	13.70	13.60	29.20	29.30	FISURA EN 2 CARAS LARGAS	29770.00
PLT1-2	23.70	23.60	13.60	13.70	29.40	29.40	FISURA EN 2 CARAS LARGAS	26520.00
PLT1-3	23.60	23.70	13.70	13.50	29.00	29.10	FISURA EN 2 CARAS LARGAS	31050.00
PLT1-4	23.50	23.60	13.60	13.50	29.40	29.30	FISURA EN 4 CARAS	27870.00
PLT1-5	23.60	23.50	13.60	13.50	28.90	28.80	FISURA EN 4 CARAS	28310.00
PLT1-6	23.70	23.80	13.60	13.50	29.00	28.90	FISURA EN 4 CARAS	31200.00
PLT1-7	23.70	23.70	13.60	13.70	29.30	29.30	FISURA EN 2 CARAS LARGAS	30800.00
PLT1-8	23.80	23.70	13.50	13.60	29.10	29.20	FISURA EN 2 CARAS CORTAS	30800.00
PLT1-9	23.60	23.70	13.50	13.50	29.10	29.20	FISURA EN 3 CARAS	31150.00
PLT1-10	23.80	23.70	13.50	13.60	29.50	29.40	FISURA EN 1 CARA CORTA	29430.00
PLT1-11	23.60	23.80	13.60	13.60	29.40	29.10	FISURA EN 2 CARAS LARGAS	27270.00
PLT1-12	23.90	23.80	13.70	13.60	29.60	29.50	FISURA EN 2 CARAS LARGAS	30550.00

Tabla 42 Datos de compresión en pilas de albañilería tipo 2.

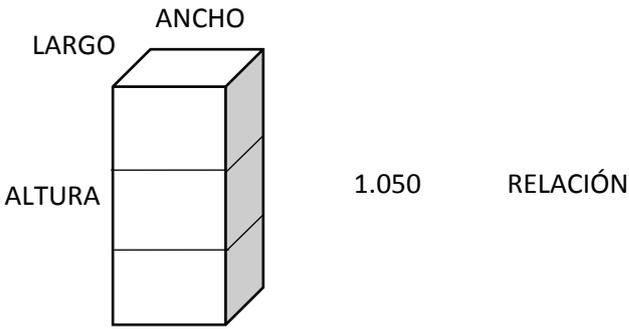
 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 								
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"							
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	23/10/2017					
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto UAC					
<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA TIPO 2 (A/C 1.050)							
<div style="text-align: center;">  <p>1.050 RELACIÓN</p> </div>								
PILA DE LADRILLO	Dimensiones Geométricas (cm)						Carga (kgf)	
	LARGO		ANCHO		ALTURA		TIPO DE FALLA	FISURA
	L1	L2	A1	A2	H1	H2		
PLT2-1	23.80	23.80	13.70	13.60	29.20	29.40	FISURA EN 2 CARAS CORTAS	24560.00
PLT2-2	23.70	23.90	13.60	13.70	29.00	28.90	FISURA EN 2 CARAS CORTAS	19650.00
PLT2-3	23.80	23.90	13.60	13.70	29.00	29.20	FISURA EN 3 CARAS	25960.00
PLT2-4	23.60	23.70	13.60	13.60	29.40	29.40	FISURA EN 1 UNIDAD	21350.00
PLT2-5	23.80	23.70	13.70	13.50	29.20	28.90	FISURA EN 4 CARAS	24770.00
PLT2-6	23.80	23.80	13.50	13.70	28.80	29.20	FISURA EN 2 CARAS CORTAS	21370.00
PLT2-7	23.80	23.60	13.60	13.50	28.70	28.80	FISURA EN 2 CARAS CORTAS	23290.00
PLT2-8	23.80	23.70	13.70	13.50	28.90	29.30	FISURA EN 2 CARAS LARGAS	25360.00
PLT2-9	23.40	23.40	13.50	13.40	29.30	29.20	FISURA EN 2 CARAS JUNTAS	23600.00
PLT2-10	23.80	23.80	13.70	13.50	28.70	29.00	FISURA EN 2 CARAS CORTAS	20870.00
PLT2-11	23.70	23.70	13.60	13.70	28.80	28.90	FISURA EN 2 CARAS CORTAS	21870.00
PLT2-12	23.80	23.90	13.80	13.80	28.90	28.70	FISURA EN 2 CARAS JUNTAS	18490.00

Tabla 43 Datos de compresión en pilas de albañilería tipo 3.

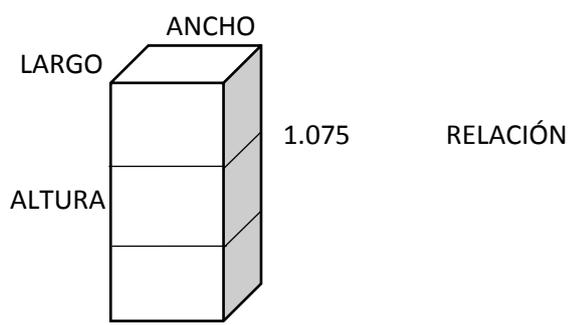
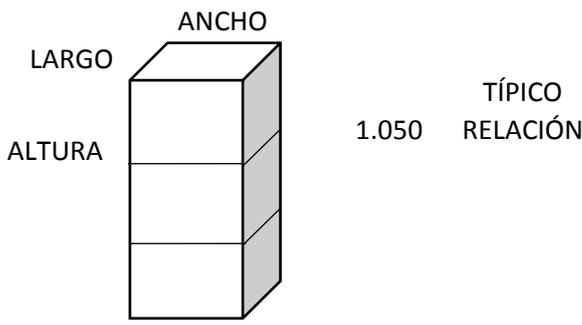
 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 								
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>TESIS:</b>	<b>"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"</b>							
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	23/10/2017					
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto UAC					
<b>ENSAYO:</b>	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA TIPO 3 (A/C 1.075)</b>							
								
PILA DE LADRILLO	Dimensiones Geométricas (cm)						Carga (kgf)	
	LARGO		ANCHO		ALTURA		TIPO DE FALLA	FISURA
	L1	L2	A1	A2	H1	H2		
PLT3-1	23.60	23.80	13.50	13.50	28.90	29.00	FISURA EN 2 CARAS CORTAS	28780.00
PLT3-2	23.80	23.90	13.60	13.60	29.30	28.90	FISURA EN 2 CARAS CORTAS	29630.00
PLT3-3	23.80	23.70	13.70	13.70	29.00	28.90	FISURA EN 2 CARAS CORTAS	30360.00
PLT3-4	23.60	23.50	13.50	13.40	28.80	29.10	DESCASCARAMIENTO	27830.00
PLT3-5	23.70	23.80	13.40	13.60	29.10	29.30	FISURA EN 3 CARAS	25910.00
PLT3-6	23.60	23.60	13.50	13.50	29.30	29.00	FISURA EN 4 CARAS	22690.00
PLT3-7	23.80	23.80	13.70	13.80	29.90	29.20	FISURA EN 2 CARAS LARGAS	28830.00
PLT3-8	23.80	23.80	13.60	13.70	29.00	28.90	FISURA EN 2 CARAS CORTAS	24880.00
PLT3-9	23.70	23.80	13.70	13.60	29.50	29.20	FISURA EN 2 CARAS CORTAS	23260.00
PLT3-10	23.70	23.70	13.60	13.70	29.10	29.00	FISURA EN 2 CARAS JUNTAS	25320.00
PLT3-11	23.80	23.70	13.70	13.60	29.10	28.70	FISURA EN 2 CARAS CORTAS	24610.00
PLT3-12	23.80	23.70	13.60	13.80	29.30	29.20	FISURA EN 2 CARAS CORTAS	25000.00

Tabla 44 Datos de compresión en pilas de albañilería típicas.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 								
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"							
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	23/10/2017					
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto UAC					
<b>ENSAYO:</b>	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA TÍPICO (A/C 1.050)</b>							
								
PILA DE LADRILLO	Dimensiones Geométricas (cm)						Carga (kgf)	
	LARGO		ANCHO		ALTURA		TIPO DE FALLA	FISURA
	L1	L2	A1	A2	H1	H2		
PLTT-1	23.60	23.50	13.70	13.60	29.00	29.10	FISURA EN 2 CARAS LARGAS	21400.00
PLTT-2	23.30	23.20	13.70	13.70	29.40	29.20	FISURA EN 2 CARAS CORTAS	16310.00
PLTT-3	23.50	23.50	13.40	13.50	29.40	28.90	DESCASCARAMIENTO	20750.00
PLTT-4	23.60	23.70	13.60	13.70	29.10	29.30	FISURA EN 2 CARAS LARGAS	21630.00
PLTT-5	23.70	23.60	13.60	13.50	29.30	29.10	FISURA EN 2 CARAS CORTAS	22810.00
PLTT-6	23.60	23.60	13.50	13.60	28.70	29.00	FISURA EN 1 CARA LARGA	18210.00
PLTT-7	23.60	23.50	13.50	13.70	28.80	28.90	FISURA EN 2 CARAS LARGAS	22490.00
PLTT-8	23.40	23.50	13.40	13.30	29.20	28.80	FISURA EN 2 CARAS CORTAS	18010.00
PLTT-9	23.50	23.50	13.50	13.60	29.10	28.90	FISURA EN 1 CARA LARGA	17060.00
PLTT-10	23.80	23.60	13.60	13.60	28.90	29.00	FISURA EN 2 CARAS LARGAS	17010.00
PLTT-11	23.20	23.30	13.40	13.50	29.40	29.50	FISURA EN 2 CARAS CORTAS	19870.00
PLTT-12	23.50	23.50	13.50	13.40	29.00	29.20	FISURA EN 1 CARA CORTA	15490.00

### 3.5.13. Ensayo de adherencia de ladrillo – mortero

#### a) Equipos e instrumentos

- Vernier
- Regla metálica
- Máquina de compresión axial Accu-Tek
- Badilejo
- Escuadra

#### b) Procedimiento

Las pilas desfasadas destinadas para la ejecución de este ensayo, fueron elaboradas por personal capacitado (albañil). Se procedió a elaborar 48 pilas desfasadas de albañilería, de los cuales 12 pilas desfasadas fueron elaboradas con ladrillo típico ( $A/C=1.050$ ), 12 pilas desfasadas elaboradas con ladrillos añadidos con puzolana al 20% en peso ( $A/C=1.025$ ), 12 pilas desfasadas elaboradas con ladrillos añadidos con puzolana al 20% en peso ( $A/C=1.050$ ) y 12 pilas desfasadas elaboradas con ladrillos añadidos con puzolana al 20% en peso ( $A/C=1.075$ ).

- Inicialmente se tamizo el agregado para obtener la granulometría especificada en ensayos anteriores, que cumple los límites permisibles por la NTP E.070 (Albañilería), la dosificación utilizada fue 1:4 (cemento: agregado).



Figura 63 Verificación de dosificación de agregado y agua en pilas desfasadas.

- Se procedió a la hidratación de ladrillos King Kong 18 huecos añadidos con puzolana durante 30 minutos 10 horas previos al asentado para mejorar la adherencia unidad-mortero. El personal especializado comenzó a elaborar las pilas de ladrillos de 3 unidades, considerando aspectos de verticalidad, espesor de junta y dimensiones especificadas. Las pilas desfasadas elaboradas fueron almacenadas y curadas cada 8 horas durante 28 días.



Figura 64 Falla de pilas de albañilería por fisuramiento.

- Cuando los especímenes alcanzaron la edad de 28 días, se midió ambas áreas verticales de contacto, se verificó el nivel de la pila y se inició con el proceso de compresión, aplicando carga vertical en las pilas de ladrillos desfasados de manera horizontal con la máquina de compresión Accu-Tek.



Figura 65 Verificación de nivel de la pila.



Figura 66 Ensayo de adherencia por corte.



Figura 67 Rotura típica por corte en pilas.



Figura 68 Ensayo de adherencia por corte.

c) Toma de datos

Tabla 45 Datos de adherencia de pilas tipo 1 (28 días).

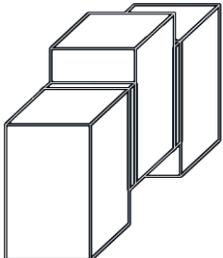
		<h1>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</h1>				
		<p>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>				
TESIS:	<p>"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"</p>					
RESPONSABLES:	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN		FECHA:	25/10/2017		
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY		LUGAR:	Laboratorio de concreto UAC		
ENSAYO:	<p>ADHERENCIA DE PILAS DE ALBAÑILERÍA TIPO 1 (A/C 1.025)</p>					
 <p>A/C 1.025</p>						
PILA DE LADRILLO	Dimensiones Geométricas (cm)				CARGA (kgf)	TIPO DE FALLA
	ÁREA 1		ÁREA 2			
	L1	A1	L2	A2		
PAT1-1	17.50	13.80	16.90	13.70	1885.00	JUNTA - MORTERO
PAT1-2	16.80	13.80	17.00	13.80	1655.00	MORTERO - MORTERO
PAT1-3	17.00	13.60	17.00	13.60	1535.00	MORTERO - MORTERO
PAT1-4	16.90	13.80	16.90	13.60	1715.00	MORTERO - MORTERO
PAT1-5	16.90	13.60	16.90	13.80	1685.00	MORTERO - MORTERO
PAT1-6	16.80	13.70	16.80	13.80	1505.00	JUNTA - JUNTA
PAT1-7	17.00	13.60	17.10	13.60	1645.00	JUNTA - JUNTA
PAT1-8	17.00	13.70	16.90	13.60	1755.00	JUNTA - JUNTA
PAT1-9	16.90	13.70	17.00	13.70	1825.00	JUNTA - JUNTA
PAT1-10	17.30	13.70	17.40	13.70	1595.00	MORTERO - MORTERO
PAT1-11	17.20	13.60	16.90	13.70	1525.00	JUNTA - JUNTA
PAT1-12	17.20	13.60	17.30	13.70	1575.00	MORTERO - MORTERO

Tabla 46 Datos de adherencia de pilas tipo 2 (28 días).

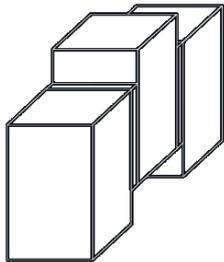
 <p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b></p> <p style="text-align: center;">FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p> 						
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"					
<b>RESPONSABLES:</b>	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN			<b>FECHA:</b>	25/10/2017	
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY			<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto UAC	
<b>ENSAYO:</b>	ADHERENCIA DE PILAS DE ALBAÑILERÍA TIPO 2 (A/C 1.050)					
 <p>A/C = 1.050</p>						
PILA DE LADRILLO	Dimensiones Geométricas (cm)				CARGA (kgf)	TIPO DE FALLA
	ÁREA 1		ÁREA 2			
	LARGO 1	ANCHO 1	LARGO 2	ANCHO 2		
PAT2-1	17.30	13.70	16.70	13.80	1630.00	JUNTA - JUNTA
PAT2-2	17.00	13.60	17.10	13.60	1770.00	JUNTA - JUNTA
PAT2-3	16.90	13.60	17.00	13.70	2160.00	JUNTA - JUNTA
PAT2-4	16.90	13.80	16.50	13.70	2190.00	MORTERO - JUNTA
PAT2-5	16.80	13.80	16.30	13.80	2010.00	JUNTA - JUNTA
PAT2-6	17.10	13.60	16.40	13.70	1900.00	MORTERO - JUNTA
PAT2-7	16.80	13.70	16.70	13.70	2300.00	MORTERO - JUNTA
PAT2-8	17.00	13.60	17.10	13.60	1700.00	JUNTA - JUNTA
PAT2-9	17.00	13.70	17.00	13.70	2160.00	MORTERO - MORTERO
PAT2-10	16.90	13.70	16.50	13.70	1820.00	JUNTA - MORTERO
PAT2-11	16.90	13.60	17.30	13.80	1840.00	JUNTA - JUNTA
PAT2-12	16.90	13.80	16.30	13.80	2380.00	JUNTA - JUNTA

Tabla 47 Datos de adherencia de pilas tipo 3 (28 días).

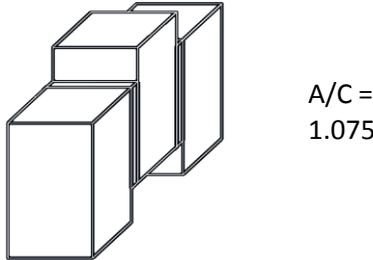
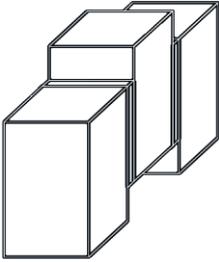
 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 						
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"					
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	25/10/2017			
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto UAC			
<b>ENSAYO:</b>	<b>ADHERENCIA DE PILAS DE ALBAÑILERÍA TIPO 3 (A/C 1.075)</b>					
						
PILA DE LADRILLO	Dimensiones Geométricas (cm)				CARGA (kgf)	TIPO DE FALLA
	ÁREA 1		ÁREA 2			
	LARGO 1	ANCHO 1	LARGO 2	ANCHO 2		
<b>PAT3-1</b>	16.70	13.70	16.80	13.60	1600.00	MORTERO - JUNTA
<b>PAT3-2</b>	16.70	13.80	16.70	13.80	1720.00	MORTERO - MORTERO
<b>PAT3-3</b>	17.30	13.70	17.20	13.60	2200.00	JUNTA - JUNTA
<b>PAT3-4</b>	17.30	13.80	17.10	13.74	1920.00	MORTERO - MORTERO
<b>PAT3-5</b>	17.20	13.80	17.10	13.60	2370.00	JUNTA - JUNTA
<b>PAT3-6</b>	17.30	13.80	17.00	13.70	2420.00	MORTERO - MORTERO
<b>PAT3-7</b>	16.30	13.80	16.50	13.70	1550.00	JUNTA - JUNTA
<b>PAT3-8</b>	16.40	13.70	17.30	13.70	2175.00	JUNTA - JUNTA
<b>PAT3-9</b>	16.90	13.70	17.10	13.60	2160.00	JUNTA - JUNTA
<b>PAT3-10</b>	16.90	13.70	17.00	13.60	1610.00	JUNTA - JUNTA
<b>PAT3-11</b>	17.10	13.50	17.20	13.70	2410.00	JUNTA - MORTERO
<b>PAT3-12</b>	16.80	13.70	17.00	13.80	1820.00	MORTERO - JUNTA

Tabla 48 Datos de adherencia de pilas típicas (28 días).

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 						
<p>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>						
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"					
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b>	<b>FECHA:</b>	25/10/2017			
	<b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>	<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de concreto UAC			
<b>ENSAYO:</b>	<b>ADHERENCIA DE PILAS DE ALBAÑILERÍA TÍPICAS (A/C 1.050)</b>					
<p>Imagen de referencia (dado de mortero) :</p> <div style="text-align: center;">  <p>A/C 1.050</p> </div>						
PILA DE LADRILLO	Dimensiones Geométricas (cm)				CARGA (kgf)	TIPO DE FALLA
	ÁREA 1		ÁREA 2			
	LARGO 1	ANCHO 1	LARGO 2	ANCHO 2		
PATT-1	16.50	13.70	17.00	13.60	1600.00	JUNTA - JUNTA
PATT-2	17.30	13.70	16.90	13.60	1290.00	JUNTA - JUNTA
PATT-3	17.10	13.60	16.90	13.80	1630.00	MORTERO - JUNTA
PATT-4	16.90	13.60	16.80	13.80	1760.00	JUNTA - JUNTA
PATT-5	17.00	13.70	17.10	13.60	1520.00	JUNTA - JUNTA
PATT-6	17.40	13.70	16.30	13.80	1340.00	JUNTA - JUNTA
PATT-7	16.90	13.70	16.40	13.70	1410.00	MORTERO - MORTERO
PATT-8	17.30	13.70	16.70	13.70	1580.00	JUNTA - JUNTA
PATT-9	17.20	13.60	16.70	13.80	1510.00	JUNTA - JUNTA
PATT-10	17.10	13.74	17.30	13.70	1280.00	JUNTA - JUNTA
PATT-11	17.30	13.70	17.30	13.80	1460.00	JUNTA - JUNTA
PATT-12	17.20	13.60	17.20	13.80	1380.00	MORTERO - JUNTA

### 3.6. Procedimientos de análisis de datos

#### 3.6.1. Recolección de puzolana de la cantera Raqchi

##### a) Cálculo de la prueba

Se extrajo el material puzolánico con similares características al material empleado en la tesis de referencia, procedente del volcán Quinsachata, con las siguientes características.

Tabla 49 Características de puzolana recolectada

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL PUZOLÁNICO	
COLOR	Plomo Pardo
ORIGEN	Volcánico
TIPO	Poroso
ESTADO	Húmedo
TENACIDAD	Frágil
PESO EXTRAÍDO (Kg)	350.00

##### b) Diagramas y tablas

Se obtuvo un total de 350 kg de material en estado natural de la cantera Raqchi.



Figura 69 Cantidad de material puzolánico

##### c) Análisis de la prueba

El material recolectado en estado natural húmedo presenta un color plomo pardo, tipo poroso, frágil y de origen volcánico, se obtuvo un total de 350 kg de material.



### 3.6.2. Molienda y granulometría de puzolana de la cantera Raqchi

#### a) Cálculo de la prueba

Al realizar la molienda de la puzolana en estado natural se obtuvo partículas menores a la malla N°4, de la misma manera que la tesis de referencia, obteniendo un peso de material molido de 340 kg.

Con una muestra representativa del material, se determinó los pesos retenidos en cada tamiz, como se muestra en la tabla 22.

Con los datos obtenidos, se procede a desarrollar el análisis granulométrico con las siguientes formulas:

Peso Corregido:

$$PC = PR + \frac{\text{Desperdicio}}{\text{N}^\circ \text{ Mallas}}$$

Porcentaje Retenido:

$$\%R = \frac{PC \times 100}{P_o}$$

Porcentaje Retenido Acumulado

$$\%RA(i) = \%R(i) + \%RA(i - 1)$$

Porcentaje Pasante

$$\%P = \%RA - 100$$

Dónde:

PR = Peso retenido en cada malla (gr.).

Desperdicio = Peso inicial – sumatoria de pesos retenidos en cada malla (gr.).

N° Mallas = Cantidad de mallas donde se registra algún peso retenido

Po = Peso inicial (gr.).

b) Diagramas y tablas

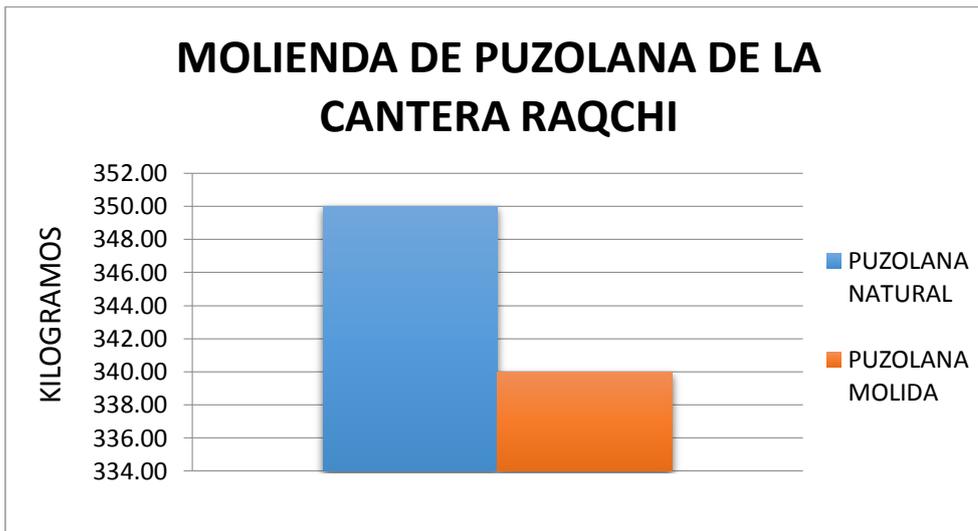


Figura 70 Molienda de material puzolánico.

Tabla 50 Análisis granulométrico de puzolana.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>TESIS:</b>	“INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA – CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017”					
<b>RESPONSABLES:</b>	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN					
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY					
<b>ENSAYO:</b>	MOLIENDA Y GRANULOMETRÍA DE PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI					
Po =		500	gr			
<b>Tamiz (mm)</b>	<b>Tamiz (ASTM)</b>	<b>Peso Retenido</b>	<b>Peso Corregido</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Retenido Acumulado</b>	<b>% Que Pasa</b>
4.75	N° 4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2.36	N° 8	25.90	26.09	5.22	5.22	94.78
1.18	N° 16	61.10	61.29	12.26	17.47	82.53
0.60	N° 30	52.10	52.29	10.46	27.93	72.07
0.30	N° 50	67.20	67.39	13.48	41.41	58.59
0.15	N° 100	90.00	90.19	18.04	59.45	40.55
0.075	N° 200	95.70	95.89	19.18	78.62	21.38
<b>FONDO</b>		106.70	106.89	21.38	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>498.70</b>	500.00	100.00		

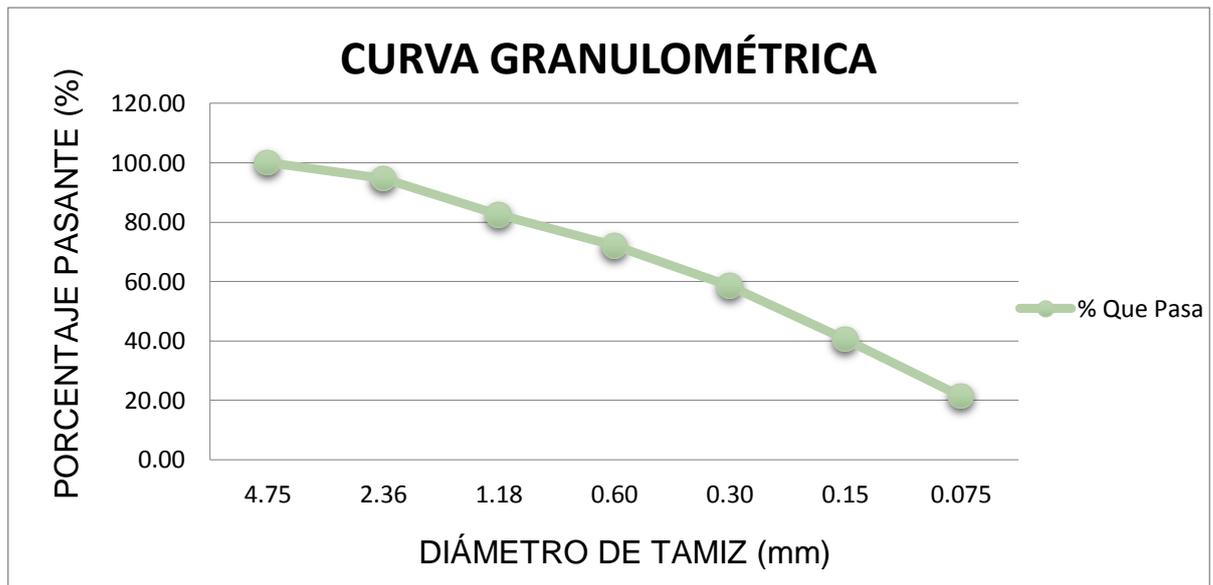


Figura 71 Curva granulométrica de material puzolánico.

### c) Análisis de la prueba

El desperdicio luego de la molienda, fue de 10 kilogramos, debido a que las partículas finas fueron eliminadas en forma de polvillo, así mismo por el traslado de material, como se muestra en la figura 70. El total de material puzolánico molido pasa por la Malla N°4, de misma manera que la tesis de referencia, lo cual nos indica que el material es apto para la elaboración de ladrillos King Kong 18 huecos dosificados al 20% de puzolana en peso.

### 3.6.3. Elaboración de ladrillos King Kong 18 huecos adicionados con 20% de puzolana

#### a) Cálculo de la prueba

Para todo el proceso de elaboración de ladrillos King Kong 18 huecos se emplearon maquinaria de la ladrillera Latesan (maquina extrusora, moledora, cinta transportadora, cortadora), se utilizó como materia prima arcilla, arena, agua y puzolana de la cantera Raqchi, donde se realizaron 400 unidades de albañilería añadidas con 20% en peso de puzolana.

Se pesaron los ladrillos en diferentes etapas de la elaboración: recién elaborado, seco no cocido y cocido, lo cuales se aprecian en la figura 70.

b) Diagramas y tablas



Figura 72 Cantidad de unidades puzolánicas elaboradas.



Figura 73 Dosificación de ladrillos puzolánicos.

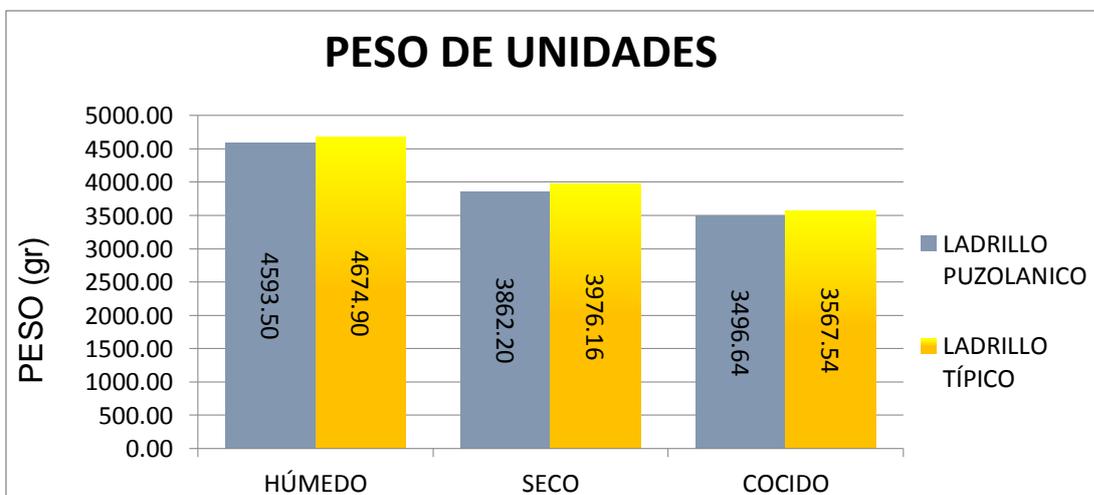


Figura 74 Peso de unidades en diferentes estados.

c) Análisis de la prueba



Con 340 kg de puzolana molida, se elaboró 400 unidades de albañilería añadidas con un 20% de este material volcánico y 80% de mezcla de arena y arcilla como se muestra en la figura 72 y 73, algunas de estas unidades fueron eliminadas debido a que no cumplían con las características estipuladas en norma y por daños en el traslado.

Se puede afirmar a partir de los datos que los ladrillos puzolánicos tienen un peso relativamente menor comparado con ladrillos típicos debido a sus partículas porosas que retienen más agua y durante el proceso de cocido fue eliminada, como se muestra en la figura 74.

### 3.6.4. Variación dimensional de unidades añadidas con 20% de puzolana

#### a) Cálculo de la prueba

Con los datos obtenidos de 10 especímenes se realizó el análisis de variación dimensional, estos datos fueron obtenidos al medir 4 veces cada arista de la unidad (espesor, largo y ancho), se procedió a realizar un promedio total y para minimizar los errores se realizó una corrección con respecto a la desviación estándar, con las siguientes formulas:

Para longitud corregida:

$$LC = LP - \sigma$$

Para ancho corregido:

$$AC = AP - \sigma$$

Para espesor corregida:

$$EC = EP - \sigma$$

Dónde:

LP = Longitud promedio (mm)

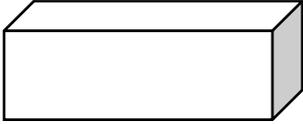
AP = Ancho promedio (mm)

EP = Espesor promedio (mm)

$\sigma$  = Desviación estándar

b) Diagramas y tablas

Tabla 51 Variación dimensional de ladrillos puzolánicos.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 																				
TESIS:	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"																			
RESPONSABLES:	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN																			
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY																			
ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL (LADRILLO KING KONG 18 HUECOS)																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>ESPESOR</p>  <p>LARGO</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>ANCHO</p> </div> </div>																				
ESPÉCIME N	PROMEDIO			PROMEDIO TOTAL			DESVIACIÓN ESTÁNDAR			VALOR FINAL										
	L	A	E	L	A	E	L	A	E	L	A	E								
LKK-1	236.5	136.8	86.8	236.68	136.75	86.75	1.04	0.56	0.17	235.63	136.19	86.58								
LKK-2	235.8	135.5	86.8																	
LKK-3	238.3	137.0	86.8																	
LKK-4	237.3	137.0	86.8																	
LKK-5	235.3	136.3	86.5																	
LKK-6	235.0	135.8	87.0																	
LKK-7	237.5	137.3	87.0																	
LKK-8	237.0	136.5	86.8																	
LKK-9	237.0	136.5	86.5																	
LKK-10	237.3	136.8	86.8																	
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>DIMENSIÓN</th> <th>VARIACIÓN FINAL (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Longitud</td> <td>1.82</td> </tr> <tr> <td>Ancho</td> <td>2.72</td> </tr> <tr> <td>Espesor</td> <td>3.80</td> </tr> </tbody> </table>													DIMENSIÓN	VARIACIÓN FINAL (%)	Longitud	1.82	Ancho	2.72	Espesor	3.80
DIMENSIÓN	VARIACIÓN FINAL (%)																			
Longitud	1.82																			
Ancho	2.72																			
Espesor	3.80																			

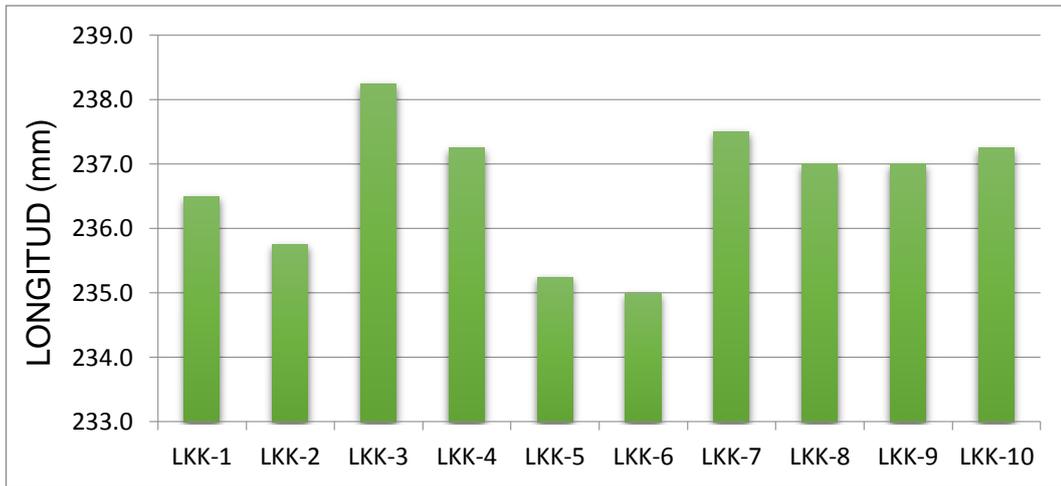


Figura 75 Longitud promedio de unidades.

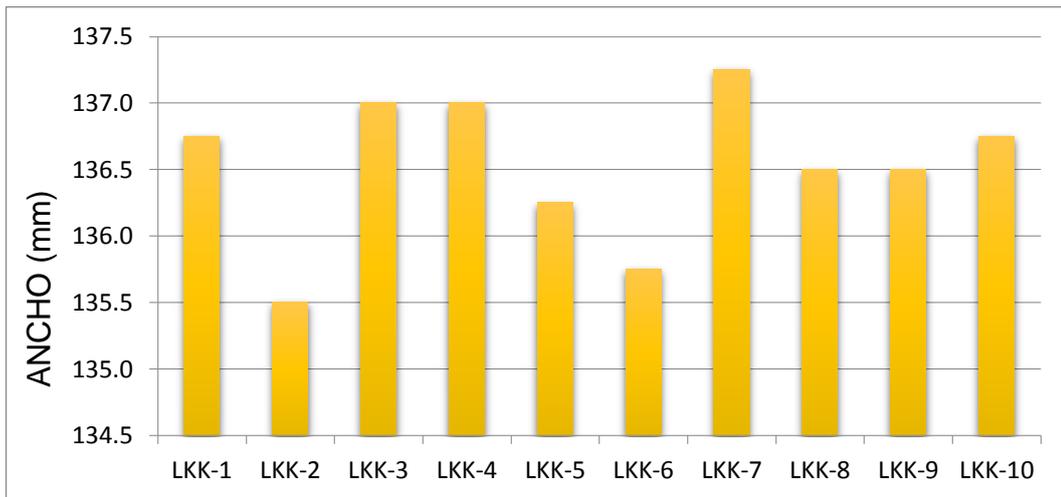


Figura 76 Ancho promedio de unidades.

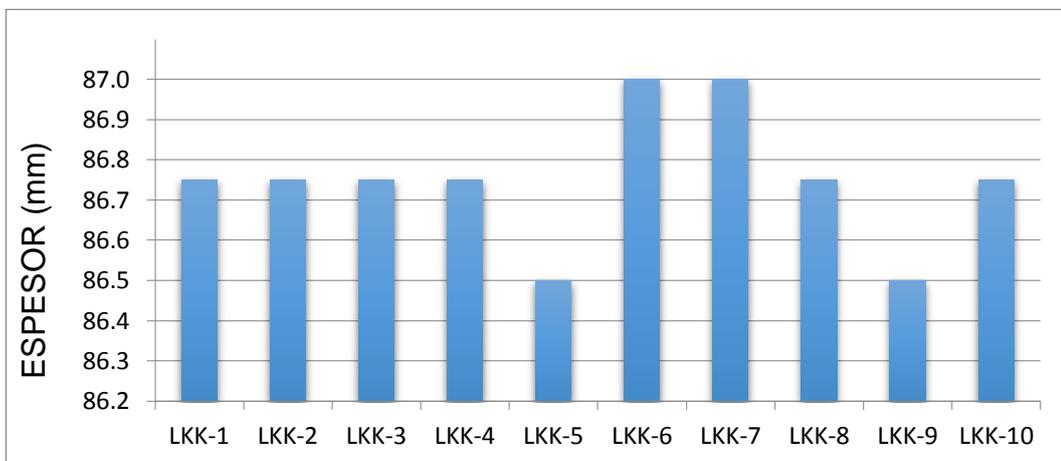


Figura 77 Espesor promedio de unidades.

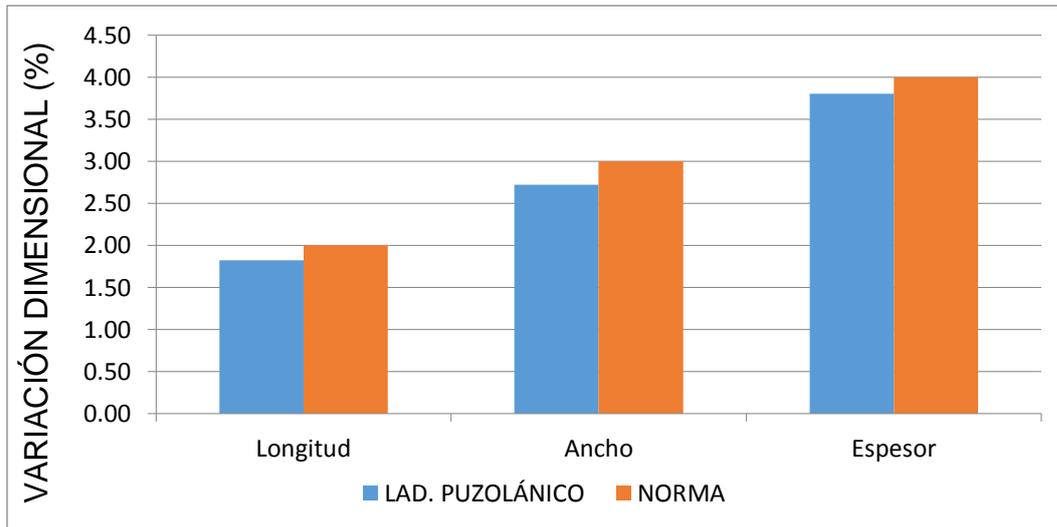


Figura 78 Comparación de variación dimensional (ladrillo tipo IV).

### c) Análisis de la prueba

La longitud promedio de ladrillos puzolánicos es de 235.63 mm, teniendo una variación dimensional porcentual de 1.82%, el ancho promedio de ladrillos puzolánicos es de 136.19 mm, con una variación dimensional porcentual de 2.72% y el espesor promedio de ladrillos puzolánicos es de 86.58 mm, lo que significa una variación dimensional porcentual de 3.8%. La variación dimensional promedio de los ladrillos puzolánicos según Norma E.070 (Albañilería), se encuentran dentro de los parámetros admisibles de ladrillos tipo IV.

### 3.6.5. Ensayo de alabeo en unidades de albañilería añadidas con 20% de puzolana

#### a) Cálculo de la prueba

Se determinó las medidas de concavidad y convexidad de 10 especímenes, hallando posteriormente los promedios, finalmente se obtuvo un alabeo, con la siguiente formula:

$$\text{Alabeo} = \frac{CP + C'P}{2}$$

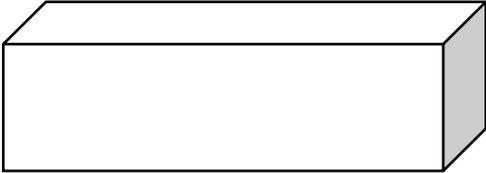
Dónde:

CP = Concavidad promedio (mm)

C'P = Convexidad promedio (mm)

**b) Diagramas y tablas**

Tabla 52 Análisis de datos de alabeo en ladrillos puzolánicos.

	<h2 style="margin: 0;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</h2> <p style="margin: 0;">FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>																																																																														
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"																																																																														
<b>RESPONSA BLES:</b>	<p style="margin: 0;">CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</p> <p style="margin: 0;">FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</p>																																																																														
<b>ENSAYO:</b>	ALABEO (LADRILLO KING KONG 18 HUECOS)																																																																														
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>ESPESOR</p>  <p>LARGO</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>ANCHO</p> </div> </div>																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">Especimen N°</th> <th colspan="2">Cara Superior</th> <th colspan="2">Cara Inferior</th> </tr> <tr> <th>Concavidad</th> <th>Convexidad</th> <th>Concavidad</th> <th>Convexidad</th> </tr> <tr> <th>(mm)</th> <th>(mm)</th> <th>(mm)</th> <th>(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>LKK-1</td><td>0.00</td><td>2.00</td><td>1.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>LKK-2</td><td>0.00</td><td>3.00</td><td>1.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>LKK-3</td><td>1.50</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>1.50</td></tr> <tr><td>LKK-4</td><td>1.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>1.50</td></tr> <tr><td>LKK-5</td><td>0.00</td><td>2.00</td><td>1.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>LKK-6</td><td>0.50</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>3.00</td></tr> <tr><td>LKK-7</td><td>0.00</td><td>2.50</td><td>1.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>LKK-8</td><td>1.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>3.00</td></tr> <tr><td>LKK-9</td><td>0.00</td><td>2.00</td><td>1.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>LKK-10</td><td>0.00</td><td>1.50</td><td>1.00</td><td>0.00</td></tr> <tr> <td rowspan="2">Promedio</td> <td>Concavidad</td> <td colspan="2">1.00</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Convexidad</td> <td colspan="2">2.21</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>ALABEO</b></td> <td colspan="2"><b>2.00</b></td> <td><b>mm</b></td> </tr> </tbody> </table>			Especimen N°	Cara Superior		Cara Inferior		Concavidad	Convexidad	Concavidad	Convexidad	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	LKK-1	0.00	2.00	1.00	0.00	LKK-2	0.00	3.00	1.00	0.00	LKK-3	1.50	0.00	0.00	1.50	LKK-4	1.00	0.00	0.00	1.50	LKK-5	0.00	2.00	1.00	0.00	LKK-6	0.50	0.00	0.00	3.00	LKK-7	0.00	2.50	1.00	0.00	LKK-8	1.00	0.00	0.00	3.00	LKK-9	0.00	2.00	1.00	0.00	LKK-10	0.00	1.50	1.00	0.00	Promedio	Concavidad	1.00		mm	Convexidad	2.21		mm	<b>ALABEO</b>		<b>2.00</b>		<b>mm</b>
Especimen N°	Cara Superior			Cara Inferior																																																																											
	Concavidad	Convexidad		Concavidad	Convexidad																																																																										
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)																																																																											
LKK-1	0.00	2.00	1.00	0.00																																																																											
LKK-2	0.00	3.00	1.00	0.00																																																																											
LKK-3	1.50	0.00	0.00	1.50																																																																											
LKK-4	1.00	0.00	0.00	1.50																																																																											
LKK-5	0.00	2.00	1.00	0.00																																																																											
LKK-6	0.50	0.00	0.00	3.00																																																																											
LKK-7	0.00	2.50	1.00	0.00																																																																											
LKK-8	1.00	0.00	0.00	3.00																																																																											
LKK-9	0.00	2.00	1.00	0.00																																																																											
LKK-10	0.00	1.50	1.00	0.00																																																																											
Promedio	Concavidad	1.00		mm																																																																											
	Convexidad	2.21		mm																																																																											
<b>ALABEO</b>		<b>2.00</b>		<b>mm</b>																																																																											

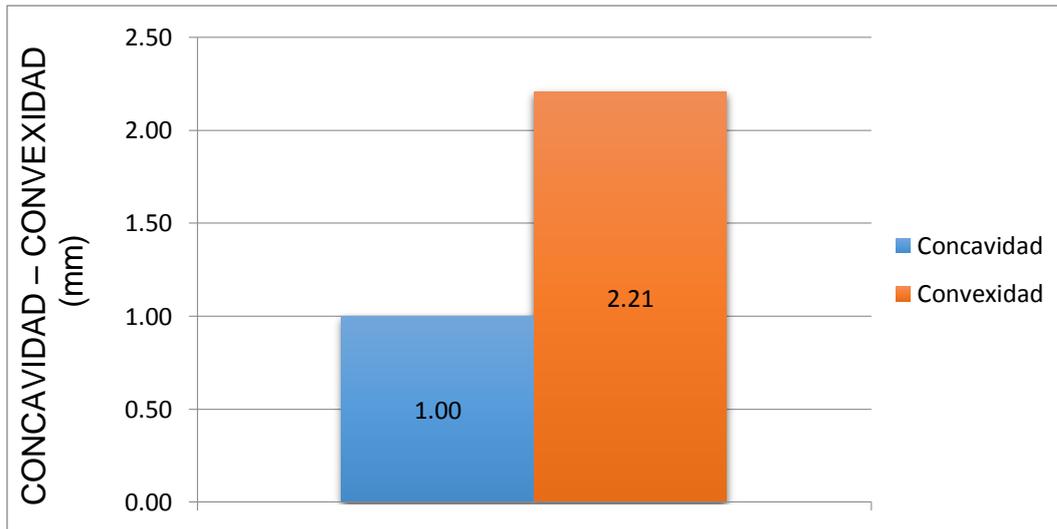


Figura 79 Concavidad y convexidad promedio de unidades.

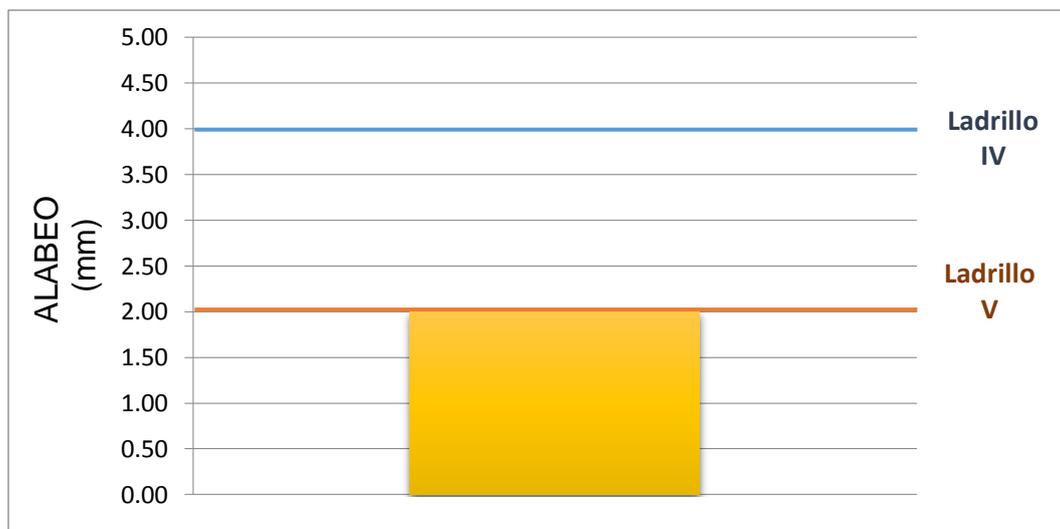


Figura 80 Comparación de alabeo con Norma E.070.

### c) Análisis de la prueba

Luego del procesamiento de 10 unidades estudiadas se aprecia que la concavidad promedio es de 1.00 mm y la convexidad 2.21 mm, por lo tanto se determina que el alabeo en los ladrillos King Kong adicionados con 20 % de puzolana en peso es de 2.00 mm, y según Norma E.070 (Albañilería) tabla 1, corresponde a un ladrillo Tipo V. Esto dato significa demasiado debido a que siendo un ladrillo semi - industrial cumple con un rango alto de alabeo.

**3.6.6. Ensayo de succión de unidades de albañilería añadidos con 20% de puzolana.**

**a) Cálculo de la prueba**

La succión se determina en gramos por minutos en un área normalizada estándar de 200 cm<sup>2</sup>. Para el proceso de cálculo se empleó la siguiente fórmula:

$$S = 200 \times \frac{(Ph - Ps)}{A}$$

Dónde:

- S = Succión (gr/(200 cm<sup>2</sup>-min)).
- Ph = Peso de unidad al ser sumergido 3mm durante 1 min (gr.).
- Ps = Peso de la unidad al salir del horno (gr.).
- A = Área neta de la unidad (cm<sup>2</sup>).

**b) Diagramas y tablas**

Tabla 53 Análisis de ensayo de succión en ladrillos puzolánicos.

 <p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p> 							
<b>TESIS:</b>	<b>"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"</b>						
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>						
<b>ENSAYO:</b>	<b>SUCCIÓN (LADRILLO KING KONG 18 HUECOS)</b>						
<b>ESPÉCIMEN</b>	<b>LONG. (cm)</b>	<b>ANCHO (cm)</b>	<b>ESPESOR (cm)</b>	<b>ÁREA NETA (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>PESO SECO (gr)</b>	<b>PESO SATURADO (gr)</b>	<b>SUCCIÓN gr/(200cm<sup>2</sup>-min)</b>
L1	23.75	13.70	8.65	222.32	3530.90	3571.30	36.34
L2	23.75	13.70	8.65	222.32	3532.20	3572.00	35.81
L3	23.70	13.55	8.60	218.08	3500.30	3548.40	44.11
L4	23.60	13.60	8.70	217.90	3483.20	3523.30	36.81
L5	23.65	13.70	8.65	220.95	3488.90	3534.40	41.19
L6	23.75	13.65	8.60	221.13	3478.30	3523.20	40.61
L7	23.75	13.55	8.55	218.75	3474.80	3526.50	47.27
L8	23.80	13.78	8.65	224.79	3484.50	3524.20	35.32
						<b>PROMEDIO</b>	<b>39.68</b>

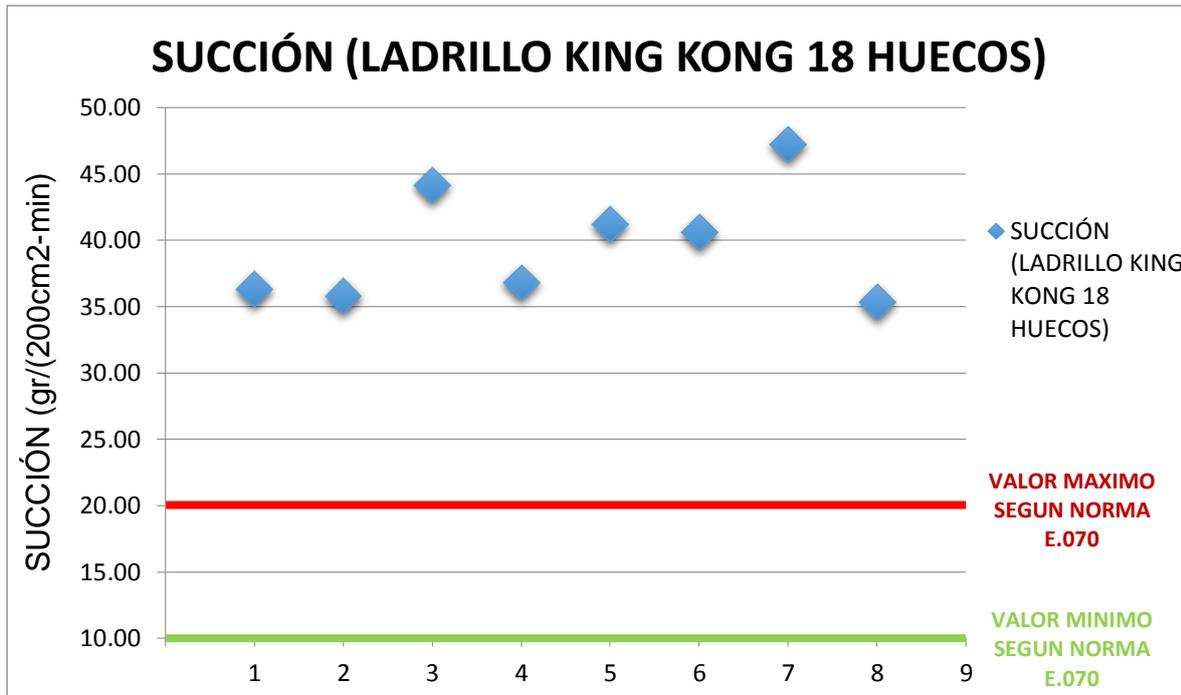


Figura 81 Comparación de succión con valores permisibles de Norma E.070.

### c) Análisis de la prueba

El valor máximo de succión obtenido en ladrillos adicionados con puzolana fue de 47.27 gr/(200 cm<sup>2</sup>-min) que representa un 136% excedente comparado con el valor máximo de la Norma E.070, el valor promedio estudiado en 8 especímenes fue de 39.68 gr/(200 cm<sup>2</sup>-min) el cual supera lo estipulado en la Norma E.070 – Albañilería, se procedió a regar las unidades durante media hora unas 10 a 15 horas antes de su asentado en pilas de albañilería ya que esto influye de manera directa en la adherencia unidad-mortero (debido a que las unidades con mayor succión, extraen agua en mayor cantidad del mortero) y en la compresión axial de pilas de albañilería.

Como se refleja en la tesis de referencia, estas unidades al contener material puzolánico tienden a tener más succión y tienden a reducir la adherencia en la albañilería.

Mediante este ensayo se mide la velocidad y capacidad de las unidades de albañilería de retener agua. También se ve afectado la adherencia ladrillo-mortero debido a que si la succión es elevada el mortero tiende a secarse más rápido por lo que su adherencia se ve reducida.

### 3.5.7. Ensayo de absorción en unidades de albañilería añadidos con 20% de puzolana.

#### a) Cálculo de la prueba

Las unidades de arcilla al poseer mayor cantidad de poros en su estructura, incrementa su capacidad absorbente, a su vez la unidad será más vulnerable al intemperismo. Para la determinación de la absorción en unidades de albañilería adicionadas con puzolana se empleó la siguiente formula.

$$A = \frac{100 \times (\text{Peso Saturado} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}}$$

Dónde:

$$A = \text{Absorción (\%)}$$

#### b) Diagramas y tablas

Tabla 54 Análisis de absorción en unidades añadidas con puzolana.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																													
TESIS:	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"																																												
RESPONSABLES:	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN																																												
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY																																												
ENSAYO:	ABSORCIÓN (LADRILLO KING KONG 18 HUECOS)																																												
<table border="1"><thead><tr><th rowspan="2">ESPÉCIMEN</th><th>PESO SECO</th><th>PESO SATURADO</th><th rowspan="2">ABSORCIÓN</th></tr><tr><th>(gr)</th><th>(gr)</th></tr></thead><tbody><tr><td>L1</td><td>3530.90</td><td>4134.60</td><td>17.10%</td></tr><tr><td>L2</td><td>3532.20</td><td>4127.80</td><td>16.86%</td></tr><tr><td>L3</td><td>3500.30</td><td>4081.70</td><td>16.61%</td></tr><tr><td>L4</td><td>3483.20</td><td>4055.40</td><td>16.43%</td></tr><tr><td>L5</td><td>3488.90</td><td>4021.70</td><td>15.27%</td></tr><tr><td>L6</td><td>3478.30</td><td>4002.40</td><td>15.07%</td></tr><tr><td>L7</td><td>3474.80</td><td>4016.20</td><td>15.58%</td></tr><tr><td>L8</td><td>3484.50</td><td>4100.20</td><td>17.67%</td></tr><tr><td colspan="3">PROMEDIO</td><td>16.32%</td></tr></tbody></table>				ESPÉCIMEN	PESO SECO	PESO SATURADO	ABSORCIÓN	(gr)	(gr)	L1	3530.90	4134.60	17.10%	L2	3532.20	4127.80	16.86%	L3	3500.30	4081.70	16.61%	L4	3483.20	4055.40	16.43%	L5	3488.90	4021.70	15.27%	L6	3478.30	4002.40	15.07%	L7	3474.80	4016.20	15.58%	L8	3484.50	4100.20	17.67%	PROMEDIO			16.32%
ESPÉCIMEN	PESO SECO	PESO SATURADO	ABSORCIÓN																																										
	(gr)	(gr)																																											
L1	3530.90	4134.60	17.10%																																										
L2	3532.20	4127.80	16.86%																																										
L3	3500.30	4081.70	16.61%																																										
L4	3483.20	4055.40	16.43%																																										
L5	3488.90	4021.70	15.27%																																										
L6	3478.30	4002.40	15.07%																																										
L7	3474.80	4016.20	15.58%																																										
L8	3484.50	4100.20	17.67%																																										
PROMEDIO			16.32%																																										



Figura 82 Absorción en unidades añadidas con puzolana.

### c) Análisis de la prueba

La máxima absorción obtenida en los 8 especímenes fue de 17.10%, la absorción promedio de 8 especímenes fue de 16.32%, menor que el límite máximo permisible por la Norma E.070 que indica que los ladrillos de arcilla y sillico calcáreos no será mayor que el 22%.

### 3.6.8. Compresión de unidades de albañilería

#### a) Cálculo de la prueba

Para determinar la resistencia característica a la compresión se realizó un análisis de los datos recolectados y posteriormente se calculó con las siguientes:

$$Ab = L \times A$$

$$Ah = \frac{18 \times D^2 \times \pi}{4}$$

$$An = Ab - Ah$$

$$RC = \frac{C}{An}$$

Dónde:

- Ab = Área bruta (cm<sup>2</sup>)
- L = Longitud (cm)
- A = Ancho (cm)
- Ah = Área hueca (cm<sup>2</sup>)
- D = Diámetro (cm)
- An = Área neta (cm<sup>2</sup>)
- RC = Resistencia a compresión (kgf/cm<sup>2</sup>)
- C = Carga ejercida en la unidad (kgf)

**b) Diagramas y tablas**

Tabla 55 Análisis de compresión de ladrillos puzolánicos.

	<h2 style="margin: 0;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</h2> <p style="margin: 0;">FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>						
<b>TESIS:</b>	<b>"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"</b>						
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b> <b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>						
<b>ENSAYO:</b>	<b>COMPRESIÓN DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS AÑADIDOS CON 20% DE PUZOLANA</b>						
<b>ESPÉCIMEN</b>	<b>DIMENSIÓN PROMEDIO</b>		<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>			<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN (KG/CM<sup>2</sup>)</b>	
	<b>ℓ<sub>p</sub></b>	<b>ap</b>	<b>ÁREA BRUTA</b>	<b>ORIFICIOS</b>	<b>ÁREA NETA</b>	<b>FISURACIÓN</b>	<b>TRITURACIÓN</b>
L1	23.75	13.70	325.38	<b>102.00</b>	223.37	98.71	220.30
L2	23.75	13.70	325.38		223.37	100.37	264.80
L3	23.70	13.55	321.14		219.13	90.54	270.70
L4	23.60	13.60	320.96		218.96	91.20	279.00
L5	23.65	13.70	324.01		222.00	91.62	288.01
L6	23.75	13.65	324.19		222.19	97.17	252.90
L7	23.75	13.55	321.81		219.81	95.31	311.91
L8	23.80	13.78	327.85		225.84	97.24	264.17
				<b>PROM.</b>	<b>95.27</b>	<b>268.97</b>	

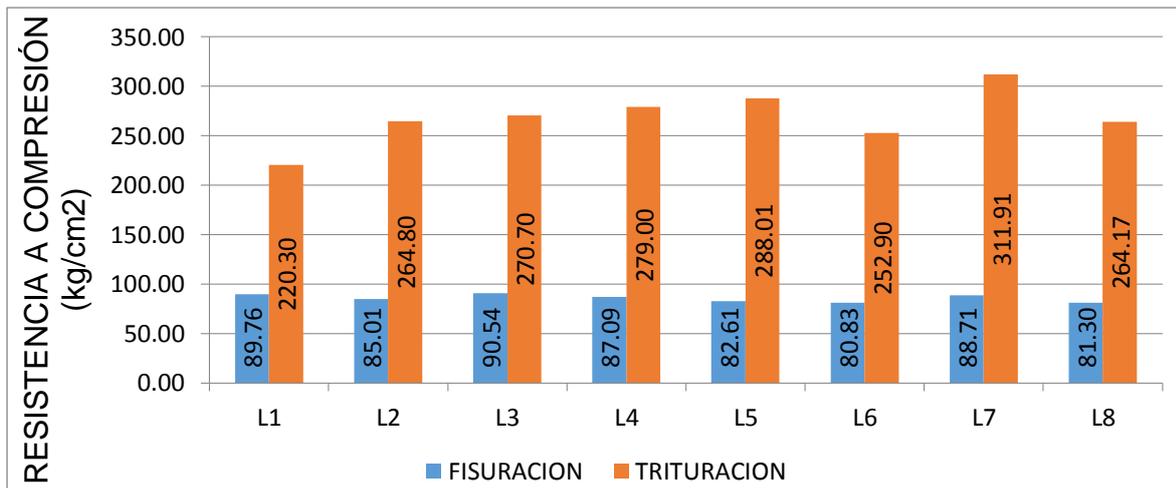


Figura 83 Resistencia a compresión axial de ladrillos puzolánicos.

### c) Análisis de la prueba

La resistencia a la compresión por fisuración máxima fue de 100.37 kgf/cm<sup>2</sup>, el valor promedio de resistencia a la compresión por fisuración en 8 especímenes fue de 95.27 kgf/cm<sup>2</sup>.

La resistencia a la compresión por trituración máxima fue de 311.91 kgf/cm<sup>2</sup>, el valor promedio de resistencia a la compresión por trituración en 8 especímenes fue de 268.67 kgf/cm<sup>2</sup>.

Según la TABLA 1 indicado en la Norma Técnica E.070, el ladrillo en estudio debido a su resistencia a compresión promedio por fisuración pertenece a un ladrillo tipo III.

Según la "TABLA 9" de la Norma Técnica E.070, el ladrillo estudiado al ser de arcilla y poseer una resistencia a compresión mayor a 55 kgf/cm<sup>2</sup>, pertenece a la denominación de ladrillo King Kong artesanal.

### 3.6.9. Muestreo y granulometría de agregado de la cantera Cunyac (50%) y Huacarpay (50%).

#### a) Cálculo de la prueba

Con una muestra representativa del material, se determinó los pesos retenidos en cada tamiz, como se muestra en la tabla 29.

Con los datos obtenidos, se procede a desarrollar el análisis granulométrico con las siguientes formulas:



Peso corregido:

$$PC = PR + \frac{\text{Desperdicio}}{\text{N}^\circ \text{ Mallas}}$$

Porcentaje retenido:

$$\%R = \frac{PC \times 100}{P_o}$$

Porcentaje retenido acumulado:

$$\%RA(i) = \%R(i) + \%RA(i - 1)$$

Porcentaje pasante:

$$\%P = \%RA - 100$$

Dónde:

PR = Peso retenido en cada malla (gr.).

Desperdicio = Peso inicial – sumatoria de pesos retenidos en cada malla (gr.).

Nº Mallas = Cantidad de mallas donde se registra algún peso retenido

Po = Peso Inicial (gr.).

Se tomó según la Norma Técnica E.070 la siguiente tabla de los valores máximos y mínimos permisibles para la granulometría de agregados, el cual se comparó con los datos obtenidos en el análisis granulométrico de agregado fino (Cunyac 50% + Huacarpay 50%).

Tabla 56 Granulometría de la arena gruesa.

MALLA ASTM	% QUE PASA
Nº 4 (4.75 mm)	100
Nº 8 (2.36 mm)	95 a 100
Nº 16 (1.18 mm)	70 a 100
Nº 30 (0.60 mm)	40 a 75
Nº 50 (0.30 mm)	10 a 35
Nº 100 (0.15 mm)	2 a 15
Nº 200 (0.075 mm)	Menos de 2

Fuente: Norma E.070 (Albañilería)

b) Diagramas y tablas

Tabla 57 Análisis granulométrico de agregados.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 																																																																																			
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																																																																			
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"																																																																																		
<b>RESPONSABLES:</b>	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN																																																																																		
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY																																																																																		
<b>ENSAYO:</b>	GRANULOMETRÍA DE AGREGADO (50% ARENA GRUESA CANTERA CUNYAC + 50% ARENA GRUESA CANTERA HUACARPAY)																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Po =</th> <td>1000</td> <th>gr</th> <td></td> <td></td> <th>MF =</th> <td>2.23</td> </tr> <tr> <th>Tamiz (mm)</th> <th>Tamiz (ASTM)</th> <th>Peso Retenido</th> <th>Peso Corregido</th> <th>% Retenido</th> <th>% Retenido Acumulado</th> <th>% Que Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.75</td> <td>N° 4</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> </tr> <tr> <td>2.36</td> <td>N° 8</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> </tr> <tr> <td>1.18</td> <td>N° 16</td> <td>186.88</td> <td>187.39</td> <td>18.74</td> <td>18.74</td> <td>81.26</td> </tr> <tr> <td>0.60</td> <td>N° 30</td> <td>207.73</td> <td>208.24</td> <td>20.82</td> <td>39.56</td> <td>60.44</td> </tr> <tr> <td>0.30</td> <td>N° 50</td> <td>324.33</td> <td>324.84</td> <td>32.48</td> <td>72.05</td> <td>27.95</td> </tr> <tr> <td>0.15</td> <td>N° 100</td> <td>206.23</td> <td>206.74</td> <td>20.67</td> <td>92.72</td> <td>7.28</td> </tr> <tr> <td>0.075</td> <td>N° 200</td> <td>53.28</td> <td>53.79</td> <td>5.38</td> <td>98.10</td> <td>1.90</td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>FONDO</b></td> <td>18.48</td> <td>18.99</td> <td>1.90</td> <td>100.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>TOTAL</b></td> <td><b>996.90</b></td> <td>1000.00</td> <td>100.00</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							Po =	1000	gr			MF =	2.23	Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	Peso Retenido	Peso Corregido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	4.75	N° 4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	2.36	N° 8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	1.18	N° 16	186.88	187.39	18.74	18.74	81.26	0.60	N° 30	207.73	208.24	20.82	39.56	60.44	0.30	N° 50	324.33	324.84	32.48	72.05	27.95	0.15	N° 100	206.23	206.74	20.67	92.72	7.28	0.075	N° 200	53.28	53.79	5.38	98.10	1.90		<b>FONDO</b>	18.48	18.99	1.90	100.00	0.00		<b>TOTAL</b>	<b>996.90</b>	1000.00	100.00		
Po =	1000	gr			MF =	2.23																																																																													
Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	Peso Retenido	Peso Corregido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa																																																																													
4.75	N° 4	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00																																																																													
2.36	N° 8	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00																																																																													
1.18	N° 16	186.88	187.39	18.74	18.74	81.26																																																																													
0.60	N° 30	207.73	208.24	20.82	39.56	60.44																																																																													
0.30	N° 50	324.33	324.84	32.48	72.05	27.95																																																																													
0.15	N° 100	206.23	206.74	20.67	92.72	7.28																																																																													
0.075	N° 200	53.28	53.79	5.38	98.10	1.90																																																																													
	<b>FONDO</b>	18.48	18.99	1.90	100.00	0.00																																																																													
	<b>TOTAL</b>	<b>996.90</b>	1000.00	100.00																																																																															

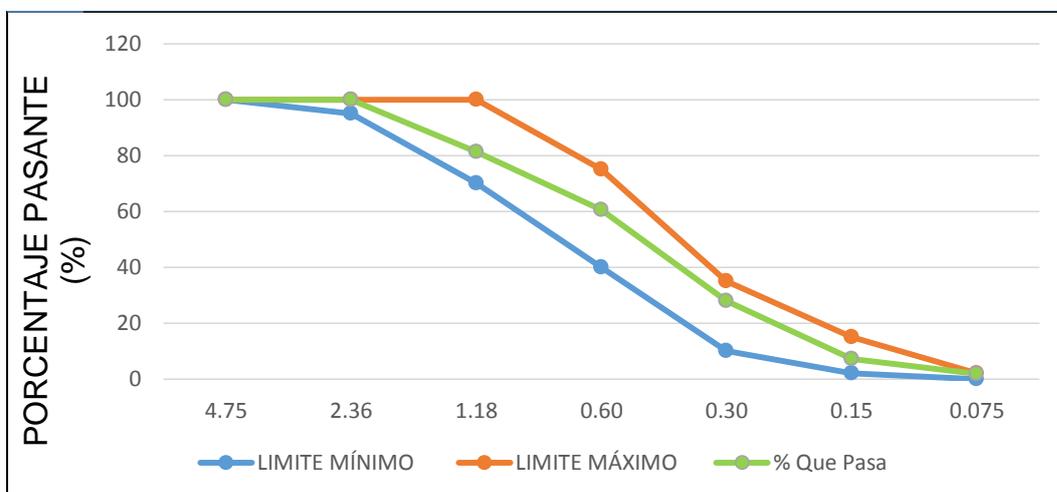


Figura 84 Curva granulométrica de agregados.

### c) Análisis de la prueba

El análisis granulométrico de la mezcla de agregados (Cunyac 50% + Huacarpay 50%) que será utilizado para la elaboración de mortero en pilas, se encuentra dentro de los límites máximos y mínimos referidos en la Norma E.070, como se aprecia en la figura 80.

El módulo de fineza obtenido de esta mezcla de agregados es de 2.23 el cual está comprendido entre el rango de 1.6 y 2.5, según la Norma E.070 (Albañilería), artículo 6, mortero.

### 3.6.10. Ensayo de fluidez del mortero

#### a) Cálculo de la prueba

Para obtener las relaciones agua cemento adecuadas para el mortero, de manera empírica se modificó el valor de agua en la mezcla para que se encuentre dentro del rango especificado en la NTP 334.057.

Según la NTP 334.051 indica que para Cemento Portland la relación agua/cemento debe ser 0.485, por lo que se comenzó a realizar ensayos desde dicho valor.

Para los cálculos de fluidez se utilizó la siguiente fórmula:

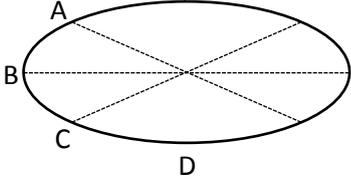
$$\%F = 100 \times \frac{D - D_0}{D}$$

Dónde:

%F	=	Porcentaje de fluidez (%)
D	=	Diámetro obtenido (cm)
D <sub>0</sub>	=	Diámetro inicial (cm)

#### b) Diagramas y tablas

Tabla 58 Análisis de datos de fluidez para mortero.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
<b>TESIS:</b>	<b>"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"</b>				
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN</b> <b>FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>				
<b>ENSAYO:</b>	<b>FLUIDEZ DE MORTERO 1:4 ( 50% CUNYAC + 50% HUACARPAY)</b>				
					
<b>RELACIÓN AGUA - CEMENTO</b>	<b>PROMEDIO DE DIÁMETROS (cm)</b>	<b>DIÁMETRO INICIAL (cm)</b>	<b>PORCENTAJE DE FLUIDEZ (%)</b>	<b>FLUIDEZ NORMA</b>	<b>CUMPLE</b>
0.500	0.00	9	0.00	110 +/- 5%	NO
0.700	0.00	9	0.00		NO
0.900	13.73	9	52.50		NO
1.000	16.83	9	86.94		NO
1.025	18.43	9	104.72		SI
1.050	18.85	9	109.44		SI
1.075	19.38	9	115.28		SI

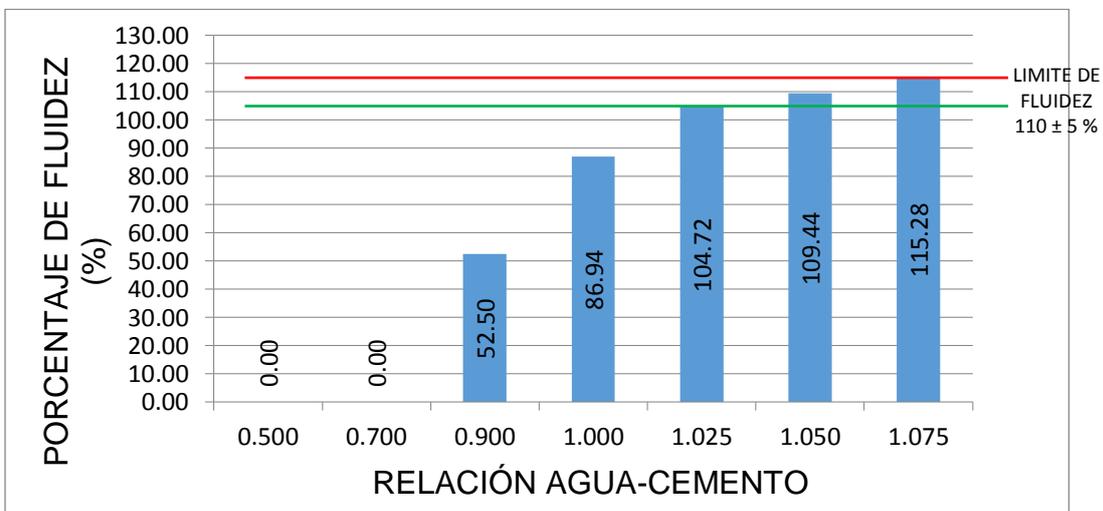


Figura 85 Datos de fluidez para mortero.

### c) Análisis de la prueba

Con una relación agua/cemento de 0.50, indicado en la NTP 334.057 se observó que no presenta trabajabilidad, lo cual no procede para el análisis en la mesa de flujo, por lo que se incrementó la cantidad de relación agua/cemento como se indica en el grafico anterior.

Se obtuvieron 3 parámetros de relación agua/cemento, los cuales se encuentran en el rango mínimo, intermedio y máximo de lo referido en la NTP 334.057, los cuales fueron 1.025, 1.050 y 1.075 respectivamente.

### 3.6.11. Ensayo de compresión de dados de mortero

#### a) Cálculo de la prueba

Con lo obtenido en la recolección de datos del ensayo de compresión de dados de mortero se procedió a realizar en análisis para hallar la resistencia característica promedio en los diferentes tipos de relación agua – cemento, con las siguientes fórmulas.

Área de contacto:

$$A = L_{prom} \times A_{prom}$$

Resistencia a la compresión:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Desviación estándar:

$$Ds = \sqrt{\frac{\sum(x - x_{prom})^2}{n - 1}}$$

Resistencia característica:

$$F'c = f'c_{prom} - Ds$$

Dónde:

$L_{prom}$	=	Longitud promedio
$A_{prom}$	=	Área promedio
$P$	=	Carga

**b) Diagramas y tablas**

Tabla 59 Datos de compresión de dados tipo 1.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 									
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
<b>TESIS:</b> "INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"									
<b>RESPONSABLES:</b> CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY									
<b>ENSAYO:</b> RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE DADOS DE MORTERO DE 5CM DE ARISTA TIPO 1 (A/C 1.025)									
DADO DE MORTERO	EDAD	PROM LADO A	PROM LADO B	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA PUNTUAL "P" (Kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESIS. PROM.	DESV. EST.	RESIS. CARACT.
DT1-1	7 DÍAS	5.17	5.07	26.18	1020.00	38.96	39.41	2.55	36.86
DT1-2		4.92	4.97	24.42	850.00	34.81			
DT1-3		4.97	4.92	24.42	920.00	37.67			
DT1-4		4.85	4.90	23.77	970.00	40.82			
DT1-5		5.03	4.90	24.66	960.00	38.92			
DT1-6		4.80	5.02	24.08	900.00	37.38			
DT1-7		4.82	4.90	23.60	1000.00	42.37			
DT1-8		4.82	4.95	23.84	1010.00	42.36			
DT1-9		4.82	4.87	23.44	970.00	41.38			
DT1-10		14 DÍAS	4.88	4.82	23.52	1110.00			
DT1-11	4.78		5.02	24.00	1080.00	45.01			
DT1-12	4.90		4.83	23.68	1150.00	48.56			
DT1-13	4.83		4.80	23.20	1050.00	45.26			
DT1-14	4.83		4.88	23.60	1010.00	42.79			
DT1-15	4.98		4.88	24.34	1040.00	42.74			
DT1-16	4.85		4.88	23.68	1070.00	45.18			
DT1-17	4.78		4.93	23.60	990.00	41.95			
DT1-18	4.87		4.88	23.77	1220.00	51.33			
DT1-19	28 DÍAS	5.07	5.10	25.84	1300.00	50.31	50.29	3.60	46.69
DT1-20		5.00	5.10	25.50	1220.00	47.84			
DT1-21		5.03	5.20	26.17	1160.00	44.32			
DT1-22		5.10	5.10	26.01	1310.00	50.37			
DT1-23		5.03	5.07	25.50	1480.00	58.03			
DT1-24		5.03	4.98	25.08	1270.00	50.63			
DT1-25		5.03	5.00	25.17	1250.00	49.67			
DT1-26		5.00	5.17	25.83	1330.00	51.48			
DT1-27		5.03	4.93	24.83	1240.00	49.94			

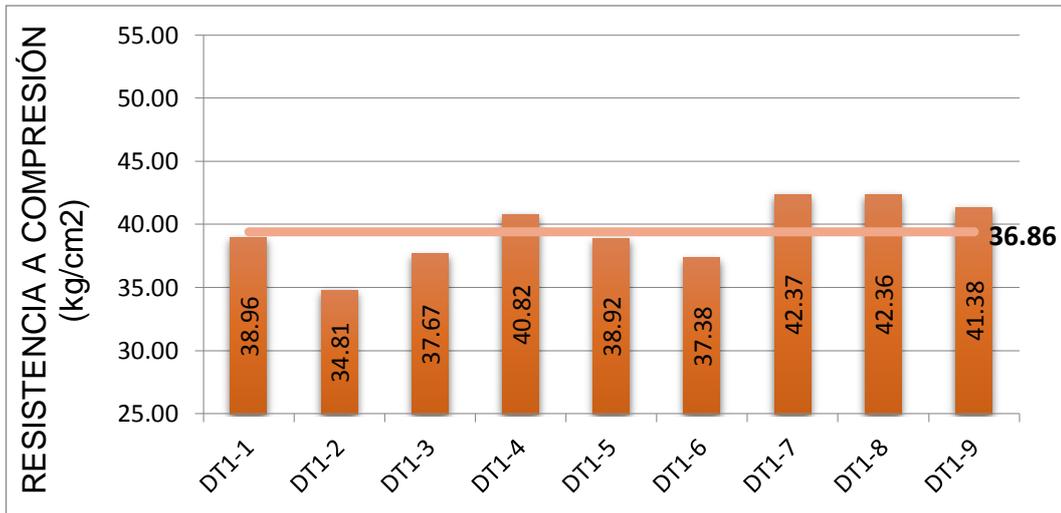


Figura 86 Resistencia a compresión dado tipo 1 (7 días).

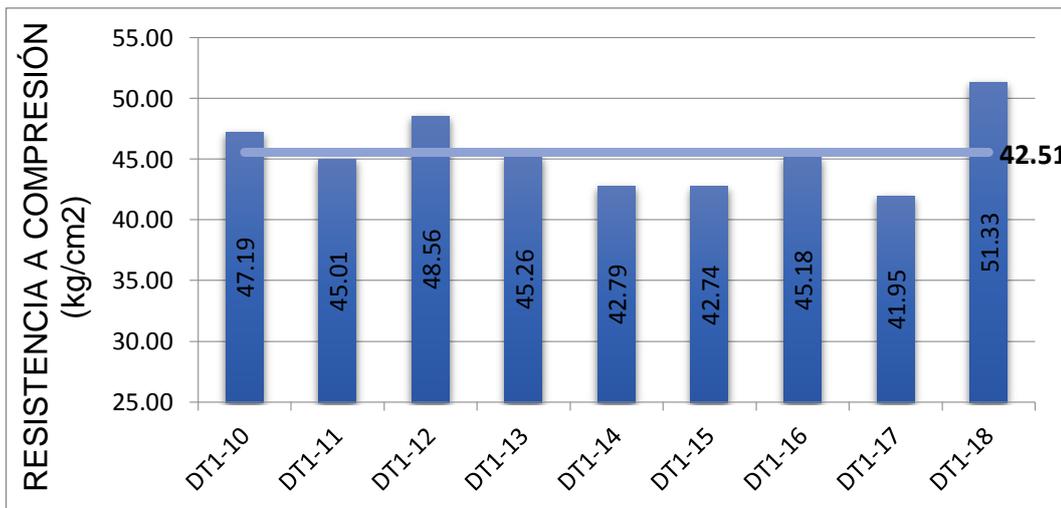


Figura 87 Resistencia a compresión dado tipo 1 (14 días).

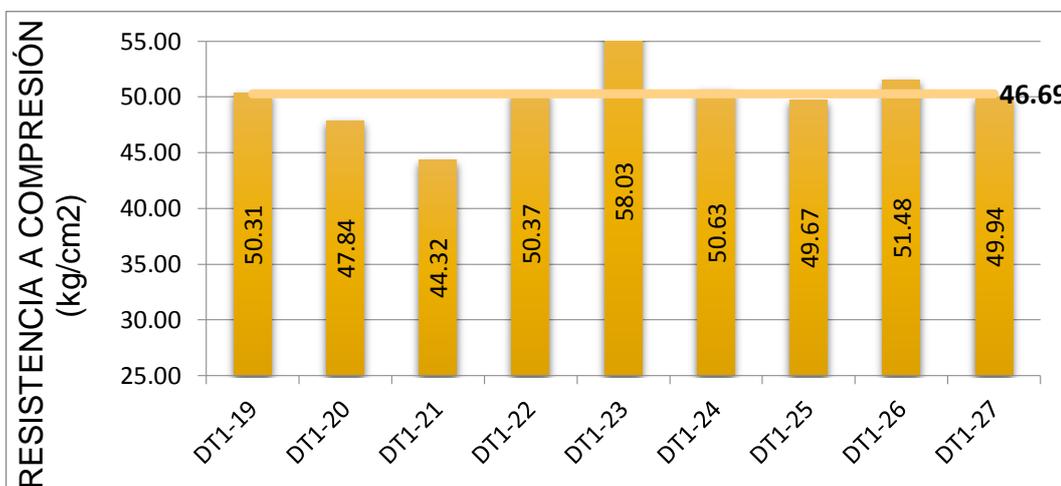


Figura 88 Resistencia a compresión dado tipo 1 (28 días).

Tabla 60 Datos de compresión de dados tipo 2.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 									
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"								
<b>RESPONSABLES:</b>	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN								
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY								
<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE DADOS DE MORTERO DE 5CM DE ARISTA TIPO 2 (A/C 1.050)								
DADO DE MORTERO	EDAD	PROM LADO A	PROM LADO B	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA PUNTUAL "P" (Kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESIS. PROM.	DESV. EST.	RESIS. CARACT.
DT2-1	7 DÍAS	4.85	4.80	23.28	900.00	38.66	38.96	1.65	37.31
DT2-2		4.82	4.88	23.52	920.00	39.11			
DT2-3		4.82	4.82	23.20	970.00	41.81			
DT2-4		4.90	4.88	23.93	950.00	39.70			
DT2-5		4.83	4.97	24.01	920.00	38.32			
DT2-6		4.88	4.93	24.09	960.00	39.85			
DT2-7		4.88	4.92	24.01	950.00	39.57			
DT2-8		4.87	4.83	23.52	890.00	37.84			
DT2-9		4.85	4.90	23.77	850.00	35.77			
DT2-10	14 DÍAS	5.00	5.13	25.67	1180.00	45.97	43.19	1.79	41.40
DT2-11		4.92	4.95	24.34	1060.00	43.55			
DT2-12		5.08	5.07	25.76	1160.00	45.04			
DT2-13		4.92	5.00	24.58	1040.00	42.31			
DT2-14		4.92	5.05	24.83	1090.00	43.90			
DT2-15		4.98	4.95	24.67	1010.00	40.94			
DT2-16		5.03	4.98	25.08	1110.00	44.25			
DT2-17		4.98	4.98	24.83	1030.00	41.48			
DT2-18		4.93	4.97	24.50	1010.00	41.22			
DT2-19	28 DÍAS	4.93	4.92	24.26	1340.00	55.25	52.41	2.58	49.83
DT2-20		5.10	5.22	26.61	1350.00	50.74			
DT2-21		5.15	5.17	26.61	1340.00	50.36			
DT2-22		5.25	5.03	26.43	1360.00	51.47			
DT2-23		5.08	5.12	26.01	1500.00	57.67			
DT2-24		5.08	5.17	26.26	1390.00	52.92			
DT2-25		5.27	5.12	26.95	1420.00	52.69			
DT2-26		5.07	5.17	26.18	1330.00	50.81			
DT2-27		5.23	5.07	26.52	1320.00	49.78			

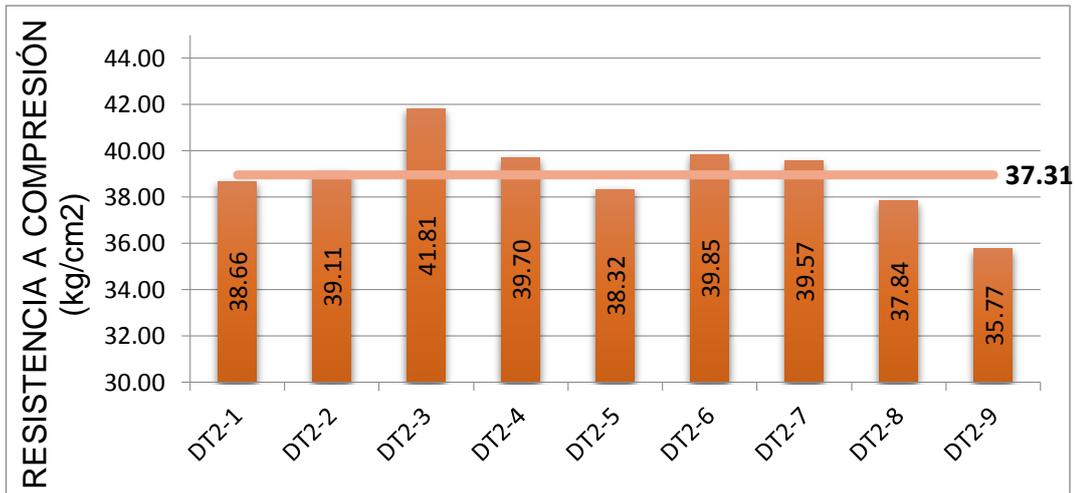


Figura 89 Resistencia a compresión dado tipo 2 (7 días).

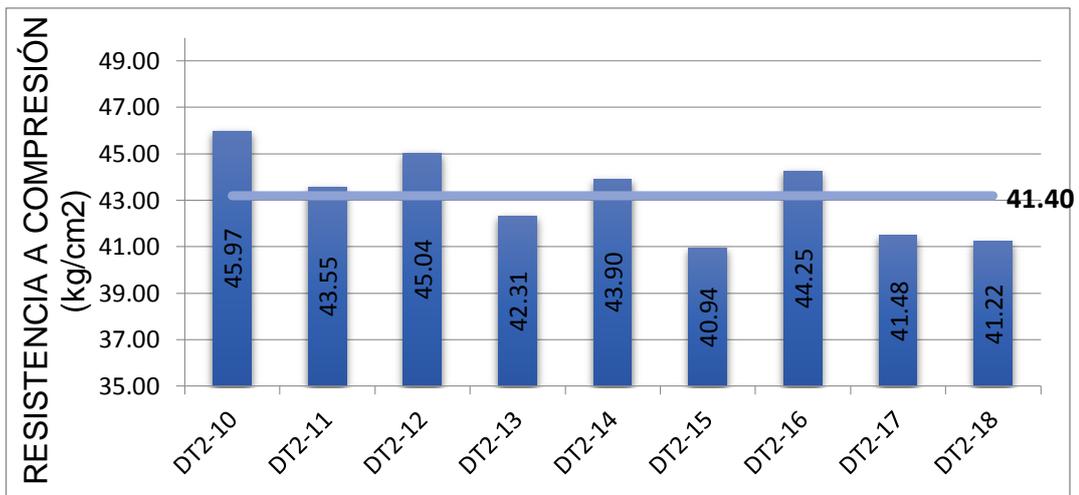


Figura 90 Resistencia a compresión dado tipo 2 (14 días).

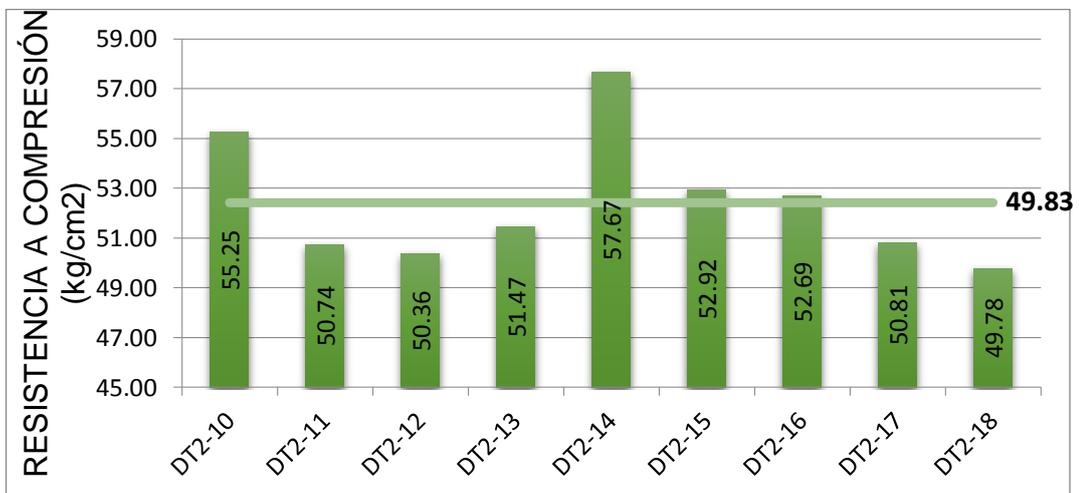


Figura 91 Resistencia a compresión dado tipo 2 (28 días).

Tabla 61 Datos de compresión de dados tipo 3.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 									
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
TESIS:	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"								
RESPONSABLES:	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN								
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY								
ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE DADOS DE MORTERO DE 5CM DE ARISTA TIPO 3 (A/C 1.075)								
DADO DE MORTERO	EDAD	PROM LADO A	PROM LADO B	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA PUNTUAL "P" (Kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESIS. PROM.	DESV. EST.	RESIS. CARACT.
DT3-1	7 DÍAS	4.83	4.87	23.52	720.00	30.61	31.81	2.02	29.79
DT3-2		4.85	4.90	23.77	720.00	30.30			
DT3-3		4.92	5.02	24.67	750.00	30.41			
DT3-4		4.93	4.82	23.76	820.00	34.51			
DT3-5		4.90	4.85	23.77	700.00	29.46			
DT3-6		4.78	5.02	24.00	750.00	31.25			
DT3-7		4.95	4.95	24.50	780.00	31.83			
DT3-8		4.78	5.07	24.24	860.00	35.49			
DT3-9		4.63	4.98	23.09	750.00	32.48			
DT3-10	14 DÍAS	5.12	4.98	25.50	1000.00	39.22	43.66	3.82	39.84
DT3-11		5.12	5.08	26.01	1290.00	49.60			
DT3-12		5.08	4.98	25.33	1030.00	40.66			
DT3-13		5.05	4.92	24.83	1040.00	41.89			
DT3-14		4.73	4.75	22.48	1020.00	45.37			
DT3-15		4.82	4.82	23.20	1060.00	45.69			
DT3-16		4.83	4.85	23.44	1140.00	48.63			
DT3-17		4.92	5.07	24.91	1050.00	42.15			
DT3-18		4.98	5.00	24.92	990.00	39.73			
DT3-19	28 DÍAS	5.15	4.98	25.66	1030.00	40.13	43.68	3.00	40.68
DT3-20		4.90	5.12	25.07	1010.00	40.28			
DT3-21		5.03	5.07	25.50	1110.00	43.53			
DT3-22		5.03	4.95	24.92	1230.00	49.37			
DT3-23		5.02	5.12	25.67	1180.00	45.97			
DT3-24		4.88	5.05	24.66	1130.00	45.82			
DT3-25		4.93	5.15	25.41	1050.00	41.33			
DT3-26		4.78	5.10	24.40	1060.00	43.45			
DT3-27		4.90	4.82	23.60	1020.00	43.22			

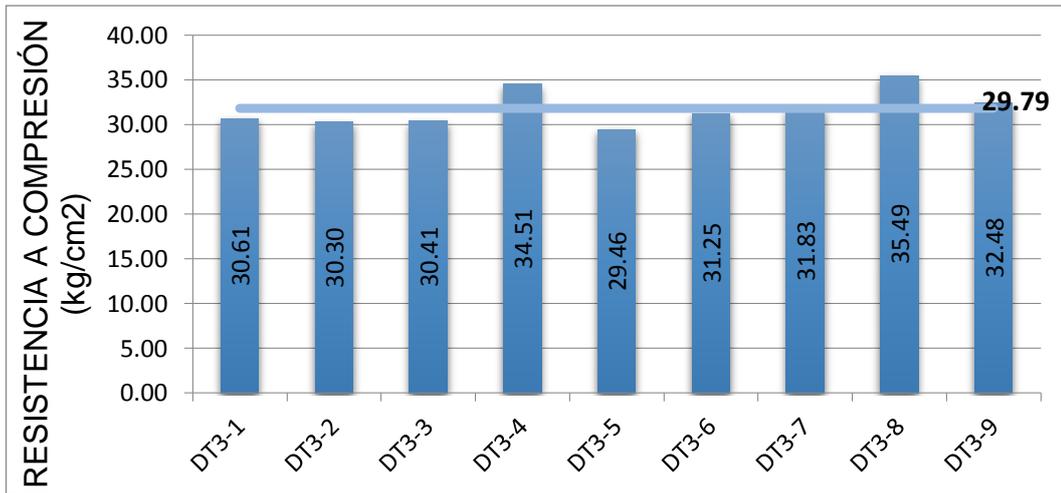


Figura 92 Resistencia a compresión dado tipo 3 (7 días).

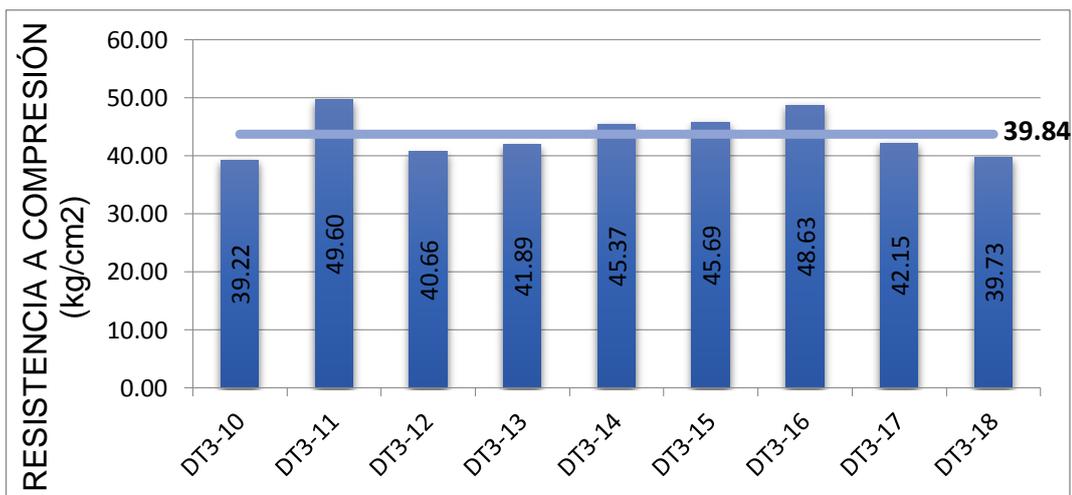


Figura 93 Resistencia a compresión dado tipo 3 (14 días).

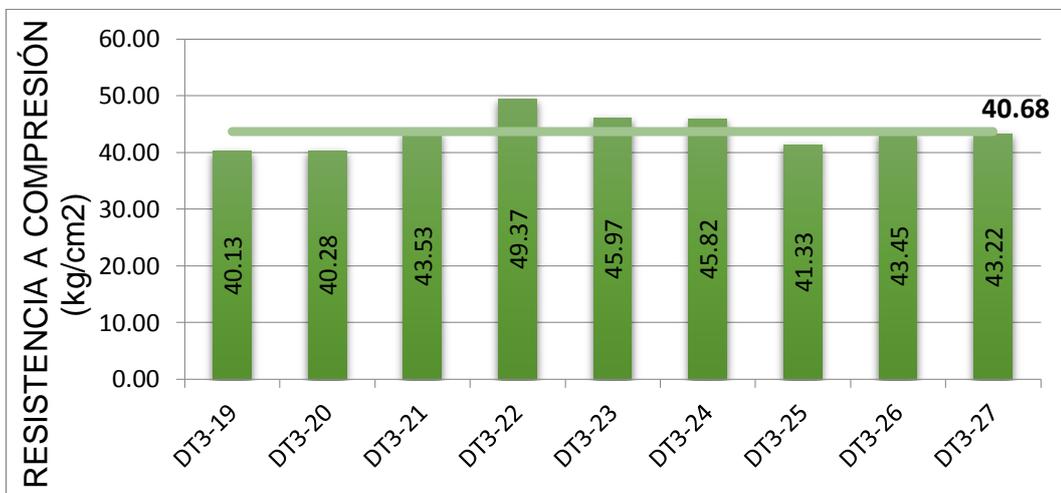


Figura 94 Resistencia a compresión dado tipo 3 (28 días).

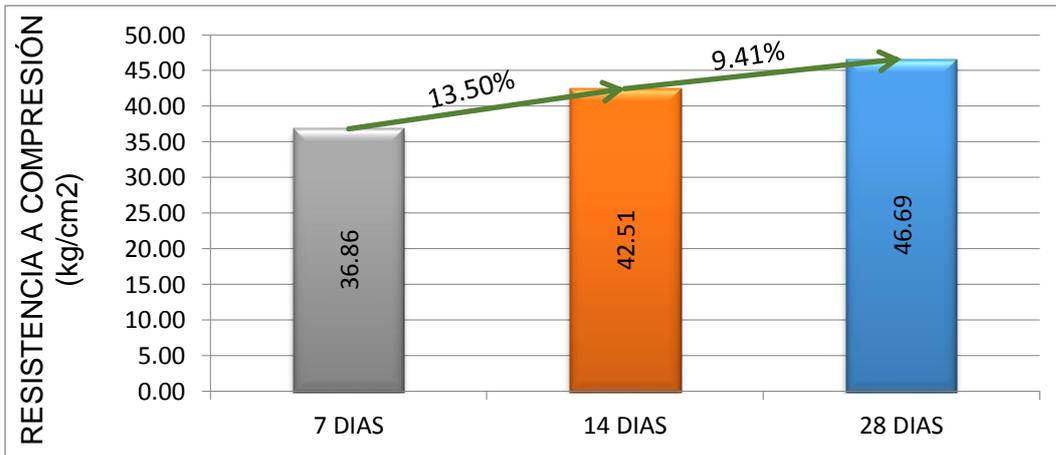


Figura 95 Comparación de resistencia a compresión promedio dado tipo 1 (7, 14 y 28 días).

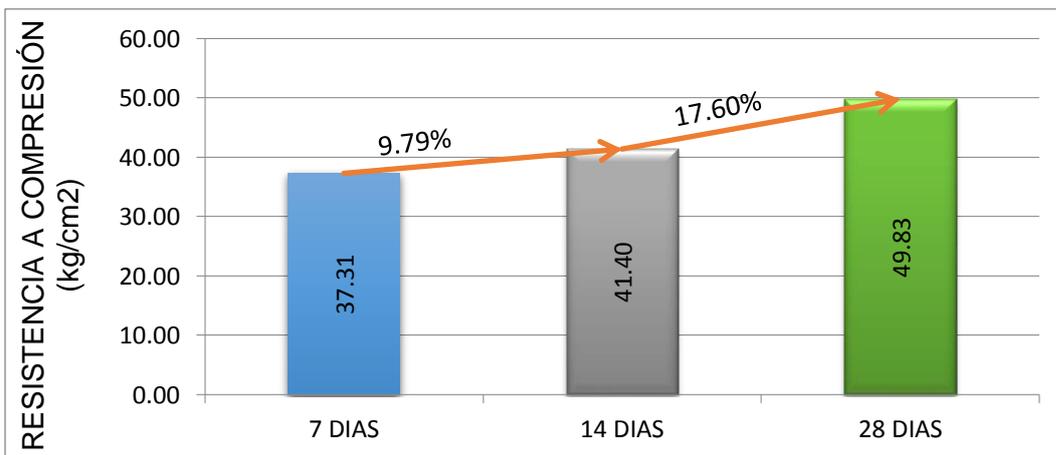


Figura 96 Comparación de resistencia a compresión promedio dado tipo 2 (7, 14 y 28 días).

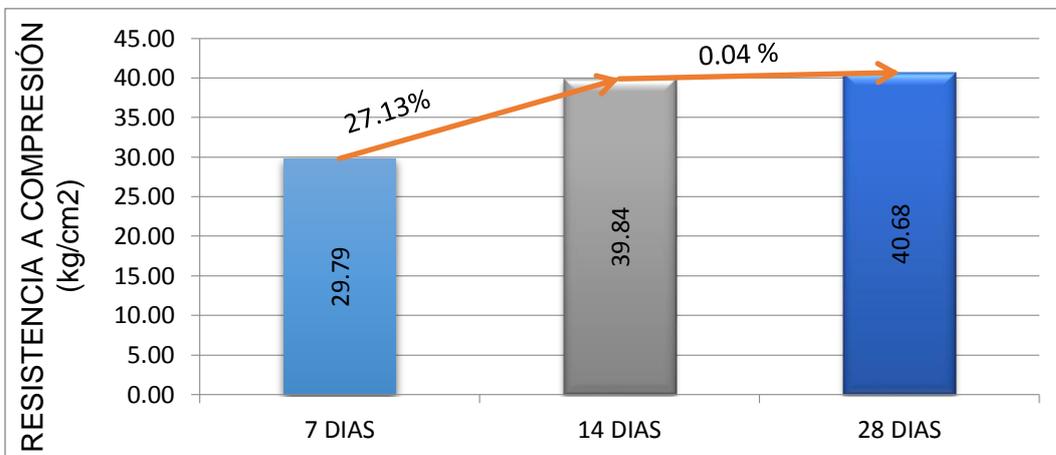


Figura 97 Comparación de resistencia a compresión promedio dado tipo 3 (7, 14 y 28 días).

**c) Análisis de la prueba**

En datos de mortero cuya relación agua – cemento fue de 1.025 la resistencia característica promedio obtenida a los 28 días fue 46.69 kg/cm<sup>2</sup>, en datos de mortero cuya relación agua – cemento fue de 1.050 la resistencia característica promedio obtenida a los 28 días fue 49.83 kg/cm<sup>2</sup> y en datos de mortero cuya relación agua – cemento fue de 1.075 la resistencia característica promedio obtenida a los 28 días fue 40.68 kg/cm<sup>2</sup>.

La máxima resistencia característica promedio obtenida en este ensayo fue de 49.83 kg/cm<sup>2</sup> el cual corresponde a datos de mortero cuya relación agua – cemento fue de 1.050.

**3.6.12. Ensayo de compresión de pilas de ladrillos****a) Cálculo de la prueba**

Con los datos de la carga ejercida por la máquina de compresión y mediciones de la cara de contacto de pilas de albañilería que fueron ensayadas por compresión axial, se realizó un análisis con el siguiente procedimiento:

Área de contacto:

$$A = L_{prom} \times A_{prom}$$

Resistencia a compresión axial:

$$f' = \frac{P}{A}$$

Resistencia corregida:

$$f'_m = f' \times F$$

Desviación estándar:

$$Ds = \sqrt{\frac{\sum(x - x_{prom})^2}{n - 1}}$$

Resistencia característica:

$$F'_m = f'_m - Ds$$

Dónde:

$L_{prom}$  = Largo de cara de contacto promedio

$A_{prom}$  = Ancho de cara de contacto promedio

$P$  = Fuerza de compresión axial en pilas de albañilería

F = Factor de corrección por esbeltez  
 n = Cantidad de muestras

**b) Diagramas y tablas**

Tabla 62 Procesamiento de datos de compresión de pilas tipo 1.

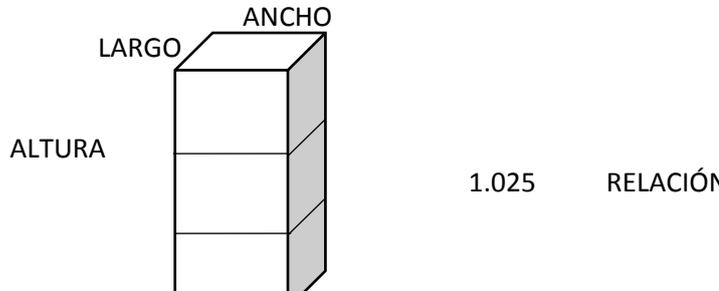
 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 										
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
TESIS:	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"									
RESPONSABLES:	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN									
ENSAYO:	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY									
ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA TIPO 1 (A/C 1.025)									
										
PILA DE LADRILLO	L. PRO M (cm)	A. PRO M. (cm)	H. PRO M. (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	FUERZA (Kgf)	RESIST. A COMP. AXIAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESBELTEZ	RESIST. CORREG. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESV. EST.	RESIS. CARACT. (Kg/cm <sup>2</sup> )
PLT1-1	23.60	13.65	29.25	322.14	29770.00	92.41	0.91	84.10	4.66	79.44
PLT1-2	23.65	13.65	29.40	322.82	26520.00	82.15	0.91	74.76		70.10
PLT1-3	23.65	13.60	29.05	321.64	31050.00	96.54	0.91	87.85		83.19
PLT1-4	23.55	13.55	29.35	319.10	27870.00	87.34	0.91	79.48		74.82
PLT1-5	23.55	13.55	28.85	319.10	28310.00	88.72	0.91	80.73		76.08
PLT1-6	23.75	13.55	28.95	321.81	31200.00	96.95	0.91	88.23		83.57
PLT1-7	23.70	13.65	29.30	323.51	30800.00	95.21	0.91	86.64		81.98
PLT1-8	23.75	13.55	29.15	321.81	30800.00	95.71	0.91	87.09		82.44
PLT1-9	23.65	13.50	29.15	319.28	31150.00	97.56	0.91	88.78		84.13
PLT1-10	23.75	13.55	29.45	321.81	29430.00	91.45	0.91	83.22		78.56
PLT1-11	23.70	13.60	29.25	322.32	27270.00	84.61	0.91	76.99		72.33
PLT1-12	23.85	13.65	29.55	325.55	30550.00	93.84	0.91	85.39		80.74
									PROM	78.95

Tabla 63 Procesamiento de datos de compresión de pilas tipo 2.

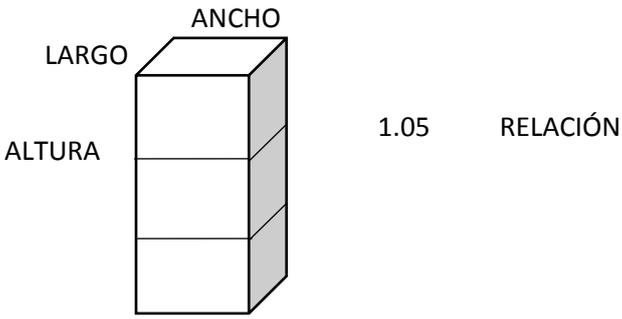
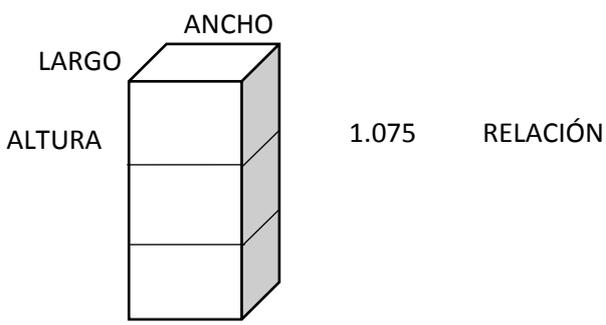
 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 										
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
TESIS:	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"									
RESPONSABLES:	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN									
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY									
ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA TIPO 2 (A/C 1.050)									
										
PILA DE LADRILLO	L.P. (cm)	A.P. (cm)	H.P. (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	FUERZA (Kgf)	RESIS. A COMP. AXIAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESBELTEZ	RESIS. CORREG. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESV. EST.	RESIS. CARACT. (Kg/cm <sup>2</sup> )
PLT2-1	23.80	13.65	29.30	324.87	24560.00	75.60	0.91	68.80	6.84	61.96
PLT2-2	23.80	13.65	28.95	324.87	19650.00	60.49	0.91	55.04		48.20
PLT2-3	23.85	13.65	29.10	325.55	25960.00	79.74	0.91	72.56		65.73
PLT2-4	23.65	13.60	29.40	321.64	21350.00	66.38	0.91	60.40		53.57
PLT2-5	23.75	13.60	29.05	323.00	24770.00	76.69	0.91	69.79		62.95
PLT2-6	23.80	13.60	29.00	323.68	21370.00	66.02	0.91	60.08		53.24
PLT2-7	23.70	13.55	28.75	321.14	23290.00	72.52	0.91	66.00		59.16
PLT2-8	23.75	13.60	29.10	323.00	25360.00	78.51	0.91	71.45		64.61
PLT2-9	23.40	13.45	29.25	314.73	23600.00	74.98	0.91	68.24		61.40
PLT2-10	23.80	13.60	28.85	323.68	20870.00	64.48	0.91	58.67		51.83
PLT2-11	23.70	13.65	28.85	323.51	21870.00	67.60	0.91	61.52		54.68
PLT2-12	23.85	13.80	28.80	329.13	18490.00	56.18	0.91	51.12		44.28
									PROM	56.80

Tabla 64 Procesamiento de datos de compresión de pilas tipo 3.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 										
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
TESIS:	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"									
RESPONSABLES:	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY									
ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA TIPO 3 (A/C 1.075)									
										
PILA DE LADRILLO	L.P. (cm)	A.P. (cm)	H.P. (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	FUERZA (Kgf)	RESIS. A COMP. AXIAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESBELTEZ	RESIS. CORREG. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESV. EST.	RESIS. CARACT. (Kg/cm <sup>2</sup> )
PLT3-1	23.70	13.50	28.95	319.95	28780.00	89.95	0.91	81.86	7.15	74.70
PLT3-2	23.85	13.60	29.10	324.36	29630.00	91.35	0.91	83.13		75.98
PLT3-3	23.75	13.70	28.95	325.38	30360.00	93.31	0.91	84.91		77.76
PLT3-4	23.55	13.45	28.95	316.75	27830.00	87.86	0.91	79.95		72.80
PLT3-5	23.75	13.50	29.20	320.63	25910.00	80.81	0.91	73.54		66.39
PLT3-6	23.60	13.50	29.15	318.60	22690.00	71.22	0.91	64.81		57.66
PLT3-7	23.80	13.75	29.55	327.25	28830.00	88.10	0.91	80.17		73.02
PLT3-8	23.80	13.65	28.95	324.87	24880.00	76.58	0.91	69.69		62.54
PLT3-9	23.75	13.65	29.35	324.19	23260.00	71.75	0.91	65.29		58.14
PLT3-10	23.70	13.65	29.05	323.51	25320.00	78.27	0.91	71.22		64.07
PLT3-11	23.75	13.65	28.90	324.19	24610.00	75.91	0.91	69.08		61.93
PLT3-12	23.75	13.70	29.25	325.38	25000.00	76.83	0.91	69.92		62.77
									PROM	67.31

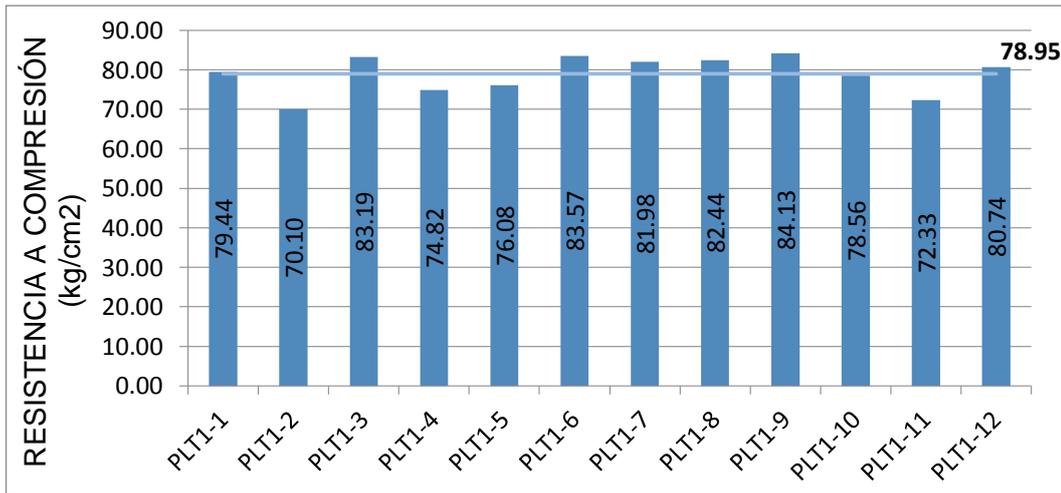


Figura 98 Resistencia a compresión de pilas tipo 1 (28 días).

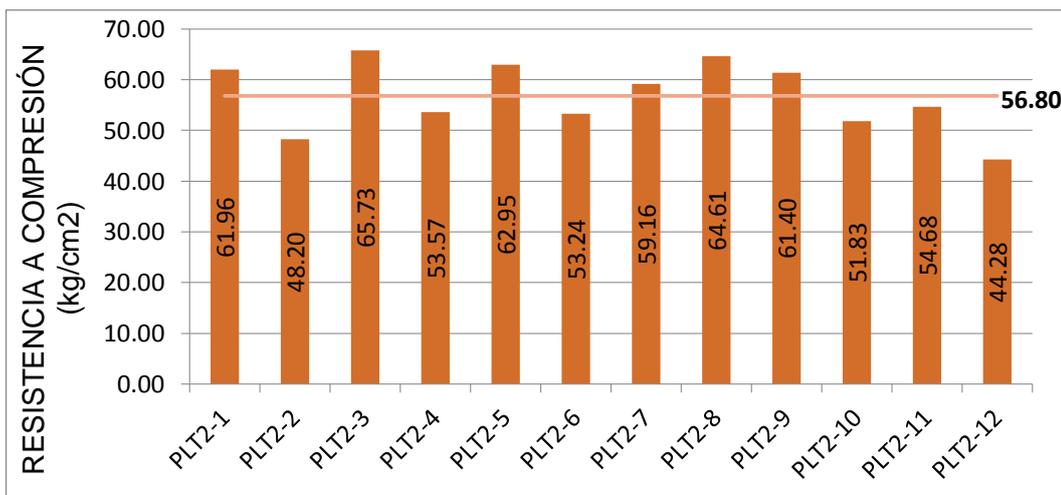


Figura 99 Resistencia a compresión de pilas tipo 2 (28 días).

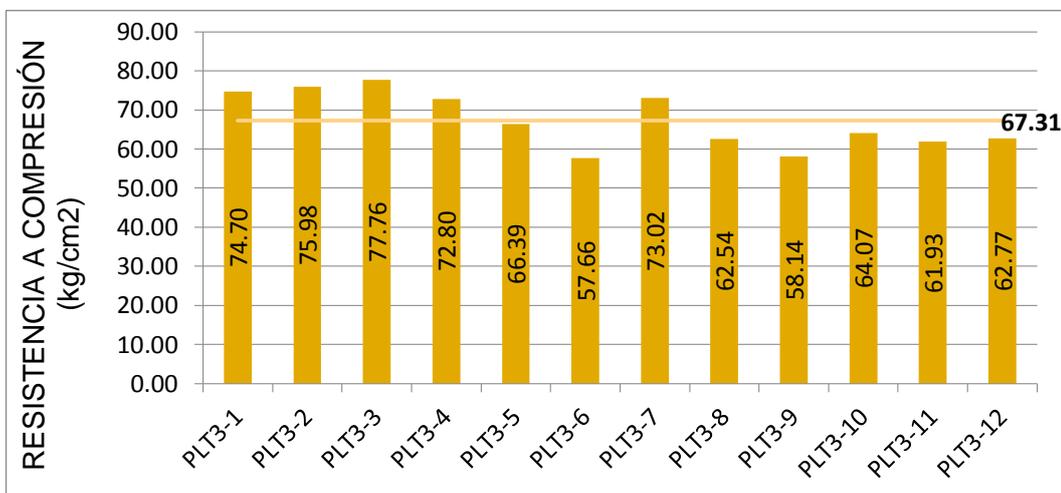
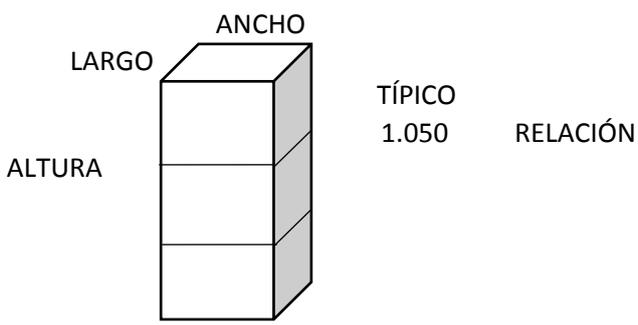


Figura 100 Resistencia a compresión de pilas tipo 3 (28 días).

Tabla 65 Procesamiento de datos de compresión de pilas típicas.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 										
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"									
<b>RESPONSABLES:</b>	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY									
<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA TÍPICAS (A/C 1.050)									
										
PILA DE LADRILLO	L.P. (cm)	A.P. (cm)	H.P. (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	FUERZA (Kgf)	RESIS. A COMP. AXIAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESBELTEZ	RESIS. CORREG. (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESV. EST.	RESIS. CARACT. (Kg/cm <sup>2</sup> )
PLTT-1	23.55	13.65	29.05	321.46	21400.00	66.57	0.91	60.58	7.11	53.47
PLTT-2	23.25	13.70	29.30	318.53	16310.00	51.20	0.91	46.60		39.49
PLTT-3	23.50	13.45	29.15	316.08	20750.00	65.65	0.91	59.74		52.63
PLTT-4	23.65	13.65	29.20	322.82	21630.00	67.00	0.91	60.97		53.87
PLTT-5	23.65	13.55	29.20	320.46	22810.00	71.18	0.91	64.77		57.67
PLTT-6	23.60	13.55	28.85	319.78	18210.00	56.95	0.91	51.82		44.71
PLTT-7	23.55	13.60	28.85	320.28	22490.00	70.22	0.91	63.90		56.79
PLTT-8	23.45	13.35	29.00	313.06	18010.00	57.53	0.91	52.35		45.24
PLTT-9	23.50	13.55	29.00	318.43	17060.00	53.58	0.91	48.75		41.65
PLTT-10	23.70	13.60	28.95	322.32	17010.00	52.77	0.91	48.02		40.92
PLTT-11	23.25	13.45	29.45	312.71	19870.00	63.54	0.91	57.82		50.71
PLTT-12	23.50	13.45	29.10	316.08	15490.00	49.01	0.91	44.60		37.49
									PROM	47.89

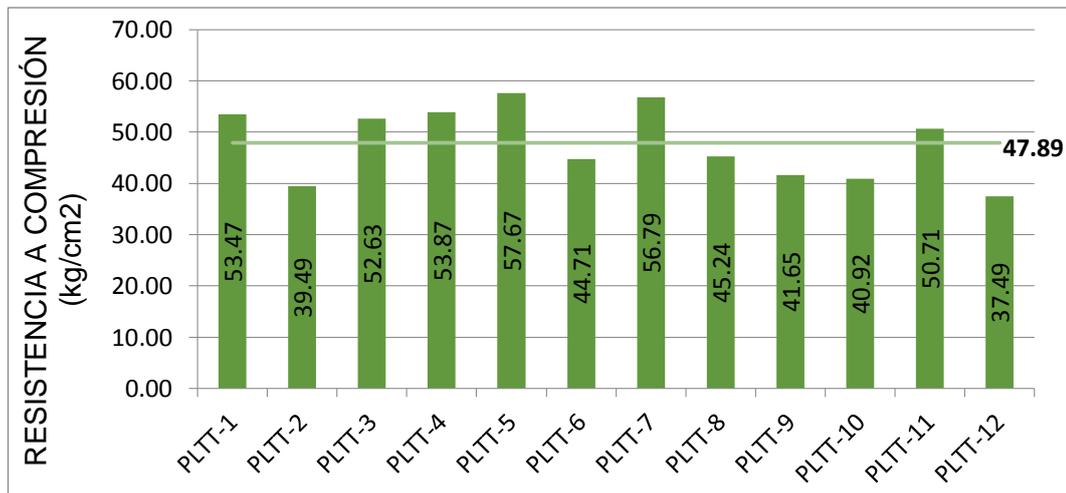


Figura 101 Resistencia a compresión de pilas típicas (28 días).

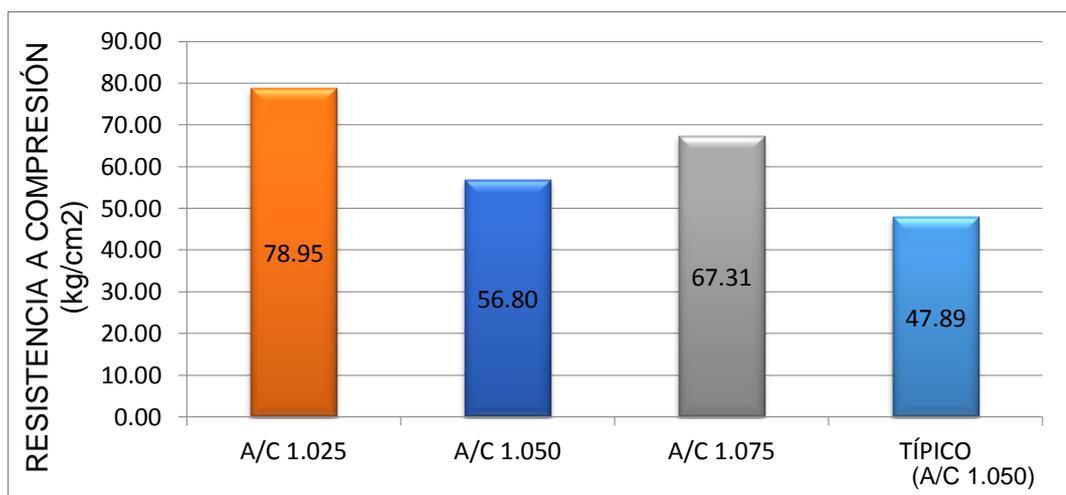


Figura 102 Comparación de resistencia a compresión de pilas (28 días).

### c) Análisis de la prueba

En las pilas elaboradas con ladrillos adicionados con puzolana en un 20% en peso cuya relación agua – cemento fue de 1.025 la resistencia característica promedio obtenida fue 78.95 kg/cm<sup>2</sup>, en las pilas elaboradas con ladrillos adicionados con puzolana en un 20% en peso cuya relación agua – cemento fue de 1.050 el promedio de resistencia característica obtenida fue de 56.80 kg/cm<sup>2</sup>, en las pilas elaboradas con ladrillos adicionados con puzolana en un 20% en peso cuya relación agua – cemento fue de 1.075 la resistencia característica promedio obtenida fue de 67.31 kg/cm<sup>2</sup> y en pilas elaboradas con ladrillos tradicionales cuya relación agua – cemento es de 1.050 la resistencia característica promedio fue 47.89 kg/cm<sup>2</sup>.

La máxima resistencia característica promedio obtenida en este ensayo fue de 78.95 kg/cm<sup>2</sup> el cual corresponde a pilas elaboradas con ladrillos adicionados con puzolana en un 20% en peso cuya relación agua – cemento fue de 1.025, por lo tanto el porcentaje de variación frente a la resistencia característica a compresión promedio en pilas elaboradas con ladrillos tradicionales es de 64.86%.

Tabla 66 Porcentaje de variación de resistencia a compresión axial en pilas frente a pilas típicas.

TIPO	KG/CM <sup>2</sup>	% VARIACIÓN
*TÍPICO	47.89	-
A/C 1.025	78.95	64.86
A/C 1.050	56.80	18.61
A/C 1.075	67.31	40.56

\*TÍPICO: Pilas con ladrillos típicos con relación agua-cemento 1.050

### 3.6.13. Ensayo de adherencia de ladrillo – mortero

#### a) Cálculo de la prueba

Con los datos recolectados en base al área de contacto de adherencia en los ladrillos se procedió a calcular el esfuerzo de adherencia mediante las siguientes fórmulas:

Área de contacto:  $A = L_{prom} \times A_{prom}$

Superficies adheridas:  $S = A_1 + A_2$

Esfuerzo de adherencia:

$$f' = \frac{P}{S}$$

Desviación estándar:

$$Ds = \sqrt{\frac{\sum(x - x_{prom})^2}{n - 1}}$$

Resistencia característica:  $F'_{caract} = f' - Ds$

Dónde:

$L_{prom}$  = Largo de superficie adherida promedio

- Aprom = Ancho de superficie adherida promedio
- P = Fuerza de corte
- n = Cantidad de muestras

**b) Diagramas y tablas**

Tabla 67 Procesamiento de datos de adherencia en pilas tipo 1 (28 días).

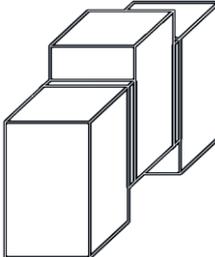
 <p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b></p> <p style="text-align: center;">FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p> 								
<b>TESIS:</b>	<b>"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"</b>							
<b>RESPONSABLES:</b>	<b>CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY</b>							
<b>ENSAYO:</b>	<b>ADHERENCIA DE PILAS DE ALBAÑILERÍA TIPO 1 (A/C 1.025)</b>							
 <p style="margin-left: 200px;">A/C 1.025</p>								
PILA DE LADRILLO	AREA 1 (cm <sup>2</sup> )	AREA 2 (cm <sup>2</sup> )	S (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kgf)	RESIST. AL CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	DESV. EST.	RESIS. CARACT. (kg/cm)	RESIST. CARACT. PROMEDIO (kg/cm)
PAT1-1	241.50	231.53	473.03	1885.00	3.98	0.26	3.73	3.30
PAT1-2	231.84	234.60	466.44	1655.00	3.55		3.29	
PAT1-3	231.20	231.20	462.40	1535.00	3.32		3.06	
PAT1-4	233.22	229.84	463.06	1715.00	3.70		3.45	
PAT1-5	229.84	233.22	463.06	1685.00	3.64		3.38	
PAT1-6	230.16	231.84	462.00	1505.00	3.26		3.00	
PAT1-7	231.20	232.56	463.76	1645.00	3.55		3.29	
PAT1-8	232.90	229.84	462.74	1755.00	3.79		3.54	
PAT1-9	231.53	232.90	464.43	1825.00	3.93		3.67	
PAT1-10	237.01	238.38	475.39	1595.00	3.36		3.10	
PAT1-11	233.92	231.53	465.45	1525.00	3.28		3.02	
PAT1-12	233.92	237.01	470.93	1575.00	3.34		3.09	

Tabla 68 Procesamiento de datos de adherencia en pilas tipo 2 (28 días).

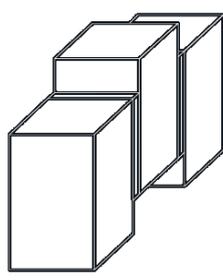
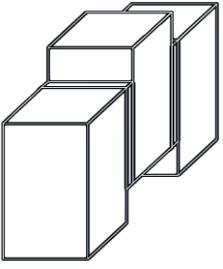
 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 								
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"							
<b>RESPONSABLES:</b>	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY							
<b>ENSAYO:</b>	ADHERENCIA DE PILAS DE ALBAÑILERÍA TIPO 2 (A/C 1.050)							
 A/C 1.050								
PILA DE LADRILLO	ÁREA 1 (cm <sup>2</sup> )	ÁREA 2 (cm <sup>2</sup> )	S (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kgf)	RESIS. AL CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	DESV. EST.	RESIS. CARACT. (kg/cm)	RESIST. CARACT. PROMEDIO (kg/cm)
PAT2-1	237.01	230.46	467.47	1630.00	3.49	0.55	2.94	3.76
PAT2-2	231.20	232.56	463.76	1770.00	3.82		3.27	
PAT2-3	229.84	232.90	462.74	2160.00	4.67		4.12	
PAT2-4	233.22	226.05	459.27	2190.00	4.77		4.22	
PAT2-5	231.84	224.94	456.78	2010.00	4.40		3.85	
PAT2-6	232.56	224.68	457.24	1900.00	4.16		3.60	
PAT2-7	230.16	228.79	458.95	2300.00	5.01		4.46	
PAT2-8	231.20	232.56	463.76	1700.00	3.67		3.11	
PAT2-9	232.90	232.90	465.80	2160.00	4.64		4.09	
PAT2-10	231.53	226.05	457.58	1820.00	3.98		3.43	
PAT2-11	229.84	238.74	468.58	1840.00	3.93		3.38	
PAT2-12	233.22	224.94	458.16	2380.00	5.19		4.64	

Tabla 69 Procesamiento de datos de adherencia en pilas tipo 3 (28 días).

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> 								
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"							
<b>RESPONSABLES:</b>	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN							
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY							
<b>ENSAYO:</b>	ADHERENCIA DE PILAS DE ALBAÑILERÍA TIPO 3 (A/C 1.075)							
 <span style="margin-left: 200px;">A/C 1.075</span>								
PILA DE LADRILLO	AREA 1 (cm <sup>2</sup> )	AREA 2 (cm <sup>2</sup> )	S (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kgf)	RESIST. AL CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	DESV. EST.	RESIST. CARACT. (kg/cm)	RESIST. CARACT. PROMEDIO (kg/cm)
PAT3-1	228.79	228.48	457.27	1600.00	3.50	0.68	2.82	3.62
PAT3-2	230.46	230.46	460.92	1720.00	3.73		3.06	
PAT3-3	237.01	233.92	470.93	2200.00	4.67		4.00	
PAT3-4	238.74	234.95	473.69	1920.00	4.05		3.38	
PAT3-5	237.36	232.56	469.92	2370.00	5.04		4.37	
PAT3-6	238.74	232.90	471.64	2420.00	5.13		4.46	
PAT3-7	224.94	226.05	450.99	1550.00	3.44		2.76	
PAT3-8	224.68	237.01	461.69	2175.00	4.71		4.04	
PAT3-9	231.53	232.56	464.09	2160.00	4.65		3.98	
PAT3-10	231.53	231.20	462.73	1610.00	3.48		2.80	
PAT3-11	230.85	235.64	466.49	2410.00	5.17		4.49	
PAT3-12	230.16	234.60	464.76	1820.00	3.92		3.24	

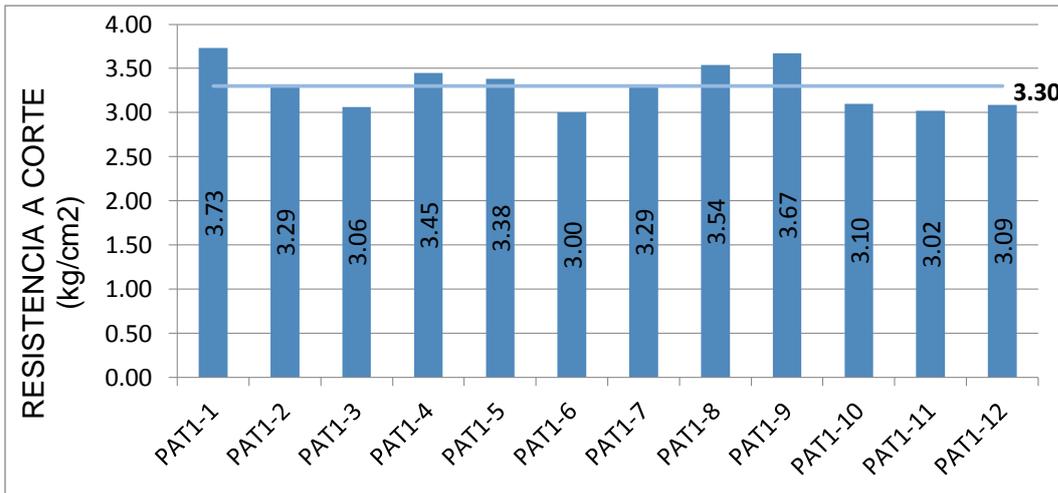


Figura 103 Adherencia de pilas tipo 1 (28 días).

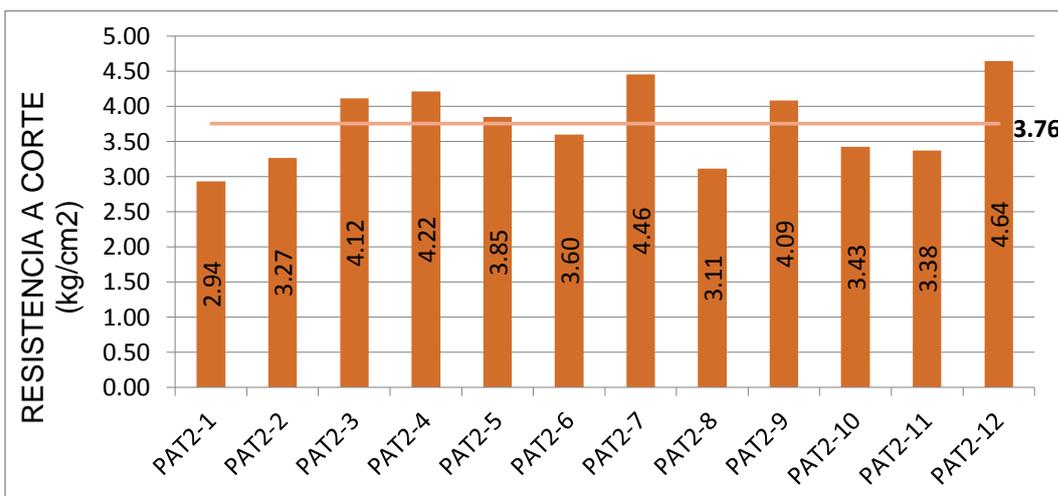


Figura 104 Adherencia de pilas tipo 2 (28 días).

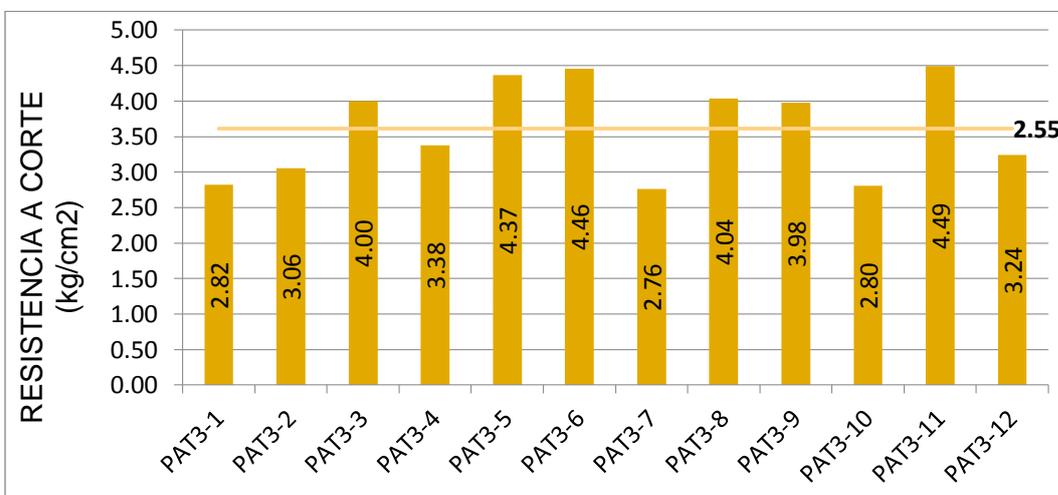
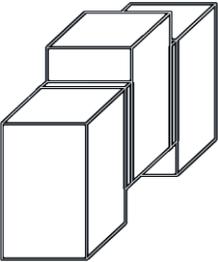


Figura 105 Adherencia de pilas tipo 3 (28 días).

Tabla 70 Procesamiento de datos de adherencia en pilas típicas (28 días).

 <p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b></p> <p style="text-align: center;">FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p> 								
<b>TESIS:</b>	"INCIDENCIA DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO DEL MORTERO, EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN PILAS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS ADICIONADO CON PUZOLANA DE LA CANTERA RAQCHI, CUSCO 2017"							
<b>RESPONSABLES:</b>	CARREÑO PAUCARMAYTA JHUNIOR BRAYAN							
	FLORES SALAZAR HUGO MARK ANTHONY							
<b>ENSAYO:</b>	ADHERENCIA DE PILAS DE ALBAÑILERÍA TÍPICAS (A/C 1.050)							
 <p style="margin-left: 200px;">A/C 1.050</p>								
PILA DE LADRILLO	ÁREA 1 (cm <sup>2</sup> )	ÁREA 2 (cm <sup>2</sup> )	S (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kgf)	RESIST. AL CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	DESV. EST.	RESIST. CARACT. (kg/cm)	RESIST. CARACT. PROMEDIO (kg/cm)
PATT-1	226.05	231.20	457.25	1600.00	3.50	0.33	3.17	2.85
PATT-2	237.01	229.84	466.85	1290.00	2.76		2.43	
PATT-3	232.56	233.22	465.78	1630.00	3.50		3.17	
PATT-4	229.84	231.84	461.68	1760.00	3.81		3.48	
PATT-5	232.90	232.56	465.46	1520.00	3.27		2.93	
PATT-6	238.38	224.94	463.32	1340.00	2.89		2.56	
PATT-7	231.53	224.68	456.21	1410.00	3.09		2.76	
PATT-8	237.01	228.79	465.80	1580.00	3.39		3.06	
PATT-9	233.92	230.46	464.38	1510.00	3.25		2.92	
PATT-10	234.95	237.01	471.96	1280.00	2.71		2.38	
PATT-11	237.01	238.74	475.75	1460.00	3.07		2.74	
PATT-12	233.92	237.36	471.28	1380.00	2.93		2.60	

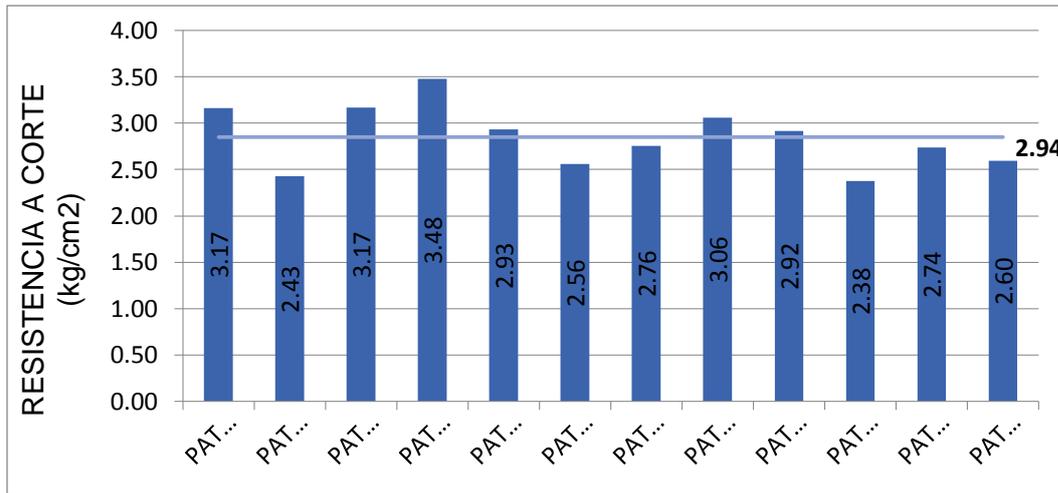


Figura 106 Adherencia de pilas con ladrillos típicos (28 días).

### c) Análisis de la prueba

En las pilas con desfase en 1 unidad elaboradas con ladrillos adicionados con puzolana en un 20% en peso cuya relación agua – cemento fue de 1.025 el esfuerzo de adherencia característica promedio obtenida fue 3.30 kg/cm<sup>2</sup>, en las pilas con desfase en 1 unidad elaboradas con ladrillos adicionados con puzolana en un 20% en peso cuya relación agua – cemento fue de 1.050 el esfuerzo de adherencia característica promedio obtenida fue 3.76 kg/cm<sup>2</sup>, en las pilas con desfase en 1 unidad elaboradas con ladrillos adicionados con puzolana en un 20% en peso cuya relación agua – cemento fue de 1.075 el esfuerzo de adherencia característica promedio obtenida fue 3.62 kg/cm<sup>2</sup> y en las pilas con desfase en 1 unidad elaboradas con ladrillos tradicionales cuya relación agua – cemento fue de 1.050 el esfuerzo de adherencia característica promedio obtenida fue 2.85 kg/cm<sup>2</sup>.

El máximo esfuerzo de adherencia característica promedio obtenida en este ensayo fue de 3.76 kg/cm<sup>2</sup> el cual corresponde a pilas elaboradas con ladrillos adicionados con puzolana en un 20% en peso cuya relación agua – cemento fue de 1.050, por lo tanto el porcentaje de variación frente al esfuerzo de adherencia característica promedio en pilas elaboradas con ladrillos tradicionales es de 31.93%.



Tabla 71 Porcentaje de variación de adherencia en pilas frente a pilas típicas.

TIPO	KG/CM2	% VARIACIÓN
*TÍPICO	2.85	-
A/C 1.025	3.30	15.97
A/C 1.050	3.76	31.93
A/C 1.075	3.62	26.95

\*TÍPICO: Elaborado con ladrillos tradicionales con relación agua-cemento 1.050.



## Capítulo 4 – Resultados

### 4.1 Resultados del ensayo de variación dimensional en unidades de albañilería

Tabla 72 Variación dimensional en unidades añadidas con puzolana al 20% en peso.

ESPÉCIMEN	PROMEDIO			VALOR FINAL		
	L	A	E	L	A	E
LKK-1	236.5	136.8	86.8	235.63	136.19	86.58
LKK-2	235.8	135.5	86.8			
LKK-3	238.3	137.0	86.8			
LKK-4	237.3	137.0	86.8			
LKK-5	235.3	136.3	86.5			
LKK-6	235.0	135.8	87.0			
LKK-7	237.5	137.3	87.0			
LKK-8	237.0	136.5	86.8			
LKK-9	237.0	136.5	86.5			
LKK-10	237.3	136.8	86.8			

Tabla 73 Comparación con Norma E.0.70.

DIMENSIÓN	VARIACIÓN FINAL (%)	LADRILLO IV (±)
Longitud	1.82	2.00
Ancho	2.72	3.00
Espesor	3.80	4.00

### 4.2 Resultados del ensayo de alabeo en unidades de albañilería

Tabla 74 Alabeo en unidades adicionadas con puzolana al 20% en peso.

Promedio	Concavidad	1.00	mm
	Convexidad	2.21	mm
ALABEO		2.00	mm

### 4.3 Resultados del ensayo de succión en unidades de albañilería

Tabla 75 Succión en unidades adicionadas con puzolana al 20% en peso.

ESPÉCIMEN	SUCCIÓN
	gr/(200cm <sup>2</sup> -min)
L1	36.34
L2	35.81
L3	44.11
L4	36.81
L5	41.19
L6	40.61
L7	47.27
L8	35.32
<b>PROMEDIO</b>	<b>39.68</b>

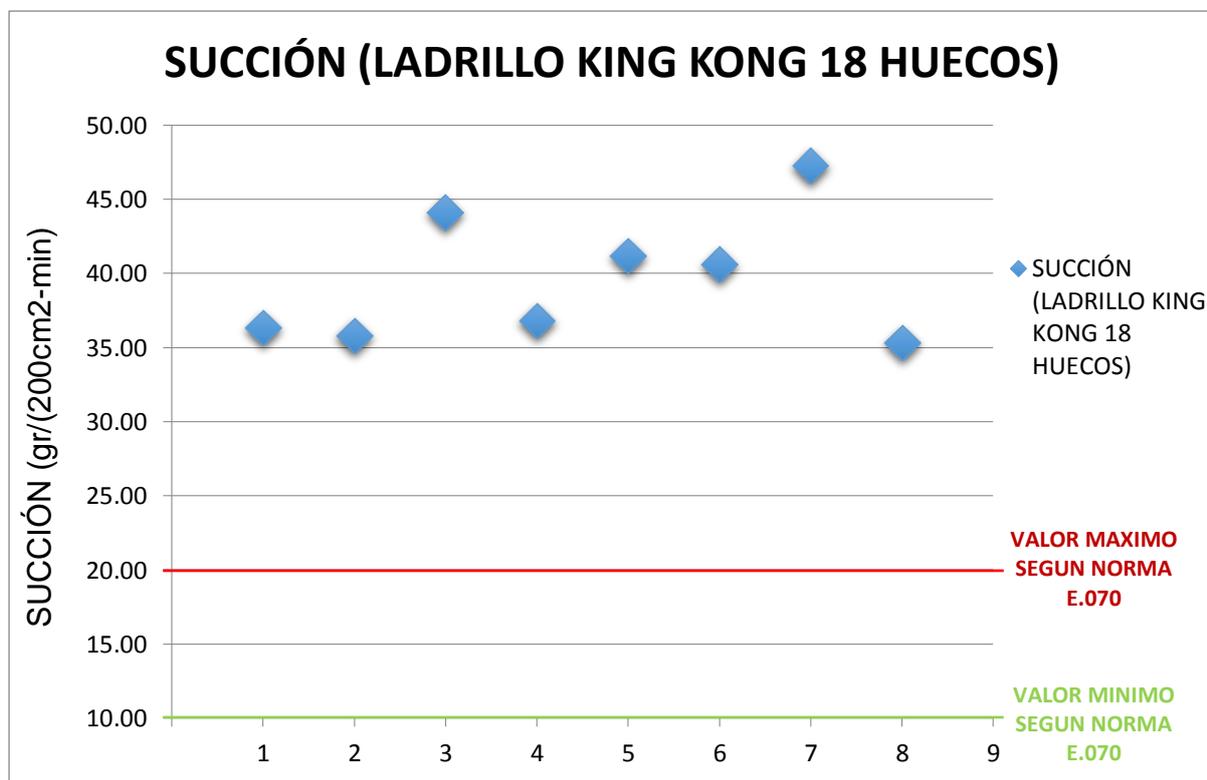


Figura 107 Succión de unidades comparado con Norma E.070.

#### 4.4 Resultados del ensayo de absorción en unidades de albañilería

Tabla 76 Absorción en unidades adicionadas con puzolana al 20% en peso.

ESPÉCIMEN	ABSORCIÓN
L1	17.10%
L2	16.86%
L3	16.61%
L4	16.43%
L5	15.27%
L6	15.07%
L7	15.58%
L8	17.67%
PROMEDIO	16.32%

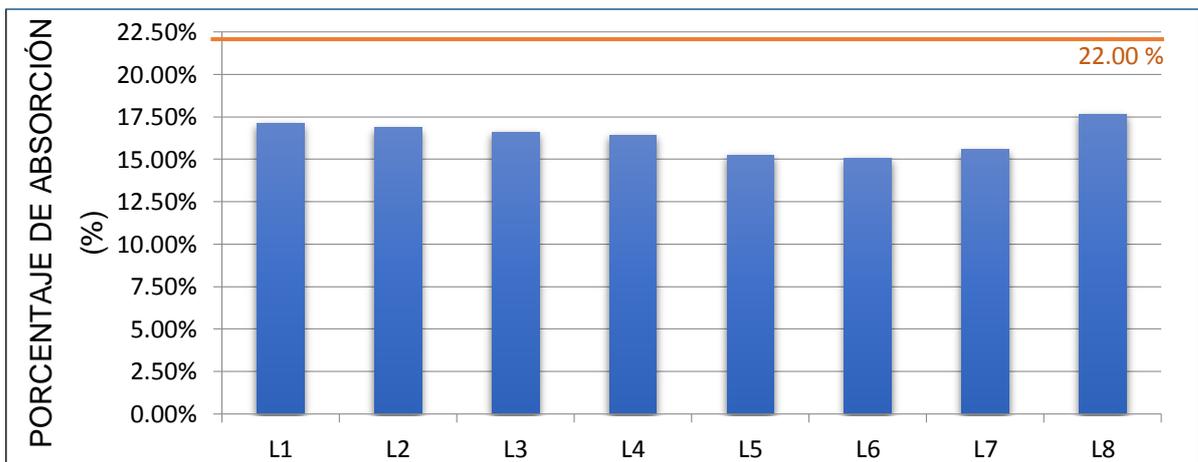


Figura 108 Absorción en unidades adicionadas con puzolana al 20% en peso.

#### 4.5 Resultados del ensayo de compresión de unidades de albañilería

Tabla 77 Compresión en unidades adicionadas con puzolana al 20% en peso.

ESPÉCIMEN	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (KG/CM2)	
	FISURACIÓN	TRITURACIÓN
L1	98.71	220.30
L2	100.37	264.80
L3	90.54	270.70
L4	91.20	279.00
L5	91.62	288.01
L6	97.17	252.90
L7	95.31	311.91
L8	97.24	264.17
PROMEDIO	95.27	268.97

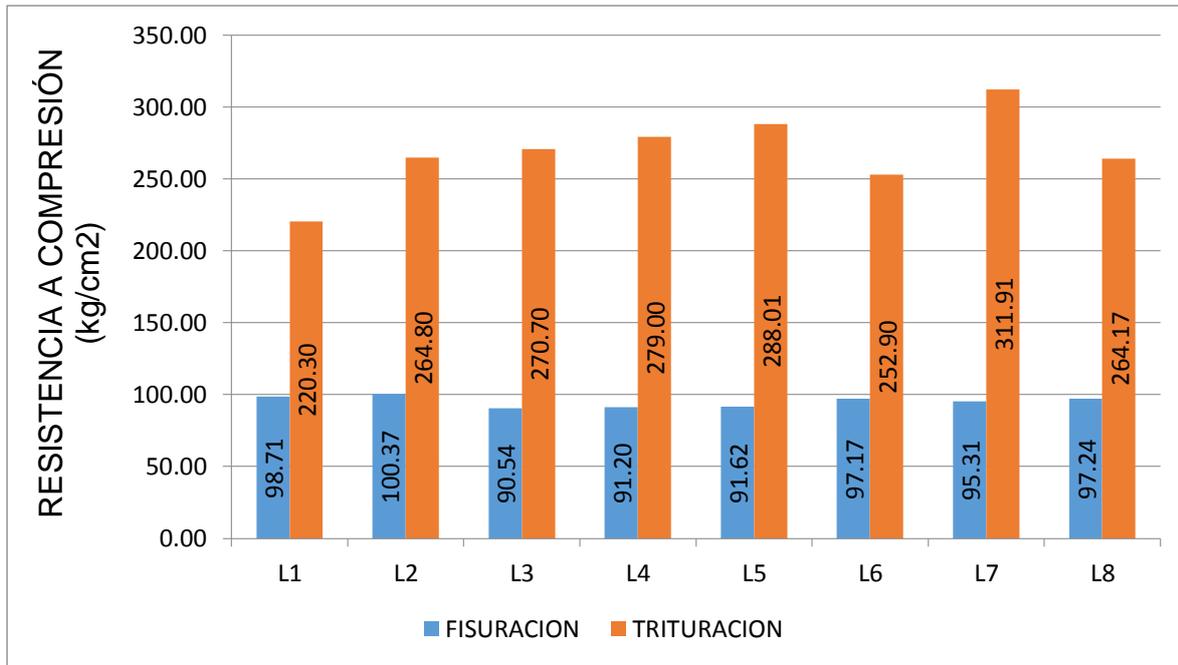


Figura 109 Comparación de compresión en los dos tipos de falla.

#### 4.6 Resultados del ensayo de granulometría de agregado fino

Tabla 78 Porcentaje pasante en análisis granulométrico de agregado fino (50% Cunyac + 50% Huacarpay).

Po =	1000 gr	<b>MF = 2.23</b>
Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	% Que Pasa
4.75	N° 4	100.00
2.36	N° 8	100.00
1.18	N° 16	81.26
0.60	N° 30	60.44
0.30	N° 50	27.95
0.15	N° 100	7.28
0.075	N° 200	1.90
	<b>FONDO</b>	0.00

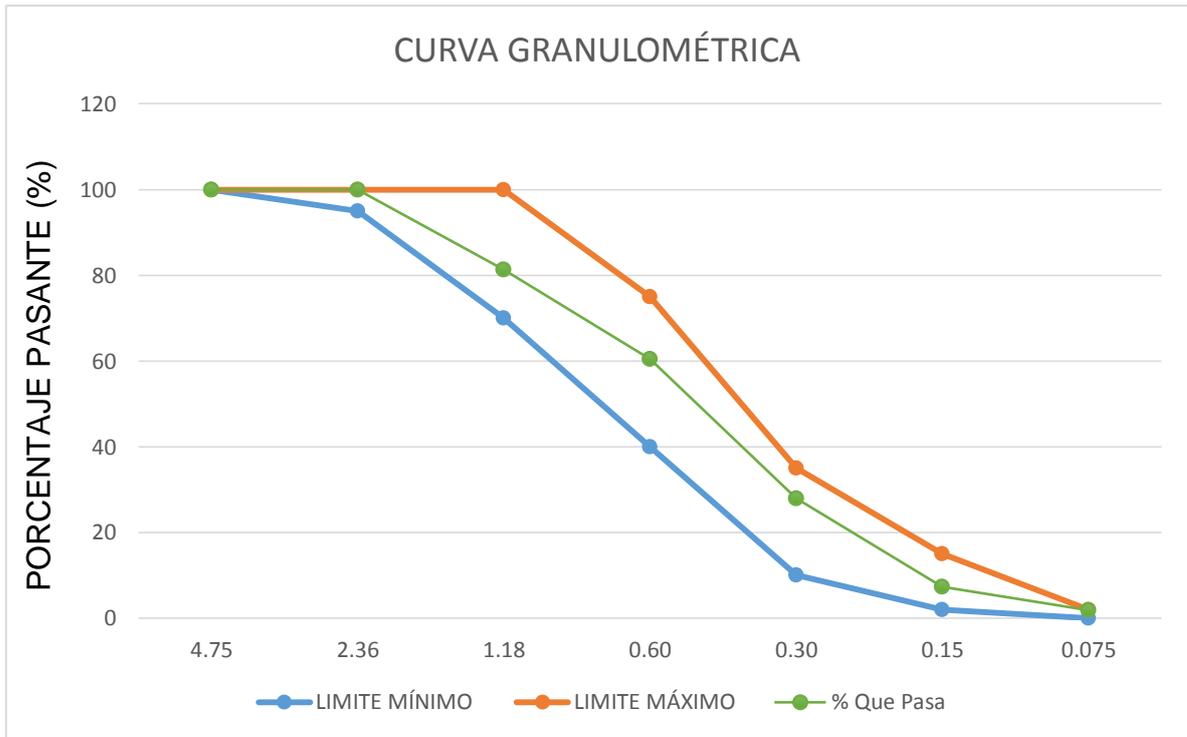


Figura 110 Análisis granulométrico comparado con parámetros de Norma E.070.

#### 4.7 Resultados del ensayo de fluidez de mortero (1:4)

Tabla 79 Fluidez de mortero relación 1:4 para pilas de albañilería.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO	PORCENTAJE DE FLUIDEZ (%)	FLUIDEZ NORMA	CUMPLE
0.500	0.00	110 +/- 5%	NO
0.700	0.00		NO
0.900	52.50		NO
1.000	86.94		NO
1.025	104.72		SI
1.050	109.44		SI
1.075	115.28		SI

**4.8 Resultados del ensayo de resistencia de mortero**

Tabla 80 Resistencia a la compresión de mortero 1:4 con relación agua cemento 1.025.

DADO DE MORTERO	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA PROMEDIO	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA
DT1-1	7 DÍAS	38.96	39.41	36.86
DT1-2		34.81		
DT1-3		37.67		
DT1-4		40.82		
DT1-5		38.92		
DT1-6		37.38		
DT1-7		42.37		
DT1-8		42.36		
DT1-9		41.38		
DT1-10	14 DÍAS	47.19	45.56	42.51
DT1-11		45.01		
DT1-12		48.56		
DT1-13		45.26		
DT1-14		42.79		
DT1-15		42.74		
DT1-16		45.18		
DT1-17		41.95		
DT1-18		51.33		
DT1-19	28 DÍAS	50.31	50.29	46.69
DT1-20		47.84		
DT1-21		44.32		
DT1-22		50.37		
DT1-23		58.03		
DT1-24		50.63		
DT1-25		49.67		
DT1-26		51.48		
DT1-27		49.94		

Tabla 81 Resistencia a la compresión de mortero 1:4 con relación agua cemento 1.050.

DADO DE MORTERO	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kg/cm2	RESISTENCIA PROMEDIO	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA
DT2-1	7 DÍAS	38.66	38.96	37.31
DT2-2		39.11		
DT2-3		41.81		
DT2-4		39.70		
DT2-5		38.32		
DT2-6		39.85		
DT2-7		39.57		
DT2-8		37.84		
DT2-9		35.77		
DT2-10	14 DÍAS	45.97	43.19	41.40
DT2-11		43.55		
DT2-12		45.04		
DT2-13		42.31		
DT2-14		43.90		
DT2-15		40.94		
DT2-16		44.25		
DT2-17		41.48		
DT2-18		41.22		
DT2-19	28 DÍAS	55.25	52.41	49.83
DT2-20		50.74		
DT2-21		50.36		
DT2-22		51.47		
DT2-23		57.67		
DT2-24		52.92		
DT2-25		52.69		
DT2-26		50.81		
DT2-27		49.78		

Tabla 82 Resistencia a la compresión de mortero 1:4 con relación agua cemento 1.075.

DADO DE MORTERO	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA PROMEDIO	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA
DT3-1	7 DÍAS	30.61	31.81	29.79
DT3-2		30.30		
DT3-3		30.41		
DT3-4		34.51		
DT3-5		29.46		
DT3-6		31.25		
DT3-7		31.83		
DT3-8		35.49		
DT3-9		32.48		
DT3-10	14 DÍAS	39.22	43.66	39.84
DT3-11		49.60		
DT3-12		40.66		
DT3-13		41.89		
DT3-14		45.37		
DT3-15		45.69		
DT3-16		48.63		
DT3-17		42.15		
DT3-18		39.73		
DT3-19	28 DÍAS	40.13	43.68	40.68
DT3-20		40.28		
DT3-21		43.53		
DT3-22		49.37		
DT3-23		45.97		
DT3-24		45.82		
DT3-25		41.33		
DT3-26		43.45		
DT3-27		43.22		

#### 4.9 Resultados del ensayo de resistencia a compresión en pilas de albañilería

Tabla 83 Resistencia a la compresión de pilas con unidades adicionadas con puzolana, con relación agua-cemento en mortero de 1.025.

PILA DE LADRILLO	RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (Kg/cm <sup>2</sup> )
PLT1-1	84.10	79.44
PLT1-2	74.76	70.10
PLT1-3	87.85	83.19
PLT1-4	79.48	74.82
PLT1-5	80.73	76.08
PLT1-6	88.23	83.57
PLT1-7	86.64	81.98
PLT1-8	87.09	82.44
PLT1-9	88.78	84.13
PLT1-10	83.22	78.56
PLT1-11	76.99	72.33
PLT1-12	85.39	80.74
		PROMEDIO = 78.95

Tabla 84 Resistencia a la compresión de pilas con unidades adicionadas con puzolana, con relación agua-cemento en mortero de 1.050.

PILA DE LADRILLO	RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (Kg/cm <sup>2</sup> )
PLT2-1	68.80	61.96
PLT2-2	55.04	48.20
PLT2-3	72.56	65.73
PLT2-4	60.40	53.57
PLT2-5	69.79	62.95
PLT2-6	60.08	53.24
PLT2-7	66.00	59.16
PLT2-8	71.45	64.61
PLT2-9	68.24	61.40
PLT2-10	58.67	51.83
PLT2-11	61.52	54.68
PLT2-12	51.12	44.28
		PROMEDIO = 56.80

Tabla 85 Resistencia a la compresión de pilas con unidades adicionadas con puzolana, con relación agua-cemento en mortero de 1.075.

<b>PILA DE LADRILLO</b>	<b>RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
PLT3-1	81.86	74.70
PLT3-2	83.13	75.98
PLT3-3	84.91	77.76
PLT3-4	79.95	72.80
PLT3-5	73.54	66.39
PLT3-6	64.81	57.66
PLT3-7	80.17	73.02
PLT3-8	69.69	62.54
PLT3-9	65.29	58.14
PLT3-10	71.22	64.07
PLT3-11	69.08	61.93
PLT3-12	69.92	62.77
		PROMEDIO = 67.31

Tabla 86 Resistencia a la compresión de pilas con unidades típicas, con relación agua-cemento en mortero de 1.050.

<b>PILA DE LADRILLO</b>	<b>RESISTENCIA CORREGIDA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
PLTT-1	60.58	53.47
PLTT-2	46.60	39.49
PLTT-3	59.74	52.63
PLTT-4	60.97	53.87
PLTT-5	64.77	57.67
PLTT-6	51.82	44.71
PLTT-7	63.90	56.79
PLTT-8	52.35	45.24
PLTT-9	48.75	41.65
PLTT-10	48.02	40.92
PLTT-11	57.82	50.71
PLTT-12	44.60	37.49
		PROMEDIO = 47.89

**4.10 Resultados del ensayo de resistencia a corte por cizalle.**

Tabla 87 Resistencia a corte por cizalle en pilas con unidades adicionadas con puzolana, con relación agua-cemento en mortero de 1.025.

PILA DE LADRILLO	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (kg/cm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA PROMEDIO (kg/cm)
PAT1-1	3.73	3.30
PAT1-2	3.29	
PAT1-3	3.06	
PAT1-4	3.45	
PAT1-5	3.38	
PAT1-6	3.00	
PAT1-7	3.29	
PAT1-8	3.54	
PAT1-9	3.67	
PAT1-10	3.10	
PAT1-11	3.02	
PAT1-12	3.09	

Tabla 88 Resistencia a corte por cizalle en pilas con unidades adicionadas con puzolana, con relación agua-cemento en mortero de 1.050.

PILA DE LADRILLO	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (kg/cm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA PROMEDIO (kg/cm)
PAT2-1	2.94	3.76
PAT2-2	3.27	
PAT2-3	4.12	
PAT2-4	4.22	
PAT2-5	3.85	
PAT2-6	3.60	
PAT2-7	4.46	
PAT2-8	3.11	
PAT2-9	4.09	
PAT2-10	3.43	
PAT2-11	3.38	
PAT2-12	4.64	

Tabla 89 Resistencia a corte por cizalle en pilas con unidades adicionadas con puzolana, con relación agua-cemento en mortero de 1.075.

PILA DE LADRILLO	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (kg/cm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA PROMEDIO (kg/cm)
PAT3-1	2.82	3.62
PAT3-2	3.06	
PAT3-3	4.00	
PAT3-4	3.38	
PAT3-5	4.37	
PAT3-6	4.46	
PAT3-7	2.76	
PAT3-8	4.04	
PAT3-9	3.98	
PAT3-10	2.80	
PAT3-11	4.49	
PAT3-12	3.24	

Tabla 90 Resistencia a corte por cizalle en pilas con unidades típicas, con relación agua-cemento en mortero de 1.075.

PILA DE LADRILLO	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (kg/cm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA PROMEDIO (kg/cm)
PATT-1	3.17	2.85
PATT-2	2.43	
PATT-3	3.17	
PATT-4	3.48	
PATT-5	2.93	
PATT-6	2.56	
PATT-7	2.76	
PATT-8	3.06	
PATT-9	2.92	
PATT-10	2.38	
PATT-11	2.74	
PATT-12	2.60	

## Capítulo 5 - Discusión

### **Discusión 1. ¿Cuál es la clasificación de las unidades de albañilería estudiadas en este trabajo investigativo?**

Según los ensayos de variación dimensional de los ladrillos añadidos con puzolana en un 20% en peso, corresponden a una clasificación de ladrillo IV, según los ensayos de alabeo de los ladrillos añadidos con puzolana en un 20% en peso, corresponden a una clasificación de ladrillo V y según los ensayos de resistencia a la compresión de los ladrillos añadidos con puzolana en un 20% en peso, corresponden a una clasificación de ladrillo III. Por lo tanto la clasificación de esta unidad corresponde a un ladrillo III según Norma E.070 (Albañilería).

### **Discusión 2. ¿Qué aportes brinda esta investigación?**

El aporte más relevante fue el incremento de la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería elaboradas con unidades añadidas con puzolana y una relación agua-cemento 1.025 frente a pilas elaboradas con unidades típicas que fue de un 64.86%.

El incremento del esfuerzo de adherencia en pilas de albañilería elaboradas con unidades añadidas con puzolana y una relación agua-cemento 1.050 frente a pilas elaboradas con unidades típicas que fue de un 31.93%. Los ladrillos añadidos con puzolana al 20% en peso de la cantera Raqchi pueden ser empleados con fines de albañilería debido a sus propiedades mecánicas obtenidas.

### **Discusión 3. ¿Por qué el esfuerzo de adherencia de morteros elaborados con una relación agua cemento 1.075 no contempla una tendencia progresiva?**

El mortero al poseer una relación agua-cemento cerca al límite máximo de fluidez (115%), debilita su resistencia a la compresión, por lo tanto al realizar el ensayo de corte por cizalle el mortero tiende a fallar con menos aplicación de carga con respecto a una relación agua-cemento 1.050.

**Discusión 4. ¿Cuál es la incidencia del tamaño máximo de la arcilla en la albañilería?**

Como se pudo apreciar durante el proceso de compresión de unidades, compresión de pilas de albañilería y corte por cizalle, la presencia de partículas con diámetros mayores a la malla N°4 en la mezcla para las unidades de albañilería, ocasionaron fallas por descascaramiento, coincidente con la zona donde se encontraba dicha partícula de arcilla.

**Discusión 5. ¿Qué parámetro según el tipo de falla sería el óptimo para el cálculo de la resistencia a compresión en unidades de albañilería?**

En el presente trabajo de investigación se recolectó datos de lectura por fisuración y trituración en la máquina de compresión, debido a que la unidad seguía soportando carga pese al inicio de falla, para el procesamiento de datos se optó por utilizar la carga cuando el espécimen presentó fisuración, debido a que la unidad ya se encontraba fallada.

**Discusión 6. ¿Qué parámetro según el tipo de falla sería el óptimo para el cálculo de la resistencia a compresión en pilas de albañilería y esfuerzo de adherencia?**

El parámetro usado para los cálculos según tipo falla para la resistencia a compresión en pilas de albañilería y esfuerzo de adherencia fue por fisuración ya que al presentar descascaramiento se producía el fenómeno explicado en la Discusión 4 debido al tamaño máximo de las partículas de arcilla.

**Discusión 7. ¿Qué temas ajenos a la investigación se pudo observar durante el proceso de desarrollo de la tesis?**

Durante la ejecución de la tesis surgió la interrogante de añadir puzolana en ciertos porcentajes del mortero ya que se comprobó que esta brinda mayor resistencia a la unidad de albañilería, y surge la interrogante de verificar si el comportamiento será similar en el mortero.

Fabricar muretes de albañilería elaborados con unidades añadidas con puzolana al 20% en peso y verificar su resistencia al corte ( $v'm$ ) y proporcionar un valor de conversión entre la resistencia al corte ( $v'm$ ) y corte por cizalle.



**Discusión 8. ¿Por qué se emplearon los parámetros de 1.025, 1.050 y 1.075 como relación de agua-cemento en la elaboración de mortero, pilas y pilas desfasadas?**

Se emplearon estos valores debido a que se quiso estudiar la incidencia de la relación agua-cemento del mortero en las propiedades mecánicas en pilas de albañilería ya que como unidad la succión era superior a los estipulado en norma E.070, estos valores fueron obtenidos al realizar el ensayo de fluidez correspondientes a 105%, 110% y 115%, los cuales son los parámetros mínimo, intermedio y máximo permitidos por norma.

**Discusión 9. ¿Cuáles son las características de la dosificación de agregados de la cantera Cunyac al 50% y Huacarpay al 50% para que cumpla con los límites máximos y mínimos establecidos en la Norma E.070?**

El agregado de la cantera Cunyac presentaba en su mayoría partículas finas, siendo compensadas con las partículas más gruesas de la cantera de Huacarpay, ambas al ser dosificadas en un 50% de composición para el mortero se encontraban dentro los rangos máximo y mínimo del porcentaje pasante de agregado en cada malla estándar para agregado fino (N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N°50, N°100 y N° 200), el módulo de fineza de esta mezcla de agregados fue de 2.23, valor que se encuentra comprendido entre 1.6 y 2.5 mencionados en la Norma E.070

**Discusión 10. ¿Cuál es el comportamiento de las relaciones agua cemento (1.025, 1.050 y 1.075) empleadas en la elaboración de dados de mortero, pilas y pilas desfasadas?**

En la elaboración de dados de mortero se apreció que con una relación agua-cemento intermedia se obtuvo la máxima resistencia de compresión característica de 49.83kg/cm<sup>2</sup> y teniendo el mejor incremento porcentual entre las etapas de 7, 14 y 28 días, como se aprecia en la figura 92, ya que en la relación agua-cemento 1.025 el incremento porcentual es progresivo pero menor frente a la relación anterior, y en la relación agua-cemento 1.075 la



variación porcentual incrementa desde los 7 días hasta los 14 días y posteriormente el incremento es mínimo en un 0.04% para los 28 días.

### **Discusión 11. ¿Por qué se empleó la Norma Técnica Mexicana para el desarrollo del ensayo de corte por cizalle?**

Debido a que no se contaba con referencias normativas peruanas sobre el ensayo de esfuerzo de adherencia en unidades de arcilla, por lo cual recopilando información extranjera se optó por el uso de la norma técnica mexicana que realiza una adecuación de ensayo en pilas con desfase en 1 unidad, aplicando un carga vertical en la unidad desfasada de la pila en posición horizontal como se muestra en la figura 12.

## Glosario

### A

- Absorción** : Ensayo de laboratorio con la finalidad de medir la capacidad de las unidades de albañilería para retener agua.
- Área bruta** : Es el área total de la cara de asiento de la unidad e albañilería, sin considerar las perforaciones transversales, obtenido al multiplicar el largo por el ancho de la unidad.
- Área neta** : Es el área de la cara de asiento de la albañilería descontando el área que corresponde a las perforaciones transversales.
- Absorción** : Ensayo de laboratorio con la finalidad de medir la capacidad de las unidades de albañilería para retener agua.
- Albañilería** : Empleo de materiales pétreos como: ladrillos, bloques, piedras y similares para la elaboración de edificaciones.
- Arena** : Fragmentos de roca, empleados en la elaboración de unidades de albañilería de arcilla, partículas finas cuyo tamaño es menor a 4.75mm.
- Arcilla** : Material terreo, roca sedimentaria constituida por partículas muy finas cuyos diámetros de partícula son menores a 0.002mm.
- Alabeo** : Concavidad o convexidad del ladrillo, el cual deriva a un espesor de junta mayor, es la deformación de la sección transversal de la unidad de albañilería.
- Agregado** : Mezcla de arena y piedra de granulometría variable, empleada en la elaboración de mortero, concreta, grout, etc.

### C

- Compresión** : Presión ejercida en un elemento solido continuo, caracterizada por la reducción del volumen del cuerpo y a un acortamiento del cuerpo en determinada dirección.
- Cizalle** : Es el esfuerzo interno o resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de un prisma (viga, pila, etc.)



**Cemento** : Material de construcción, conglomerante formado por caliza y arcillas alcalinas molidas, posee la propiedad de endurecimiento en contacto con el agua.

**Cal** : Óxido de calcio que forma parte del mármol. Yeso. Tiza. Etc. Fragua rápidamente en contacto con el agua.

### E

**Esbeltez** : Propiedad de prismas mecánico que relaciona el ancho con la longitud total de la pieza, es un parámetro adimensional que interviene en el cálculo de los esfuerzos del espécimen.

### F

**Fluidez** : Es la medida de la consistencia de la pasta de cemento expresada en términos del incremento del diámetro de un espécimen moldeado por un medio cono, después de sacudirlo 25 veces durante 15 segundos.

### L

**Ladrillos** : Material de construcción, normalmente de arcilla con forma ortoédrica, cuyas dimensiones estándar permiten que sea manipulado con una sola mano por parte del operario.

### M

**Mortero** : Es un material de construcción obtenido de la mezcla de agregado fino, agua y cemento, que actúa como conglomerante.

### P

**Primas** : Elementos de prueba, elaborados con concreto, mortero, etc. Para posteriormente ser sometidos a esfuerzos o a ensayos para determinar algún tipo de propiedad mecánica.

**Porosidad** : Cantidad de espacios vacíos en un material, resultante de la fracción del volumen de huecos sobre el volumen total de un elemento.



**Puzolana** : Material silíceo poroso a partir del cual se produce el cemento, de procedencia volcánica, posee la capacidad de reaccionar con el agua.

### **R**

**Refrentado** : Capa de material tan fuerte como el concreto utilizado para testigos o primas durante ensayos de compresión axial, utilizado para garantizar una superficie de apoyo uniforme en la muestra.

### **S**

**Succión** : Velocidad con la que una unidad de albañilería, por capilaridad, retiene agua en una determinada área de contacto en un corto tiempo.

### **T**

**Tracción** : Esfuerzo interno que está sometido un cuerpo por aplicación de fuerzas que actúan en sentido opuesto, que tienden a estirar el elemento, presenta sentido perpendicular a la longitud del elemento.



## Conclusiones

**Conclusión 1.** Se logró demostrar la hipótesis general que dice: Al variar la relación agua - cemento del mortero en la elaboración de pilas con ladrillos añadidos con puzolana mejorará las propiedades de resistencia a la compresión y adherencia. Debido a que luego del procesamiento de datos se observó que la resistencia de compresión axial en pilas de albañilería elaborados con ladrillos adicionados con puzolana al 20% en peso, aumenta frente a una pila de ladrillo tradicional en los siguientes aspectos: Las pilas de albañilería elaboradas con unidades adicionadas con puzolana al 20% en peso cuya relación agua cemento fue 1.025 obtuvieron una resistencia característica a compresión axial promedio de 78.95kg/cm<sup>2</sup> que corresponde a un 64.86% de incremento frente a una pila tradicional cuya relación agua cemento es 1.050. Las pilas de albañilería elaboradas con unidades adicionadas con puzolana al 20% en peso cuya relación agua cemento fue 1.050, obtuvieron una resistencia característica a la compresión axial promedio de 56.80kg/cm<sup>2</sup> que corresponde a un 18.61% de incremento frente a una pila tradicional cuya relación agua cemento es 1.050. Las pilas de albañilería elaboradas con unidades adicionadas con puzolana al 20% en peso cuya relación agua cemento fue 1.075, obtuvieron una resistencia característica a la compresión axial promedio de 67.31kg/cm<sup>2</sup> que corresponde a un 40.56% de incremento frente a una pila tradicional cuya relación agua cemento es 1.050.

En el aspecto de adherencia, luego del procesamiento de datos se observó que la resistencia de corte por cizalle en pilas desfasadas de albañilería elaboradas con ladrillos adicionados con puzolana al 20% en peso, aumenta frente a una pila desfasada de ladrillo tradicional en los siguientes aspectos: Las pilas desfasadas de albañilería elaboradas con unidades adicionadas con puzolana al 20% en peso cuya relación agua cemento fue 1.025 obtuvieron una resistencia característica a corte por cizalle promedio de 3.30kg/cm<sup>2</sup> que corresponde a un 15.97% de incremento frente a una pila desfasada tradicional cuya relación agua cemento es 1.050. Las pilas desfasadas de albañilería elaboradas con unidades adicionadas con puzolana al 20% en peso cuya relación agua cemento fue 1.050 obtuvieron una resistencia característica a

corte por cizalle promedio de 3.76kg/cm<sup>2</sup> que corresponde a un 31.93% de incremento frente a una pila desfasada tradicional cuya relación agua cemento es 1.050. Las pilas desfasadas de albañilería elaboradas con unidades adicionadas con puzolana al 20% en peso cuya relación agua cemento fue 1.075 obtuvieron una resistencia característica a corte por cizalle promedio de 3.76kg/cm<sup>2</sup> que corresponde a un 3.62% de incremento frente a una pila desfasada tradicional cuya relación agua cemento es 1.050.

**Conclusión 2.** No se logró demostrar la hipótesis específica 1 que dice: Al incrementar la relación de agua – cemento en el mortero, su resistencia a la compresión disminuirá en un 10%. Debido a que el primer incremento de agua cemento, de 1.025 a 1.050, se obtuvo resistencias características promedio de 46.69kg/cm<sup>2</sup> y 49.83kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, se observó un incremento porcentual del 6.73%, sin embargo al incrementar la relación agua cemento, de 1.050 a 1.075, se obtuvo resistencias características promedio de 49.83kg/cm<sup>2</sup> y 40.68kg/cm<sup>2</sup>, se observó una disminución porcentual del 18.36%, lo cual nos indicó que el incremento de la relación agua-cemento hasta el rango intermedio de fluidez (1.050) aportó una resistencia máxima y al incrementar la relación agua cemento hasta el rango máximo de fluidez (1.075) debilitó drásticamente la resistencia a compresión del mortero.

**Conclusión 3.** No se logró demostrar la hipótesis específica 2 que dice: A mayor relación agua - cemento en el mortero, se incrementara la adherencia mortero – unidad de albañilería mediante el ensayo de corte por cizalle, con ladrillos King Kong 18 huecos; adicionado con puzolana de la cantera Raqchi. Debido a que la adherencia incrementó desde el rango mínimo hasta el rango intermedio de relación agua cemento (1.025 a 1.050) en el mortero y la adherencia disminuyó desde el rango intermedio hasta el rango máximo de relación agua cemento (1.050 a 1.075) en el mortero, como se muestra a continuación: la adherencia entre especímenes de 1.025 y 1.050 de relación agua cemento incrementó en un 13.76% y la adherencia entre especímenes de 1.050 y 1.075 de relación agua cemento disminuyó en un 3.77%.



**Conclusión 4.** Si se logró demostrar la hipótesis específica 3 que dice: La relación óptima de agua - cemento en el mortero para la fabricación de pilas de ladrillo King Kong 18 huecos añadido con puzolana de la cantera Raqchi será el valor máximo de A/C estudiado. Debido a que al utilizar una relación agua cemento en el mortero de 1.025, se observó la máxima resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería con unidades puzolánicas (78.95kg/cm<sup>2</sup>), sin embargo para esta relación se obtuvo el mínimo valor de esfuerzo de adherencia (3.30kg/cm<sup>2</sup>), y al utilizar una relación agua cemento en el mortero de 1.050, se observó la mínima resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería con unidades puzolánicas (56.80kg/cm<sup>2</sup>), sin embargo para esta relación se obtuvo el máximo valor de esfuerzo de adherencia (3.76kg/cm<sup>2</sup>), por lo tanto se concluyó que la relación óptima es de 1.075, cuya resistencia característica a compresión axial en pilas fue de (67.31kg/cm<sup>2</sup>) y el valor de esfuerzo de adherencia fue de (3.62kg/cm<sup>2</sup>), siendo estos resultados intermedios.

**Conclusión 5.** No se logró demostrar la hipótesis específica 3 que dice: A mayor relación agua - cemento en el mortero, se incrementara significativamente la resistencia a la compresión axial de pilas de ladrillo King Kong 18 huecos; adicionado con puzolana de la cantera Raqchi. Debido a que la resistencia característica a compresión axial en pilas de albañilería con unidades puzolánicas disminuyó desde el rango mínimo hasta el rango intermedio de relación agua cemento (1.025 a 1.050) en el mortero y la resistencia característica a compresión axial en pilas de albañilería con unidades puzolánicas incrementó desde el rango intermedio hasta el rango máximo de relación agua cemento (1.050 a 1.075) en el mortero, como se muestra a continuación: la resistencia característica a compresión axial en pilas de albañilería con unidades puzolánicas entre especímenes de 1.025 y 1.050 de relación agua cemento en el mortero, disminuyó en un 28.06% y la resistencia característica a compresión axial en pilas de albañilería con unidades puzolánicas entre especímenes de 1.050 y 1.075 de relación agua cemento en el mortero, incrementó en un 18.51%.



## Recomendaciones

**Recomendación 1.** Para el asentado de las unidades estudiadas, ya que estas presentarán una mayor capacidad de retención de agua y succión, se deberá regar previamente las unidades de albañilería, con la finalidad de evitar pérdida de resistencia a la compresión del mortero y disminución de la adherencia entre la unidad y mortero, por lo tanto; el regado será durante 1 hora, 10 horas antes del asentado de albañilería, duplicando así lo mencionado en la Norma E.070 que indica que las unidades serán regadas durante 30 minutos, 10 a 15 horas antes del asentado de albañilería.

**Recomendación 2.** Como parte de un Plan de Extensión Universitaria, se debe incorporar asesoramiento dirigido a los productores de ladrillos para mejorar la capacidad de producción en cuanto a calidad de las unidades de albañilería y garantizar el cumplimiento de las características y tipología según norma.

**Recomendación 3.** Realizar una investigación añadiendo diferentes porcentajes de puzolana en mortero, para verificar las propiedades mecánicas y su comportamiento en albañilería con unidades adicionadas con puzolana al 20% en peso.

**Recomendación 4.** Realizar una investigación basado en ensayos de compresión diagonal en muros con unidades adicionadas con puzolana al 20% en peso, para obtener una resistencia a corte ( $v'm$ ) y determinar un parámetro de conversión entre  $f'm$  el esfuerzo de adherencia (corte por cizalle) y resistencia al corte ( $v'm$ ).

**Recomendación 5.** Realiza una investigación con el ladrillo King Kong 18 huecos añadidos con puzolana al 20% en peso, en Pilas y Muretes para determinar el módulo de elasticidad ( $E_m$ ), coeficiente de Poisson ( $n$ ) y módulo de corte ( $G_m$ ), de esta manera complementar la investigación actual.

**Recomendación 6.** Implementar los laboratorios con equipos adecuados para realizar los ensayos de compresión diagonal en muretes, ya que con estos



equipos se podrían obtener datos más precisos de resistencia al corte en la albañilería.



## Referencias

- Camino, R., Camino R., (2017). Evaluación de la conductividad térmica, propiedades físico - mecánicas del ladrillo King-Kong 18 huecos adicionado con puzolana de la cantera Raqchi en diferentes porcentajes, con respecto a un ladrillo tradicional, Cusco, Perú.
- Cerda, H., (1991). Los elementos de la investigación, Bogotá, El Buho.
- Díaz, A., Ramírez, J., (2009). Compendio de rocas y minerales industriales en el Perú, Lima, INGEMMET.
- Flores, V., Sanchez, S., Arroyo R., & Barragán, R. (2013). Propiedades mecánicas de la mampostería de tabique rojo recocido utilizada en Chilpancingo, Gro (México). México, Universidad Autónoma de Guerrero Chilpancingo.
- Gallegos, H., Casabonne, C., (2005), Albañilería Estructural, Lima, Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Hernández, R., Fernández C., Baptista, M., (2007). Metodología de la investigación, México, McGrawHill.
- Hernández, U., (2011). Agregados. Comportamiento mecánico y físico del mortero a base de CBCA como árido en aplanados en muros, Xalapa, Veracruz.
- INACAL. (2013). Unidades de albañilería. Especificación normalizada de agregados para morteros de albañilería. NTP 399.607. Lima, Perú.
- INACAL. (2016). Cementos. Métodos de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Portland. NTP 334.057. Lima, Perú.



- INDECOPI. (Mayo de 2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. NTP 400.012, 2°. Lima, Perú.
- INDECOPI. (Octubre de 1978). Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos. ITINTEC 331.017. Lima, Perú.
- INDECOPI. (Octubre de 1978). Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Métodos de ensayo. ITINTEC 331.018. Lima, Perú.
- Mella, A., (2004). Estudio caracterización y evaluación de puzolanas locales en la masa cerámica del ladrillo, Concepción – Chile.
- Morante, A., (2008). Agregados. Mejora de la adherencia mortero – ladrillo de concreto, Lima, Perú.
- Reglamento nacional de edificaciones. (2006). Norma Técnica E.070 Albañilería. Lima, Perú.
- San Bartolomé, Á., Quiun, D., Silva, W., (2011), Diseño y construcción de estructuras sismoresistentes de albañilería, Lima, Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- San Bartolomé, Á., (2008), Comentarios a la norma técnica de edificación E.070 “Albañilería”, Lima.
- Secretaria de comercio y fomento industrial. (1975). Norma Mexicana NMX-C-082-1974, Ciudad de México, México.



## Anexos