



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

Análisis comparativo de la resistencia a compresión axial de pilas y compresión diagonal de muretes de albañilería, sin tarrajeo, con tarrajeo y tarrajeo reforzado con sogá driza utilizando ladrillos king kong de 18 huecos y blocker.

Presentado por los bachilleres:

Rony Fredy Zuniga Quispe

Wily Apaza Llamacponcca

**Para optar al Título Profesional de
Ingeniería Civil**

Asesor: ING. Henry Enciso Boluarte.

Cusco – 2017



DEDICATORIA

A Dios, a mi madre Rosa Quispe que con tanto esfuerzo y sacrificio que apoyo para darme esta carrera profesional que tanto quiero a mis hermanos que también formaron parte de este proceso a lo largo de toda mi formación profesional siendo ellos el empuje constante a diario para salir adelante, a mi pareja Carmen Aller, a mis amigos compañeros de universidad y compañeros de trabajo por la confianza que ha depositado en mí y por el apoyo que dieron para poder lograr mis objetivos.

RONY FREDY ZUNIGA QUISPE



DEDICATORIA

A Dios, a mis padres que con tanto esfuerzo y sacrificio hicieron para formarme en esta carrera profesional que tanto quiero a mis hermanos que también formaron parte de este proceso a lo largo de toda mi formación profesional siendo ellos el empuje constante a diario para salir adelante, a mis amigos compañeros de universidad y compañeros de trabajo por la confianza que ha depositado en mí y por el apoyo que dieron para poder lograr mis objetivos.

WILY APAZA LLAMACPONCCA



AGRADECIMIENTOS

Primero damos gracias a Dios por permitirnos lograr nuestros sueños y tener esta bonita experiencia en nuestra universidad, gracias a mi universidad por darnos conocimiento y permitir convertirnos en profesionales de bien en la carrera profesional que tanto nos apasiona, gracias a nuestro asesor de Tesis Mg. Ing. Henry Enciso Boluarte por siempre estar orientándonos durante el proceso de nuestra investigación.

Y para finalizar también agradecemos a todas aquellas personas que fueron nuestros compañeros durante nuestra etapa universitaria, ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en gran parte de nuestra ganas de seguir adelante.

WILY APAZA LLAMACPONCCA Y RONY FREDY ZUNIGA QUISPE

**RESUMEN**

La presente investigación fue orientada al estudio de las variaciones numéricas, de las propiedades de resistencia a compresión axial de pilas de ladrillo King Kong de 18 huecos y blocker, también a la resistencia a compresión diagonal de muretes con ladrillo King Kong de 18 huecos y blocker, estos serán evaluados a través de espécimen de primas de albañilería según la norma E.070. La fabricación de los especímenes se realizó con unidades solidas de ladrillo King Kong de 18 huecos con medidas de 9cm x 12cm x 24cm y unidades huecas como blocker de medidas de 10cm x 20cm x 30 cm de fabricación semi industrial, asentados con mortero tipo NP. El mortero fue elaborado con agregado arena gruesa de la cantera Tres de Mayo-Huambutio y arena fina del puente Cunyac-Limatambo, cemento Portland tipo IP y agua potable. También se hizo el tarrajeo en pilas y muretes con arena fina de Cunyac-Limatambo. Adicionalmente se realizó ensayos de propiedades físico mecánicos al agregado procedente de las canteras de Tres de Mayo y las unidades de albañilería fabricadas en el distrito de San Jerónimo Cusco. La elaboración de muestras para el ensayo a compresión axial fueron 5 unidades de pilas sin tarrajeo, 5 unidades de pilas con tarrajeo y 5 unidades de pilas con tarrajeo reforzados con sogá driza. Estas pilas fueron elaboradas para cada tipo de unidad de albañilería como son los ladrillos King Kong de 18 huecos y blocker. La elaboración de muestras para el ensayo a compresión diagonal de muretes fueron, 5 unidades de muretes sin tarrajeo, 5 unidades de muretes con tarrajeo y 5 unidades de muretes con tarrajeo reforzados con sogá driza. Estos muretes fueron elaborados por cada tipo de unidades de albañilería como son los ladrillos King Kong de 18 huecos y blocker. Los primas serán evaluados a los 28 día con un total de 15 pilas de albañilería elaborado con ladrillo King Kong 18 huecos, 15 pilas de albañilería elaborados con blocker, 15 muretes de albañilería elaborados con unidades de King Kong de 18 huecos y 15 muretes de albañilería elaborados con blocker. De acuerdo con lo ensayado, se obtuvo resultados muy importantes, las cuales destacan la resistencia del murete de ladrillo King Kong 18 con tarrajeo reforzado con sogá driza que pasa la resistencia de 5.1 kg/cm² cumplimiento la normativa para muros con ladrillo King Kong artesanal. Analizando los resultados evidenciamos la mejora la resistencia en las pilas y muretes utilizando la sogá driza como refuerzo en el tarrajeo.

PALABRAS CLAVES: Unidad de Albañilería, Mortero, Resistencia a compresión axial, Resistencia compresión diagonal, Soga driza, Pilas, Muretes.

**ABSTRACT**

The present investigation was oriented to the study of the numerical variations, of the properties of resistance to axial compression of King Kong brick piles of 18 holes and blocker, also to the resistance to diagonal compression of walls with King Kong brick of 18 holes and blocker, these will be evaluated through the masonry premium specimen according to the E.070 standard. The manufacture of the specimens was made with solid units of King Kong brick of 18 holes with measures of 9cm x 12cm x 24cm and hollow units as blocker of measures of 10cm x 20cm x 30 cm of semi-industrial manufacture, seated with mortar type NP. The mortar was made with added coarse sand from the quarry Tres de Mayo-Huambutio and fine sand from the Cunyac-Limatambo bridge, Portland type IP cement and drinking water. The tarrajeo was also made in piles and walls with fine sand from Cunyac-Limatambo. Additionally, physical mechanical properties tests were carried out on the aggregate from the quarries of Tres de Mayo and the masonry units manufactured in the San Jerónimo Cusco district. The preparation of samples for the axial compression test were 5 units of batteries without tarrajeo, 5 units of batteries with tarrajeo and 5 units of batteries with tarrajeo reinforced with rope halyard. These piles were made for each type of masonry unit such as King Kong bricks of 18 holes and blocker. The elaboration of samples for the diagonal compression test of walls was 5 units of walls without tarrajeo, 5 units of walls with tarrajeo and 5 units of walls with tarrajeo reinforced with rope halyard. These walls were made by each type of masonry units such as King Kong bricks of 18 holes and blocker. The premiums will be evaluated at 28 days with a total of 15 piles of masonry made with King Kong brick 18 holes, 15 piles of masonry made with blocker, 15 masonry walls made with King Kong units of 18 holes and 15 walls of masonry made with blocker. According to what was tested, very important results were obtained, which highlight the resistance of the King Kong 18 brick wall with tarrajeo reinforced with a halyard rope that passes the resistance of 5.1 kg / cm² complying with the regulations for walls with traditional King Kong brick. Analyzing the results we showed the improvement in the resistance in the piles and walls using the halyard rope as a reinforcement in tarrajeo.

KEYWORDS: Masonry Unit, Mortar, Axial compression resistance, Diagonal compression resistance, Halyard line, Pila, Muretes.



ÍNDICE GENERAL

CAPITULO 1 1

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 1

1.1 Identificación del problema. 1

1.1.1 Descripción del problema. 1

1.1.2 Formulación del problema. 2

1.2 Justificación e importancia de la investigación..... 3

1.2.1 Justificación técnica..... 3

1.2.2. Justificación social..... 4

1.2.3 Justificación por viabilidad. 4

1.2.4 Justificación por relevancia..... 5

1.3 Limitaciones de la investigación. 5

1.3.1 Limitaciones en el material. 5

1.3.2 Limitaciones de las pruebas. 6

1.3.3 Limitaciones especial. 6

1.3.4 Limitación temporal. 7

1.4 Objetivo de la investigación. 7

1.4.1 Objetivo general. 7

1.4.2 Objetivo específico. 8

1.5 Hipótesis..... 9

1.5.1 Hipótesis general..... 9

1.5.2 Sub hipótesis..... 9

1.6. Definición de variable. 10

1.6.1 Variables independientes. 10

1.6.2 Variable dependientes. 11

1.6.5 Cuadro de operacionalización de variables..... 12

CAPITULO 2 13

2. MARCO TEÓRICO. 13

2.1. Antecedentes de la tesis..... 13

2.1.1 Antecedentes a nivel local. 13

2.1.2 Antecedentes a nivel nacional. 14

2.2. Bases teórico-científicas. 16

2.2.1. La albañilería o mampostería. 16

2.2.2. Tipos de albañilería. 17

2.2.3 Unidad de albañilería..... 22

2.2.4. El cemento. 43

2.2.5 Agregados..... 47

2.2.6 El agua..... 51

2.2.7 El mortero. 52

2.2.8 Resistencia de prismas de albañilería..... 54

2.2.9 Ensayo de compresión en pilas. 56

2.2.10 Ensayo de compresión diagonal en muretes..... 61

2.2.11 Soga driza..... 65

2.2.12 Cantidad de ladrillos por m2 de muro..... 67

2.2.13 Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. 68



CAPITULO 3..... 75

3. METODOLOGÍA 75

3.1. Metodología de la investigación..... 75

3.1.1 Tipo de investigación..... 75

3.1.2 Nivel de investigación..... 75

3.1.3 Método de investigación..... 75

3.2 Diseño de la investigación..... 75

3.2.1 Diseño metodológico..... 75

3.2.2 Diseño de ingeniería..... 76

3.3 Población y muestra 78

3.3.1 Población..... 78

3.3.2 Muestra..... 78

3.3.3 Criterio de inclusión..... 81

3.4 Instrumentos 82

3.4.1 Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos..... 82

3.4.2 Instrumentos de ingeniería..... 92

3.5 Procedimientos de recolección de datos..... 93

3.5.1 Muestreo de los agregados..... 93

3.5.2 Granulometría del agregado..... 95

3.5.3 Variación dimensional del ladrillo king kong de 18 huecos..... 98

3.5.4 Variación dimensional del blocker..... 100

3.5.5 Alabeo en ladrillo king kong 18 huecos..... 102

3.5.6 Alabeo en blocker..... 103

3.5.7 Análisis de % de vacíos del ladrillo king kong de 18 huecos..... 105

3.5.8 Análisis de % de vacíos del blocker..... 107

3.5.9 Succión (s), Absorción (a), Absorción máxima (am), Coeficiente de saturación (cs) y Densidad (d) de ladrillo king kong de 18 huecos..... 109

3.5.10 Succión (s), Absorción (a), Absorción máxima (am), Coeficiente de saturación (cs) y Densidad (d) de ladrillo blocker..... 112

3.5.11 Resistencia a la compresión de ladrillo king kong 18 huecos..... 116

3.5.12. Resistencia a compresión de blocker..... 118

3.5.13 elaboración y ensayo a compresión axial de pilas de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos..... 121

3.5.14. Elaboración y ensayo a compresión axial de pilas de albañilería utilizando ladrillos king kong 18 huecos con tarrajeo..... 125

3.5.15. Elaboración y ensayo a compresión axial de pilas de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo reforzado con sogá driza 130

3.5.16. Elaboración y ensayo a compresión axial de pilas de albañilería utilizando blocker..... 135

3.5.17. Elaboración y ensayo a compresión axial pilas de albañilería utilizando blocker con tarrajeo..... 140

3.5.18. Elaboración y ensayo a compresión axial de pilas de albañilería utilizando blocker con tarrajeo reforzadas con sogá driza..... 145

3.5.19. Elaboración y ensayo a compresión diagonal de muretes de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos..... 150

3.5.20. Elaboración y ensayo a compresión diagonal de muretes de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo..... 156

3.5.21 Elaboración y ensayo a compresión diagonal de muretes de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo reforzado con sogá driza..... 161

3.5.22 Elaboración y ensayo a compresión diagonal de muretes de albañilería utilizando blocker ... 167

3.5.23 Elaboración y ensayo a compresión diagonal de muretes de albañilería utilizando blocker con tarrajeo..... 172



3.5.24. *Elaboración y ensayo a compresión diagonal de muretes de albañilería utilizando blocker con tarrajeo reforzado con sogá*..... 177

3.5.25. *Elaboración y ensayo a compresión de cubos de mortero*..... 184

3.6 **Procedimiento de análisis de datos** **191**

3.6.1 *Muestreo de los agregados* 191

3.6.2 *Granulometría del agregado* 191

3.6.3. *Variación dimensional en ladrillos king kong de 18 huecos* 193

3.6.4. *Variación dimensional en blocker* 194

3.6.5 *Alabeo en el ladrillo king kong de 18 huecos* 195

3.6.6. *Alabeo en blocker*..... 196

3.6.7. *Análisis del porcentaje de vacíos de ladrillo king kong de 18 huecos* 197

3.6.8. *Análisis del porcentaje de vacíos de blocker* 199

3.6.9. *Succión (s), absorción (a), absorción máxima (ab). Coeficiente de saturación (cs) y densidad (d) del ladrillo king kong 18 huecos*..... 200

3.6.10. *Succión (s), absorción (a, absorción máxima (am), coeficiente de saturación (cs) y densidad (d) del blocker* 201

3.6.11. *Resistencia a compresión del ladrillo king kong de 18 huecos* 203

3.6.12. *Resistencia a compresión del blocker* 203

3.6.13. *Ensayo a compresión axial de pilas de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos*.... 204

3.6.14. *Ensayo a compresión axial de pilas de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo* 205

3.6.15. *Ensayo a compresión axial de pilas de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo reforzado con sogá driza* 206

3.6.16. *Ensayo a compresión axial de pilas de albañilería utilizando blocker* 207

3.6.17. *Ensayo a compresión axial de pilas de albañilería utilizando blocker con tarrajeo* 208

3.6.18. *Ensayo a compresión axial de pilas de albañilería utilizando blocker con tarrajeo reforzado con sogá driza* 209

3.6.19. *Ensayo a compresión diagonal a muretes de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos*..... 210

3.6.20. *Ensayo a compresión diagonal a muretes de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo*..... 211

3.6.21. *Ensayo a compresión diagonal a muretes de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo reforzado con sogá driza*..... 212

3.6.22. *Ensayo a compresión diagonal de muretes de albañilería utilizando blocker* 213

3.6.23. *Ensayo a compresión diagonal a muretes de albañilería utilizando blocker con tarrajeo*..... 214

3.6.24. *Ensayo a compresión diagonal a muretes de albañilería utilizando blocker con tarrajeo reforzados con sogá driza* 215

3.6.25. *Ensayo a compresión de cubos de mortero* 216

CAPITULO 4.....**219**

4. RESULTADOS.....**219**

4.1. *Resultados del ensayo a compresión en pilas de albañilería*..... **219**

4.1.1 *análisis comparativo de la resistencia a compresión axial de pilas con ladrillo king kong 18 huecos*..... 219

4.1.2 *análisis comparativo de la resistencia a compresión axial de pilas con blocker* 220

4.2. Resultados del ensayo a compresión diagonal en muretes de albañilería **221**

4.2.1 *análisis comparativo de la resistencia a compresión diagonal de ladrillos king kong de 18 huecos* 221

4.2.2 *análisis comparativo de la resistencia a compresión diagonal de blocker* 222

4.3. Cuadro de resultados..... **223**



UAC

CAPITULO 5	226
5. DISCUSIÓN	226
Conclusiones	231
Recomendaciones.	234
Anexos	239



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n° 1 Unidades de albañilería asentados, tarrajeadas y reforzadas.....2

Figura n° 2 Marco territorial de la investigación.....7

Figura n° 3 Albañilería denominada “pirca” 17

Figura n° 4 Muros no portantes..... 18

Figura n° 5 Descripción de muro portante..... 19

Figura n° 6 Albañilería armada con refuerzo vertical y horizontal.....20

Figura n° 7 Albañilería armada con refuerzo vertical y horizontal.....21

Figura n° 8 Albañilería confinada 22

Figura n° 9 Unidades sólidas y huecas 23

Figura n° 10 Descripción: unidades sólidas y huecas 24

Figura n° 11 Descripción: extracción y molienda..... 25

Figura n° 12 Descripción: moldeado y transporte..... 26

Figura n°13 Proceso de fabricación de las unidades de albañilería. 27

Figura n° 14 Descripción: unidades solida y hueca 28

Figura n° 15 Forma de medición de unidades de albañilería..... 32

Figura n° 16 Descripción de la prueba de alabeo..... 33

Figura n° 17 Descripción de la resistencia a la compresión 34

Figura n° 18 Diferencias entre bloques y ladrillos 35

Figura n° 19 Descripción de porcentajes de vacíos 36

Figura n° 20 Descripción: formulas para a, am, cs y s. 37

Figura n° 21 Descripción: prueba de succión..... 37

Figura n° 22 Descripción: prueba de absorción..... 38

Figura n° 23 Descripción: prueba de absorción..... 40

Figura n° 24 Descripción: eflorescencia 41

Figura n° 25 Descripción: ladrillo king kong 18 huecos. 42

Figura n° 26 Descripción: blocker. 42

Figura n° 27 El cemento 43

Figura n° 28 Almacenamiento del cemento..... 46

Figura n° 29 Proceso de fabricación del cemento 47

Figura n° 30 Formas redondeadas de los agregados..... 48

Figura n° 31 Formas angulares de los agregados..... 49

Figura n° 32 Granulometría de los agregados..... 49

Figura n° 33 Granulometría de la arena 50

Figura n° 34 Esbeltez de una pila 57

Figura n° 35 Equipos de ensayo de compresión axial 58

Figura n° 36 Ealla ideal de una pila..... 59

Figura n° 37 Trituración de ladrillos huecos. 60

Figura n° 38 Trituración de blocker falla frágil. 61

Figura n° 39 Cálculo de la resistencia unitaria a corte puro..... 62

Figura n° 40 Equipos de ensayo corte puro. 63

Figura n° 41 Falla por tracción diagonal en murete y en muro. 64

Figura n° 42 Falla escalonada en murete y en muro..... 64

Figura n° 43 Soga driza 65



Figura n° 44 Cantidad de ladrillos por m2 de muro. 67

Figura n° 45 Volumen de mortero por m2 de muro. 68

Figura n° 46 Moldes de ensayo. 72

Figura n° 47 Cantidad de ladrillos por m2 de muro. 74

Figura n° 48 Prensa hidráulica..... 92

Figura n° 49 Cuarteo de arena gruesa..... 94

Figura n° 50 Lavado de arena gruesa por la malla #200..... 94

Figura n° 51 Serie de tamices adecuado para la granulometría..... 96

Figura n° 52 Efectuando el tamizado de la arena gruesa..... 96

Figura n° 53 Obtención de la granulometría de la arena gruesa..... 97

Figura n° 54 Medición del ancho del ladrillo king kong de 18 huecos..... 98

Figura n° 55 Medición de la altura del ladrillo king kong de 18 huecos..... 99

Figura n° 56 Medición del ancho en el blocker..... 100

Figura n° 57 Medición de la altura del blocker..... 101

Figura n° 58 Medición del alabeo en el ladrillo king kong de 18 huecos..... 102

Figura n° 59 Medición del alabeo en el ladrillo blocker..... 104

Figura n° 60 Medición del alabeo en el ladrillo blocker..... 105

Figura n° 61 Medición de la arena en la probeta..... 107

Figura n° 62 Ladrillo king kong de 18 huecos sumergido en una altura de 3mm de película de agua..... 111

Figura n° 63 Peso del ladrillo de 18 huecos mas agua succionada..... 111

Figura n° 64 Blocker sumergido en una altura de 3mm de película de agua..... 114

Figura n° 65 Peso del blocker mas agua succionada..... 115

Figura n° 66 Ensayo de compresión en ladrillos king kong de 18 huecos..... 117

Figura n° 67 Falla por compresión de los ladrillos king kong de 18 huecos..... 117

Figura n° 68 Ensayo a compresión de blocker..... 119

Figura n° 69 Falla por compresión del ladrillo blocker..... 120

Figura n° 70 Preparación de mortero cemento arena 1:4..... 122

Figura n° 71 Asentado de pilas de albañilería utilizando ladrillos king kong de 18 huecos.. 122

Figura n° 72 Ensayo a compresión axial de pilas de albañilería utilizando ladrillo king kong de 18 huecos..... 124

Figura n° 73 Falla a compresión de pila de albañilería utilizando ladrillos king kong de 18. 124

Figura n° 74 Preparación de mortero dosificación cemento arena1:4..... 127

Figura n° 75 Asentado de pilas de albañilería utilizando ladrillos king kong de 18 huecos.. 127

Figura n° 76 Ensayo de compresión axial de pilas de albañilería utilizando ladrillos king kong 18 huecos con tarrajeo..... 129

Figura n° 77 Falla por compresión axial de pilas de albañilería utilizando ladrillos king kong de 18 huecos con tarrajeo..... 129

Figura n° 78 Taladrado en pilas de albañilería usando ladrillo king kong 18 huecos reforzados con sogá driza..... 132

Figura n° 79 Asentado y amarre en pilas de albañilería utilizando ladrillos king kong de 18 huecos..... 132

Figura n° 80 Ensayo a compresión en pilas de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo reforzado con sogá driza..... 134



Figura n° 81 Falla por compresión axial en pilas de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo reforzado con sogá driza..... 134

Figura n° 82 Dosificación cemento arena 1:4..... 137

Figura n° 83 Asentado de pilas de albañilería con ladrillo blocker..... 137

Figura n° 84 Ensayo a compresión axial de pilas de albañilería con blocker..... 139

Figura n° 85 Falla por compresión axial de pilas de albañilería con blocker..... 139

Figura n° 86 Mezclado de mortero dosificación cemento arena 1:4. 142

Figura n° 87 Tarrajeo de pilas de albañilería con blocker..... 142

Figura n° 88 Ensayo a compresión axial de pilas de albañilería utilizando blocker con tarrajeo. 144

Figura n° 89 Falla por compresión axial de pilas de albañilería utilizando blocker con tarrajeo. 144

Figura n° 90 Asentado y amarre en pilas de albañilería de blocker..... 147

Figura n° 91 Tarrajeo en pilas de albañilería utilizando blocker reforzado con sogá driza. ... 147

Figura n° 92 Ensayo a compresión axial de pilas de albañilería utilizando blocker con tarrajeo reforzados con sogá driza..... 149

Figura n° 93 Falla a compresión axial de pilas de albañilería utilizando blocker con tarrajeo y refuerzo de sogá driza. 149

Figura n° 94 Preparación de mortero, dosificación cemento arena 1:4. 152

Figura n° 95 Saturación de los ladrillos king kong 18 huecos aproximadamente durante 30 minutos 10 horas antes del asentado..... 152

Figura n° 96 Asentado de muretes de albañilería utilizando ladrillos king kong 18 huecos. 153

Figura n° 97 Muretes de albañilería utilizando ladrillos king kong 18 huecos 153

Figura n° 98 Ensayos a compresión diagonal de los muretes de albañilería utilizando king kong 18 huecos. 155

Figura n° 99 Falla por compresión diagonal de los muretes de albañilería utilizando king kong 18 huecos..... 155

Figura n° 100 Dosificación para mortero cemento arena 1: 4..... 158

Figura n° 101 Asentado de muretes de albañilería utilizando ladrillos king kong 18 huecos 158

Figura n° 102 Tarrajeo de muretes de albañilería utilizando ladrillos king kong 18 huecos. 159

Figura n° 103 Ensayos a compresión diagonal en muretes de albañilería con ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo..... 160

Figura n° 104 Falla por compresión diagonal en muretes de albañilería con ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo. 160

Figura n° 105 Dosificación para mortero cemento arena 1:4..... 164

Figura n° 106 Muretes de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos reforzado con sogá driza..... 164

Figura n° 107 Tarrajeo de muretes de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos reforzado con sogá driza..... 165

Figura n° 108 Ensayos a compresión diagonal en muretes de albañilería con ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo y refuerzo con sogá driza. 166

Figura n° 109 Falla por compresión diagonal en muretes de albañilería con ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo y reforzado con sogá driza..... 166



Figura n° 110 Saturación de ladrillos blocker aproximadamente durante 30 minutos 10 horas antes del asentado..... 168

Figura n° 111 Dosificación para mortero de cemento arena 1:4..... 169

Figura n° 112 Asentado de muretes de albañilería utilizando blocker. 169

Figura n° 113 Ensayo a compresión diagonal en muretes de albañilería utilizando blocker. 171

Figura n° 114 Falla por compresión diagonal en muretes de albañilería utilizando blocker. 171

Figura n° 115 Saturación de blocker aproximadamente 30 minutos 10 horas antes del asentado..... 174

Figura n° 116 Asentado de muretes de albañilería utilizando blocker. 174

Figura n° 117 Tarrajeo de muretes de albañilería utilizando blocker. 175

Figura n° 118 Ensayo a compresión diagonal en muretes de albañilería utilizando blocker con tarrajeo. 176

Figura n° 119 Falla por compresión diagonal en muretes de albañilería utilizando blocker con tarrajeo. 176

Figura n° 120 Curado de los muretes de albañilería utilizando blocker. 180

Figura n° 121 Colocación de la soga driza en los muretes de albañilería utilizando blocker. 180

Figura n° 122 Tarrajeo de los muretes de albañilería utilizando blocker reforzado con soga driza..... 181

Figura n° 123 Ensayos a compresión diagonal en muretes de albañilería utilizando blocker reforzado con soga driza..... 182

Figura n° 124 Falla por compresión diagonal en muretes de albañilería utilizando blocker reforzado con soga driza..... 183

Figura n° 125 Mezclado de arena y cemento en la bandeja impermeable. 186

Figura n° 126 Colocado apisonado del mortero en los moldes. 186

Figura n° 127 Cubos de mortero para ser ensayados después de ser curados. 187

Figura n° 128 Ensayo a compresión de cubos de mortero. 188

Figura n° 129 Lectura de la fuerza ejercida en la rotura del cubo de mortero 188

Figura n° 130 Lectura de la fuerza ejercida en la rotula del cubo de mortero a los 28 días. 189

Figura n° 131 Análisis granulométrico del agregado del 3 de mayo y cunyac 192

Figura n° 132 Grafico de barras para la resistencia a compresión de cubos de mortero. ... 218

Figura n° 133 Comparación de valores obtenidos luego de realizar los ensayos de compresión axial en pilas de albañilería..... 219

Figura n° 134 Comparación de valores obtenidos luego de realizar los ensayos de compresión axial en pilas de albañilería..... 220

Figura n° 135 Comparación de valores obtenidos luego de realizar los ensayos de compresión diagonal en muretes de albañilería. 221

Figura n° 136 Comparación de valores obtenidos luego de realizar los ensayos de compresión diagonal en muretes de albañilería. 222

Figura n° 137 Selección de material (cuarteo) para la elaboración de mortero. 239

Figura n° 138 Lavado de arena gruesa. 239

Figura n° 139 Preparación de mortero. 240

Figura n° 140 Moldes de triplay para los cubos de mortero..... 240



<i>Figura n° 141 Elaboración de los morteros.</i>	<i>241</i>
<i>Figura n° 142 Desencofrado de dados de mortero.</i>	<i>241</i>
<i>Figura n° 143 Ensayo a compresión de mortero.</i>	<i>242</i>
<i>Figura n° 144 Ensayo a compresión a los 28 días del cubo de mortero.</i>	<i>242</i>
<i>Figura n° 145 Ensayo a compresión de blocker.</i>	<i>243</i>
<i>Figura n° 146 Falla explosiva del blocker.</i>	<i>243</i>
<i>Figura n° 147 Fractura del ladrillo king kong 18 huecos.</i>	<i>244</i>
<i>Figura n° 148 Saturación de las unidades de ladrillo de 18 huecos 10 horas antes durante media hora.</i>	<i>244</i>
<i>Figura n° 149 Saturación de la unidad de albañilería blocker 10 horas antes del asentado durante media hora.</i>	<i>245</i>
<i>Figura n° 150 Preparación del mortero.</i>	<i>245</i>
<i>Figura n° 151 Preparación del mortero para el asentado.</i>	<i>246</i>
<i>Figura n° 152 Asentado de ladrillo king kong 18 huecos.</i>	<i>246</i>
<i>Figura n° 153 Asentado del blocker.</i>	<i>247</i>
<i>Figura n° 154 Reforzamiento con soga driza.</i>	<i>247</i>
<i>Figura n° 155 Enmallado con soga driza los muretes.</i>	<i>248</i>
<i>Figura n° 156 Tarrajeo de pilas.</i>	<i>248</i>
<i>Figura n° 157 Tarrajeo de muretes.</i>	<i>249</i>
<i>Figura n° 158 Ensayo a compresión diagonal de muretes.</i>	<i>249</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla n° 1 Resistencia característica a compresión de unidades de albañilería.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla n° 2 Limitaciones del uso de unidades de albañilería.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla n° 3 Composición del cemento portland.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla n° 4 Granulometría de la arena gruesa.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla n° 5 Límites permisibles del agua.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla n° 6 Tipos de mortero.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla n° 7 Métodos para determinar compresión axial y corte.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla n° 8 Incremento de compresión y cortante por edad.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla n° 9 Resistencias características de la albañilería (kg/cm²).....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla n° 10 Factor de corrección de f_m por esbeltez.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla n° 11 Características de la soga driza.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla n° 12 Peso de muestra obtenida después del cuarteo final.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla n° 13 Datos obtenidos de la arena gruesa.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla n° 14 Datos obtenidos de variación dimensional de ladrillo king kong de 18 huecos... </i>	<i>99</i>
<i>Tabla n° 15 Datos de variación dimensional del blocker.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla n° 16 Datos de alabeo en el ladrillo king kong de 18 huecos.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla n° 17 Datos del alabeo en el blocker.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla n° 18 Datos de % de vacíos de ladrillo king kong 18 huecos.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla n° 19 Datos de % de vacíos de blocker.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabla n° 20 Datos de ensayo a succión, absorción, absorción máxima, coeficiente de saturación y densidad del ladrillo king kong 18 huecos.....</i>	<i>112</i>
<i>Tabla n° 21 Datos de ensayo a succión, absorción, absorción máxima, coeficiente de saturación y densidad del blocker.....</i>	<i>115</i>
<i>Tabla n° 22 Datos de ensayo a compresión del ladrillo king kong 18 huecos.....</i>	<i>118</i>
<i>Tabla n° 23 Datos de ensayo a compresión de blocker.....</i>	<i>120</i>
<i>Tabla n° 24 Datos del ensayo a compresión axial de pilas de albañilería utilizando ladrillo king kong de 18 huecos.....</i>	<i>125</i>
<i>Tabla n° 25 Datos obtenidos luego del ensayo a compresión en pilas de albañilería utilizando ladrillos king kong 18 huecos con tarrajeo.....</i>	<i>130</i>
<i>Tabla n° 26 Datos obtenidos luego del ensayo a compresión en pilas de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo reforzado con soga driza.....</i>	<i>135</i>
<i>Tabla n° 27 Datos obtenidos luego del ensayo a compresión en pilas de albañilería utilizando blocker.....</i>	<i>140</i>
<i>Tabla n° 28 Datos obtenidos luego del ensayo a compresión en pilas de albañilería utilizando blocker con tarrajeo.....</i>	<i>145</i>
<i>Tabla n° 29 Datos obtenidos luego del ensayo a compresión en pilas de albañilería utilizando blocker con tarrajeo reforzado con soga driza.....</i>	<i>150</i>
<i>Tabla n° 30 Datos obtenidos luego del ensayo a compresión diagonal en muretes de albañilería con ladrillo king kong 18 huecos sin tarrajeo.....</i>	<i>156</i>
<i>Tabla n° 31 Datos obtenidos luego del ensayo a compresión diagonal en muretes de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo.....</i>	<i>161</i>



Tabla n° 32 Datos obtenidos luego del ensayo a compresión diagonal en muretes de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo y reforzado con sogá driza. 167

Tabla n° 33 Datos obtenidos luego del ensayo a compresión diagonal en muretes de albañilería utilizando blocker..... 172

Tabla n° 34 Datos obtenidos luego del ensayo a compresión diagonal en muretes de albañilería utilizando blocker con tarrajeo 177

Tabla n° 35 Datos luego del ensayo a compresión diagonal en muretes de albañilería utilizando blocker con tarrajeo reforzado con sogá driza..... 184

Tabla n° 36 Datos de ensayo a compresión a las 24 horas..... 189

Tabla n° 37 Datos de ensayo a compresión a los 3 días..... 190

Tabla n° 38 Datos de ensayo a compresión a los 7 días..... 190

Tabla n° 39 Datos de ensayo a compresión a los 28 días..... 190

Tabla n° 40 Granulometría del agregado de la cantera de 3 de mayo 192

Tabla n° 41 Modulo de fineza del agregado de 3 de mayo..... 193

Tabla n° 42 Resultado de variación dimensional en ladrillo king kong de 18 huecos 194

Tabla n° 43 Resultado de variación dimensional en blocker. 195

Tabla n° 44 Resultado de alabeo en ladrillo king kong de 18 huecos..... 196

Tabla n° 45 Resultado de alabeo en blocker..... 197

Tabla n° 46 Resultado % de vacíos del king kong de 18 huecos 198

Tabla n° 47 Resultado de % de vacíos del blocker 199

Tabla n° 48 Resultados de succión (s), absorción (a), absorción máxima (am), coeficiente de saturación (cs) y densidad (d) del ladrillo king kong 18 huecos. 200

Tabla n° 49 Resultados de succión (s), absorción (a), absorción máxima (am), coeficiente de saturación (cs) y densidad (d) de blocker..... 202

Tabla n° 50 Resultados de resistencia a compresión del ladrillo king kong de 18 huecos... 203

Tabla n° 51 Resultados a compresión del blocker 204

Tabla n° 52 Resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería utilizando king kong 18 huecos. 205

Tabla n° 53 Resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo. 206

Tabla n° 54 Resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo reforzado con sogá driza. 207

Tabla n° 55 Resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería utilizando blocker..... 208

Tabla n° 56 Resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería utilizando ladrillo blocker con tarrajeo 209

Tabla n° 57 Resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería utilizando ladrillo blocker con tarrajeo y refuerzo con sogá driza..... 210

Tabla n° 58 Resistencia característica a compresión diagonal a muretes de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos. 211

Tabla n° 59 Resistencia característica a compresión diagonal a muretes de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo. 212

Tabla n° 60 Resistencia característica a compresión diagonal de muretes de albañilería utilizando ladrillo king kong 18 huecos con tarrajeo reforzado con sogá driza..... 213



<i>Tabla n° 61 Resistencia característica a compresión diagonal a muretes de albañilería utilizando ladrillo blocker.....</i>	<i>214</i>
<i>Tabla n° 62 Resistencia característica a compresión diagonal a muretes de albañilería utilizando blocker con tarrajeo.</i>	<i>215</i>
<i>Tabla n° 63 Resistencia característica a compresión diagonal a muretes de albañilería utilizando blocker con tarrajeo reforzado con sogá driza.....</i>	<i>216</i>
<i>Tabla n° 64 Resistencia característica de cubos de mortero a compresión a 24 horas.</i>	<i>217</i>
<i>Tabla n° 65 Resistencia característica de cubos de mortero a compresión a 3 días.</i>	<i>217</i>
<i>Tabla n° 66 Resistencia característica de cubos de mortero a compresión a 7 días.</i>	<i>217</i>
<i>Tabla n° 67 Resistencia característica de cubos de mortero a compresión a 28 días.</i>	<i>218</i>
<i>Tabla n° 68 Cuadro de análisis comparativo de la resistencia a compresión axial de pilas con ladrillo king kong d 18 huecos.....</i>	<i>223</i>
<i>Tabla n° 69 Cuadro de análisis comparativo de la resistencia a compresión axial de pilas con blocker.....</i>	<i>223</i>
<i>Tabla n° 70 Cuadro de análisis comparativo de la resistencia a compresión diagonal de ladrillo king kong 18 huecos.....</i>	<i>224</i>
<i>Tabla n° 71 Cuadro de análisis comparativo de la resistencia a compresión diagonal de blocker.....</i>	<i>224</i>



CAPITULO 1

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

Actualmente hay un crecimiento en la utilización de unidades de albañilería debido al incremento de construcciones de viviendas, centros comerciales conjuntos habitacionales, universidades, etc. que se presentan en los últimos años.

Lo cual nos motiva a formular la interrogante ¿Cuáles serán las resistencias a compresión axial y compresión diagonal de pilas y muretes de albañilería sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogá driza utilizando ladrillo King Kong de 18 huecos y blocker? Teniendo como objetivo general determinar las resistencias a compresión axial y compresión diagonal de pilas y muretes de albañilería sin tarrajeo con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogá driza.

Como desconocemos el desempeño de dichas unidades de albañilería ante un evento sísmico, fuerzas de corte axial o diagonal proponemos la siguiente hipótesis “La resistencia a compresión axial de pilas y compresión diagonal de muretes de albañilería, sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado utilizando ladrillo King Kong 18 huecos, asentado con mezcla de cemento y agregados, tendrán mayor resistencia a compresión axial de pilas y compresión diagonal de muretes de albañilería, con tarrajeo reforzado con sogá driza, utilizando blocker”



FIGURA N° 1 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ASENTADOS, TARRAJEADAS Y REFORZADAS

1.1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

➤ FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL.

¿Cuál es el análisis comparativo de las resistencias a compresión axial y compresión diagonal de pilas y muretes de albañilería, sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogá driza utilizando ladrillo King Kong de 18 huecos y blocker?

➤ FORMULACIÓN DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS.

• PROBLEMA ESPECIFICO 01.

¿Cuál es la resistencia a compresión del mortero utilizando agregado de la cantera Tres de Mayo?



- **PROBLEMA ESPECIFICO 02.**

¿Cuáles son las propiedades físico mecánicas de los ladrillos King Kong 18 huecos y blocker, fabricado en la ciudad de Cusco, Distrito de San Jerónimo?

- **PROBLEMA ESPECIFICO 03.**

¿Cuál es la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería, sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogá driza, utilizando ladrillo King Kong de 18 huecos fabricado en la ciudad de Cusco, distrito de San Jerónimo?

- **PROBLEMA ESPECIFICO 04.**

¿Cuál es la resistencia a compresión diagonal de murete de albañilería sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogá driza, utilizando ladrillo King Kong de 18 huecos fabricado en la ciudad de Cusco, distrito de San Jerónimo?

- **PROBLEMA ESPECIFICO 05.**

¿Cuál es la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogá driza, utilizando blocker fabricado en la ciudad de Cusco, distrito de San Jerónimo?

- **PROBLEMA ESPECIFICO 06.**

¿Cuál es la resistencia a compresión diagonal de murete de albañilería, sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogá driza, utilizando blocker fabricado en la ciudad del Cusco, distrito de San Jerónimo?

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

1.2.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.

La presente investigación propone analizar las propiedades físicas y mecánicas del mortero, ladrillo King Kong de 18 huecos y blocker, a través de los



prismas (pilas y muretes), elaborado con unidades de albañilería, conocer estos valores como son, compresión axial de pilas y la compresión diagonal de muretes.

Es por ello que se plantea la siguiente investigación como alternativa de refuerzo a la Albañilería a emplear en la región de Cusco buscando el comportamiento positivo ante sollicitaciones de compresión y corte.

Esta investigación pertenece a la rama de la ingeniería de estructural ya que hablaremos de compresión axial compresión diagonal.

1.2.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.

Con esta investigación, las construcciones tendrán mayor seguridad ante acciones sísmicas, considerando que la albañilería se encuentra reforzada, disminuyendo el colapso.

La evaluación comparativa del comportamiento de muretes sometidos a compresión diagonal, elaborados con ladrillos King Kong 18huecos y blocker de la zona San Jerónimo y con morteros artesanal, nos generara aportes para las futuras construcciones de albañilería y contribuye con acrecentar el conocimiento de los técnicos y profesionales en este campo. Además el presente proyecto de investigación servirá de referencia para el desarrollo de futuras investigaciones relacionadas a la albañilería zonal en la región Cusco.

Por tanto es importante tener conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas en los muros de Albañilería con insumo de nuestro entorno, que es utilizado cada vez en mayor proporción, con la finalidad de conocer sus comportamientos estructurales y plantear soluciones más acertadas.

1.2.3 JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD.

La presente investigación es factible de realizar debido a que los materiales necesarios para la producción y equipos están al alcance, los materiales podemos encontrar en el mercado y los equipos en los laboratorios de la Universidad. Es por ello que el proyecto es viable.



1.2.4 JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA.

El estudio de este sistema de refuerzo con sogas drizas, servirá como un método nuevo de construcción y diferente a los métodos tradicionales buscando dar a conocer la aplicación de este tipo de malla con sus ventajas así poder servir de guía para realizar construcciones de este tipo en la región de Cusco.

1.3 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.1 LIMITACIONES EN EL MATERIAL.

- Se limita al estudio del mortero como especifica la norma E.070.
- Se limita al espesor de junta de mortero 1.50 cm como indica la norma E.070
- Se limita al uso de agregado de la cantera Tres de Mayo-Huambutio y la cantera de Cunyaq – Limatambo.
- Se limita al uso de unidades solidas de arcilla cocida de ladrillos King Kong 18 huecos (9cm X 12cm X 24cm) y unidades huecas de arcilla cocida blocker (10cm X 20cm X 30cm) serán provenientes de la fábrica Latesan semi industrial de la ciudad de Cusco del distrito de San Jerónimo.
- Se limita a la elaboración pilas con 3 unidades de ladrillo King Kong de 18 huecos, asentado unas sobre otra. Sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogas drizas.
- Se limita a la elaboración de pilas con 3 unidades de blocker, asentado unas sobre otra. Sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogas drizas.
- Se limita a la elaboración de muretes cuadrados de 60cmx60cm aproximadamente, asentadas con ladrillo King Kong de 18 huecos. Sin tarrajeo, con tarrajeo y tarrajeo reforzado con sogas drizas.
- Se limita a la elaboración de muretes cuadrados de 60cmx60cm aproximadamente, asentadas con blocker. Sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogas drizas.
- Se limita al uso de Cemento Portland IP Yura en presentación en bolsa de 42.50 kg con peso específico 2.85gr/cm³.



- Se limita al uso de sogas drizas (polipropileno) de 1/8" de espesor. Se utilizará como refuerzo la soga driza en sentido horizontal y vertical formando una especie de enmallado.
- Se limita al uso de agua potable.

1.3.2 LIMITACIONES DE LAS PRUEBAS.

- Se limita a la aplicación de la Norma Técnica Peruana NTP 399.621 Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería
- Se limita a la aplicación de la Norma Técnica Peruana NTP 399.605 Método de ensayo para determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.
- Se limita al tiempo de 28 días, para la evaluación de compresión axial de pilas y compresión diagonal de muretes.
- Se limita a la evaluación de los ensayos mecánicos según la capacidad de los equipos del Laboratorio de Concreto y Suelos de la Universidad Andina del Cusco, y otros equipos de laboratorio que se acondicionaron de acuerdo a las necesidades del ensayo.
- El mortero a utilizarse será clasificando como NP con dosificaciones de cemento arena 1:4.
- Velocidad de carga de rotura para pilas de albañilería será 5tn/min o un tiempo de entre 3 a 4 minutos por ensayo.
- Velocidad de carga de rotura para muretes de albañilería 1tn/min.
- La mano de obra a utilizarse será la misma para la elaboración de pilas y muretes de albañilería el cual será una mano de obra calificada.
-

1.3.3 LIMITACIONES ESPECIAL.

La investigación tiene como área de influencia la provincia de Cusco. Específicamente el distrito de San Jerónimo. Porque las unidades de albañilería son fabricadas en las ladrilleras de este distrito.

La limitación de la presente investigación es:

- Departamento: Cusco.
- Provincia: Cusco.
- Distrito: San Jerónimo.



FIGURA N° 2 MARCO TERRITORIAL DE LA INVESTIGACIÓN.

FUENTE: www.google.com.pe

1.3.4 LIMITACIÓN TEMPORAL.

La tesis se limitó a un periodo de investigación de 8 meses en los cuales se realizó la producción de especímenes prismáticos de albañilería con arcilla cocida en ladrillo King Kong y blocker, estas unidades de albañilería asentados con mortero tipo NP tanto para las pilas y muretes, el tarrajeo de pilas y muretes se hizo con arena fina, con sus respectivos ensayos y procesamiento de datos para elaborar el respectivo informe.

1.4 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1 OBJETIVO GENERAL.

Analizar comparativamente las resistencias a compresión axial de pilas y compresión diagonal de muretes de albañilería sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogá driza utilizando ladrillo King Kong de 18 huecos y blocker.



1.4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.

- **OBJETIVO ESPECIFICO 01.**

Determinar la resistencia a compresión del mortero utilizando agregado de la cantera Tres de Mayo.

- **OBJETIVO ESPECIFICO 02.**

Determinar las propiedades físico mecánicas de los ladrillos King Kong 18 huecos y blocker fabricados en la ciudad de Cusco, distrito de San Jerónimo.

- **OBJETIVO ESPECIFICO 03.**

Determinar la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogá driza, utilizando ladrillo King Kong 18 huecos fabricado en la ciudad de Cusco, distrito de San Jerónimo.

- **OBJETIVO ESPECIFICO 04.**

Determinar la resistencia a compresión diagonal de muretes de albañilería sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogá driza, utilizando ladrillo King Kong 18 huecos fabricado en la ciudad de Cusco, distrito de San Jerónimo.

- **OBJETIVO ESPECIFICO 05.**

Determinar la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogá driza, utilizando blocker fabricado en la ciudad de Cusco, distrito de San Jerónimo.

- **OBJETIVO ESPECIFICO 06.**

Determinar la resistencia a compresión diagonal de muretes de albañilería sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogá driza, utilizando blocker fabricado en la ciudad de Cusco, distrito de San Jerónimo.



1.5 HIPÓTESIS.

1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL.

La resistencia a compresión axial de pilas y compresión diagonal de muretes de albañilería, sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado utilizando ladrillo King Kong 18 huecos , asentado con mezcla de cemento y agregados, tendrán mayor resistencia a compresión axial de pilas y compresión diagonal de muretes de albañilería, con tarrajeo reforzado con sogá driza utilizando blocker.

1.5.2 SUB HIPÓTESIS.

- SUB HIPÓTESIS 01.

La resistencia a compresión de los morteros utilizando agregando de la cantera de Tres de mayo será similar a lo establecido en la Norma E.070 Albañilería.

- SUB HIPÓTESIS 02.

Las propiedades físico mecánicas de los ladrillos King Kong 18 huecos y blocker fabricados en la ciudad de Cusco, distrito de San Jerónimo cumplen con las especificaciones de la Norma E. 070 albañilería.

- SUB HIPÓTESIS 03.

La resistencia a compresión axial de pilas de albañilería, sin tarrajeo con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogá driza, utilizando ladrillo King Kong 18 huecos fabricado en la ciudad el Cusco, distrito de San Jerónimo será mayor a la resistencia a compresión en pilas albañilería con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogá driza, utilizando blocker fabricado en la ciudad de Cusco, distrito de San Jerónimo.

- SUB HIPÓTESIS 04.

La resistencia a compresión diagonal de muretes de albañilería, sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogá driza, utilizando ladrillo King Kong



18 huecos fabricado en la ciudad de Cusco, distrito de San Jerónimo tendrá mayor resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogá driza, utilizando blocker fabricado en la ciudad del Cusco, distrito de San Jerónimo.

- **SUB HIPÓTESIS 05.**

La resistencia a compresión axial de pilas de albañilería, sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado con sogá driza, utilizando blocker fabricando en la ciudad del Cusco, distrito de San Jerónimo será menor a la resistencia a compresión en pilas de albañilería con tarrajeo reforzado con sogá driza, utilizando ladrillo King Kong de 18 huecos fabricado en la ciudad de Cusco, distrito de San Jerónimo.

- **SUB HIPÓTESIS 06.**

La resistencia a compresión diagonal de muretes de albañilería, sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado, utilizando ladrillo blocker fabricado en la ciudad del Cusco, distrito de San Jerónimo será menor a la resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería con tarrajeo reforzado con sogá driza, utilizando ladrillo King Kong 18 huecos fabricado en la ciudad de Cusco, distrito de San Jerónimo.

1.6. DEFINICIÓN DE VARIABLE.

Señalan que una variable es una propiedad que puede variar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse. De manera que entendemos como cualesquiera característica, propiedad o cualidad que presenta un fenómeno que varía, en efecto puede ser medido o evaluado.

1.6.1 VARIABLES INDEPENDIENTES.

Variable independiente es aquella que el experimentador modifica a voluntad para averiguar si sus modificaciones provocan o no cambios en las otras variables.



VI 1.- Ladrillo King Kong 18 huecos.

VI 2.- Blocker.

VI 3.- Agregados.

VI 4.- Soga driza (Polipropileno).

➤ **INDICADORES DE VARIABLES INDEPENDIENTES.**

II1.- Propiedades físico mecánicas del ladrillo. (Variación dimensional, alabeo, succión, absorción, coeficiente de saturación, densidad, resistencia a la compresión).

II2.- Propiedades físico mecánicas del blocker. (Variación dimensional, alabeo, succión, absorción, coeficiente de saturación, densidad, resistencia compresión).

II3.- Granulometría (mm).

II4.- Resistencia a la rotura (Kg-Fuerza).

1.6.2 VARIABLE DEPENDIENTES.

Cabe precisar que éstas designan las variables a explicar, los efectos o resultados respecto a los cuales hay que buscar un motivo o razón de ser. De manera podemos denominar variable efecto o condicionada, es aquella que es afectada por la presencia o acción de la variable independiente en los resultados.

VD1.- Pilas.

VD2.- Muretes.

➤ **INDICADORES DE VARIABLES DEPENDIENTES.**

ID1.- Resistencia a compresión axial $f'm$ (Kg/cm²).

ID2.- Resistencia a compresión diagonal $V'm$ (kg/cm²).

1.6.5 CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

CUADRO DE OPERACIONES					
TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DESCRIPCION DE LA VARIABLE	NIVEL DE LA VARIABLE	INDICADOR DE LA VARIABLE	INSTRUMENTOS METODOLOGICOS
Independiente X1	Ladrillo King Kong 18 huecos	Es el ladrillo fabricado de arcilla moldeada, extruida y quemada o cocida en un horno. Con dimensiones de 12cm ancho por 9cm de altura y por 24 cm de largo.	Propiedades físico mecánicas del ladrillo king kong.	Propiedades físico mecánicas del ladrillo King Kong. (Variación dimensional, alabeo, succión, absorción, coeficiente de saturación, densidad, resistencia a la compresión)	Fichas de ensayo de laboratorio
Independiente X2	Blocker.	Es el blocker fabricado de arcilla moldeada, extruida y quemada o cocida en un horno. Con dimensiones de 10cm ancho por 20cm de altura y por 30 cm de largo.	Propiedades físico mecánicas del blocker.	Propiedades físico mecánicas del Blocker. (Variación dimensional, alabeo, succión, absorción, coeficiente de saturación, densidad, resistencia a la compresión)	Fichas de ensayo de laboratorio
Independiente X3	Agregado	El agregado fino consiste en arena natural proveniente de canteras aluviales o de arena producida artificialmente. La forma de las partículas es generalmente cúbica o esférica y razonablemente libre de partículas delgadas, planas o alargadas.	Granulometría del agregado	Granulometría	Fichas de ensayo de laboratorio
Dependiente Y1	Pilas.	Unidades de albañilería adheridos con mortero en sentido vertical apilados en 3 unidades.	Resistencia a compresión axial a los 28 días.	Resistencia a compresión axial F'm (kg/cm ²)	Fichas de ensayo de laboratorio
Dependiente Y2	Muretes.	Conjunto de Unidades de albañilería adheridos con mortero con traba con dimensiones del murete de 60 cm por 60 cm.	Resistencia a compresión diagonal a los 28 días.	Resistencia a compresión diagonal V'm (kg/cm ²)	Fichas de ensayo de laboratorio



CAPITULO 2

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. ANTECEDENTES DE LA TESIS.

2.1.1 ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL.

TÍTULO DE LA TESIS: “EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS Y COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ALBAÑILERÍA, CON Y SIN TARRAJEO, UTILIZANDO LADRILLOS: KING KONG 18 HUECOS BLOCKER Y BLOCKER REFORZADO CON MALLA HEXAGONAL GALVANIZADA TIPO GALLINERO”

AUTOR: QUISPE CRUZ EVELIN, TINTAYA CONDORI ALEX

INSTITUTO: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

LUGAR: CUSCO - PERÚ

AÑO: 2015

RESUMEN: La presente tesis tuvo como objetivo el análisis de las propiedades mecánicas de pilas y muretes de albañilería utilizando ladrillos King Kong 18 huecos, blocker y blocker reforzado con malla hexagonal galvanizada tipo gallinero; las cuales tiene performance perpendiculares a la superficie de asiento y son fabricados en la ciudad del Cusco en el distrito de San Jerónimo.

Para ello se elaboraron pilas y muretes de albañilería utilizando ladrillo King Kong 18 huecos, blocker y blocker reforzado con malla hexagonal galvanizada tipo gallinero. Estos fueron asentados y tarrajeados con mortero en dosificación cemento-arena.

Finalmente las pilas de albañilería fueron sometidas a compresión axial mientras que los muretes de albañilería a compresión diagonal, los resultados obtenidos se procesaron mostrándose en forma de tablas y gráficas.



Los datos obtenidos de los ensayos realizados dieron diferentes resultados en las comparaciones tanto a compresión diagonal en muretes de albañilería y en la resistencia a compresión axial en pilas entre los ladrillos King Kong 18 huecos, blocker y blocker reforzado con malla hexagonal galvanizada tipo gallinero.

CONCLUSIÓN: Los datos obtenidos de los ensayos realizados dieron diferentes resultados en las comparaciones tanto a compresión diagonal de muretes como a la resistencia a compresión axial de pilas utilizando los ladrillos king kong 18 huecos, blocker y blocker reforzado con malla hexagonal galvanizada las cuales mejoran las resistencias.

2.1.2 ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL.

TÍTULO: "REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS EXISTENTES HECHAS CON LADRILLOS PANDERETA"

AUTOR: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, DANIEL QUIUN, TANIA ARAOZ

INSTITUCIÓN: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

LUGAR: LIMA – PERÚ

AÑO: 2011

RESUMEN: En este proyecto se plantea reforzar a los muros existentes hechos con ladrillo pandereta mediante mallas electro soldadas recubiertas con mortero. La efectividad de este reforzamiento fue provocada experimentalmente con éxito en muros hechos con ladrillo de tipo King Kong con 40% de huecos que habían quedado seriamente dañadas por compresión diagonal en un ensayo de carga lateral cíclica previo. De este modo, usando ladrillos. Pandereta, se constituyeron bajo las mismas condiciones dos muros confinados a escala natural, uno de ellos M2, fue reforzado externamente con malla, ambos muros fueron sometidos a ensayos de carga lateral cíclica, lográndose significativas, aunque su comportamiento sísmico podría optimizar aún más.



CONCLUSIÓN: Las conclusiones que se vierten a continuación se encuentra limitada por la poca cantidad de muros ensayados, además en el muro M2 se presenta cangrejas en una de sus columnas, que influyo en el comportamiento sísmico de este muro. Sin embargo, de obviarse este defecto en la construcción, podría decirse que la malla electro soldada recubierta con mortero cumplió con el objetivo de evitar la trituración de los ladrillos pandereta por lo que constituye una medida preventiva que podría aplicarse en aquellas viviendas informales, cuyo muros portantes han sido construidos con ladrillos tubulares.

TÍTULO: “CASA SISMO RESISTENTES Y SALUDABLES DE ADOBE REFORZADO CON CUERDAS”

AUTOR: MARCIAL BLONDET, JULIO VARGAS NEUMAN

INSTITUCIÓN: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

LUGAR: LIMA – PERÚ

AÑO: 2015

RESUMEN: El adobe es un material de construcción muy común en el Perú y en el mundo. Lamentablemente, la mayoría de las casas que usan este material de forma tradicional (sin refuerzo sísmico) no está preparada para resistir terremotos. Los terremotos destruyen miles de construcciones de adobe y causan muerte y lesiones a muchas personas. Estas tragedias pueden ser evitadas mediante la construcción de casas de adobe sismo resistente.

La finalidad de este manual es enseñar cómo construir casas de adobe de un piso de forma sismo resistente y saludable. Se presenta una técnica reforzamiento en base a mallas de cuerdas, que hacen más resistentes a las casas de adobe de un piso y evitan su colapso en un terremoto. Además, se señala la importancia de mejorar las condiciones higiénicas de las viviendas a través de la construcción de cocinas mejoradas y letrinas de pozo seco ventilado.



CONCLUSIÓN: Las conclusiones que se vierten son dar una mejor vivienda segura ya que con los refuerzos con sogas driza aumentara la resistencia a colapso de las viviendas ante acciones sísmicas

2.2. BASES TEÓRICO-CIENTÍFICAS.

La presente investigación se define en la comparación de propiedades físico-mecánica del ladrillo King Kong 18 huecos y blocker, también las resistencias a la compresión axiales de pilas y compresión diagonal de muretes sin tarrajeo, con tarrajeo y con tarrajeo reforzado sogas driza.

2.2.1. LA ALBAÑILERÍA O MAMPOSTERÍA.

La albañilería es un material estructural compuesto que, en su forma tradicional, está integrado por unidades asentadas con mortero. En consecuencia, es un material de unidades débilmente unidas o pegadas. Este hecho, confirmado por ensayos y por la experiencia, permite afirmar que se trata de un material heterogéneo y anisotrópico que tiene, por naturaleza, una resistencia a compresión elevada, dependiente principalmente de aquella de la propia unidad, mientras que la resistencia a la tracción es reducida y está controlada por la adherencia entre unidad y mortero. (HECTOR GALLEGOS, 2005).

Bajo esta definición se incluye que la albañilería existió desde tiempos remotos y que su forma inicial podría haber sido los muros hechos con piedra naturales trabadas o adheridas con barro lo que actualmente en nuestro medio se denomina “pirca”.



FIGURA N° 3 ALBAÑILERÍA DENOMINADA “PIRCA”

FUENTE: WWW.GOOGLE.COM.PE

2.2.2. TIPOS DE ALBAÑILERÍA.

La albañilería se clasifica de dos maneras:

- Por la función estructural.
 - Muros no portantes.
 - Muros portantes.
- Por la distribución de refuerzo.
 - Muros no reforzado o de albañilería simple.
 - Muros reforzados.
 - ✓ Muro de albañilería armada (muro armado).
 - ✓ Muro laminar (sándwich).
 - ✓ Muro de albañilería confinada (muro confinado).

➤ CLASIFICACIÓN POR LA FUNCIÓN ESTRUCTURAL.

Por la función que desempeña los muros, se clasifican en portantes y no portantes.

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, originadas por el viento, sismo u otras cargas de empuje. No se diseñan para acciones sísmicas coplanarias porque su masa es pequeña y genera fuerzas de inercia mínima en comparación con su resistencia a compresión diagonal.



FIGURA N° 4 MUROS NO PORTANTES

FUENTE: (ANGEL SAN BARTOLOME, 2011)

Mientras que los cercos son empleados como elementos de cierre en los linderos de una edificación (de un terreno), los tabiques son utilizados como elementos divisorios de ambientes en los edificios; en tanto los parapetos son usados como barandas de escaleras, cerramiento de azoteas. Etc.

En nuestro medio los tabiques generalmente son hechos de albañilería debido a sus buenas propiedades térmicas, acústicas, resistentes e incombustibles. Por lo general en estos elementos se emplean morteros de baja calidad y ladrillos tubulares (perforación paralela a la cara de asentado), Denominado “pandereta”, cuya finalidad

es aligerar el peso del edificio, con la siguiente reducción de las fuerzas sísmicas. Sin embargo, si los de tabiques no han sido cuidadosamente aislados de la estructura principal, habiéndolos “flotantes”, ocurrirá la interacción tabique estructura en el plano del pórtico.

Muros portantes

Son los que se emplean como elementos estructurales de un edificio. Estos muros están sujetos a todo tipo de solicitación, tanto contenida en un plano como perpendicular al mismo, tanto vertical como lateral, así como permanente o eventual.

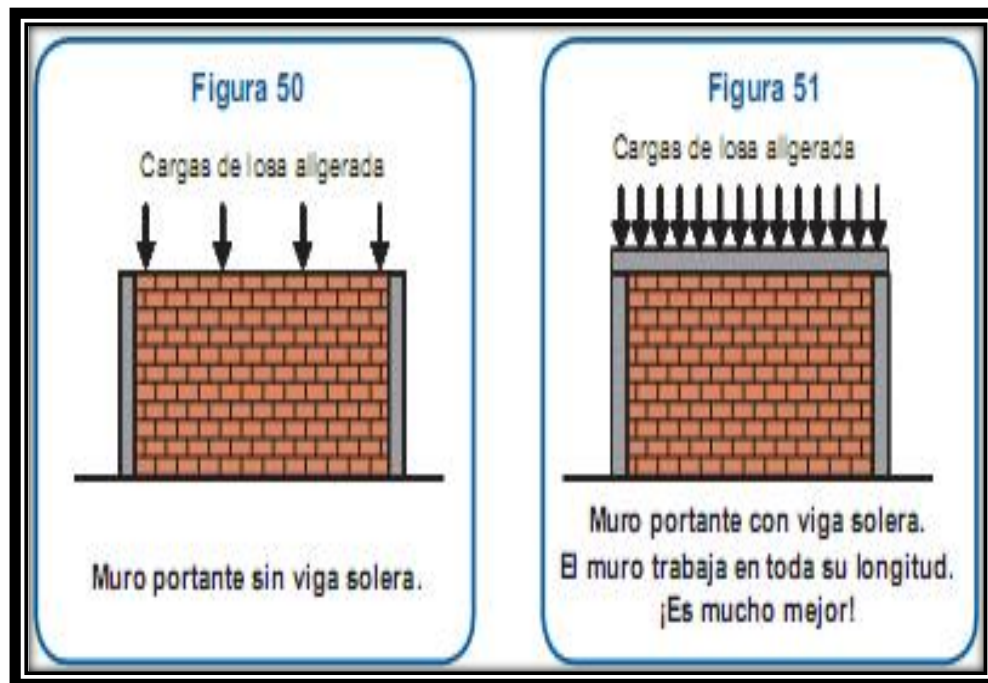


FIGURA N° 5 DESCRIPCIÓN DE MURO PORTANTE

FUENTE: (ACEROSAREQUIPA)

➤ **CLASIFICACIÓN POR LA DISTRIBUCIÓN DEL REFUERZO**

De acuerdo a la distribución del refuerzo, los muros se clasifican en:

Muros no reforzados o de albañilería simple.

Albañilería sin refuerzo (albañilería simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de la Norma.

Muros reforzados

De acuerdo a la descripción del refuerzo de muros se clasifican en:

✓ **Muros de albañilería armada**

Se conoce con este nombre a aquella albañilería en la que se utiliza acero como refuerzo en los muros que se construyen. Principalmente estos refuerzos consisten en tensores (refuerzos verticales) y escalerillas (como refuerzos horizontales), refuerzos que van empotrados en los cimientos o en los pilares de la construcción, respectivamente. Suele preferirse la utilización de unidades con alveolos donde se puedan colocar el refuerzo vertical, el diseño estructural facilita la inserción de los tensores para darle mayor flexibilidad a la estructura.



FIGURA N° 6 ALBAÑILERÍA ARMADA CON REFUERZO VERTICAL Y HORIZONTAL

FUENTE: (RESOLUCION MINISTERIAL DE VIVIENDA N°011, 2006)

✓ **Muros laminares (Sándwich).**

Este muro está constituido por una placa delgada de concreto reforzado con una malla de acero central, y por dos muros de albañilería simple que servirán como encofrado de la placa.

A la fecha no hay construcciones en el Perú con este sistema. Pero en Estados Unidos (California), se ha utilizado este tipo sistema para la construcción de edificios de hasta 20 pisos. (San Bartoleme Ramos, 2001)

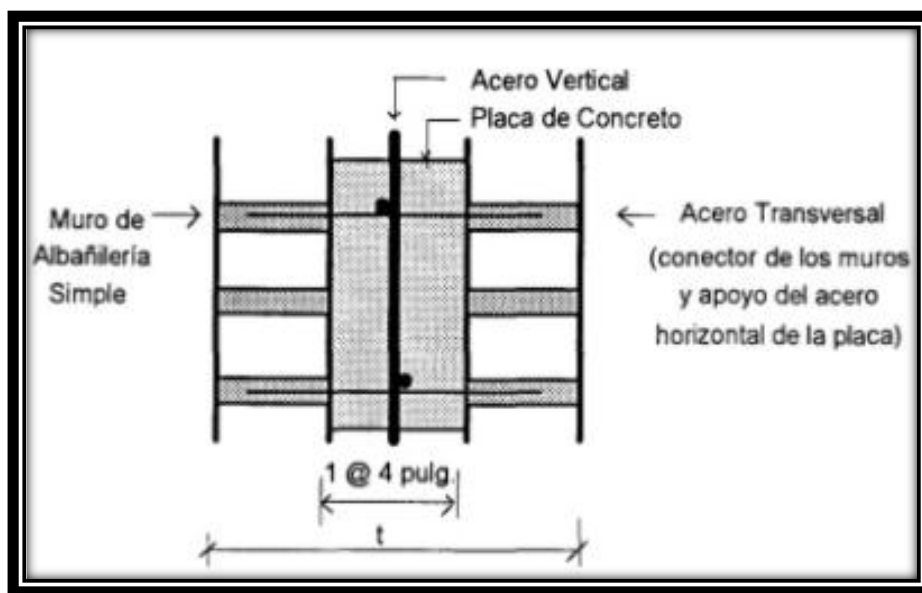


FIGURA N° 7 ALBAÑILERÍA ARMADA CON REFUERZO VERTICAL Y HORIZONTAL

FUENTE: (RESOLUCION MINISTERIAL DE VIVIENDA N°011, 2006)

✓ **Muros de albañilería confinada**

Albañilería reforzada con elemento de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería la cimentación de concreto se considera como confinamiento horizontal para los muros de primer nivel.

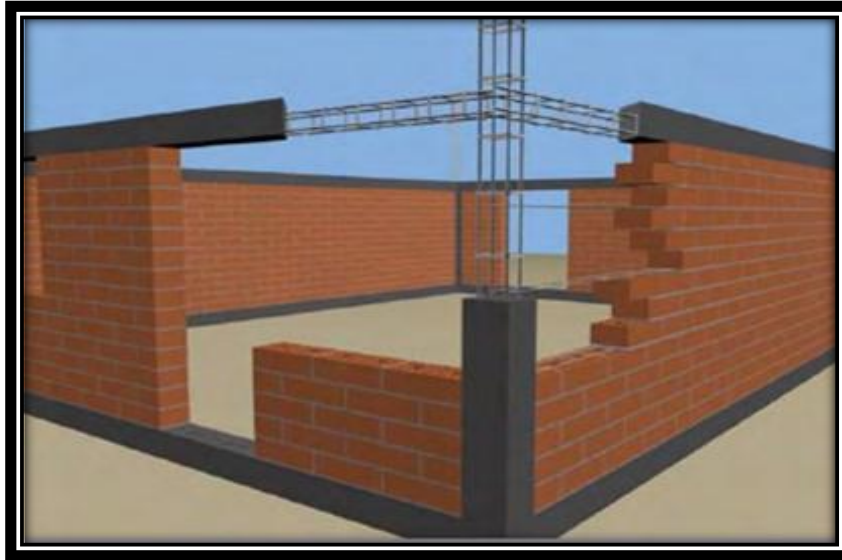


FIGURA N° 8 ALBAÑILERÍA CONFINADA

FUENTE: (ACEROSAREQUIPA)

2.2.3 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

La unidad de la albañilería, la pieza fundamental de la construcción. Su composición y denominación esta ligados íntimamente a la materia prima de su composición.

Se denomina unidades de albañilería;

- Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.
- Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.
- Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.
- Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días.

➤ **CLASIFICACIÓN POR SU DIMENSIÓN.**

De acuerdo a las dimensiones o por su tamaño, las unidades se clasifican en **ladrillos y blocker.**

- **Ladrillo** cuando pueden ser manipulados y asentados con una mano. Los ladrillos se usan en las construcciones de la albañilería confinada y sus dimensiones más comunes son, ancho 11 a 14 cm, largo 23 a 29 cm, altura de 6 a 9 cm y su peso oscila entre 3 y 6 kg.
- **Bloque** cuando por su peso y mayores dimensiones se deben emplear ambas manos. los bloques se utilizan en la edificaciones de albañilería armada y para el caso de los bloques de concreto vibrado las dimensiones comunes son: 14 a 19 cm de espesor, 19 a 39 cm de longitud, 19 a 22 cm de altura, aunque comercialmente se les añade 1 cm de junta para identificarlos el peso de estos bloques puede variar entre 12 a 20 kg.

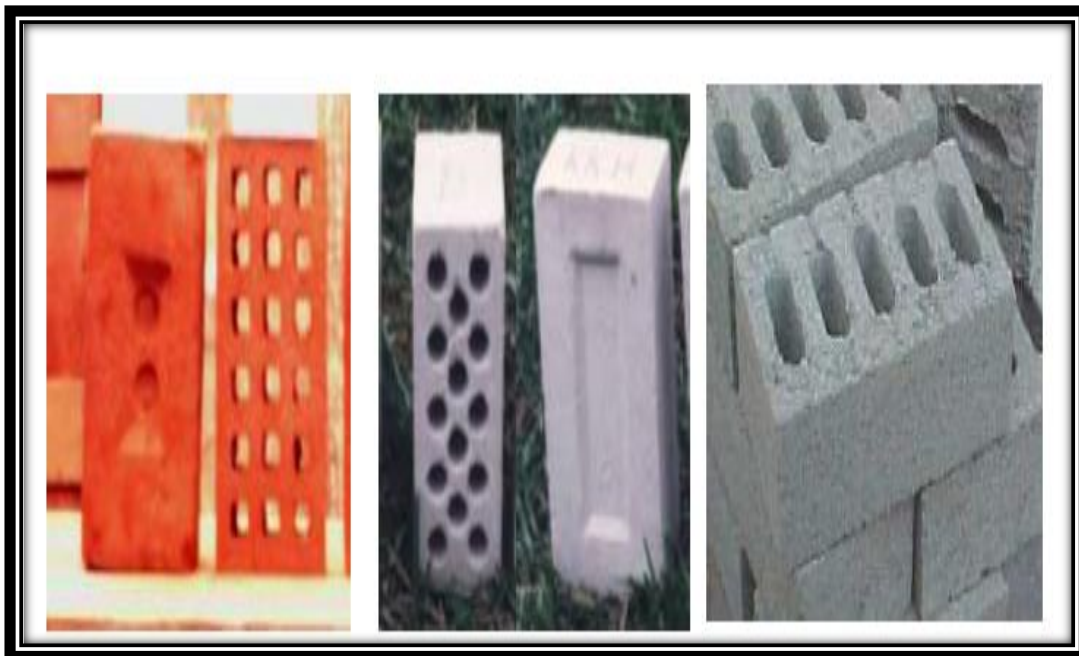


FIGURA N° 9 UNIDADES SÓLIDAS Y HUECAS
FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ 2005



FIGURA N° 10 DESCRIPCIÓN: UNIDADES SÓLIDAS Y HUECAS
FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ 2005

➤ **CLASIFICACIÓN POR SU MATERIA PRIMA Y FABRICACIÓN.**

Las unidades de albañilería son básicamente hechas de **arcilla** (unidades cerámicas), **de sílice-cal** (unidades sílico-calcareas) y de **concreto**.

Unidades de arcilla.

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 carbono de calcio, que da lugar a unidades de color amarillento; en las segundas predomina el silicato de alúmina con un 5% de óxido de hierro que le proporciona un tono rojizo.

Las mejores arcillas tienen arena y limo es necesario que tengan arena para reducir los efectos de contracción por secado de la arcilla que podría generar fisuras en los ladrillos.

Fabricación.

Este proceso es muy variado, lo que da lugar a unidades artesanales, semi-industrial e industrial, con una gran diferencia en sus formas, resistencias y dimensiones.

- ✓ **La extracción** de material en cantera se hace con picos, lampas y carretilla o usando palas mecánicas. Posteriormente se tamizara el material empleando mallas metálicas, para de este modo eliminar las piedras y otras materias extrañas.
- ✓ **La molienda** de la materia prima puede ser apisonándola (proceso artesanal) o con molino (proceso industrial).
- ✓ **El mezclado** de la materia prima con agua y arena se realiza dejando dormir la tierra durante un día, o empleando máquinas dosificadoras al peso y amasadoras.



FIGURA N° 11 DESCRIPCIÓN: EXTRACCIÓN Y MOLIENDA

- ✓ **El moldeado** se efectúa artesanalmente echando con fuerza la mezcla sobre moldes de madera, o semi-industrial con prensas manuales o industrialmente con prensas hidráulicas, que aplican más 500ton de carga, o con extrusoras en este último caso, la masa plástica es obligada a pasar por una boquilla con las secciones transversales del producto terminado que luego es recortado con una sierra eléctrica.
- ✓ **El proceso de secado** se realiza artesanalmente colocando las unidades en un tendal, o industrialmente introduciéndolas en un horno con temperatura

regulable que va desde la del medio ambiente hasta los 200 °c, para poder volver a la temperatura ambiental.

- ✓ **El quemado** se efectúa en horno abierto con quemadores de leña, petróleo. Esto da lugar a diferencias de más de 100% entre la resistencia entre 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 de 100 °c. Este proceso dura entre 3 a 5 días.
- ✓ **El transporte** desde el horno hacia el almacén de la fábrica, de allí hacia el pie de la obra y luego en la obra misma, se hace unidad por unidad “boleándolas” y usando carretilla, lo que genera grandes pérdidas y deterioro de las unidades de Albañilería, aparte de ser un trabajo sumamente lento y laborioso.



FIGURA N° 12 DESCRIPCIÓN: MOLDEADO Y TRANSPORTE

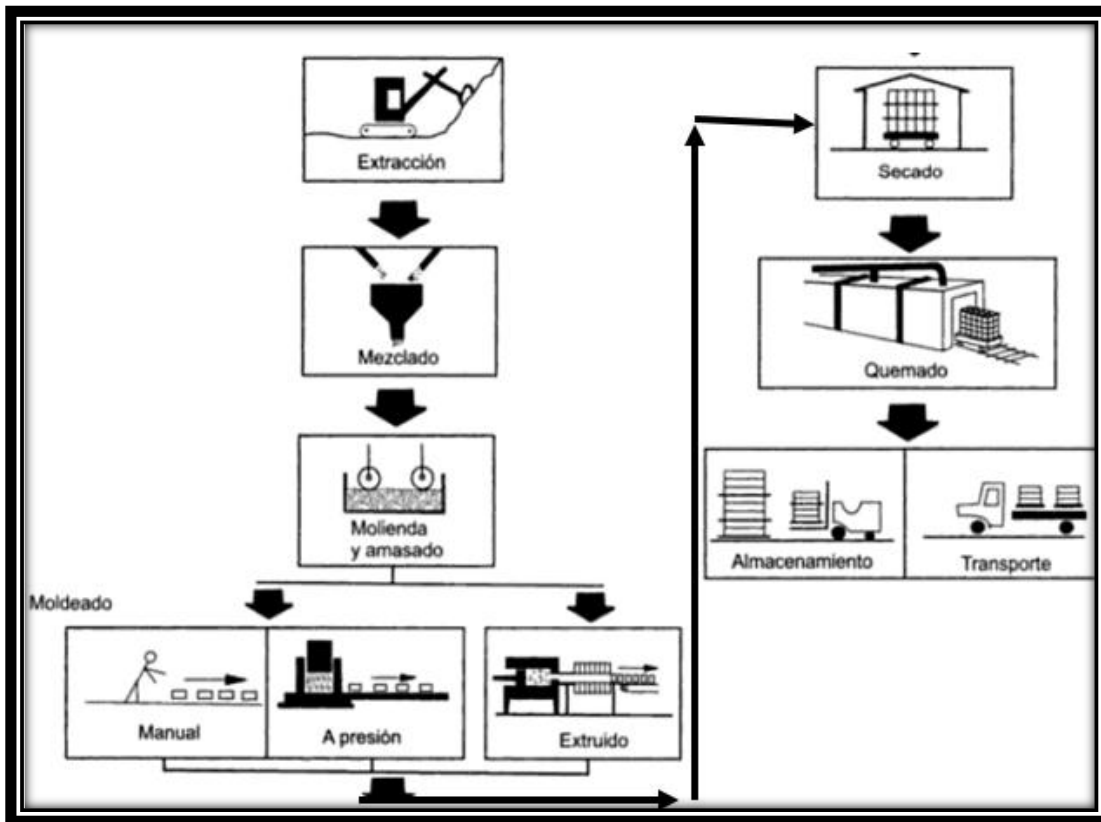


FIGURA N°13 PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.
FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ 2005

Unidades de concreto.

Las unidades de concreto sean bloques o ladrillos de fabricación artesanal o industrial, es una mezcla de cemento, arena y confitillo. 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, para desmoldar inmediatamente las unidades sin que se desmorone.

Unidades sílice calcáreas.

Se producen en los tipos sólidos, huecos y perforados. Tienen un color característico de blanco con un ligero tinte gris. Su composición está dada por la cal (viva o hidratada), arena natural o roca triturada con un contenido de sílice del 75 % en su estructura.

➤ **CLASIFICACIÓN POR SUS HUECOS.**

En la Norma Peruana de Albañilería E.070, las unidades se clasifican por el porcentaje de huecos (alveolos o perforaciones) que tienen en su superficie de asentado y por la disposición que estos tengan.

Unidades sólidas y unidades huecas.

Unidades sólidas.- son las que no tiene huecos o, en todo caso presentan ranuras o perforaciones perpendiculares a la superficie de asiento, que ocupan un área no mayor al 30% del área bruta (Norma E.070 Sencico 2006)

Unidades huecas.- cuando la el área de vacíos excede al 30% de área bruta (Norma E.070 Sencico 2006).

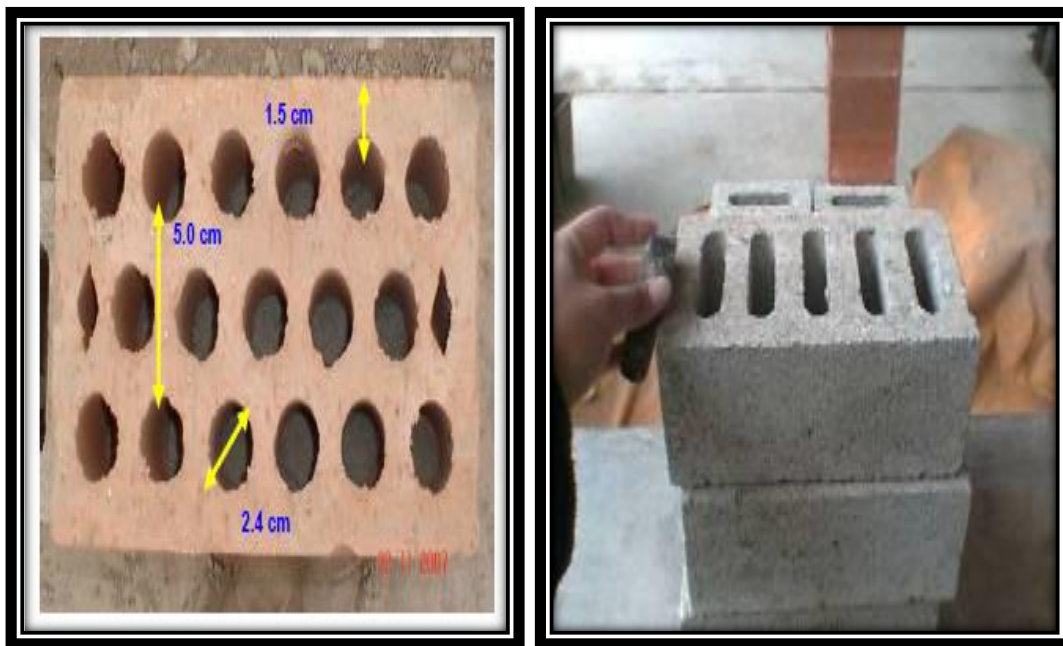


FIGURA N° 14 DESCRIPCIÓN: UNIDADES SOLIDA Y HUECA
FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ 2005

Unidades alveolares

De acuerdo a la Norma 0.70 (SENCICO 2005), las unidades alveolares son aquellas que presentan grandes huecos perpendiculares a la superficie de asiento. En estas categorías se clasifican los bloques de arcilla, sílice-cal y de concreto empleados en las edificaciones de albañilería armada rellena con grout estos bloques no deben



emplearse en las construcciones de albañilería confinada porque se trituran ante los sismos.

Unidades tubulares.

Las unidades tubulares son las que tienen perforaciones dispuestas en paralelo a la superficie de asiento, en este tipo las clasifican los ladrillos panderetes en un error frecuente. No se deben emplear en muros portantes porque se trituran ante los sismos además que la lechada de cemento del concreto de las columnas se introduce por las perforaciones del ladrillo debilitando el concreto.

➤ PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS ENSAYOS DE LABORATORIO

Conocer las propiedades de las unidades es necesario, básicamente para tener una idea sobre la resistencia de la albañilería, así como de su durabilidad ante la intemperie. Sin embargo, no se puede afirmar que la mejor unidad proporcione necesariamente la mejor albañilería.

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

- ✓ Resistencia a la compresión.
- ✓ Variabilidad dimensional y alabeo.
- ✓ Succión.

Las propiedades de la unidad relacionados con la durabilidad de la albañilería son:

- ✓ Resistencia a la compresión y densidad.
- ✓ Eflorescencia, absorción y coeficiente de saturación.

Las Normas Técnicas Peruanas (INDECOPI) que se deben emplear para determinar estas propiedades son:

- ✓ Unidades de arcilla NTP 399.613 (2005)

La norma E.070 indica que por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionen al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las

pruebas de variación de dimensiones y alabeo. Luego cinco de estas unidades se ensayaran a compresión y las otras cinco a absorción. La norma E.070 define en su tabla las características para el diseño estructural, las que dependen de:

- Variación de dimensiones.
- Alabeo.
- Resistencia a compresión de la unidad.

TABLA N° 1 RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'_b mínimo en MPa (kg/cm ²) 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 ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

FUENTE: (RESOLUCION MINISTERIAL DE VIVIENDA N°011, 2006)

A continuación se indica, sin mayor detalle, la manera como se hacen estos ensayos. Lo importante es saber cómo repercuten los resultados sobre el comportamiento de la albañilería. Al respecto INDECOPI (Norma NTP), entidad encargada de velar por la calidad de los productos, clasifica a las unidades desde el punto de vista cualitativo, usando solo la resistencia a compresión, sin contemplar el producto final que es la albañilería.

Cabe además indicar que para clasificar a una unidad de acuerdo a la tabla 2 de la Norma E.070 – 2006 se utiliza el criterio más desfavorable por ejemplo, que de acuerdo a los ensayos de compresión un ladrillo clasifique como clase V, pero si existe ladrillo presentarse alta variabilidad dimensional que lo lleve a la clave IV y grande alabeo que lo conduzcan a la clase III, entonces ese ladrillo se clasificara como clase III.

TABLA N° 2 LIMITACIONES DEL USO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

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

FUENTE: (RESOLUCION MINISTERIAL DE VIVIENDA N°011, 2006)

Pruebas clasificatorias.**A. Variación dimensional**

La prueba de variación dimensional es necesario efectuarse para determinar el espesor de las juntas de albañilería debe hacerse notar que por cada incremento de 3mm. El espesor de las juntas horizontales (adicionales al mínimo requerido de 10mm), la resistencia a compresión de la albañilería disminuye en un 15% asimismo, disminuye la resistencia al corte.

$$V(\%) = 100(D_e - D_p)/D_e$$

La manera como se calcula la variación dimensional (V) es:

- La dimensión de cada arista espécimen (D=l, b, h) se toma como el promedio de cuatro medidas en mm en la parte media de cada cara.
- Luego, por cada arista, se calcula el valor promedio (Dp) de toda la muestra, este valor se resta de la dimensión especificada por el fabricante (De) y luego se divide entre “De”.

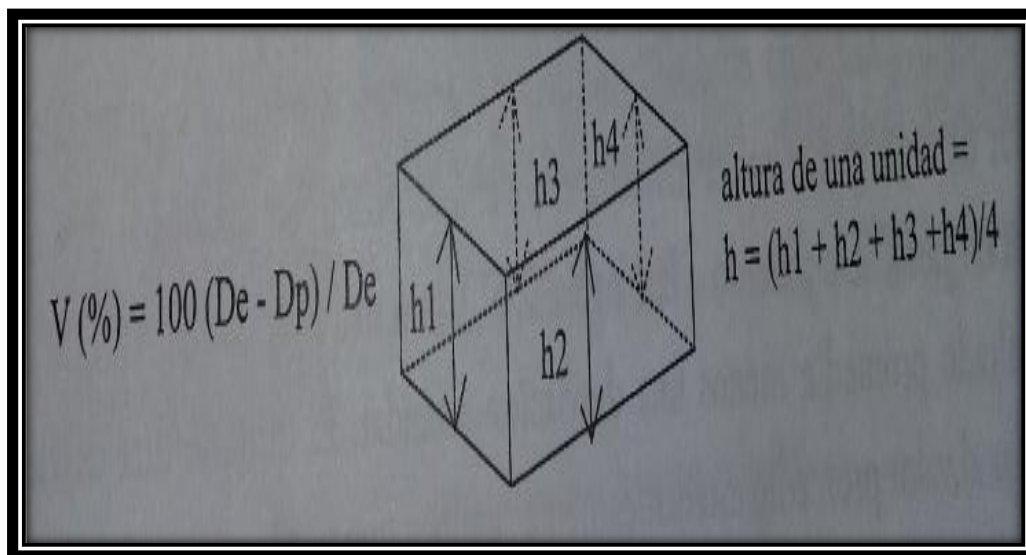


FIGURA N° 15 FORMA DE MEDICIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.

FUENTE: (ANGEL SAN BARTOLOME, 2011)

B. Alabeo

El mayor alabeo (concauidad o convexidad) de ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta. Asimismo, puede disminuir el área de contacto con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la albañilería. Esta prueba se realiza colocando la superficie de asiento de la unidad sobre una mesa plana, para luego introducir una cuña metálica graduada al milímetro en la zona más alabeada; también debe colocarse una regla que conecte los extremos diagonales opuestos de la unidad, para después introducir las cuñas en el punto de mayor deflexión. El resultado promedio se expresa en milímetros.



FIGURA N° 16 DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA DE ALABEO

FUENTE: (ANGEL SAN BARTOLOME, 2011)

C. Resistencia a la compresión ($f'b$)

En el cálculo de la resistencia a compresión antiguamente (Norma E.070 de 1982) se trabajaba con el área neta de la unidad. Ello daba cabida a que las fábricas produzcan ladrillos huecos, lo cual elevaba la resistencia a compresión. Actualmente, la resistencia se calcula con el área bruta, con lo cual esas unidades huecas se clasifican en un rango inferior. Debe remarcarse que las unidades huecas son muy frágiles.

Los especímenes para medir la resistencia a compresión son medias unidades secas, sobre cuyas superficies de asiento se coloca capping de yeso (si la unidad tiene mucho alabeo, debe colocarse un capping de cemento). Luego, se aplica la carga axial

a una velocidad de desplazamiento entre los cabezales de la máquina de ensayos de 1.25 mm/min; o, en todo caso, se controla la velocidad de carga de manera que se llegue a la rotura en 2 o 5 minutos. La resistencia unitaria se expresa como el valor de la carga de rotura dividida entre el área bruta para todo tipo de unidad (sólida o hueca). De acuerdo a la norma E. 070, la resistencia característica ($f'b$) es resultado promedio menos una desviación estándar. El quitarle una desviación estándar al valor promedio estadísticamente significa que por lo menos el 84 % de las unidades ensayadas tendrán una resistencia mayor al valor característico ($f'b$) o que es aceptable tener hasta un 16% unidades defectuosas.

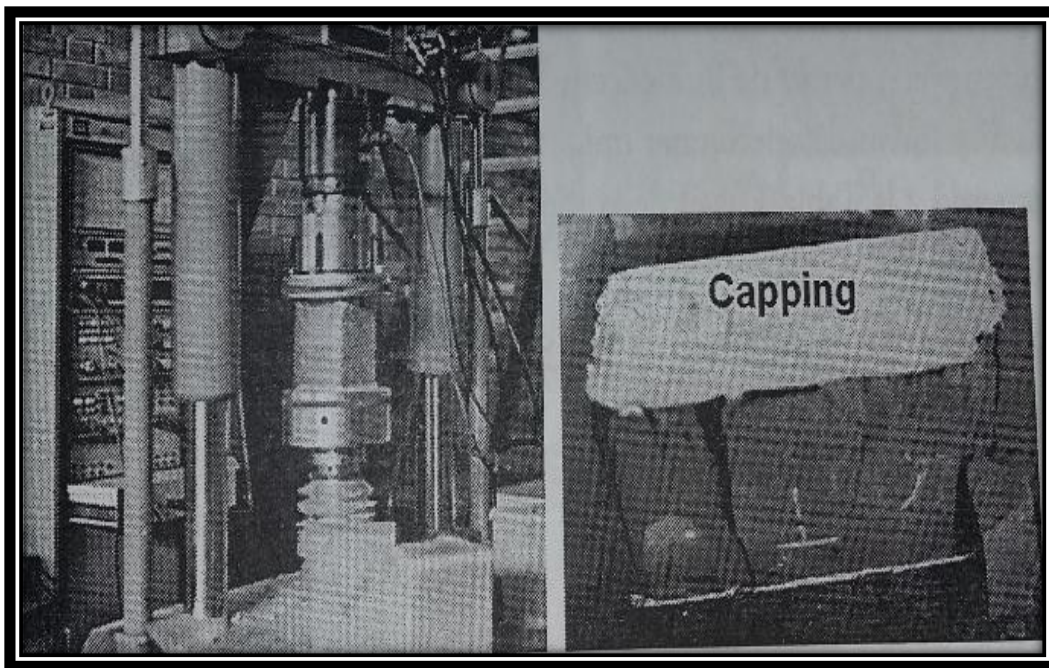


FIGURA N° 17 DESCRIPCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

FUENTE: (ANGEL SAN BARTOLOME, 2011)

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

Así, es posible que un bloque de concreto vibrado de alta calidad, con altura de 19 cm, presente una resistencia menor a la de un ladrillo King Kong de 9 cm de altura, y que este ladrillo presente una resistencia más baja que la de un ladrillo cara vista de 6 cm de altura, a pesar de que su materia prima sea la misma y que se hayan ocasionado en simultaneo. Es decir, para fines comparativos debe analizarse unidades que presenten la misma geometría.

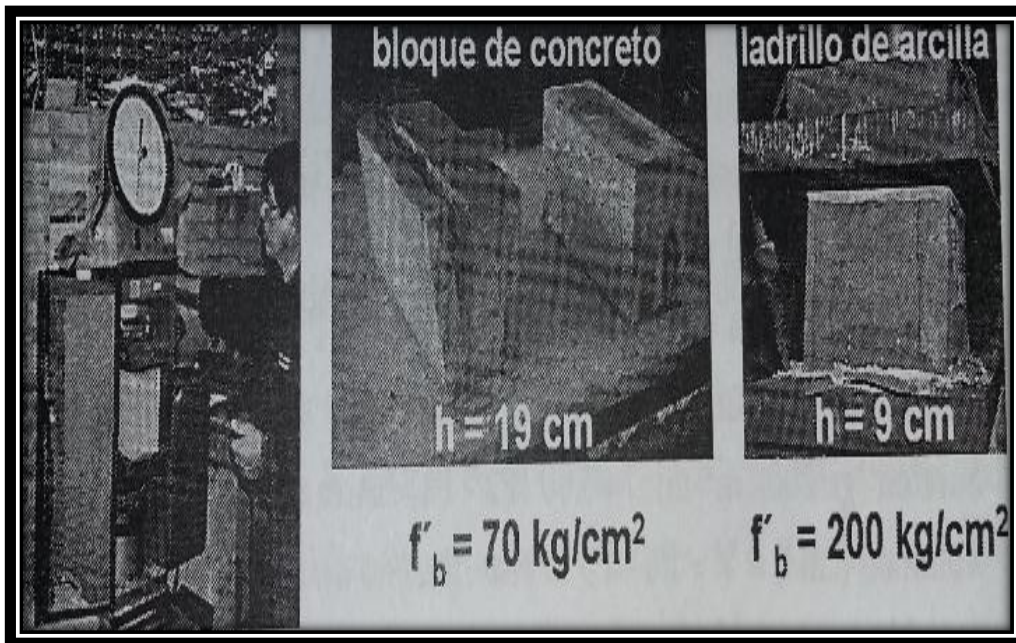


FIGURA N° 18 DIFERENCIAS ENTRE BLOQUES Y LADRILLOS

FUENTE: (ANGEL SAN BARTOLOME, 2011)

D.- Área de huecos o % vacíos.

El área de huecos en una unidad o el también denomina la relación del % vacíos en la unidad. Es una característica por el cual se denomina a una unidad como solida o hueca. Será solida si las perforaciones perpendiculares a la cara de asiento no pueden supurar el 30 % del área de la sección bruta y caso contrario será Hueca. (San Bartolome Ramos, 2005)

Se debe tener en cuenta que las perforaciones pueden favorecer la cocción interna de los ladrillos de arcilla pero en exceso pueden ocasionar una falla frágil cuando la unidad está bajo esfuerzos de compresión.

Por tal razón se recomienda emplear ladrillos con un máximo de 30% de perforaciones en la cara de asentado, valor que aproximadamente fue cumplido por ambos ladrillos.

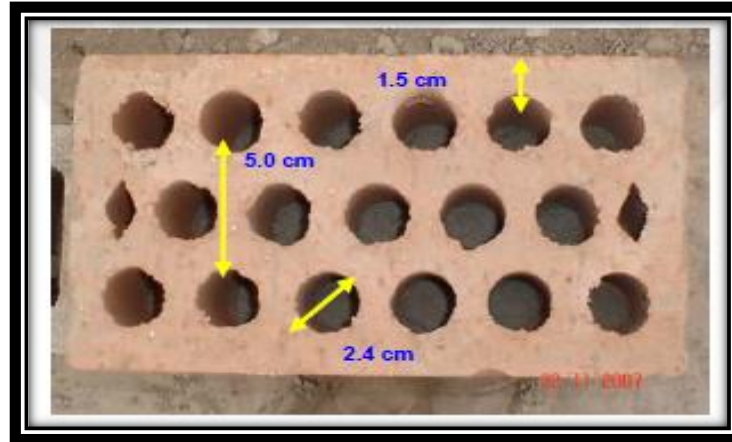


FIGURA N° 19 DESCRIPCIÓN DE PORCENTAJES DE VACÍOS
FUENTE: (ANGEL SAN BARTOLOME, 2011)

Pruebas no clasificatorias.

A.- Succión (S), Absorción (A), Absorción máxima (am), Coeficiente de Saturación (Cs) y Densidad (D).

La densidad (D) está relacionada directamente con la resistencia a compresión, y para su evaluación se usa el principio de Arquímedes. El coeficiente de saturación (Cs) es una medida de la durabilidad de la unidad. La prueba de hallar D y Cs permite determinar en simultaneo el área neta (An), la succión (S) y la absorción (A, Am) de la unidad.

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

- ✓ **P₀** = Peso en estado natural.
- ✓ **P₁** = Peso de la unidad secada en un horno a 110 °C.
- ✓ **P₂** = Peso de la unidad, luego de haber sumergido su cara de asiento una altura de 3 mm en una película de agua, durante un minuto.
- ✓ **P₃** = Peso de la unidad saturada, luego de haber estado 24 horas en una poza de agua.

UAC

- ✓ **P4** = Peso de la unidad completamente saturada, luego de haber estado durante 5 horas en agua en ebullición.
- ✓ **P5** = Peso de la unidad sumergida totalmente en agua fría.

Luego se calculan los siguientes valores, para después Promediarlos en toda la muestra.

- Humedad natural = $H_n (\%) = 100 ((P_0 - P_1) / P_1)$
- Absorción = $A (\%) = 100 ((P_3 - P_1) / P_1)$
- Absorción máxima = $A_m (\%) = 100 ((P_4 - P_1) / P_1)$
- Coeficiente de saturación = $CS = A / A_m$
- Succión ($\text{gr}/200 \text{ cm}^2\text{-min}$) = $200 (P_2 - P_1) / \text{Área de la cara de asiento}$
- Volumen (cm^3) = $V = P_4 - P_5$... *peso específico del agua = 1 gr/cm³*
- Área Neta = $A_n = V / h$... *h = altura promedio*
- $D (\text{gr}/\text{cm}^3) = P_1 / V$

FIGURA N° 20 DESCRIPCIÓN: FORMULAS PARA A, AM, CS Y S.

FUENTE: (ANGEL SAN BARTOLOME, 2011)



FIGURA N° 21 DESCRIPCIÓN: PRUEBA DE SUCCIÓN.

FUENTE: (ANGEL SAN BARTOLOME, 2011)



FIGURA N° 22 DESCRIPCIÓN: PRUEBA DE ABSORCIÓN.

FUENTE: (ANGEL SAN BARTOLOME, 2011)

Se recomienda que la succión de las unidades antes de asentarlas este comprendida entre 10 y 20 gr/ (200 cm² - min); de lo contrario succionaran rápidamente el agua del mortero, endureciéndolo. En su estado natural, los ladrillos industriales de arcilla tienen aproximadamente una succión del orden de 40 gr/ (200 cm² - min); y los artesanales, de 80 gr/ (200 cm² - min); por lo que requieren un tratamiento previo al asentado.

Por otro lado, las unidades con coeficientes de saturación (Cs) mayores que 0.85 son demasiado absorbentes (muy porosas) y, por tanto, poco durables. En la Norma E. 070 se especifica que la absorción de las unidades de arcilla y silico-calcareas no debe sobrepasar de 22% y 12% para los bloques de concreto. En el último caso, el porcentaje es menor, debido a que las unidades de concreto son más vulnerables a la humedad de la intemperie, que le originaría variación volumétrica. (ANGEL SAN BARTOLOME, 2011)

✓ **SUCCIÓN (S):**

La succión es la medida de la rapidez con la que el ladrillo absorbe agua del mortero y es la característica fundamental para definir la adherencia mortero-unidad en la albañilería. Esta propiedad define tanto la resistencia a tracción como la resistencia a fuerza cortante de la albañilería.

Cuando se presenta una alta succión, el agua del mortero es absorbida

rápidamente por la unidad de albañilería inferior, produciendo la deformación y el endurecimiento del mortero, lo que impide un contacto completo e íntimo con la cara de la unidad superior. El resultado es una adhesión pobre e incompleta, dejando uniones de baja resistencia y permeables al agua.

La Norma Técnica de Edificación E.070 Albañilería (SENCICO 2004) recomienda que la succión al instante de asentarse esté comprendida entre 10 y 20 gramos por minuto en un área de 200 cm²; debido a esta recomendación es indispensable en el proceso constructivo, que las unidades de arcilla sean regadas durante 30 minutos, entre 10 y 15 horas antes del asentado.

El ensayo de succión emplea testigos secados al horno cuando se trata de ensayos de investigación, y unidades en su estado natural cuando se trata de ensayos de campo.

La succión se halla mediante la expresión:

$$Succión = \frac{(W_h - W_s)}{A} \times 200$$

Donde:

Ws = Peso seco de la unidad de albañilería (gr).

Wh = Peso después del ensayo (gr).

A = Área de contacto de la unidad con el agua (cm²).

✓ **ABSORCIÓN (A)**

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 multiplicada por 100.

La absorción se halla mediante la expresión:

$$\text{Absorción} = \frac{(W_a - W_s)}{W_s} \times 100$$

Donde:

W_a = Peso de la unidad de albañilería saturada luego de 24 horas de inmersión en agua (gr).

W_s = Peso seco de la unidad de albañilería (gr).

B Resistencia a tracción por flexión ($f't$) o módulo de rotura.

Al igual que la resistencia a compresión, la resistencia a la tracción por flexión $f't$ solo constituye una medida de la calidad de la unidad. Su evaluación debería realizarse cuando se esté en la incertidumbre de utilizar unidades de la misma clase, pero provenientes de fábricas distintas, o cuando se tenga alto alabeo que pueda conducir a la unidad a una falla de tracción por flexión durante el asentado.

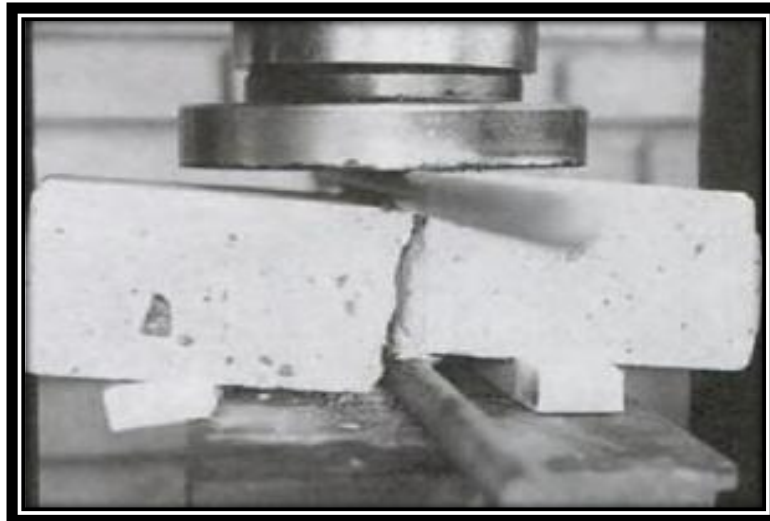


FIGURA N° 23 DESCRIPCIÓN: PRUEBA DE ABSORCIÓN.

FUENTE: (ANGEL SAN BARTOLOME, 2011)

C Eflorescencia.

La eflorescencia se debe a la presencia de sales en la misma unidad o en la arena del mortero, que atacan químicamente a la unidad, afectando su durabilidad, su

adherencia con el mortero y destruyendo su superficie. Se produce cuando las sales se derriten al entrar en contacto con el agua y afloran por los poros de la unidad o del mortero hacia la superficie. Dependiendo de la aparición de manchas blancas la unidad califica como eflorecida, ligeramente eflorecida o sin eflorescencia.



FIGURA N° 24 DESCRIPCIÓN: EFLORESCENCIA

FUENTE: (ANGEL SAN BARTOLOME, 2011)

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

- La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.
- La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

➤ **DIMENSIÓN LADRILLO KING KONG 18 HUECOS.**

Ladrillera Latesan.

- Alto : 9.00 cm. Ancho : 12.00 cm.
- Largo : 24.00 cm.

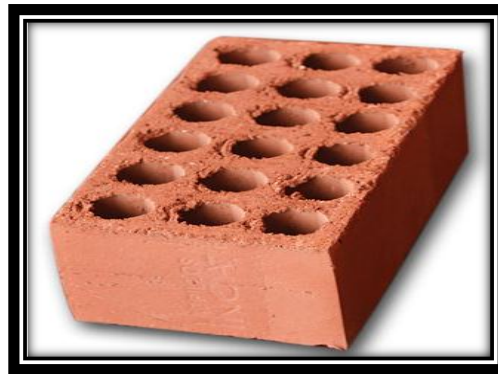


FIGURA N° 25 DESCRIPCIÓN: LADRILLO KING KONG 18 HUECOS.

➤ **DIMENSIÓN BLOCKER.**

Ladrillera Latesan.

- Alto : 20.00cm. Ancho : 10.00 cm.
- Largo : 30.00 cm.

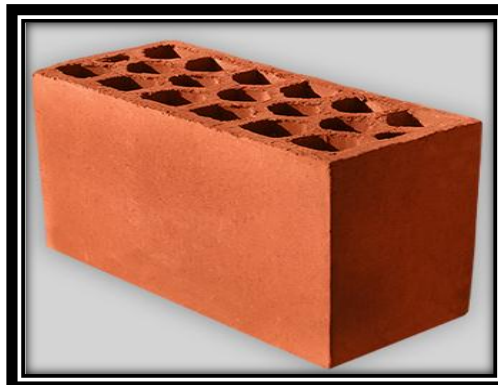


FIGURA N° 26 DESCRIPCIÓN: BLOCKER.

2.2.4. .EL CEMENTO.

Se utiliza básicamente cemento normalizado Portland tipo I y cemento adicionando (puzolanico); excepcionalmente se emplea el cemento Portland tipo II (resistente a sulfatos). El peso volumétrico del cemento es $1500\text{kg}/\text{cm}^3$, y se comercializa en bolsas de 1 pie cubico (0.0283m^3) con 42.5 kg de peso.

En el Perú hubo dos intentos para introducir cemento de albañilería (mezcla de cemento portland, puzolana, escoria, cal hidratada con piedra caliza, tiza, talco, arcilla, conchas marinas, etc.), sin éxito. Con estos cementos, la mezcla usuales de 1:4 tuvieron resistencia a compresión 10 veces menor que la obtenida con cemento Portland tipo I. Existen diferentes marcas y variedades, siendo los más usados los tipos I e IP; todas las características se encuentran impresas en sus respectivas bolsas.



FIGURA N° 27 EL CEMENTO

FUENTE: (CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A.)

COMPOSICIÓN DEL CEMENTO PORTLAND.

Los componentes principales del cemento portland lo constituyen básicamente los silicatos y los aluminatos de calcio.

TABLA N° 3 COMPOSICION DEL CEMENTO PORTLAND

% de Óxidos (peso)	Rango
CaO	60-67
SiO ₃	17-25
	3-8
Fe ₂ O ₃	0.5-6.0
Na ₂ O + K ₂ O	0.2-1.3
MgO	0.1-4.0
Cal libre	0-2
SO ₂	1-3

FUENTE: (CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A.)

TIPOS DE CEMENTO.

Cemento tipo I.

De uso común y corriente en construcciones de concreto y trabajos de albañilería donde no se requieren propiedades especiales.

Cemento tipo II.

De moderada resistencia al ataque de los sulfatos, se recomienda usar en ambientes agresivos. Los sulfatos son sustancias que aparecen en las aguas subterráneas o en los suelos, que cuando entran en contacto con el concreto lo deterioran.

Cemento tipo III.

De desarrollo rápido de resistencia. Se recomienda usar cuando se quiera adelantar el desencofrado. Al fraguar produce alto calor, por lo que es aplicable en climas fríos.

***Cemento tipo IV.***

Al fraguar produce bajo calor, recomendable para vaciados de grandes masas de concreto. Por ejemplo, en presas de concreto.

Cemento tipo V.

De muy alta resistencia al ataque de sales, recomendable cuando el elemento de concreto esté en contacto con agua o ambientes salinos.

➤ VENTAJAS DE UTILIZACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND IP EN LOS MORTEROS.

- Para la producción de morteros, el uso de cemento Portland IP de Yura es altamente recomendable. La razón de ser de los morteros es desarrollar máxima adherencia. Para que el mortero tenga esa propiedad, se requiere: alta retentividad de agua, consistencia y fluidez, que constituyen la trabajabilidad de la mezcla, mayor tiempo útil de trabajo y elasticidad en la etapa de mortero fresco. Es evidente que las propiedades y requisitos de los morteros son mejoradas con el uso de cemento Yura IP.
- Es un hecho que la resistencia a la tracción de una albañilería asentada con mortero de cemento Yura IP es mucho mayor que el de la albañilería construida con un mortero de cemento portland normal. Como se sabe, la resistencia a la tracción es precisamente la que necesitan las estructuras de albañilería para su comportamiento durante los sismos severos.

➤ ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO.

- Durante su almacenamiento, debe estar protegido para que mantenga sus propiedades. Por eso hay que cubrirlo para que no esté expuesto a la humedad y aislarlo del suelo colocándolo sobre una tarima de madera.
- El tiempo máximo de almacenamiento recomendable en la obra es de un mes antes de usarse, se debe verificar que no se hayan formado grumos. Si los hubiera, el cemento se podrá usar, siempre y cuando puedan deshacerse fácilmente comprimiéndolos con la yema de los dedos.



FIGURA N° 28 ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO

FUENTE: (CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A.)

- La altura máxima que se debe alcanzar al apilar el cemento es de 10 bolsas, para evitar que las bolsas inferiores se compriman y endurezcan.

➤ PROCESO DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO.

• EXTRACCIÓN DE MATERIAS PRIMAS.

La materia prima para la elaboración del cemento (caliza, yeso, puzolana) se extrae de canteras, y luego de pasar por un proceso de triturado, son llevadas en camiones a la planta de cemento.

• RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS.

Una vez en la planta de cemento, las materias primas son calcificadas y almacenadas hasta que son requeridas en el proceso productivo.

• MOLIENDA DE MATERIAS PRIMAS.

Una vez definida la dosificación de las materias primas se muelen en molinos de rodillos o de bolas obteniéndose en ellos un polvo fino, que se almacena en silos de crudo.

• CLINKERIZACIÓN.

En la etapa de clinkerización, es donde se producen las reacciones químicas más importantes del proceso. El crudo es calcinado en el horno rotatorio a

temperatura entre 1400 a 1500 °C, transformándose en un nuevo material llamado Clinker, el cual debe ser enfriado rápidamente al salir del horno.

- **MOLIENDA DE CEMENTO.**

El Clinker, junto con otras adiciones como yeso o puzolana, es molido en molinos de bolas, reduciéndolo a un polvo fino para obtener cemento, que es almacenado en silos.

- **ENVASADO.**

El cemento es llevado del silo de almacenamiento a la ensacadora y una vez en sacos se pasa a formar pallets, que serán despachados posteriormente.

- **DESPACHO.**

A partir de los silos de almacenamiento, el cemento que no es ensacado, puede ser cargado directamente en camiones graneleros. El cemento ensacado puede ser transportado en vagones de tren o en camiones.

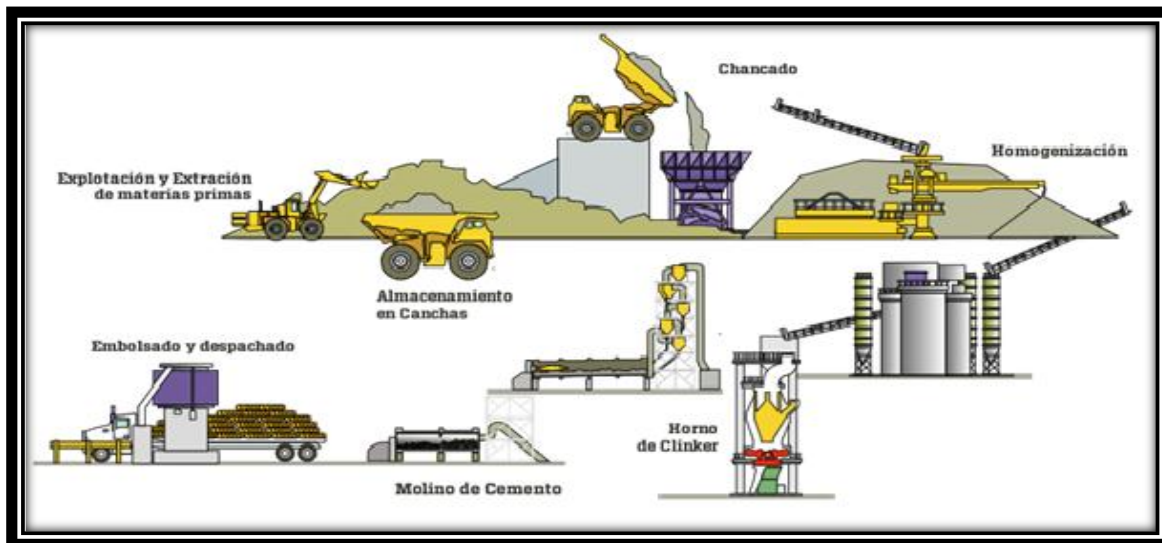


FIGURA N° 29 PROCESO DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO

FUENTE:(CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A.)

2.2.5 AGREGADOS.

El agregado para utilización en mortero de albañilería deberá consistir en arena natural o arena manufacturada. La arena manufacturada es el producto obtenido por molienda de piedra, grava, o escoria de alto horno enfriada al aire, especialmente procesado para asegurar partículas de forma y gradación apropiadas (**NTP 399.607**)

La arena natural es siempre producida por la acción erosiva de los ríos sobre las rocas y pueden encontrarse en depósitos ribereños, lacustres, marinos o eólicos.

(Héctor gallegos y Carlos Cassabone)

➤ **CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS POR SU TAMAÑO.**

Agregado grueso.

Es el agregado que de acuerdo con su tamaño nominal, queda retenido en el tamiz N°4.

Agregado fino.

Es el agregado que pasa por lo menos el 95% el tamiz N° 4. Y queda retenido en el tamiz N° 200.

➤ **PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS.**

Forma redondeada.

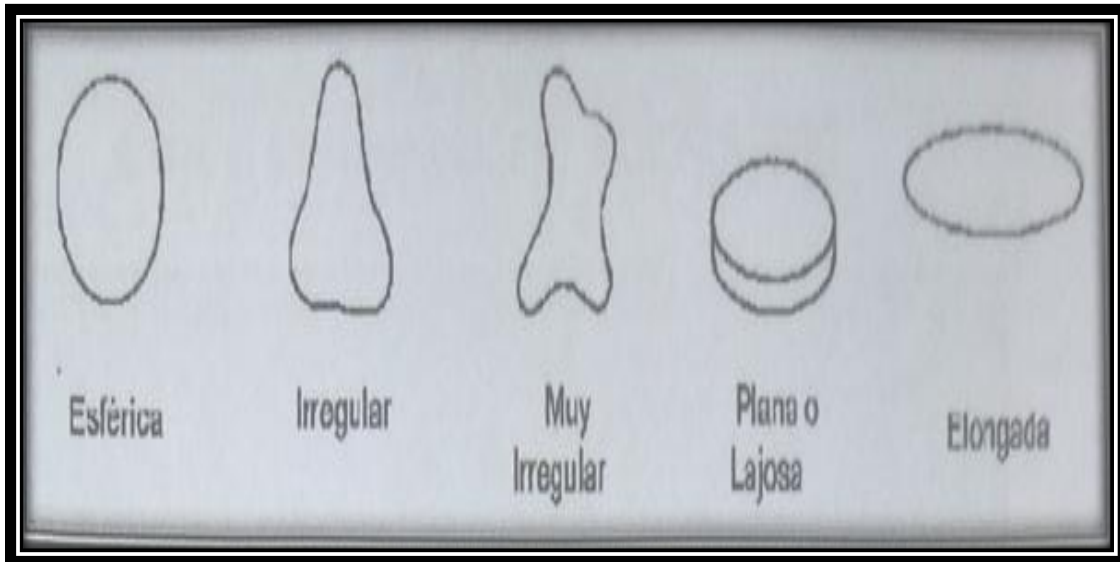


FIGURA N° 30 FORMAS REDONDEADAS DE LOS AGREGADOS

FUENTE: (CARRASCO, 2009)

Forma angular.

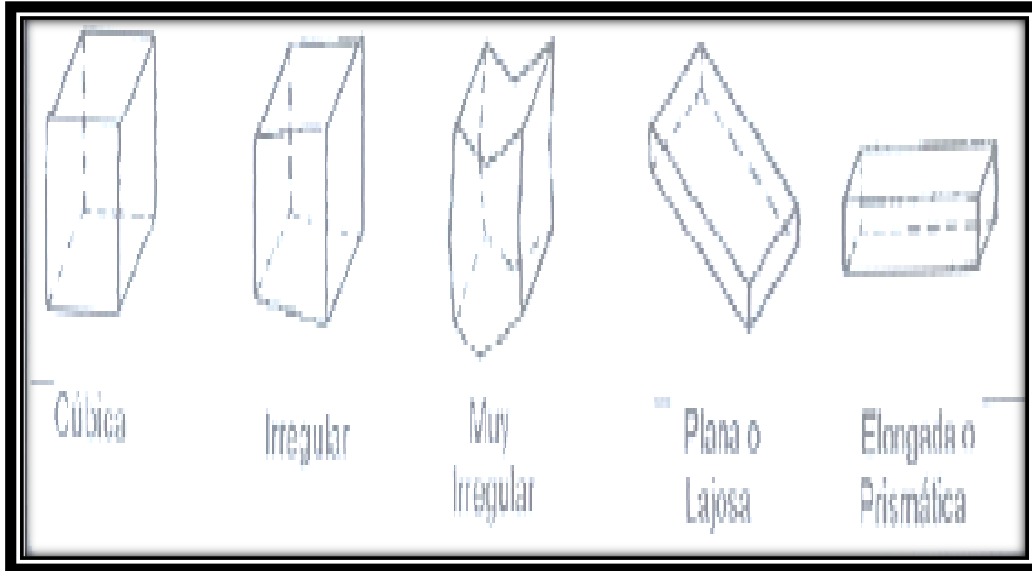


FIGURA N° 31 FORMAS ANGULARES DE LOS AGREGADOS

FUENTE: (CARRASCO, 2009)

➤ **GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS.**

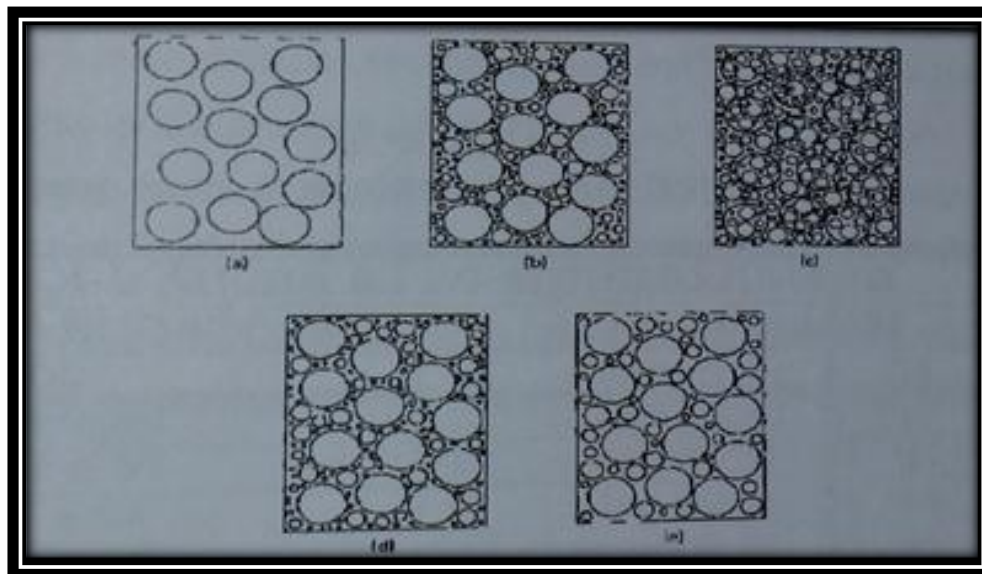


FIGURA N° 32 GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS

FUENTE: (CARRASCO, 2009)

Arena gruesa.

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 (Fig. 23) con el material cementante, formando un mortero denso y resistente intemperie.

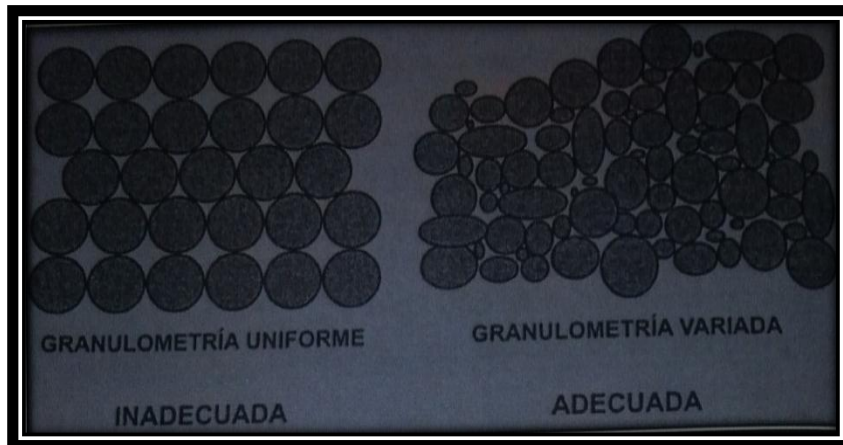


FIGURA N° 33 GRANULOMETRÍA DE LA ARENA

FUENTE: (CARRASCO, 2009)

- Granulometría de la arena gruesa.

El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 6. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

TABLA N° 4 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 (0.15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

FUENTE: (RESOLUCION MINISTERIAL DE VIVIENDA N°011, 2006)

- 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. (RESOLUCION MINISTERIAL DE VIVIENDA N°011, 2006)

- **Módulo de fineza.**

El análisis granulométrico de la arena se complementa calculando su módulo de finura, que es igual a la centésima parte de la suma de los porcentajes retenidos acumulados en cada una de las mallas de la serie estándar.

$$MF = \frac{\sum \% \text{Retenido Acumulado desde el tamiz N}^\circ 4 \text{ al N}^\circ 100}{100}$$

FUENTE: (RESOLUCION MINISTERIAL DE VIVIENDA N°011, 2006)

2.2.6 EL AGUA.

El agua deberá ser potable, libre de materias orgánicas y de sustancias deletéreas (aceite, 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 este existiese.

TABLA N° 5 LIMITES PERMISIBLES DEL AGUA

Descripción	Límite permisible
Limite en suspensión	5000 ppm Max
Materia Orgánica	3 ppm Max
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1000 ppm Max
Suelo (Ion SO ₄)	600 ppm Max
Cloruros (Ion Cl-)	1000 ppm Max
PH	5 a 8

FUENTE: (ANGEL SAN BARTOLOME, 2011)

2.2.7 EL MORTERO.

La función principal del mortero en la albañilería es adherir las unidades, corrigiendo las irregularidades geométricas de altura que estas tienen, así como sellar 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 se deben asentar en su estado natural (secas), como las de concreto y de 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.

La función del cemento es proporcionar resistencia a la mezcla, la de la cal es proporcionar trabajabilidad y receptividad (retarda la evaporación del agua) y de la arena es proporcionar estabilidad volumétrica a la mezcla, permitiendo al asentado de varias hiladas en una jornada de trabajo. Debe eliminarse el polvo de la arena, tamizándola por la malla ASTM N°200, ya que este acelera la contracción de secado de mortero. La función del agua es proporcionar trabajabilidad a la mezcla, así como hidratar el cemento.

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

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 la extensión 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.

➤ **CLASIFICACIÓN POR LA PREPARACIÓN DEL MORTERO.**

Morteros artesanales.

Son aquellos que se preparan a mano en obra sobre una superficie limpia, revolviendo la misma mezcla seca cemento- arena (opcionalmente se adiciona cal) hasta lograr un color uniforme, para después echarle agua a criterio del albañil, hasta obtener una mezcla trabajable.

Morteros industriales.

En el Perú, los morteros industriales vienen en dos modalidades embolsados (en seco) y premezclados (incluido el agua).

El cuidado del mortero embolsado es el mismo que el dado al cemento embolsado: debe colocarse en rumas de no más de 10 bolsas sobre una tarima de madera, protegerlos de la lluvia y no debe pasar de 6 meses de edad. En este caso, el albañil le agrega agua de acuerdo a su criterio. (ANGEL SAN BARTOLOME, 2011)

➤ **TIPOS DE MORTERO.**

Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto).

TABLA N° 6 TIPOS DE MORTERO

TIPOS DE MORTERO				
COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

FUENTE: (RESOLUCION MINISTERIAL DE VIVIENDA N°011, 2006)

2.2.8 RESISTENCIA DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA.

La resistencia de la albañilería a compresión axial (f'_m) y a corte (V'_m) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según se indica en la Tabla N°07.

TABLA N° 7 MÉTODOS PARA DETERMINAR COMPRESIÓN AXIAL Y CORTE

" MÉTODOS PARA DETERMINAR f'_m y V'_m									
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
(f_m)	A	A	A	B	B	A	B	B	B
(V_m)	A	A	A	B	A	A	B	B	A

FUENTE: (RESOLUCION MINISTERIAL DE VIVIENDA N°011, 2006)



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

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

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

- a) Cuando se construyan conjuntos de hasta dos pisos en las zonas sísmicas 3 y 2, fm será verificado con ensayos de tres pilas por cada 500 m² de área techada y V'm con tres muretes por cada 1000 m² de área techada.
- b) Cuando se construyan conjuntos de tres o más pisos en las zonas sísmicas 3 y 2, fm será verificado con ensayos de tres pilas por cada 500 m² de área techada y V'm con tres Muertes por cada 500 m² de área techada.

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

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

Los prismas tendrán un 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 tabla.

TABLA N° 8 INCREMENTO DE COMPRESIÓN Y CORTANTE POR EDAD

INCREMENTO DE f_m y V_m POR EDAD			
Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Bloques de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1,10	1,00

FUENTE: (RESOLUCION MINISTERIAL DE VIVIENDA N°011, 2006)

2.2.9 ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PILAS.

El ensayo de 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).

TABLA N° 9 RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA (KG/CM²)

RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg/cm ²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD $f'b$	PILAS f_m	MURETES $V'm$
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7(160)	10,8(110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1.0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8(110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3(74)	0,8 (8,6)
		6,4(65)	8,3(85)	0,9 (9,2)
		7.4(75)	9,3(95)	1,0(9,7)

FUENTE: (RESOLUCION MINISTERIAL DE VIVIENDA N°011, 2006)

➤ **ESBELTEZ DE LA 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. La Norma E.070 adopta como esbeltez estándar el valor 5.



FIGURA N° 34 ESBELTEZ DE UNA PILA

FUENTE: (ANGEL SAN BARTOLOME, 2011)

TABLA N° 10 FACTOR DE CORRECCIÓN DE F'M POR ESBELTEZ

TABLA 10 FACTORES DE CORRECCIÓN DE f'_m POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

FUENTE: (RESOLUCION MINISTERIAL DE VIVIENDA N°011, 2006)

➤ **TÉCNICA DE ENSAYO.**

Las pilas pueden ensayarse en una maquina universal o en una máquina de ensayos similar.

El ensayo debe realizarse a velocidad uniforme, sin producir impactos, de modo que su duración esté 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 exista la posibilidad de medir el desplazamiento entre cabezales del equipo de ensayo, se puede adoptar una velocidad de 1mm/min.



FIGURA N° 35 EQUIPOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL

FUENTE: (ANGEL SAN BARTOLOME, 2011)

➤ **RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN AXIAL ($f'm$).**

La resistencia individual a compresión axial de una pila 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 tabla 12. De la Norma E.070, y si la edad de las pilas es distinta a la estándar de 28 días, se corrige por el factor indicado en la tabla 10 de la Norma E.070.

Una vez ensayadas todas las pilas, se obtiene el valor promedio (f_m) y la desviación estándar de la muestra ensayada, para después evaluar, de acuerdo a la norma E.070, la resistencia característica (f'_m), restando el valor promedio de una desviación estándar.

$$f'_m = f_m - a$$

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: $100(<T//m)$. 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.

➤ FORMA DE FALLAS

La falla ideal de las pilas de albañilería es una grieta vertical que atraviesa a todas las unidades y al mortero, esta falla es producida por la tracción lateral. Por el contrario las fallas por trituración son indeseables porque son fallas muy frágiles, este tipo de fallas son producidas por lo general cuando se utiliza unidades huecas.



FIGURA N° 36 FALLA IDEAL DE UNA PILA.

FUENTE: (ANGEL SAN BARTOLOME, 2011)



FIGURA N° 37 TRITURACIÓN DE LADRILLOS HUECOS.

FUENTE: (ANGEL SAN BARTOLOME, 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 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 las pilas aparecen en forma brusca, porque se trata de materiales frágiles no reforzados.



FIGURA N° 38 TRITURACIÓN DE BLOCKER FALLA FRÁGIL.

FUENTE: (ANGEL SAN BARTOLOME, 2011)

2.2.10 ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES.

El ensayo de compresión diagonal en los muretes de albañilería sirve para determinar la resistencia característica a corte puro ($V'm$), y eventualmente si se instrumenta y registra las deformaciones diagonales para determinar el módulo de corte de la albañilería (G_m).

➤ **RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A CORTE PURO ($V'M$).**

La resistencia unitaria a corte puro de un murete (V_m) se obtiene dividiendo la carga de rotura entre el área bruta de la diagonal cargada (D_t), sin importar que la unidad de albañilería utilizada califique como hueca o sólida, sea ladrillo o bloque. Esto es lo mismo que dividir la carga diagonal proyectada en la dirección de las hiladas entre el área bruta de la hilada (L_t) en muretes cuadrados. Si la edad de los muretes es distinta a los estándar 28 días, se corrige por el factor indicado en la tabla de la Norma E.070.

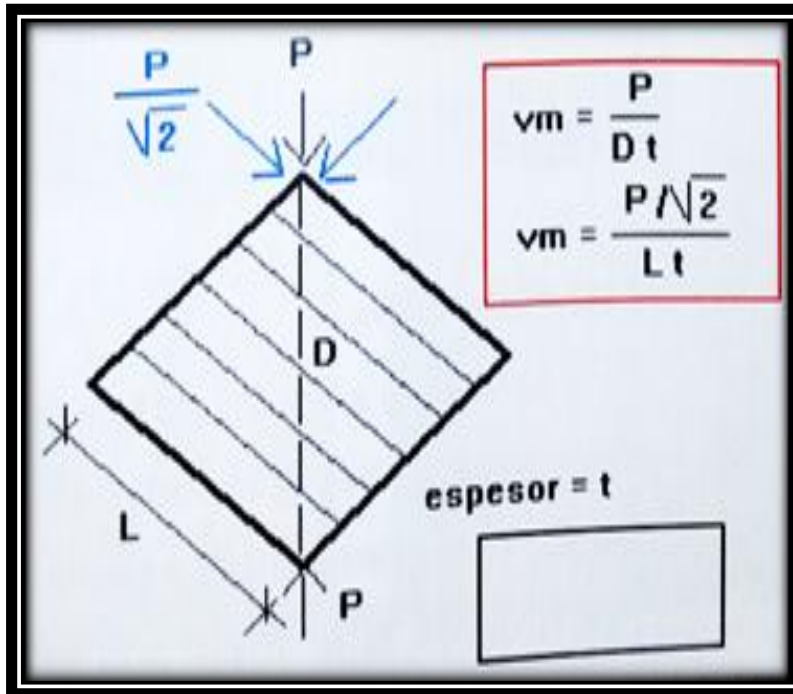


FIGURA N° 39 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA UNITARIA A CORTE PURO.

FUENTE: (ANGEL SAN BARTOLOME, 2011)

Una vez ensayados todos los muretes, se obtiene el valor promedio (V_m) y la desviación estándar (a) de la muestra ensayada, para después evaluar, de acuerdo a la norma E.070, la resistencia característica, restando el valor promedio una desviación estándar.

$$V'm = V_m - a$$

Al restar una desviación estándar al valor promedio, estadísticamente, significa que el 84% de los muretes ensayados tendrán una resistencia mayor que el valor característico. Paralelamente, puede obtenerse la dispersión porcentual de resultados como:

$$\text{Dispersión porcentual} = 100/(a/V_m).$$

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.