



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“CONTROL DE CALIDAD DE LOS TIPOS DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS SOBRE SUS PROPIEDADES MECÁNICA, FÍSICAS Y QUÍMICAS, TRUJILLO 2018”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Br. Marlo Diego Moreno Torres

Asesor:

Mg. Ing. Wiston Henry Azañedo Medina

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios, por darme todo en la vida, por guiar y estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente durante todo el periodo académico.

A mis padres, Elio Moreno y Elvia Torres, que quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo un apoyo en todo momento. Asimismo, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A mis hermanos, por ser el ejemplo y motivo, por lo que representan para mí y por estar siempre presentes en cada momento de mi vida.

A mi asesor de tesis, al ingeniero Iván Eugenio Vásquez Alfaro, por su orientación y tiempo compartido en la realización de esta investigación; por su apoyo y amistad que me permitió aprender tanto de la profesión como de la vida, motivándome y estar al pendiente en la realización de la tesis.

A mis amigos que forman parte del grupo de investigación, ACIMAT, quienes siempre han estado en que más lo he necesitado, compartiendo sus conocimientos y sugerencias en esta investigación.

AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradezco a Dios, ya que con su bendición y su sabiduría depositada en mí ha sido posible culminar mi vida universitaria con éxito, contribuyendo con la elaboración de esta tesis, la cual es un gran aporte a la sociedad y a los futuros investigadores del mismo rubro.

A mis padres, gracias por el apoyo incondicional y por todos los sacrificios que han hecho para poder darnos lo mejor de ustedes sin importar las circunstancias.

Al Ingeniero Iván Eugenio Vásquez Alfaro, por ser un gran ejemplo de persona, amigo y profesional, quien ha sido pieza fundamental para la realización de esta Tesis, gracias ingeniero por el tiempo que dedica a esta hermosa profesión y ayudar a los que lo necesitan. Gracias por su esfuerzo, por su paciencia y compromiso, este logro también es suyo.

A mi asesor, el Ingeniero Winston Azañedo Medina, por todo el apoyo profesional y académico. Gracias por su esfuerzo, por su paciencia y compromiso.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE ECUACIONES	11
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema.....	24
1.3. Hipótesis.....	24
1.3.1. Hipótesis general.....	24
1.3.2. Hipótesis específico.....	25
1.4. Justificación del problema.....	25
1.5. Objetivos	29
1.5.1. Objetivo general.....	29
1.5.2. Objetivos específicos.....	29
1.6. Antecedentes	29
1.7. Bases Teóricas	34
1.7.1. Definición de albañilería.....	34
1.7.2. Clasificación de la albañilería por su función estructural	34
1.7.3. Materiales utilizados en la construcción de un muro de albañilería	35
1.7.4. Procesos de fabricación.....	47
1.7.5. Requisitos de calidad de los ladrillos.....	51
1.7.6. Aceptación de la unidad de albañilería	60
1.7.7. Importancia de realización de control de calidad en obra	60
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	62
2.1. Operacionalización de variables.....	62
2.2. Tipo de investigación	63
2.3. Población y muestra (materiales, instrumentos y métodos)	63
2.3.1. Población	63
2.3.2. Muestra.....	63
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	65
2.4.1. Técnicas de recolección de datos.....	65
2.4.2. Instrumentos de recolección de datos	65
2.5. Procedimiento de recolección de datos	65
2.5.1. Ladrillos King Kong.....	67
2.5.2. Muestra aleatoria.....	67
2.5.3. Control de calidad.....	67

2.6. Métodos e instrumentos de recolección y análisis de datos	83
2.6.1. Método de análisis de datos.....	83
2.6.2. Instrumento de análisis de datos	83
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	87
3.1. Resistencia a la compresión	87
3.2. Variación dimensional y alabeo	88
3.3. Porcentaje de vacíos	91
3.4. Succión	93
3.5. Absorción, porosidad y densidad	95
3.6. Eflorescencia e inspección visual.....	98
3.7. Reacción del pH, conductividad y salinidad	101
3.8. Análisis de precios unitarios (APU).....	103
3.9. Análisis estadístico	105
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES	112
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES.....	114
REFERENCIAS	115
ANEXOS	122
Anexo 1. Matriz de contingencia de la investigación.....	122
Anexo 2. Carta de compromiso de uso de laboratorio.	124
Anexo 3. Resultados de la variación dimensional de los ladrillos King Kong.	125
Anexo 4. Resultados del alabeo de los ladrillos King Kong.	131
Anexo 5. Resultados del porcentaje de vacíos de los ladrillos King Kong.	133
Anexo 6. Resultados de la succión de los ladrillos King Kong.....	135
Anexo 7. Resultado de la absorción, porosidad y densidad de los ladrillos King Kong.....	138
Anexo 8. Resultados de la resistencia a compresión de los ladrillos King Kong.....	140
Anexo 9. Resultados del pH, conductividad y salinidad de los ladrillos King Kong.....	143
Anexo 10. Resultados del análisis de precios unitarios de los ladrillos King Kong.	144
Anexo 11. Análisis estadístico de los ensayos.	155
Anexo 12. Ensayos de laboratorio mecánico, físicos y químicos.	188
Anexo 13. Panel fotográfico de visita a obra.....	190
Anexo 14. Ficha técnica del ladrillo Lark.	193
Anexo 15. Ficha técnica del ladrillo Lark del ensayo de resistencia a compresión.	194
Anexo 16. Ficha técnica del ladrillo Lark del ensayo de eflorescencia.	195
Anexo 17. Ficha técnica del ladrillo Lark del ensayo de absorción.	196
Anexo 18. Ficha técnica del ladrillo Lark del ensayo de alabeo.	197
Anexo 19. Ficha técnica del ladrillo Pirámide.	198
Anexo 20. Ficha técnica del medidor de pH y conductividad.....	199
Anexo 21. Reglamento Nacional de Edificaciones RNE E.070 – Albañilería (2006).	200
Anexo 22. Propuesta del RNE E.070 – Albañilería (2019).	201
Anexo 23. Norma Técnica Peruana NTE 399.613.	202
Anexo 24. Norma Técnica Peruana NTE 399.604.	203
Anexo 25. Norma Técnica Peruana NTE 331.017.	204
Anexo 26. Norma Técnica Peruana NTE 339.152.	205
Anexo 27. Constancia de ensayos de laboratorio.	206

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Productores ladrilleros artesanales en América Latina. Red ladrilleras, 2013.	16
Tabla 1.2	Estadísticas del sector ladrillero en América Latina. Red ladrilleras, 2013.	16
Tabla 1.3.	Viviendas afectadas del terremoto de Pisco 2007. INEI, marzo 2008.	21
Tabla 1.4	Distribución de ladrilleras en Departamento de La Libertad.	23
Tabla 1.5.	Comparación entre composición química y la arcilla roja común. Rhodes, 1990. ...	37
Tabla 1.6.	Porosidad típica de algunos materiales. Castillo & Costa, 2012.	39
Tabla 1.7.	Limitación en el uso del ladrillo sólido y tubular RNE E.070.	44
Tabla 1.8.	Limitación en el uso del ladrillo alveolar. RNE E.070.	45
Tabla 1.9.	Clasificación para fines estructurales. RNE E.070 – Albañilería.	47
Tabla 1.10.	Valores mínimos de la densidad. NTP 331.017 (2003).	55
Tabla 1.11.	Parámetros de clasificación salino y sódico.	60
Tabla 2.1.	Operacionalización de la variable dependiente.	62
Tabla 2.2.	Operacionalización de la variable independiente.	62
Tabla 2.3.	Valores de la distribución normal estandarizada. Rubio, 2014.	64
Tabla 2.4.	Muestra de los ensayos de albañilería.	65
Tabla 2.5.	Límites de la resistencia a la compresión según su clase. RNE E.070.	68
Tabla 2.6.	Límites de la variación dimensional según su clase. RNE E.070.	69
Tabla 2.7.	Clasificación de la eflorescencia, según su superficie afectada.	76
Tabla 2.8.	Categorías de los diferentes pH.	77
Tabla 2.9.	Clasificación de los efectos de la salinidad según su conductividad.	77
Tabla 2.10.	Tabla de porcentajes de desperdicios.	79
Tabla 2.11.	Tabla de cantidad de materiales.	80
Tabla 2.12.	Tabla de cuadrilla de la mano de obra.	81
Tabla 2.13.	Tabla de rendimiento de la mano de obra. Capeco.	81
Tabla 2.14.	Costo HH para 2019-2020 – Perú – régimen de construcción civil. Capeco.	82
Tabla 2.15.	Análisis de precios unitarios de la marca Fortes.	83
Tabla 2.16.	Fórmulas estadísticas para analizar método ANOVA.	86
Tabla 3.1.	Resultado del ensayo de variación dimensional de las unidades de albañilería.	89
Tabla 3.2.	Resultado del ensayo de absorción, porosidad y densidad.	95
Tabla 3.3.	Resultados de la comparación de la Eflorescencia e Inspección Visual.	99
Tabla 3.4.	Resultado de los ensayos de Reacción del pH, Conductividad y Salinidad.	101
Tabla 3.5.	Resumen del análisis ANOVA del ensayo de resistencia a compresión.	105
Tabla 3.6.	Resumen del análisis ANOVA del ensayo de variación dimensional, largo.	106
Tabla 3.7.	Resumen del análisis ANOVA del ensayo de variación dimensional, ancho.	106
Tabla 3.8.	Resumen del análisis ANOVA del ensayo de variación dimensional, alto.	106
Tabla 3.9.	Resumen del análisis ANOVA del ensayo de alabeo, cóncavo.	107
Tabla 3.10.	Resumen del análisis ANOVA del ensayo de alabeo, cóncavo.	107
Tabla 3.11.	Resumen del análisis ANOVA del ensayo de vacíos.	108
Tabla 3.12.	Resumen del análisis ANOVA del ensayo de succión.	109
Tabla 3.13.	Resumen del análisis ANOVA del ensayo de absorción.	109
Tabla 3.14.	Resumen del análisis ANOVA del ensayo de porosidad.	109
Tabla 3.15.	Resumen del análisis ANOVA del ensayo de la densidad.	110
Tabla 3.16.	Resumen del análisis ANOVA del ensayo del pH.	110
Tabla 3.17.	Resumen del análisis ANOVA del ensayo de conductividad.	111
Tabla 8.1.	Matriz de contingencia de la investigación.	122
Tabla 8.2.	Variación dimensional del largo, ancho y alto de la marca Fortes.	125
Tabla 8.3.	Variación dimensional del largo, ancho y alto de la marca LadriNorte.	125

Tabla 8.4. Variación dimensional del largo, ancho y alto de la marca Lark.	126
Tabla 8.5. Variación dimensional del largo, ancho y alto de la marca Clasa.	127
Tabla 8.6. Variación dimensional del largo, ancho y alto de la marca Itali.	128
Tabla 8.7. Variación dimensional del largo, ancho y alto de la marca Piramide.	128
Tabla 8.8. Variación dimensional del largo, ancho y alto de la marca Lambayeque.	129
Tabla 8.9. Variación dimensional del largo, ancho y alto de la marca Huanchaco.	130
Tabla 8.10. Alabeo del ladrillo de arcilla de las marcas Fortes, LadriNorte, Lark y Clasa.	131
Tabla 8.11. Alabeo del ladrillo de las marcas Itali, Piramide, Lambayeque y Huanchaco.	132
Tabla 8.12. Porcentaje de vacíos de las marcas Fortes, LadriNorte, Lark y Clasa.	133
Tabla 8.13. Porcentaje de vacíos de las marcas Itali, Piramide, Lambayeque y Huanchaco. .	134
Tabla 8.14. Succión del ladrillo de las marcas Fortes, LadriNorte y Lark.	135
Tabla 8.15. Succión del ladrillo de las marcas Clasa, Itali y Piramide.	136
Tabla 8.16. Succión del ladrillo de las marcas Lambayeque y Huanchaco.	137
Tabla 8.17. Absorción, porosidad y densidad de Fortes, LadriNorte, Lark y Clasa.	138
Tabla 8.18. Absorción, porosidad y densidad de Itali, Piramide, Lambayeque y Huanchaco.	139
Tabla 8.19. Ensayo de la compresión de las marcas Fortes y LadriNorte.	140
Tabla 8.20. Ensayo de la compresión de las marcas Lark, Clasa e Itali.	141
Tabla 8.21. Ensayo de la compresión de las marcas Piramide, Lambayeque y Huanchaco. ..	142
Tabla 8.22. Ensayo de pH, conductividad y salinidad de los ladrillos de arcilla.	143
Tabla 8.23. Análisis de precios unitarios de la marca LadriNorte.	145
Tabla 8.24. Análisis de precios unitarios de la marca Lark.	146
Tabla 8.25. Análisis de precios unitarios de la marca Clasa.	148
Tabla 8.26. Análisis de precios unitarios de la marca Itali.	149
Tabla 8.27. Análisis de precios unitarios de la marca Pirámide.	151
Tabla 8.28. Análisis de precios unitarios de la marca Lambayeque.	152
Tabla 8.29. Análisis de precios unitarios de la marca Huanchaco.	154
Tabla 8.30. Cálculos para el análisis de varianza, resistencia a la compresión.	156
Tabla 8.31. Valores de F teórico, puntos porcentuales de la desviación F0.05, V1, V2.	158
Tabla 8.32. Resumen del análisis ANOVA para la compresión.	159
Tabla 8.33. Cálculos para el análisis de varianza, variacion dimensional del largo.	159
Tabla 8.34. Cálculos para el análisis de varianza, variacion dimensional del ancho.	160
Tabla 8.35. Cálculos para el análisis de varianza, variacion dimensional del alto.	160
Tabla 8.36. Resumen del análisis ANOVA para la variacion dimensional, largo.	165
Tabla 8.37. Resumen del análisis ANOVA para la variacion dimensional, ancho.	165
Tabla 8.38. Resumen del análisis ANOVA para la variacion dimensional, alto.	166
Tabla 8.39. Cálculos para el análisis de varianza del alabeo, concavo.	166
Tabla 8.40. Cálculos para el análisis de varianza del alabeo, convexo.	167
Tabla 8.41. Resumen del análisis ANOVA para el alabeo, convexo.	170
Tabla 8.42. Resumen del análisis ANOVA para el alabeo, convexo.	170
Tabla 8.43. Cálculos para el análisis de varianza del porcentaje de vacios.	171
Tabla 8.44. Resumen del análisis ANOVA para los vacios.	173
Tabla 8.45. Cálculos para el análisis de varianza de la succion.	174
Tabla 8.46. Cálculos para el análisis de varianza de la absorcion.	174
Tabla 8.47. Cálculos para el análisis de varianza de la porosidad.	175
Tabla 8.48. Cálculos para el análisis de varianza de la densidad.	175
Tabla 8.49. Resumen del análisis ANOVA para la succion.	181
Tabla 8.50. Resumen del análisis ANOVA para la absorcion.	181
Tabla 8.51. Resumen del análisis ANOVA para la porosidad.	182
Tabla 8.52. Resumen del análisis ANOVA para la densidad.	182
Tabla 8.53. Cálculos para el análisis de varianza del pH.	183

Tabla 8.54. Cálculos para el análisis de varianza de la conductividad.....	183
Tabla 8.55. Resumen del análisis ANOVA para el pH.	187
Tabla 8.56. Resumen del análisis ANOVA para la conductividad.	187

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Contaminación de hornos artesanales. Secretaria de agua y medio ambiente.	14
Figura 1.2. Edificio O'Higgins – Terremoto Chile 2010. Blog Ángel San Bartolomé.	17
Figura 1.3. Zonas sísmicas del Perú. RNE – E030, 2016.	18
Figura 1.4. Viviendas informales en la ciudad de Lima.	19
Figura 1.5. El alto riesgo de las viviendas informales en Perú. Capeco.	19
Figura 1.6. Viviendas de albañilería sin columnas. CIP-Chimbote.	20
Figura 1.7. Uso de ladrillos de arcilla en la construcción de edificaciones.	24
Figura 1.8. Cifras estadísticas de viviendas particulares. INEI, 2017.	25
Figura 1.9. Uso de los tipos de ladrillos en una edificación de albañilería.	26
Figura 1.10. Muros portantes de la albañilería.	34
Figura 1.11. Muros no portantes de la albañilería.	35
Figura 1.12. Ladrillo de arcilla King Kong.	36
Figura 1.13. a. Unidad de albañilería sólida., b. Unidad de albañilería maciza.	42
Figura 1.14. Unidad de albañilería hueca. Ladrillos Pirámide.	43
Figura 1.15. Unidad de albañilería tubular. Ladrillos Pirámide.	43
Figura 1.16. Proceso de fabricación de ladrillos industriales.	48
Figura 1.17. Variación del espesor de junta.	52
Figura 1.18. Disposición para el ensayo de succión.	54
Figura 1.19. Humedad atmosférica en la construcción.	56
Figura 1.20. Intensidad de la eflorescencia, según su área afectada.	57
Figura 1.21. Calificación de la eflorescencia según su superficie afectada.	58
Figura 1.22. Disposición de los ladrillos en el ensayo de eflorescencia.	58
Figura 1.23. Tipos de acidez. Blog Edafología.	59
Figura 2.1. Esquema representativo de la investigación.	63
Figura 2.2. Cuadro sinóptico de todo el procedimiento de tesis.	66
Figura 2.3. Medidas de variación dimensional (altura).	70
Figura 2.4. a) Medición de concavidad. b) Medición de convexidad.	71
Figura 2.5. Espesor de junta en muro de sogá.	79
Figura 2.6. Cálculo del volumen del muro.	80
Figura 2.7. Ejemplo de diagrama de frecuencias.	84
Figura 3.1. Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería.	87
Figura 3.2. Porcentaje de vacíos de la unidad.	92
Figura 3.3. Succión de los especímenes de la unidad de albañilería.	94
Figura 3.4. Análisis de precios unitarios de asentado de sogá.	103
Figura 8.1. Carta de compromiso de uso de laboratorio.	124
Figura 8.2. Ensayo de variación dimensional de la unidad de albañilería.	188
Figura 8.3. Ensayo de vacíos de la unidad de albañilería.	188
Figura 8.4. Peso saturado de la unidad de albañilería.	188
Figura 8.5. Especímenes refrenados con yeso para ensayo de resistencia a compresión.	188
Figura 8.6. Vaso graduado con muestras de ladrillo para ensayo de pH y conductividad.	189
Figura 8.7. Medición de pH y conductividad.	189
Figura 8.8. Visita a la ladrillera Huanchaco, carretera vía de evitamiento Km. 579.	190
Figura 8.9. Cocción en ladrillera Huanchaco, quemadores con carbón y pajilla de arroz.	190
Figura 8.10. Tamizado de la ladrillera Huanchaco.	190
Figura 8.11. Moldeado de la ladrillera Huanchaco.	190
Figura 8.12. Cocción de los ladrillos a 900 °C.	191
Figura 8.13. Almacenamiento de los ladrillos de arcilla King Kong.	191
Figura 8.14. Molde de ladrillo King Kong 18 huecos.	191

Figura 8.15. Asentado de muro (primer piso) con ladrillo King Kong 18 huecos Lark.	192
Figura 8.16. Asentado de muro (segundo piso) con ladrillo King Kong 18 huecos Lark.....	192
Figura 8.17. Ficha técnica del ladrillo Lark para la toma de medidas estándar.	193
Figura 8.18. Ficha técnica del ladrillo Lark del ensayo de resistencia a compresión.	194
Figura 8.19. Ficha técnica del ladrillo Lark del ensayo de eflorescencia.....	195
Figura 8.20. Ficha técnica del ladrillo Lark del ensayo de absorción.	196
Figura 8.21. Ficha técnica del ladrillo Lark del ensayo de alabeo.	197
Figura 8.22. Ficha técnica del ladrillo Pirámide para la toma de medidas estándar.	198
Figura 8.23. Ficha técnica del medidor de pH y conductividad.	199
Figura 8.24. RNE E.070 – Albañilería (2006).....	200
Figura 8.25. Propuesta RNE E.070 – Albañilería (2019).....	201
Figura 8.26. Norma Técnica Peruana 399.613.	202
Figura 8.27. Norma Técnica Peruana 399.604.	203
Figura 8.28. Norma Técnica Peruana 331.017.	204
Figura 8.29. Norma Técnica Peruana 339.152.	205
Figura 8.30. Constancia de ensayos de laboratorio.	206

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 2.1. Tamaño de la muestra.</i>	63
<i>Ecuación 2.2. Resistencia a compresión.</i>	68
<i>Ecuación 2.3. Variación dimensional.</i>	69
<i>Ecuación 2.4. Porcentaje de vacíos.</i>	72
<i>Ecuación 2.5. Succión de la unidad.</i>	72
<i>Ecuación 2.6. Absorción de la unidad.</i>	73
<i>Ecuación 2.7. Peso específico de la unidad.</i>	74
<i>Ecuación 2.8. Porosidad de la unidad.</i>	75
Ecuación 2.9. Porcentaje de salinidad, con la conductividad menor a 5,19 dS/m.	76
Ecuación 2.10. Porcentaje de salinidad, con la conductividad mayor a 5,19 dS/m.	76
<i>Ecuación 2.11. Hora hombre.</i>	78
Ecuación 2.12. Rendimiento de mano de obra.	78
Ecuación 2.13. Cantidad de ladrillos.	79
Ecuación 2.14. Volumen de mortero.	80
Ecuación 2.15. Media aritmética.	84
Ecuación 2.16. Varianza.	84
Ecuación 2.17. Desviación estándar.	85
Ecuación 2.18. Coeficiente de variación.	85

RESUMEN

La ciudad de Trujillo está ubicada en una zona de alta sismicidad (zona 4) en su mayoría son construcciones informales utilizando ladrillos de resistencia y durabilidad bien bajas, por esto es necesario evaluar el control de la calidad de los ladrillos en las empresas formales y por ello se eligió los ladrillos cerámicos King Kong tipo 18 huecos industriales porque la norma RNE E.070, nos menciona que el ladrillo de cerámica debe cumplir con su resistencia y peso según su categoría; como también, debe manipularse con una sola mano y además por ser lo más usados en la industria de la construcción y de soportar la humedad, otra cualidad es que nos permite eliminar el ruido exterior de un ambiente a otro hasta en un 70 % y resiste altas temperaturas y también establece parámetros para la zona 4 según el mapa de zonificación sísmica, las cuales deben usarse ladrillos solidos industriales para muros portantes mayores a cuatro pisos considerando un tipo de ladrillo solido o macizo cumpliendo como límite máximo un porcentaje de vacíos no mayor al 30%. La presente investigación se pretende evaluar el control de calidad de los ladrillos King Kong tipo 18 huecos sobre sus propiedades como compresión, variación dimensional, alabeo, porcentaje de vacíos, absorción, porosidad, peso específico, eflorescencia, pH y conductividad para lo cual se reportó 400 resultados, las unidades de albañilería están conformadas por 8 marcas de ladrilleras como fortes, ladrinorte, lark, clasa, itali, pirámide, Lambayeque y huanchaco. El diseño de investigación es no experimental, siendo el tipo de diseño transversal descriptivo, teniendo como particularidades de una o más variables en una población. Los resultados muestran que la marca “Pirámide” tiene valores más óptimos con una resistencia a la compresión de 197 kg/cm² y cumpliendo con la variación dimensional 1 % de largo, 1 % de ancho, 0% de alto, un alabeo promedio de 1 mm concavidad y 0 mm convexidad no sobrepasando los 2 mm indicados por el RNE E.070 y en el ensayo de absorción cumple todas las marcas por tener variaciones de 10 % al 15 %, en cuanto al porcentaje de vacíos no cumple ninguna de las marcas porque la norma E070 nos limita como máximo 30% de vacíos, en cuanto a la succión cumple las marcas Lark e Itali por tener 12 y 14 g/cm²/min; sin embargo, el ensayo de la densidad cumple todas las marcas porque se encuentra por encima del 1.70 g/cm³ según la NTP 331.017(2015), La marca Fortes se considera no eflorecedo por tener una intensidad menor al 5% considerando como velo fino y ser resistente al golpe; también, se evaluó la calidad química de los ladrillos, la cual la ladrillera Huanchaco no cumple por contener 2.42 (dS/m) de sales y 5,57 de pH.

Palabras clave: Ladrillo tipo 18 huecos y control de calidad.

ABSTRACT

The city of Trujillo is located in an area of high seismicity (zone 4), the majority of which are informal constructions using bricks of very low resistance and durability, for this reason it is necessary to evaluate the quality control of the bricks in formal companies and by For this reason, King Kong type 18 industrial hollow ceramic bricks were chosen because the RNE E.070 standard mentions that the ceramic brick must comply with its resistance and weight according to its category; As well, it must be manipulated with one hand and also because it is the most used in the construction industry and to withstand humidity, another quality is that it allows us to eliminate external noise from one environment to another up to 70% and resists high temperatures and also establishes parameters for zone 4 according to the seismic zoning map, which should be used industrial solid bricks for bearing walls greater than four floors considering a type of solid or solid brick fulfilling as a maximum limit a percentage of voids no greater than 30%. The present research aims to evaluate the quality control of King Kong type 18 hollow bricks on their properties such as compression, dimensional variation, warping, percentage of voids, absorption, porosity, specific weight, efflorescence, pH and conductivity for which it was reported 400 results, the masonry units are made up of 8 brick kiln brands such as Fortes, Ladinorte, Lark, Clasa, Itali, Pirámide, Lambayeque and Huanchaco. The research design is non-experimental, being the type of descriptive cross-sectional design, having as particularities of one or more variables in a population. The results show that the “Pyramid” brand has more optimal values with a compressive strength of 197 kg / cm² and complying with the dimensional variation 1% in length, 1% in width, 0% in height, an average warpage of 1 mm concavity and 0 mm convexity not exceeding the 2 mm indicated by the RNE E.070 and in the absorption test it meets all the marks due to variations from 10% to 15%, in terms of the percentage of voids it does not meet any of the marks because the E070 standard limits us a maximum of 30% of voids, in terms of suction it meets the Lark and Itali brands for having 12 and 14 g / cm² / min; However, the density test meets all the marks because it is above 1.70 g / cm³ according to the NTP 331.017 (2015). The Fortes brand is considered non-blooming because it has an intensity of less than 5%, considering it as thin veil and be resistant to shock; Also, the chemical quality of the bricks was evaluated, which the Huanchaco brickyard does not comply with because it contains 2.42 (dS / m) of salts and 5.57 of pH.

Key words: Brick type 18 holes and quality control.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En los últimos años el sector construcción ha crecido considerablemente debido a la demanda interna y el poder adquisitivo de la población peruana. Esto ha originado una mayor inversión en infraestructura principalmente en la parte de vivienda.

La producción de ladrillos en muchos países se realiza en hornos artesanales alimentados con carbón, madera y otros materiales de biomasa. Como resultado, se emiten grandes cantidades de carbono negro contaminando el aire, el agua y la tierra como se puede observar en la **Figura 1.1**. El carbón negro tiene un potencial de calentamiento 460-1500 veces mayor que el CO₂. Estudios muestran que la implementación de tecnologías más eficientes, principalmente durante la cocción de ladrillos, puede resultar en reducciones de emisiones contaminantes del 10 al 50%, dependiendo del proceso, escala y combustible utilizado. Es ante esta necesidad que presentamos esta red donde se podrá intercambiar, información, datos sobre las nuevas tecnologías para la producción ladrillera, a partir de experiencias en países de Latinoamérica, Asia y África (Climate & Clean air Coalition, s.f.).

Figura 1.1. Contaminación de hornos artesanales.



Fuente: Secretaria de agua y medio ambiente, 2008.

Los ladrillos existen desde mucho tiempo atrás pero su uso ha ido cambiando, hasta convertirse en una de las industrias más productivas y por tanto la forma de fabricación de ladrillos se ha hecho más práctica hoy en día y existe en todo el mundo. No hay complicaciones en convertir la arcilla en un ladrillo (Huayta, 2014).

El ladrillo constituye una alternativa masiva como material de construcción en casi todos los países. Si bien a nivel mundial el requerimiento es el industrial. “La albañilería-ladrillos constituye el material más usado en Latinoamérica en la construcción de edificios de viviendas para la población de bajos ingresos debido a su bajo costo de construcción. Las construcciones de albañilería se caracterizan por ser viviendas unifamiliares de 1 o 2 pisos, o bien edificios de 5 pisos como máximo. A pesar de su extensivo uso, la construcción en albañilería presenta una serie de deficiencias en la construcción de estos edificios. La mayor parte de ellas relacionadas con el proceso de elaboración de los ladrillos y el mismo proceso constructivo, la variedad de materiales empleados y la mano de obra muchas veces no calificada” (Maldonado, 2013).

La importancia que ha adquirido el ladrillo a través de su historia lo ha colocado como un material indispensable en la industria de la construcción a nivel mundial. Muchas de las construcciones de albañilería que se realizan hoy en día tienen como componente básico al ladrillo, que, en nuestro medio, es elaborado mayormente de arcilla (Vásquez, 2016).

Según (Díaz, 1996) asegura que el ladrillo es el elemento ideal para construir, porque reúne una serie de factores que van encaminados a la protección del hombre como son la resistencia a la compresión, baja conductividad térmica, aislante acústico, absorción de agua, resistencia al fuego y durabilidad.

El Programa de Eficiencia Energética en Ladrilleras (EELA, 2014) ha desarrollado un diagnóstico regional del sector, esto ha incluido estudios de mercado, revisión de las estadísticas nacionales y estudios previos y encuestas in situ. Las cifras en esta sección se basan en estos estudios. La **Tabla 1.1**, muestra una estimación de los productores de ladrillo artesanal en América Latina:

Tabla 1.1 Productores ladrilleros artesanales en América Latina.

País	Productores ladrilleros (total)
Argentina	8.667
Bolivia*	2.704
Brasil	7.095
Colombia**	849
Ecuador	1.730
Honduras	470
México	16.953
Nicaragua	537
Perú	2.241

Fuente: Red ladrilleras, 2013.

Se cuenta con una estimación aproximada de 41.000 productores ladrilleros en América Latina, con una alta heterogeneidad de niveles de producción, tecnología y utilidades entre los países y dentro de los mismos países. En la **Tabla 1.2** se observa que los países con bajo nivel de tecnología son Bolivia, Ecuador, Argentina, México y países de América Central, que también se ve reflejado en los bajos niveles de las capacidades de los hornos; por otro lado, Brasil y Colombia tienen zonas de producción con ladrilleras semi-mecanizadas y hornos de alta eficiencia, Brasil como líder de la región. Perú y Bolivia tienen una mezcla de clusters donde algunos de ellos han implementado ciertas tecnologías y otros tienen toda la producción en base a procesos manuales (EELA, 2014).

Tabla 1.2 Estadísticas del sector ladrillero en América Latina.

País	Producción promedio anual (millares)	Utilidad por millar producido (US\$)	Capacidad del horno (equivalente a millares de ladrillos)
Argentina	143.5	42.95	28.4
Bolivia	84-1782.7	NA	9.3-31.9
Brasil	5379.9	NA	NA
Colombia*	194.97 – 11040	13.3	20 - 35
Ecuador	45.2-207.5	24-57	5.6-17.9
Honduras	34.5-241.5	16.9-53.4	2.2-12.5
Mexico	57 - 67205	NA	6.5-30
Nicaragua	29.1-310.6	NA	1.7-11.6
Peru	100-1115		15.4-181.9

Fuente: Red ladrilleras, 2013.

En la República de Chile, se realizó un estudio donde se analizó los daños y el comportamiento de las edificaciones de albañilería, producto del sismo del 27 de febrero del 2010. Esta investigación señala que la mayoría de viviendas sociales son de 3 y 4 niveles, en donde prevalece la utilización de muros de albañilería confinada construidas con ladrillos artesanales fabricados en la zona, los cuales, generalmente son de baja resistencia a compresión y para usos estéticos se encuentran estucados en ambos lados del muro, aumentando cuantiosamente el peso propio de la construcción. Otro factor relevante es la poca y extremadamente dispersa resistencia a compresión de los ladrillos artesanales, los cuales, en diversos casos estudiados se aprecia problemas considerables por alta permeabilidad y problemas a nivel estático del peso propio. En consecuencia, de ello, cerca del 10 % de estas edificaciones presentaron daños severos, llegando incluso algunos al colapso como se puede ver en la **Figura 1.2** (Alcaíno, Ruiz, & Rivera, 2010).

Figura 1.2. Edificio O'Higgins – Terremoto Chile 2010.



Fuente: Blog Ángel San Bartolomé, 2010.

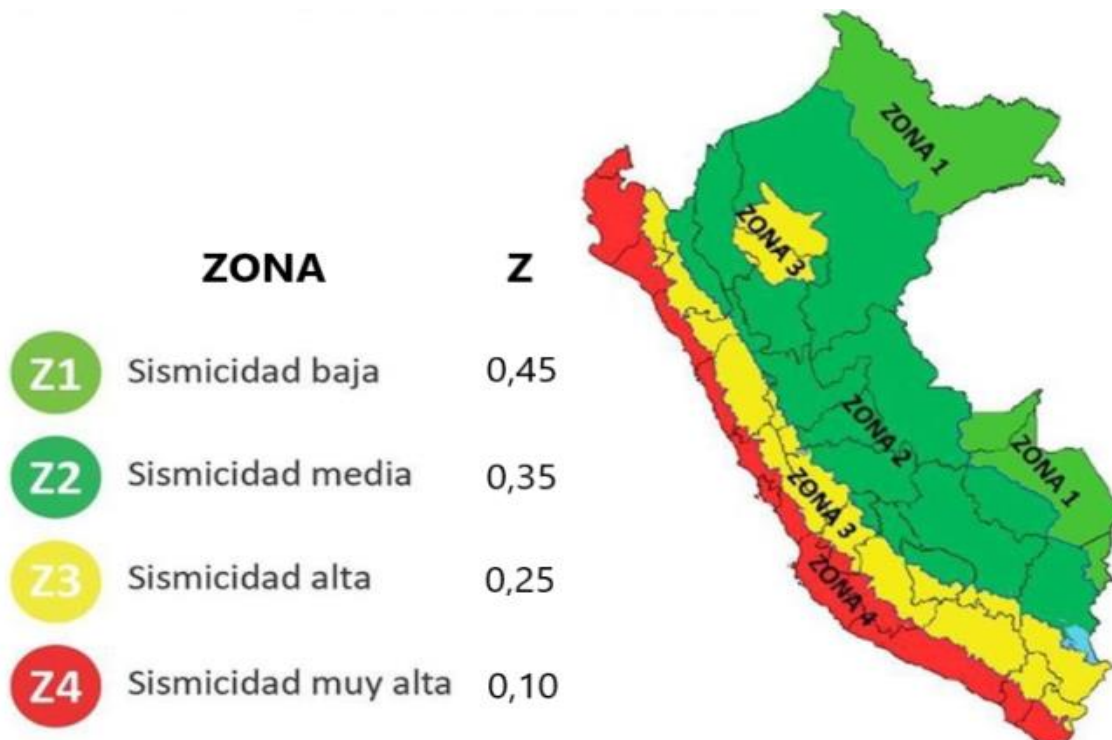
En la República Argentina, un considerable porcentaje de las construcciones que se usa en la mampostería son de ladrillos comunes, constituida por elementos cerámicos de dimensiones pequeñas y unidas por un mortero de asiento. La mayoría de estos ladrillos producidos en la zona, son de fabricación artesanal y no cumplen con los estándares mínimos de calidad en cuanto a dimensiones, resistencia a compresión, calidad, etc., por lo que, no se puede pronosticar su comportamiento y durabilidad durante su vida útil en la construcción, dando como resultado una insuficiente calidad de los mampuestos y una dispersa resistencia a

compresión de los ladrillos, por lo que debe hacerse constante mantenimiento y reparación en la mampostería (Cantú, Gallina, López , & Tempestti, 2007).

(Tsomokos, 2017) El empresario indica que se encuentran trabajando en el mercado peruano desde el año 2011 y han ejecutado diversos proyectos con gran éxito. Agrega que si bien esta tecnología existe en Europa hace años, no está muy lejos de llegar a Perú y poder adaptarla. “Por ello, ha llegado la hora de la adquisición de equipos, porque las empresas peruanas productoras de ladrillos ya tienen un horizonte trazado y están empezando a dar el paso tecnológico”. Agregó que con ello se podrá mejorar la producción de ladrillos para la construcción de casas y edificios en mejores condiciones, lo que mejorará la calidad de vida de las personas.

Vivimos en un país con un alto riesgo sísmico (**Figura 1.3**), por lo que las edificaciones tienen que ser convenientemente analizadas, diseñadas y construidas adecuadamente, de modo que tengan un buen comportamiento ante todo tipo de sollicitación. Este análisis debe comenzar por tener el conocimiento de cada uno de los materiales que conforman a la estructura, que en este caso tiene que ver con la albañilería por lo tanto es importante determinar las propiedades de las unidades de albañilería en nuestro medio (INDECI, 2011).

Figura 1.3. Zonas sísmicas del Perú.



Fuente: RNE – E030, 2016.

El presidente de la Cámara Peruana de la Construcción (Espinosa, 2017), advirtió que el 70% de las viviendas en Lima (ver **Figura 1.4**), son vulnerables ante un eventual sismo de gran magnitud pues son construidas de manera informal, sin seguir normas técnicas. A nivel nacional, esta cifra se puede elevar hasta 80% (ver **Figura 1.5**). De acuerdo con el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (Cismid), en las zonas periféricas de las ciudades, el nivel de informalidad en la construcción puede alcanzar el 90% incluso. Esto significa que, ante un eventual sismo de alta magnitud o un huaico, son muchas más las viviendas que correrían riesgo de desplomarse o dañarse severamente que las que lo soportarían.

Figura 1.4. Viviendas informales en la ciudad de Lima.



Fuente: El comercio, 2018.

Figura 1.5. El alto riesgo de las viviendas informales en Perú.

PERÚ:
Según Capeco,
el 80% de las
viviendas son
informales.

LIMA:
Se aproxima que
70% de las
viviendas son
informales.



Esto significa que, ante un eventual sismo de alta magnitud o un huaico, son muchas más las viviendas que correrían riesgo de desplomarse o dañarse severamente que las que lo soportarían.



Fuente: Capeco, 2018.

En el Perú, las viviendas de albañilería, construidas con piezas de ladrillo o bloques de concreto, sufrieron daños de diverso grado en toda la región macrosísmica afectada por el terremoto de 1970. Sin embargo, la gran mayoría de daños se concentró, principalmente, en la ciudad de Chimbote, por lo que los trabajos del Proyecto de Reparación y Reforzamiento de Viviendas de Albañilería (PRRVA) se focalizaron en dicha ciudad. En Villa María Baja, Chimbote, los daños en las viviendas de albañilería (**Figura 1.6**) fueron del 90% (PNUD, 2009).

Figura 1.6. Viviendas de albañilería sin columnas.



Fuente: CIP-Chimbote, 2009.

En el Perú, un sismo de magnitud 7.9 en la escala de Richter ocurrió el 15 de agosto de 2007 en la parte central de la costa de Perú, a cerca de 150 Km. al sur de Lima. El terremoto ocasiono daños en instalaciones de agua y alcantarillado, hospitales, escuelas y otras infraestructuras. De acuerdo a la Tabla 1.3 las cifras del INEI, 52,154 viviendas fueron totalmente destruidas, 23,632 viviendas fueron severamente dañadas. La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) envió equipos de evaluación de necesidades al Perú, cuando se confirmó la importancia de promover la reconstrucción de viviendas sismorresistentes para reducir el riesgo de futuros daños por terremotos (MVCS, 2009).

Tabla 1.3. Viviendas afectadas del terremoto de Pisco 2007.

DEPARTAMENTO/PROVINCIA	TOTAL VIVIENDAS	GRADO DE AFECTACIÓN DE LAS VIVIENDAS	
		VIVIENDAS DESTRUIDAS	VIVIENDAS MUY AFECTADAS
TOTAL ÁREA AFECTADA	75.286	52.154	23.632
DEPARTAMENTO DE ICA	64.868	46.455	18.413
ICA	27.024	20.013	7011
CHINCHA	24.599	17.708	6891
PISCO	13.245	8734	4511
DEPARTAMENTO DE LIMA	9011	4906	4105
CAÑETE	7977	4547	3430
YAUYOS	1034	359	675
DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA	1907	793	1114
CASTROVIRREYNA	890	370	520
HUAYTARÁ	987	417	570
HUANCAVELICA	30	6	24

Fuente: INEI, marzo 2008.

En el Perú, la Norma Técnica de Edificación E.070 (NTE E.070, 2006) afirma que “Esta Norma establece los requisitos y las exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones de albañilería estructuradas principalmente por muros confinados y por muros armados” (p. 295). A su vez, establece que “los sistemas de albañilería que estén fuera del alcance de esta Norma, deberán ser aprobados mediante Resolución del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento luego de ser evaluados por SENCICO” (p. 295).

El sector de los ladrilleros artesanales en el Perú presenta una serie de problemas, entre los cuales se puede mencionar como principales: la baja eficiencia en los hornos empleados, el uso de combustibles inadecuados, la baja calidad de los productos terminados, los deficientes procesos de comercialización y como consecuencia la economía precaria en la que se desarrollan estos productores y esta situación es similar en otras partes del país, región y el mundo (PRAL, 2009).

En el Perú, las edificaciones que más predominan son de albañilería confinada. En este tipo, las fuerzas sísmicas son resistidas en su mayoría por los muros estructurales que generalmente se construyen con ladrillos y tienen un comportamiento aceptable. La mayoría de ciudades de la Costa Norte, y centro del país, las edificaciones son de mediana altura, entre 1 a 5 pisos, son las que más se han construido bajo el sistema de albañilería confinada (San Bartolomé, 2011).

En la provincia de Huancayo, capital del departamento de Junín, se realizó un estudio en donde se evalúa las ventajas de una albañilería confinada construida con ladrillos artesanales y otra con industriales, para lo cual se ensayó a compresión estas unidades, observándose que los ladrillos artesanales no clasifican como ningún tipo, pues se obtuvo una resistencia a compresión promedio de $40,98 \text{ kg/cm}^2$, y el mínimo establecido por la Norma Técnica de Edificación E 0.70 (2006) es de 50 kg/cm^2 (Peralta, 2016).

En el departamento de Huánuco, se elaboró una propuesta para mejorar la calidad estructural de los ladrillos artesanales, debido a que se presenta una cocción irregular y la presencia de grietas por contracción de secado, siendo estas imperfecciones las que influyen de forma muy notoria en la resistencia a compresión de las unidades de albañilería. La propuesta consiste en la inclusión de huecos en la cara de asiento (con menos del 30 % de vacíos para mantener la condición de sólido), con la finalidad de tener una cocción más completa en la parte interna de la unidad; y, a su vez incluir aserrín en la composición del crudo, para evitar fisuras o grietas por contracción de secado. Los resultados arrojan valores positivos, pues los ensayos realizados a estas nuevas unidades y pilas de albañilería cumplen con lo estipulado en la Norma Técnica de Edificación E.070, clasificándolos por lo menos como tipo II, a diferencia de las unidades control que no llegan ni al mínimo valor estipulado por esta Norma (Arquíñigo, 2011).

Encontró que el periodo de cocción del ladrillo de arcilla artesanal, varía de treinta y seis a setenta y dos horas, de acuerdo a las fabricas encuestadas, la cual produce una variación entre sus propiedades físicas y mecánicas de cada lote de ladrillos, comprobado en laboratorio al realizar ensayos de resistencia a compresión, flexión y absorción (Gavilanes & Santellán , 2016).

(Peralta, 2016) Encontró que los ladrillos artesanales e industriales no cumplen con lo establecido en la Norma Técnica de Edificación E.070 (2006) para ser empleados en la construcción de muros portantes; pues, los ladrillos artesanales no alcanzan la resistencia a compresión mínima (50 kg/cm^2) y los ladrillos industriales presentan un porcentaje de vacíos mayor al 30 %, por lo que no son sólidos. Por lo tanto, estas unidades de albañilería, no cumplen los requisitos indispensables para su uso en muros portantes.

En Trujillo, al igual que la mayoría de ciudades de la Costa Norte, las edificaciones de mediana altura, entre 1 a 5 pisos, son las que más se han construido bajo el sistema de

albañilería confinada. Debido a que el país se encuentra en una zona sísmica, el litoral peruano es vulnerable a los efectos de sismos y este tipo de vivienda construidas informalmente son las primordiales en presentar problemas estructurales a lo largo de su vida útil, así como rajaduras. Trujillo no es ajeno uno de los principales problemas que acecha no solo el Perú sino ahora también el mundo: la informalidad. Según la Dirección Regional de Producción de La Libertad (2012); indica que, “En la provincia de Trujillo, se encuentran 27 ladrilleras distribuidas en varios distritos” como se observa en la **Tabla 1.4** (Programa Regional de Aire Limpio & Ministerio de la Producción, s.f.).

Tabla 1.4 Distribución de ladrilleras en Departamento de La Libertad.

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	Nº DE EMPRESAS
La libertad	Trujillo	Huanchaco	1
La libertad	Trujillo	La Esperanza	3
La libertad	Trujillo	Laredo	2
La libertad	Trujillo	Trujillo	11
La libertad	Trujillo	El porvenir	4
La libertad	Trujillo	Víctor Larco H.	1
La libertad	Trujillo	Moche	4
La libertad	Trujillo	Florencia	1
Total			27

Fuente: Programa Regional de Aire Limpio & Ministerio de la Producción, s.f.

En la zona central del país, también existe este problema de ladrilleras informales, debido a que en ese sector no existen muchas empresas industriales que fabriquen ladrillos maquinados. Por otro lado, las características físicas y estructurales de sus productos son totalmente distintas a los de Trujillo por muchos factores, dentro de ellos tenemos: canteras extracción del material (arcilla), proceso de fabricación, dosificación de la materia prima y entre otros. Debido a esto es necesario tener conocimiento de las características estructurales de las unidades de albañilería fabricadas de manera artesanal en la ciudad de Trujillo, mediante un control de calidad y ensayos para corroborar lo estipulado en las normas peruanas.

En la actualidad existen aproximadamente 94000 mil centros educativos, en los cuales hay 7 tipos de materiales usados en su construcción, siendo los más predominantes el adobe con 48% donde todas estas construcciones se encuentran ubicadas en las zonas de alta sismicidad

según norma E.030, y concreto armado y albañilería con 37% cuyos centros educativos están ubicadas en las zonas de media y alta sismicidad (Ministerio de Educación, 2011).

En la actualidad, el ladrillo cerámico se presenta como el material más utilizado para la autoconstrucción debido, en algunos casos, a su disponibilidad y a que el poblador que labora en la construcción está familiarizado con las tareas de albañilería de muros portantes (**Figura 1.7**); sin embargo, en otros casos significa aspectos desfavorables, como por ejemplo cuando la obra se encuentra en sitios alejados de los centros de producción, el transporte del material encarece el costo de la construcción; en otras situaciones se presenta limitada disponibilidad de materiales y equipamientos (hornos) como para fabricar elementos de calidad; así mismo puede considerarse con criterios de impacto ambiental la utilización ventajosa de recursos locales (Arrieta & Peñaherrera, 2001).

Figura 1.7. Uso de ladrillos de arcilla en la construcción de edificaciones.



Fuente: RPP, 2018.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye la evaluación del control de calidad de los tipos de ladrillos King Kong 18 huecos sobre sus propiedades mecánica, físicas y químicas, Trujillo 2018?

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis general

Una evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de tipo 18 huecos, influirá sobre sus propiedades mecánica, físicas y químicas a la cual permitirá que las empresas ladrilleras cumpla fielmente con la norma.

1.3.2. Hipótesis específico

La evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre el incremento de la resistencia a la compresión, variación dimensional, porcentaje de vacíos, succión, absorción, porosidad, densidad, pH y conductividad.

1.4. Justificación del problema

Los hogares construidos con ladrillos o bloques de cemento han presentado un crecimiento en el año 2017, con respecto al 2016, al pasar de un 51,9 % a un 55,8 % del total de viviendas particulares en el Perú (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017). Lo cual, trae consigo el incremento de ladrilleras industriales y la alta demanda de su principal producto, el ladrillo King Kong 18 huecos.

Figura 1.8. Cifras estadísticas de viviendas particulares.



Fuente: INEI, 2017.

Se eligió a los ladrillos cerámicos King Kong tipo 18 huecos industriales maquinados de medidas de (23cm x 12,5cm x 9cm Tipo IV) y de (24cm x 13cm x 9cm Tipo V) en su largo, ancho y altura respectivamente, porque la norma RNE E.070 nos menciona que el ladrillo de cerámica debe cumplir con su resistencia y peso según su categoría; como también, debe manipularse con una sola mano y además por ser lo más usados en la industria de la construcción y de soportar la humedad, otra cualidad es que nos permite eliminar el ruido

exterior de un ambiente a otro hasta en un 70 % y resiste altas temperaturas, la norma establece parámetros para la zona 4 según el mapa de zonificación sísmica, las cuales deben usarse ladrillos sólido industriales para muros portantes mayores a cuatro pisos y además debe cumplir como límite máximo según la norma un porcentaje de vacíos no mayor al 30% en su cara de asentado. Debe tenerse en cuenta que cuantas más perforaciones tengan las unidades, pueden fallar por concentración de esfuerzos de compresión con la tendencia a descascararse (desconcharse), lo cual es un tipo de falla muy frágil. Sin embargo, es conveniente que el ladrillo tenga perforaciones pequeñas en sus caras de asentado, con la finalidad de que el mortero penetre en ellas creando llaves de corte; asimismo, las perforaciones favorecen la cocción interna de la unidad.

Figura 1.9. Uso de los tipos de ladrillos en una edificación de albañilería.



Fuente: Pirámide, 2019.

Para la presente investigación surge a raíz de que las viviendas en la Ciudad de Trujillo en su mayoría son construcciones informales utilizando ladrillos de resistencia y durabilidad bien bajas, difundiéndose actualmente en los alrededores de la Ciudad. La ciudadanía de Trujillo no se encuentra capacitada para actuar en caso se produzca sismos de gran magnitud o algún otro fenómeno natural, tal fue el caso del fenómeno del niño costero que se llevó a

cabo en febrero del 2017, en donde hubo muchas viviendas en diferentes partes del Perú construidas con ladrillos no pudieron resistir la estructura a dicho fenómeno natural.

La ciudad de Trujillo está ubicada en una zona de alta sismicidad (zona 4, según la Norma E.030 Diseño Sismo resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones), por esto es necesario evaluar el control de la calidad de los ladrillos King Kong en las empresas formales y tener una mejor resistencia ante los eventos sísmicos y evitar pérdidas de vidas humanas.

Una de las patologías más frecuentes que se produce en las fachadas son las eflorescencias o también conocidas como salitre. Se trata de manchas blanquecinas de aspecto irregular que aparecen en superficies que han sufrido humedad, ya que nos encontramos en la zona 4 según el mapa sísmico la cual pertenece a la costa y estamos a frecuentes cambios climático. Cuando la superficie se seca y el agua se evapora se da la cristalización de algunas sales solubles que se encuentran en el agua. Estas sales emergen a la superficie del ladrillo y se cristalizan destruyendo la superficie del ladrillo.

A pesar de que la norma E.070 del RNE establece unos requisitos de calidad para estas unidades, los productores locales no parecen cumplir con ellas o al menos, los valores son muy variables. Por ello y considerando que las edificaciones se construyen con materiales defectuosos, sin ninguna dirección técnica y sin ningún control de calidad, evaluar las propiedades más importantes de los ladrillos King Kong de 18 huecos que son comercializados como industriales en la ciudad de Trujillo es el objetivo en el presente estudio de investigación. Por ello se busca contrastar la variabilidad observada en las propiedades de los ladrillos con los valores máximos permisibles señalados en las Normas Peruanas, tanto en el Reglamento Nacional de Edificaciones como las Normas Técnicas Peruanas. Esto permitiría verificar si es necesario realizarle un control de calidad a los ladrillos en obra.

En esta investigación se propone buscar mediante la aplicación de la teoría y los conceptos básicos de las propiedades mecánicas y físicas de las unidades de albañilería de arcilla (ladrillos), que se encuentran en la norma E.070 del RNE, como en la Norma Técnica Peruana (Procedimientos para los ensayos de unidades de albañilería). Evaluar la variabilidad en las propiedades tanto mecánicas y físicas de las unidades de albañilería de las empresas ladrilleras.

Los documentos que controlan la calidad del ladrillo son: La norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.), la cual da los parámetros mínimos que debe cumplir un ladrillo para su utilización, las propiedades mecánicas, físicas y químicas para el cumplimiento y aceptación del ladrillo como pieza apta dentro de la albañilería. Otros documentos importantes que rigen el control del ladrillo y los ensayos de control de calidad de este son las Normas Técnicas Peruanas (N.T.P.) del Instituto Nacional de la Calidad (INACAL), las cuales nos dan los procedimientos para verificar la calidad de del ladrillo. La influencia que tienen los hornos para la cocción de ladrillos no es tratada en ambas normas lo cual genera un vacío normativo en el país para el uso y características que deben de tener los diferentes tipos de hornos. Finalmente, con la presente investigación empírica se pretende generar precedentes para poder en un plazo no muy lejano tener un capítulo que trate las especificaciones y parámetros que deben tener los ladrillos en las normas de construcción de nuestro país.

En el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E.070 – Albañilería, establece los parámetros mínimos para un adecuado control de calidad que se basa en lo siguiente: variación dimensional, absorción, porcentaje de vacíos, resistencia a la compresión y además establece rangos mínimos para cada tipo de ladrillo (tipo I, II, III, IV, V). Y en la Norma Técnica Peruana (NTP) 399.613, nos presenta el ensayo de eflorescencia. Una Buena calidad del ladrillo está basada en el proceso de la fabricación, el material a utilizar y sobre todo haber un control adecuado desde la caracterización del material hasta obtener el producto final la cocción por parte de las empresas.

Es importante concientizar a las empresas formales a que tomen conciencia en la fabricación de los ladrillos, ya que esta investigación contribuirá a futuras investigaciones y tesis que persigan objetivos similares, brindándoles una base técnica acerca del control de calidad de los ladrillos King Kong industrial tipo 18 huecos, ya que estos estudios son de mucha importancia en cuanto al momento de la construcción de viviendas de albañilería han sido ejecutada sin la capacidad técnica, al mismo tiempo se pretende desarrollar como una fuente de información a los alumnos de la carrera de ingeniería civil para complementar y ampliar sus conocimientos, es por ello que se consideró las marcas de ladrillos más comerciales en el mercado como las marcas: fortes, ladrinorte, lark, clasa, itali, pirámide, Lambayeque y huanchaco.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar el control de calidad de los tipos de ladrillos King Kong 18 huecos sobre sus propiedades mecánica, físicas y químicas, Trujillo 2018.

1.5.2. Objetivos específicos

- Realizar ensayos para determinar si las unidades de albañilería de arcilla cumplen con los requisitos estipulados necesarios que indica la Norma Técnica E.070 – Albañilería (2019).
- Comparar a partir de la compresión de la norma NTP 339.613 el comportamiento de las ocho empresas que producen ladrillos King Kong 18 huecos.
- Analizar a partir de los ensayos físicos; tales como, variación dimensional, alabeo, porcentaje de vacíos, succión, absorción, densidad, porosidad y eflorescencia de los diferentes comportamientos del ladrillo King Kong 18 huecos.
- Determinar los factores químicos influyentes en las propiedades de ladrillos King Kong 18 huecos; tales como, reacción del pH, conductividad y salinidad.
- Comparar los análisis de precios unitarios de asentado de muro de soga de las marcas fortes, ladrinorte, lark, clase, itali, pirámide, Lambayeque y huanchaco.
- Determinar estadísticamente si las variables independientes influyen en las variables dependientes.

1.6. Antecedentes

- La tesis de Mendoza, en el año 2018, investigo el tema Evaluación de ladrillo ecológico machihembrado en resistencia, costo y rendimiento para su aplicación en viviendas económicas Huacrachuco 2017, Universidad de Privada del Norte (UPN), tuvo el objetivo de evaluar la resistencia, costo y rendimiento para su aplicación en viviendas económicas en el distrito de Huacrachuco, Provincia de Marañón. Huánuco 2017.

En los ensayos físicos realizados se aprecian una variación dimensional de -0,078%, 0,072% y 0,167% tanto para largo, ancho y alto respectivamente. Las medidas promedio en el alabeo se obtuvieron 1,13mm. apreciada que la concavidad es en la parte inferior, mientras que en la cara superior no se muestra ninguna variación. La absorción ensayada con cinco unidades de ladrillos ecológicos se obtuvo un promedio de 15,24%. En la prueba de la densidad se obtuvo un promedio de 1,62 g/cc. En el ensayo de la resistencia a la compresión se obtuvo un promedio de 61,24 kg/cm², y en el costo de construcción de muro aparejo a soga por metro cuadrado con ladrillos ecológicos machihembrados es de S/. 51.05 soles, mientras que

el m² de muro con ladrillos King Kong 18 huecos es de S/. 74.57, esto indica un ahorro de S/. 23.80. por m². La investigación me permite recabar información sobre los costos de asentado de muro de ladrillo King Kong tipo 18 huecos como también me permitió adquirir información para mi base teórica.

- La investigación de Altamirano en el 2016, Control de calidad de los ladrillos pandereta de la provincia de Trujillo en el año 2016, Universidad Privada del Norte (UPN), tubo el objetivo de evaluar el control de calidad de los ladrillos pandereta elaborados en la provincia de Trujillo, a partir de los ensayos físicos y mecánicos.

Los resultados obtenidos indican que la variación dimensional en los ladrillos artesanales no categorizó con ningún Tipo, al igual que los ladrillos semi industriales, solo la marca “Clasa” logro estar en una categoría de Tipo IV ($\pm 2\%$), según la norma E070. El alabeo indica la concavidad y convexidad presentes en los ladrillos, se obtuvo promedios entre 1 mm y 2 mm, categorizando como ladrillo Tipo V. En el porcentaje de vacíos con menor al 30% en los ladrillos artesanales y en los semi industriales presentan variaciones entre 45% - 60% por la cantidad de huecos. La absorción de todos los ladrillos estudiados no sobrepasa el límite establecido por la norma (22%) por lo que tienen la porosidad adecuada frente a la intemperie. La inspección visual determino las distintas calidades que se venden en la provincia de Trujillo, con apariencias rugosas y ásperas en los artesanales, mientras que en los semi industriales son más regulares y uniformes. La resistencia a compresión tiene valores muy variables; en los artesanales, “san isidro” categoriza como ladrillo tipo I con promedio de 65 kg/cm² y los otros dos no llegan al mínimo, mientras que en los semi industriales el ladrillo “fortes” categoriza como Tipo III con promedio de 107 kg/cm² y los otros dos no se acercan al mínimo establecido por la norma. En esta investigación me sirvió para recabar información sobre los ensayos de variación dimensional, porcentaje de vacíos, absorción, alabeo, peso específico, inspección visual y resistencia a la compresión.

- La tesis de Barranzuela en el año 2014, investigo el tema Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la región Piura, Universidad de Piura (UDEP), tubo el objetivo de identificar el proceso de producción de las unidades de albañilería de arcilla fabricadas en el departamento de Piura y establecer algunos valores referentes a sus propiedades.

Los resultados obtenidos indican que la variación dimensional en los ladrillos corrientes es mucho mayor (11,27%, Tipo II) que los King Kong (3,25%, Tipo V). En cuanto al alabeo se obtuvo 8mm. de concavidad máxima, la cual no supera el límite establecido; y una

convexidad de 7mm. En las distintas zonas. El porcentaje de absorción supera lo estipulado en la norma (22%) obteniendo un 23% en algunas localidades indicando el nivel de porosidad y la absorción de humedad, además se obtuvo un coeficiente de saturación promedio de 0,82 considerando que tienen una durabilidad aceptable cuando se somete a la acción de la intemperie. En el porcentaje de vacíos varía entre 16% y 18% para ladrillos artesanales adquiriendo el mayor valor la ladrillera MOCHE y para los semi-industriales varía entre 45% y 60% de vacíos adquiriendo el mayor valor la ladrillera LAMBAYEQUE. El porcentaje de absorción tanto de artesanales como semi-industriales no sobrepasa lo estipulado en la norma (22%) obteniendo una variación entre el 11% y 20%. En el ensayo de succión se obtuvieron distintos valores desde el más mínimo con 52,40 g/min descendiente de Tallan hasta el máximo con 70 g/min ubicado en la unión. En los resultados obtenidos en las artesanales la resistencia a la compresión la ladrillera SAN ISIDRO es el único que categoriza como Tipo I (min 50 kg/cm²) por tener una resistencia de 65 kg/cm²; por otro lado, en las semi-industriales la ladrillera FORTES se categoriza como Tipo III (min 95 kg/cm²) por tener una resistencia de 108 kg/cm². De esta investigación aportará con el desarrollo con el proceso productivo de los ladrillos de arcilla, el cual servirá para recabar información sobre el ensayo de succión.

- En la tesis de Seminario en el año 2013, investigo sobre la Variabilidad de las propiedades de los ladrillos industriales de 18 huecos en la ciudad de Piura, Universidad de Piura (UDEP), tuvo el propósito de evaluar la variabilidad de las propiedades de los ladrillos industriales de 18 huecos adquiridos en la ciudad de Piura.

De los ensayos se observa que según lo establecido en la Norma E070 - Albañilería, la variación dimensional se clasifica como un ladrillo Tipo III, en donde se obtuvieron las desviaciones estándar del ladrillo FORTES en sus dimensiones; largo, 3,58%, ancho, 3,36% y altura, 0,33% respectivamente, mientras que en el ladrillo LARK varían en 0,39%, 1,76% y 2,67% del mismo orden. Las medidas de alabeo según la marca para un ladrillo Tipo III fueron: TALLÁN con 2,8mm., FORTES con 4,3mm. Y LARK con 2mm. La absorción varía entre 5% y 10% según las marcas ensayadas, mostrando que no exceda el 22% como máximo según las exigencias de la norma E070. El porcentaje de vacíos según la marca, FORTES con 43,11%, LARK con 45,45% y TALLÁN con 46,04% para un ladrillo Tipo III. Y finalmente para el ensayo de la resistencia a la compresión se obtuvieron en LARK con 120,46 kg/cm², FORTES con 84,13 kg/cm² y TALLÁN con 82,22 kg/cm². De esta investigación aportará en la variabilidad de las propiedades de los ladrillos industriales de

18 huecos, el cual me servirá de base para describir mejor el procedimiento de cada ensayo a ejecutar, teniendo en cuenta las recomendaciones brindadas en esta investigación. Además, me sirvió como antecedente para determinar el tamaño de muestras para mi investigación.

- La tesis de Hacha en el año 2020, con su investigación titulada Variabilidad de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos King Kong 18 huecos fabricados en Huachipa, Universidad Peruana Unión, tuvo el objetivo de evaluar la variabilidad de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos King Kong 18 huecos fabricados en Huachipa por las empresas ladrilleras ÑOÑO, CERANDES y MVF.

De los ensayos realizados indican que en la ejecución de una vivienda multifamiliar se tendrán 4 adquisiciones cada 3 semanas y que la ladrillera ÑOÑO y MVF si cumplen con los ensayos obligatorios por la norma E070 del RNE, los cuales son la variación dimensional, alabeo y resistencia a la compresión y la ladrillera CERANDES si cumple en su ensayo de alabeo y resistencia a la compresión (adquisición 1 y 2); sin embargo, en su variación dimensional no cumple. En cuanto al coeficiente de variación de las tres ladrilleras para todos los ensayos, están dentro de lo estipulado por la norma E070 del RNE el cual indica que no debe superar el 20% de dispersión, si bien algunas de las propiedades presentan coeficientes de variación bajos no implica que dichas unidades de albañilería cumplen con lo establecido en la normativa con respecto a su calidad. De esta investigación aportara en la variabilidad de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos King Kong 18 huecos, el cual me servirá como base a los resultados de los ensayos químicos de la materia prima de los ladrillos y además nos sirve para complementar la información sobre el procedimientos de los ensayos de variación dimensional, alabeo, porcentaje de vacíos, absorción y resistencia a compresión; como también me sirvió para complementar la definición teórica de la eflorescencia.

- En el trabajo de Rincón & Romero en el año 2000, investigo sobre los Fundamentos y clasificación de las eflorescencias en ladrillos de construcción, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja de España, tubo el objetivo de evaluar la importancia de la eflorescencia en los ladrillos.

En el trabajo realizado menciona como conclusiones que el fenómeno de aparición de eflorescencias en materiales de arcilla cocida es bien conocido desde hace tiempo y se ha visto, en la presente revisión, que hay datos abundantes en cuanto a tipos, métodos de estudio y corrección en el proceso. Sin embargo, sigue siendo un fenómeno al que se han hecho

pocos estudios aplicando los más modernos métodos de análisis. El mayor problema es no sólo la complejidad del fenómeno, sino las múltiples e interferentes causas que hacen que se produzca esta patología en ladrillos. De esta investigación me ha permitido recabar información para bases teóricas y él porque del origen de la eflorescencia como causas y el grado en que se puede determinar en el ensayo de la eflorescencia.

- En el trabajo de Castillo & Acosta en el año 2012, investigo sobre las Características físicas de los materiales absorbentes sonoros porosos, Universidad Tecnológica Nacional de Argentina, tubo el objetivo de analizar las características físicas de materiales porosos que influyen en la absorción del sonido, abarcando también su diseño, construcción, clasificación, disposición espacial y modelización utilizando el método de elementos finitos. En el trabajo realizado se concluye que las características físicas más importantes de estos materiales son la porosidad y la resistividad al flujo, ya que determinan el coeficiente de absorción sonora del mismo. Además, para lograr una mayor absorción de la energía sonora en un recinto cerrado, se debe tener en cuenta: el tipo, la posición, la forma geométrica, el espesor y la densidad del material. De esta investigación aportará en las características físicas de los materiales absorbentes sonoros porosos, el cual me servirá de base para describir mejor la definición de los poros en las unidades de albañilería.

- En el artículo de Cantú en el año 2007, investigo sobre la Determinación de los estándares mínimos de calidad a cumplir por los ladrillos cerámicos macizos de fabricación artesanal, Universidad Nacional de Cuyo en Argentina, tubo el objetivo de obtener información acerca de la calidad de la producción local del ladrillón, determinar las características generales que presentan estos elementos, proponer medidas de control de calidad en la recepción de los mampuestos, establecer estándares mínimos a cumplir por los ladrillos cerámicos artesanales fabricados en Mendoza y proponer bases para la normalización del ladrillo de producción local.

De los ensayos se observa que acuerdo a los valores analizados, la calidad del ladrillón disponible en Mendoza, corresponde al ladrillo cerámico macizo clase B, ya que el promedio de las resistencias medias obtenidas por ensayos de compresión es de $85,72 \text{ kg/cm}^2$, y la característica según CIRSOC 103 es de $68,23 \text{ kg/cm}^2$, mostrando en el análisis de los gráficos una tendencia decreciente en los valores de resistencia a compresión y en el ensayo de absorción muestra una tendencia a aumentar de acuerdo a los últimos ensayos realizados, con un promedio general de 20,58 %. De esta investigación aporta información teórica sobre

la porosidad, eflorescencia y succión, la cual servirá de base para describir mejor la definición de los poros en las unidades de albañilería.

1.7. Bases Teóricas

1.7.1. Definición de albañilería

Define la albañilería como un conjunto de unidades trabadas o adheridas entre sí con algún material como el mortero de barro o de cemento. Las unidades pueden ser naturales (piedras) o artificiales (adobe, tapias, ladrillos y bloques). Este sistema fue creado por el hombre a fin de satisfacer sus necesidades principalmente de vivienda (San Bartolomé, 1994).

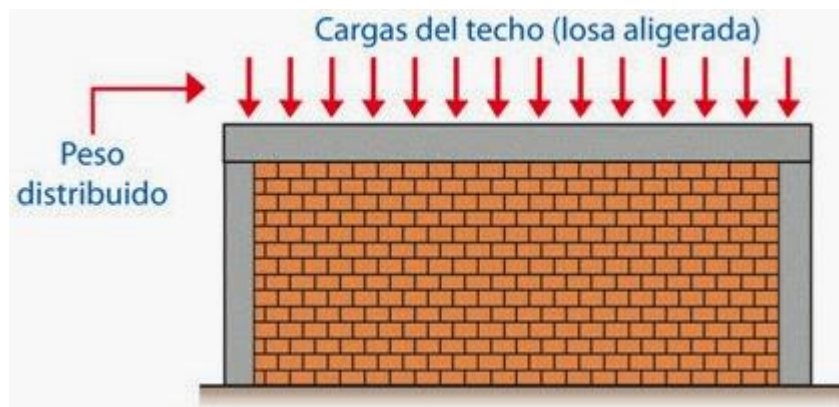
1.7.2. Clasificación de la albañilería por su función estructural

Clasifica los muros por su función estructural en: muros portantes y muros no portantes (San Bartolomé, 1994).

a) Muros Portantes

Son los muros que se emplean como elementos estructurales. Están sujetos a todo tipo de fuerza. Los muros estructurales son los encargados de transmitir las cargas verticales y horizontales (**Figura 1.10**) de la vivienda hasta la cimentación (San Bartolomé, 1994).

Figura 1.10. Muros portantes de la albañilería.



Fuente: Aceros Arequipa.

b) Muros No Portantes

Son los muros que no reciben carga vertical. Son usados en cercos, parapetos y divisiones de ambientes (**Figura 1.11**). Estos muros deben diseñarse ante cargas perpendiculares a su plano originadas por el viento, sismo u otras cargas de empuje (San Bartolomé, 1994).

Figura 1.11. Muros no portantes de la albañilería



Fuente: Aceros Arequipa.

En nuestro medio, los tabiques son generalmente elaborados de albañilería, debido a las propiedades térmicas, acústicas e incombustibles que esta presenta. Para ello se utiliza un mortero de baja calidad y ladrillo pandereta, que es el que presenta perforaciones paralelas a la cara de asiento y que permite aligerar el peso total de la edificación.

1.7.3. Materiales utilizados en la construcción de un muro de albañilería

1.7.3.1. Definición del ladrillo

Define al ladrillo como el componente básico para la construcción de la albañilería y la construcción (Gallegos & Casabonne, 2005).

Los ladrillos son pequeñas piezas cerámicas en forma de paralelepípedo, formadas por tierras arcillosas, moldeadas, comprimidas y sometidas a una cocción. Pueden utilizarse en toda clase de construcciones por ser su forma regular y fácil su manejo (**Figura 1.12**) (Moreno, 1981).

(Schneider & Dickey, 1980) definen como una pequeña unidad de arcilla quemada para albañilería, de forma rectangular.

La Norma Técnica Peruana 331.017 (2003), denomina al ladrillo como la unidad de albañilería fabricada con arcilla, esquistos arcillosos, o sustancias terrosas similares de ocurrencia natural, conformada mediante moldeo, prensado o extrusión y sometida a un tratamiento con calor a temperaturas elevadas (quema).

Figura 1.12. Ladrillo de arcilla King Kong.



Fuente: Constructivo, 2019.

1.7.3.2. Materia Prima

a) Origen de la arcilla

El término arcilla, que se considera y define de muchas maneras, es variable y difícil de precisar. Desde el punto de vista de su origen, la arcilla no tiene significado unitario ya que puede ser un depósito sedimentario, un producto de meteorización, un producto hidrotermal o ser el resultado de una síntesis. La imprecisión del término arcilla radica en que conceptualmente es diferente para el ceramista, el geólogo, el edafólogo o el fabricante de ladrillos (Besoain, 1985).

b) Composición de la arcilla

La arcilla, en su estado natural, está compuesta de uno o, como es el caso general, varios minerales arcillosos. En esencia los minerales de arcilla son silicatos de aluminio, pero también hay presente productos hidratados de la descomposición de las rocas aluminosas y silicatadas, y otras sustancias como fragmentos de rocas, de óxidos hidratados, álcalis y materiales coloidales (Del Río, 1975).

(Gallegos & Casabonne, 2005) Como ya se ha mencionado anteriormente, las arcillas se presentan en la naturaleza, derivadas directamente de la degradación natural de las rocas ígneas o de los feldespatos o en depósitos aluviales o eólicos y están mezcladas con cantidades apreciadas de arena y limo.

Es por eso que la composición química de la corteza terrestre y la de la mayoría de las arcillas es muy similar como se muestra en la **Tabla 1.5**, donde los contenidos de sílice y de alúmina son los más altos dentro de la composición de los minerales (Rhodes, 1990).

Tabla 1.5. Comparación entre composición química y la arcilla roja común.

Componente	Corteza Terrestre (%)	Arcilla Roja Común (%)
SiO ₂	59.14	57.02
Al ₂ O ₃	15.34	19.15
Fe ₂ O ₃	6.88	6.70
MgO	3.49	3.08
CaO	5.08	4.26
Na ₂ O	3.84	2.38
K ₂ O	3.13	2.03
H ₂ O	1.15	3.45
TiO ₂	1.05	0.91

Fuente: Rhodes, 1990.

c) Características físicas de la arcilla

Es indudable que la caracterización de la arcilla depende de la complejidad y proporción de los componentes que la constituyen (Besoain, 1985).

La distribución granulométrica es una variable de suma importancia, dado que de ella va a depender el grado de empaquetamiento de las partículas y, por tanto, las propiedades físico-mecánicas de los elementos hechos con arcilla tales como porosidad, absorción de 8 agua, resistencia a la flexión, etc. Debido a que el tamaño de los granos de arcilla puede variar mucho dependiendo el tipo de arcilla al que se esté refiriendo, las propiedades físicas de las arcillas también varían (Rhodes, 1990).

d) Propiedades de la arcilla:

Las propiedades de las arcillas están determinadas por sus antecedentes geológicos, especialmente por el medio en que se ha formado el depósito (ONU, 1970).

Las propiedades, que dependen de su mineralogía, estado físico e historia geológica, pueden modificarse con relativa facilidad y sus amplios usos son función de sus propias características y de las que resultan al asociarse con otras sustancias (Sociedad Geológica Mexicana, 1964).

Con el fin de entender mejor el comportamiento de la arcilla utilizada para la conformación de la mezcla para ladrillos, a continuación, se definen algunas de las principales propiedades de la arcilla.

- **Plasticidad:** Ésta es la propiedad principal de las arcillas que la hacen adecuada para la fabricación de ladrillo y que hace referencia a la habilidad que tiene la arcilla, en combinación de cierta cantidad de agua, de mantener casi cualquier forma que se le dé.

La causa de que las partículas de arcilla se adhieran unas con otras ha sido motivo de muchos estudios, pero no ha sido completamente determinado aún. Hasta cierto punto la plasticidad se debe a que el grano, por su forma (delgada, plana y alargada) y encontrarse húmedo, forma una película alrededor del grano que produce tal efecto.

Otros factores que contribuyen a la plasticidad de la mezcla son: la atracción química y el contenido de carbón en las arcillas. Debido a que la plasticidad no ha sido comprendida en su totalidad la forma de medirla sigue siendo mediante el tacto, esto es pellizcando, estrujando, o haciendo una bola con la mezcla, y observando si permanece con la forma que se le dio.

Se encuentran plasticidades diferentes en las arcillas, la estructura interior no es la misma en todas las tierras y, además, los cuerpos extraños mezclados con la materia arcillosa modifican la plasticidad según su estado físico y su composición (Del Río, 1975).

- **Contracción:** Propiedad de las arcillas que produce una disminución en las dimensiones de lo que se esté moldeando al perder humedad. Al momento de realizar el moldeado, la arcilla se encuentra húmeda y con un alto contenido de agua, y cuando se realiza el proceso de secado la mezcla pierde el agua que contenía produciendo una reducción en el tamaño de la pieza moldeada. Dos tipos de contracciones se llevan a cabo:
 - **Contracción por aire:** Que tiene lugar después que se ha formado la unidad, pero antes de que sea secada al horno.
 - **Contracción por fuego:** Que se produce durante el proceso de quemado. Cualquiera de estos tipos de contracciones, si es excesivo, puede causar grietas y deformaciones en la unidad de albañilería (Schneider y Dickey 1980).
- **Refractariedad:** Propiedad de las arcillas, que se refiere a la resistencia a los aumentos de temperatura. Todas las arcillas tienen esta propiedad, pero algunas presentan un mayor grado de refractariedad. La variación en el grado de refractariedad de una arcilla a otra se debe al

contenido químico de alúmina y sílice. Si la arcilla cuenta con un porcentaje alto de estos compuestos esta propiedad será mayor (Barranzuela, 2014, p. 9).

- **Porosidad:** La porosidad de las arcillas varía de un tipo a otro. Esta propiedad depende mucho del tamaño de grano que tenga la arcilla. Si la arcilla tiene un tamaño de grano grande la porosidad será mayor que la de una arcilla con un tamaño de grano pequeño. Al momento de moldear y compactar la mezcla que será utilizada en la fabricación de la unidad de albañilería, las arcillas con granos pequeños quedan más unidas unas con otras. Esto evita que se acumule tanta agua entre ellas y al momento de que se cueza la pieza, disminuyen las cavidades provocadas por la evaporación del agua (Barranzuela, 2014, p. 9).

Cuando se determina la porosidad, los poros cerrados no deben ser incluidos en el volumen total de poros ya que estos son relativamente inaccesibles a las ondas sonoras (los poros cerrados se encuentran comúnmente en espumas, incluso los diseñados para ser de celdillas abiertas). En la **Tabla 1.6**, se muestra la porosidad típica de los materiales más utilizados para la construcción de absorbentes porosos (Castillo & Costa, 2012, p. 2).

Tabla 1.6. Porosidad típica de algunos materiales.

Material	Porosidad Característica
Lana mineral	0,92-0,99
Espumas de celda abierta	0,95-0,995
Tabla de fibra de madera	0,65-0,80
Tabla de fibra de madera	0,50-0,65
Hormigón de piedra pómez	0,25-0,50
Relleno de piedras y gravas	0,25-0,45
Filtros cerámicos	0,33-0,42
Ladrillo	0,25-0,30
Metal sinterizado	0,10-0,25
Ladrillo refractario	0,15-0,35
Arenilla	0,02-0,06
Mármol	0,005 aprox.

Fuente: Castillo & Costa, 2012.

- **Color:** Las arcillas se presentan con variados colores, siendo blancas las arcillas más puras, pero, en general, son más o menos grises, a veces azules o negras, y frecuentemente, amarillas, rojas o pardas (Del Río, 1975).

e) Arcillas para la fabricación de ladrillos:

Dependiendo de las condiciones y factores que influyeron en la formación de las arcillas, éstas presentarán diferentes características propias de cada tipo que determinarán las \ propiedades que va a tener la mezcla de la cual formen parte, en este caso para la elaboración de ladrillos (Gallegos & Casabonne, 2005).

- Los materiales utilizados en la fabricación de ladrillos son por lo general arcillas amarillas o rojas de composición heterogénea o relativamente impura (casi siempre secundarias).
- Las arcillas usadas en la mezcla deben ser plásticas al mezclarse con agua, de modo tal que puedan ser formadas en moldes o por el dado de las máquinas extrusoras que moldean y dan la forma definitiva a las unidades de arcilla.
- Sus partículas deben tener suficiente adhesión para mantener la estabilidad de la unidad después del moldeo y ser capaces de unirse fundiéndose cuando se calientan a temperaturas elevadas.
- De acuerdo a estas características, son las arcillas superficiales las que satisfacen estas condiciones para ser adecuadas para la fabricación de ladrillos. Este tipo de arcillas son las más fáciles de explotar porque corresponden a una formación sedimentaria reciente y, por lo tanto, son las más empleadas. Sin embargo, al estar más expuestas a la contaminación con sales por razones naturales y por el empleo agrícola del suelo, ellas producen las unidades más vulnerables a la eflorescencia (Gallegos & Casabonne, 2005).

1.7.3.3. Características

El ladrillo está destinado principalmente a la construcción de muros, tabiques, suelos, etc., por lo que debe ser invulnerable a los efectos de la intemperie, y poseer suficiente resistencia a la compresión.

Según Gallegos & Casabonne, 2005, indican que un ladrillo considerado como bueno, para muros de albañilería, debe poseer las características generales siguientes: estar bien moldeado, lo que da lugar a caras planas, lados paralelos y los bordes y ángulos agudos. Ser poroso, sin exceso, para poder tomar bien el mortero, no contener sales solubles para no

propiciar la eflorescencia, poseer un sonido metálico al ser golpeado con un martillo u otro objeto similar, puesto que cuando se da este sonido es una muestra que el ladrillo está bien cocido y no tiene defectos como fisuras.

Así mismo debe contar con una geometría homogénea, compacta, luciente y exenta de caliches, no debe estar demasiado cocido ya que produciría una unidad de color violáceo o negruzco, con una estructura vitrificada y brillante, con deformaciones y grietas. Un ladrillo demasiado cocido es muy duro pero la resistencia queda anulada por las fisuras. Tampoco debe estar poco cocido o blando, pues podría desmoronarse fácilmente y daría un sonido sordo. En resumen, las características físicas del ladrillo son que debe tener una buena cocción, un color uniforme, un sonido claro y seco al ser golpeado.

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE E.070 Albañilería, 2006) manifiesta que el ladrillo no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea. Además, el ladrillo estará bien cocido, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. No tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras o grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad y/o resistencia. No tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

Según la NTP 331.017, los ladrillos estarán libres de defectos, deficiencias y tratamientos superficiales, incluyendo recubrimientos, que pudieran interferir con la adecuada colocación del ladrillo o perjudicar significativamente la resistencia o el desempeño de la construcción.

1.7.3.4. Tipología de los ladrillos

La tipología de las unidades de albañilería se realiza basándose en el área neta, medida en proporción a la superficie bruta de la cara de asiento, y en las características de los alvéolos. La tipología no tiene que ver ni con el tamaño de las unidades ni con la materia prima con que se elaboran. Es decir, para el mismo tipo puede haber ladrillos o bloques (Gallegos & Casabonne, 2005).

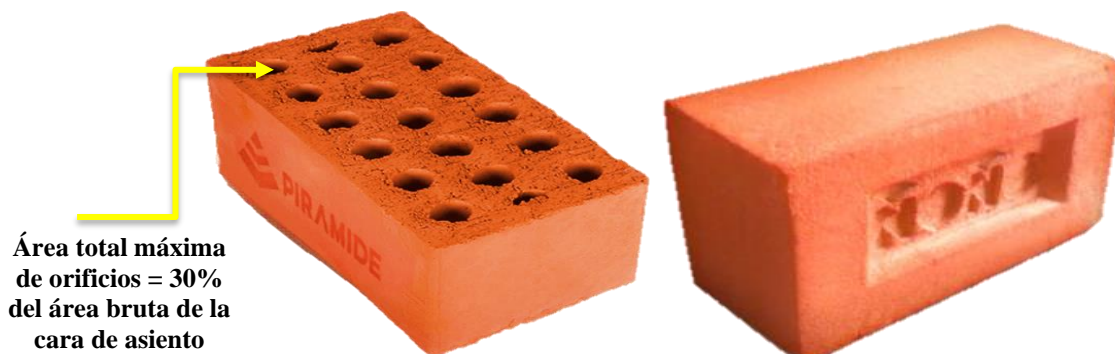
a) Unidades sólidas o macizas

En estas unidades las perforaciones o alvéolos, necesariamente perpendiculares a la cara de asiento, no deben alcanzar más del 30% del área de la sección bruta. En otras palabras, las unidades sólidas no son solo aquellas que no tienen alvéolos, sino que son también aquellas que los tienen hasta un límite determinado. En la aplicación de este tipo de unidades se

consideran, para todas las propiedades, las de la sección bruta; el área, el módulo resistente y el momento de inercia se calculan en función del espesor y el largo de la unidad, sin tener en cuenta los alvéolos. El límite del 30% para el área alveolar no es arbitrario, está ligado con el comportamiento estructural dúctil no frágil de las unidades en compresión y está avalado por diversos ensayos que sitúan el límite de vacíos, desde el punto de vista estructural alrededor del 30%. El límite de 30% es mayor que el mínimo requerido para la quema uniforme en la industria de ladrillos de arcilla (Gallegos & Casabonne, 2005).

- El ladrillo con denominación King Kong 18 huecos de fabricación industrial no debe exceder el 30% del área de asiento, además estos pueden ser usados para muros portantes en las zonas sísmicas 1, 2, 3 y 4. (**Figura 1.13 a**)
- El ladrillo sólido artesanal solo puede utilizarse para la construcción de muros portantes en zona sísmica 1 y 2. (**Figura 1.13 b**)

Figura 1.13. a. Unidad de albañilería sólida., b. Unidad de albañilería maciza.

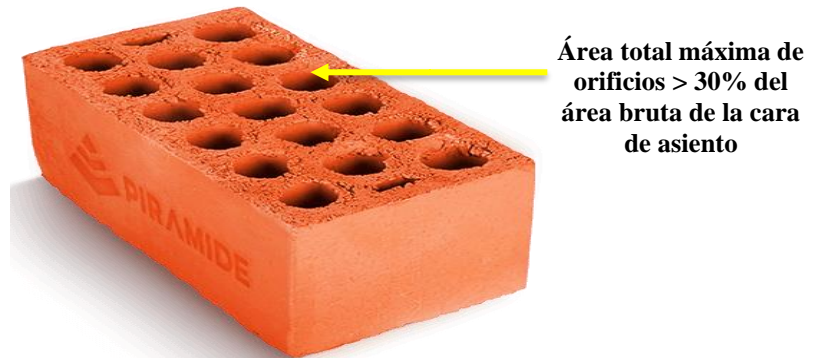


Fuente: Ladrillos Piramide.

b) Unidades Huecas

En las unidades huecas el área alveolar excede el 30% del área bruta y los alvéolos tienen dimensiones tales que pueden llenarse con concreto líquido. En este caso todas las propiedades de la sección corresponden a las de la sección neta; consecuentemente, la forma y disposición de los alvéolos debe ser conocida para determinar el módulo resistente y el momento de inercia de la sección. Cuando los alvéolos de estas unidades, en su aplicación, se llenan con concreto líquido, la albañilería pasa a ser tratada como sólida (Gallegos & Casabonne, 2005). (**Figura 1.14**)

Figura 1.14. Unidad de albañilería hueca. Ladrillos Pirámide.



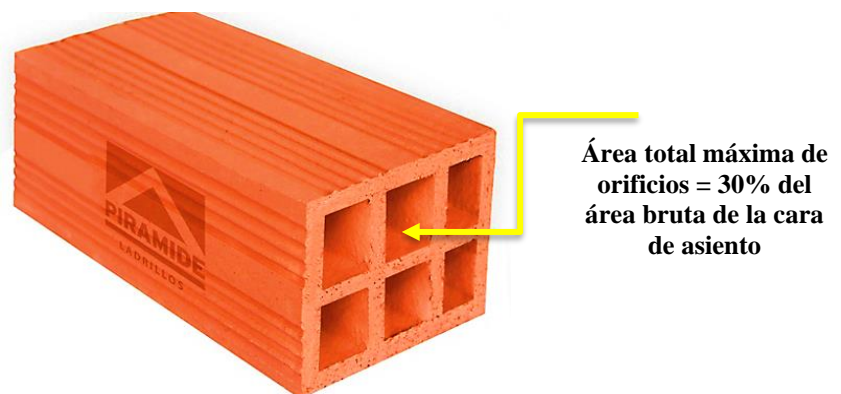
Fuente: Ladrillos Piramide.

c) Unidades Tubulares

En estas unidades los alvéolos no son como en las unidades sólidas, huecas o perforadas, perpendiculares a la cara de asiento de la unidad, sino paralelos a esta. El tamaño de los alvéolos y la proporción del área de estos, en relación con el área bruta de la cara lateral de la unidad, varían grandemente en la producción industrial. Sus propiedades y sus características resistentes se determinan y consideran como si la unidad fuera sólida (Gallegos & Casabonne, 2005).

El ladrillo denominado “pandereta”, puede ser utilizado para la construcción de muros no portantes en las zonas sísmicas 3,4 y para muros portantes solo en la zona sísmica 1 y 2 hasta un máximo de dos pisos, de acuerdo a lo establecido en la norma E070 (2019) del Reglamento Nacional de Edificaciones. (**Figura 1.15**)

Figura 1.15. Unidad de albañilería tubular. Ladrillos Pirámide.



Fuente: Ladrillos Piramide.

d) Limitaciones en la Aplicación Estructural de Tipos de Ladrillos

Al margen del valor de la resistencia a la comprensión, de las unidades de los diversos tipos de ladrillo, la diferencia del comportamiento radica en la fragilidad de la falla. Las unidades sólidas son las únicas que muestran un comportamiento razonablemente dúctil, sin fallas explosivas, mientras que todas las otras presentan fallas explosivas o frágiles, ya sea como unidades ~individuales o como componentes de un muro. La consecuencia de este hecho es que las unidades huecas y perforadas son admitidas con condiciones, y las tubulares no son admitidas para construcciones de muros portantes, particularmente en zonas sísmicas. Cuando las unidades huecas se llenan con concreto líquido su comportamiento en la falla se modifica, ductilizándose, entonces pueden ser admitidas para la construcción de muros portantes (Gallegos & Casabonne, 2005).

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la **Tabla 1.7** y **Tabla 1.8**. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.070 Albañilería (2019).

Tabla 1.7. Limitación en el uso del ladrillo solido y tubular.

LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA MUROS CONFINADOS			
TIPO	ZONA SISMICA 3 Y 4		ZONA SISMICA 1 Y 2
	Muro portante en edificios de 4 pisos a mas	Muros portantes en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo el edificio
Solido Artesanal*	No	Si, hasta dos pisos	Si
Solido Industrial	Si	Si	Si
Tubular	No	No	Si, 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: RNE Albañilería E.070, 2019.

Tabla 1.8. Limitación en el uso del ladrillo alveolar. RNE E.070

LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS CONFINADOS			
TIPO	ZONA SISMICA 3 Y 4		ZONA SISMICA 1 Y 2
		Muro portante en edificios de 4 pisos a mas	Muros portantes en edificios de 1 a 3 pisos
Alveolar	Celdas totalmente rellenas con grout en los dos primeros pisos. En los pisos restantes de acuerdo a lo indicado en los planos.	Celdas totalmente rellenas con grout en los dos primeros pisos y en el piso restante de acuerdo a lo indicado en los planos.	Celdas parcialmente rellenas con grout de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto.

- ✓ 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: RNE Albañilería E.070, 2019.

1.7.3.5. Propiedades de los ladrillos

Las propiedades principales de las unidades de albañilería deben entenderse en su relación con el producto terminado, que es la albañilería (Gallegos & Casabonne, 2005). Se pueden dividir en dos categorías mayores:

a) Propiedades físicas Relacionada a la estética del material

- **Color:** Depende de su composición química de la materia prima y de la intensidad del quemado. De todos los óxidos comúnmente encontrados en las arcillas, el hierro tiene el mayor efecto sobre el color.
- **Textura:** Es el efecto en la superficie o la apariencia que presenta la unidad como resultado de la forma de elaboración (Somayaji, 2001).

b) Propiedades Ingenieriles

Según Gallegos & Casabonne, 2005, Algunas propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de arcillas son las siguientes:

• Relacionadas con la Resistencia Estructural:

Resistencia a la compresión: Propiedad mecánica que le permite al ladrillo soportar a compresión.

Variabilidad dimensional con relación a la unidad nominal, o mejor con relación a la unidad promedio y, principalmente, la variabilidad de la altura de la unidad.

Alabeos, medidos como concavidades o convexidades en las superficies de asiento.

Succión o velocidad inicial de absorción en la cara de asiento.

• **Relacionadas con la Durabilidad:**

Absorción: Propiedad física que hace referencia a la capacidad de retener una sustancia (agua) en estado líquido.

Resistencia a la congelación: Capacidad de los ladrillos de soportar bajas temperaturas sin perder sus propiedades ni sufrir fracturas.

Resistencia al fuego: Propiedad física de los ladrillos que consiste en soportar altas temperaturas sin sufrir daños.

Aislamiento térmico: Propiedad física que no permite la transferencia de calor, ya que tiene una baja conductividad térmica.

1.7.3.6. Clasificación de los ladrillos

De acuerdo a sus propiedades, el Reglamento Nacional de Edificaciones, clasifica al ladrillo en cinco tipos:

Tipo I: Resistencia y durabilidad muy bajas ($f^*b \geq 50 \text{ kg/cm}^2$). Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.

Tipo II: Resistencia y durabilidad bajas ($f^*b \geq 70 \text{ kg/cm}^2$). Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicios moderadas.

Tipo III: Resistencia y durabilidad media ($f^*b \geq 95 \text{ kg/cm}^2$). Apto para construcciones de albañilería de uso general.

Tipo IV: Resistencia y durabilidad altas ($f^*b \geq 130 \text{ kg/cm}^2$). Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.

Tipo V: Resistencia y durabilidad muy altas ($f^*b \geq 180 \text{ kg/cm}^2$). Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la **Tabla 1.9**. Según la Norma Técnica Peruana E.070.

Tabla 1.9. Clasificación para fines estructurales. RNE E.070 – Albañilería.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentajes)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESION f'b mínimo Mpa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Mas 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)

Fuente: RNE Albañilería E.070, 2019.

La Norma Técnica Peruana 331.017 (2003), clasifica a los ladrillos de arcilla, en cuatro tipos, tal como:

Tipo 21: Para uso donde se requiera alta resistencia a la compresión y resistencia a la penetración de la humedad y a la acción severa del frío.

Tipo 17: Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión y resistencia a la acción del frío y a la penetración de la humedad.

Tipo 14: Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.

Tipo 10: Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.

1.7.4. Procesos de fabricación

1.7.4.1. Tipos de procesos de fabricación

Según EELA, 2015, p. 9, la producción de ladrillos puede llevarse a cabo de tres formas, de acuerdo a la Norma Técnica Peruana:

a) Artesanal

Ladrillo fabricado con procedimientos predominantemente manuales. El amasado o moldeado es hecho a mano. El ladrillo producido artesanalmente se caracteriza por variaciones de unidad a unidad (EELA, 2015, p.9).

b) Semi-Industrial

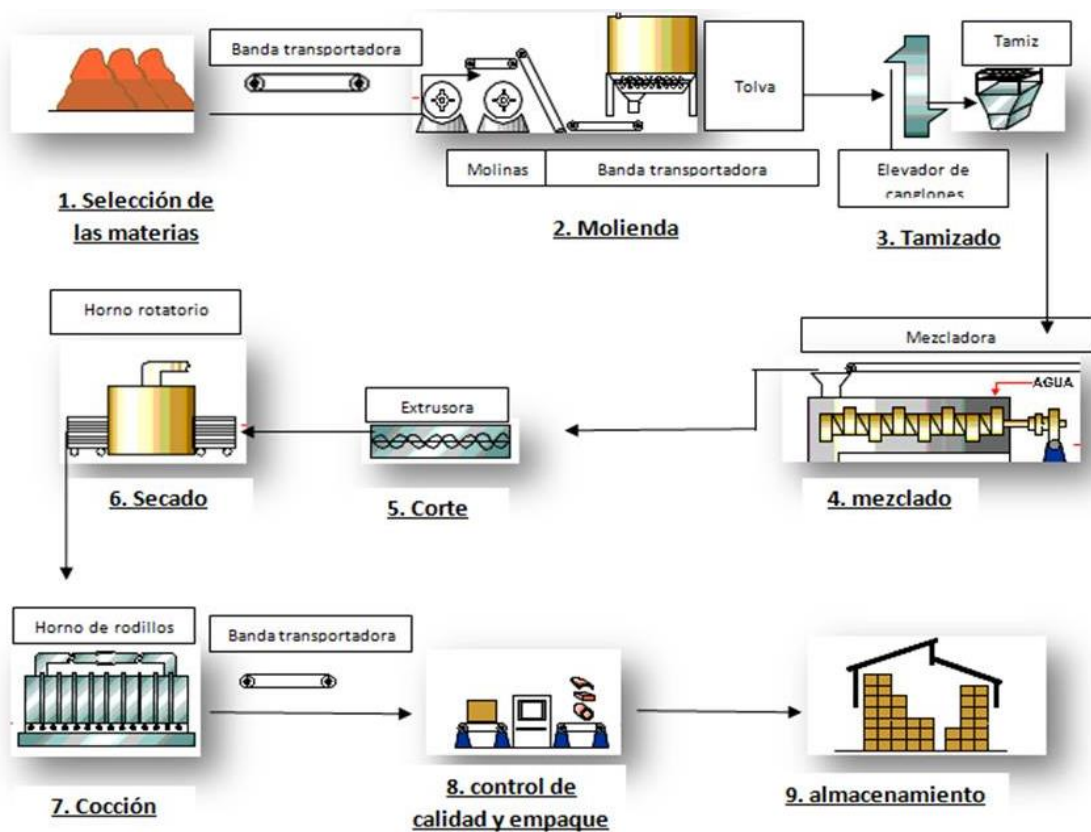
Es el ladrillo fabricado con procedimientos manuales, donde el proceso de moldeado se realiza con maquinaria elemental que en ciertos casos extruye, a baja presión, la pasta de arcilla. El ladrillo semi-industrial se caracteriza por presentar una superficie lisa (EELA, 2015, p.9).

c) Industrial

Es el ladrillo fabricado con maquinaria que amasa, moldea y prensa o extruye la pasta de arcilla. El ladrillo producido industrialmente se caracteriza por su uniformidad (EELA, 2015, p. 9).

El proceso industrial se diferencia de los dos primeros procesos de fabricación no solo en la utilización de maquinaria para el proceso de moldeado sino en el empleo de hornos más sofisticados para la fase de cocción (**Figura 1.16**). En estos hornos se lleva un control de temperatura, logrando una mayor eficiencia en la producción de unidades de arcilla con una mejor calidad final (EELA, 2015, p. 9).

Figura 1.16. Proceso de fabricación de ladrillos industriales.



Fuente: Ladrilladores, 2015.

1.7.4.2. Etapas de Fabricación

Actualmente en cualquier fábrica de ladrillos se llevan a cabo una serie de proceso estándar que van desde la elección del material arcilloso al proceso de empaqueo final. Este proceso ha sufrido una evolución notable en los últimos años. Gracias a dicha evolución, el proceso de convertir la arcilla, conformada por sílice, agua, alúmina, óxido de hierro y magnesio en un ladrillo, se ha hecho más práctico hoy en día.

El proceso de elaboración de un ladrillo se compone de las siguientes fases:

a) Selección de las materias

Se extrae y transporta la arcilla, la materia prima necesaria para la fabricación de ladrillos desde la zona de extracción hasta los lugares de producción. En el proceso industrial se usa maquinaria pesada, trayendo toneladas de material desde canteras o zonas adyacentes a la planta de producción.

b) Molienda

se inicia en la tolva de recepción luego se hace la reducción del tamaño de las partículas de arcilla a un tamaño entre 15 y 30mm., las piedras presentes son separadas de la arcilla a través de eliminadores de piedras.

c) Tamizado

Se transporta la arcilla molida a unos ascensores desde donde son llevados a la primera zaranda la cual se realiza el tamizado de los granos.

d) Mezclado

Esta mezcla se efectúa utilizando una mezcladora o batidora accionada por algún tipo de energía que puede ser eléctrica o mecánica, reduce el tiempo de amasado y eleva el rendimiento.

e) Corte

La cortadora es automática y puede realizar hasta 12 cortes por minuto.

f) Secado

se procede a eliminar el agua que el material absorbió durante el moldeado, y se hace previo al cocimiento. El material ingresa a una cámara, entrando a 40°C y va avanzando adquiriendo temperatura y evacuando la humedad hasta llegar a una zona de 120°C, donde se concluye

el secado. Los ventiladores de recirculación succionan el aire caliente de la galería inferior lanzándolo a la galería superior a una temperatura de 60-70°C. los ventiladores axiales tiran este aire a la zona ingreso del ladrillo húmedo llegando a esta zona a unos 40°C el vapor generado es expulsado a la atmosfera.

g) Cocción

Es el proceso mediante el cual los ladrillos son cocidos y por acción del fuego y del calor se producen los cambios químicos que transforman la arcilla y los demás componentes en productos con características estructurales de resistencia a la compresión. Esta es la etapa más importante en el proceso de fabricación porque cualquier falla significará la pérdida de la producción; así mismo, la cocción genera los mayores impactos de la actividad en la forma de emisiones atmosféricas procedentes de la quema de combustibles en los hornos donde se cuecen los ladrillos. Los materiales que son sometidos a cocción pasan durante este proceso por diversos estados, ocurriendo complejas reacciones, regidas por su composición mineralógica, química y granulométrica.

En la cocción se completan las reacciones químicas, los materiales sufren una ligera contracción y adquieren una estructura característica que da fuerza al material terminado. La temperatura de cocción oscila entre 1200 y 1400 OC.

h) Control de calidad y empaque

El control de calidad de un producto es necesario para asegurar que la calidad se requiere en primer lugar estar definida la calidad mediante una Norma, y en segundo lugar disponer de un órgano que realice el control. Si no existe una Norma oficial, como ocurre aún en muchos productos, la calidad tiene que estar definida en las Prescripciones Técnicas. Luego se hace el empaque correspondiente por una cierta cantidad seleccionadas según el tipo y categorías del ladrillo.

i) Almacenamiento

En las empresas industriales, una vez culminado el proceso y haber sido descargados se les agrupa por cantidades y tipos en paquetes envueltos de plástico. Luego son trasladados a las diferentes distribuidoras de ladrillos.

1.7.5. Requisitos de calidad de los ladrillos

1.7.5.1. Muestreo

La NTE E.070 – Albañilería (2006) indica que:

El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción. (p. 298).

Es importante la necesidad de realizar muestreos y/o ensayos periódicos a las unidades de albañilería al adquirir un lote de ladrillos, todo ello con la finalidad de verificar o evaluar la calidad que se especifica en las normas, ya que no es suficiente que estos muestreos se realicen solo una vez, sino que se realicen cada que se adquieran o compren ladrillos para construir cualquier edificación u otra obra civil.

Según la Normativa Peruana, se determinan las siguientes propiedades para evaluar la calidad del ladrillo.

1.7.5.2. Propiedades Mecánica

a) Resistencia a la Compresión ($f'b$)

La NTE E.070 – Albañilería (2006) establece que:

Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604.

Según Gallegos, 2005; la resistencia a la compresión es, por si sola, la principal propiedad de la unidad de albañilería. Los valores altos de la resistencia a la compresión señalan buena calidad para todos los fines estructurales y de exposición. Los valores bajos, en cambio, son muestra de unidades que producirán albañilería poco resistente y poco durable. Lamentablemente, esta propiedad es difícil de medir adecuadamente. De un lado, la gran variedad de formas y dimensiones de las unidades, principalmente de sus alturas, impiden relacionar el resultado del ensayo de compresión con la verdadera resistencia de la masa componente. Esto se debe a los efectos de la forma y de la esbeltez en el valor medido y a la restricción, ocasionada por los cabezales de la máquina de compresión, que modifica el estado de esfuerzos de la unidad.

En la **Tabla 1.9**, se puede apreciar los valores mínimos de la Resistencia a la compresión que indica la NTE E.070 – Albañilería (2019).

1.7.5.3. Propiedades Físicas

a) Variabilidad Dimensional

“Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604” (NTE E.070, 2006, p. 298).

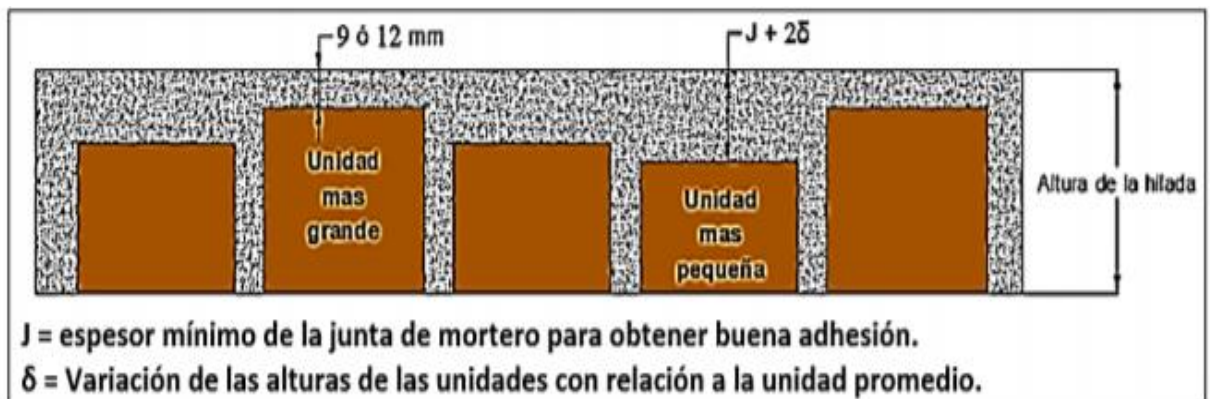
Según Gallegos, 2005; la variabilidad dimensional define la altura de las hiladas, ya que se manifiesta, con mayores variaciones, en la necesidad de aumentar el espesor de la junta de mortero por encima de lo estrictamente necesario por adhesión, que es de 9mm a 12mm, conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión (**Figura 1.17**).

La prueba de variación dimensional es necesario efectuarla para determinar el espesor de las juntas de la albañilería. Debe hacerse notar que por cada incremento de 3mm en el espesor de las juntas horizontales adicionales al mínimo requerido de 10mm, la resistencia a compresión de albañilería disminuye en 15%; esto también produce disminución en la resistencia al corte.

Se puede concluir entonces que la calidad del ladrillo determina el espesor de las juntas y la resistencia del muro en compresión y corte.

En la **Tabla 1.9**, se puede apreciar los valores mínimos de la Variación dimensional que indica la NTE E.070 – Albañilería (2019).

Figura 1.17. Variación del espesor de junta.



Fuente: Gallegos, 2005.

b) Alabeo

“Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613” (NTE E.070, 2006, p. 298).

El efecto es semejante al de la variación dimensional, puesto que el mayor alabeo – concavidad o convexidad – del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta. Asimismo, puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas horizontales alabeadas, afectando directamente la resistencia y la fuerza cortante del muro de albañilería o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad.

En la **Tabla 1.9**, se puede apreciar los valores mínimos del Alabeo que indica la Norma E.070 – Albañilería (2019).

c) Porcentaje de vacíos

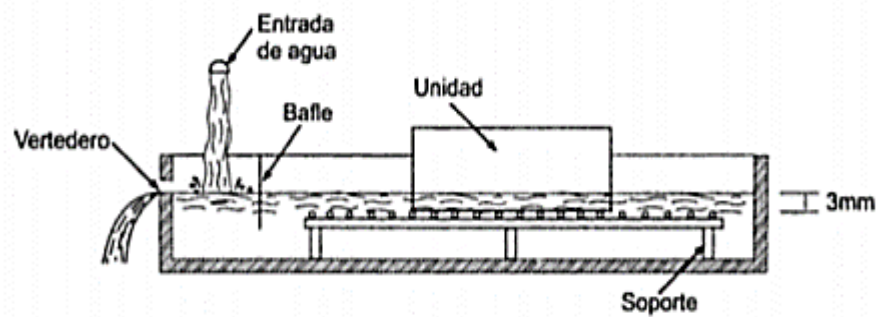
Es una medida del área de vacíos de la unidad de albañilería. La NTE E.070 – Albañilería (2019) limita su uso hasta con 30%. Las perforaciones favorecen a la cocción de los ladrillos de arcilla, sin embargo, los debilitan ante los esfuerzos de compresión.

d) Succión

Según San Bartolomé, 1994; debe destacarse que la mejor adherencia ladrillo-mortero se logra cuando el núcleo del ladrillo está saturado y su superficie se encuentra relativamente seca. Esto permite un curado natural del mortero evitando su agrietamiento al retardarse el fraguado o endurecimiento con el agua existente en el núcleo del ladrillo; y una adecuada succión del cementante del mortero.

Según Gallegos, 2005; limita el valor de la succión a 40g/min. Se considera que para succiones mayores a 40g/min en un área de 200cm², se compromete la adherencia con el mortero en la construcción de unidades de albañilería, por lo que es requisito indispensable que los ladrillos se saturen antes de su uso. (**Figura 1.18**)

Figura 1.18. Disposición para el ensayo de succión.



Fuente: Gallegos, 2005.

e) Absorción

“Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613” (NTE E.070, 2006, p. 298).

Es una medida de la permeabilidad de la unidad de albañilería. En las unidades de arcilla no debe exceder el 22%. Las unidades de albañilería con absorción mayor al 22% serán más porosas, y, por lo tanto, menos resistente a la acción de la intemperie. La unidad porosa absorberá agua del mortero, secándolo e impidiendo el adecuado proceso de adherencia mortero-unidad, lo que influye en la disminución de la resistencia del muro. Las Normas Peruanas limitan dicho valor debido a que la principal causa de la durabilidad es el intemperismo, y las unidades porosas son menos resistentes a la acción de la intemperie. Este aspecto pierde importancia cuando los muros tienen recubrimiento suficiente para protegerlos del intemperismo (NTE E.070 - Albañilería, 2019).

f) Peso específico o densidad

Según Parro, 2015; la densidad es la relación que existe entre la masa de un objeto con su volumen. Varios investigadores han tratado de establecer la relación entre la densidad de la unidad de albañilería y su resistencia a la compresión. Cuando se ha tratado de buscar una ley general, incluyendo en ella materiales diferentes de distintas extracciones, la evidente gran dispersión existente lo ha impedido. Sin embargo, para los mismos materiales básicos, o, por ejemplo, para arcillas de una misma zona utilizadas en diferentes fábricas claro que existe una relación directa, con escasa dispersión, entre densidad y resistencia a la compresión. A mayor densidad más resistencia.

Según la NTP 331.017 (2003), los ladrillos de arcilla usados en albañilería sí consideran a la densidad como un requisito obligatorio de determinar el tipo de ladrillo lo que no se indica en la norma E.070 de albañilería.

En la **Tabla 1.10**, se puede apreciar los valores mínimos de la densidad que indica la NTP 331.017 (2003).

Tabla 1.10. Valores mínimos de la densidad.

Tipo	Variación dimensional (máx, en %)			Alabeo (máx. en mm)	Resistencia a la compresión (mínima daN/cm ²)	Densidad (mínimo en g/cm ³)
	Hasta 10cm	Hasta 15cm	más 15cm			
II Alternativamente	± 8	± 6	± 4	10	sin límite 60	1,50 sin límite
I Alternativamente	± 7	± 6	± 4	8	sin límite 70	1,60 1,55
III	± 5	± 4	± 3	6	95	1,60
IV	± 4	± 3	± 2	4	130	1,65
V	± 3	± 2	± 1	2	180	1,70

Fuente: NTP 331.017, 2003.

g) Inspección visual

Los ladrillos cuando son despachados deben, mediante inspección visual, estar conformes a los requisitos especificados por el vendedor o a la muestra o muestras aprobadas como el estándar de comparación y a las muestras que pasan los ensayos de los requisitos físicos. Identaciones menores o grietas superficiales inherentes al método usual de fabricación, o los astillamientos resultantes de los métodos habituales de manipulación en el envío y despacho, no serán consideradas causas de rechazo. Los ladrillos estarán libres de defectos, deficiencias, y tratamientos superficiales, incluyendo recubrimientos, que pudieran interferir con la adecuada colocación del ladrillo o perjudicar significativamente la resistencia o el desempeño de la construcción.

Si se requiere que los ladrillos tengan un color particular, textura, acabado, uniformidad, o límites de grietas, alabeo u otra imperfección en desmedro de la apariencia estos son adquiridos bajo la Norma ASTM C 216. A menos que sea especificado de otro modo por acuerdo entre el comprador y el vendedor, se permite que un despacho de ladrillos contenga no más de 5% de ladrillos rotos.

h) Eflorescencia

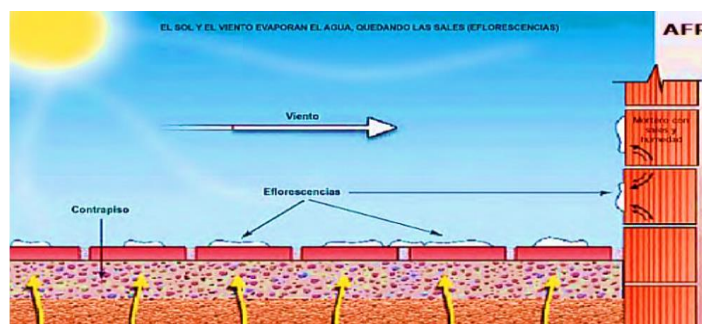
La eflorescencia (**Figura 1.19**) es el depósito de sales solubles (comúnmente sulfatos), generalmente de color blanco, que se forma en la superficie de la albañilería al evaporarse la humedad, es un proceso que, si bien nace de la composición de la unidad de albañilería y el mortero, está estrechamente vinculado a la presencia de humedad. (Arango, 2002)

La humedad del aire es la agrupación de vapor de agua en el aire, es decir, la cantidad, o el número de moléculas, de vapor de agua por unidad de volumen de aire. Este número podría variar entre el 0 y el 4 % del volumen. Esta diferenciación es debida a que el agua se puede presentar a las temperaturas habituales del planeta en los tres estados.

Una de las principales consecuencias de la higroscopicidad recibe el nombre de eflorescencias. Son unas manchas, generalmente blancas, que aparecen frecuentemente en las superficies de los muros, tanto en los de piedra como en los de fábrica de ladrillo y en los revocos y enlucidos. Son causas de estas manchas las sales solubles que contienen los materiales del muro o el terreno cercano y la presencia de humedad.

- El agua disuelve dichas sales y las arrastra consigo a través del muro.
- Al llegar a la superficie, el agua se evapora dejando como residuo las sales reorganizadas.
- Estas son en su mayoría nitratos y sulfatos alcalinos y de magnesio y, menos frecuentemente, carbonatos.
- Si entre ellas existen sales de hierro, las manchas aparecerán coloreadas con tono amarillento.
- Si el agua contiene sustancias orgánicas procedentes, por ejemplo, de cuadras o establos, la reorganización produce el salitre (nitrato de sodio o de potasio) que no es más que un caso particular de las eflorescencias.

Figura 1.19. Humedad atmosférica en la construcción.



Fuente: Construmatica.

Según la NTP 331.017 (2003), la eflorescencia es una medida del afloramiento y cristalización de las sales solubles contenidas en el ladrillo cuando este es humedecido. La objeción principal de la eflorescencia es su efecto sobre la apariencia de la albañilería; sin embargo, puede ocurrir si las sales que se cristalizan se encuentran en cantidad importante que la presión que estos cristales ejerzan al crecer rajaduras y disgregación de la albañilería.

Esta posibilidad debe analizarse en el caso en que se muestra sometida al ensayo sea calificada como “eflorescida”.

La evaluación del grado de eflorescencia de cada ladrillo de la muestra se realizará por comparación con el ladrillo patrón. La calificación individual de cada ladrillo en cuanto a su capacidad de eflorece, será una de las siguientes: No eflorece, ligeramente eflorece, eflorece, muy eflorece. Ya que con la medida de eflorescencia evaluamos el impacto visual que dicho efecto produce en la cara vista del ladrillo, los factores a considerar son los siguientes:

Velo fino: Capa de eflorescencia muy fina y semitransparente. Solo discernible por comparación con el ladrillo patrón. (Figura 1.20 y 1.21)

Velo grueso: Es una capa de eflorescencia fina con cierta transparencia. (Figura 1.20 y 1.21)

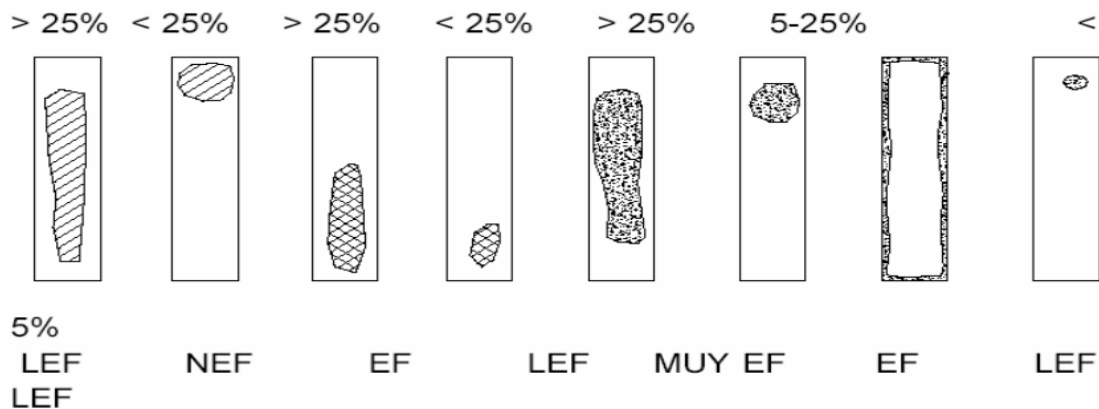
Mancha: Capa de eflorescencia de espesor variable y opaca. (Figura 1.20 y 1.21)

Figura 1.20. Intensidad de la eflorescencia, según su área afectada.



Fuente: Norma Española UNE 67-029, 1985.

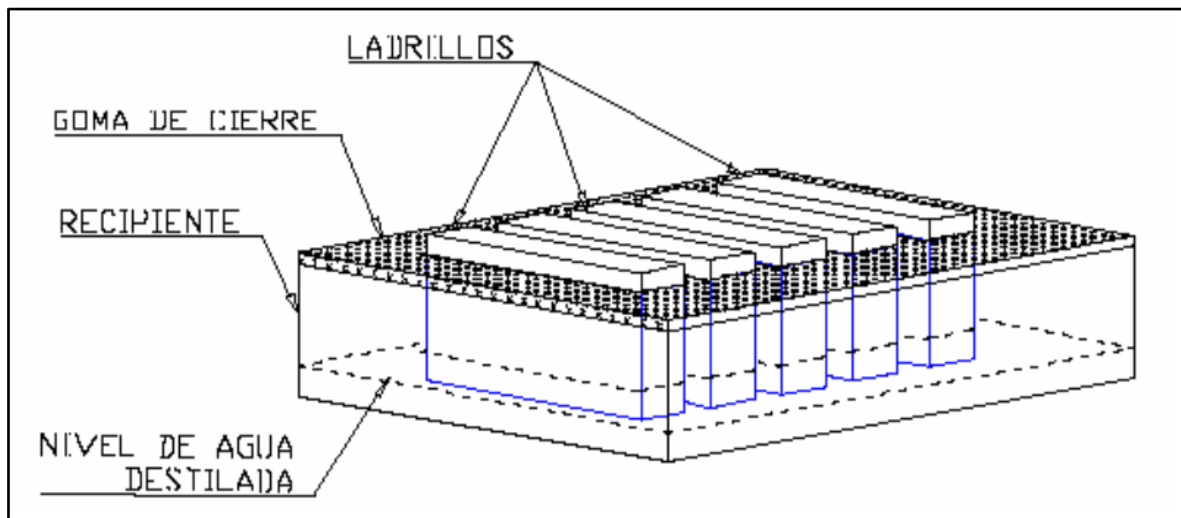
Figura 1.21. Calificación de la eflorescencia según su superficie afectada.



Fuente: Norma Española UNE 67-029, 1985.

La norma técnica peruana NTP 399.613, nos menciona que el recipiente para el ensayo debe ser resistente a la corrosión u otro material que no genere sales solubles al ponerse en contacto con agua destilada que contenga cenizas de ladrillo. La bandeja será de dimensiones tales que provea no menos de 25 mm de profundidad de agua, como se aprecia en la **Figura 1.22.**

Figura 1.22. Disposición de los ladrillos en el ensayo de eflorescencia.



Fuente: Norma Española UNE 67-029, 1985.

1.7.5.4. Propiedades Químicas

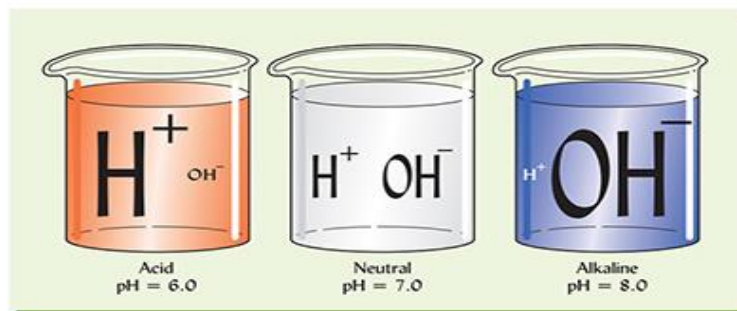
a) Reacción del pH

El Químico Danés SLP Stirensen originalmente definió el pH como el logaritmo negativo de la concentración del ión hidrógeno entonces: $pH = -\log [H^+]$

El pH indica el grado de acidez o basicidad de una solución, éste se mide por la concentración del ión hidrógeno; los valores de pH están comprendidos en una escala de 0 a 14.

La reacción del suelo (pH) es un índice de la acidez, neutralidad o alcalinidad del suelo (**Figura 1.23**). Idealmente, la medición del pH debería hacerse en el campo, sobre muestras inalteradas, el suelo puede ser desintegrado si está compactado, para dar cabida a los electrodos. La técnica menos aconsejable para medir el pH es aquella basada en una muestra transportada a un laboratorio, para efectuar allí el ensayo. Si la medida del pH no se hace dentro de las 24 horas siguientes al momento de extracción de la muestra, se recomienda empacar la muestra en hielo seco, para retardar cualquier cambio en el pH debido a reacciones químicas o biológicas. Básicamente se establecen tres tipos para la acidez de los suelos:

Figura 1.23. Tipos de acidez.



Fuente: Blog Edafología.

b) Salinidad

A través de la conductividad eléctrica se determina la concentración de sales solubles en disolución en el suelo (**Tabla 1.11**). Se basa en la velocidad con la que la corriente eléctrica atraviesa una solución salina, la cual es proporcional a la concentración de sales en disolución. Se expresaba en mmhos/cm o deciSiemens/metro (dS/m). La conductividad eléctrica varía con la movilidad de los iones y por tanto con la temperatura, mide a una temperatura fija de 25°C. En general, se considera que un suelo es salino si presenta una conductividad mayor de 16 dS/m, siempre que el pH sea mayor de 8,5. Con una conductividad de 8 dS/m ya se considera un suelo con propiedades salinas. Las sales predominantes en los agregados son Calcio (Ca) y Sodio (Na).

Tabla 1.11. Parámetros de clasificación salino y sódico.

Parámetros	Suelo salino	Suelo sódico	Suelo salino sódico
pH	Menor 8,5	Mayor 8,5	Mayor 8,5
Conductividad (m ohmios/cm)	Mayor 4	Mayor 4	Mayor 4

Fuente: Blog Edafología.

1.7.6. Aceptación de la unidad de albañilería

La NTE E.070 – Albañilería (2006) establece los siguientes requisitos para las unidades de arcilla.

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 sílico calcáreas no será mayor que 22 %.
- 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. (p. 298).

1.7.7. Importancia de realización de control de calidad en obra

En el Perú, la albañilería confinada es el sistema que más se emplea en la construcción de edificaciones de baja y mediana altura, conforme lo menciona el RNE E.070, las edificaciones pueden tener hasta cinco pisos, aunque en la realidad se infringe la norma y se construyan de más pisos (Abanto, 2017).

Según Abanto, 2017; la popularidad del sistema de albañilería, es que estas construcciones generalmente se tienen ambientes con dimensiones medianas que varían entre 3.00 a 4.50 m., lo que resulta conveniente que los elementos verticales que sirven para limitar los

espacios tengan también funciones estructurales y justamente los muros de ladrillo cumplen con estos dos requisitos y adicionalmente tienen un buen aislamiento térmico y acústico.

Así también el mismo autor menciona que es tanta la popularidad de la albañilería confinada que en el ámbito urbano este sistema estructural representa aproximadamente el 60% al 70%, la diferencia corresponde a otros sistemas estructurales, ya sea aperticado, dual, etc.

Muchas veces en la práctica habitual en los documentos de diversos proyectos es especificar el tipo y la clasificación de la unidad de albañilería sugerida por la norma E.070 del RNE, sin señalar la ninguna característica de la materia prima que emplean para elaborar los ladrillos, cuando no existe esta clasificación se señalan valores característicos de las propiedades más significativas como la resistencia a la compresión, (Seminario, 2013), por ello es necesario estar al tanto de la calidad de los materiales que se emplean en la construcción, especialmente las unidades de albañilería.

La función del control en obra es la de verificar, ya sea a través de ensayos o pruebas certificados provistas por el fabricante (en este caso las empresas ladrilleras), o mediante ensayos periódicos, llevados a cabo por el contratista, ya que es importante el cumplimiento de las especificaciones técnicas y reglamentarias, este es el caso de los parámetros de coeficiente de variación, los cuales muchas veces son elevados y se entiende que las unidades de albañilería con resultados superiores deben ser rechazados para cualquier construcción. En el mercado local y nacional existen numerosas empresas ladrilleras que producen y ofrecen unidades de albañilería de calidad industrial, sin embargo, no cumplen con el criterio de variabilidad de sus propiedades, por lo que es de vital importancia un muestreo periodo para verificar los coeficientes de variación que tiene los ladrillos que son adquiridos para cualquier obra civil.

Los agentes químicos se generan por reacciones químicas de sales, ácidos o álcalis que reaccionan con el material afectándolo, hasta perder su integridad, por lo general estas lesiones alteran la durabilidad del material, haciéndolo menos resistente a la acción de los agentes atmosféricos. (Patiño, 2012), la principal lesión química es la eflorescencia, por lo que es necesario que este mal sea considerado con importancia, ya que su presencia en las unidades de albañilería podría ser perjudiciales, trayendo consecuencias graves en las edificaciones construidas con albañilería.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Operacionalización de variables

Tabla 2.1. Operacionalización de la variable dependiente.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Propiedades mecánica, físicas y químicas	La determinación de las propiedades mecánicas, físicas y químicas de las unidades de albañilería garantiza una buena construcción, el uso de las unidades de albañilería hechas de arcilla que comúnmente se utilizan en proyectos viviendas, condominios. Estos especímenes deben de poseer adecuadas características mecánicas, físicas y químicas para tener un buen comportamiento ante agentes externos; sin embargo, muchas de ellas no cumplen con valores permisibles para su uso por lo que tienden a fallar como se muestra en los distintos estudios realizados (López Herrera & Molina Mena).	Compresión	-Carga de rotura (kN) -Área bruta (cm ²)
		Variación Dimensional	-Medición de largo (cm) -Medición de ancho (cm) -Medición de alto (cm)
		Alabeo	-Concavidad y Convexidad de la cara superior e inferior (mm)
		Vacíos	-Volumen de la arena (ml) -Volumen del ladrillo (ml)
		Succión	-Peso seco (g) -Peso saturado (g)
		Absorción, Peso Específico y Porosidad	-Peso seco (g) -Peso saturado (g) -Peso sumergido (g)
		pH	-Sustancia de pH
		Conductividad	-Porcentaje de sustancia
		Salinidad	-Contenido de sales

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 2.2. Operacionalización de la variable independiente.

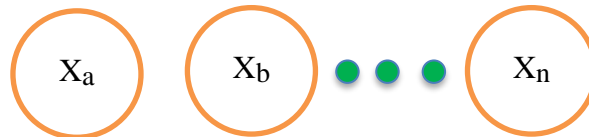
Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Control de calidad de los ladrillos King Kong	El control de calidad de la construcción identifica las características de diseño y de ejecución que permitirán verificar cumplimiento del nivel requerido para cada una de las etapas del proceso de construcción y para su vida útil. (Damiani, 2010).	Propiedades mecánica, físicas y químicas	Fortes
			Ladrinorte
			Lark
			Clasa
			Itali
			Pirámide
			Lambayeque
			Huanchaco

Fuente: Elaboración propia, 2019.

2.2. Tipo de investigación

La presente investigación es No Experimental, siendo el tipo de diseño Transversal: Descriptivo, porque se basa en el control de calidad de los tipos de ladrillos de arcilla King Kong 18 huecos, teniendo como particularidades de una variable independiente en una población, considerada como unifactorial. (**Figura 2.1**)

Figura 2.1. Esquema representativo de la investigación.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Donde:

X_a, X_b, \dots, X_n : Interés de cada variable tomada individualmente.

2.3. Población y muestra (materiales, instrumentos y métodos)

2.3.1. Población

Ladrillos King Kong del tipo 18 huecos de medidas de 23 x 12.5 x 9 cm y de 24 x 13 x 9 cm en la ciudad de Trujillo.

2.3.2. Muestra

El muestreo será probabilístico, del tipo muestreo simple, de tal manera que cada elemento tenga la misma probabilidad de ser seleccionada.

Para determinar el tamaño de la muestra de las unidades de albañilería a emplear en la resistencia a compresión, se debe tener en cuenta que no se conoce el tamaño de la población (N) y que se tiene una variable cuantitativa, por tal motivo se empleara la **Ecuación 2.1**.

$$n_0 = \frac{Z^2 x S^2}{E^2} \dots \text{Ecuación 2.1. Tamaño de la muestra.}$$

Donde:

n_0 : Tamaño de la muestra.

Z : Es el valor de la distribución normal estandarizada (bilateral), para un nivel de confianza adoptado por el investigador.

S : Desviación estándar de la variable fundamental del estudio o de interés para el investigador, obtenida por estudios anteriores.

E : Error de estimación del muestreo en % o en absoluto (unidades), fijada por el investigador.

Tabla 2.3. Valores de la distribución normal estandarizada.

VALORES DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL ESTANDARIZADA			
ERROR (Tipo I): Puede ser unilateral o bilateral			
Nivel de confianza (1- α)	Error (α)	Valor Z	
		Bilateral	Unilateral
90%	0.10	1.64	1.28
95%	0.05	1.96	1.64
99%	0.01	2.57	2.32
ERROR (Tipo II): Siempre es unilateral			
Poder (1- β)	Error (β)	Valor Z	
0.80	0.20	0.842	
0.90	0.10	1.282	
0.95	0.05	1.645	
0.99	0.01	2.326	

Fuente: Rubio, 2014.

Para la presente investigación se usará un nivel de confianza del 95 %, obteniendo un valor de $Z = 1,96$; según los valores de la Distribución Normal Estandarizada (**Tabla 2.3**). Además, Seminario (2013) encontró que los ladrillos industriales de 18 huecos de la marca Fortes, presentan una resistencia a compresión promedio de $84,13 \text{ kg/cm}^2$ y una desviación estándar de $13,06$; las cuales serán tomadas como antecedentes y serán para determinar el tamaño de muestra. Por último, se usará un error del 13 % estimado por el investigador. Entonces, se valor de “E” será:

$$E = 0,13 \times 84,13 = 10,94$$

Reemplazando en la ecuación 2.1, se tiene:

$$n_0 = \frac{1,96^2 \times 13,06^2}{10,94^2} = 5,47 \approx 5 \text{ replicas}$$

Por lo tanto, se obtiene una muestra de cinco unidades de albañilería por cada marca de ladrillo industrial de 18 huecos a emplear. En la **Tabla 2.4**, se expresa el número total de la muestra para el ensayo de resistencia a compresión.

Está constituida por 240 ladrillos King Kong del tipo 18 huecos de las marcas Fortes, LadriNorte, Lark, Clasa, Itali, Pirámide, Lambayeque y Huanchaco en la ciudad de Trujillo, en el estudio está constituido por 30 ladrillos por marca, para su evaluación se trabajó bajo muestreo aleatorio.

$$N = V.I \times V.D \times \text{Réplicas} = (1 \times 8) \times (10) \times (5) = 400 \text{ unidades de albañilería}$$

Tabla 2.4. Muestra de los ensayos de albañilería.

Ensayos de albañilería	Cantidad
Ladrillo King Kong tipo 18 Huecos: Fortes, LadriNorte, Lark, Clasa, Itali, Pirámide, Lambayeque y Huanchaco.	8
Ensayo de resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo, porcentaje de vacíos, succión, absorción, porosidad, peso específico, pH y salinidad	10
Tamaño muestral del número de unidades de albañilería, por cada marca.	5
Población/Muestra	400

Fuente: Elaboración propia, 2019.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica principal para la recolección de datos es la observación, ya que durante la realización de los ensayos, la observación es fundamental, pues a través de esta se puede dar cuenta de detalles muy importantes, como las dimensiones, errores en su producción, etc.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

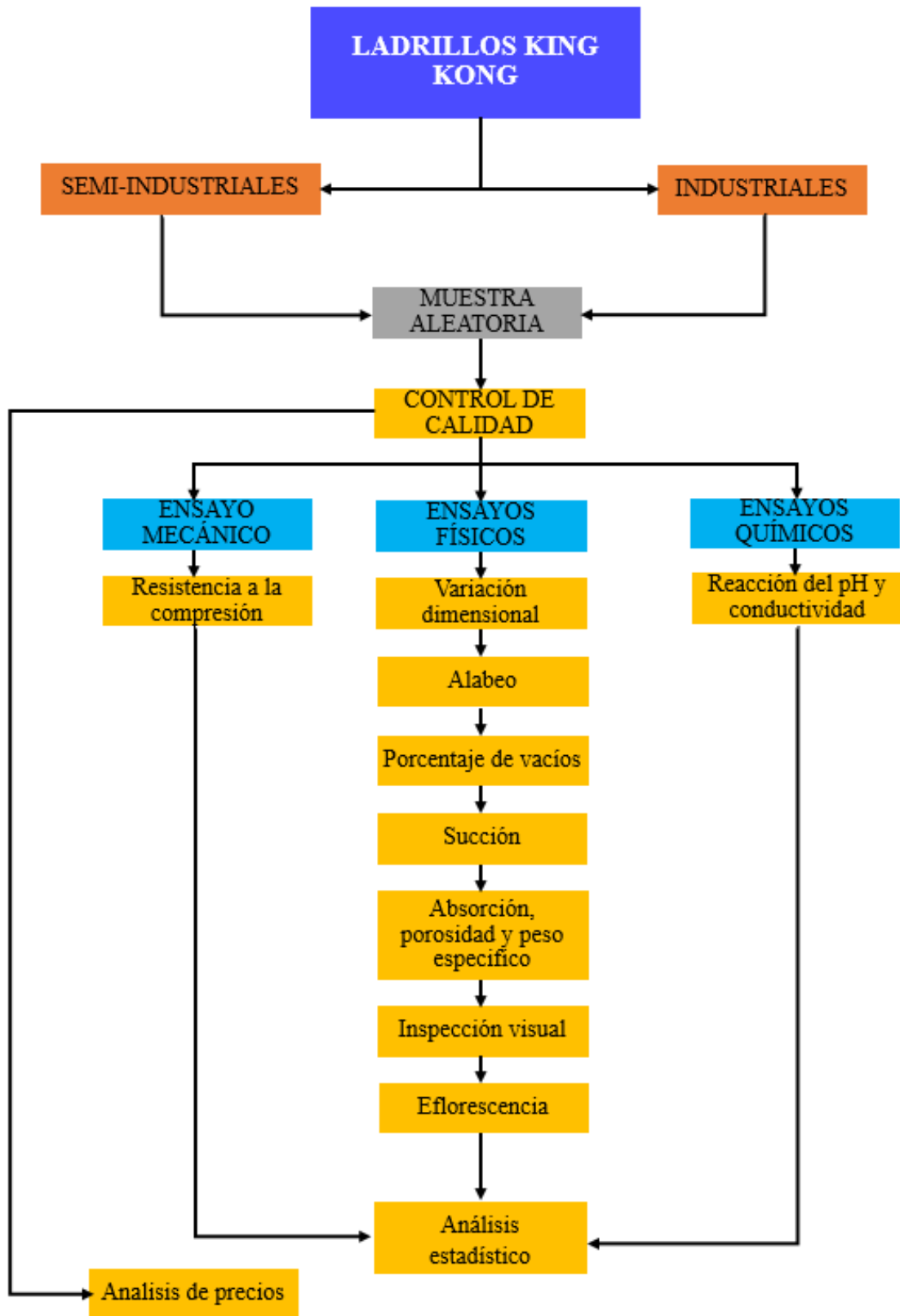
El instrumento para la recolección de datos fue la Guía de observación, donde se determinó las características en las que se encontraron las ladrilleras.

2.5. Procedimiento de recolección de datos

Para realizar los ensayos en laboratorio se procedió de acuerdo a la Norma Técnica Peruana vigente para cada ensayo, obtenida de la institución INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual).

- ✓ Norma Técnica de Edificaciones E.070 – Albañilería (2019).
- ✓ Norma Técnica Peruana 331.017 (2015) – UNIDADES DEL ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería.
- ✓ Norma Técnica Peruana 339.613 (2005) – UNIDADES DEL ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
- ✓ Norma Técnica Peruana 399.604 (2002) – UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
- ✓ Norma Técnica Peruana 339.152 (2002) – SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.
- ✓ Norma Técnica Peruana 339.176 (2002) – SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del valor pH en suelos y agua subterránea.

Figura 2.2. Cuadro sinóptico de todo el procedimiento de tesis.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

2.5.1.Ladrillos King Kong

- Semi industriales e industriales

En cuanto a los ladrillos semi industriales e industriales, se optó por buscar las empresas ladrilleras con planta en la provincia de Trujillo o dentro del departamento de la libertad y determinar las principales empresas abastecedoras de ladrillos a la sociedad trujillana.

Se debe agregar que existen empresas que proveen de gran cantidad de ladrillos maquinados a la provincia de Trujillo, pero su planta de producción se encuentra en zonas cercanas a la producción, por ejemplo, en Chiclayo o en Lima.

Semi industrial: fortes, ladrinorte, clasa, itali, Lambayeque y huanchaco.

Industriales: lark y pirámide.

2.5.2.Muestra aleatoria

Se consideró un muestreo aleatorio de las unidades de albañilería enteras, las cuales serán representativas del lote al cual pertenecen. Se debe considerar especímenes representativos del rango completo de colores, texturas y tamaños, libres de impurezas, limos u otros materiales no asociados con el proceso de fabricación.

Se marca cada espécimen de manera que pueda identificarse en cualquier momento. Las marcas no cubrirán más del cinco por ciento del área superficial de la cara del espécimen.

2.5.3.Control de calidad

A) Ensayo mecánico

a) Resistencia a la compresión

Mi resultado lo voy analizar de acuerdo al RNE E.070 y siguiendo los procedimientos de los ensayos de la NTP 399.613.

- Se mide el largo y ancho de cinco unidades enteras y secas, representativas de cada lote, con un vernier de acero graduado. Sus dimensiones son medidas a través de los dos extremos y en ambas caras desde el punto medio de los bordes que limitan las caras. Se registran estas 6 medidas con una aproximación de 1 mm y se registra el promedio de cada dimensión con una aproximación de 0,5 milímetros. Se prepara una capa de base para cada espécimen, a través de un refrentado de yeso con una dosificación de 0.65 agua/yeso, y de un espesor máximo de 4 milímetros, luego se deja secar en un cuarto de secado por 24 horas. En la

máquina de resistencia a la compresión se codifica ingresando el promedio de sus medidas de largo y ancho, luego se coloca el espécimen sobre la máquina la cual tiene una velocidad de carga 14,80 kn/s. Los valores de sus dimensiones, dará el valor más probable del área resistente, así como las dimensiones que se van a deformar. Se ensayarán los especímenes del ladrillo sobre su mayor dimensión y se centran debajo del apoyo esférico superior con un margen de 2 milímetros.



- La resistencia a compresión del ladrillo (f'_b) se determina utilizando la **Ecuación 2.2**, el resultado producto del análisis debe estar comprendido según su clase, la cual indican en la **Tabla 2.5**, establecido por la norma.

$$f'_b = \frac{P_U}{A} \dots \text{Ecuación 2.2. Resistencia a compresión.}$$

Donde:

- f'_b : Resistencia a la compresión, en kg/cm².
- P_U : Carga de rotura, en kg.
- A : Área de contacto, en cm².

Tabla 2.5. Limites de la resistencia a la compresión según su clase. RNE E.070.

CLASE	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESION f'_b mínimo Mpa (kg/cm ²) sobre área bruta
Ladrillo I	4,9 (50)
Ladrillo II	6,9 (70)
Ladrillo III	9,3 (95)
Ladrillo IV	12,7 (130)
Ladrillo V	17,6 (180)

Fuente: RNE E.070 Albañilería, 2019.

B) Ensayos físicos

a) Variación Dimensional

Mi resultado lo voy analizar de acuerdo al RNE E.070 y siguiendo los procedimientos de los ensayos de la NTP 399.613.

- Se mide el largo, ancho y alto de cinco unidades enteras y secas, representativas de cada lote, con un vernier de acero graduado. Sus dimensiones son medidas a través de los dos extremos y en ambas caras desde el punto medio de los bordes que limitan las caras. Se registran estas seis medidas con una aproximación de 1 mm y se registra el promedio de cada dimensión con una aproximación de 0,5 mm. (**Figura 2.4**)



- Se determina las dimensiones especificadas por el fabricante del ladrillo, al cual se le conoce como dimensión nominal. La variación dimensional se determina utilizando la **Ecuación 2.3**, el resultado producto del análisis debe estar comprendido según su clase, la cual indican en la **Tabla 2.6**, establecido por la norma.

$$V(\%) = \frac{(D_R - D_P)}{D_R} \times 100 \dots \text{Ecuación 2.3. Variación dimensional.}$$

Donde:

V (%) : Variación dimensional, en %.

D_R : Dimensión real medida por el fabricante, en cm.

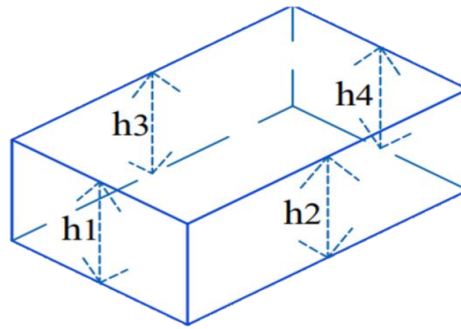
D_P : Dimensión promedio, en cm.

Tabla 2.6. Limites de la variacion dimensional según su clase. RNE E.070.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentajes)		
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1

Fuente: RNE E.070 Albañilería, 2019.

Figura 2.3. Medidas de variación dimensional (altura).



Fuente: Elaboracion propia, 2019.

b) Alabeo

Mi resultado lo voy analizar de acuerdo al RNE E.070 y siguiendo los procedimientos de los ensayos de la NTP 399.613.

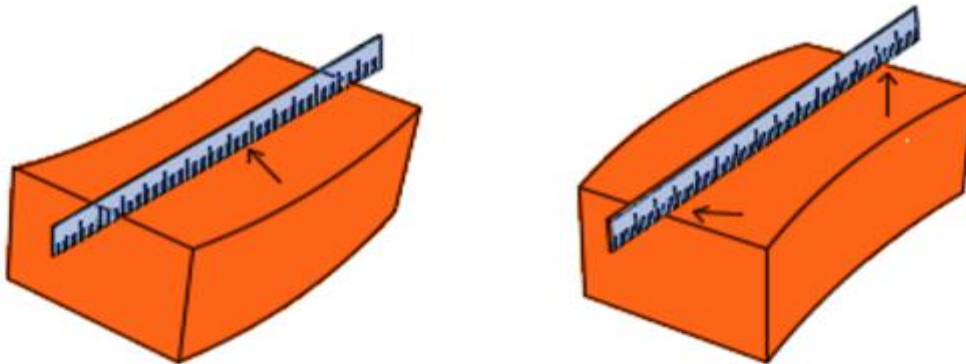
- Se usa como especímenes las cinco unidades seleccionadas para el ensayo de variación dimensional. Se emplea una cuña de madera de medición de 60 mm de longitud 12,5 mm de ancho y por 12,5 mm de espesor de un extremo, el que va reduciéndose hasta llegar a cero en el otro extremo. La cuña deberá estar graduada y numerada en divisiones de 1 mm.
- La medición de concavidad se coloca el borde recto de la regla ya sea longitudinalmente o sobre una diagonal de una de las caras mayores del ladrillo. Se coloca el calibrador en el punto correspondiente a la flecha máxima.

(Figura 2.5 a).

- En la medición de convexidad, se coloca al borde recto de la regla sea sobre una diagonal de una de las caras mayores del ladrillo. Se introduce en cada vértice un calibrador y se busca el punto de apoyo de la regla sobre la diagonal, para el cual en ambas se obtenga la misma medida. (Figura 2.5 b). El resultado producto del análisis debe de tener como máximo 2 mm para Tipo V y 4 mm para Tipo IV establecido por la norma.



Figura 2.4. a) Medición de concavidad. b) Medición de convexidad.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

c) Porcentaje de vacíos

Mi resultado lo voy analizar de acuerdo al RNE E.070 y siguiendo los procedimientos de los ensayos de la NTP 399.613.

- Se usa como especímenes las cinco unidades seleccionadas para el ensayo de variación dimensional.

- Se coloca un vidrio sobre una mesa fija y sobre el vidrio colocara los especímenes para ser ensayados. Se rellenará las perforaciones del ladrillo con arena fina, cumpliendo el módulo de finura=1.6 especificado en la norma técnica de agregados, dejándolo que caiga libremente. Con un martillo de goma se golpeará suavemente las caras laterales para que la arena baje suavemente, con una escobilla remover todo el exceso de arena,



tanto en la parte superior del espécimen como en el vidrio. Luego, levantar suavemente el espécimen lentamente para que la arena retenida en las perforaciones caiga en la superficie del vidrio. Transferir la arena del vidrio a una probeta graduada de 1000 ml y con el apoyo de un embudo dentro de la probeta, dejar caer la arena dentro de la probeta, agitar el cilindro para eliminar vacíos que se encuentra dentro. Finalmente tomar el valor que se obtiene en la probeta. Para determinar el volumen de vacíos de los especímenes se debe emplear la siguiente **Ecuación 2.4**, el resultado producto del análisis no debe superar el 30% establecido por la norma.

$$\%Vacíos = \frac{V_A}{V_L} \times 100 \dots \text{Ecuación 2.4. Porcentaje de vacíos.}$$

Donde:

- V_A : Volumen de la arena contenida en la probeta graduada, en ml.
 V_L : Volumen del ladrillo (largo x ancho x altura), en ml.

d) Succión

Mi resultado lo voy analizar de acuerdo al RNE E.070 y siguiendo los procedimientos de los ensayos de la NTP 399.613.

- Se usa como especímenes las cinco unidades seleccionadas para el ensayo de variación dimensional.
- Usando un vernier, se midió el ancho y largo de las dos superficies del asiento. Se secaron los ladrillos en el horno durante 24 horas a una temperatura de 110°C. Luego se dejaron enfriar y se pesaron. En un recipiente de vidrio con agua nivelada, colocando por debajo de los especímenes unos soportes, tomando como tiempo cero el momento del ladrillo con el agua. Durante el tiempo de contacto de 1 minuto se mantuvo el nivel de agua original de 3 milímetros de la bandeja agregando agua con el propósito de mantener el nivel. (Figura 1.18). Luego de 1 minuto, se retiró la muestra de la bandeja. Se secó el agua superficial con un paño húmedo y se pesó. El pesaje se realizó no mayor a 2 minutos. La succión de cada unidad se expresa en gramos por centímetro cuadrado y minuto, con precisión de 0,01 g/cm²/min, la cual viene dada por la Ecuación 2.5, el resultado producto del análisis debe de comprender entre 10 y 20 g/cm²/min establecido por la norma.



Luego de 1 minuto, se retiró la muestra de la bandeja. Se secó el agua superficial con un paño húmedo y se pesó. El pesaje se realizó no mayor a 2 minutos. La succión de cada unidad se expresa en gramos por centímetro cuadrado y minuto, con precisión de 0,01 g/cm²/min, la cual viene dada por la Ecuación 2.5, el resultado producto del análisis debe de comprender entre 10 y 20 g/cm²/min establecido por la norma.

$$\text{Succión} = \frac{(W_s - W_h)}{A} \times 200 \dots \text{Ecuación 2.5. Succión de la unidad.}$$

Donde:

- W_h : Peso seco, en g.
 W_s : Peso saturado, en g.
 A : Área bruta, en cm².

e) Absorción

Mi resultado lo voy analizar de acuerdo al RNE E.070 y siguiendo los procedimientos de los ensayos de la NTP 399.613.

- Se usa como especímenes las cinco unidades seleccionadas para el ensayo de variación dimensional.

- Se secan las muestras en el horno a una temperatura de 110 °C, durante 24 horas, luego se retiran los ladrillos del horno y se les deja enfriar a una temperatura ambiente, para registrar el peso seco. Se colocan los ladrillos secos en un recipiente con agua, manteniéndose completamente sumergidos durante 24 horas, asegurando que la temperatura del agua este entre 15 °C y 30 °C. Se retira los ladrillos del recipiente y con un



pañó húmedo se quita el agua superficial, para registrar el peso saturado. Los ladrillos deben ser pesados dentro de los 5 minutos a partir del momento que se extraen del recipiente. La absorción del ladrillo se determina utilizando la **Ecuación 2.6**, el resultado producto del análisis no debe superar el 22% establecido por la norma.

$$Absorción \% = \frac{(W_s - W_h)}{W_h} \times 100 \dots \text{Ecuación 2.6. Absorción de la unidad.}$$

Donde:

W_h : Peso seco, en g.

W_s : Peso saturado, en g.

f) Peso específico o densidad

Mi resultado lo voy analizar de acuerdo a la NTP 331.017 y siguiendo los procedimientos de los ensayos de la NTP 399.613.

- Se usa como especímenes las cinco unidades seleccionadas para el ensayo de variación dimensional.

- Se secan las muestras en el horno a una temperatura de 110 °C, durante 24 horas, luego se retiran los ladrillos del horno y se les deja enfriar a una temperatura ambiente, para registrar el peso seco. Se colocan los ladrillos secos en un recipiente con agua, manteniéndose completamente sumergidos durante 24 horas, asegurando que la temperatura del agua este entre 15 °C y 30 °C. En el equipo de Arquímedes, se



colocan los ladrillos en un balde con agua con una rejilla suspendida y se pesa en la balanza, para registrar el peso sumergido. Se retiran los ladrillos del recipiente y con un paño húmedo se quita el agua superficial, para registrar el peso saturado. Los ladrillos deben ser pesados dentro de los 5 minutos a partir del momento que se extraen del recipiente.

- El peso específico del ladrillo se determina utilizando la **Ecuación 2.7**, el resultado producto del análisis debe de comprender entre 1,65 para Tipo IV y 1,70 g/cm³ para Tipo V establecido por la norma.

$$\text{Peso específico} = \frac{W_h}{(W_s - W_{sp})} \dots \text{Ecuación 2.7. Peso específico de la unidad.}$$

Donde:

W_h : Peso seco, en g.

W_s : Peso saturado, en g.

W_{sp} : Peso suspendido, en g.

g) Porosidad

- Se secan las muestras en el horno a una temperatura de 110 °C, durante 24 horas, luego se retiran los ladrillos del horno y se les deja enfriar a una temperatura ambiente, para registrar el peso seco. Se colocan los ladrillos secos en un recipiente con agua, manteniéndose completamente sumergidos durante 24 horas, asegurando que la temperatura del agua este entre 15 °C y



30 °C. En el equipo de Arquímedes, se colocan los ladrillos en un balde con agua con una rejilla suspendida y se pesa en la balanza, para registrar el peso sumergido. Se retiran los ladrillos del recipiente y con un paño húmedo se quita el agua superficial, para registrar el peso saturado. Los ladrillos deben ser pesados dentro de los 5 minutos a partir del momento que se extraen del recipiente. La porosidad del ladrillo se determina utilizando la **Ecuación 2.8**, no hay norma donde nos brinden el rango establecido para la porosidad; sin embargo, en teoría nos mencionan que la porosidad tiene relación con la absorción y también nos mencionan que tiene relación con la resistencia mientras más poroso es la unidad menos resistente es la unidad y esto depende de la composición de la mezcla y el proceso del moldeo.

$$Porosidad \% = \frac{W_s - W_h}{(W_s - W_{sp})} \times 100 \dots \text{Ecuación 2.8. Porosidad de la unidad.}$$

Donde:

W_h : Peso seco, en g.

W_s : Peso saturado, en g.

W_{sp} : Peso suspendido, en g.

C) Ensayos químicos

a) Eflorescencia e inspección visual

Mi resultado lo voy analizar de acuerdo a la norma española UNE 67-029 y siguiendo los procedimientos de los ensayos de la NTP 399.613.

- Se procedió a limpiar con una brocha el polvo adherido en la superficie para evitar que pueda ser erróneamente como eflorescencia. En un recipiente de vidrio se vertió agua destilada, colocando por debajo de los especímenes unos soportes con una separación de 50 milímetros. Durante el tiempo de contacto de 7 días se mantuvo el nivel de agua original de 25



milímetros por encima de los soportes de la bandeja, agregando agua destilada diariamente con el propósito de mantener el nivel (**Figura 1.22**). Se secan las muestras en el horno a una temperatura de 110 °C, durante 24 horas, luego se retiran los ladrillos del horno y se les deja

enfriar a una temperatura ambiente. Luego a una distancia de 3 metros aproximadamente se observa los especímenes, bajo la iluminación adecuada se evalúa las condiciones de la eflorescencia, el resultado producto del análisis se determinó según la **Tabla 2.7**.

Tabla 2.7. Clasificación de la eflorescencia, según su superficie afectada.

Intensidad	Superficie afectada		
	>25%	≤25% y ≥5%	<5%
Velo fino	Ligeramente eflorescido	No eflorescido	No eflorescido
Velo grueso	Eflorescido	Ligeramente eflorescido	Ligeramente eflorescido
Mancha	Muy eflorescido	Eflorescido	Ligeramente eflorescido

Fuente: Norma española UNE 67-029, 1985.

b) Reacción del pH, conductividad salinidad

Mi resultado se analizará siguiendo los procedimientos de la NTP 339.176.

- Con un martillo se rompió en pequeños trozos los ladrillos seleccionados, con una cantidad aproximadamente de 100 gramos de cada unidad. En un vaso graduado se colocó los pequeños trozos de ladrillo, agregándole agua destilada con una cantidad aproximadamente de 200 gramos, dejándolo por 24 horas y revolviéndolo frecuentemente. Al cabo de 24 horas se llevó al laboratorio químico, con la máquina de medición



para detectar el pH y la conductividad de la muestra. La salinidad de la muestra se determina utilizando la siguiente **Ecuación 2.9** y **Ecuación 2.10**, el resultado producto del análisis se determinó de acuerdo a las Tablas 2.8 y 2.9.

$$S_1\% = \frac{0.26 \times C}{5.19}$$

Ecuación 2.9. Porcentaje de salinidad, con la conductividad menor a 5,19 dS/m.

$$S_2\% = \frac{0.59 \times C}{11.79}$$

Ecuación 2.10. Porcentaje de salinidad, con la conductividad mayor a 5,19 dS/m.

- La conductividad se debe convertir a dS/m ya que en esas unidades se trabaja en las fórmulas correspondientes.

$$1000 \mu\text{S/cm} = 1 \text{ dS/m}$$

Donde:

S₁, S₂ % : Salinidad, en %.

C : Conductividad, en ds/m.

S : Salinidad, en %.

Tabla 2.8. Categorías de los diferentes pH.

Clase	pH
Extremadamente ácido	Menor a 4 a 4.5
Muy fuertemente ácido	4.5 – 5.0
Fuertemente ácido	5.1 – 5.5
Medianamente ácido	5.6 – 6.0
Ligeramente ácido	6.1 – 6.5
Neutro	6.6 – 7.3
Ligeramente alcalino	7.4 – 7.8
Moderadamente alcalino	7.9 – 8.4
Fuertemente alcalino	8.5 – 9.0
Muy fuertemente alcalino	Mayor a 9.1

Fuente: Tenerife, 2014.

Tabla 2.9. Clasificación de los efectos de la salinidad según su conductividad.

Clase suelo salino	Conductividad del extracto de saturación (dS/m)	Efecto en cultivo
No salino	0 - 2	Efectos de la salinidad imperceptibles
Ligeramente salino	2 - 4	Rendimientos en cultivos sensibles pueden verse limitados
Moderadamente salino	4 - 8	Rendimientos limitados en la mayoría de cultivos
Fuertemente salino	8 - 16	Solo cultivos tolerantes tendrán rendimientos aceptables
Muy fuertemente salino	> 16	Solo cultivos muy tolerantes tendrán rendimientos aceptables

Fuente: Tenerife, 2014.

D) Análisis de precios unitarios

Los coeficientes de mano de obra en edificación son diferentes para otros trabajos como caminos, obras hidráulicas, viviendas, etc. Este coeficiente se determina con la **Ecuación 2.11.**

$$H.H = \frac{n \times 8}{R} \dots \text{Ecuación 2.11. Hora hombre.}$$

Donde:

H.H. : Hora Hombre.

n : Cantidad de trabajadores de una categoría.

J : Jornada de trabajo diario (8 Horas de trabajo)

R : Rendimiento diario.

El rendimiento de mano de obra (**Tabla 2.13**), es la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/hh (unidad de medida de la actividad por hora hombre). Es decir, la relación entre la cantidad de obra realizada por la mano de obra, y el tiempo empleado para ello, determina el rendimiento para cada partida.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{jornada laboral diaria} \times \text{n}^\circ \text{ de hombres}}{\text{producción diaria}}$$

Ecuación 2.12. Rendimiento de mano de obra.

El rendimiento de la mano de obra se ve afectado por una serie de factores a lo largo de la obra, algunos de estos pueden preverse desde el mismo momento en que se elabora el presupuesto. Los precios unitarios es la remuneración o el pago que el cliente eroga a favor de la empresa constructora por las operaciones que realiza, los materiales, el equipo y maquinaria que emplea en la ejecución de los conceptos de obra de su proyecto de construcción. El análisis de precios unitarios es conocido también como descompuestos, en palabras simples es analizar, desglosar y detallar los rendimientos de cada precio unitario de cada partida de un presupuesto (por la unidad de Obra); se debe descomponer y analizar este precio unitario en cuatro partes principales que son: materiales+ mano de obra+ equipos y/o herramientas. Los precios de la mano de obra están dados según el régimen de construcción civil en la **Tabla 2.14.**

I. Análisis de precios unitarios de la marca Fortes.

1. Cantidad de ladrillos por m² para muro de sogá.

$$CL = \frac{1}{(L + J_h) \times (H + J_v)} \quad \dots \text{Ecuación 2.13. Cantidad de ladrillos.}$$

Donde:

CL : Cantidad de ladrillos por m².

L : Longitud del ladrillo (m).

Jh : Espesor de la junta horizontal (m)

H : Altura del ladrillo (m)

Jv : Espesor de la junta vertical (m)

Largo : 24,42 cm.

Ancho : 11,76 cm.

Altura : 9,09 cm.

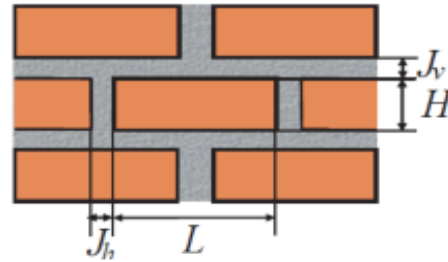
Junta : 1,5 cm

$$CL = \frac{1}{(0,24 + 0,015) \times (0,09 + 0,015)} = 36,44 \text{ lad./m}^2$$

Desperdicio: 5 % (Tabla 2.10)

$$CL = 36,44 \times 1,05 = 38,26 \text{ lad./m}^2$$

Figura 2.5. Espesor de junta en muro de sogá.



Fuente: Aceros Arequipa.

Tabla 2.10. Tabla de porcentajes de desperdicios.

DESCRIPCIÓN	% DESPERDICIO PROMEDIO
Mezcla para concreto	5
Mortero	10
Ladrillo para muros	5
Ladrillo para techos	5
Loseta para pisos	5

Fuente: Capeco, 2003.

2. Volumen de mezcla de m³ por m² de muro de soga.

$$V_{mo} = \underbrace{1 \times 1 \times A_{lad}}_{V_{mu}} - \underbrace{(L_{lad} \times A_{lad} \times H_{lad} \times CL)}_{V_{la} \times nL} \dots \text{Ecuación 2.14. Volumen de mortero.}$$

Donde:

Figura 2.6. Cálculo del volumen del muro.

V_{mo} : Volumen de mortero (m³/m²)

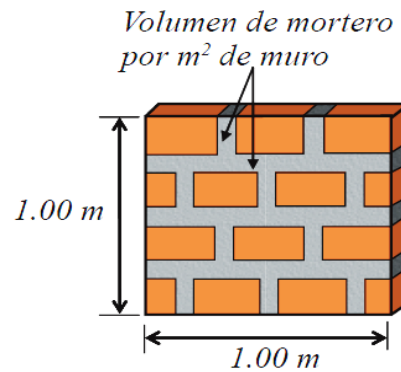
V_{mu} : Volumen de muro (m³/m²)

V_{lad} : Volumen de ladrillo (m³/m²)

$$V_{mu} = 1 \times 1 \times 0,1176 = 0,1176 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$V_{la} = 0,2442 \times 0,1176 \times 0,0909 = 0,0026 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$V_{mo} = 0,1176 - (0,0026 \times 36,44) = 0,0225 \text{ m}^3/\text{m}^2$$



Fuente: Aceros Arequipa.

3. Cantidad de material por m² para muro de soga.

Según norma E.070, la mezcla para asentado tiene proporción 1:5, la cual se descifra una proporción de cemento por cinco partes de arena gruesa para muros portantes, por ello se emplea 7.4 bolsas de cemento, 1.05 m³ de arena y 0.268 m³ de agua.

Tabla 2.11. Tabla de cantidad de materiales.

Proporción	Relación a/c	Cantidad de materiales por m3 de Mortero *		
		Cemento (bolsa)	Arena (m3)	Agua (litros)
1 : 1	0,29	23,2	0,66	286
1 : 2	0,43	15,2	0,86	277
1 : 3	0,57	11,2	0,96	272
1 : 4	0,72	8,9	1,00	272
1 : 5	0,85	7,4	1,05	268
1 : 6	1,00	6,3	1,07	269
1 : 7	1,14	5,5	1,10	267
1 : 8	1,29	4,9	1,11	268

Fuente: Capeco, 2003.

- **Cantidad de cemento** = 0,0225 x 7,4 = 0,1665 m³/m²
- **Cantidad de arena** = 0,0225 x 1,05 = 0,0236 m³/m²
- **Cantidad de agua** = 0,0225 x 0,268 = 0,0060 m³/m²

4. Costo unitario de 1m² de muro de ladrillo King Kong 18 huecos.

Tabla 2.12. Tabla de cuadrilla de la mano de obra.

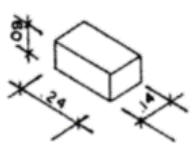
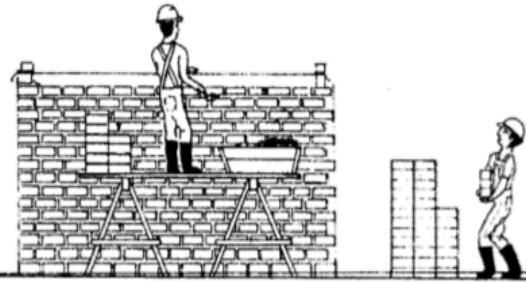
Nº	PARTIDA	UNID.	REND. DIARIO (8 HRS.)	CUADRILLA				EQUIPO Y/O HERRAM.
				Capt	Op.	Of.	Peón	
2.00	MUROS Y TABIQUES ALBAÑILERIA							
2.01	Ladrillo K.K. de arcilla o calcáreo, mezcla 1:5							
	a. Muro de Cabeza							
	- De menos de 2 ml. de long.	pza	350	0,1	1	—	1/2	andamio simple
	- De 2 a 4 ml. de longitud	pza	380	0,1	—	—	1/2	andamio simple
	- De más de 4 ml. de long.	pza	400	0,1	1	—	1/2	andamio simple
	b. Muro de soga							
	- De menos de 2 ml. de long.	pza	280	0,1	1	—	1/2	andamio simple
	- De 2 a 4 ml. de longitud	pza	320	0,1	1	—	1/2	andamio simple
	- De más de 4 ml. de long.	pza	350	0,1	1	—	1/2	andamio simple
	Nota: Para acabado caravista los anteriores rendimientos se disminuirán 15% por cara.							

Fuente: Capeco, 2003.

Para el rendimiento de la mano de obra se consideró la tabla de rendimientos de Capeco (Tabla 2.13) y para el costo HH del régimen de construcción civil se consideró los precios según la Tabla 2.14 de Capeco. De este procedimiento se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 2.13. Tabla de rendimiento de la mano de obra. Capeco.

ANALISIS DE COSTO UNITARIO			
Obra :		Hoja N° :	069
Propietario :		Hecho por :	
Ubicación :		Revisado por :	
		Fecha :	
PARTIDA N° :	Muro de ladrillo k.k. de arcilla de soga	Unidad :	m2
Especificaciones :	Ladrillo de 24 x 14 x 9, junta de 1,5 cm, mezcla 1:5, muro de más de 4,00 M. de largo		
Cuadrilla :	Colocación = 0,1 capataz + 1 operario + 0,5 peón		
	Acarreo = 1 peón		
Rendimiento :	Colocación: 9,46 m2/día (350 lad/día)		
	Acarreo: 27,03 m2/día (1000 lad/día)		

Fuente: Capeco, 2003.

Tabla 2.14. Costo HH para 2019-2020 – Perú – régimen de construcción civil. Capeco.

Vigencia : 01/08/19 al 31/05/20

RUBROS	OPERARIO	OFICIAL	PEÓN
Jornal Basico	S/. 70,30	S/. 55,40	S/. 49,70
Bonificacion Unificada de Construccion	S/. 22,50	S/. 16,62	S/. 14,91
Leyes Sociales			
Liquidacion	S/. 10,55	S/. 8,31	S/. 7,46
Vacaciones	S/. 8,11	S/. 6,39	S/. 5,74
Dominical	S/. 12,59	S/. 9,92	S/. 8,90
Feridos	S/. 2,71	S/. 2,14	S/. 1,92
Gratificacion	S/. 15,62	S/. 12,31	S/. 11,04
Escolaridad	S/. 17,58	S/. 13,85	S/. 12,43
Aportes del Empleador			
ESSALUD	S/. 11,86	S/. 9,25	S/. 8,30
SCTR	S/. 3,95	S/. 3,08	S/. 2,77
Otros Pagos			
Bonificacion por Movilidad Acumulada	S/. 7,20	S/. 7,20	S/. 7,20
Overol	S/. 0,60	S/. 0,60	S/. 0,60
Seguro de Vida	S/. 0,17	S/. 0,17	S/. 0,17
COSTO POR DIA (JORNAL = 8 HORAS)	S/. 183,74	S/. 145,24	S/. 131,14
COSTO HH	S/. 22,97	S/. 18,16	S/. 16,39

CAPATAZ = 10% OPERARIO

S/. 25,26

Fuente: Capeco, 2019.

Tabla 2.15. Precios de ladrillos King Kong 18 huecos en la ciudad de Trujillo

Marca	Precio por millar	Precio por unidad	Lugar
Lark	S/ 600.00	S/ 0.85	Trujillo
Fortes	S/ 550.00	S/ 0.73	Laredo
Clasa	S/ 480.00	S/ 0.59	Trujillo
Itali	S/ 550.00	S/ 0.55	Trujillo
Piramide	S/ 650.00	S/ 0.85	Buenos Aires
Lambayeque	S/ 600.00	S/ 0.85	Buenos Aires
Huanchaco	S/ 540.00	S/ 0.55	Huanchaco
LadriNorte	S/ 480.00	S/ 0.59	Trujillo

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 2.16. Análisis de precios unitarios de la marca Fortes.

Presupuesto		Análisis de Precios Unitarios				Fecha presupuesto: 05/03/2020	
VIVIENDAS DE BAJO COSTO							
Partida : MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm.		MORTERO 1:5					
Rendimiento	m2/día	MO. 9.4600	EQ. 9.4600	Costo unitario directo por : m ²	63.99		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
101010002	Capataz	hh	0.1000	0.0846	25.26	2.14	
101010003	Operario	hh	1.0000	0.8457	22.97	19.42	
101010005	Peón	hh	0.5000	0.4228	16.39	6.93	
							28.49
Materiales							
207020001	Arena	m ³		0.0236	45.00	1.06	
207070001	Agua puesta en obra	m ³		0.0060	10.00	0.06	
213010002	Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	bol		0.1665	20.00	3.33	
2160100080008	Ladrillo King Kong	und		38.2573	0.73	27.88	
							32.34
Equipos							
301060007	Herramientas manuales	%mo		3.0000	28.49	0.85	
30130001	Andamio metálico	día	0.7500	0.1154	20.00	2.31	
							3.16

Fuente: Elaboracion propia, 2019.

2.6. Métodos e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.6.1. Método de análisis de datos

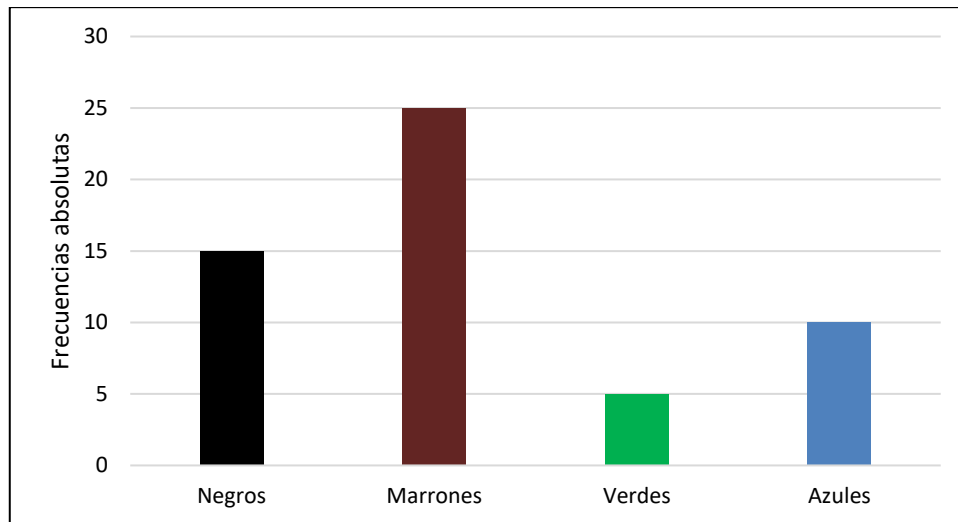
La presente investigación, se procede a utilizar el histograma y diagrama de frecuencia para comparar los resultados, el cual fueron obtenidos en el desarrollo de la tesis; para ello, se tomara como población las distintas empresas ladrilleras.

2.6.2. Instrumento de análisis de datos

A) Diagrama de frecuencias

Sirve para representar las variables cualitativas ordinales. En el eje horizontal se representan las diferentes categorías y sobre él se levantan unas columnas o barras cuya altura es proporcional a la frecuencia de cada categoría. También podríamos utilizar este tipo de gráfico para representar variables cuantitativas discretas, pero lo que no es correcto hacer es usarlo para las variables cualitativas nominales (**Figura 2.7**).

Figura 2.7. Ejemplo de diagrama de frecuencias.



Fuente: Elaboracion propia, 2019.

B) Medidas Estadísticas

a) Medidas de Posición – Media Aritmética.

La también llamada promedio, sirve para determinar el valor intermedio dentro de los valores acumulados según la **Ecuación 2.13**.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots \text{Ecuación 2.15. Media aritmética.}$$

Donde:

\bar{X} : Media Aritmética.

Σ : Sumatoria.

X_i : Representa cada dato en el conjunto.

n : Tamaño de la muestra. Es el número de términos en el conjunto

b) Varianza

Es una medida de dispersión que representa la variabilidad de una serie de datos respecto a su media. (**Ecuación 2.14**)

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \dots \text{Ecuación 2.16. Varianza.}$$

Donde:

σ^2 : Varianza

Σ : Sumatoria.

\bar{X} : Media Aritmética.

X : Observación de la muestra. Representa cada dato en el conjunto.

n : Tamaño de la muestra. Es el número de términos en el conjunto.

c) Desviación estándar

Es la medida de dispersión más común, que indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media. (**Ecuación 2.15**)

$$DS = \sqrt{\sigma^2} \dots \text{Ecuación 2.17. Desviación estándar.}$$

Donde:

DS : Desviación estándar

σ^2 : Varianza

d) Coeficiente de variación

El coeficiente de variación es la relación entre la desviación típica de una muestra y su media. (**Ecuación 2.16**)

$$CV = \frac{DS}{\bar{X}} \times 100 \dots \text{Ecuación 2.18. Coeficiente de variación.}$$

Donde:

CV = Coeficiente de Variación

DS = Desviación estándar

\bar{X} = Media Aritmética

C) Análisis estadístico

a) Prueba paramétrica para datos normales

Los análisis de normalidad, también llamados contrastes de normalidad, tienen como objetivo analizar cuánto difiere la distribución de los datos observados respecto a lo esperado si procediesen de una distribución normal con la misma media y desviación típica. Pueden diferenciarse tres estrategias: Las basadas en representaciones gráficas, en métodos analíticos y test de hipótesis. (Joaquín, 2016) Un caso específico de ajuste a una distribución teórica es la correspondiente a la distribución normal. Este contraste se realiza para comprobar si se verifica la hipótesis de normalidad necesaria para que el resultado de algunos análisis sea fiable, como por ejemplo para el ANOVA.

b) Prueba de Fisher

Los resultados obtenidos durante los ensayos a los morteros consolidados, se analizarán para rechazar o corroborar la hipótesis planteada mediante un análisis de varianza con el ANOVA.

Para el análisis de datos de la presente investigación se usará el software estadístico STATGRAPHICS. Para la prueba se considerarán como hipótesis:

- Hipótesis nula (Ho): Es una afirmación tentativa que se realiza acerca del valor de un parámetro poblacional.
- Hipótesis alterna (H1): Es una afirmación contraria a la presentada en la hipótesis nula.

Tabla 2.17. Formulas estadísticas para analizar método ANOVA.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F ₀
A	$SS_A = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{n} - \frac{Y_i^2}{axn}$	a-1	$MS_A = \frac{SS_A}{a-1}$	$F_0 = \frac{MS_A}{MS_E}$
Error	$SS_E = SS_{TOTAL} - SS_A$	a x (n-1)	$MS_E = \frac{SS_E}{a \times (n-1)}$	
Total	$SS_T = \sum_{i=1}^a Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{axn}$			

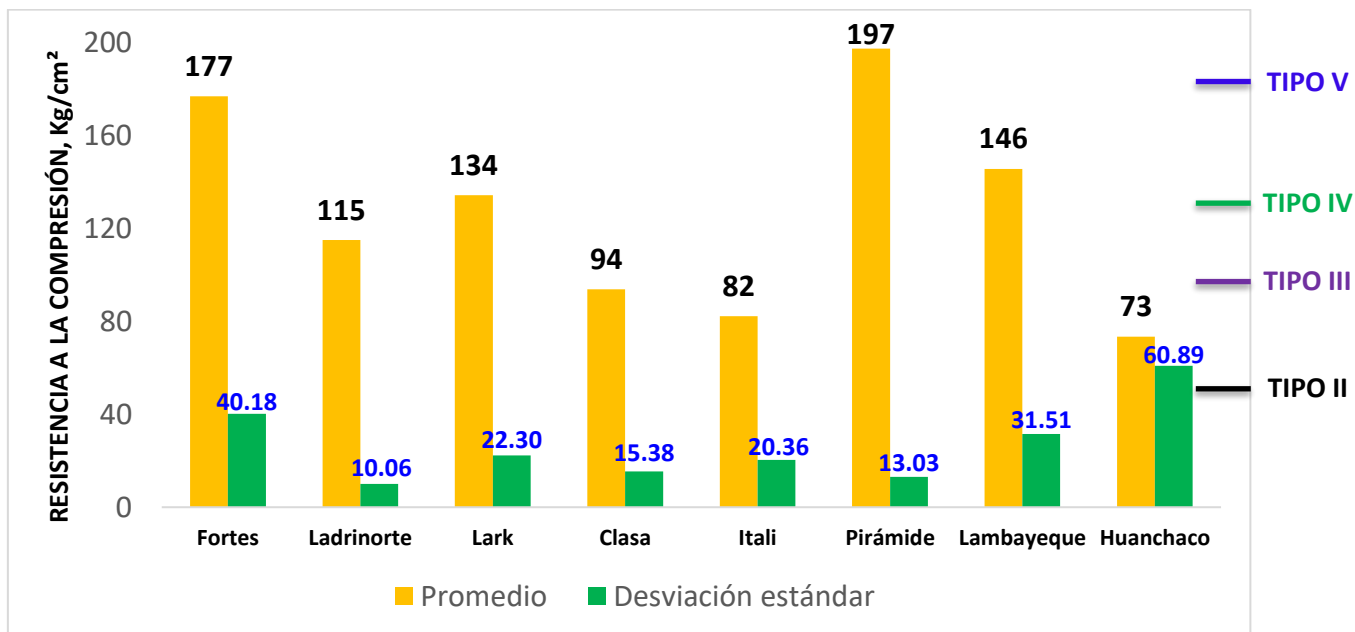
Fuente: Elaboracion propia, 2020.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resistencia a la compresión

Para este ensayo se utilizaron cinco ladrillos enteros, seleccionados aleatoriamente, para cada marca, con la finalidad de obtener muestras representativas, los cuales fueron evaluados de acuerdo a la NTP 339.613. La norma establece parámetros mínimos de resistencia que debe cumplir la cual se detalla en la **Figura 3.1**, para que se pueda clasificar según su clase.

Figura 3.1. Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

En la Figura 3.1., se establece que la resistencia a la compresión (f^b) promedio de los ladrillos de la marca “Fortes” es de 177 kg/cm² y una desviación estándar de 40,18, cumpliendo con lo establecido en la NTE E.070 – Albañilería (2006) clasificando como ladrillo de Tipo IV.

En la Figura 3.1., se establece que la resistencia a la compresión (f^b) promedio de los ladrillos de la marca “LadriNorte” es de 115 kg/cm² y una desviación estándar de 10,06, cumpliendo con lo establecido en la NTE E.070 – Albañilería (2006) clasificando como ladrillo de Tipo III.

En la Figura 3.1., se establece que la resistencia a la compresión (f^b) promedio de los ladrillos de la marca “Lark” es de 134 kg/cm² y una desviación estándar de 22,30,

cumpliendo con lo establecido en la NTE E.070 – Albañilería (2006) clasificando como ladrillo de Tipo IV.

En la Figura 3.1., se establece que la resistencia a la compresión ($f^{\prime}b$) promedio de los ladrillos de la marca “Clasa” es de 94 kg/cm² y una desviación estándar de 15,38, cumpliendo con lo establecido en la NTE E.070 – Albañilería (2006) clasificando como ladrillo de Tipo II.

En la Figura 3.1., se establece que la resistencia a la compresión ($f^{\prime}b$) promedio de los ladrillos de la marca “Itali” es de 82 kg/cm² y una desviación estándar de 20,36, cumpliendo con lo establecido en la NTE E.070 – Albañilería (2006) clasificando como ladrillo de Tipo II.

En la Figura 3.1., se establece que la resistencia a la compresión ($f^{\prime}b$) promedio de los ladrillos de la marca “Pirámide” es de 197 kg/cm² y una desviación estándar de 13,03, cumpliendo con lo establecido en la NTE E.070 – Albañilería (2006) clasificando como ladrillo de Tipo V.

En la Figura 3.1., se establece que la resistencia a la compresión ($f^{\prime}b$) promedio de los ladrillos de la marca “Lambayeque” es de 146 kg/cm² y una desviación estándar de 31,51, cumpliendo con lo establecido en la NTE E.070 – Albañilería (2006) clasificando como ladrillo de Tipo IV.

En la Figura 3.1., se establece que la resistencia a la compresión ($f^{\prime}b$) promedio de los ladrillos de la marca “Huanchaco” es de 73 kg/cm² y una desviación estándar de 60,89, cumpliendo con lo establecido en la NTE E.070 – Albañilería (2006) clasificando como ladrillo de Tipo II.

3.2. Variación dimensional y alabeo

Para este ensayo permitió determinar la variación porcentual de las dimensiones de cada muestra, para desarrollar el análisis físico y estadístico de los resultados obtenidos de cada grupo. El proceso se basa en la NTP 399.613, la cual permite establecer una relación entre los resultados obtenidos y las especificaciones del fabricante.

Este ensayo permitió determinar la mayor concavidad y convexidad del ladrillo. Un gran alabeo puede afectar el espesor de la junta entre unidades; asimismo, puede disminuir la adherencia ladrillo-mortero por la existencia de vacíos en las zonas que presentan alabeo y, como consecuencia, puede ocasionar fallas de tracción por flexión de la unidad.

Se emplearon cinco unidades de ladrillo por cada marca, las cuales fueron estudiadas (Fortes, LadriNorte, Lark, Clasa, Itali, Pirámide, Lambayeque y Huanchaco). Las unidades fueron elegidas aleatoriamente con la finalidad de obtener una muestra representativa, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 3.1. Resultado del ensayo de variación dimensional de las unidades de albañilería.

MARCAS	Largo (cm)		Ancho (cm)		Alto (cm)		Alabeo Promedio	
	Coefficiente de variación (%)	Var. Dimen. (%)	Coefficiente de variación (%)	Var. Dimen. (%)	Coefficiente de variación (%)	Var. Dimen. (%)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
Fortes	1,28	-2	1,43	6	0,77	-1	1	0
Ladrinorte	0,50	2	0,43	-1	0,48	-3	0	0
Lark	0,44	1	0,25	1	1,21	-2	1	0
Clasa	0,34	0	1,18	-1	0,41	0	1	1
Itali	0,22	-1	0,14	4	1,25	0	1	0
Pirámide	0,17	1	0,42	1	1,96	0	1	0
Lambayeque	0,33	-1	0,53	1	1,38	1	1	0
Huanchaco	0,60	1	0,67	4	0,72	0	1	0

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

En la tabla 3.1., se indica que los ladrillos King Kong de la marca “Fortes”, presentan un coeficiente de variación en su largo, ancho y alto de 1,28 %, 1,43 % y 0,77 % respectivamente, por lo que se acepta el lote de fabricación, ya que está por debajo del 20 % exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2019); además, estas unidades tienen una variación dimensional promedio de -2 % en el largo, 6 % de ancho y -1 % de alto, clasificando como ladrillos de Tipo IV, pudiendo llegar hasta ladrillo Tipo V, de acuerdo con lo estipulado en la NTE E.70 – Albañilería (2019).

En la tabla 3.1., se indica que los ladrillos King Kong de la marca “LadriNorte”, presentan un coeficiente de variación de 0,50 % de largo, 0,43 % de ancho y 0,48 % de alto, por lo que se acepta el lote de fabricación, ya que está por debajo del 20 % exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2006); además, estas unidades tienen una variación dimensional promedio de

2 % en el largo, -1 % de ancho y -3 % de alto, clasificando como ladrillos de Tipo IV, pudiendo llegar hasta ladrillo Tipo V, de acuerdo con lo estipulado en la NTE E.70 – Albañilería (2019).

En la tabla 3.1., se indica que los ladrillos King Kong de la marca “Lark”, presentan un coeficiente de variación de 0,44 % de largo, 0,25 % de ancho y 1,21 % de alto, por lo que se acepta el lote de fabricación, ya que está por debajo del 20 % exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2006); además, estas unidades tienen una variación dimensional promedio de 1 % en el largo, 1 % de ancho y -2 % de alto, clasificando como ladrillos de Tipo V.

En la tabla 3.1., se indica que los ladrillos King Kong de la marca “Clasa”, presentan un coeficiente de variación de 0,34 % de largo, 1,18 % de ancho y 0,41 % de alto, por lo que se acepta el lote de fabricación, ya que está por debajo del 20 % exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2006); además, estas unidades tienen una variación dimensional promedio de 0 % en el largo, -1 % de ancho y 0 % de alto, clasificando como ladrillos de Tipo V.

En la tabla 3.1., se indica que los ladrillos King Kong de la marca “Itali”, presentan un coeficiente de variación de 0,22 % de largo, 0,14 % de ancho y 1,25 % de alto, por lo que se acepta el lote de fabricación, ya que está por debajo del 20 % exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2006); además, estas unidades tienen una variación dimensional promedio de -1 % en el largo, 4 % de ancho y 0 % de alto, clasificando como ladrillos de Tipo V.

En la tabla 3.1., se indica que los ladrillos King Kong de la marca “Pirámide”, presentan un coeficiente de variación de 0,17 % de largo, 0,42 % de ancho y 1,96 % de alto, por lo que se acepta el lote de fabricación, ya que está por debajo del 20 % exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2006); además, estas unidades tienen una variación dimensional promedio de 1 % en el largo, 1 % de ancho y 0 % de alto, clasificando como ladrillos de Tipo V.

En la tabla 3.1., se indica que los ladrillos King Kong de la marca “Lambayeque”, presentan un coeficiente de variación de 0,33 % de largo, 0,53 % de ancho y 1,38 % de alto, por lo que se acepta el lote de fabricación, ya que está por debajo del 20 % exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2006); además, estas unidades tienen una variación dimensional promedio de -1 % en el largo, -1 % de ancho y 1 % de alto, clasificando como ladrillos de Tipo V.

En la tabla 3.1., se indica que los ladrillos King Kong de la marca “Huanchaco”, presentan un coeficiente de variación de 0,60 % de largo, 0,67 % de ancho y 0,72 % de alto, por lo que

se acepta el lote de fabricación, ya que está por debajo del 20 % exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2006); además, estas unidades tienen una variación dimensional promedio de 1 % en el largo, 4 % de ancho y 0 % de alto, clasificando como ladrillos de Tipo V.

En la Tabla 3.1., se muestran los valores promedio (en milímetros) de la concavidad y convexidad medidas en las caras superiores e inferiores de los ladrillos King Kong de las distintas marcas.

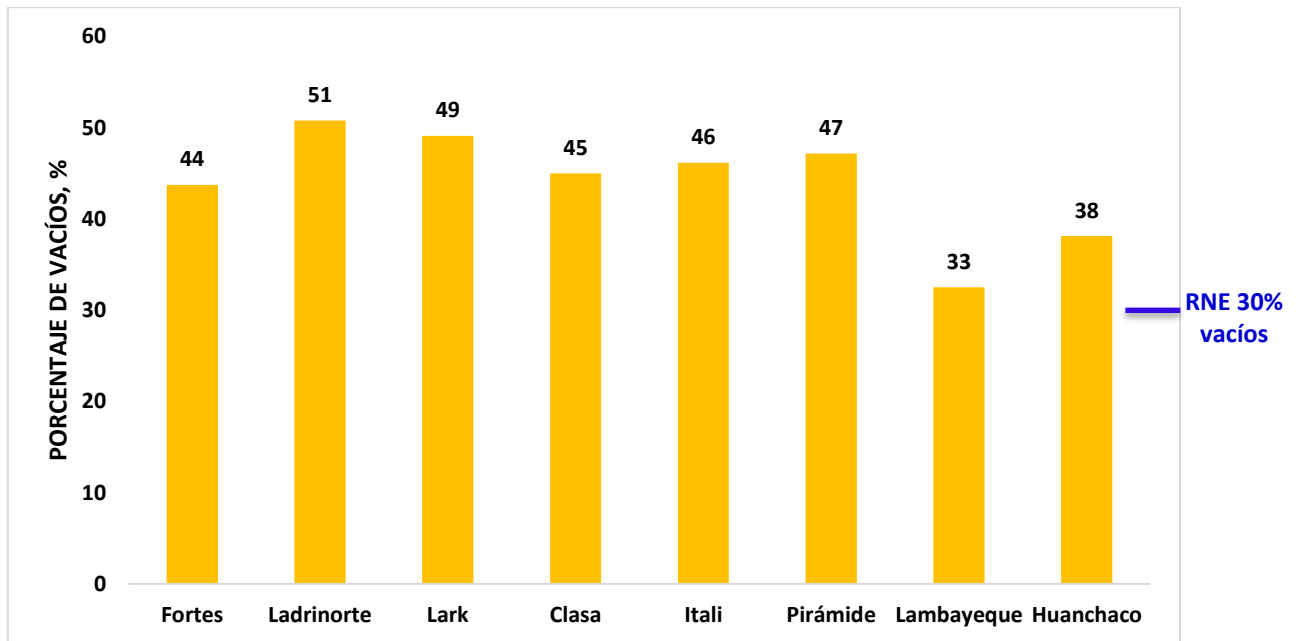
En la Tabla 3.2., se muestran los resultados del alabeo de las distintas marcas, las cuales todas las marcas tienen variaciones entre 0 y 1 mm de concavidad y convexidad; esto quiere decir, que los ladrillos están dentro de lo permitido por la norma las cuales se clasifican al ladrillo como Tipo V, por lo que no supera el alabeo máximo estipulada por la NTE E.070 Albañilería (2006), siendo 2 mm.

3.3. Porcentaje de vacíos

Para este ensayo permitió determinar el porcentaje de vacíos de cada muestra, para desarrollar el porcentaje de vacíos la Norma NTE E.070 – Albañilería (2019) - Albañilería, nos define aquella cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie del asiento tiene un área equivalente menor al 70% del área bruta en el mismo plano; quiere decir, que las unidades de ladrillo huecas debe tener mínimo el 30% de vacíos. El proceso se basa en la NTE E.070 – Albañilería (2019), la cual permite establecer una comparación entre los resultados obtenidos y los establecidos por la norma.

Se emplearon cinco unidades de ladrillo por cada marca, las cuales fueron estudiadas (Fortes, Ladrinorte, Lark, Clasa, Itali, Pirámide, Lambayeque y Huanchaco). Las unidades fueron elegidas aleatoriamente con la finalidad de obtener una muestra representativa, obteniéndose los siguientes resultados:

Figura 3.2. Porcentaje de vacíos de la unidad.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

En la figura 3.2., se indica que los ladrillos King Kong de la marca “Fortes”, presentan un porcentaje de vacíos de 44 %, por lo que se considera como ladrillo hueco, ya que está por encima del 30 % del área bruta exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2019), clasificando como ladrillos de Tipo IV, pudiendo llegar hasta ladrillo Tipo V, de acuerdo con lo estipulado en la NTE E.070, esto significa que su resistencia disminuye.

En la figura 3.2., se indica que los ladrillos King Kong de la marca “LadriNorte”, presentan un porcentaje de vacíos de 51 %, por lo que se considera como ladrillo hueco, ya que está por encima del 30 % del área bruta exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2019), clasificando como ladrillos de Tipo IV, pudiendo llegar hasta ladrillo Tipo V, de acuerdo con lo estipulado en la NTE E.070 esto significa que su resistencia disminuye.

En la figura 3.2., se indica que los ladrillos King Kong de la marca “Lark”, presentan un porcentaje de vacíos de 49 %, por lo que se considera como ladrillo hueco, ya que está por encima del 30 % del área bruta exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2019), clasificando como ladrillos de Tipo IV, pudiendo llegar hasta ladrillo Tipo V, de acuerdo con lo estipulado en la NTE E.070, esto significa que su resistencia disminuye.

En la figura 3.2., se indica que los ladrillos King Kong de la marca “Clasa”, presentan un porcentaje de vacíos de 45 %, por lo que se considera como ladrillo hueco, ya que está por

encima del 30 % del área bruta exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2019), clasificando como ladrillos de Tipo IV, pudiendo llegar hasta ladrillo Tipo V, de acuerdo con lo estipulado en la NTE E.070, esto significa que su resistencia disminuye.

En la figura 3.2., se indica que los ladrillos King Kong de la marca “Itali”, presentan un porcentaje de vacíos de 46 %, por lo que se considera como ladrillo hueco, ya que está por encima del 30 % del área bruta exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2019), clasificando como ladrillos de Tipo IV, pudiendo llegar hasta ladrillo Tipo V, de acuerdo con lo estipulado en la NTE E.070, esto significa que su resistencia disminuye.

En la figura 3.2., se indica que los ladrillos King Kong de la marca “Pirámide”, presentan un porcentaje de vacíos de 47 %, por lo que se considera como ladrillo hueco, ya que está por encima del 30 % del área bruta exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2019), clasificando como ladrillos de Tipo IV, pudiendo llegar hasta ladrillo Tipo V, de acuerdo con lo estipulado en la NTE E.070, esto significa que su resistencia disminuye.

En la figura 3.2., se indica que los ladrillos King Kong de la marca “Lambayeque”, presentan un porcentaje de vacíos de 33 %, por lo que se considera como ladrillo hueco, ya que está por encima del 30 % del área bruta exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2019), clasificando como ladrillos de Tipo IV, pudiendo llegar hasta ladrillo Tipo V, de acuerdo con lo estipulado en la NTE E.070, esto significa que su resistencia disminuye.

En la figura 3.2., se indica que los ladrillos King Kong de la marca “Huanchaco”, presentan un porcentaje de vacíos de 38 %, por lo que se considera como ladrillo hueco, ya que está por encima del 30 % del área bruta exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2019), clasificando como ladrillos de Tipo IV, pudiendo llegar hasta ladrillo Tipo V, de acuerdo con lo estipulado en la NTE E.070, esto significa que su resistencia disminuye.

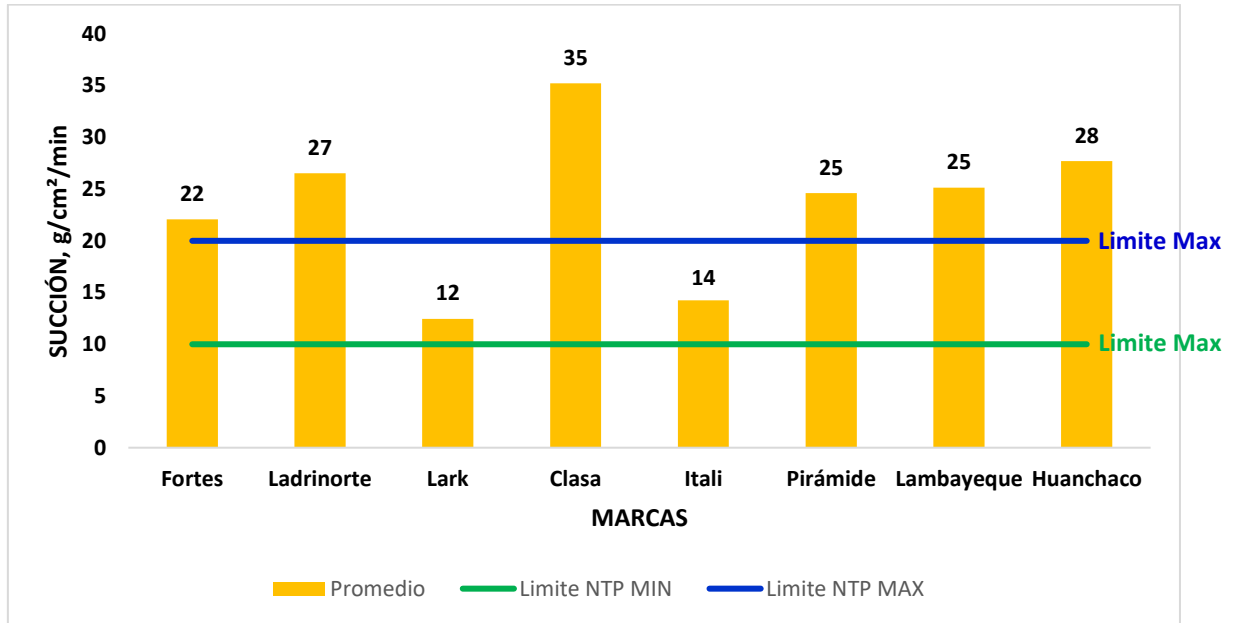
3.4. Succión

Para este ensayo se utilizaron cinco ladrillos enteros, seleccionados aleatoriamente, teniendo el tiempo de ensayo de 1 minuto.

La NTE E.070 - Albañilería (2006) recomienda que la succión de los ladrillos de arcilla este comprendida entre los 10 y 20 g/200cm²/min. Cuando excede este valor se recomienda regar los ladrillos de arcilla antes de ser asentados.

Las unidades fueron elegidas aleatoriamente con la finalidad de obtener una muestra representativa, obteniéndose los siguientes resultados:

Figura 3.3. Succión de los especímenes de la unidad de albañilería.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

En la Figura 3.3., se indica que los ladrillos de la marca “Fortes”, presentan una succión promedio de 22 g/200cm²/min, sobrepasando los 20 g/200cm²/min recomendado por la NTE E.070 – Albañilería (2019), por lo que estas unidades deben ser regadas antes de su asentado.

En la Figura 3.3., se indica que los ladrillos de la marca “LadriNorte”, presentan una succión promedio de 27 g/200cm²/min, sobrepasando los 20 g/200cm²/min recomendado por la NTE E.070 – Albañilería (2019), por lo que estas unidades deben ser regadas antes de su asentado.

En la Figura 3.3., se indica que los ladrillos de la marca “Lark”, presentan una succión promedio de 12 g/200cm²/min, cumpliendo con lo estipulado por la norma, la cual no sobrepasa los 20 g/200cm²/min recomendado por la NTE E.070 – Albañilería (2019), por lo que se acepta la unidad.

En la Figura 3.3., se indica que los ladrillos de la marca “Clasa”, presentan una succión promedio de 35 g/200cm²/min, sobrepasando los 20 g/200cm²/min recomendado por la NTE E.070 – Albañilería (2019), por lo que estas unidades deben ser regadas antes de su asentado.

En la Figura 3.3., se indica que los ladrillos de la marca “Itali”, presentan una succión promedio de 14 g/200cm²/min, cumpliendo con lo estipulado por la norma, la cual no sobrepasa los 20 g/200cm²/min recomendado por la NTE E.070 – Albañilería (2019), por lo que se acepta la unidad.

En la Figura 3.3., se indica que los ladrillos de la marca “Pirámide”, presentan una succión promedio de 25 g/200cm²/min, sobrepasando los 20 g/200cm²/min recomendado por la NTE E.070 – Albañilería (2019), por lo que estas unidades deben ser regadas antes de su asentado.

En la Figura 3.3., se indica que los ladrillos de la marca “Lambayeque”, presentan una succión promedio de 25 g/200cm²/min, sobrepasando los 20 g/200cm²/min recomendado por la NTE E.070 – Albañilería (2019), por lo que estas unidades deben ser regadas antes de su asentado.

En la Figura 3.3., se indica que los ladrillos de la marca “Huanchaco”, presentan una succión promedio de 28 g/200cm²/min, sobrepasando los 20 g/200cm²/min recomendado por la NTE E.070 – Albañilería (2019), por lo que estas unidades deben ser regadas antes de su asentado.

3.5. Absorción, porosidad y densidad

La NTE E.070 Albañilería (2019), señala que la absorción para los ladrillos de arcilla no debe de ser mayor que 22 %.

La NTP 331.017, señala que la densidad debe de tener como mínimo 1,65 g/cm³, para ladrillos tipo IV y 1,70 g/cm³, para ladrillos tipo V.

Tabla 3.2. Resultado del ensayo de absorción, porosidad y densidad.

MARCAS	Absorción (%)	Porosidad (%)	Densidad (g/cm³)
Fortes	11	24	2,28
Ladrinorte	11	21	1,98
Lark	10	20	2,01
Clasa	12	23	1,95
Itali	13	25	1,96
Pirámide	11	23	2,02
Lambayeque	12	23	1,92
Huanchaco	15	29	1,88

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

En la Tabla 3.5., se establece que la absorción promedio del ladrillo de la marca “Fortes” es de 11 %, la cual está por debajo del 22 % exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2019), por lo que se acepta la unidad. También muestra que la porosidad del ladrillo es de 24 %, ya que los porcentajes de la porosidad depende mucho del grano que tenga la arcilla; sin embargo, la porosidad tiene relación con la resistencia mientras la porosidad aumenta la resistencia disminuye. Se puede apreciar los valores de la densidad promedio del ladrillo es de 2,28 g/cm³, la cual está por encima del mínimo que es 1,65 g/cm³ para Tipo IV y 1,70 g/cm³ para Tipo V exigido por la NTP 331.017 (2003), por lo que se acepta la unidad clasificando como ladrillos de Tipo V.

En la Tabla 3.5., se establece que la absorción promedio del ladrillo de la marca “LadriNorte” es de 11 %, la cual está por debajo del 22 % exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2019), por lo que se acepta la unidad. También muestra que la porosidad del ladrillo es de 21 %, ya que los porcentajes de la porosidad depende mucho del grano que tenga la arcilla; sin embargo, la porosidad tiene relación con la resistencia mientras la porosidad aumenta la resistencia disminuye. Se puede apreciar los valores de la densidad promedio del ladrillo es de 1,98 g/cm³, la cual está por encima del mínimo que es 1,65 g/cm³ para Tipo IV y 1,70 g/cm³ para Tipo V exigido por la NTP 331.017 (2003), por lo que se acepta la unidad clasificando como ladrillos de Tipo V.

En la Tabla 3.5., se establece que la absorción promedio del ladrillo de la marca “Lark” es de 10 %, la cual está por debajo del 22 % exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2019), por lo que se acepta la unidad. También muestra que la porosidad del ladrillo es de 20 %, ya que los porcentajes de la porosidad depende mucho del grano que tenga la arcilla; sin embargo, la porosidad tiene relación con la resistencia mientras la porosidad aumenta la resistencia disminuye. Se puede apreciar los valores de la densidad promedio del ladrillo es de 2,01 g/cm³, la cual está por encima del mínimo que es 1,65 g/cm³ para Tipo IV y 1,70 g/cm³ para Tipo V exigido por la NTP 331.017 (2003), por lo que se acepta la unidad clasificando como ladrillos de Tipo V.

En la Tabla 3.5., se establece que la absorción promedio del ladrillo de la marca “Clasa” es de 12 %, la cual está por debajo del 22 % exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2019), por lo que se acepta la unidad. También muestra que la porosidad del ladrillo es de 23 %, ya que los porcentajes de la porosidad depende mucho del grano que tenga la arcilla; sin embargo, la porosidad tiene relación con la resistencia mientras la porosidad aumenta la

resistencia disminuye. Se puede apreciar los valores de la densidad promedio del ladrillo es de $1,95 \text{ g/cm}^3$, la cual está por encima del mínimo que es $1,65 \text{ g/cm}^3$ para Tipo IV y $1,70 \text{ g/cm}^3$ para Tipo V exigido por la NTP 331.017 (2003), por lo que se acepta la unidad clasificando como ladrillos de Tipo V.

En la Tabla 3.5., se establece que la absorción promedio del ladrillo de la marca “Itali” es de 13 %, la cual está por debajo del 22 % exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2019), por lo que se acepta la unidad. También muestra que la porosidad del ladrillo es de 25 %, ya que los porcentajes de la porosidad depende mucho del grano que tenga la arcilla; sin embargo, la porosidad tiene relación con la resistencia mientras la porosidad aumenta la resistencia disminuye. Se puede apreciar los valores de la densidad promedio del ladrillo es de $1,96 \text{ g/cm}^3$, la cual está por encima del mínimo que es $1,65 \text{ g/cm}^3$ para Tipo IV y $1,70 \text{ g/cm}^3$ para Tipo V exigido por la NTP 331.017 (2003), por lo que se acepta la unidad clasificando como ladrillos de Tipo V.

En la Tabla 3.5., se establece que la absorción promedio del ladrillo de la marca “Pirámide” es de 11 %, la cual está por debajo del 22 % exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2019), por lo que se acepta la unidad. También muestra que la porosidad del ladrillo es de 23 %, ya que los porcentajes de la porosidad depende mucho del grano que tenga la arcilla; sin embargo, la porosidad tiene relación con la resistencia mientras la porosidad aumenta la resistencia disminuye. Se puede apreciar los valores de la densidad promedio del ladrillo es de $2,02 \text{ g/cm}^3$, la cual está por encima del mínimo que es $1,65 \text{ g/cm}^3$ para Tipo IV y $1,70 \text{ g/cm}^3$ para Tipo V exigido por la NTP 331.017 (2003), por lo que se acepta la unidad clasificando como ladrillos de Tipo V.

En la Tabla 3.5., se establece que la absorción promedio del ladrillo de la marca “Lambayeque” es de 12 %, la cual está por debajo del 22 % exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2019), por lo que se acepta la unidad. También muestra que la porosidad del ladrillo es de 23 %, ya que los porcentajes de la porosidad depende mucho del grano que tenga la arcilla; sin embargo, la porosidad tiene relación con la resistencia mientras la porosidad aumenta la resistencia disminuye. Se puede apreciar los valores de la densidad promedio del ladrillo es de $1,92 \text{ g/cm}^3$, la cual está por encima del mínimo que es $1,65 \text{ g/cm}^3$ para Tipo IV y $1,70 \text{ g/cm}^3$ para Tipo V exigido por la NTP 331.017 (2003), por lo que se acepta la unidad clasificando como ladrillos de Tipo V.

En la Tabla 3.5., se establece que la absorción promedio del ladrillo de la marca “Huanchaco” es de 15 %, la cual está por debajo del 22 % exigido por la NTE E.070 – Albañilería (2019), por lo que se acepta la unidad. También muestra que la porosidad del ladrillo es de 29 %, ya que los porcentajes de la porosidad depende mucho del grano que tenga la arcilla; sin embargo, la porosidad tiene relación con la resistencia mientras la porosidad aumenta la resistencia disminuye. Se puede apreciar los valores de la densidad promedio del ladrillo es de 1,88 g/cm³, la cual está por encima del mínimo que es 1,65 g/cm³ para Tipo IV y 1,70 g/cm³ para Tipo V exigido por la NTP 331.017 (2003), por lo que se acepta la unidad clasificando como ladrillos de Tipo V.

3.6. Eflorescencia e inspección visual

Para este ensayo se utilizaron dos ladrillos enteros, seleccionados aleatoriamente, para cada marca.

En la Eflorescencia, se obtuvo agregando agua destilada a los especímenes durante 7 días y luego secándolos en el horno a una temperatura de 110 °C por un periodo de 24 horas. Su desarrollo se basa en la Norma NTP 339.613 y la norma española UNE 67 029.

En la Inspección visual, se requiere que los ladrillos tengan un color particular, textura, acabado, uniformidad, o límites de grietas, alabeo u otra imperfección en desmedro de la apariencia estos son adquiridos bajo la Norma ASTM C 216 y la NTP 331.017.

Tabla 3.3. Resultados de la comparación de la Eflorescencia e Inspección Visual.

Marcas / Criterios	Fortes	LadriNorte	Lark	Clasa	Itali	Pirámide	Lambayeque	Huanchaco
Número de huecos	18	18	18	18	18	18	18	18
Grietas, rajaduras	Pequeñas grietas	No	No	Pequeñas rajaduras	Pequeñas grietas	No	No	No
Libre de defectos	Material de quema	Material de quema	Si	Si	Si	Si	Material de quema	Material de quema
Apariencia	muy cocidos	Caras irregulares	Caras regulares	Caras regulares	Caras regulares	Caras regulares	Caras regulares	Caras regulares
Color	Naranja	Naranja	Naranja	Rojizo	Naranja	Naranja	Rojizo	Naranja
Sonido	Metálico	Poco Metálico	Poco Metálico	No Metálico	Poco Metálico	Metálico	No Metálico	Poco Metálico
Resistencia al golpe	Si	No	No se rompe, pero se raja	No	No se rompe solo se desprende algunas partículas	Si	Si	No se rompe solo se desprende algunas partículas
Acabado	Pequeños grumos	Liso	Liso	Liso	Liso	Liso	Liso	Liso
Área afectada intensidad	<5% Velo Fino	>25% Mancha	≤25% y ≥5% Velo Grueso	≤25% Mancha	≤25% y ≥5% Velo Grueso	≤25% y ≥5% Velo Grueso	≤25% y ≥5% Velo Grueso	≤25% Mancha
Eflorescencia	No Eflorescido	Muy Eflorescido	Ligeramente Eflorescido	Eflorescido	Ligeramente Eflorescido	Ligeramente Eflorescido	Ligeramente Eflorescido	Eflorescido

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

En la Tabla 3.3., se observa que los ladrillos de la marca “Fortes” tiene una apariencia de cocción fuerte en algunas partes del espécimen ya que tiene presencia de material de quema, al observar tiene la presencia de pequeñas grietas, según las condiciones de la NTE E.070 – albañilería (2006) “El ladrillo no tendrá resquebrajaduras, hendiduras o grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia”; sin embargo, es de color naranja, sonido metálico y resistente al golpe. La unidad de albañilería no tiene presencia de eflorescencia.

En la Tabla 3.3., se observa que los ladrillos de la marca “LadriNorte” tiene una apariencia de caras irregulares, tiene presencia de material de quema, al observar no presencia de grietas o rajaduras, según las condiciones de la NTE E.070 – albañilería (2006) “El ladrillo no tendrá resquebrajaduras, hendiduras o grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia”; sin embargo, es de color naranja, sonido poco metálico y no es resistente al golpe. La unidad de albañilería tiene presencia de mucha eflorescencia.

En la Tabla 3.3., se observa que los ladrillos de la marca “Lark” tiene una apariencia de caras regulares, se encuentra libre de defectos, al observar no presencia de grietas o rajaduras, según las condiciones de la NTE E.070 – albañilería (2006) “El ladrillo no tendrá resquebrajaduras, hendiduras o grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia”; sin embargo, es de color naranja, sonido poco metálico y resistente al golpe. La unidad de albañilería tiene presencia de ligera eflorescencia.

En la Tabla 3.3., se observa que los ladrillos de la marca “Clasa” tiene una apariencia de caras regulares, se encuentra libre de defectos, al observar tiene la presencia de pequeñas rajaduras, según las condiciones de la NTE E.070 – albañilería (2006) “El ladrillo no tendrá resquebrajaduras, hendiduras o grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia”; sin embargo, es de color rojizo, sonido no metálico y no es resistente al golpe. La unidad de albañilería tiene presencia de eflorescencia.

En la Tabla 3.3., se observa que los ladrillos de la marca “Itali” tiene una apariencia de caras regulares, se encuentra libre de defectos, al observar tiene la presencia de pequeñas grietas, según las condiciones de la NTE E.070 – albañilería (2006) “El ladrillo no tendrá resquebrajaduras, hendiduras o grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia”; sin embargo, es de color naranja, sonido poco metálico y resistente al golpe. La unidad de albañilería tiene presencia de ligera eflorescencia.

En la Tabla 3.3., se observa que los ladrillos de la marca “Pirámide” tiene una apariencia de caras regulares, se encuentra libre de defectos, al observar no presencia de grietas o rajaduras, según las condiciones de la NTE E.070 – albañilería (2006) “El ladrillo no tendrá resquebrajaduras, hendiduras o grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia”; sin embargo, es de color naranja, sonido metálico y resistente al golpe. La unidad de albañilería tiene presencia de ligera eflorescencia.

En la Tabla 3.3., se observa que los ladrillos de la marca “Lambayeque” tiene una apariencia de caras irregulares, tiene presencia de material de quema, al observar no presencia de grietas o rajaduras, según las condiciones de la NTE E.070 – albañilería (2006) “El ladrillo no tendrá resquebrajaduras, hendiduras o grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia”; sin embargo, es de color rojizo, sonido no metálico y resistente al golpe. La unidad de albañilería tiene presencia de ligera eflorescencia.

En la Tabla 3.3., se observa que los ladrillos de la marca “Huanchaco” tiene una apariencia de caras regulares, tiene presencia de material de quema, al observar no presencia de grietas o rajaduras, según las condiciones de la NTE E.070 – albañilería (2006) “El ladrillo no tendrá resquebrajaduras, hendiduras o grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia”; sin embargo, es de color naranja, sonido poco metálico y resistente al golpe. La unidad de albañilería tiene presencia de eflorescencia.

3.7. Reacción del pH, conductividad y salinidad

Para este ensayo se utilizaron dos ladrillos enteros, seleccionados aleatoriamente, para cada marca, con la finalidad de obtener muestras representativas, los cuales fueron evaluados de acuerdo a la NTP 339.152 (2002) y NTP 339.176 (2002).

Tabla 3.4. Resultado de los ensayos de Reacción del pH, Conductividad y Salinidad.

Marca	Temperatura (°C)	pH	Conductividad (dS/m)	Salinidad (%)
Fortes	27,9°C	7,4	0,3	0,02
Ladrinorte	28,3°C	7,7	1,0	0,05
Lark	28,3°C	8,1	1,3	0,06
Clasa	28,2°C	7,3	0,5	0,03
Itali	28,1°C	8,0	1,3	0,07
Pirámide	28,3°C	7,1	0,8	0,04
Lambayeque	28,4°C	8,1	1,5	0,07
Huanchaco	28,4°C	5,6	2,4	0,12

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

En la Tabla 3.4., se define en la medición del pH para los ladrillos de la marca “Fortes” con 7,4 la cual se clasifica en la escala de valores del pH como ligeramente alcalino; sin embargo, presenta una conductividad de 0,3 dS/m y una salinidad de 0,02 % clasificando como no salino.

En la Tabla 3.4., se define en la medición del pH para los ladrillos de la marca “LadriNorte” con 7,7 la cual se clasifica en la escala de valores del pH como ligeramente alcalino; sin embargo, presenta una conductividad de 1,0 dS/m y una salinidad de 0,05 % clasificando como no salino.

En la Tabla 3.4., se define en la medición del pH para los ladrillos de la marca “Lark” con 8,1 la cual se clasifica en la escala de valores del pH como moderadamente alcalino; sin embargo, presenta una conductividad de 1,3 dS/m y una salinidad de 0,06 % clasificando como no salino.

En la Tabla 3.4., se define en la medición del pH para los ladrillos de la marca “Clasa” con 7,3 la cual se clasifica en la escala de valores del pH como neutro; sin embargo, presenta una conductividad de 0,5 dS/m y una salinidad de 0,03 % clasificando como no salino.

En la Tabla 3.4., se define en la medición del pH para los ladrillos de la marca “Itali” con 8,0 la cual se clasifica en la escala de valores del pH como moderadamente alcalino; sin embargo, presenta una conductividad de 1,3 dS/m y una salinidad de 0,07 % clasificando como no salino.

En la Tabla 3.4., se define en la medición del pH para los ladrillos de la marca “Pirámide” con 7,1 la cual se clasifica en la escala de valores del pH como neutro; sin embargo, presenta una conductividad de 0,8 dS/m y una salinidad de 0,04 % clasificando como no salino.

En la Tabla 3.4., se define en la medición del pH para los ladrillos de la marca “Lambayeque” con 8,1 la cual se clasifica en la escala de valores del pH como moderadamente alcalino; sin embargo, presenta una conductividad de 1,5 dS/m y una salinidad de 0,07 % clasificando como no salino.

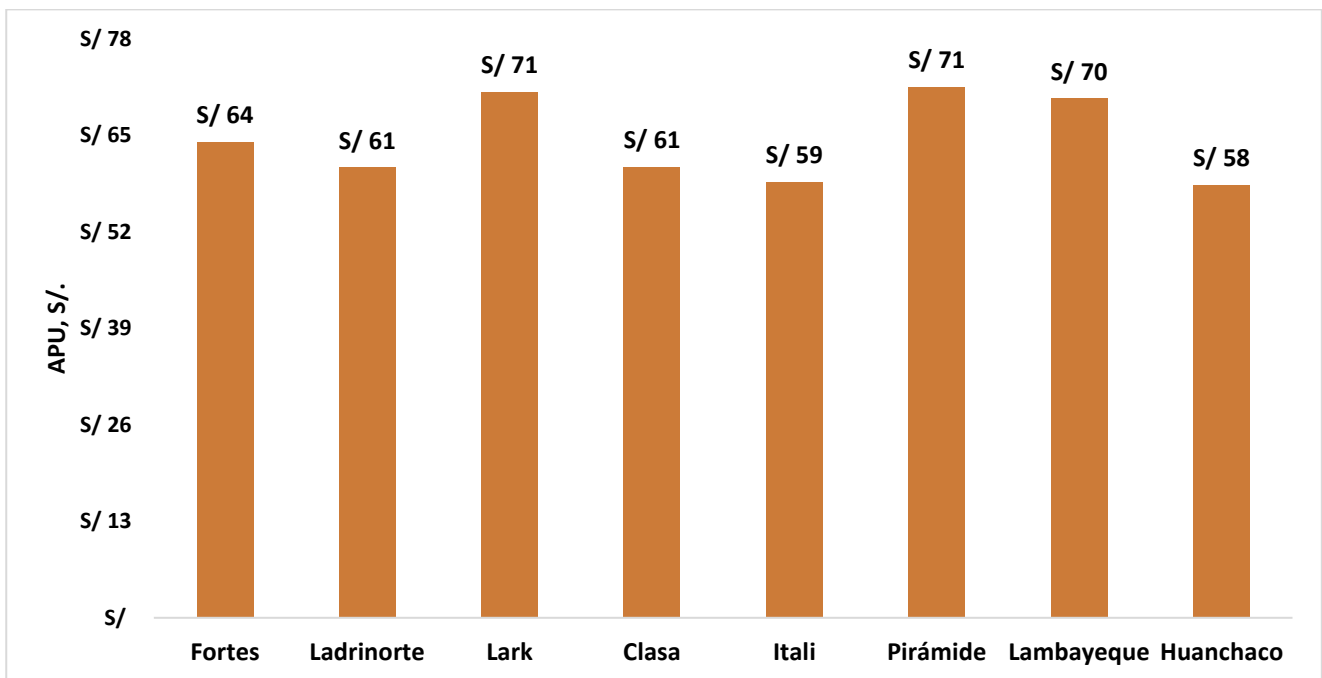
En la Tabla 3.4., se define en la medición del pH para los ladrillos de la marca “Huanchaco” con 5,6 la cual se clasifica en la escala de valores del pH como fuertemente ácido; sin embargo, presenta una conductividad de 2,4 dS/m y una salinidad de 0,12 % clasificando como ligeramente salino.

3.8. Análisis de precios unitarios (APU)

Precio unitario es la remuneración que debe cubrirse al contratista por las partidas ejecutadas conforme al proyecto y especificaciones de construcción asimismo permite determinar la fuerza de trabajo y de los equipos que intervienen en cada concepto, así como el costo de los insumos de acuerdo a cada región económica, del mismo modo, el conocimiento del marco normativo vigente, para establecer los criterios que deben considerarse en los análisis de precios unitarios.

Precio unitario es la remuneración que debe cubrirse al contratista por las partidas ejecutadas conforme al proyecto y especificaciones de construcción asimismo permite determinar la fuerza de trabajo y de los equipos que intervienen en cada concepto, así como el costo de los insumos de acuerdo a cada región económica, del mismo modo, el conocimiento del marco normativo vigente, para establecer los criterios que deben considerarse en los análisis de precios unitarios.

Figura 3.4. Análisis de precios unitarios de asentado de sogá.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

En la Figura 3.4., se observa que el análisis de precios unitarios de la marca “Fortes” es de S/63,99, ya que los precios de los materiales son obtenidos mediante la compra realizadas a ferreterías y sodimac y los cálculos realizados de la cantidad de ladrillo, volumen de mortero y cantidad de cemento, arena y agua y los rendimientos, se siguió mediante fórmulas y tablas del libro de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO).

En la Figura 3.4., se observa que el análisis de precios unitarios de la marca “LadriNorte” es de S/60,61, ya que los precios de los materiales son obtenidos mediante la compra realizadas a ferreterías y sodimac y los cálculos realizados de la cantidad de ladrillo, volumen de mortero y cantidad de cemento, arena y agua y los rendimientos, se siguió mediante fórmulas y tablas del libro de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO).

En la Figura 3.4., se observa que el análisis de precios unitarios de la marca “Lark” es de S/70,73, ya que los precios de los materiales son obtenidos mediante la compra realizadas a ferreterías y sodimac y los cálculos realizados de la cantidad de ladrillo, volumen de mortero y cantidad de cemento, arena y agua y los rendimientos, se siguió mediante fórmulas y tablas del libro de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO).

En la Figura 3.4., se observa que el análisis de precios unitarios de la marca “Clasa” es de S/60,80, ya que los precios de los materiales son obtenidos mediante la compra realizadas a ferreterías y sodimac y los cálculos realizados de la cantidad de ladrillo, volumen de mortero y cantidad de cemento, arena y agua y los rendimientos, se siguió mediante fórmulas y tablas del libro de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO).

En la Figura 3.4., se observa que el análisis de precios unitarios de la marca “Itali” es de S/58,62, ya que los precios de los materiales son obtenidos mediante la compra realizadas a ferreterías y sodimac y los cálculos realizados de la cantidad de ladrillo, volumen de mortero y cantidad de cemento, arena y agua y los rendimientos, se siguió mediante fórmulas y tablas del libro de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO).

En la Figura 3.4., se observa que el análisis de precios unitarios de la marca “Pirámide” es de S/71,43, ya que los precios de los materiales son obtenidos mediante la compra realizadas a ferreterías y sodimac y los cálculos realizados de la cantidad de ladrillo, volumen de mortero y cantidad de cemento, arena y agua y los rendimientos, se siguió mediante fórmulas y tablas del libro de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO).

En la Figura 3.4., se observa que el análisis de precios unitarios de la marca “Lambayeque” es de S/69,89, ya que los precios de los materiales son obtenidos mediante la compra realizadas a ferreterías y sodimac y los cálculos realizados de la cantidad de ladrillo, volumen de mortero y cantidad de cemento, arena y agua y los rendimientos, se siguió mediante fórmulas y tablas del libro de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO).

En la Figura 3.4., se observa que el análisis de precios unitarios de la marca “Huanchaco” es de S/58,23, ya que los precios de los materiales son obtenidos mediante la compra realizadas a ferreterías y sodimac y los cálculos realizados de la cantidad de ladrillo, volumen de mortero y cantidad de cemento, arena y agua y los rendimientos, se siguió mediante fórmulas y tablas del libro de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO).

3.9. Análisis estadístico

Se utilizó el ANOVA, esta evaluación se realizó para los datos de las variables dependientes (compresión, variación dimensiona, alabeo, vacíos, succión, absorción, pesos específico, porosidad, pH y conductividad) según las variables independientes (tipos de ladrillos), pueda validar la hipótesis.

a) Resistencia a la compresión

Se rechaza la **Hipótesis nula (H_0)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre el incremento de la resistencia a la compresión.

Y se **Hipótesis alterna (H_1)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre la disminución de la resistencia a la compresión.

Tabla 3.5. Resumen del análisis ANOVA del ensayo de resistencia a compresión.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F experimental	F teórico	Valor-P
A	69735.1	7	9962.16	10.31	2.31	0.0000
Error	30933.3	32	966.665			
Total	100668.0	39				

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

La **Tabla 3.5** ANOVA descompone la varianza de resistencia a la compresión en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de resistencia a la compresión entre un nivel de muestra y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Donde F experimental la variable dependiente fueron mayores al F teórico, por lo tanto, se aceptaron las hipótesis alternas. Como el F

EXPERIMENTAL > F TEÓRICO. Existe una diferencia significativa, entre la propiedad mecánica y la resistencia a la compresión de los tipos de ladrillos King Kong 18 huecos, Trujillo 2018.

b) Variación dimensional

Se rechaza la **Hipótesis nula (H_0)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre el incremento de la variación dimensional.

Y se acepta la **Hipótesis alterna (H_1)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre la disminución de la variación dimensional.

Tabla 3.6. Resumen del análisis ANOVA del ensayo de variación dimensional, largo.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F experimental	F teórico	Valor-P
A	65.9765	7	9.42522	26.97	2.31	0.0000
Error	11.1819	32	0.349435			
Total	77.1584	39				

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 3.7. Resumen del análisis ANOVA del ensayo de variación dimensional, ancho.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F experimental	F teorico	Valor-P
A	231.939	7	33.1342	60.68	2.31	0.0000
Error	17.4744	32	0.546074			
Total	249.414	39				

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 3.8. Resumen del análisis ANOVA del ensayo de variación dimensional, alto.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F experimental	F teorico	Valor-P
A	62.596	7	8.94229	6.97	2.31	0.0000
Error	41.0789	32	1.28372			
Total	103.675	39				

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

La **Tabla 3.6, 3.7 y 3.8** ANOVA descompone la varianza de la variación dimensional en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la variación dimensional entre un nivel de muestra y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Donde F experimental la variable dependiente fueron mayores al F teórico, por lo tanto, se aceptaron las hipótesis alternas. Como el **F EXPERIMENTAL > F TEÓRICO**. Existe una diferencia significativa, entre las propiedades físicas y la variación dimensional de los tipos de ladrillos King Kong 18 huecos, Trujillo 2018.

c) Alabeo

Se rechaza la **Hipótesis nula (H₀)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre el incremento del alabeo.

Y se acepta la **Hipótesis alterna (H₁)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre la disminución del alabeo.

Tabla 3.9. Resumen del análisis ANOVA del ensayo de alabeo, concavo.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F experimental	F teorico	Valor-P
A	3.02307	7	0.431867	6.58	2.31	0.0001
Error	2.09904	32	0.065595			
Total	5.12211	39				

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 3.10. Resumen del análisis ANOVA del ensayo de alabeo, convexo.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F experimental	F teorico	Valor-P
A	1.1257	7	0.16081	3.30	2.31	0.0093
Error	1.55764	32	0.04868			
Total	2.68334	39				

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

La **Tabla 3.9 y 3.10** ANOVA descompone la varianza del alabeo en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de alabeo entre un nivel de muestra y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Donde F experimental la variable dependiente fueron mayores al F teórico, por lo tanto, se aceptaron las hipótesis alternas. Como el **F EXPERIMENTAL > F TEÓRICO**. Existe una diferencia significativa, entre las propiedades físicas y el alabeo de los tipos de ladrillos King Kong 18 huecos, Trujillo 2018.

d) Porcentaje de vacíos

Se rechaza la **Hipótesis nula (H₀)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre el incremento del porcentaje de vacíos.

Y se acepta la **Hipótesis alterna (H₁)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre la disminución del porcentaje de vacíos.

Tabla 3.11. Resumen del análisis ANOVA del ensayo de vacíos.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F experimental	F teorico	Valor-P
A	1274.10	7	182.015	178.17	2.31	0.0000
Error	32.69	32	1.02156			
Total	1306.79	39				

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

La **Tabla 3.11** ANOVA descompone la varianza del porcentaje de vacíos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de porcentaje de vacíos entre un nivel de muestra y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Donde F experimental la variable dependiente fueron mayores al F teórico, por lo tanto, se aceptaron las hipótesis alternas. Como el **F EXPERIMENTAL > F TEÓRICO**. Existe una diferencia significativa, entre la propiedad

mecánica, físicas y químicas y el porcentaje de vacíos de los tipos de ladrillos King Kong 18 huecos, Trujillo 2018.

e) Succión, absorción, porosidad y densidad

Se rechaza la **Hipótesis nula (H_0)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre el incremento de la succión, absorción, porosidad y densidad.

Y se acepta la **Hipótesis alterna (H_1)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre la disminución de la succión, absorción, porosidad y densidad.

Tabla 3.12. Resumen del análisis ANOVA del ensayo de succión.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F experimental	F teorico	Valor-P
A	1888.30	7	269.757	7.18	2.31	0.0000
Error	1203.01	32	375.941			
Total	3091.31	39				

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 3.13. Resumen del análisis ANOVA del ensayo de absorción.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F experimental	F teorico	Valor-P
A	91.9782	7	13.1397	41.04	2.31	0.0000
Error	10.2458	32	0.32018			
Total	102.224	39				

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 3.14. Resumen del análisis ANOVA del ensayo de porosidad.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F experimental	F teorico	Valor-P
A	225,424	7	32,2034	29.82	2.31	0.0000
Error	34,5523	32	1,07976			
Total	259,976	39				

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 3.15. Resumen del análisis ANOVA del ensayo de la densidad.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F experimental	F teorico	Valor-P
A	0.510157	7	0.0728796	142.90	2.31	0.0000
Error	0.01632	32	0.00051			
Total	0.526477	39				

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

La **Tabla 3.12** al **3.15** ANOVA descompone la varianza de succión, absorción, porosidad y peso específico en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la succión, absorción, porosidad y peso específico entre un nivel de muestra y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Donde F experimental la variable dependiente fueron mayores al F teórico, por lo tanto, se aceptaron las hipótesis alternas. Como el **F EXPERIMENTAL > F TEÓRICO**. Existe una diferencia significativa, entre la propiedad mecánica, físicas y químicas y la succión, absorción, porosidad y peso específico de los tipos de ladrillos King Kong 18 huecos, Trujillo 2018.

f) pH y conductividad

Se rechaza la **Hipótesis nula (H_0)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre el incremento del pH y conductividad.

Y se acepta la **Hipótesis alterna (H_1)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre la disminución del pH y conductividad.

Tabla 3.16. Resumen del análisis ANOVA del ensayo del pH.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F experimental	F teorico	Valor-P
A	9,92248	7	1,4175	63.46	3.50	0.0000
Error	0,1787	8	0,0223375			
Total	10,1012	15				

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 3.17. Resumen del análisis ANOVA del ensayo de conductividad.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F experimental	F teorico	Valor-P
A	5,97817	7	0,854025	6.05	3.50	0.0107
Error	1,1296	8	0,1412			
Total	7,10777	15				

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

La **Tabla 3.16** y **3.17** ANOVA descompone la varianza de pH y conductividad en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media del pH y conductividad entre un nivel de muestra y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Donde F experimental la variable dependiente fueron mayores al F teórico, por lo tanto, se aceptaron las hipótesis alternas. Como el **F EXPERIMENTAL > F TEÓRICO**. Existe una diferencia significativa, entre la propiedad mecánica, físicas y químicas y el pH y conductividad de los tipos de ladrillos King Kong 18 huecos, Trujillo 2018.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

- ✓ Se determinó el control de calidad de los ladrillos King Kong Tipo 18 huecos, obteniendo una resistencia a la compresión más alta en la marca “Pirámide” con 197 kg/cm^2 con una desviación estándar de 13,03, clasificando al ladrillo como Tipo V.
- ✓ La variación dimensional del ladrillo luego de analizar el largo, ancho y altura, quien no cumple por tener dispersiones muy altas son la marca Fortes, Itali y Huanchaco.
- ✓ Se determinó la concavidad y convexidad en sus superficies superiores e inferiores del ladrillo categorizan como Tipo V por no superar el máximo (2 mm), según la NTE E.070 – Albañilería (2019).
- ✓ Las unidades de albañilería se determinaron como unidades huecas por superar el valor máximo de 30 % de vacíos; sin embargo, el ladrillo de la marca “Lambayeque” sobrepasa un 2% del valor máximo. La NTE E.070 – Albañilería (2019), señala que para muros portantes según la tabla 1.4 las unidades deben ser sólidas, la cual no deben sobrepasar el 30 % del área bruta en el mismo plano.
- ✓ En el ensayo de succión se concluyó, que las ladrilleras ensayas de las marcas “Lark” e “Itali” si cumple según la NTE E.070 lo cual obtuvieron valores de $12 \text{ g/cm}^2/\text{min}$ y $14 \text{ g/cm}^2/\text{min}$ a comparación de las otras marcas que están por encima del $20 \text{ g/cm}^2/\text{min}$; sin embargo la norma nos menciona que la succión debe comprender entre los 10 y $20 \text{ g/cm}^2/\text{min}$.
- ✓ En el ensayo de absorción la norma nos limita el 22 %, la cual todas las marcas cumplen por tener variaciones de 10 a 15%.
- ✓ En el ensayo de la densidad o peso específico, se concluyó que la marca “Fortes” tiene una mayor densidad de $2,28 \text{ g/cm}^3$ y de la marca “Huanchaco” con menor densidad de $1,88 \text{ g/cm}^3$, por lo que cumple todas las marcas según la norma clasificando como Tipo V.
- ✓ Se determinó la mayor porosidad los ladrillos de la marca “Huanchaco” con 28 % y con menor porosidad los ladrillos de la marca “Lark” con 20 %, la cual significa mientras más poroso sea el ladrillo menos resistente es la unidad.

- ✓ Se determinaron los valores máximos para la eflorescencia de la marca “LadriNorte” con un área mayor >25% denominada por la eflorescencia con una intensidad de mancha.
- ✓ Se evaluó la calidad química de los ladrillos, determinando que de la marca “Huanchaco” presenta mayor contenido de sales de 2,42 de conductividad (ds/m) y 5,57 de pH; esto significa, que la materia prima empleada para su fabricación contiene características muy bajas.
- ✓ Se comparó los costos unitarios de asentado de muro de ladrillo King Kong con aparejo de soga de la marca “Huanchaco” presenta un costo de S/58,23 a comparación de las otras marcas tiene precios más elevados.
- ✓ Se observa que $F_{exp} > F_{teorico}$ para los diferentes ensayos, por lo que se concluye que las propiedad mecánica, físicas y químicas, si influyen significativamente sobre la y los ensayos de resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo, porcentaje de vacíos, succión, absorción, porosidad, peso específico, pH y conductividad de los tipos de ladrillos King Kong 18 huecos, Trujillo 2018.
- ✓ Así mismo $F_0 > F_{critico}$ para los ensayos; por lo que se acepta la Hipótesis alterna:
H1= La evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre el incremento de las propiedades mecánica, físicas y químicas.
- ✓ Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que el valores-P son menores que 0.05, concluyendo que estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre los ensayos con un 95.0% de nivel de confianza.

CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar un control de la materia prima y sus dosificaciones, mediante su caracterización.
- ✓ Se recomienda a las empresas ladrilleras incorporar el sistema de gestión de calidad al proceso de fabricación de unidades de albañilería con la finalidad de mejorar su elaboración y la calidad del ladrillo, de manera que permita bajar los valores de dispersión respecto a las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos.
- ✓ Realizar estudios sobre la temperatura adecuada en el proceso de cocción del ladrillo, ya que influye en las propiedades físicas y mecánicas en las unidades de albañilería.
- ✓ Se recomienda para futuras investigaciones realizar ensayos como absorción máxima, coeficiente de saturación, módulo de ruptura, resistencia de prismas de albañilería.
- ✓ Se recomienda utilizar la marca Pirámide y Lambayeque ya que resultados más óptimos.
- ✓ Realizar la simulación y comparar en el programa Etabs, el comportamiento de una edificación construida con las diferentes marcas competentes en el mercado.

REFERENCIAS

- Afanador García, N., Guerrero Gómez, G., & Monroy Sepúlveda, R. (2012). *Propiedades Físicas Y Mecánicas De Ladrillos Macizos Cerámicos Para Mampostería. (Trabajo de investigación)*. Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña, Colombia. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81702012000100003&lang=es
- Aguilar, J., & Gutiérrez, S. (2019). *Influencia de las técnicas de curado y tipos de bloque no portante sobre la resistencia a la compresión, absorción y densidad de unidades de albañilería. (Tesis de Licenciatura)*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Aguinaga, M. (2017). *Evaluación de las canteras en la provincia de Trujillo y la proporción de arena fina, para morteros de enlucido, sobre sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, en el año 2017. (Tesis de Licenciatura)*. Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Aguirre, D. R. (2004). *Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la región central Junín. (Tesis de Maestría)*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Alcaíno, P., Ruiz, T., & Rivera, R. (2010). *Análisis de daños y comportamiento de edificios de albañilería producto del sismo del 27 de febrero de 2010. In Memoria Congreso Iberomet XI, X CONAMET/SAM*. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Villa del Mar, Chile. Obtenido de http://iberomet2010.260mb.com/pdfcongreso/t4/T4-07_Alcaino-P_n1.pdf?i=1
- Alconada, M., & Lanfranco, J. (s.f.). *Suelos salinos y sódicos*. Universidad Nacional la Plata, La Plata, Argentina. Obtenido de http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/42792/mod_resource/content/1/TEMA%2010%20-%20SUELOS%20SALINOS%20Y%20S%20C3%93DICOS.pdf
- Amaya, M. A., & Díaz, C. E. (2011). *Manual de guías de laboratorio enfocadas al control de calidad de materiales para las asignaturas: “ingeniería de materiales” y “tecnología del concreto”*. (Trabajo de Graduación). Universidad de El Salvador, San Salvador.
- Angles, P. D. (2008). *Comparación del comportamiento a carga lateral cíclica de un muro confinado con ladrillos de concreto y otro con ladrillos de arcilla. (Tesis de Licenciatura)*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Araoz, T., & Velezmoro, J. (2012). *Reforzamiento de viviendas existentes construidas con muros confinados hechos con ladrillos pandereta - segunda etapa-*. (Tesis de Licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Arquínigo, W. N. (2011). *Propuesta para mejorar la calidad estructural de los ladrillos artesanales de arcilla cocida de Huánuco. (Tesis de Maestría)*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

- Arrieta, J., & Peñaherrera, E. (2001). Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora. *Programa Científico PC - CISMID, 1999-2000*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Astopilco, A. J. (2015). Comparación de las propiedades físico –mecánicas de unidades de ladrillos de concreto y otros elaborados con residuos plásticos de pvc, Cajamarca, 2015. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Barr, K., & Pineda, C. (2011). Control de la trituración de los ladrillos huecos mediante malla de refuerzo en muros de albañilería confinada sujetos a carga lateral cíclica. (*Tesis de Licenciatura*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Barranzuela, J. (2014). Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la región Piura. (*Tesis de pregrado en Ingeniería Civil*). Universidad de Piura, Piura, Perú.
- Bernal, K. (2013). Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo King Kong del centro poblado el cerrillo - baños del inca y lark de Lambayeque. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Bianucci, M. (2009). El ladrillo. Orígenes y desarrollo. *Área de la Tecnología y la Producción*. Cátedra Introducción a la Tecnología, Chaco, Argentina.
- Bonilla, D. E. (2006). Factores de corrección de la resistencia en compresión de prismas de albañilería por efectos de esbeltez. (*Tesis de Licenciatura*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Camino, R. (2017). Evaluación de la conductividad térmica, propiedades físico - mecánicas del ladrillo King-Kong 18 huecos adicionado con puzolana de la cantera Raqchi en diferentes porcentajes, con respecto a un ladrillo tradicional. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú.
- Cantú, A., Gallina, M., López, M., & Tempesti, J. (2007). Determinación de los estándares mínimos de calidad a cumplir por los ladrillos cerámicos macizos de fabricación artesanal. *Encuentro de Investigadores y Docentes de Ingeniería 2007*. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina. Obtenido de <http://cetarq.com/wp-content/uploads/2016/05/ladrillones.pdf>
- Capeco. (2003). Costos y presupuestos en edificación. (*1.a ed.*). Camara Peruana de la Construcción, Lima, Perú.
- Castillo, J., & Costa, A. (2012). *Características físicas de materiales absorbentes sonoros porosos*. Universidad Tecnológica Nacional, Córdoba, Argentina. Obtenido de <https://docplayer.es/68993949-Characterísticas-físicas-de-materiales-absorbentes-sonoros-porosos.html>
- Castillo, M., & Viera, D. (2016). Influencia de la relación volumétrica de arena y confitillo sobre las propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo de concreto para la construcción de muros con carga viva. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

- Cerna, J. M. (2018). Influencia de la arcilla de caolín en la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería fabricadas con ladrillo de arcilla artesanal King Kong, Huamachuco 2018. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Cervera, M. (2014). Evaluación de las propiedades físicas - mecánicas de los ladrillos King Kong 18 huecos de producción industrial en la ciudad de Jaén. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Jaén, Perú.
- Díaz, E. (1996). *La importancia del ladrillo en la construcción*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-305775>
- Edafología. (2019). Guía de estudio. Suelos salinos y sódicos. (*Cátedra de Edafología*). Universidad Nacional de Tucumán.
- EELA. (2015). Manual de hornos eficientes en la industria ladrillera. *Eficiencia Energética en Ladrilleras*.
- Gallart, F. (2017). La conductividad eléctrica del suelo como indicador de la capacidad de uso de los suelos de la zona norte del Parque Natural de la Albufera de Valencia. (*Trabajo fin de Grado*). Universidad Politécnica de València, Valencia, España.
- Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). Albañilería estructural. (*3.a ed.*). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Gavilanes, C., & Santellán, G. (2016). Normalización y estandarización de la fabricación de ladrillos y tejas del cantón chambo. (*Trabajo de Graduación*). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Guerra, C. E. (2017). Calidad de las unidades de albañilería de arcilla según norma e.070 en la provincia de Chiclayo. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Perú.
- Guerrero, G., Espinel, E., & Sánchez, H. (2017). Análisis de temperaturas durante la cocción de ladrillos macizos y sus propiedades finales. *Revista Tecnura*. Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña, Colombia. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2017000100009
- Guevara, G. (2015). Influencia del periodo de exposición al agua en la resistencia a compresión (f'm) de pilas de albañilería fabricadas con ladrillo artesanal. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Hacha Salazar, M. (2020). Variabilidad de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos King Kong 18 huecos fabricados en Huachipa. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Peruana Unión, Lima, Perú.

- Horna, M. V. (2015). Influencia del tipo de curado en la resistencia a la compresión axial de la albañilería. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Huayta, F. (2014). Indicadores de gestión empresarial en la producción de ladrillo artesanal de la región Junín - 2013. (*Tesis de Maestría*). Universidad Nacional del Centro del Perú, Junín, Huancayo, Perú.
- Huisa, L., & Salas, E. (2016). Análisis comparativo de los coeficientes de corrección de la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería por efectos de esbeltez; elaboradas con ladrillo semi industrial King Kong 18 huecos, respecto de los coeficientes establecidos por la E070. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú.
- Huitz, M. E. (2003). Métodos de ensayo para el control de calidad de baldosas y ladrillos cerámicos según normas nacionales e internacionales. (*Trabajo de Graduación*). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Igea, J. (2011). Caracterización de los materiales de construcción del Mudéjar aragonés. Diseño de nuevos morteros para su aplicación en restauración. (*Tesis Doctoral*). Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- Lazo, C. M. (2018). Variación de la resistencia a compresión de pilas fabricadas de ladrillos de arcilla industrial, artesanal y de concreto utilizando mortero con y sin cal. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- López, Y., & Molina, M. (s.f.). *Estudio experimental para determinar las características físicas, químicas y mecánicas de las unidades de albañilería hechas de arcilla en el departamento de Lambayeque*. Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Lambayeque, Perú. Obtenido de <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/532/507>
- Lopez, Y., Martinez, C., & Tobon, A. (s.f.). *Guía práctica para el diagnóstico de eflorescencia*. Obtenido de https://issuu.com/camaba/docs/gu_a_pr_ctica_para_el_diagn_stico_de_eflorescencia
- Luján, M., & Guzmán, D. (2015). Diseño, Construcción y Evaluación de un Horno (MK3) para la Cocción de Ladrillos Artesanales. (*Trabajo de investigación*). Universidad Católica Boliviana San Pablo, Bolivia. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892015000200006&lang=es
- Lulichac, F. C. (2015). Determinación de las propiedades físico - mecánicas de las unidades de albañilería en la provincia de Cajamarca. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Mego, A. (2013). Evaluación de las propiedades físico - mecánicas de los ladrillos King - Kong producidos en el sector de fila alta- Jaén. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Jaén, Perú.

- Mendoza, L. (2018). Evaluación de ladrillo ecológico machihembrado en resistencia, costo y rendimiento para su aplicación en viviendas económicas Huacrachuco 2017. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Ministerio de la Producción. (2010). *Guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales*. Perú: Despacho Viceministerial de MYPE e Industria.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones . (2016). *Manual de ensayos de materiales*. Lima, Perú.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2009). *Estudio de reconstrucción con viviendas sismorresistentes en la República del Perú*. Perú.
- Ministerio del Ambiente , & del Programa Regional de Aire Limpio. (2010). *Elaboración de límites máximos permisibles de emisiones para la industria ladrillera*. Perú.
- Moloch, J. A. (2019). Propiedades físico-mecánicas de unidades de albañilería de tres ladrilleras artesanales en función de la norma E.070, distrito de Bambamarca – Cajamarca - 2018. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Bambamarca, Perú.
- Norma Técnica Peruana. (2002). SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea. *NTP 339.152*. INDECOPI, Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana. (2002). SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del valor pH en suelos y agua subterránea. *NTP 339.176*. INDECOPI, Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana. (2002). UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. *NTP 399.604*. Lima, Perú: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana. (2005). UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. *NTP 399.613*. Lima, Perú: INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana. (2015). UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. *NTP 331.017*. Lima, Perú: INACAL.
- OPS. (2010). *El terremoto y tsunami del 27 de febrero en Chile*. Organización Panamericana de la Salud, Chile.
- Paredes, J., & Caycho , D. (2009). Control de la trituración de los ladrillos huecos en muros de albañilería confinada sujetos a carga lateral cíclica. (*Tesis de Licenciatura*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Peralta, A. J. (2016). Evaluación y ventajas de una albañilería confinada construida con ladrillos artesanales y otra con industriales en la provincia de Huancayo. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Continental, Junín, Huancayo, Perú.

- Prat, L. (1981). *La importancia de la reacción del suelo*. Centro de Edafología y Biología aplicada, Salamanca.
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, P. (2009). Manual para la reparación y reforzamiento de viviendas de albañilería confinada dañadas por sismos. (*Tipología de daños*). Lima, Perú.
- Programa EELA , CAEM, & INT. (2014). *Políticas públicas implementadas en el sector ladrillero en américa latina*. América Latina.
- Programa Regional de Aire Limpio. (2009). *Detrás de los ladrillos: Una gestión integral para*. Lima, Perú.
- Programa Regional de Aire Limpio, & Ministerio de la Producción. (s.f.). *Estudio diagnóstico sobre las ladrilleras artesanales en el Perú*. Perú.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2006). *RNE E.070 - Albañilería*. Lima, Perú: El Peruano.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2019). *RNE E.070 - Albañilería (Propuesta)*. Perú: Sencico.
- Rincón , J., & Romero, M. (2000). Fundamentos y clasificación de las eflorescencias en ladrillos de construcción. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, España. vol. 50 pp. 63-69. Obtenido de <https://docplayer.es/12129855-Fundamentos-y-clasificacion-de-las-eflorescencias-en-ladrillos-de-construccion-basis-and-classification-of-efflorescences-in-construction-bricks.html>
- Rojas, A. M. (2014). Rendimiento de mano de obra en la construcción de viviendas en el distrito de Cajamarca en la partida: construcción de muros y tabiques de albañilería. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Rubio, L. (2014). *Manual de Estadística*. Perú: Universidad Privada del Norte.
- Ruíz, D. M. (2015). Influencia de la adición de vidrio triturado en la resistencia a la compresión axial de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca, 2015. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- San Bartolomé, A. (1994). *Construcciones de albañilería*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Seminario, R. C. (2013). Variabilidad de las propiedades de los ladrillos industriales de 18 huecos en la ciudad de Piura. (*Tesis de pregrado en Ingeniería Civil*). Universidad de Piura, Piura, Perú.
- Vásquez, H. E. (2016). Evaluación de la producción y mejoramiento de la calidad estructural del ladrillo artesanal producido en la comunidad del frutillo, Bambamarca, Cajamarca 2016. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Cesar Vallejo, Cajamarca, Bambamarca, Perú.

Vélez, L. M. (2010). *Permeabilidad y porosidad en concreto*. Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Colombia. pp. 169-187. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3442/344234320010.pdf>

West Analítica y Servicios. (s.f.). El pH del suelo. *Agricultura Razonada*. Guadalajara, México.

Zea, N. L. (2005). Caracterización de las arcillas para la fabricación de ladrillos artesanales. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala .

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de contingencia de la investigación.

Tabla 8.1. Matriz de contingencia de la investigación.

Problema general	Objetivos	Antecedentes	Hipotesis	Variable	Metodología
¿Cómo influye la evaluación del control de calidad de los ladrillos King Kong tipo 18 sobre sus propiedades mecánicas, físicas y químicas?	<p>Objetivo General: Evaluar el control de calidad de los ladrillos King Kong tipo 18 huecos fabricados en la ciudad de Trujillo, a partir de los ensayos mecánicos, físicos, químicos; verificando el cumplimiento de lo norma.</p> <p>Objetivo Especifico: • Realizar ensayos para determinar si las unidades de albañilería de arcilla cumplen con los requisitos</p>	<p>A nivel internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En el trabajo de Rincón & Romero en el año 2000, investigo sobre los Fundamentos y clasificación de las eflorescencias en ladrillos de construcción. • En el trabajo de Castillo & Acosta en el año 2012, investigo sobre las Características físicas de los materiales absorbentes sonoros porosos. • En el artículo de Cantú en el año 2007, investigo sobre la Determinación de los estándares mínimos de calidad a cumplir por los ladrillos cerámicos macizos de fabricación artesanal. 	<p>Hipotesis General: Una evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de tipo 18 huecos, influirá sobre sus propiedades mecánica, físicas y químicas a la cual permitirá que las empresas ladrilleras cumpla fielmente con la norma.</p>	<p>Variable dependiente: Propiedades mecánicas, físicas y químicas.</p> <p>Variable independiente: Control de calidad de los ladrillos King Kong.</p>	<p>Tipo de investigación: No Experimental.</p> <p>Población: Está constituida por 120 ladrillos King Kong del tipo 18 huecos de las marcas Fortes, Clasa, Lambayeque, Itali, Lark, Pirámide, Ladrinorte y Huanchaco en la ciudad de Trujillo.</p> <p>Muestra: Son 5 unidades de albañilería por cada ensayo de ladrillo industrial de 18 huecos a emplear por cada ensayo, haciendo un total</p>

estipulados necesarios que indica el RNE E.070 – Albañilería (2006).

- Realizar los ensayos mecánicos; tales como, resistencia a la compresión.
- Realizar los ensayos físicos; tales como, variación dimensional, alabeo, porcentaje de vacíos, succión, absorción, peso específico, porosidad.
- Determinar las propiedades químicas; tales como, Eflorescencia, determinación del pH, conductividad y la salinidad.
- Realizar y evaluar los análisis de precios unitarios de asentado de muro de sogá.

A nivel nacional:

- La investigación de Altamirano en el 2016, Control de calidad de los ladrillos pandereta de la provincia de Trujillo en el año 2016
- La tesis de Mendoza, en el año 2018, investigo el tema Evaluación de ladrillo ecológico machihembrado en resistencia, costo y rendimiento para su aplicación en viviendas económicas Huacrachuco 2017.
- En la tesis de Seminario en el año 2013, investigo sobre la Variabilidad de las propiedades de los ladrillos industriales de 18 huecos en la ciudad de Piura.

Hipotesis
Específico: La evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre el incremento de la resistencia a la compresión, variación dimensional, porcentaje de vacíos, succión, absorción, porosidad, densidad, pH y conductividad.

de 400 unidades de albañilería.

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 2. Carta de compromiso de uso de laboratorio.

Figura 8.1. Carta de compromiso de uso de laboratorio.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Concreto y Reciclado

CARTA DE COMPROMISO

Ing. Iván Eugenio Vásquez Alfaro
Jefe de Laboratorio SL01LA200

Quien suscriben, tesista **Marlo Diego Moreno Torres** identificado con DNI N°47143113, egresado de la carrera de ingeniería civil, me comprometo en usar correctamente las instalaciones el laboratorio de **concreto y reciclado**, asimismo en preservar el orden y limpieza de dicho laboratorio y cumplir con las normas de seguridad de los mismos. También existiendo este compromiso en el cuidado y devolución de los equipos y herramientas que usemos para realizar mis ensayos; así también en el retiro de todos los residuos que genere en dichos ensayos, sometiéndonos a las políticas de sanción que la entidad juzgue necesarias en caso que no se cumpla con dicho compromiso.

Sin otro particular y para constancia establecemos nuestra respuesta por este mismo medio.

Atentamente,

Marlo Diego Moreno Torres
DNI: 47143113
Cel: 98813924

Ing. Iván Eugenio Vásquez Alfaro
Asesor

Iván E. Vásquez Alfaro
ING. MATERIALES
R. CIP 123608

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 3. Resultados de la variación dimensional de los ladrillos King Kong.
Tabla 8.2. Variación dimensional del largo, ancho y alto de la marca Fortes.

Especimen	Repetición 1 (cm)	Repetición 2 (cm)	Repetición 3 (cm)	Repetición 4 (cm)	Promedio (cm)	Estandar (cm)	Variación Dimen. (%)	
Largo	F2	24,75	24,75	24,70	24,70	24,73	24,00	-3,02
	F4	23,95	24,05	23,90	23,80	23,93	24,00	0,31
	F6	24,40	24,50	24,35	24,40	24,41	24,00	-1,72
	F10	24,45	24,25	24,48	24,45	24,41	24,00	-1,70
	F13	24,65	24,70	24,73	24,53	24,65	24,00	-2,72
Promedio (cm)					24,42		-1,77	
Desviación estándar (δ)					0,31			
Coefficiente de variación (%)					1,28			
Ancho	F2	11,90	11,90	11,73	11,85	11,85	12,50	5,24
	F4	12,10	11,90	11,98	11,93	11,98	12,50	4,18
	F6	11,75	11,50	11,55	11,40	11,55	12,50	7,60
	F10	11,90	11,35	11,58	11,80	11,66	12,50	6,74
	F13	11,85	11,80	11,88	11,80	11,83	12,50	5,34
Promedio (cm)					11,77		5,82	
Desviación estándar (δ)					0,17			
Coefficiente de variación (%)					1,43			
Alto	F2	9,10	9,05	9,35	9,20	9,18	9,00	-1,94
	F4	9,00	8,90	9,00	9,28	9,05	9,00	-0,50
	F6	9,00	9,05	9,23	9,00	9,07	9,00	-0,78
	F10	8,95	8,90	8,93	9,15	8,98	9,00	0,19
	F13	9,00	9,00	9,13	9,13	9,07	9,00	-0,72
Promedio (cm)					9,07		-0,75	
Desviación estándar (δ)					0,07			
Coefficiente de variación (%)					0,77			

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.3. Variación dimensional del largo, ancho y alto de la marca LadriNorte.

Especimen	Repetición 1 (cm)	Repetición 2 (cm)	Repetición 3 (cm)	Repetición 4 (cm)	Promedio (cm)	Estandar (cm)	Variación Dimen. (%)	
Largo	LD8	22,40	22,35	22,13	22,38	22,32	23,00	2,98
	LD10	22,50	22,55	22,53	22,60	22,55	23,00	1,98
	LD11	22,45	22,50	22,53	22,55	22,51	23,00	2,14
	LD13	22,40	22,45	22,60	22,50	22,49	23,00	2,23
	LD15	22,40	22,35	22,20	22,28	22,31	23,00	3,01
Promedio (cm)					22,43		2,47	
Desviación estándar (δ)					0,11			

Coefficiente de variación (%)						0,50		
Ancho	LD8	12,70	12,65	12,63	12,58	12,64	12,50	-1,12
	LD10	12,55	12,60	12,55	12,58	12,57	12,50	-0,56
	LD11	12,70	12,70	12,65	12,60	12,66	12,50	-1,30
	LD13	12,70	12,70	12,70	12,63	12,68	12,50	-1,46
	LD15	12,60	12,60	12,53	12,53	12,57	12,50	-0,52
Promedio (cm)						12,62		-0,99
Desviación estándar (δ)						0,05		
Coefficiente de variación (%)						0,43		
Altura	LD8	9,15	9,30	9,18	9,28	9,23	9,00	-2,53
	LD10	9,25	9,35	9,43	9,30	9,33	9,00	-3,69
	LD11	9,20	9,40	9,28	9,38	9,32	9,00	-3,50
	LD13	9,20	9,25	9,30	9,23	9,25	9,00	-2,72
	LD15	9,15	9,30	9,33	9,30	9,27	9,00	-3,00
Promedio (cm)						9,28		-3,09
Desviación estándar (δ)						0,04		
Coefficiente de variación (%)						0,48		

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla 8.4. Variación dimensional del largo, ancho y alto de la marca Lark.

Espécimen	Repetición 1 (cm)	Repetición 2 (cm)	Repetición 3 (cm)	Repetición 4 (cm)	Promedio (cm)	Estandar (cm)	Variación Dimen. (%)	
Largo	LR1	22,70	22,60	22,90	22,73	22,73	23,00	1,17
	LR3	22,75	22,75	22,98	22,78	22,81	23,00	0,82
	LR5	23,00	23,00	22,98	22,88	22,96	23,00	0,16
	LR9	22,80	23,00	23,10	22,95	22,96	23,00	0,16
	LR10	22,75	22,80	23,05	22,73	22,83	23,00	0,73
Promedio (cm)					22,86		0,61	
Desviación estándar (δ)					0,10			
Coefficiente de variación (%)					0,44			
Ancho	LR1	12,45	12,45	12,40	12,45	12,44	12,50	0,50
	LR3	12,40	12,40	12,38	12,45	12,41	12,50	0,75
	LR5	12,40	12,45	12,38	12,35	12,39	12,50	0,85
	LR9	12,60	12,40	12,38	12,33	12,43	12,50	0,60
	LR10	12,45	12,50	12,33	12,63	12,48	12,50	0,20
Promedio (cm)					12,43		0,58	
Desviación estándar (δ)					0,03			
Coefficiente de variación (%)					0,25			

Altura	LR1	9,10	9,00	9,00	8,95	9,01	9,00	-0,14
	LR3	9,10	9,00	9,08	9,03	9,05	9,00	-0,56
	LR5	9,25	9,15	9,40	9,18	9,24	9,00	-2,71
	LR9	9,10	9,30	9,48	9,15	9,26	9,00	-2,85
	LR10	9,15	9,15	9,13	9,08	9,13	9,00	-1,39
Promedio (cm)						9,14		-1,53
Desviación estándar (δ)						0,11		
Coefficiente de variación (%)						1,21		

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.5. Variación dimensional del largo, ancho y alto de la marca Clasa.

Espécimen	Repetición 1 (cm)	Repetición 2 (cm)	Repetición 3 (cm)	Repetición 4 (cm)	Promedio (cm)	Estandar (cm)	Variación Dimen. (%)	
Largo	CL8	23,20	23,10	23,18	22,95	23,11	23,00	-0,46
	CL10	22,95	23,05	22,98	22,98	22,99	23,00	0,05
	CL11	23,20	23,20	23,23	23,10	23,18	23,00	-0,79
	CL12	23,20	23,20	23,18	23,13	23,18	23,00	-0,76
	CL15	23,00	23,10	23,25	23,10	23,11	23,00	-0,49
Promedio (cm)					23,11		-0,49	
Desviación estándar (δ)					0,08			
Coefficiente de variación (%)					0,34			
Ancho	CL8	12,60	12,70	12,73	12,78	12,70	12,50	-1,60
	CL10	12,55	12,60	12,48	12,43	12,51	12,50	-0,10
	CL11	12,50	12,45	12,48	12,48	12,48	12,50	0,20
	CL12	12,80	12,80	12,88	12,73	12,80	12,50	-2,40
	CL15	12,65	12,80	12,83	12,80	12,77	12,50	-2,15
Promedio (cm)					12,65		-1,21	
Desviación estándar (δ)					0,15			
Coefficiente de variación (%)					1,18			
Altura	CL8	9,00	9,10	8,88	8,88	8,96	9,00	0,42
	CL10	8,95	8,95	8,85	8,95	8,93	9,00	0,83
	CL11	9,00	9,00	8,88	9,08	8,99	9,00	0,14
	CL12	9,15	8,85	8,93	8,78	8,93	9,00	0,83
	CL15	9,05	9,20	9,03	8,75	9,01	9,00	-0,07
Promedio (cm)					8,96		0,43	
Desviación estándar (δ)					0,04			
Coefficiente de variación (%)					0,41			

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.6. Variación dimensional del largo, ancho y alto de la marca Itali.

Especimen	Repetición 1 (cm)	Repetición 2 (cm)	Repetición 3 (cm)	Repetición 4 (cm)	Promedio (cm)	Estandar (cm)	Variación Dimen. (%)	
Largo	IT1	23,21	23,25	23,33	23,15	23,23	23,00	-1,02
	IT7	23,10	23,05	23,18	23,08	23,10	23,00	-0,43
	IT11	23,25	23,20	23,20	23,13	23,19	23,00	-0,84
	IT13	23,20	23,10	23,30	23,08	23,17	23,00	-0,73
	IT15	23,25	23,25	23,20	23,10	23,20	23,00	-0,87
Promedio (cm)					23,18		-0,78	
Desviación estándar (δ)					0,05			
Coefficiente de variación (%)					0,22			
Ancho	IT1	12,00	11,95	11,93	11,95	11,96	12,50	4,35
	IT7	11,90	12,00	11,93	11,85	11,92	12,50	4,65
	IT11	11,90	12,00	12,00	11,90	11,95	12,50	4,40
	IT13	12,00	12,00	11,98	11,88	11,96	12,50	4,30
	IT15	12,00	11,90	11,93	11,98	11,95	12,50	4,40
Promedio (cm)					11,95		4,42	
Desviación estándar (δ)					0,02			
Coefficiente de variación (%)					0,14			
Altura	IT1	8,95	8,70	8,88	8,90	8,86	9,00	1,60
	IT7	9,10	9,00	9,08	9,20	9,09	9,00	-1,04
	IT11	8,95	8,70	8,98	8,98	8,90	9,00	1,11
	IT13	9,10	9,00	9,08	9,15	9,08	9,00	-0,90
	IT15	8,90	8,75	8,93	9,03	8,90	9,00	1,11
Promedio (cm)					8,97		0,37	
Desviación estándar (δ)					0,11			
Coefficiente de variación (%)					1,25			

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.7. Variación dimensional del largo, ancho y alto de la marca Piramide.

Especimen	Repetición 1 (cm)	Repetición 2 (cm)	Repetición n 3 (cm)	Repetición 4 (cm)	Promedio (cm)	Estandar (cm)	Variación Dimen. (%)	
Largo	P1	22,70	22,75	23,08	22,75	22,82	23,00	0,79
	P4	22,85	22,90	22,65	22,68	22,77	23,00	1,01
	P9	22,85	22,70	22,75	22,63	22,73	23,00	1,17
	P11	22,80	22,75	22,73	22,68	22,74	23,00	1,14
	P15	22,65	22,60	22,88	22,78	22,73	23,00	1,20
Promedio (cm)					22,76		1,06	
Desviación estándar (δ)					0,04			
Coefficiente de variación (%)					0,17			

Ancho	P1	12,25	12,40	12,90	12,28	12,46	12,50	0,35
	P4	12,30	12,55	12,38	12,33	12,39	12,50	0,90
	P9	12,40	12,45	12,20	12,43	12,37	12,50	1,05
	P11	12,35	12,45	12,40	12,25	12,36	12,50	1,10
	P15	12,25	12,35	12,30	12,35	12,31	12,50	1,50
Promedio (cm)						12,38		0,98
Desviación estándar (δ)						0,05		
Coefficiente de variación (%)						0,42		
Altura	P1	8,70	8,75	8,80	8,80	8,76	9,00	2,64
	P4	9,10	9,05	9,15	9,15	9,11	9,00	-1,25
	P9	9,00	9,05	9,25	9,05	9,09	9,00	-0,97
	P11	8,95	9,15	9,13	9,23	9,11	9,00	-1,25
	P15	8,75	8,85	8,85	8,78	8,81	9,00	2,15
Promedio (cm)						8,98		0,26
Desviación estándar (δ)						0,18		
Coefficiente de variación (%)						1,96		

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.8. Variación dimensional del largo, ancho y alto de la marca Lambayeque.

Espécimen	Repetición 1 (cm)	Repetición 2 (cm)	Repetición 3 (cm)	Repetición 4 (cm)	Promedio (cm)	Estandar (cm)	Variación Dimen. (%)	
Largo	L3	24,10	24,10	24,18	24,00	24,09	24,00	-0,39
	L4	24,15	24,10	24,05	24,00	24,08	24,00	-0,31
	L7	24,20	24,20	24,18	24,03	24,15	24,00	-0,62
	L14	24,25	24,45	24,20	24,20	24,28	24,00	-1,15
	L15	24,20	24,15	24,08	24,00	24,11	24,00	-0,44
Promedio (cm)					24,14		-0,58	
Desviación estándar (δ)					0,08			
Coefficiente de variación (%)					0,33			
Ancho	L3	12,80	12,95	13,03	12,93	12,93	13,00	0,58
	L4	12,85	12,75	12,80	12,90	12,83	13,00	1,35
	L7	12,75	12,90	13,00	13,03	12,92	13,00	0,63
	L14	12,90	13,00	13,03	13,03	12,99	13,00	0,10
	L15	12,90	12,75	12,85	12,83	12,83	13,00	1,30
Promedio (cm)					12,90		0,79	
Desviación estándar (δ)					0,07			
Coefficiente de variación (%)					0,53			

Altura	L3	8,90	9,15	9,00	9,18	9,06	9,00	-0,63
	L4	8,75	8,90	8,85	9,03	8,88	9,00	1,32
	L7	8,85	9,05	8,88	9,10	8,97	9,00	0,35
	L14	8,85	8,95	8,90	9,18	8,97	9,00	0,35
	L15	8,70	8,70	8,73	8,80	8,73	9,00	2,99
Promedio (cm)						8,92		0,88
Desviación estándar (δ)						0,12		
Coefficiente de variación (%)						1,38		

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.9. Variación dimensional del largo, ancho y alto de la marca Huanchaco.

Espécimen	Repetición 1 (cm)	Repetición 2 (cm)	Repetición 3 (cm)	Repetición 4 (cm)	Promedio (cm)	Estandar (cm)	Variación Dimen. (%)	
Largo	L3	23,70	23,45	23,50	23,53	23,54	24,00	1,90
	L4	23,50	23,65	23,55	23,75	23,61	24,00	1,61
	L7	23,65	23,75	23,45	23,68	23,63	24,00	1,54
	L14	23,65	23,65	23,80	23,83	23,73	24,00	1,12
	L15	23,95	24,05	23,83	23,83	23,91	24,00	0,36
Promedio (cm)					23,69		1,31	
Desviación estándar (δ)					0,14			
Coefficiente de variación (%)					0,60			
Ancho	L3	12,05	12,10	12,13	12,13	12,10	12,50	3,20
	L4	12,00	12,05	11,98	12,00	12,01	12,50	3,95
	L7	12,10	12,25	12,08	12,15	12,14	12,50	2,85
	L14	11,90	11,95	11,90	12,00	11,94	12,50	4,50
	L15	12,15	12,00	11,98	12,05	12,04	12,50	3,65
Promedio (cm)					12,05		3,63	
Desviación estándar (δ)					0,08			
Coefficiente de variación (%)					0,67			
Altura	L3	9,20	8,95	9,10	9,00	9,06	9,00	-0,69
	L4	8,95	8,95	8,95	8,83	8,92	9,00	0,90
	L7	8,95	8,85	8,90	8,98	8,92	9,00	0,90
	L14	9,00	8,90	8,98	8,88	8,94	9,00	0,69
	L15	8,95	9,05	9,08	8,98	9,01	9,00	-0,14
Promedio (cm)					8,97		0,33	
Desviación estándar (δ)					0,06			
Coefficiente de variación (%)					0,72			

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 4. Resultados del alabeo de los ladrillos King Kong.
Tabla 8.10. Alabeo del ladrillo de arcilla de las marcas Fortes, LadriNorte, Lark y Clasa.

Especímen	Concavidad		Convexidad		Alabeo	
	Cara Superior (mm)	Cara Inferior (mm)	Cara Superior (mm)	Cara Inferior (mm)	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)
F2	0,74	0,33	0,00	0,00	0,54	0,00
F4	0,83	0,58	0,23	0,04	0,71	0,14
F6	0,68	0,58	0,00	0,00	0,63	0,00
F10	0,58	1,02	0,00	0,00	0,80	0,00
F13	0,30	0,23	0,34	0,31	0,27	0,33
Promedio (mm)					0,59	0,09
Desviación estándar (δ)					0,20	0,14
LD8	0,30	0,59	0,00	0,00	0,45	0,00
LD10	0,57	0,28	0,00	0,00	0,43	0,00
LD11	0,21	0,40	0,23	0,25	0,31	0,24
LD13	0,35	0,35	0,00	0,00	0,35	0,00
LD15	0,28	0,48	0,73	0,00	0,38	0,37
Promedio (mm)					0,38	0,12
Desviación estándar (δ)					0,06	0,17
LR1	2,51	0,30	0,00	0,00	1,41	0,00
LR3	1,74	0,72	0,00	0,78	1,23	0,39
LR5	0,76	1,41	0,00	0,00	1,09	0,00
LR9	1,02	1,55	0,00	0,00	1,29	0,00
LR10	0,58	0,38	0,00	0,00	0,48	0,00
Promedio (mm)					1,10	0,08
Desviación estándar (δ)					0,36	0,17
CL8	0,99	0,96	0,00	2,31	0,98	1,16
CL10	0,50	0,25	0,00	0,00	0,38	0,00
CL11	0,54	0,63	0,00	0,95	0,59	0,48
CL12	0,95	0,00	0,00	0,83	0,48	0,42
CL15	0,00	0,33	1,81	0,00	0,17	0,91
Promedio (mm)					0,52	0,59
Desviación estándar (δ)					0,30	0,45

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.11. Alabeo del ladrillo de las marcas Itali, Piramide, Lambayeque y Huanchaco.

Especimen	Concavidad		Convexidad		Alabeo	
	Cara Superior (mm)	Cara Inferior (mm)	Cara Superior (mm)	Cara Inferior (mm)	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)
IT1	0,18	1,07	0,00	0,00	0,63	0,00
IT7	0,00	0,97	0,30	0,00	0,49	0,15
IT11	0,90	0,43	0,00	0,15	0,67	0,08
IT13	0,59	0,41	0,00	0,00	0,50	0,00
IT15	0,98	0,70	0,00	1,21	0,84	0,61
Promedio (mm)					0,62	0,17
Desviación estándar (δ)					0,14	0,25
P1	0,88	0,47	0,00	0,00	0,68	0,00
P4	0,45	0,38	0,00	0,39	0,42	0,20
P9	0,50	1,02	0,00	0,00	0,76	0,00
P11	0,33	1,19	0,45	0,00	0,76	0,23
P15	0,63	0,00	0,00	0,68	0,32	0,34
Promedio (mm)					0,59	0,15
Desviación estándar (δ)					0,21	0,15
L3	1,44	0,30	0,00	0,20	0,87	0,10
L4	0,46	1,79	0,00	0,00	1,13	0,00
L7	1,24	0,36	0,00	0,35	0,80	0,18
L14	0,35	2,56	0,00	0,00	1,46	0,00
L15	0,26	1,41	0,00	0,00	0,84	0,00
Promedio (mm)					1,02	0,06
Desviación estándar (δ)					0,28	0,08
H2	1,59	0,38	0,00	0,43	0,99	0,22
H3	2,31	0,59	0,00	0,00	1,45	0,00
H9	2,23	0,30	0,00	0,00	1,27	0,00
H13	0,33	0,90	0,00	0,00	0,62	0,00
H15	1,78	0,99	0,00	0,00	1,39	0,00
Promedio (mm)					1,14	0,04
Desviación estándar (δ)					0,34	0,10

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 5. Resultados del porcentaje de vacíos de los ladrillos King Kong.
Tabla 8.12. Porcentaje de vacíos de las marcas Fortes, LadriNorte, Lark y Clasa.

Espécimen	Dimensiones del ladrillo			Volumen del ladrillo (cm ³)	Volumen de la arena (cm ³)	Vacíos (%)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)			
F2	24,73	11,85	9,18	2687,06	1155,00	42,98
F4	23,93	11,98	9,05	2591,95	1125,00	43,40
F6	24,41	11,55	9,07	2557,42	1106,00	43,25
F10	24,41	11,66	8,98	2555,79	1145,00	44,80
F13	24,65	11,83	9,07	2644,27	1171,00	44,28
Promedio (%)						43,74
Desviación estándar (δ)						0,77
Coefficiente de variación (%)						1,75
LD8	22,32	12,64	9,23	2602,72	1290,00	49,56
LD10	22,55	12,57	9,33	2644,74	1385,00	52,37
LD11	22,51	12,66	9,32	2654,79	1344,00	50,63
LD13	22,49	12,68	9,25	2636,65	1360,00	51,58
LD15	22,31	12,57	9,27	2598,32	1295,00	49,84
Promedio (%)						50,80
Desviación estándar (δ)						1,18
Coefficiente de variación (%)						2,32
LR1	22,73	12,44	9,01	2548,01	1200,00	47,10
LR3	22,81	12,41	9,05	2561,31	1280,00	49,97
LR5	22,96	12,39	9,24	2630,69	1285,00	48,85
LR9	22,96	12,43	9,26	2640,89	1327,00	50,25
LR10	22,83	12,48	9,13	2598,98	1285,00	49,44
Promedio (%)						49,12
Desviación estándar (δ)						1,25
Coefficiente de variación (%)						2,55
CL8	23,11	12,70	8,96	2630,04	1230,00	46,77
CL10	22,99	12,51	8,93	2567,11	1100,00	42,85
CL11	23,18	12,48	8,99	2599,06	1145,00	44,05
CL12	23,18	12,80	8,93	2647,51	1205,00	45,51
CL15	23,11	12,77	9,01	2657,90	1216,00	45,75
Promedio (%)						44,99
Desviación estándar (δ)						1,54
Coefficiente de variación (%)						3,42

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.13. Porcentaje de vacíos de las marcas Itali, Piramide, Lambayeque y Huanchaco.

Especimen	Dimensiones del ladrillo			Volumen del ladrillo (cm ³)	Volumen de la arena (cm ³)	Vacíos (%)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)			
IT1	23,23	11,96	8,86	2460,16	1110,00	45,12
IT7	23,10	11,92	9,09	2503,72	1150,00	45,93
IT11	23,19	11,95	8,90	2466,77	1145,00	46,42
IT13	23,17	11,96	9,08	2516,92	1136,00	45,13
IT15	23,20	11,95	8,90	2467,44	1190,00	48,23
Promedio (%)						46,17
Desviación estándar (δ)						1,28
Coefficiente de variación (%)						2,77
P1	22,82	12,46	8,76	2490,62	1190,00	47,78
P4	22,77	12,39	9,11	2570,16	1200,00	46,69
P9	22,73	12,37	9,09	2555,02	1193,00	46,69
P11	22,74	12,36	9,11	2561,45	1205,00	47,04
P15	22,73	12,31	8,81	2464,00	1175,00	47,69
Promedio (%)						47,18
Desviación estándar (δ)						0,53
Coefficiente de variación (%)						1,12
L3	24,09	12,93	9,06	2820,22	900,00	31,91
L4	24,08	12,83	8,88	2742,19	910,00	33,19
L7	24,15	12,92	8,97	2798,14	900,00	32,16
L14	24,28	12,99	8,97	2827,59	930,00	32,89
L15	24,11	12,83	8,73	2700,69	875,00	32,40
Promedio (%)						32,51
Desviación estándar (δ)						0,52
Coefficiente de variación (%)						1,61
H2	23,54	12,10	9,06	2581,72	980,00	37,96
H3	23,61	12,01	8,92	2528,44	960,00	37,97
H9	23,63	12,14	8,92	2559,43	970,00	37,90
H13	23,73	11,94	8,94	2531,92	968,00	38,23
H15	23,91	12,04	9,01	2595,57	1000,00	38,53
Promedio (%)						38,12
Desviación estándar (δ)						0,26
Coefficiente de variación (%)						0,69

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 6. Resultados de la succión de los ladrillos King Kong.
Tabla 8.14. Succión del ladrillo de las marcas Fortes, LadriNorte y Lark.

Especímen	Peso	Peso	Dimensiones del Largo			Largo	Dimensiones del Ancho			Ancho	Área bruta (cm ²)	Succión (g/200cm ² /min)
	seco (g)	saturado (g)	Largo 1 (cm)	Largo 2 (cm)	Largo 3 (cm)	promedio (cm)	Ancho 1 (cm)	Ancho 2 (cm)	Ancho 3 (cm)	promedio (cm)		
F1	2917,00	2946,00	23,90	24,00	24,00	23,97	11,55	11,75	11,85	11,72	280,81	20,65
F3	2913,00	2947,00	24,15	24,00	24,00	24,05	11,65	11,80	11,80	11,75	282,59	24,06
F5	2932,00	2962,00	24,10	24,20	24,20	24,17	11,90	11,90	12,00	11,93	288,39	20,81
F7	2932,00	2962,00	23,85	23,70	23,75	23,77	11,70	11,80	11,65	11,72	278,47	21,55
F9	2940,00	2973,00	23,90	23,90	23,80	23,87	11,85	11,90	11,95	11,90	284,01	23,24
Succión promedio (g/200cm²/min)												22,06
LD1	2598,00	2637,00	22,45	22,45	22,40	22,43	12,60	12,70	12,65	12,65	283,78	27,49
LD5	2585,00	2625,00	22,65	22,50	22,55	22,57	12,50	12,40	12,55	12,48	281,71	28,40
LD9	2589,00	2623,00	22,70	22,55	22,60	22,62	12,50	12,75	12,65	12,63	285,72	23,80
LD11	2617,00	2650,00	22,55	22,40	22,40	22,45	12,65	12,70	12,65	12,67	284,37	23,21
LD14	2613,00	2655,00	22,50	22,45	22,40	22,45	12,60	12,60	12,50	12,57	282,12	29,77
Succión promedio (g/200cm²/min)												26,53
LR4	2690,00	2708,00	22,90	22,95	23,20	23,02	12,05	12,00	12,15	12,07	277,73	12,96
LR6	2698,00	2721,00	23,20	23,00	22,85	23,02	12,25	12,30	12,15	12,23	281,57	16,34
LR11	2695,00	2713,00	22,70	22,65	22,45	22,60	12,25	12,10	12,20	12,18	275,34	13,07
LR12	2736,00	2751,00	22,90	22,90	22,70	22,83	12,20	12,25	12,30	12,25	279,71	10,73
LR14	2751,00	2764,00	23,05	23,05	23,00	23,03	12,15	12,30	12,35	12,27	282,54	9,20
Succión promedio (g/200cm²/min)												12,46

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.15. Succión del ladrillo de las marcas Clasa, Itali y Piramide.

Especimen	Peso	Peso	Dimensiones del Largo			Largo	Dimensiones del Ancho			Ancho	Área	Succión
	seco	saturado	Largo 1	Largo 2	Largo 3	promedio	Ancho 1	Ancho 2	Ancho 3	promedio	bruta	
	(g)	(g)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(g/200cm ² /min)
CL1	2979,00	3019,00	23,00	23,00	23,00	23,00	12,40	12,40	12,50	12,43	285,97	27,98
CL3	2903,00	2943,00	23,45	23,20	23,15	23,27	12,30	12,40	12,40	12,37	287,73	27,80
CL5	2995,00	3080,00	23,10	23,20	23,30	23,20	12,45	12,50	12,50	12,48	289,61	58,70
CL7	2905,00	2958,00	23,05	23,10	23,05	23,07	12,70	12,75	12,55	12,67	292,18	36,28
CL14	2945,00	2982,00	22,60	23,05	23,05	22,90	12,70	12,75	12,85	12,77	292,36	25,31
Succión promedio (g/200cm²/min)												35,21
IT4	2708,00	2731,00	23,05	23,20	23,10	23,12	11,85	11,90	11,90	11,88	274,70	16,75
IT6	2631,00	2650,00	23,15	23,15	23,25	23,18	11,85	11,90	11,90	11,88	275,50	13,79
IT8	2604,00	2621,00	23,00	23,00	23,10	23,03	11,90	11,90	11,95	11,92	274,48	12,39
IT9	2695,00	2713,00	23,20	23,20	23,25	23,22	11,95	11,90	11,90	11,92	276,67	13,01
IT10	2661,00	2682,00	23,10	23,15	23,05	23,10	11,90	11,90	11,85	11,88	274,51	15,30
Succión promedio (g/200cm²/min)												14,25
P3	2771,00	2810,00	22,45	22,70	22,50	22,55	12,50	12,45	12,40	12,45	280,75	27,78
P6	2770,00	2804,00	22,90	22,90	23,05	22,95	12,40	12,50	12,55	12,48	286,49	23,74
P8	2745,00	2780,00	22,65	22,80	23,10	22,85	12,55	12,50	12,70	12,58	287,53	24,35
P10	2802,00	2834,00	22,75	22,85	22,90	22,83	12,40	12,30	12,20	12,30	280,85	22,79
P13	2775,00	2809,00	22,50	22,60	22,60	22,57	12,25	12,35	12,50	12,37	279,07	24,37
Succión promedio (g/200cm²/min)												24,60

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.16. Succión del ladrillo de las marcas Lambayeque y Huanchaco.

Especímen	Peso seco	Peso saturado	Dimensiones del Largo			Largo promedio	Dimensiones del Ancho			Ancho promedio	Área bruta	Succión
	(g)	(g)	Largo 1 (cm)	Largo 2 (cm)	Largo 3 (cm)	(cm)	Ancho 1 (cm)	Ancho 2 (cm)	Ancho 3 (cm)	(cm)	(cm ²)	(g/200cm ² /min)
L5	3617,00	3643,00	24,00	24,10	24,15	24,08	12,80	12,90	12,90	12,87	309,87	16,78
L8	3712,00	3755,00	24,25	24,25	24,30	24,27	13,00	12,95	12,80	12,92	313,44	27,44
L10	3561,00	3601,00	24,05	24,15	24,20	24,13	12,85	12,80	12,80	12,82	309,31	25,86
L12	3637,00	3687,00	24,15	24,05	24,20	24,13	12,95	12,95	12,95	12,95	312,53	32,00
L13	3640,00	3677,00	24,05	24,20	24,15	24,13	13,00	12,95	13,00	12,98	313,33	23,62
Succión promedio (g/200cm²/min)												25,14
H1	2987,00	3043,00	23,40	23,35	23,25	23,33	12,20	12,15	12,35	12,23	285,44	39,24
H2	3044,00	3083,00	23,65	23,45	23,25	23,45	12,10	12,00	12,15	12,08	283,35	27,53
H12	2996,00	3029,00	23,05	23,45	23,60	23,37	12,20	12,15	12,35	12,23	285,85	23,09
H13	2985,00	3026,00	23,60	23,70	23,90	23,73	12,00	11,85	11,80	11,88	282,03	29,07
H15	2989,00	3017,00	23,90	23,65	23,70	23,75	12,00	12,00	12,00	12,00	285,00	19,65
Succión promedio (g/200cm²/min)												27,72

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 7. Resultado de la absorción, porosidad y densidad de los ladrillos King Kong.

Tabla 8.17. Absorción, porosidad y densidad de Fortes, LadriNorte, Lark y Clasa.

Espécimen	Peso seco (g)	Peso saturado (g)	Peso suspendido (g)	Absorción (%)	Porosidad (%)	Peso específico (g/cm ³)
F1	2920,00	3229,00	1935,00	10,58	23,88	2,26
F3	2910,00	3217,00	1920,00	10,55	23,67	2,24
F5	2929,00	3274,00	2019,00	11,78	27,49	2,33
F7	2932,00	3211,00	1948,00	9,52	22,09	2,32
F9	2940,00	3254,00	1933,00	10,68	23,77	2,23
Promedio (g/cm³)				10,62	24,18	2,28
Desviación estándar (δ)				0,80	1,99	0,05
Coefficiente de variación (%)				7,55	8,23	2,13
LD1	2594,00	2863,00	1549,00	10,37	20,47	1,97
LD2	2605,00	2890,00	1573,00	10,94	21,64	1,98
LD5	2582,00	2854,00	1553,00	10,53	20,91	1,98
LD9	2585,00	2871,00	1567,00	11,06	21,93	1,98
LD14	2611,00	2880,00	1570,00	10,30	20,53	1,99
Promedio (g/cm³)				10,64	21,10	1,98
Desviación estándar (δ)				0,34	0,66	0,01
Coefficiente de variación (%)				3,21	3,12	0,36
LR4	2695,00	2965,00	1621,00	10,02	20,09	2,01
LR6	2698,00	2964,00	1618,00	9,86	19,76	2,00
LR11	2695,00	2947,00	1622,00	9,35	19,02	2,03
LR12	2758,00	3040,00	1674,00	10,22	20,64	2,02
LR14	2767,00	3063,00	1686,00	10,70	21,50	2,01
Promedio (g/cm³)				10,03	20,20	2,01
Desviación estándar (δ)				0,49	0,93	0,01
Coefficiente de variación (%)				4,92	4,61	0,61
CL1	2994,00	3347,00	1818,00	11,79	23,09	1,96
CL3	2903,00	3264,00	1774,00	12,44	24,23	1,95
CL5	2996,00	3360,00	1808,00	12,15	23,45	1,93
CL7	2913,00	3256,00	1764,00	11,77	22,99	1,95
CL14	2951,00	3299,00	1797,00	11,79	23,17	1,96
Promedio (g/cm³)				11,99	23,39	1,95
Desviación estándar (δ)				0,30	0,50	0,01
Coefficiente de variación (%)				2,46	2,15	0,66

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla 8.18. Absorción, porosidad y densidad *de Itali, Piramide, Lambayeque y Huanchaco.*

Espécimen	Peso seco (g)	Peso saturado (g)	Peso suspendido (g)	Absorción (%)	Porosidad (%)	Peso específico (g/cm³)
IT4	2725,00	3060,00	1673,00	12,29	24,15	1,96
IT6	2634,00	2990,00	1630,00	13,52	26,18	1,94
IT8	2618,00	2943,00	1610,00	12,41	24,38	1,96
IT9	2696,00	3057,00	1670,00	13,39	26,03	1,94
IT10	2679,00	3004,00	1642,00	12,13	23,86	1,97
Promedio (g/cm³)				12,75	24,92	1,96
Desviación estándar (δ)				0,65	1,10	0,01
Coefficiente de variación (%)				5,11	4,40	0,71
P3	2772,00	3082,00	1715,00	11,18	22,68	2,03
P6	2771,00	3085,00	1706,00	11,33	22,77	2,01
P8	2746,00	3060,00	1691,00	11,43	22,94	2,01
P10	2804,00	3115,00	1733,00	11,09	22,50	2,03
P13	2776,00	3094,00	1711,00	11,46	22,99	2,01
Promedio (g/cm³)				11,30	22,78	2,02
Desviación estándar (δ)				0,16	0,20	0,01
Coefficiente de variación (%)				1,40	0,87	0,57
L5	3618,00	4056,00	2180,00	12,11	23,35	1,93
L8	3712,00	4147,00	2217,00	11,72	22,54	1,92
L10	3562,00	3983,00	2129,00	11,82	22,71	1,92
L12	3637,00	4079,00	2179,00	12,15	23,26	1,91
L13	3641,00	4070,00	2178,00	11,78	22,67	1,92
Promedio (g/cm³)				11,92	22,91	1,92
Desviación estándar (δ)				0,20	0,37	0,01
Coefficiente de variación (%)				1,67	1,62	0,27
H1	2987,00	3417,00	1851,00	14,40	27,46	1,91
H4	3040,00	3496,00	1886,00	15,00	28,32	1,89
H7	2979,00	3457,00	1841,00	16,05	29,58	1,84
H10	3028,00	3454,00	1880,00	14,07	27,06	1,92
H12	2998,00	3487,00	1863,00	16,31	30,11	1,85
Promedio (g/cm³)				15,16	28,51	1,88
Desviación estándar (δ)				0,99	1,32	0,04
Coefficiente de variación (%)				6,52	4,62	1,92

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 8. Resultados de la resistencia a compresión de los ladrillos King Kong.

Tabla 8.19. Ensayo de la compresión de las marcas Fortes y LadriNorte.

Espécimen	Dimensiones del Largo			Largo promedio (cm)	Dimensiones del Ancho			Ancho promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la compresión (f'c) (kg/cm ²)
	Largo 1 (cm)	Largo 2 (cm)	Largo 3 (cm)		Ancho 1 (cm)	Ancho 2 (cm)	Ancho 3 (cm)				
F8	24,08	24,13	24,05	24,08	11,58	11,58	11,43	11,53	277,56	54064,49	194,78
F11	24,23	23,83	23,88	23,98	11,98	11,88	11,98	11,94	286,30	62956,28	219,90
F12	24,50	24,68	24,50	24,56	11,95	11,85	11,85	11,88	291,83	32538,63	111,50
F14	24,23	24,15	24,15	24,18	11,70	11,73	11,83	11,75	284,06	50556,73	177,98
F15	24,08	24,25	24,13	24,15	11,65	11,75	11,68	11,69	282,35	50811,65	179,96
Promedio (kg/cm²)											176,82
Desviación estándar (δ)											40,18
Coefficiente de variación (%)											22,72
LD3	22,33	22,35	22,50	22,39	12,63	12,60	12,58	12,60	282,14	32548,82	115,37
LD4	22,30	22,30	22,40	22,33	12,78	12,65	12,68	12,70	283,63	27990,77	98,69
LD6	22,38	22,35	22,33	22,35	12,68	12,63	12,63	12,64	282,54	32304,10	114,33
LD7	22,48	22,38	22,45	22,43	12,70	12,65	12,68	12,68	284,34	35485,56	124,80
LD12	22,48	22,40	22,43	22,43	12,68	12,65	12,68	12,67	284,16	34521,94	121,49
Promedio (kg/cm²)											114,93
Desviación estándar (δ)											10,06
Coefficiente de variación (%)											8,75

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla 8.20. Ensayo de la compresión de las marcas Lark, Clase e Itali.

Espécimen	Dimensiones del Largo				Dimensiones del Ancho			Ancho promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la compresión (f'c) (kg/cm ²)
	Largo 1 (cm)	Largo 2 (cm)	Largo 3 (cm)	Largo promedio (cm)	Ancho 1 (cm)	Ancho 2 (cm)	Ancho 3 (cm)				
LR2	22,50	22,68	22,65	22,61	12,28	12,28	12,23	12,26	277,14	36270,73	130,87
LR7	22,75	22,70	22,58	22,68	12,38	12,33	12,35	12,35	280,04	45274,68	161,67
LR8	22,70	22,83	22,70	22,74	12,28	12,10	12,18	12,18	277,07	41817,90	150,93
LR13	22,68	22,90	22,70	22,76	12,40	12,25	12,30	12,32	280,31	29673,27	105,86
LR15	22,98	22,88	22,90	22,92	12,40	12,33	12,23	12,32	282,26	34527,04	122,32
Promedio (kg/cm²)											134,33
Desviación estándar (δ)											22,30
Coefficiente de variación (%)											16,60
CL2	23,33	23,33	23,15	23,27	12,45	12,43	12,38	12,42	288,89	29275,59	101,34
CL4	23,08	23,25	23,15	23,16	12,55	12,50	12,38	12,48	288,90	22800,49	78,92
CL6	23,15	23,18	23,05	23,13	12,40	12,43	12,30	12,38	286,17	30193,32	105,51
CL9	23,00	23,15	23,10	23,08	12,50	12,88	12,53	12,63	291,62	31457,75	107,87
CL13	23,30	23,18	23,00	23,16	12,70	12,80	12,80	12,77	295,65	22341,63	75,57
Promedio (kg/cm²)											93,84
Desviación estándar (δ)											15,38
Coefficiente de variación (%)											16,39
IT2	23,33	23,20	23,08	23,20	12,00	11,95	12,05	12,00	278,40	17814,16	63,99
IT3	23,28	23,15	23,15	23,19	12,05	11,93	12,00	11,99	278,11	15917,52	57,24
IT5	23,13	23,15	23,10	23,13	11,90	11,88	11,90	11,89	274,99	27389,14	99,60
IT12	23,25	23,10	23,05	23,13	11,95	11,88	11,93	11,92	275,67	27776,63	100,76
IT14	23,23	23,25	23,15	23,21	12,00	12,00	11,95	11,98	278,11	24931,67	89,65
Promedio (kg/cm²)											82,25
Desviación estándar (δ)											20,36
Coefficiente de variación (%)											24,75

Tabla 8.21. Ensayo de la compresión de las marcas Piramide, Lambayeque y Huanchaco.

Especimen	Dimensiones del Largo			Largo promedio (cm)	Dimensiones del Ancho			Ancho promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la compresión (f'b) (kg/cm ²)
	Largo 1 (cm)	Largo 2 (cm)	Largo 3 (cm)		Ancho 1 (cm)	Ancho 2 (cm)	Ancho 3 (cm)				
P2	22,83	23,03	22,95	22,93	12,40	12,38	12,33	12,37	283,61	57939,35	204,29
P5	22,73	23,00	22,70	22,81	12,40	12,40	12,28	12,36	281,87	49261,71	174,77
P7	22,70	22,60	22,55	22,62	12,25	12,43	12,45	12,38	279,88	56654,53	202,42
P12	22,68	22,88	22,80	22,78	12,40	12,50	12,38	12,43	283,08	58622,55	207,09
P14	22,83	23,03	22,93	22,93	12,50	12,50	12,45	12,48	286,18	56674,93	198,04
Promedio (kg/cm²)											197,32
Desviación estándar (δ)											13,03
Coefficiente de variación (%)											6,60
L1	24,18	24,20	24,13	24,17	12,83	12,93	12,85	12,87	310,94	49231,12	158,33
L2	24,05	24,00	23,95	24,00	12,80	12,83	12,75	12,79	307,00	27797,02	90,54
L6	24,20	24,05	23,98	24,08	12,85	12,88	12,83	12,85	309,36	52381,99	169,32
L9	24,18	24,13	23,95	24,08	12,90	12,88	12,90	12,89	310,47	46753,25	150,59
L11	24,23	24,23	24,18	24,21	12,83	12,95	13,00	12,93	312,89	49883,72	159,43
Promedio (kg/cm²)											145,64
Desviación estándar (δ)											31,51
Coefficiente de variación (%)											21,64
H5	24,05	23,93	23,90	23,96	11,95	12,08	12,10	12,04	288,50	16600,72	57,54
H6	23,78	23,73	23,73	23,74	12,38	12,40	12,38	12,38	294,00	12644,28	43,01
H8	23,85	23,78	23,78	23,80	12,05	12,03	12,08	12,05	286,79	51912,93	181,01
H11	23,70	23,98	23,85	23,84	12,23	12,18	12,20	12,20	290,87	9564,79	32,88
H14	23,98	23,98	23,95	23,97	12,08	12,05	12,10	12,08	289,40	15234,32	52,64
Promedio (kg/cm²)											73,42
Desviación estándar (δ)											60,89
Coefficiente de variación (%)											82,93

Anexo 9. Resultados del pH, conductividad y salinidad de los ladrillos King Kong.
Tabla 8.22. Ensayo de pH, conductividad y salinidad de los ladrillos de arcilla.

Espécimen	Temperatura (°C)	pH	Conductividad (dS/m)	Salinidad (%)
F11	28°C	7,55	0,25	0,01
F12	27,8°C	7,26	0,37	0,02
Promedio		7,41	0,31	0,31
LD4	28,2°C	7,76	1,00	0,05
LD6	28,4°C	7,71	0,93	0,05
Promedio		7,74	0,97	0,97
LR13	28,1°C	8,26	1,45	0,07
LR15	28,4°C	8,01	1,10	0,06
Promedio		8,14	1,27	0,06
CL6	28,3°C	7,24	0,42	0,02
CL13	28,1°C	7,30	0,64	0,03
Promedio		7,27	0,53	0,03
IT3	27,9°C	8,12	0,64	0,03
IT5	28,2°C	7,94	2,05	0,10
Promedio		8,03	1,35	0,07
P2	28,3°C	7,05	0,84	0,04
P14	28,3°C	7,16	0,76	0,04
Promedio		7,11	0,80	0,04
L9	28,4°C	7,87	1,43	0,07
L11	28,3°C	8,26	1,47	0,07
Promedio		8,07	1,45	0,07
H6	28,5°C	5,52	2,55	0,13
H14	28,3°C	5,61	2,28	0,11
Promedio		5,57	2,42	0,12

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 10. Resultados del análisis de precios unitarios de los ladrillos King Kong.

I. Análisis de precios unitarios de la marca LadriNorte.

1. Cantidad de ladrillos por m² para muro de soga.

Largo : 22,43 cm.

Ancho : 12,61 cm.

Altura : 9,28 cm.

Junta : 1,5 cm

$$CL = \frac{1}{(0,22 + 0,015) \times (0,09 + 0,015)} = 38,75 \text{ lad./m}^2$$

Desperdicio: 5 % (Tabla 2.10)

$$CL = 38,75 \times 1,05 = 40,69 \text{ lad./m}^2$$

2. Volumen de mezcla de m³ por m² de muro de soga.

$$Vmu = 1 \times 1 \times 0,1261 = 0,1261 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Vla = 0,2243 \times 0,1261 \times 0,0928 = 0,0026 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Vmo = 0,1261 - (0,0026 \times 38,75) = 0,0244 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

3. Cantidad de material por m² para muro de soga.

Según norma E.070, la mezcla para asentado tiene proporción 1:5, la cual se descifra una proporción de cemento por cinco partes de arena gruesa para muros portantes, por ello se emplea 7.4 bolsas de cemento, 1.05 m³ de arena y 0.268 m³ de agua.

- **Cantidad de cemento** = 0,0244 x 7,4 = 0,1802 m³/m²
- **Cantidad de arena** = 0,0244 x 1,05 = 0,0256 m³/m²
- **Cantidad de agua** = 0,0244 x 0,268 = 0,0065 m³/m²

4. Costo unitario de 1m² de muro de ladrillo King Kong 18 huecos.

Para el rendimiento de la mano de obra se consideró la tabla de rendimientos de Capeco (Tabla 2.13) y para el costo HH del régimen de construcción civil se consideró los precios según la Tabla 2.14 de Capeco. De este procedimiento se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 8.23. Análisis de precios unitarios de la marca LadriNorte.

Presupuesto		Análisis de Precios Unitarios			Fecha presupuesto: 05/03/2020		
VIVIENDAS DE BAJO COSTO							
Partida : MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm.		MORTERO 1:5					
Rendimiento	m2/día	MO. 9.4600	EQ. 9.4600	Costo unitario directo por : m ²	60.61		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
101010002	Capataz	hh	0.1000	0.0846	25.26	2.14	
101010003	Operario	hh	1.0000	0.8457	22.97	19.42	
101010005	Peón	hh	0.5000	0.4228	16.39	6.93	
						28.49	
Materiales							
207020001	Arena	m ³		0.0256	45.00	1.15	
207070001	Agua puesta en obra	m ³		0.0065	10.00	0.07	
213010002	Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	bol		0.1802	20.00	3.60	
2160100080008	Ladrillo King Kong	und		40.6906	0.59	24.14	
						28.96	
Equipos							
301060007	Herramientas manuales	%mo		3.00	28.49	0.85	
30130001	Andamio metálico	día	0.7500	0.12	20.00	2.31	
						3.16	

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

II. Análisis de precios unitarios de la marca Lark.

1. Cantidad de ladrillos por m² para muro de sogá.

Largo : 22,88 cm.

Ancho : 12,42 cm.

Altura : 9,14 cm.

Junta : 1,5 cm

$$CL = \frac{1}{(0,23 + 0,015) \times (0,09 + 0,015)} = 38,56 \text{ lad./m}^2$$

Desperdicio: 5 % (Tabla 2.10)

$$CL = 38,56 \times 1,05 = 40,49 \text{ lad./m}^2$$

2. Volumen de mezcla de m³ por m² de muro de sogá.

$$Vmu = 1 \times 1 \times 0,1242 = 0,1242 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Vla = 0,2288 \times 0,1242 \times 0,0914 = 0,0026 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Vmo = 0,1242 - (0,0026 \times 38,56) = 0,0241 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

3. Cantidad de material por m² para muro de sogá.

Según norma E.070, la mezcla para asentado tiene proporción 1:5, la cual se descifra una proporción de cemento por cinco partes de arena gruesa para muros portantes, por ello se emplea 7.4 bolsas de cemento, 1.05 m³ de arena y 0.268 m³ de agua.

- **Cantidad de cemento** = 0,0241 x 7,4 = 0,1782 m³/m²
- **Cantidad de arena** = 0,0241 x 1,05 = 0,0253 m³/m²
- **Cantidad de agua** = 0,0241 x 0,268 = 0,0065 m³/m²

4. Costo unitario de 1m² de muro de ladrillo King Kong 18 huecos.

Para el rendimiento de la mano de obra se consideró la tabla de rendimientos de Capeco (Tabla 2.13) y para el costo HH del régimen de construcción civil se consideró los precios según la Tabla 2.14 de Capeco. De este procedimiento se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 8.24. Análisis de precios unitarios de la marca Lark.

Análisis de Precios Unitarios							
Presupuesto	VIVIENDAS DE BAJO COSTO			Fecha presupuesto: 05/03/2020			
Partida : MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm.				MORTERO 1:5			
Rendimiento	m2/día	MO.	9.4600	EQ.	9.4600	Costo unitario directo por : m ²	70.73
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
101010002	Capataz	hh	0.1000	0.0846	25.26	2.14	
101010003	Operario	hh	1.0000	0.8457	22.97	19.42	
101010005	Peón	hh	0.5000	0.4228	16.39	6.93	
							28.49
Materiales							
207020001	Arena	m ³		0.0253	45.00	1.14	
207070001	Agua puesta en obra	m ³		0.0065	10.00	0.06	
213010002	Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	bol		0.1782	20.00	3.56	
2160100080008	Ladrillo King Kong	und		40.4858	0.85	34.31	
							39.08
Equipos							
301060007	Herramientas manuales	%mo		3.00	28.49	0.85	
30130001	Andamio metálico	día	0.7500	0.12	20.00	2.31	
							3.16

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

III. Análisis de precios unitarios de la marca Clasa.

1. Cantidad de ladrillos por m² para muro de sogá.

Largo : 23,11 cm.

Ancho : 12,65 cm.

Altura : 8,94 cm.

Junta : 1,5 cm

$$CL = \frac{1}{(0,23 + 0,015) \times (0,09 + 0,015)} = 38,92 \text{ lad./m}^2$$

Desperdicio: 5 % (Tabla 2.10)

$$CL = 38,92 \times 1,05 = 40,87 \text{ lad./m}^2$$

2. Volumen de mezcla de m³ por m² de muro de soga.

$$Vmu = 1 \times 1 \times 0,1265 = 0,1265 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Vla = 0,2311 \times 0,1265 \times 0,0894 = 0,0026 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Vmo = 0,1265 - (0,0026 \times 38,92) = 0,0248 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

3. Cantidad de material por m² para muro de soga.

Según norma E.070, la mezcla para asentado tiene proporción 1:5, la cual se descifra una proporción de cemento por cinco partes de arena gruesa para muros portantes, por ello se emplea 7.4 bolsas de cemento, 1.05 m³ de arena y 0.268 m³ de agua.

- **Cantidad de cemento** = 0,0248 x 7,4 = 0,1834 m³/m²
- **Cantidad de arena** = 0,0248 x 1,05 = 0,0260 m³/m²
- **Cantidad de agua** = 0,0248 x 0,268 = 0,0066 m³/m²

4. Costo unitario de 1m² de muro de ladrillo King Kong 18 huecos.

Para el rendimiento de la mano de obra se consideró la tabla de rendimientos de Capeco (Tabla 2.13) y para el costo HH del régimen de construcción civil se consideró los precios según la Tabla 2.14 de Capeco. De este procedimiento se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 8.25. Análisis de precios unitarios de la marca Clasa.

Presupuesto		Análisis de Precios Unitarios				Fecha presupuesto: 05/03/2020	
VIVIENDAS DE BAJO COSTO							
Partida : MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm.		MORTERO 1:5					
Rendimiento	m2/día	MO.	9.4600	EQ.	9.4600	Costo unitario directo por : m ²	60.80
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
101010002	Capataz	hh	0.1000	0.0846	25.26	2.14	
101010003	Operario	hh	1.0000	0.8457	22.97	19.42	
101010005	Peón	hh	0.5000	0.4228	16.39	6.93	
						28.49	
Materiales							
207020001	Arena	m ³		0.0260	45.00	1.17	
207070001	Agua puesta en obra	m ³		0.0066	10.00	0.07	
213010002	Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	bol		0.1834	20.00	3.67	
2160100080008	Ladrillo King Kong	und		40.8674	0.59	24.24	
						29.15	
Equipos							
301060007	Herramientas manuales	%mo		3.00	28.49	0.85	
30130001	Andamio metálico	día	0.7500	0.12	20.00	2.31	
						3.16	

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

IV. Análisis de precios unitarios de la marca Itali.

1. Cantidad de ladrillos por m² para muro de sogá.

Largo : 23,18 cm.

Ancho : 11,94 cm.

Altura : 8,98 cm.

Junta : 1,5 cm

$$CL = \frac{1}{(0,23 + 0,015) \times (0,09 + 0,015)} = 38,66 \text{ lad./m}^2$$

Desperdicio: 5 % (Tabla 2.10)

$$CL = 38,66 \times 1,05 = 40,59 \text{ lad./m}^2$$

2. Volumen de mezcla de m³ por m² de muro de sogá.

$$Vmu = 1 \times 1 \times 0,1194 = 0,1194 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Vla = 0,2318 \times 0,1194 \times 0,0898 = 0,0025 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Vmo = 0,1194 - (0,0025 \times 38,66) = 0,0233 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

3. Cantidad de material por m² para muro de sogá.

Según norma E.070, la mezcla para asentado tiene proporción 1:5, la cual se descifra una proporción de cemento por cinco partes de arena gruesa para muros portantes, por ello se emplea 7.4 bolsas de cemento, 1.05 m³ de arena y 0.268 m³ de agua.

- **Cantidad de cemento** = 0,0233 x 7,4 = 0,1725 m³/m²
- **Cantidad de arena** = 0,0233 x 1,05 = 0,0245 m³/m²
- **Cantidad de agua** = 0,0233 x 0,268 = 0,0062 m³/m²

4. Costo unitario de 1m² de muro de ladrillo King Kong 18 huecos.

Para el rendimiento de la mano de obra se consideró la tabla de rendimientos de Capeco (Tabla 2.13) y para el costo HH del régimen de construcción civil se consideró los precios según la Tabla 2.14 de Capeco. De este procedimiento se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 8.26. Análisis de precios unitarios de la marca Itali.

Presupuesto		Análisis de Precios Unitarios				Fecha presupuesto: 05/03/2020	
VIVIENDAS DE BAJO COSTO							
Partida : MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm.		MORTERO 1:5					
Rendimiento	m2/día	MO. 9.4600	EQ. 9.4600	Costo unitario directo por : m ²		58.62	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
101010002	Capataz	hh	0.1000	0.0846	25.26	2.14	
101010003	Operario	hh	1.0000	0.8457	22.97	19.42	
101010005	Peón	hh	0.5000	0.4228	16.39	6.93	
							28.49
Materiales							
207020001	Arena	m ³		0.0245	45.00	1.10	
207070001	Agua puesta en obra	m ³		0.0062	10.00	0.06	
213010002	Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	bol		0.1725	20.00	3.45	
2160100080008	Ladrillo King Kong	und		40.5880	0.55	22.36	
							26.97
Equipos							
301060007	Herramientas manuales	%mo		3.00	28.49	0.85	
30130001	Andamio metálico	día	0.7500	0.12	20.00	2.31	
							3.16

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

V. Análisis de precios unitarios de la marca Pirámide.

1. Cantidad de ladrillos por m² para muro de sogá.

Largo : 22,76 cm.

Ancho : 12,38 cm.

Altura : 8,99 cm.

Junta : 1,5 cm

$$CL = \frac{1}{(0,23 + 0,015) \times (0,09 + 0,015)} = 39,30 \text{ lad./m}^2$$

Desperdicio: 5 % (Tabla 2.10)

$$CL = 39,30 \times 1,05 = 41,27 \text{ lad./m}^2$$

2. Volumen de mezcla de m³ por m² de muro de soga.

$$Vmu = 1 \times 1 \times 0,1238 = 0,1238 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Vla = 0,2276 \times 0,1238 \times 0,0899 = 0,0025 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Vmo = 0,1238 - (0,0025 \times 39,30) = 0,0243 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

3. Cantidad de material por m² para muro de soga.

Según norma E.070, la mezcla para asentado tiene proporción 1:5, la cual se descifra una proporción de cemento por cinco partes de arena gruesa para muros portantes, por ello se emplea 7.4 bolsas de cemento, 1.05 m³ de arena y 0.268 m³ de agua.

- **Cantidad de cemento** = 0,0243 x 7,4 = 0,1795 m³/m²
- **Cantidad de arena** = 0,0243 x 1,05 = 0,0255 m³/m²
- **Cantidad de agua** = 0,0243 x 0,268 = 0,0065 m³/m²

4. Costo unitario de 1m² de muro de ladrillo King Kong 18 huecos.

Para el rendimiento de la mano de obra se consideró la tabla de rendimientos de Capeco (Tabla 2.13) y para el costo HH del régimen de construcción civil se consideró los precios según la Tabla 2.14 de Capeco. De este procedimiento se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 8.27. Análisis de precios unitarios de la marca Pirámide.

Presupuesto		Análisis de Precios Unitarios			Fecha presupuesto: 05/03/2020		
VIVIENDAS DE BAJO COSTO							
Partida : MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm.		MORTERO 1:5					
Rendimiento	m2/día	MO. 9.4600	EQ. 9.4600	Costo unitario directo por : m ²	71.43		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
101010002	Capataz	hh	0.1000	0.0846	25.26	2.14	
101010003	Operario	hh	1.0000	0.8457	22.97	19.42	
101010005	Peón	hh	0.5000	0.4228	16.39	6.93	
						28.49	
Materiales							
207020001	Arena	m ³		0.0255	45.00	1.15	
207070001	Agua puesta en obra	m ³		0.0065	10.00	0.07	
213010002	Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	bol		0.1795	20.00	3.59	
2160100080008	Ladrillo King Kong	und		41.2651	0.85	34.97	
						39.77	
Equipos							
301060007	Herramientas manuales	%mo		3.00	28.49	0.85	
30130001	Andamio metálico	día	0.7500	0.12	20.00	2.31	
						3.16	

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

VI. Análisis de precios unitarios de la marca Lambayeque.

1. Cantidad de ladrillos por m² para muro de sogá.

Largo : 24,12 cm.

Ancho : 12,91 cm.

Altura : 8,94 cm.

$$CL = \frac{1}{(0,24 + 0,015) \times (0,09 + 0,015)} = 37,40 \text{ lad./m}^2$$

Desperdicio: 5 % (Tabla 2.10)

$$CL = 37,40 \times 1,05 = 39,27 \text{ lad./m}^2$$

2. Volumen de mezcla de m³ por m² de muro de sogá.

$$Vmu = 1 \times 1 \times 0,1291 = 0,1291 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Vla = 0,2412 \times 0,1291 \times 0,0899 = 0,0028 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Vmo = 0,1291 - (0,0028 \times 37,40) = 0,0250 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

3. Cantidad de material por m² para muro de sogá.

Según norma E.070, la mezcla para asentado tiene proporción 1:5, la cual se descifra una proporción de cemento por cinco partes de arena gruesa para muros portantes, por ello se emplea 7.4 bolsas de cemento, 1.05 m³ de arena y 0.268 m³ de agua.

- **Cantidad de cemento** = 0,0250 x 7,4 = 0,1852 m³/m²
- **Cantidad de arena** = 0,0250 x 1,05 = 0,0263 m³/m²
- **Cantidad de agua** = 0,0250 x 0,268 = 0,0067 m³/m²

4. Costo unitario de 1m² de muro de ladrillo King Kong 18 huecos.

Para el rendimiento de la mano de obra se consideró la tabla de rendimientos de Capeco (Tabla 2.13) y para el costo HH del régimen de construcción civil se consideró los precios según la Tabla 2.14 de Capeco. De este procedimiento se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 8.28. Análisis de precios unitarios de la marca Lambayeque.

Presupuesto		Análisis de Precios Unitarios				Fecha presupuesto: 05/03/2020	
VIVIENDAS DE BAJO COSTO							
Partida : MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm.		MORTERO 1:5					
Rendimiento	m2/día	MO. 9.4600	EQ. 9.4600	Costo unitario directo por : m ²		69.89	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
101010002	Capataz	hh	0.1000	0.0846	25.26	2.14	
101010003	Operario	hh	1.0000	0.8457	22.97	19.42	
101010005	Peón	hh	0.5000	0.4228	16.39	6.93	
							28.49
Materiales							
207020001	Arena	m ³		0.0263	45.00	1.18	
207070001	Agua puesta en obra	m ³		0.0067	10.00	0.07	
213010002	Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	bol		0.1852	20.00	3.70	
2160100080008	Ladrillo King Kong	und		39.2700	0.85	33.28	
							38.23
Equipos							
301060007	Herramientas manuales	%mo		3.00	28.49	0.85	
30130001	Andamio metálico	día	0.7500	0.12	20.00	2.31	
							3.16

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

VII. Análisis de precios unitarios de la marca Huanchaco.

1. Cantidad de ladrillos por m² para muro de sogá.

Largo : 23,68 cm.

Ancho : 12,04 cm.

Altura : 8,97 cm.

Junta : 1,5 cm

$$CL = \frac{1}{(0,24 + 0,015) \times (0,09 + 0,015)} = 37,93 \text{ lad./m}^2$$

Desperdicio: 5 % (Tabla 2.10)

$$CL = 37,93 \times 1,05 = 39,83 \text{ lad./m}^2$$

2. Volumen de mezcla de m³ por m² de muro de sogá.

$$Vmu = 1 \times 1 \times 0,1204 = 0,1204 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Vla = 0,2368 \times 0,1204 \times 0,0897 = 0,0026 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Vmo = 0,1204 - (0,0026 \times 37,93) = 0,0234 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

3. Cantidad de material por m² para muro de sogá.

Según norma E.070, la mezcla para asentado tiene proporción 1:5, la cual se descifra una proporción de cemento por cinco partes de arena gruesa para muros portantes, por ello se emplea 7.4 bolsas de cemento, 1.05 m³ de arena y 0.268 m³ de agua.

- **Cantidad de cemento** = 0,0234 x 7,4 = 0,1732 m³/m²

- **Cantidad de arena** = 0,0234 x 1,05 = 0,0246 m³/m²

- **Cantidad de agua** = 0,0234 x 0,268 = 0,0063 m³/m²

4. Costo unitario de 1m² de muro de ladrillo King Kong 18 huecos.

Para el rendimiento de la mano de obra se consideró la tabla de rendimientos de Capeco (Tabla 2.13) y para el costo HH del régimen de construcción civil se consideró los precios según la Tabla 2.14 de Capeco. De este procedimiento se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 8.29. Análisis de precios unitarios de la marca Huanchaco.

Presupuesto		VIVIENDAS DE BAJO COSTO		Análisis de Precios Unitarios			Fecha presupuesto: 05/03/2020
Partida : MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm.				MORTERO 1:5			
Rendimiento	m2/día	MO.	9.4600	EQ.	9.4600	Costo unitario directo por : m ²	58.23
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
101010002	Capataz	hh	0.1000	0.0846	25.26	2.14	
101010003	Operario	hh	1.0000	0.8457	22.97	19.42	
101010005	Peón	hh	0.5000	0.4228	16.39	6.93	
						28.49	
Materiales							
207020001	Arena	m ³		0.0246	45.00	1.11	
207070001	Agua puesta en obra	m ³		0.0063	10.00	0.06	
213010002	Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	bol		0.1732	20.00	3.46	
2160100080008	Ladrillo King Kong	und		39.8316	0.55	21.94	
						26.57	
Equipos							
301060007	Herramientas manuales	%mo		3.00	28.49	0.85	
30130001	Andamio metálico	día	0.7500	0.12	20.00	2.31	
						3.16	

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 11. Análisis estadístico de los ensayos.

a) Prueba paramétrica para datos normales (ANOVA)

- Problema

¿Cómo influye la evaluación del control de calidad de los tipos de ladrillos King Kong 18 huecos sobre sus propiedades mecánica, físicas y químicas, Trujillo 2018?

- Pautas para el análisis estadístico

Nivel de significancia: 95 % de confianza ($\alpha=0.05$)

- Criterio de rechazo

- ✓ Criterio de rechazo = Si $F_{exp} > F_{\alpha;(a-1);(a(r-1))}$ se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la Hipótesis alterna.
- ✓ F_0 se obtiene experimentalmente.
- ✓ F_{α}, v_1, v_2 se obtiene de tablas
- ✓ Asimismo, $v_1 = a - 1, v_2 = a(n - 1)$, donde “a” es el número de niveles, y “n” el número de réplicas.

b) Análisis estadístico de los datos experimentales del ensayo de compresión

- Hipótesis

Hipótesis nula (H_0)= la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre el incremento de la resistencia a la compresión.

Hipótesis alterna (H_1) = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre la disminución de la resistencia a la compresión.

- Grados de libertad

G.L. de las variables independientes

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| • Tipo de ladrillo (A) | • G.L del error |
| G.L = $a - 1$ | G.L = $a \times (n - 1)$ |
| G.L = $8 - 1$ | G.L = $8 \times (5 - 1)$ |
| G.L = 7 | G.L = 32 |

n: Número de réplicas y **a:** Cantidad de marcas de ladrillos

Calculo del F experimental para los valores de la resistencia a la compresión

- Análisis de varianza y prueba F de los ensayos.

Tabla 8.30. Cálculos para el análisis de varianza, resistencia a la compresión.

Niveles/Replica	1	2	3	4	5	Yi	Yij ²
Fortes	194.78	219.90	111.50	177.98	179.96	884.12	162789.99
LadriNorte	115.36	98.69	114.33	124.80	121.50	574.68	66456.28
Lark	130.87	161.67	150.93	105.86	122.32	671.65	92212.53
Clasa	101.34	78.92	105.51	107.87	75.57	469.21	44977.28
Itali	63.99	57.24	99.60	100.76	89.65	411.24	35481.00
Pirámide	204.29	174.77	202.42	207.09	198.04	986.61	195358.92
Lambayeque	158.33	90.54	169.32	150.59	159.43	728.21	110030.42
Huanchaco	57.54	43.01	181.01	32.88	52.64	367.08	41777.40
Sumatoria						5092.80	749083.82

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

VARIABLES	A
MARCAS (a)	8
REPETICIONES (n)	5
TOTAL DE PRUBEAS (N)	40

SUMA DE CUADRADOS

- Calculo del factor de corrección

$$Fc = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{N}$$

$$Fc = \frac{5092,80^2}{40} = 648415,30$$

- Suma de cuadrados para el factor A

$$SS_A = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{n} - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_A = \frac{884,12^2 + 574,68^2 + \dots + 728,21^2 + 367,08^2}{5} - 648415,30 = 69735,14$$

- Suma de cuadrados totales

$$SS_T = \sum_{i=1}^a Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_T = 749083,82 - 648415,30 = \mathbf{100668,53}$$

- Suma de cuadrados del error

$$SS_E = SS_T - SS_A$$

$$SS_E = 100668,53 - 69735,14 = \mathbf{30933,39}$$

MEDIA DE CUADRADOS

- Media de cuadrados para el factor A

$$MS_A = \frac{SS_A}{a - 1}$$

$$MS_A = \frac{69735,14}{8-1} = \mathbf{9962,16}$$

- Media de cuadrados del error

$$MS_E = \frac{SS_E}{a \times (n - 1)}$$

$$MS_E = \frac{30933,39}{8 \times (5-1)} = \mathbf{966,67}$$

F₀ EXPERIMENTAL

- Calculo de la función F₀

$$F_0 = \frac{MS_A}{MS_E}$$

$$F_0 = \frac{9962,16}{966,67} = \mathbf{10,31}$$

Tabla 8.32. Resumen del análisis ANOVA para la compresión.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F experimental	F teórico
A	69735.14	7	9962.16	10.31	2.31
Error	30933.39	32	966.67		
Total	100668.53	39			

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Como el $F_{\text{EXPERIMENTAL}} > F_{\text{TEÓRICO}}$

Se rechaza la **Hipótesis nula (H_0)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre el incremento de la resistencia a la compresión.

Y se acepta **Hipótesis alterna (H_1)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre la disminución de la resistencia a la compresión.

Calculo del F experimental para los valores de la variación dimensional

- Análisis de varianza y prueba F de los ensayos.

Tabla 8.33. Cálculos para el análisis de varianza, variacion dimensional del largo.

Niveles/Replica	1	2	3	4	5	Yi	Yij ²
Fortes	-3.02	0.31	-1.72	-1.70	-2.72	-8.85	22.46
LadriNorte	2.98	1.98	2.14	2.23	3.01	12.34	31.41
Lark	1.17	0.82	0.16	0.16	0.73	3.04	2.63
Clasa	-0.46	0.05	-0.79	-0.76	-0.49	-2.45	1.66
Itali	-1.02	-0.43	-0.84	-0.73	-0.87	-3.89	3.22
Pirámide	0.79	1.01	1.17	1.14	1.20	5.31	5.75
Lambayeque	-0.39	-0.31	-0.62	-1.15	-0.44	-2.91	2.15
Huanchaco	1.90	1.61	1.54	1.12	0.36	6.53	9.96
Sumatoria						9.12	79.24

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.34. Cálculos para el análisis de varianza, variación dimensional del ancho.

Niveles/Replica	1	2	3	4	5	Yi	Yij ²
Fortes	5.24	4.18	7.60	6.74	5.34	29.10	176.63
LadriNorte	-1.12	-0.56	-1.30	-1.46	-0.52	-4.96	5.66
Lark	0.50	0.75	0.85	0.60	0.20	2.90	1.94
Clasa	-1.60	-0.10	0.20	-2.40	-2.15	-6.05	12.99
Itali	4.35	4.65	4.40	4.30	4.40	22.10	97.76
Pirámide	0.35	0.90	1.05	1.10	1.50	4.90	5.50
Lambayeque	0.58	1.35	0.63	0.10	1.30	3.96	4.26
Huanchaco	3.20	3.95	2.85	4.50	3.65	18.15	67.54
Sumatoria						70.10	372.26

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla 8.35. Cálculos para el análisis de varianza, variación dimensional del alto.

Niveles/Replica	1	2	3	4	5	Yi	Yij ²
Fortes	-1.94	-0.50	-0.78	0.19	-0.72	-3.75	5.18
LadriNorte	-2.53	-3.69	-3.50	-2.72	-3.00	-15.44	48.67
Lark	-0.14	-0.56	-2.71	-2.85	-1.39	-7.65	17.73
Clasa	0.42	0.83	0.14	0.83	-0.07	2.15	1.58
Itali	1.60	-1.04	1.11	-0.90	1.11	1.88	6.92
Pirámide	2.64	-1.25	-0.97	-1.25	2.15	1.32	15.66
Lambayeque	-0.63	1.32	0.35	0.35	2.99	4.38	11.32
Huanchaco	-0.69	0.90	0.90	0.69	-0.14	1.66	2.59
Sumatoria						-15.45	109.64

Fuente: Elaboración propia, 2020.

VARIABLES	A
MARCAS (a)	8
REPETICIONES (n)	5
TOTAL DE PRUEBAS (N)	40

SUMA DE CUADRADOS

- Cálculo del factor de corrección del largo

$$F_c = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{N}$$

$$F_c = \frac{9,12^2}{40} = 2,08$$

40

- **Calculo del factor de corrección del ancho**

$$Fc = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{N}$$

$$Fc = \frac{70,10^2}{40} = 122,85$$

- **Calculo del factor de corrección del alto**

$$Fc = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{N}$$

$$Fc = \frac{(-15,45)^2}{40} = 5,97$$

- **Suma de cuadrados para el factor A del largo**

$$SS_A = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{n} - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_A = \frac{-8,85^2 + 12,34^2 + \dots + (-2,91)^2 + 6,53^2}{5} - 2,08 = 65,98$$

- **Suma de cuadrados para el factor A del ancho**

$$SS_A = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{n} - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_A = \frac{29,10^2 + (-4,96)^2 + \dots + 3,96^2 + 18,15^2}{5} - 122,85 = 231,94$$

- **Suma de cuadrados para el factor A del alto**

$$SS_A = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{n} - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_A = \frac{(-3,75)^2 + (-15,44)^2 + \dots + 4,38^2 + 1,66^2}{5} - 5,97 = 62,60$$

- Suma de cuadrados totales del largo

$$SS_T = \sum_{i=1}^a Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_T = 79,24 - 2,08 = \mathbf{77,16}$$

- Suma de cuadrados totales del ancho

$$SS_T = \sum_{i=1}^a Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_T = 372,26 - 122,85 = \mathbf{249,41}$$

- Suma de cuadrados totales del alto

$$SS_T = \sum_{i=1}^a Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_T = 109,64 - 5,97 = \mathbf{103,67}$$

- Suma de cuadrados del error del largo

$$SS_E = SS_T - SS_A$$

$$SS_E = 77,16 - 65,98 = \mathbf{11,18}$$

- Suma de cuadrados del error del ancho

$$SS_E = SS_T - SS_A$$

$$SS_E = 249,41 - 231,94 = \mathbf{17,47}$$

- Suma de cuadrados del error del alto

$$SS_E = SS_T - SS_A$$

$$SS_E = 103,67 - 62,60 = \mathbf{41,08}$$

MEDIA DE CUADRADOS

- Media de cuadrados para el factor A del largo

$$MS_A = \frac{SS_A}{a - 1}$$

$$MS_A = \frac{65,98}{8-1} = 9,43$$

- Media de cuadrados para el factor A del ancho

$$MS_A = \frac{SS_A}{a - 1}$$

$$MS_A = \frac{231,94}{8-1} = 33,13$$

- Media de cuadrados para el factor A del alto

$$MS_A = \frac{SS_A}{a - 1}$$

$$MS_A = \frac{62,60}{8-1} = 8,94$$

- Media de cuadrados del error del largo

$$MS_E = \frac{SS_E}{a \times (n - 1)}$$

$$MS_E = \frac{11,18}{8 \times (5-1)} = 0,35$$

- Media de cuadrados del error del ancho

$$MS_E = \frac{SS_E}{a \times (n - 1)}$$

$$MS_E = \frac{17,47}{8 \times (5-1)} = 0,55$$

- **Media de cuadrados del error del alto**

$$MS_E = \frac{SS_E}{a \times (n - 1)}$$

$$MS_E = \frac{41,08}{8 \times (5-1)} = 1,28$$

F₀ EXPERIMENTAL

- **Calculo de la función F₀ del largo**

$$F_0 = \frac{MS_A}{MS_E}$$

$$F_0 = \frac{9,43}{0,35} = 26,97$$

- **Calculo de la función F₀ del ancho**

$$F_0 = \frac{MS_A}{MS_E}$$

$$F_0 = \frac{33,13}{0,55} = 60,68$$

- **Calculo de la función F₀ del alto**

$$F_0 = \frac{MS_A}{MS_E}$$

$$F_0 = \frac{8,94}{1,28} = 6,97$$

F TEÓRICO

- Cálculo de F teórico:

Grados de Libertad de A = 7

Grados de Libertad del error = 32

INTERPOLACION

$$\begin{array}{cc} \uparrow 30 & 2.33 \uparrow \\ \uparrow 32 & X \uparrow \\ \uparrow 40 & 2.25 \uparrow \end{array}$$

$$\frac{32-30}{40-30} = \frac{X-2.33}{2.25-2.33} \longrightarrow \frac{1}{5} = \frac{X-2.33}{-0.08} \longrightarrow \frac{-0.08}{5} = X-2.33$$

$$X = -0.016 + 2.33 = 2.31$$

F teórico = 2.31

Tabla 8.36. Resumen del análisis ANOVA para la variación dimensional, largo.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F experimental	F teórico
A	65.98	7	9.43	26.97	2.31
Error	11.18	32	0.35		
Total	77.16	39			

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla 8.37. Resumen del análisis ANOVA para la variación dimensional, ancho.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F experimental	F teórico
A	231.94	7	33.13	60.68	2.31
Error	17.47	32	0.55		
Total	249.41	39			

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla 8.38. Resumen del análisis ANOVA para la variación dimensional, alto.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F experimental	F teórico
A	62.60	7	8.94	6.97	2.31
Error	41.08	32	1.28		
Total	103.67	39			

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Como el $F_{EXPERIMENTAL} > F_{TEÓRICO}$

Se rechaza la **Hipótesis nula (H_0)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre el incremento de la variación dimensional.

Y se acepta **Hipótesis alterna (H_1)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre la disminución de la variación dimensional.

Calculo del F experimental para los valores del alabeo

- Análisis de varianza y prueba F de los ensayos.

Tabla 8.39. Cálculos para el análisis de varianza del alabeo, concavo.

Niveles/Replica	1	2	3	4	5	Yi	Yij ²
Fortes	0.54	0.71	0.63	0.80	0.27	2.95	1.91
LadriNorte	0.45	0.43	0.31	0.35	0.38	1.92	0.75
Lark	1.41	1.23	1.09	1.29	0.48	5.50	6.58
Clasa	0.98	0.38	0.59	0.48	0.17	2.60	1.71
Itali	0.63	0.49	0.67	0.50	0.84	3.13	2.04
Pirámide	0.68	0.42	0.76	0.76	0.32	2.94	1.90
Lambayeque	0.87	1.13	0.80	1.46	0.84	5.10	5.51
Huanchaco	0.99	1.45	1.27	0.62	1.39	5.72	7.01
Sumatoria						29.86	27.41

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla 8.40. Cálculos para el análisis de varianza del alabeo, convexo.

Niveles/Replica	1	2	3	4	5	Yi	Yij ²
Fortes	0.00	0.14	0.00	0.00	0.33	0.47	0.13
LadriNorte	0.00	0.00	0.24	0.00	0.37	0.61	0.19
Lark	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.39	0.15
Clasa	1.16	0.00	0.48	0.42	0.91	2.97	2.58
Itali	0.00	0.15	0.08	0.00	0.61	0.84	0.40
Pirámide	0.00	0.20	0.00	0.23	0.34	0.77	0.21
Lambayeque	0.10	0.00	0.18	0.00	0.00	0.28	0.04
Huanchaco	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.05
Sumatoria						6.55	3.76

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

VARIABLES	A
MARCAS (a)	8
REPETICIONES (n)	5
TOTAL DE PRUBEAS (N)	40

SUMA DE CUADRADOS

- Calculo del factor de corrección, cóncavo.

$$Fc = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{N}$$

$$Fc = \frac{29,86^2}{40} = 22,29$$

- Calculo del factor de corrección, convexo.

$$Fc = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{N}$$

$$Fc = \frac{6,55^2}{40} = 1,07$$

- Suma de cuadrados para el factor A, cóncavo.

$$SS_A = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{n} - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_A = \frac{2,95^2 + 1,92^2 + \dots + 5,10^2 + 5,72^2}{5} - 22,29 = \mathbf{3,02}$$

- Suma de cuadrados para el factor A, cóncavo.

$$SS_A = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{n} - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_A = \frac{0,47^2 + 0,61^2 + \dots + 0,28^2 + 0,22^2}{5} - 1,07 = \mathbf{1,13}$$

- Suma de cuadrados totales, cóncavo.

$$SS_T = \sum_{i=1}^a Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_T = 27,41 - 22,29 = \mathbf{5,12}$$

- Suma de cuadrados totales, convexo.

$$SS_T = \sum_{i=1}^a Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_T = 3,76 - 1,07 = \mathbf{2,68}$$

- Suma de cuadrados del error, cóncavo.

$$SS_E = SS_T - SS_A$$

$$SS_E = 5,12 - 3,02 = \mathbf{2,10}$$

- Suma de cuadrados del error, convexo.

$$SS_E = SS_T - SS_A$$

$$SS_E = 2,68 - 1,13 = \mathbf{1,56}$$

MEDIA DE CUADRADOS

- Media de cuadrados para el factor A, cóncavo.

$$MS_A = \frac{SS_A}{a - 1}$$

$$MS_A = \frac{3,02}{8-1} = 0,43$$

- Media de cuadrados para el factor A, convexo.

$$MS_A = \frac{SS_A}{a - 1}$$

$$MS_A = \frac{1,13}{8-1} = 0,16$$

- Media de cuadrados del error, cóncavo.

$$MS_E = \frac{SS_E}{a \times (n - 1)}$$

$$MS_E = \frac{2,10}{8 \times (5-1)} = 0,07$$

- Media de cuadrados del error, convexo.

$$MS_E = \frac{SS_E}{a \times (n - 1)}$$

$$MS_E = \frac{1,56}{8 \times (5-1)} = 0,05$$

F₀ EXPERIMENTAL

- Calculo de la función F₀, cóncavo.

$$F_0 = \frac{MS_A}{MS_E}$$

$$F_0 = \frac{0,43}{0,07} = 6,58$$

- Cálculo de la función F_0 , convexo.

$$F_0 = \frac{MS_A}{MS_E}$$

$$F_0 = \frac{0,16}{0,05} = 6,58$$

F TEÓRICO

- Cálculo de F teórico:

Grados de Libertad de A = 7

Grados de Libertad del error = 32

INTERPOLACION

↑↑ 30	2.33	↑↑
32	X	↑↑
40	2.25	↑↑

$$\frac{32-30}{40-30} = \frac{X-2.33}{2.25-2.33} \longrightarrow \frac{1}{5} = \frac{X-2.33}{-0.08} \longrightarrow \frac{-0.08}{5} = X-2.33$$

$$X = -0.016 + 2.33 = 2.31$$

F teórico = 2.31

Tabla 8.41. Resumen del análisis ANOVA para el alabeo, convexo.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F experimental	F teórico
A	3.02	7	0.43	6.58	2.31
Error	2.10	32	0.07		
Total	5.12	39			

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.42. Resumen del análisis ANOVA para el alabeo, convexo.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F experimental	F teórico
A	1.13	7	0.16	3.30	2.31
Error	1.56	32	0.05		
Total	2.68	39			

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Como el $F_{EXPERIMENTAL} > F_{TEÓRICO}$

Se rechaza la **Hipótesis nula (H_0)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre el incremento del alabeo.

Y se acepta **Hipótesis alterna (H_1)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre la disminución del alabeo.

Calculo del F experimental para los valores del porcentaje de vacíos

- **Análisis de varianza y prueba F de los ensayos.**

Tabla 8.43. Cálculos para el análisis de varianza del porcentaje de vacios.

Niveles/Replica	1	2	3	4	5	Yi	Yij ²
Fortes	42.98	43.40	43.25	44.80	44.28	218.71	9569.16
LadriNorte	49.56	52.37	50.63	51.58	49.84	253.98	12906.73
Lark	47.10	49.97	48.85	50.25	49.44	245.61	12071.11
Clasa	46.77	42.85	44.05	45.51	45.75	224.93	10128.18
Itali	45.12	45.93	46.42	45.13	48.23	230.83	10663.05
Pirámide	47.78	46.69	46.69	47.04	47.69	235.89	11129.94
Lambayeque	31.91	33.19	32.16	32.89	32.40	162.55	5285.60
Huanchaco	37.96	37.97	37.90	38.23	38.53	190.59	7265.19
Sumatoria						1763.09	79018.95

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

VARIABLES	A
MARCAS (a)	8
REPETICIONES (n)	5
TOTAL DE PRUBEAS (N)	40

SUMA DE CUADRADOS

- **Calculo del factor de corrección**

$$F_c = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{N}$$

$$F_c = \frac{1763,09^2}{40} = 77712,16$$

- Suma de cuadrados para el factor A

$$SS_A = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{n} - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_A = \frac{218,71^2 + 253,98^2 + \dots + 162,55^2 + 190,59^2}{5} - 77712,16 = \mathbf{1274,10}$$

- Suma de cuadrados totales

$$SS_T = \sum_{i=1}^a Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_T = 79018,95 - 77712,16 = \mathbf{1306,79}$$

- Suma de cuadrados del error

$$SS_E = SS_T - SS_A$$

$$SS_E = 1306,79 - 1274,10 = \mathbf{32,69}$$

MEDIA DE CUADRADOS

- Media de cuadrados para el factor A

$$MS_A = \frac{SS_A}{a - 1}$$

$$MS_A = \frac{1274,10}{8-1} = \mathbf{182,01}$$

- Media de cuadrados del error

$$MS_E = \frac{SS_E}{a \times (n - 1)}$$

$$MS_E = \frac{32,69}{8 \times (5-1)} = \mathbf{1,02}$$

F₀ EXPERIMENTAL

- Cálculo de la función F₀

$$F_0 = \frac{MS_A}{MS_E}$$

$$F_0 = \frac{182,01}{1,02} = 178,17$$

F TEÓRICO

- Cálculo de F teórico:

Grados de Libertad de A = 7

Grados de Libertad del error = 32

INTERPOLACION

$$\begin{array}{cc} \uparrow 30 & 2.33 \uparrow \\ \uparrow 32 & \mathbf{x} \uparrow \\ \uparrow 40 & 2.25 \uparrow \end{array}$$

$$\frac{32-30}{40-30} = \frac{X-2.33}{2.25-2.33} \longrightarrow \frac{1}{5} = \frac{X-2.33}{-0.08} \longrightarrow \frac{-0.08}{5} = X-2.33$$

$$X = -0.016 + 2.33 = 2.31$$

F teórico = 2.31

Tabla 8.44. Resumen del análisis ANOVA para los vacíos.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F experimental	F teórico
A	1274.10	7	182.01	178.17	2.31
Error	32.69	32	1.02		
Total	1306.79	39			

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Como el F EXPERIMENTAL > F TEÓRICO

Se rechaza la **Hipótesis nula (H₀)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre el incremento del porcentaje de vacíos.

Y se acepta **Hipótesis alterna (H_1)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre la disminución del porcentaje de vacíos.

Calculo del F experimental para los valores de la succión, absorción, porosidad y densidad

- Análisis de varianza y prueba F de los ensayos.

Tabla 8.45. Cálculos para el análisis de varianza de la succion.

Niveles/Replica	1	2	3	4	5	Yi	Yij²
Fortes	20.65	24.06	20.81	21.55	23.24	110.31	2442.86
LadriNorte	27.49	28.40	23.80	23.21	29.77	132.67	3553.66
Lark	12.96	16.34	13.07	10.73	9.20	62.30	805.56
Clasa	27.98	27.80	58.70	36.28	25.31	176.07	6958.24
Itali	16.75	13.79	12.39	13.01	15.30	71.24	1027.59
Pirámide	27.78	23.74	24.35	22.79	24.37	123.03	3041.52
Lambayeque	16.78	27.44	25.86	32.00	23.62	125.70	3285.17
Huanchaco	39.24	27.53	23.09	29.07	19.65	138.58	4062.01
Sumatoria						939.90	25176.61

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.46. Cálculos para el análisis de varianza de la absorcion.

Niveles/Replica	1	2	3	4	5	Yi	Yij²
Fortes	10.58	10.55	11.78	9.52	10.68	53.11	566.70
LadriNorte	10.37	10.94	10.53	11.06	10.30	53.20	566.52
Lark	10.02	9.86	9.35	10.22	10.70	50.15	503.98
Clasa	11.79	12.44	12.15	11.77	11.80	59.95	719.15
Itali	12.29	13.52	12.41	13.39	12.13	63.74	814.27
Pirámide	11.18	11.33	11.43	11.09	11.46	56.49	638.33
Lambayeque	12.11	11.72	11.82	12.15	11.78	59.58	710.11
Huanchaco	14.40	15.00	16.05	14.07	16.31	75.83	1153.94
Sumatoria						472.05	5673.00

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.47. Cálculos para el análisis de varianza de la porosidad.

Niveles/Replica	1	2	3	4	5	Yi	Yij ²
Fortes	23.88	23.67	27.49	22.09	23.77	120.90	2939.20
LadriNorte	20.47	21.64	20.91	21.93	20.53	105.48	2226.94
Lark	20.09	19.76	19.02	20.64	21.50	101.01	2044.09
Clasa	23.09	24.23	23.45	22.99	23.17	116.93	2735.53
Itali	24.15	26.18	24.38	26.03	23.86	124.60	3109.86
Pirámide	22.68	22.77	22.94	22.50	22.99	113.88	2593.89
Lambayeque	23.35	22.54	22.71	23.26	22.67	114.53	2623.97
Huanchaco	27.46	28.32	29.58	27.06	30.11	142.53	4069.91
Sumatoria						939.86	22343.40

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.48. Cálculos para el análisis de varianza de la densidad.

Niveles/Replica	1	2	3	4	5	Yi	Yij ²
Fortes	2.26	2.24	2.33	2.32	2.23	11.38	25.91
LadriNorte	1.97	1.98	1.98	1.98	1.99	9.90	19.60
Lark	2.01	2.00	2.03	2.02	2.01	10.07	20.28
Clasa	1.96	1.95	1.93	1.95	1.97	9.76	19.05
Itali	1.96	1.94	1.96	1.94	1.97	9.77	19.09
Pirámide	2.03	2.01	2.01	2.03	2.01	10.09	20.36
Lambayeque	1.93	1.92	1.92	1.91	1.92	9.60	18.43
Huanchaco	1.91	1.89	1.84	1.92	1.85	9.41	17.71
Sumatoria						79.98	160.45

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

VARIABLES	A
MARCAS (a)	8
REPETICIONES (n)	5
TOTAL DE PRUBEAS (N)	40

SUMA DE CUADRADOS

- Calculo del factor de corrección, succión.

$$F_c = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{N}$$

$$F_c = \frac{939,90^2}{40} = 22085,30$$

- **Calculo del factor de corrección, absorción.**

$$Fc = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{N}$$

$$Fc = \frac{472,05^2}{40} = 5570,78$$

- **Calculo del factor de corrección, porosidad.**

$$Fc = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{N}$$

$$Fc = \frac{939,86^2}{40} = 22083,42$$

- **Calculo del factor de corrección, densidad.**

$$Fc = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{N}$$

$$Fc = \frac{79,98^2}{40} = 159,92$$

- **Suma de cuadrados para el factor A, succión.**

$$SS_A = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{n} - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_A = \frac{110,31^2 + 132,67^2 + \dots + 125,70^2 + 138,58^2}{5} - 22085,30 = 1888,30$$

- **Suma de cuadrados para el factor A, absorción.**

$$SS_A = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{n} - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_A = \frac{53,11^2 + 53,20^2 + \dots + 59,58^2 + 75,83^2}{5} - 5570,78 = 91,98$$

- **Suma de cuadrados para el factor A, porosidad.**

$$SS_A = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{n} - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_A = \frac{120,90^2 + 105,48^2 + \dots + 114,53^2 + 142,53^2}{5} - 22083,42 = \mathbf{225,42}$$

- Suma de cuadrados para el factor A, densidad.

$$SS_A = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{n} - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_A = \frac{11,38^2 + 9,90^2 + \dots + 9,60^2 + 9,41^2}{5} - 159,92 = \mathbf{0,51}$$

- Suma de cuadrados totales, succión.

$$SS_T = \sum_{i=1}^a Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_T = 25176,61 - 22085,30 = \mathbf{3091,31}$$

- Suma de cuadrados totales, absorción.

$$SS_T = \sum_{i=1}^a Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_T = 5673,00 - 5570,78 = \mathbf{102,22}$$

- Suma de cuadrados totales, porosidad.

$$SS_T = \sum_{i=1}^a Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_T = 22343,40 - 22083,42 = \mathbf{259,98}$$

- Suma de cuadrados totales, densidad.

$$SS_T = \sum_{i=1}^a Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_T = 160,45 - 159,92 = \mathbf{0,53}$$

- **Suma de cuadrados del error, succión.**

$$SS_E = SS_T - SS_A$$

$$SS_E = 3091,31 - 1888,30 = \mathbf{1203,01}$$

- **Suma de cuadrados del error, absorción.**

$$SS_E = SS_T - SS_A$$

$$SS_E = 102,22 - 91,98 = \mathbf{10,24}$$

- **Suma de cuadrados del error, porosidad.**

$$SS_E = SS_T - SS_A$$

$$SS_E = 259,98 - 225,42 = \mathbf{34,55}$$

- **Suma de cuadrados del error, densidad.**

$$SS_E = SS_T - SS_A$$

$$SS_E = 0,53 - 0,51 = \mathbf{0,02}$$

MEDIA DE CUADRADOS

- **Media de cuadrados para el factor A, succión.**

$$MS_A = \frac{SS_A}{a - 1}$$

$$MS_A = \frac{1888,30}{8-1} = \mathbf{269,76}$$

- **Media de cuadrados para el factor A, absorción.**

$$MS_A = \frac{SS_A}{a - 1}$$

$$MS_A = \frac{91,98}{8-1} = \mathbf{13,14}$$

- **Media de cuadrados para el factor A, porosidad.**

$$MS_A = \frac{SS_A}{a - 1}$$

$$MS_A = \frac{225,42}{8-1} = 32,20$$

- **Media de cuadrados para el factor A, densidad.**

$$MS_A = \frac{SS_A}{a - 1}$$

$$MS_A = \frac{0,51}{8-1} = 0,07$$

- **Media de cuadrados del error, succión.**

$$MS_E = \frac{SS_E}{a \times (n - 1)}$$

$$MS_E = \frac{1203,01}{8 \times (5-1)} = 37,59$$

- **Media de cuadrados del error, absorción.**

$$MS_E = \frac{SS_E}{a \times (n - 1)}$$

$$MS_E = \frac{10,24}{8 \times (5-1)} = 0,32$$

- **Media de cuadrados del error, porosidad.**

$$MS_E = \frac{SS_E}{a \times (n - 1)}$$

$$MS_E = \frac{34,55}{8 \times (5-1)} = 1,08$$

- **Media de cuadrados del error, densidad.**

$$MS_E = \frac{SS_E}{a \times (n - 1)}$$

$$MS_E = \frac{0,02}{8 \times (5-1)} = 0,0005$$

F₀ EXPERIMENTAL

- **Calculo de la función F₀, succión.**

$$F_0 = \frac{MS_A}{MS_E}$$

$$F_0 = \frac{269,76}{37,59} = 7,18$$

- **Calculo de la función F₀, absorción.**

$$F_0 = \frac{MS_A}{MS_E}$$

$$F_0 = \frac{13,14}{0,32} = 41,06$$

- **Calculo de la función F₀, porosidad.**

$$F_0 = \frac{MS_A}{MS_E}$$

$$F_0 = \frac{32,20}{1,08} = 29,82$$

- **Calculo de la función F₀, densidad.**

$$F_0 = \frac{MS_A}{MS_E}$$

$$F_0 = \frac{0,07}{0,0005} = 140,22$$

F TEÓRICO

- Cálculo de F teórico:

Grados de Libertad de A = 7

Grados de Libertad del error = 32

INTERPOLACION

↑↑ 30	2.33	↑↑
32	X	↑↑
40	2.25	↑↑

$$\frac{32-30}{40-30} = \frac{X-2.33}{2.25-2.33} \longrightarrow \frac{1}{5} = \frac{X-2.33}{-0.08} \longrightarrow \frac{-0.08}{5} = X-2.33$$

$$X = -0.016 + 2.33 = 2.31$$

F teórico = 2.31

Tabla 8.49. Resumen del análisis ANOVA para la succion.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F experimental	F teórico
A	1888.30	7	269.76	7.18	2.31
Error	1203.01	32	37.59		
Total	3091.31	39			

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.50. Resumen del análisis ANOVA para la absorcion.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F experimental	F teórico
A	91.98	7	13.14	41.06	2.31
Error	10.24	32	0.32		
Total	102.22	39			

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.51. Resumen del análisis ANOVA para la porosidad.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F experimental	F teórico
A	225.42	7	32.20	29.82	2.31
Error	34.55	32	1.08		
Total	259.98	39			

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.52. Resumen del análisis ANOVA para la densidad.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F experimental	F teórico
A	0.51	7	0.07	140.22	2.31
Error	0.02	32	0.0005		
Total	0.53	39			

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Como el $F_{EXPERIMENTAL} > F_{TEÓRICO}$

Se rechaza la **Hipótesis nula (H_0)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre el incremento de la succión, absorción, porosidad y densidad.

Y se acepta **Hipótesis alterna (H_1)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre la disminución de la succión, absorción, porosidad y densidad.

Calculo del F experimental para los valores del pH y conductividad

- Análisis de varianza y prueba F de los ensayos.

Tabla 8.53. Cálculos para el análisis de varianza del pH.

Niveles/Replica	1	2	Yi	Yij ²
Fortes	7.55	7.26	14.81	109.7101
LadriNorte	7.76	7.71	15.47	119.6617
Lark	8.26	8.01	16.27	132.3877
Clasa	7.24	7.30	14.54	105.7076
Itali	8.12	7.94	16.06	128.978
Pirámide	7.05	7.16	14.21	100.9681
Lambayeque	7.87	8.26	16.13	130.1645
Huanchaco	5.52	5.61	11.13	61.9425
Sumatoria			118.62	889.52

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.54. Cálculos para el análisis de varianza de la conductividad.

Niveles/Replica	1	2	Yi	Yij ²
Fortes	0.25	0.37	0.62	0.1991
LadriNorte	1.00	0.93	1.93	1.8735
Lark	1.45	1.10	2.55	3.3002
Clasa	0.42	0.64	1.05	0.5787
Itali	0.64	2.05	2.70	4.635
Pirámide	0.84	0.76	1.60	1.2906
Lambayeque	1.43	1.47	2.90	4.2061
Huanchaco	2.55	2.28	4.83	11.7141
Sumatoria			18.19	27.80

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

VARIABLES	A
MARCAS (a)	8
REPETICIONES (n)	2
TOTAL DE PRUBEAS (N)	16

SUMA DE CUADRADOS

- **Calculo del factor de corrección, pH.**

$$Fc = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{N}$$

$$Fc = \frac{118,62^2}{16} = 879,42$$

- **Calculo del factor de corrección, conductividad.**

$$Fc = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{N}$$

$$Fc = \frac{18,19^2}{16} = 20,68$$

- **Suma de cuadrados para el factor A, pH.**

$$SS_A = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{n} - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_A = \frac{14,81^2 + 15,47^2 + \dots + 16,13^2 + 11,13^2}{2} - 879,42 = 9,92$$

- **Suma de cuadrados para el factor A, conductividad.**

$$SS_A = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{n} - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_A = \frac{0,62^2 + 1,93^2 + \dots + 2,90^2 + 4,83^2}{2} - 20,68 = 5,99$$

- **Suma de cuadrados totales, pH.**

$$SS_T = \sum_{i=1}^a Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_T = 889,52 - 879,42 = 10,10$$

- **Suma de cuadrados totales, conductividad.**

$$SS_T = \sum_{i=1}^a Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{axn}$$

$$SS_T = 27,80 - 20,68 = 7,12$$

- **Suma de cuadrados del error, pH.**

$$SS_E = SS_T - SS_A$$

$$SS_E = 10,10 - 9,92 = 0,18$$

- **Suma de cuadrados del error, conductividad.**

$$SS_E = SS_T - SS_A$$

$$SS_E = 7,12 - 5,99 = 1,12$$

MEDIA DE CUADRADOS

- **Media de cuadrados para el factor A, pH.**

$$MS_A = \frac{SS_A}{a - 1}$$

$$MS_A = \frac{9,92}{8-1} = 1,42$$

- **Media de cuadrados para el factor A, conductividad.**

$$MS_A = \frac{SS_A}{a - 1}$$

$$MS_A = \frac{5,99}{8-1} = 0,86$$

- **Media de cuadrados del error, pH.**

$$MS_E = \frac{SS_E}{a \times (n - 1)}$$

$$MS_E = \frac{0,18}{8 \times (2-1)} = \mathbf{0,02}$$

- Media de cuadrados del error, conductividad.

$$MS_E = \frac{SS_E}{a \times (n - 1)}$$

$$MS_E = \frac{1,12}{8 \times (2-1)} = \mathbf{0,14}$$

F₀ EXPERIMENTAL

- Calculo de la función F₀, pH.

$$F_0 = \frac{MS_A}{MS_E}$$

$$F_0 = \frac{1,42}{0,02} = \mathbf{63,46}$$

- Calculo de la función F₀, conductividad.

$$F_0 = \frac{MS_A}{MS_E}$$

$$F_0 = \frac{0,86}{0,14} = \mathbf{6,09}$$

F TEÓRICO

- Grados de libertad

G.L. de las variables independientes

- | | |
|------------------------|-------------------|
| • Tipo de ladrillo (A) | • G.L del error |
| G.L = a - 1 | G.L = a x (n - 1) |
| G.L = 8 - 1 | G.L = 8 x (2 - 1) |
| G.L = 7 | G.L = 8 |

n: Número de réplicas y **a:** Cantidad de marcas de ladrillos

- Cálculo de F teórico:

según **Tabla 8.35** F teórico = 3.50

Tabla 8.55. Resumen del análisis ANOVA para el pH.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F experimental	F teórico
A	9.92	7	1.42	63.46	3.50
Error	0.18	8	0.02		
Total	10.10	15			

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Tabla 8.56. Resumen del análisis ANOVA para la conductividad.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F experimental	F teórico
A	5.99	7	0.86	6.09	3.50
Error	1.12	8	0.14		
Total	7.12	15			

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Como el **F EXPERIMENTAL** > **F TEÓRICO**

Se rechaza la **Hipótesis nula (H₀)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre el incremento del pH y conductividad.

Y se acepta **Hipótesis alterna (H₁)** = la evaluación del control de calidad de las diferentes marcas de ladrillos King Kong de 18 huecos, influye significativamente sobre la disminución del pH y conductividad.

Anexo 12. Ensayos de laboratorio mecánico, físicos y químicos.

Figura 8.2. Ensayo de variación dimensional de la unidad de albañilería.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Figura 8.3. Ensayo de vacíos de la unidad de albañilería.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Figura 8.4. Peso saturado de la unidad de albañilería.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Figura 8.5. Especímenes refrenados con yeso para ensayo de resistencia a compresión.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Figura 8.6. Vaso graduado con muestras de ladrillo para ensayo de pH y conductividad.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Figura 8.7. Medición de pH y conductividad.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 13. Panel fotográfico de visita a obra.

Figura 8.8. Visita a la ladrillera Huanchaco, carretera vía de evitamiento Km. 579.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Figura 8.9. Cocción en ladrillera Huanchaco, quemadores con carbón y pajilla de arroz.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Figura 8.10. Tamizado de la ladrillera Huanchaco.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Figura 8.11. Moldeado de la ladrillera Huanchaco.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Figura 8.12. Cocción de los ladrillos a 900 °C.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Figura 8.13. Almacenamiento de los ladrillos de arcilla King Kong.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Figura 8.14. Molde de ladrillo King Kong 18 huecos.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Figura 8.15. Asentado de muro (primer piso) con ladrillo King Kong 18 huecos Lark.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Figura 8.16. Asentado de muro (segundo piso) con ladrillo King Kong 18 huecos Lark.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 14. Ficha técnica del ladrillo Lark.

Figura 8.17. Ficha técnica del ladrillo Lark para la toma de medidas estándar.



KING KONG 18 HUECOS

MODOS DE USO

Se utiliza en paredes, muros, encofrados, columnas, ventanas, jardines, cercas, etc.

CARACTERÍSTICAS GENERALES



Denominación del Bien	KING KONG 18 HUECOS
Denominación Técnica	KING KONG 50% VACIO
Dimensiones	9 x 12.5 x 23 cm.
Peso	2.70 kg.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

De los tipos de ladrillos
Según la norma NTP 399.613 - 331.040 - 331.041 este ladrillo corresponde:

TIPO: Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.

OTRAS ESPECIFICACIONES

- Procesos de fabricación altamente controlado
- Control de calidad riguroso en todos los procesos
- Peso exacto
- Secado Artificial automatizado

EL CONTENIDO DE LA FICHA PUEDE VARIAR POR CAMBIOS EN LOS PROCEDIMIENTOS O EN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 15. Ficha técnica del ladrillo Lark del ensayo de resistencia a compresión.

Figura 8.18. Ficha técnica del ladrillo Lark del ensayo de resistencia a compresión.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Genera de Ingeniería Civil Acreditada por
ABET
Accreditation Board for Engineering and Technology
Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : INVERSIONES NORLIMA S.A.
Obra : LARK
Ubicación : PARCELA 10234 FUNDO SANTA INES PUENTE PIEDRA
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería
Expediente N° : 19-0347
Recibo N° : 64075
Fecha de emisión : 08/02/2019

1.0. DE LA MUESTRA : Ladrillos king kong de 18 huecos, de arcilla cocida, con los alveólos perpendiculares a la cara de asiento, marca LARK.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TONI TECHNIK
Certificado de calibración: LFP-274-2018

3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613.2017.
Procedimiento interno AT-PR-09.

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo, 06 de Febrero del 2019

MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN* (Kg/cm ²)	
	LARGO	ANCHO	ALTURA		(kg)	(Newton)	(kg/cm ²)	(MPa)
M - 1	231.0	126.0	91.0	29106	74201	727912	277.1	27.7
M - 2	230.0	126.0	91.0	28980	71974	706065	270.0	27.0
M - 3	230.0	126.0	91.0	28980	72291	709175	271.1	27.1
M - 4	233.0	126.0	91.0	29358	76444	749916	283.0	28.3
M - 5	233.0	127.0	91.0	29591	77273	758048	283.8	28.4
PROMEDIO =							277.0	27.7

* Resistencia a la compresión corregida por el coeficiente de relación entre la resistencia a la compresión de unidades de albañilería enteras y medias unidades, indicado en el Anexo A de la NTP 399.613

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
Técnico : Sr. R. V. M.




 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381-3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 16. Ficha técnica del ladrillo Lark del ensayo de eflorescencia.

Figura 8.19. Ficha técnica del ladrillo Lark del ensayo de eflorescencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Acreditada por
ABET
Accreditation Board for Engineering and Technology
Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : INVERSIONES NORLIMA S.A.
Obra : LARK
Ubicación : PARCELA 10234 FUNDO SANTA INES PUENTE PIEDRA
Asunto : Ensayo de Eflorescencia en Unidades de Albañilería
Expediente N° : 19-0347
Recibo N° : 64075
Fecha de emisión : 08/02/2019

1.0. DE LA MUESTRA : Ladrillos king kong de 18 huecos, de arcilla cocida, con los alveólos perpendiculares a la cara de asiento, marca LARK.



2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2017.
Procedimiento interno AT-PR-03.

3.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo el 08 de Febrero del 2019

MUESTRA	OBSERVACIÓN
L - 1	No eflorescente
L - 2	No eflorescente
L - 3	No eflorescente
L - 4	No eflorescente
L - 5	No eflorescente

4.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
Técnico : Sr. R. V. M.





Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381-3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 17. Ficha técnica del ladrillo Lark del ensayo de absorción.

Figura 8.20. Ficha técnica del ladrillo Lark del ensayo de absorción.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Correa de Ingeniería Civil Acreditada por
ABET
Accreditation Board for engineering and Technology
Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del A : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
Obra : INVERSIONES NORLIMA S.A.
Ubicación : LARK
Asunto : PARCELA 10234 FUNDO SANTA INES PUENTE PIEDRA
Expediente N° : Ensayo de Absorción de 24 horas en Unidades de Albañilería
Recibo N° : 19-0347
Fecha de emisión : 64075
: 05/02/2019

1.0. DE LA MUESTRA : Ladrillos king kong de 18 huecos, de arcilla cocida, con los alveólos perpendiculares a la cara de asiento, marca LARK.

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2017.
Procedimiento interno AT-PR-02.

3.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo el 31 de Enero del 2019

MUESTRA	ABSORCIÓN 24H (%)
M - 1	12.8
M - 2	12.7
M - 3	13.0
M - 4	12.9
M - 5	12.6
Promedio	12.8

4.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M
Técnico : Sr. R. V. M.





Mag. Ing. Ana Torre Carrillo
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381-3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 18. Ficha técnica del ladrillo Lark del ensayo de alabeo.

Figura 8.21. Ficha técnica del ladrillo Lark del ensayo de alabeo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Acreditada por
ABET
Accreditation Board for engineering and Technology
Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : INVERSIONES NORLIMA S.A.
Obra : LARK
Ubicación : PARCELA 10234 FUNDO SANTA INES PUENTE PIEDRA
Asunto : Ensayo de Alabeo en Unidades de Albañilería
Expediente N° : 19-0347
Recibo N° : 64075
Fecha de emisión : 05/02/2019

1.0. DE LA MUESTRA : Ladrillos king kong de 18 huecos, de arcilla cocida, con los alveólos perpendiculares a la cara de asiento, marca LARK.

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2017.
Procedimiento interno AT-PR-05.

3.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo el 31 de Enero del 2019

MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
L - 1	1
L - 2	0
L - 3	0
L - 4	1
L - 5	1
L - 6	1
L - 7	0
L - 8	1
L - 9	1
L - 10	0

4.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
Técnico : Sr. R. V. M.





 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381-3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI



Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 19. Ficha técnica del ladrillo Pirámide.

Figura 8.22. Ficha técnica del ladrillo Pirámide para la toma de medidas estándar.



FICHA TÉCNICA

Actualizado el 01 de Marzo 2017

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO					
		KING KONG 18 HUECOS			
USO:		<i>Ladrillo para muros portantes.</i>			
MATERIAS PRIMAS:				Requisitos Normados:	
<i>Mezcla de arcillas.</i>		Unidad	Especificación Interna	NTP. 399.613 NTP. 331.017 RNE. 070	
PROPIEDADES FÍSICAS:					
PESO: Mínimo - Máximo		Kg	2.610 - 2.800	-	
DIMENSIONES:					
	Largo	cm	23.0	2%	22.5 Min. 23.5 Máx.
	Ancho	cm	12.5	3%	12.1 Min. 12.9 Máx.
	Alto	cm	9.0	3%	8.7 Min. 9.3 Máx.
ABSORCIÓN DE AGUA		%	< 22.0	Máx. 22.0	
ÁREA DE VACÍOS		%	45 - 48	-	
ALABEO		mm	< 4.0	Máx. 4.0	
DENSIDAD		g/cm ³	1.90 - 2.00	-	
EFLORESCENCIA		-	No presenta	No presenta	
CLASE		-	Tipo IV	Tipo IV	
RENDIMIENTO	Mortero 1.0 cm	Und/m ²	Soga / Cabeza	42	74
	Mortero 1.5 cm	Und/m ²	Soga / Cabeza	39	68
PROPIEDADES MECÁNICAS:					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		Kg/cm ²	> 130	Min. 130	

Nota:

Ladrillo fabricado para ser usado en muros portantes de moderada resistencia a la compresión, de uso en la construcción con recubrimiento (tarrajeo) tanto en interiores como en exteriores de la edificación.



Oficina: República de Panamá 3563 5to. Piso - of. 501, Telf.: (0511) 422-2468 / Fax: (0511) 440-2675

Planta: Panamericana Norte, Altura Km. 30.5 - Carabaylo, Telf.: (0511) 660-2808 / (0511) 660-2805 Fax: (0511) 660-2805 anexo 22

www.ladriillospiramide.com

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Anexo 20. Ficha técnica del medidor de pH y conductividad.

Figura 8.23. Ficha técnica del medidor de pH y conductividad.



**Thermo Scientific™ Medidores multiparamétricos de
pH/ISE/conductividad/oxígeno disuelto de sobremesa
Orion™ Versa Star Pro™**

Especificaciones

Adaptador de CA	Universal 50-60 Hz, 100-240 VAC power adapter (Cat. No. STARA-PWR)	Exactitud (barómetro)	±6 mmHg
Exactitud (conductividad)	0.5% of reading ±1 digit > 3 µS; 0.5% of reading ±0.01 µS ≤ 3 µS	Exactitud (ISE)	±0.2 mV or ±0.05% of reading whichever is greater
Exactitud (mV)	±0.2 mV or ±0.05% of reading whichever is greater	Exactitud (pH)	±0.002pH
Exactitud (OD polarográfica)	±0.2 mg/L or ±2% of reading, whichever is greater	Exactitud (RDO)	±0.1 mg/L up to 8 mg/L, ±0.2 mg/L from 8 to 20 mg/L, ±10% of reading up to 50 mg/L
Exactitud (resistividad)	0.5% of reading ±1 digit	Exactitud (salinidad)	0.5% of reading ±1 digit
Exactitud (TDS)	0.5% of reading ±1 digit	Exactitud (temperatura)	±0.1°C
Salida de alarma	Set point alarm, high/low limit alarm, calibration due alarm	Opción de retroiluminación	Yes
Corrección de presión barométrica	400 to 850mmHg, automatic using built-in barometer or manual entry	Calibración	pH with calibration editing option, ion concentration (ISE) with calibration editing option, relative mV (RmV), ORP, conductivity with calibration editing option, dissolved oxygen and temperature
Modos de calibración	Water-saturated air, air-saturated water, manual (Winkler titration), zero point	Puntos de calibración	1 point relative mV (RmV) mode, 1 point ORP mode
		Certificaciones/conformidad	CE, TUV 3-1, FCC Class A

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 21. Reglamento Nacional de Edificaciones RNE E.070 – Albañilería (2006).

Figura 8.24. RNE E.070 – Albañilería (2006).

320922	NORMAS LEGALES	El Peruano sábado 10 de junio de 2006																																		
NORMA E.070 ALBAÑILERÍA ÍNDICE DE FÓRMULAS Y VALORES DE DISEÑO																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">FÓRMULA o VALOR DE DISEÑO</th> <th style="text-align: left;">Artículo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Resistencia característica de la albañilería ($f_{m,v}$)</td><td>13.7</td></tr> <tr><td>Espesor efectivo mínimo de los muros portantes (t)</td><td>19.1a</td></tr> <tr><td>Esfuerzo axial máximo permitido en los muros portantes</td><td>19.1b</td></tr> <tr><td>Resistencia admisible en la albañilería por carga concentrada coplanar o resistencia al aplastamiento</td><td>19.1c</td></tr> <tr><td>Densidad mínima de muros reforzados</td><td>19.2b</td></tr> <tr><td>Módulo de elasticidad de la albañilería (E_m)</td><td>24.7</td></tr> <tr><td>Fuerza cortante admisible en los muros ante el sismo moderado</td><td>26.2</td></tr> <tr><td>Fuerza cortante de agrietamiento diagonal o resistencia al corte (V_c)</td><td>26.3</td></tr> <tr><td>Resistencia al corte mínima del edificio ante sismos severos</td><td>26.4</td></tr> <tr><td>Refuerzo horizontal mínimo en muros confinados</td><td>27.1</td></tr> <tr><td>Carga sísmica perpendicular al plano de los muros</td><td>29.6</td></tr> <tr><td>Momento flector por carga sísmica ortogonal al plano de los muros</td><td>29.7</td></tr> <tr><td>Esfuerzo admisible de la albañilería por flexocompresión</td><td>30.7</td></tr> <tr><td>Esfuerzo admisible de la albañilería en tracción por flexión</td><td>30.7</td></tr> <tr><td>Factores de seguridad contra el volteo y deslizamiento de los cercos</td><td>31.6</td></tr> <tr><td>Resistencia de un tabique ante acciones sísmicas coplanares</td><td>33.4</td></tr> </tbody> </table>			FÓRMULA o VALOR DE DISEÑO	Artículo	Resistencia característica de la albañilería ($f_{m,v}$)	13.7	Espesor efectivo mínimo de los muros portantes (t)	19.1a	Esfuerzo axial máximo permitido en los muros portantes	19.1b	Resistencia admisible en la albañilería por carga concentrada coplanar o resistencia al aplastamiento	19.1c	Densidad mínima de muros reforzados	19.2b	Módulo de elasticidad de la albañilería (E_m)	24.7	Fuerza cortante admisible en los muros ante el sismo moderado	26.2	Fuerza cortante de agrietamiento diagonal o resistencia al corte (V_c)	26.3	Resistencia al corte mínima del edificio ante sismos severos	26.4	Refuerzo horizontal mínimo en muros confinados	27.1	Carga sísmica perpendicular al plano de los muros	29.6	Momento flector por carga sísmica ortogonal al plano de los muros	29.7	Esfuerzo admisible de la albañilería por flexocompresión	30.7	Esfuerzo admisible de la albañilería en tracción por flexión	30.7	Factores de seguridad contra el volteo y deslizamiento de los cercos	31.6	Resistencia de un tabique ante acciones sísmicas coplanares	33.4
FÓRMULA o VALOR DE DISEÑO	Artículo																																			
Resistencia característica de la albañilería ($f_{m,v}$)	13.7																																			
Espesor efectivo mínimo de los muros portantes (t)	19.1a																																			
Esfuerzo axial máximo permitido en los muros portantes	19.1b																																			
Resistencia admisible en la albañilería por carga concentrada coplanar o resistencia al aplastamiento	19.1c																																			
Densidad mínima de muros reforzados	19.2b																																			
Módulo de elasticidad de la albañilería (E_m)	24.7																																			
Fuerza cortante admisible en los muros ante el sismo moderado	26.2																																			
Fuerza cortante de agrietamiento diagonal o resistencia al corte (V_c)	26.3																																			
Resistencia al corte mínima del edificio ante sismos severos	26.4																																			
Refuerzo horizontal mínimo en muros confinados	27.1																																			
Carga sísmica perpendicular al plano de los muros	29.6																																			
Momento flector por carga sísmica ortogonal al plano de los muros	29.7																																			
Esfuerzo admisible de la albañilería por flexocompresión	30.7																																			
Esfuerzo admisible de la albañilería en tracción por flexión	30.7																																			
Factores de seguridad contra el volteo y deslizamiento de los cercos	31.6																																			
Resistencia de un tabique ante acciones sísmicas coplanares	33.4																																			
<p>CAPÍTULO 1 ASPECTOS GENERALES</p> <p>Artículo 1.- ALCANCE</p> <p>1.1. Esta Norma establece los requisitos y las exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones de albañilería estructuradas principalmente por muros confinados y por muros armados.</p> <p>1.2. Para estructuras especiales de albañilería, tales como arcos, chimeneas, muros de contención y reservorios, las exigencias de esta Norma serán satisfechas en la medida que sean aplicables.</p> <p>1.3. Los sistemas de albañilería que estén fuera del alcance de esta Norma, deberán ser aprobados mediante Resolución del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento luego de ser evaluados por SENCICO.</p> <p>Artículo 2.- REQUISITOS GENERALES</p> <p>2.1. Las construcciones de albañilería serán diseñadas por métodos racionales basados en los principios es-</p>																																				

Difundido por: www.civilmas.com - info@civilmas.com
 FanPage: <https://www.facebook.com/civilmas/>

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 22. Propuesta del RNE E.070 – Albañilería (2019).

Figura 8.25. Propuesta RNE E.070 – Albañilería (2019).



PROPUESTA DE
NORMA E.070
ALBAÑILERÍA

En proceso de Discusión Pública desde su publicación en la página web del SENCICO
(www.sencico.gob.pe) durante 30 días calendarios

Enviar sus observaciones y sugerencias (sustentadas técnicamente) al email
jamado@sencico.gob.pe

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 23. Norma Técnica Peruana NTE 399.613.

Figura 8.26. Norma Técnica Peruana 399.613.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Anexo 24. Norma Técnica Peruana NTE 399.604.

Figura 8.27. Norma Técnica Peruana 399.604.

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 399.604 2002
Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145	Lima, Perú

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

MASONRY UNITS. Standard test methods of sampling and testing concrete masonry units

2002-12-05
1ª Edición

R.0130-2002/INDECOPI-CRT.Publicada el 2002-12-15

Precio basado en 16 páginas

I.C.S.: 91.100.01

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Absorción, resistencia a la compresión, unidades de albañilería de concreto, densidad, espesor equivalente, espesor equivalente del tabique, cara lateral, contenido de agua, espesor del tabique, tabique

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 25. Norma Técnica Peruana NTE 331.017.

Figura 8.28. Norma Técnica Peruana 331.017.

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 331.017 2003 (revisada el 2015)
Dirección de Normalización - INACAL Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)	Lima, Perú

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla
usados en albañilería. Requisitos**

MASONRY UNITS. Clay bricks. Specifications

**2015-12-11
2ª Edición**

R.N°010-2015-INACAL/DN. Publicada el 2015-12-25

Precio basado en 11 páginas

I.C.S.: 91.100.01

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Ladrillo de construcción, arcilla, unidad de albañilería quemada, construcción con albañilería, propiedad física, esquisto, ladrillo sólido

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 26. Norma Técnica Peruana NTE 339.152.

Figura 8.29. Norma Técnica Peruana 339.152.

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 339.152 2002
Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145	Lima, Perú

**SUELOS. Método de ensayo normalizado para la
determinación del contenido de sales solubles en suelos y
agua subterránea**

SOILS. Standard test method for the determination of soluble salt content of soils and ground water

**2002-11-07
1ª Edición**

R.0121-2002-INDECOPI/CRT. Publicada el 2002-11-21

Precio basado en 8 páginas

I.C.S.: 93.020


ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptorios: Suelos, método de ensayo, contenido de sales solubles, sólidos disueltos, agua subterránea

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Anexo 27. Constancia de ensayos de laboratorio.

Figura 8.30. Constancia de ensayos de laboratorio.

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO Departamento de Ingeniería de Materiales</p>	<p>FACULTAD DE INGENIERIA Laboratorio de Concreto y Reciclado</p>
<p>INFORME N°01/JUL20</p>		

CERTIFICADO DE LABORATORIO

Solicitante / DNI: Moreno Torres Marlo Diego / 47143113
Institución: Universidad Privada del Norte / Sede Trujillo
Investigación: Control de calidad de los ladrillos King Kong tipo 18 huecos sobre sus propiedades mecánicas, físicas y químicas.

MUESTRA:

Especímenes: 120 muestras de unidades de albañilería ladrillo King Kong 18 huecos (Variación dimensional, alabeo, porcentaje de vacíos, absorción, succión, porosidad, peso específico, eflorescencia, resistencia a la compresión, pH y conductividad)

Muestreo: Realizado por tesista.

ENSAYOS A APLICAR. Las principales Normas Técnicas vigentes que rigen la calidad de los ladrillos son:

- Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos NTP 331.017.
- Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería NTP 339.613.
- Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto NTP 339.604.
- Standard test methods for sampling and testing brick and structural clay tile. ASTM C 67.
- Norma técnica de Edificaciones E.070 Albañilería.

PARÁMETROS DEL EQUIPO:

Jefe de	Compresión en estado endurecido				
	Marca	Modo	Unidades	Velocidad de carga	Capacidad máxima
	Ele International	Mode I: compresión	SI	0.05 KN/seg	2000 KN
	Estufa de secado				
	Marca	Modo	Unidades	Capacidad máxima	
	General Electric	Mode I: Secado	SI	400°C	
	Balanza digital				
	Marca	Modo	Unidades	Capacidad máxima	
	Valtox	Mode I: Peso	SI	300Kg	

Laboratorio de concreto y reciclado:

Ing. Iván Eugenio Vásquez Alfaro

Trujillo, 27 de Julio del 2020



Ing. Iván Eugenio Vásquez Alfaro
Asesor

Iván E. Vásquez Alfaro
ING. MATERIALES
R. CIP 12300*

Fuente: Elaboración propia, 2020.