REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura, Ingeniería Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Arquitectura

ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ, 2021

Tesis presentada por los Bachilleres:

Ruiz Pacheco Keisy Leonor

Tassara Zúñiga Ericka Soledad

Para optar el Título Profesional de:

Arquitecto.

Asesor:

Arq. Márquez Arrisueño, Víctor

Arequipa – Perú

2023

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ARQUITECTURA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 29 de Marzo del 2023

Dictamen: 005291-C-EPA-2023

Visto el borrador del expediente 005291, presentado por:

2014100152 - TASSARA ZUÑIGA ERICKA SOLEDAD
2013800332 - RUIZ PACHECO KEISY LEONOR

Titulado:

ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ, 2021.

Nuestro dictamen es:

APROBADO

29451218 - AGRAMONTE CARDENAS CARLOS ALFREDO
DICTAMINADOR

29427833 - MENDOZA ANTEZANA JORGE ENRIQUE
DICTAMINADOR

29601031 - ZUÑIGA ALFARO ALVARO EDUARDO
DICTAMINADOR

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Dedicatoria

A mis padres Betty y Washington que han sido mi mayor motivación, la razón de poder lograr alcanzar todos mis sueños, a ti Aien Santiago por el apoyo incondicional que a pesar de la distancia supiste darme la fuerza para que logré continuar cada día y a mí misma por no rendirme en esta ardua investigación logrando así un gran paso en mi vida.

Keisy Leonor Ruiz Pacheco

A mis abuelos Ofelia y Rolando por ser mi mayor soporte en esta y todas las etapas de mi vida, A mis padres por su amor y su esfuerzo para lograr alcanzar mis metas, A mis tíos por sus consejos y a ti Jorge por tu paciencia y fortaleza incondicional.

Ericka Soledad Tassara Zúñiga

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Agradecimientos

A Dios por ser nuestro pilar y amparo permitiéndonos tener fuerza y dedicación para alcanzar esta ardua investigación.

A nuestra familia, padres y hermanos por ser las personas que nos brindaron amor, compresión y sobre todo los medios para lograr esta gran meta.

A nuestros docentes asesores, por otorgarnos guía y conocimiento en toda la etapa de nuestra investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Resumen

La presente investigación se desarrolla a partir de una preocupación debido una escasa búsqueda hacia mejores alternativas sobre materiales de construcción y en respuesta a la sobre explotación de recursos para su elaboración; un claro ejemplo el comúnmente denominado ladrillo de arcilla. Con el fin de reducir el segundo material más contaminante el cual es el papel y cartón se desarrolla un eco - ladrillo que proporcione y mejore las características del ladrillo de arcilla, para su uso en muros en viviendas de la ciudad de Arequipa; mediante un diseño experimental en la investigación se elabora un diseño de mezcla 175 kg/cm2, con adiciones en porcentajes de pasta de papel y cartón reciclado al 10%, 15%, 20% y 25%. Se realizaron distintos ensayos de laboratorio basándose en lo correspondiente a las Normas Técnicas Peruanas (NTP).

El principal ensayo realizado fue el de resistencia a la compresión para los porcentajes de 0%, 10%, 15%, 20% y 25% ; siendo los resultados arrojados de 230.54 Kg/cm^2, 180.6 Kg/cm^2, 144.1 Kg/cm^2,133.82 Kg/cm^2 y 123.20 Kg/cm^2 respectivamente, posterior a estos resultados se descartó el porcentaje de 25% debido a su baja resistencia a compresión encontrándose bajo el rango indicado por la Normas Técnicas Peruanas (NTP) de 130 Kg/cm2, los resultados arrojados a las pruebas posteriores de compresión axial de pilas para 0%,10%, 15% y 20% fueron de 188.71 Kg/cm^2, 158.60 Kg/cm^2, 153.14 Kg/cm^2 y 138.80 Kg/cm^2 respectivamente; finalmente la prueba de resistencia a corte diagonal en muretes (V'm) fue de 20.82 Kg/cm^2,18.56 Kg/cm^2, 17.28 Kg/cm^2 y 14.17 Kg/cm^2 respectivamente a los porcentajes mencionados anteriormente, una vez culminados los ensayos y evaluando sus resistencias se procedió a la elaboración de eco ladrillos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

adicionando los mismos porcentajes de pasta de papel y cartón reciclado en reemplazo al agregado fino , sin embargo por los resultados arrojados automáticamente fueron clasificados para su uso en tabiquería, ya que para los porcentajes de 10% , 15% y 20% los resultados fueron 103.6 Kg/cm^2 , 61.4 Kg/cm^2, y 56.33 Kg/cm^2 respectivamente.

Adicionalmente se consideraron como dos pruebas importantes, la prueba de resistencia al fuego y propagación de llama debido a que el material usado es altamente inflamable, arrojando resultados óptimos, con una exposición durante 20 a 35 min sin obtener ningún efecto en el ladrillo más que la recepción de calor por medio de él, sin observarse propagación de llama , junto a esto un estudio rápido del impacto a la calidad del aire mediante la determinación del tiempo en la cual se desprende algún tipo de humo mientras el ladrillo está en contacto al fuego o posterior a este, desprendiendo un ligero humo color plomizo por 6 a 8 segundos dispersándose de inmediato.

Finalmente el ensayo de exposición a humedad prolongada tomando en consideración el clima de la ciudad de Arequipa y las lluvias durante el periodo Diciembre – Marzo por lo que el eco – ladrillo posterior a medir su contenido de humedad y absorción fue dejado en inmersión durante un periodo de 14 días y 30 días para evaluar si su capacidad de retención de agua aumenta , dando un óptimo resultado ya que su peso aumento solo en 200 gramos a los 14 días y se mantuvo en el mismo hasta los 30 días.

Palabras Clave: Eco – Ladrillos, Papel, Muros.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Abstract

The present research is developed from a concern due to a scarce search for better alternatives on construction materials and in response to the overexploitation of resources for their production; a clear example is the commonly known as clay brick. In order to reduce the second most polluting material which is paper and cardboard, an eco-brick is developed to provide and improve the characteristics of the clay brick, for use in walls in houses in the city of Arequipa; by means of an experimental design in the investigation, a 175 kg/cm2 mix design is elaborated, with additions in percentages of recycled paper and cardboard pulp at 10%, 15%, 20%, 25%. Different laboratory tests were carried out based on the corresponding Peruvian Technical Standards (NTP).

The main test performed was the compressive strength test for the percentages of 0%, 10%, 15%, 15%, 20% and 25%; the results were 230.54 Kg/cm2, 180.6 Kg/cm2, 144.1 Kg/cm2,133.82 Kg/cm2, 123. 2 Kg/cm2 respectively, after these results, the percentage of 25% was discarded due to its low compressive strength, being under the range indicated by the Peruvian Technical Standards (NTP) of 130 Kg/cm2, the results of the subsequent tests of axial compression of piles for 0%, 10%, 15% and 20% were 188.71 Kg/cm2, 158.60 Kg/cm2, 153.14 Kg/cm2, 138. 80 Kg/cm2 respectively and finally the diagonal shear strength test on walls (V'm) was 20.82 Kg/cm2,18.56 Kg/cm2, 17.28 Kg/cm2, 14. 17 Kg/cm2 respectively at the percentages mentioned above, once the tests were completed and their resistance evaluated, we proceeded to the elaboration of eco-bricks by adding the same percentages of recycled paper and cardboard pulp to replace the fine aggregate, however, due to the results obtained, they were automatically classified for use in partition

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

walls, since for the percentages of 10%, 15% and 20% the results were 103.6 Kg/cm2 , 61.4 Kg/cm2 , and 56.33 Kg/cm2 respectively.

Additionally, the fire resistance and flame propagation tests were considered as two important tests, due to the fact that the material used is highly flammable, yielding optimal results, with an exposure during 20 to 35 minutes without obtaining any effect on the brick other than the reception of heat through it, without observing flame propagation, together with a quick study of the impact on air quality by determining the time in which some type of smoke is released while the brick is in contact with the fire or after it, Finally the test of exposure to prolonged humidity taking into consideration the climate of Arequipa and the rains during the period December - March so the eco brick after measuring its moisture content and absorption was left in immersion for a period of 14 days and 30 days to evaluate whether its water retention capacity increases, giving an optimal result since its weight increased only 200 grams at 14 days and remained the same until 30 days.

Keywords: Eco - Bricks, Paper, Walls.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Introducción

Hoy en día la industria de la construcción es uno de los mayores soportes económicos a Nivel Mundial, donde se destaca principalmente el uso de los ladrillos de arcilla tanto mecanizados como artesanales menciona el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (2021), por lo que innovar en la producción de nuevos materiales es una buena opción, mejor aun tratándose de materiales reciclados que logren reducir el impacto ambiental.

En el Perú, la construcción es una de las principales actividades económicas del país, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (2021), la construcción creció en 41.9 % por mayor ejecución de Obras del sector Privado y Público en el primer trimestre del 2021, donde la revista Construcción Latinoamericana (2017) menciona que la industria ladrillera peruana destaca por su producción anual de 9.5 millones de toneladas siendo este material ladrillos de arcilla como bloques de concreto como uno de los más usados para la construcción en viviendas.

En Arequipa son generadas 0.49 kg de basura al día lo que da un aproximado de 483 toneladas al día Diario El Pueblo (2018), donde el papel y el cartón representan un 2.7 % en el ámbito rural y un 7.53 % en el ámbito urbano, indica el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos – PIGARS (2017), el resto de estos desechos al no ser reciclados terminan siendo incinerados o terminan en botaderos sin ser reciclados.

La inclinación hacia esta Investigación se enfoca en la importancia para la innovación de materiales de construcción surgiendo desde la inquietud del destino de los residuos en Arequipa, desarrollando ladrillos de concreto con adiciones de pasta de papel y cartón

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

reciclado logrando su uso para muros portantes y de tabiquería, alcanzando así la reducción de costos; así también su durabilidad y accesibilidad hacia la población, mejorando o igualando la calidad en la construcción tratando así de reducir el impacto ambiental que genera la fabricación convencional de ladrillos artesanales.

El presente documento está compuesto por las siguientes partes:

Capitulo I, Generalidades está conformado por el desarrollo del planteamiento del problema, hipótesis, los objetivos, limitaciones, justificación y la metodología de la investigación.

Capitulo II: Marco Referencial y Teórico Conceptual donde se desarrolla el estado del arte, bases teóricas, resaltando las definiciones de los términos para lograr un mejor entendimiento de la investigación.

Capitulo III: Marco Normativo – Legal, se analizan las NTP (Normas Técnicas Peruanas), que sirven como base para realizar los procedimientos y ensayos de laboratorio, también la elaboración del ladrillo de arcilla y los eco-ladrillo a base celulosa de papel y cartón reciclado.

Capitulo IV: Marco Operativo, desarrollo del proceso de las fases para la elaboración del eco-ladrillo a base de celulosa de papel y cartón reciclado, evaluación y resultados de las propiedades físico-mecánicas e impacto ambiental, finalizando con las respectivas conclusiones y recomendaciones.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Índice

Dedicatoria I

Agradecimientos II

Resumen III

Abstract V

Introducción VII

Índice X

Índice Figuras XVII

Índice Tablas XXIV

CAPITULO I: GENERALIDADES 1

1.1. Planteamiento del Problema 1

1.2. Formulación del Problema 8

1.3. Hipótesis 8

1.4. Variables y Definición Operacional 8

1.4.1. Variable Independiente: Elemento Estructural (Causa) 8

1.4.2. Variable Dependiente: Económico y Ambiental (Efecto) 9

1.5. Objetivos de la Investigación 9

1.5.1. Objetivo General 9

1.5.2. Objetivos Específicos 10

1.6. Alcances y Limitaciones de la Investigación 11

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.6.1. Alcances de la Investigación 11

1.6.2. Limitaciones de la Investigación 12

1.7. Justificación de la Investigación 12

1.7.1. Importancia del Estudio 12

1.8. Metodología de la Investigación 13

1.8.1. Enfoque de la Investigación 13

1.8.2. Tipo de Investigación 14

1.8.3. Método de la Investigación 14

1.8.4. Método de Muestreo 14

1.8.5. Tamaño de la Muestra 15

1.8.6. Técnica e Instrumentos 16

1.8.7. Proceso de Recolección de Datos 18

CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL 23

2.1. Estado del Arte 23

2.1.1. Antecedentes Internacionales 23

2.2.2. Antecedentes Nacionales 28

2.2. Bases Teóricas 31

2.2.1. Unidades de Albañilería 31

2.2.2. Ladrillos 38

2.2.3. Materiales 44

2.2.4. Impacto Ambiental 52

2.2.5. Pruebas de laboratorio 53

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL 57

3.1 Ladrillo de Arcilla 57

3.1.1. Proceso de elaboración e impacto ambiental de ladrillos de arcilla. 57

3.1.2. Costos para la elaboración de ladrillo de arcilla 70

CAPITULO IV: MARCO NORMATIVO – LEGAL 76

4.1 Variable: Elemento Constructivo 76

4.1.1. Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 (2019) 76

4.1.2. Norma Técnica Peruana - NTP 339.613 (2015): Unidades de Albañilería - Método de muestreo y ensayos de ladrillos de arcilla usados en albañilería 85

4.1.3. Norma Técnica Peruana - NTP 399.601(2016): Unidades de Albañilería. Ladrillos de Concreto 92

4.1.4. Norma Técnica Peruana - NTP 399.604 (revisada 2015): Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto 95

4.1.5. Norma Técnica Peruana - NTP 334.009 (2016): Cementos - Cemento Portland y Requisitos 98

4.1.5. Norma Técnica Peruana - NTP 400.037 (2018) 4ta edición: Agregados - Agregados para concreto 101

4.1.6. Norma Técnica Peruana - NTP 400.012 (revisada 2018): Agregados - Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global 104

4.1.7. Norma Técnica Peruana - NTP 339.185 (revisada 2018): Agregados - Método de ensayo normalizado para contenido de humedad evaporable de agregados por secado 106

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4.1.8. Norma Técnica Peruana -NTP 400.021: Agregados - Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso (revisada 2018)..... 108

4.1.9. Norma Técnica Peruana - NTP 400.022 (revisada 2018): Agregados - Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. 113

4.1.10. Norma Técnica Peruana - NTP 400.017 (2011) 4ta edición: Agregados - Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados..... 116

4.1.11. Norma Técnica Peruana - NTP 339.034 (2015): Concreto - Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas..... 120

4.1.12. Norma Técnica Peruana - NTP 399.605 (2018): Unidades de albañilería. Método de ensayo para la la resistencia en compresión de prismas de albañilería 125

4.1.13. Norma Técnica Peruana - NTP 399.621 (revisada 2015): Unidades de albañilería - Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería. 130

4.2. Variable: Efecto en el Entorno Ambiental..... 134

4.2.1. Estándares de calidad ambiental MINAM 2017..... 134

CAPITULO V: MARCO OPERATIVO 136

5.1. Fase I: Análisis de la Actividad Ladrillera y su Impacto 136

5.1.1. Análisis de la Situación de la Actividad Ladrillera Artesanal en Arequipa 136

5.1.2. Conclusiones de la Fase I: Análisis de la Actividad Ladrillera y su Impacto 139

5.2. Fase II: Selección de Materiales..... 140

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

5.2.1. Papel y Cartón reciclado.....140
5.2.2. Cemento.....141
5.2.3. Agregado Fino – Arena Gruesa.....147
5.2.4. Agregado Grueso - Confitillo.....149
5.2.5. Pasta de papel y cartón reciclado.....150
5.2.6. Agua.....161
5.2.7. Conclusiones de Fase II: Selección de Materiales.....162
5.3. Fase III: Diseño y elaboración de la dosificación.....163
5.3.1. Métodos de Evaluación Eco – Ladrillos.....163
5.3.2. Conclusiones Fase III: Diseño y elaboración de la dosificación.....186
5.4. Fase IV: Ensayos y Resultados del Laboratorio.....187
5.4.1. Diseño del molde del eco - ladrillo a base de papel y cartón reciclado.....187
5.4.2. Elaboración de eco - ladrillos por cantidad para ensayos de laboratorio.....192
5.3.4. Conclusiones en la Fase IV: Ensayos y Resultados del Laboratorio.....234
5.4. Costos del eco – ladrillo a base de papel y cartón reciclado.....235
5.5. Gestión del producto del eco – ladrillo EK.....237
5.6. Contraste de la Hipotesis.....240
5.7. Conclusiones y Recomendaciones.....240
5.7.1. Conclusiones.....240
5.7.2. Recomendaciones.....242
Referencias.....244
Anexos.....256

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Anexo 1: Registro Fotográfico. 256

Anexo 2: Constancias de ensayo en el Laboratorio 269

Anexo 3: Ensayos del Laboratorio de las propiedades del agregado fino. 271

Anexo 4: Contenido de Humedad de Agregados. 277

Anexo 5: Peso específico y absorción de Agregados. 279

Anexo 6: Calculo del Volumen del recipiente, factor F y peso unitario de agregados. 281

Anexo 7: Ensayo de Resistencia a la compresión de Probetas EK. 285

Anexo 8: Pesos Registrados en los ecos – ladrillos EK. 288

Anexo 9: Alabeos en los ecos – ladrillos EK. 290

Anexo 10: Variación dimensional en los ecos – ladrillos EK. 293

Anexo 11: Resistencia a la compresión en los ecos – ladrillos EK. 298

Anexo 12: Succión en los ecos – ladrillos EK. 301

Anexo 13: Absorción en los ecos – ladrillos EK. 303

Anexo 14: Contenido de Humedad en los ecos – ladrillos EK. 305

Anexo 15: Porcentaje de vacíos en los ecos – ladrillos EK. 308

Anexo 16: Resistencia a la compresión de probetas de mortero EK. 310

Anexo 17: Variación dimensional de pilas con ecos – ladrillos EK. 311

Anexo 18: Resistencia a la compresión axial de pilas con ecos – ladrillos EK. 312

Anexo 19: Variación dimensional de muretes con ecos – ladrillos EK. 313

Anexo 20: Resistencia a la compresión con ecos – ladrillos EK. 314

Anexo 21: Propagación de llama directa en los ecos – ladrillos EK. 315

Anexo 22: Humedad prolongada de los ecos – ladrillos EK. 316

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 23: Resistencia a la compresión con ecos – ladrillos EK reemplazando el agregado fino. ..317

Anexo 24: Pesos registrados con ecos – ladrillos EK reemplazando el agregado fino. 318

Anexo 25: Contenido de Humedad en los ecos – ladrillos EK reemplazando el agregado fino. 319

Anexo 26: Humedad Prolongada en los ecos – ladrillos EK reemplazando el agregado fino.....320

Anexo 27: Propagación de llamas directa en los ecos – ladrillos EK reemplazando el agregado fino.

..... 321

Anexo 28: Matriz de Consistencia.....322

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Índice Figuras

Figura 1 Participación de las Ladrilleras en el Mercado de Arequipa. 3

Figura 2 Composición física de residuos sólidos del ámbito urbano. 4

Figura 3 Composición física de residuos sólidos del ámbito rural. 4

Figura 4 Estimación de la Producción Total del Papel y Cartón Reciclado en la ciudad de Arequipa. 7

Figura 5 Flujograma de Trabajo de la Investigación. 18

Figura 6 Tipos de Unidades de Albañilería. 31

Figura 7 Sistema de Unidad de Albañilería Confinada. 32

Figura 8 Sistema de Unidad de Aporticado Confinada. 33

Figura 9 Diferentes tipos de ladrillos para la construcción. 34

Figura 10 Colocación de mortero en Unidades de Albañilería. 35

Figura 11 Tipo de Ladrillo para muro de tabiquería, espesor mínimo y columnetas. 36

Figura 12 Muros portantes con respecto a fuerzas sísmicas. 37

Figura 13 Uso de los diferentes tipos de ladrillos en las viviendas. 37

Figura 14 Propiedades físicas de los ladrillos de arcilla medidas, forma, color y textura. 39

Figura 15 Esquema de Fabricación de los ladrillos de arcilla. 41

Figura 16 Fabricación, tipos y medidas de los ladrillos de concreto. 42

Figura 17 Ladrillo ecológico modular de las Zonas Altoandinas. 43

Figura 18 Extracción, amasado y curado de la materia prima arcilla. 45

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 19 Preparado y mezcla de Concreto. 47

Figura 20 Fotografías Agregado Fino y Agregado Grueso 49

Figura 21 Papel reciclado y pasta de papel. 50

Figura 22 Pilas de Cajas de Cartón Reciclado. 52

Figura 23 Fotografías de Moldes y Artesano elaborando Ladrillos de Arcilla. 58

Figura 24 Rendimiento artesanal en moldeo natural. 60

Figura 25 Proceso de Elaboración del Ladrillo de Arcilla. 65

Figura 26 Principales Impactos Ambientales Producido por la Actividad Ladrillera. 66

Figura 27 Variación anual en el precio por millar de ladrillo King Kong. 75

Figura 28 Variación mensual en el precio del ladrillo King Kong. 75

Figura 29 Ubicación de las Zonas Sísmicas de Arequipa – Perú 77

Figura 30 Ensayo de unidades de albañilería en succión. 88

Figura 31 Medidas del tamaño del ladrillo para la variación dimensional. 90

Figura 32 Medidas para ensayo en Bordes de Alabeo. 91

Figura 33 Medidas para ensayo en Superficies de Alabeo. 92

Figura 34 Esquema de los patrones de tipos de fractura 159

Figura 35 Construcción de prismas de albañilería 161

Figura 36 Ubicación de las medidas en el prisma. 127

Figura 37 Esquema de modo de falla en prismas. 129

Figura 38 Fallas en muretes de albañilería 132

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 39 Falla por corte en muretes de albañilería. 133

Figura 40 Papel y Cartón Reciclado Picado. 141

Figura 41 Cemento Portland Yura Tipo I. 142

Figura 42 Cemento Portland Wari Tipo I. 144

Figura 43 Comparación de las Resistencia Cemento Wari con respecto a la Norma Técnica ASTM – NTP. 146

Figura 44 El Menor en el Desencofrado. 147

Figura 45 Agregado Fino – Arena gruesa. 148

Figura 47 Papel Reciclado Picado. 151

Figura 48 Cartón Reciclado Picado. 151

Figura 49 Remojo del Papel y Cartón reciclado. 152

Figura 50 Trituración de Papel y Cartón remojado en la licuadora 153

Figura 51 Pasta de papel y cartón reciclado triturado. 153

Figura 52 Tipos de consistencia: Trituración a 1er día de remojo 154

Figura 53 Tipos de consistencia: Trituración a 2 ½ días de remojo 154

Figura 54 Retiro de excedente de agua por medio de una malla. 155

Figura 55 Pasta de Papel y Cartón sin exceso de Agua. 155

Figura 56 Agregado con resultado trozado. 156

Figura 57Uso del agregado en la mezcla una vez pasado los días de remojo. 156

Figura 58 Agregado añadiendo la pasta de papel y cartón obteniendo 157

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 59 Agregado de papel y cartón triturado por medio de licuado. 158

Figura 60 Enmallado del Agregado a una capa de 1.5cm a 2cm. 158

Figura 61 Agregado de papel y cartón triturado encima de la malla. 159

Figura 62 Textura del agregado después de 24 horas eliminando exceso de agua. 159

Figura 63 Agregado de la pasta triturada puesta en malla por cantidad para elaboración de los Eco – Ladrillos. 160

Figura 64 Textura del agregado después de 2 días de secado. 160

Figura 65 Consistencia de la mezcla semiseca – manejable. 161

Figura 66 Secuencia de pasos para la dosificación de mezclas. 167

Figura 67 Interpolación Relación Agua – Cemento. 174

Figura 68 Resolución de la división para hallar el contenido de cemento. 175

Figura 69 Resolución por medio de la interpolación para hallar el máximo nominal. 177

Figura 70 Resolución para hallar el peso del agregado grueso. 177

Figura 71 Resolución para hallar el volumen del agregado fino. 178

Figura 72 Resolución para hallar el peso del agregado fino. 178

Figura 73 Mezcla para el eco – ladrillo en el cono de Abrahams. 183

Figura 74 Mezcla desmoldada del Cono de Abrahams. 183

Figura 75 Medición del Asentamiento del Cono de Abrahms. 184

Figura 76 Diseño del l Eco – Ladrillo EK, medidas exteriores. 188

Figura 77 Medidas interiores Eco – Ladrillo EK. 188

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 78 Primera pieza del molde donde se incorpora la mezcla, con asas para su transporte y desmolde. 189

Figura 79 Segunda pieza del molde para generar orificios. 190

Figura 80 Colocación de la mezcla, desmolde la ladrillo y producto de ladrillo. 190

Figura 81 Proceso de llenado en el molde del Eco – Ladrillo EK. 191

Figura 82 Proceso de desmolde del Eco – Ladrillo EK. 191

Figura 83 Punto de Acopio y recolección de materiales. 200

Figura 84 Remojo de Cartón Reciclado y papel reciclado. 201

Figura 85 Colocación de los materiales para el concreto. 202

Figura 86 Incorporación y mezcla de los agregados. 203

Figura 87 Incorporación de la pasta de papel y cartón reciclado. 203

Figura 88 Consistencia de la mezcla requerida. 204

Figura 89 Preparación y engrase del molde. 204

Figura 90 Colocación y vibración de mezcla en el molde. 205

Figura 91 Emparejamiento de la mezcla dentro del molde. 205

Figura 92 Desmolde del Eco – Ladrillo EK. 206

Figura 93 Ladrillos desmoldados en zona preparada. 207

Figura 94 Eco – ladrillos EK recién desmoldados. 207

Figura 95 Poza y curado de eco ladrillo. 208

Figura 96 Pesos registrados en los ladrillos 0%. 210

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 97 Pesos registrados en los ladrillos 15%. 211

Figura 98 Nivelación de base para medir alabeo en el eco – ladrillo EK. 212

Figura 99 Medición de Alabeo del eco – ladrillo EK. 212

Figura 100 Variación dimensional en la altura del eco – ladrillo EK. 213

Figura 101 Prueba de la resistencia a la compresión en los ecos – ladrillos EK. 216

Figura 102 Ensayo de succión en eco – ladrillos EK. 217

Figura 103 Contenido de humedad en el eco – ladrillo EK. 219

Figura 104 Llenado del eco – ladrillo EK con arena de densidad. 220

Figura 105 Porcentaje de vacíos en el eco – ladrillo EK. 221

Figura 106 Ensayo de resistencia a compresión de probetas de mortero. 222

Figura 107 Compresión axial de prismas de concreto con ladrillos EK – Falla Vertical 0%. 224

Figura 108 Compresión axial de prismas de concreto con ladrillos EK –Falla Vertical 10%. 224

Figura 109 Tipo de Curado Tradicional de Muretes EK. 226

Figura 110 Curado por medio de Embalado del Murete EK. 226

Figura 111 Resistencia a corte diagonal en muretes con eco – ladrillos EK. 227

Figura 112 Murete de eco – ladrillo colocado en la máquina de compresión. 227

Figura 113 Ruptura del Muerte EK. 228

Figura 114 Murete con ruptura en diagonal sometido a resistencia de compresión. 228

Figura 115 Prueba de Resistencia a la llama directa de los eco – ladrillos EK. 230

Figura 116 Costos del eco – ladrillo EK. 236

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 117 Proceso de Gestión del Producto Eco – Ladrillo. 238

Figura 118 Ámbitos en la gestión de producción de los Eco – Ladrillos EK. 239

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Índice Tablas

Tabla 1 Producción de basura por persona al día y al año de la ciudad de Arequipa. 5

Tabla 2 Producción de desechos de Papel y Cartón por persona al día y al año de la ciudad de Arequipa en la Zona Rural. 5

Tabla 3 Producción de desechos de Papel y Cartón por persona al día y al año de la ciudad de Arequipa en la Zona Urbana. 6

Tabla 4 Total, de producción de desechos de Papel y Cartón Reciclado en la ciudad de Arequipa. 6

Tabla 5 Estimación de la Producción Total del Papel y Cartón Reciclado en la ciudad de Arequipa. 7

Tabla 6 Tipos de Morteros para la Construcción en Unidades de Albañilería. 35

Tabla 7 Tipos de unidades de albañilería ladrillos de arcilla y bloques de concreto. 40

Tabla 8 Contaminantes según el proceso productivo. 67

Tabla 9 Planilla de Presupuestos y Costos de Ladrillos Artesanales. 71

Tabla 10 Presupuestos y Costos para la elaboración de Ladrillos Mecanizados. 73

Tabla 11 Resumen de Utilidades de Ladrillos Artesanales y Mecanizados. 74

Tabla 12 Clasificación para fines estructurales. 76

Tabla 13 Limitaciones de Aplicación de la unidad de Albañilería para fines estructurales. .. 77

Tabla 14 Tipos De Mortero 80

Tabla 15 Métodos para determinar la resistencia a compresión axial (f'm) y a corte (v'm)... 82

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 16 Incremento de resistencia a compresión axial (f'm) y a corte (v'm)..... 83

Tabla 17 Resistencias características de la Albañilería (Kg/cm2). 84

Tabla 18 Requisitos de resistencia y absorción en Unidades de Albañilería. 94

Tabla 19 Requisitos químicos para el cemento Portland..... 99

Tabla 20 Requisitos físicos para el cemento Portland. 100

Tabla 21 Requerimiento de granulometría para agregado fino. 101

Tabla 22 Requisitos granulométricos del agregado grueso. 103

Tabla 23 Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global para ensayo de granulometría. 105

Tabla 24 Tamaño del agregado de la muestra para ensayo de contenido de humedad. 107

Tabla 25 Muestra mínima de muestra para ensayo de peso específico. 111

Tabla 26 Diámetros máximos de especímenes de ensayo. 122

Tabla 27 Edades de ensayo y tolerancias permisibles..... 123

Figura 36 Ubicación de las medidas en el prisma. 127

Figura 37 Esquema de modo de falla en prismas. 129

Tabla 28 Factores de corrección altura/espesor para la resistencia en compresión de prismas de albañilería. 130

Figura 38 Fallas en muretes de albañilería 132

Figura 39 Falla por corte en muretes de albañilería. 133

Tabla 29 Estándares de Calidad Ambiental para Aire..... 135

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 30 Combustibles y grado de contaminación 138

Tabla 31 Requerimientos Físicos y Químicos del Cemento Portland Yura Tipo I. 142

Tabla 32 Característica del Cemento Portland Yura Tipo I. 143

Tabla 33 Precio por bolsa de 42.5Kg de Cemento Yura Tipo l. 143

Tabla 34 Presentaciones de Cemento Yura Tipo l. 144

Tabla 35 Requerimientos físicos y químicos Cemento Portland Wari Tipo I. 145

Tabla 36 Características del Cemento Portland Wari – Tipo I. 145

Tabla 37 Precio por bolsa de 42.5Kg de Cemento Portland Wari Tipo l. 146

Tabla 38 Características del agregado fino según ensayo de laboratorio. 148

Tabla 39 Características del agregado grueso según ensayo de laboratorio. 149

Figura 46 Agregado Grueso – Confitillo. 150

Tabla 40 Datos de los materiales a utilizar en la dosificación. 166

Tabla 41 Valores de asentamiento recomendados para diversas clases de construcción. .. 169

Tabla 42 Valores recomendados de la estimación del contenido de aire. 170

Tabla 43 Cálculo de Agua para el agregado. 171

Tabla 44 Resistencia requerida de diseño cuando no hay datos que permitan determinar la desviación estándar. 172

Tabla 45 Relación agua / cemento. 173

Tabla 46 Cálculo de contenido de agua requerida, relación agua – cemento y cemento. ... 175

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 47 Volumen de agregado grueso seco, compactado por unidad de volumen de concreto para diversos módulos de fineza. 176

Tabla 48 Conversión de peso a volumen para los agregados de dosificación 175 kg/cm2. 178

Tabla 49 Diseño de mezcla en estado seco 179

Tabla 50 Ajuste por humedad de los agregados..... 180

Tabla 51 Cálculo de agua en la mezcla..... 181

Tabla 52 Cálculo de Agua efectiva..... 181

Tabla 53 Tabla resumen de Agregados para dosificación..... 181

Tabla 54 Diseño de dosificación para m3 de concreto. 182

Tabla 55 Resistencia de probetas f´c 175 kg/cm2 elaboradas en laboratorio. 182

Tabla 56 Resistencias de probetas al 0 % de adición de pasta de papel y cartón reciclado. 185

Tabla 57 Resistencias de probetas al 10 % de adición de pasta de papel y cartón reciclado. 185

Tabla 58 Resistencias de probetas al 15 % de adición de pasta de papel y cartón reciclado. 185

Tabla 59 Resistencias de probetas al 20% de adición de pasta de papel y cartón reciclado. 186

Tabla 60 Resistencias de probetas al 25% de adición de pasta de papel y cartón reciclado 186

Tabla 61 Número de ladrillo concreto patrón para ensayo. 192

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 62 Número de ladrillos concreto patrón para ensayo de pilas. 192

Tabla 63 Número de ladrillos concreto patrón para ensayo de muretes. 193

Tabla 64 Proceso para la fabricación de los eco – ladrillos a base de pasta de papel y cartón reciclado. 194

Tabla 65 Materiales para la elaboración de ladrillos de concreto patrón. 195

Tabla 66 Materiales para la elaboración de eco – ladrillos EK 10%. 196

Tabla 67 Materiales para la elaboración de eco – ladrillos EK 15%. 196

Tabla 68 Materiales para la elaboración de eco – ladrillos EK 20%. 197

Tabla 69 Materiales para la elaboración de eco – ladrillos EK 25%. 197

Tabla 70 Materiales para la elaboración de eco – ladrillos EK 10%. 198

Tabla 71 Materiales para la elaboración de eco– ladrillos EK 15%. 198

Tabla 72 Materiales para la elaboración de eco – ladrillos EK 20%. 199

Tabla 73 Materiales para la elaboración de eco– ladrillos EK 25%. 199

Tabla 74 Consumo hídrico en la elaboración de eco ladrillos a base de papel y cartón reciclado. 209

Tabla 75 Agua para millar de ladrillos por dosificación. 209

Tabla 76 Peso de ladrillos según dosificación. 210

Tabla 77 Alabeo presente según la dosificación del eco – ladrillo EK. 212

Tabla 78 Medición Variación dimensional del eco – ladrillo EK. 213

Tabla 79 Resistencia a compresión del eco – ladrillo 0 %. 214

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 80 Resistencia a compresión del eco – ladrillo 10 %. 214

Tabla 81 Resistencia a compresión del eco – ladrillo 15%. 215

Tabla 82 Resistencia a compresión del eco – ladrillo 20 %. 215

Tabla 83 Resistencia a compresión del eco – ladrillo 25 %. 215

Tabla 84 Ensayo de succión en los eco – ladrillos EK. 217

Tabla 85 Ensayo de absorción para eco – ladrillos EK. 218

Tabla 86 Contenido de humedad en eco – ladrillos EK. 219

Tabla 87 Porcentaje de vacíos en eco – ladrillos EK. 220

Tabla 88 Resistencia a compresión de probetas de mortero. 222

Tabla 89 Compresión axial de prismas de concreto con eco – ladrillos EK. 223

Tabla 90 Resistencia a corte diagonal en muretes con eco – ladrillos EK. 225

Tabla 91 Resistencia y Propagación de la llama en Eco – Ladrillos EK. 230

Tabla 92 Contenido de Humedad Prolongada en eco – ladrillos EK. 231

Tabla 93 Resistencia a la compresión de eco – ladrillos con reemplazo al Agregado fino. 232

Tabla 94 Peso de los eco – ladrillos con reemplazo del Agregado fino. 232

Tabla 95 Contenido de Humedad de eco – ladrillos con reemplazo de Agregado Fino. 233

Tabla 96 Contenido de humedad prolongada en eco – Ladrillos con reemplazo de Agregado Fino. 233

Tabla 97 Resistencia y Propagación de Llama en eco – ladrillo EK con reemplazo de Arena. 234

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1. Planteamiento del Problema

En el Perú la construcción es una de las principales actividades económicas del país, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (2021), la construcción creció en 41,90 % por mayor ejecución de Obras del sector Privado y Público en el primer trimestre del 2021; así mismo es uno de los sectores que ha tenido una mejor recuperación a pesar de la presencia de la pandemia y la inestabilidad política como indica la Cámara Peruana de la Construcción CAPECO (2021), ya que terminó el año con un crecimiento del 35.00 %.

El ladrillo es uno de los materiales base e importantes para iniciar una construcción así también uno de los primordiales para una vivienda, es el comúnmente llamado ladrillo de arcilla quemada, sin embargo, para su elaboración se utiliza una gran cantidad de combustibles.

Indica el Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI (2018), según el último Censo en el año 2017 donde a nivel nacional Arequipa se encuentra en el segundo lugar después de Lima, como el departamento que destaca por tener un alto porcentaje de viviendas fabricadas con paredes exteriores de ladrillos o bloques de cemento (81.90 %), posteriormente el adobe y tapia (8.10 %) y quincha o piedra con barro (7.30 %).

Las características básicas del ladrillo para que se convierta en un material popular es el bajo costo que posee, su gran resistencia a la compresión y la durabilidad, por ende, con dichas características se pretende presentar una nueva opción a la construcción sobre todo reduciendo el impacto ambiental facilitando así la construcción de nuevas viviendas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Según Méndez Xalapa (2015), en su revista digital Alcalor Político nos da a conocer un proyecto en México llamado "Eco- Casas con Eco Blocks" del Ingeniero civil Cruz Romero Carmona el cual nos cuenta sobre su proyecto de eco – ladrillo para elaborar casas propiamente de basura . El Ing. Cruz se ha interesado en la fabricación de "Ecko -Blocks", elaborados de puro desecho, para la elaboración de ladrillos ecológicos que se emplearán en muros de tabiquería en viviendas. Uno de los principales cuestionamientos de la gente fue si sus viviendas edificadas de esta manera lograrían tener la resistencia y capacidad de lograr sobrellevar distintas condiciones climáticas, la respuesta a estas dudas es que este método demostró ser hasta 4 veces más resistente que el material convencional presentando así una mayor fuerza y flexibilidad para aguantar ante la presencia de distintos tipos de sismos, desde luego lluvia y sol. Pueden ser incluso más resistentes que las casas de interés social que están hechas con materiales de pésima calidad, es mucho más resistente y flexible que los materiales convencionales ya que fueron sometidos a materiales de laboratorio.

Según el Ministerio del Ambiente – MINAM (2018), indica en su reporte que en el Perú se generan 7 millones 781,904.29 toneladas de residuos sólidos de los cuales solo 1.3 millones son residuos reciclables (19.00 %); así mismo Zenteno (2019), indica en la Cámara de Comercio de Arequipa, que en el Perú se generan más de 19 mil toneladas al día de las cuales el papel representa al (4.80 %).

En Arequipa según el Diario El Pueblo (2018) se generan 483 toneladas de residuos al día por cada año, las cuales solo 79 toneladas pueden ser reciclables, se reúne el 6.26 % del total de basura aprovechable, cifra que no es muy alta sin embargo se obtiene gracias al rol que cumplen los recicladores. En el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

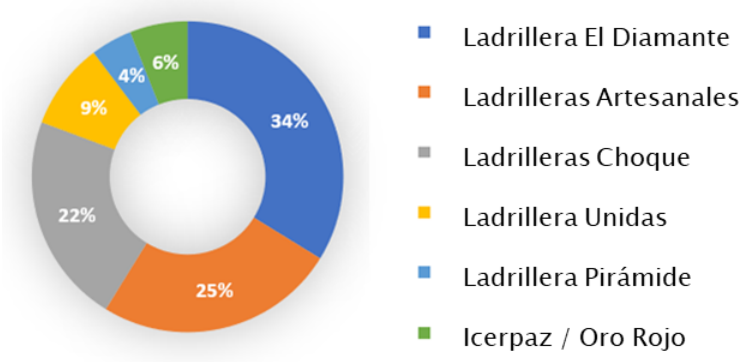
Sólidos – PIGARS (2017), indica que junto a esto están los sectores con mayor índice de una correcta separación de residuos los cuales en el distrito de Arequipa es el 18.160% y José Luis Bustamante y Rivero con el 14.24 %, ya que presentan una mayor cantidad de recicladores formales.

Para su aprovechamiento, la composición de residuos en el sector urbano presenta un 58.74 % de residuos orgánicos, 16.43% potencialmente reciclables que sería un total de 75.17% de residuo que pueden ser aprovechados y un 24.83 no aprovechable. Asimismo, el 81.33 % de los residuos pueden ser aprovechados y un 18.67 % son inservibles.

Según Salinas (2017), nos indica que en Arequipa, Ladrillera el Diamante S.A.C. ocupa el primer lugar con un 33.80 % de participación en el mercado ladrillero, seguidamente en segundo lugar se encuentran las ladrilleras artesanales con un 25.00 % en su participación, como tercer lugar Ladrillera Choque con un 21.90 % de participación en el mercado, en cuarto lugar, Ladrilleras Unidas con el 9.00 % en su participación, continuando en quinto lugar la Ladrillera Pirámide con un 4.30% de participación, y otras ladrilleras como Incerpaz – Oro Rojo, poseen el 6% de participación de mercado de ladrillos.

Figura 1

Participación de las Ladrilleras en el Mercado de Arequipa.



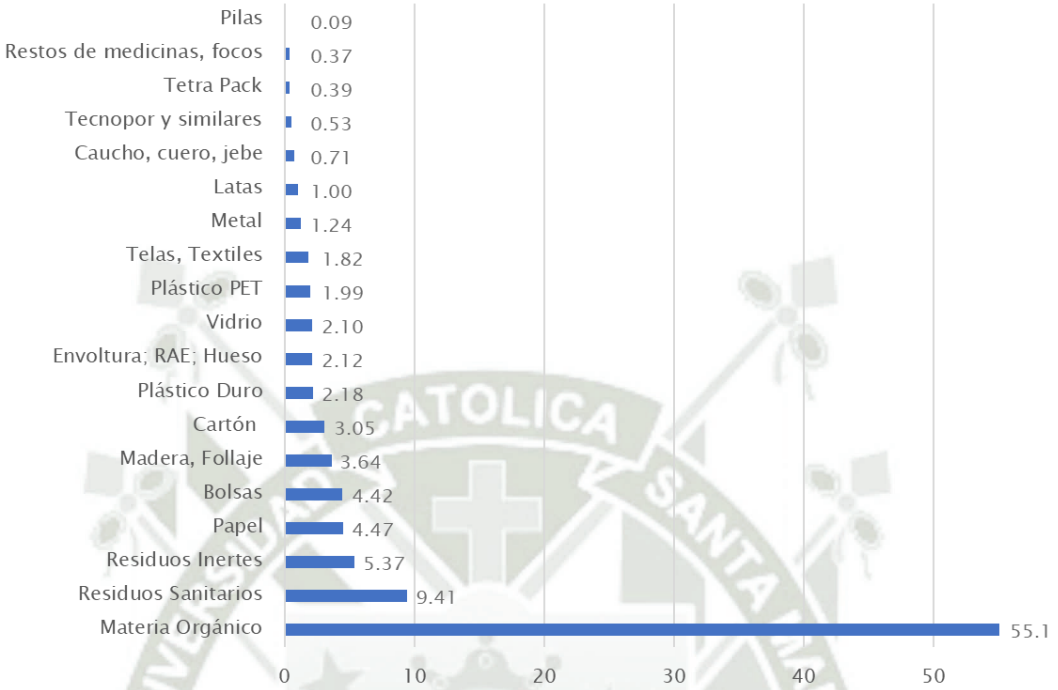
Nota: Adaptado de Estudio de Factibilidad para la Implementación de una Fábrica de Ladrillos en la Provincia de Arequipa según Salinas (2017).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 2

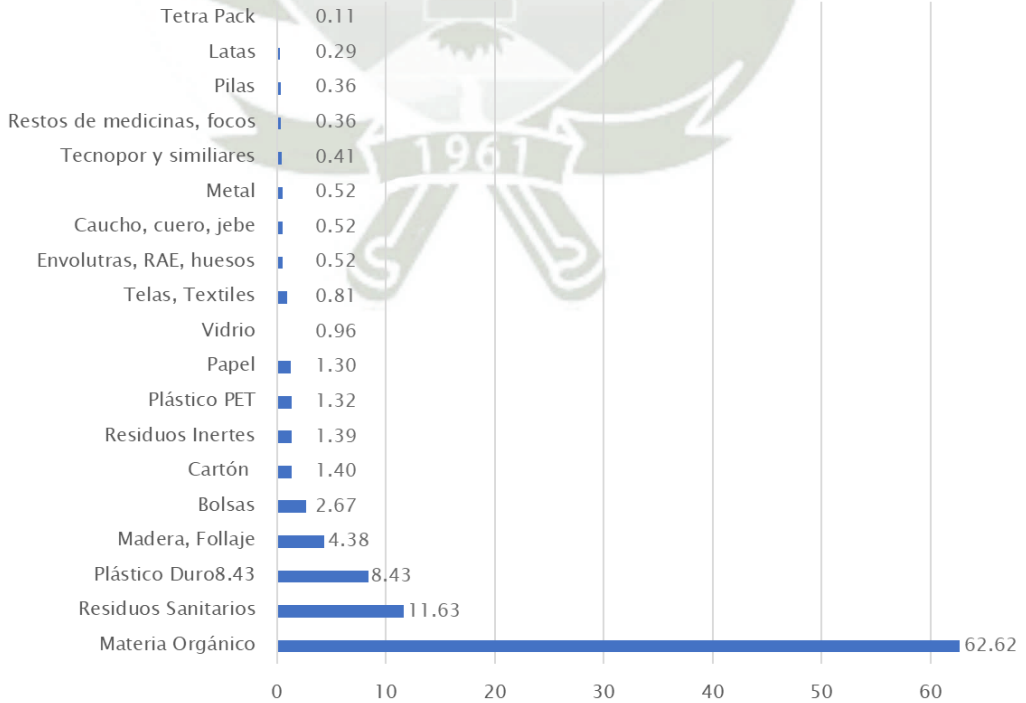
Composición física de residuos sólidos del ámbito urbano.



Nota: Recopilado del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos – PIGARS (2017).

Figura 3

Composición física de residuos sólidos del ámbito rural.



Nota: Recopilado del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos – PIGARS (2017).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 1

Producción de basura por persona al día y al año de la ciudad de Arequipa.

AÑO	POBLACIÓN	P. DE BASURA / DÍA POR PERSONA Kilogramos (Kg) /Persona	P. BASURA AL DÍA (Kg)	P. BASURA AL AÑO (Kg)
2017	1'080,635	0.492 kg/persona	529,511.15 Kg	193'271,520.47 Kg
2018	1'024,835	0.492 kg/persona	502,169.15 Kg	183'291,739.75 Kg
2019	1'042,421	0.492 kg/persona	510,786.29 Kg	186'436,995.85 Kg
2020	1'172,906	0.492 kg/persona	574,723.94 Kg	209'774,238.10 Kg
2021	1'196,636	0.492 kg/persona	586,351.64 Kg	214'018,348.60 Kg

Nota: Elaboración propia.

Tabla 2

Producción de desechos de Papel y Cartón por persona al día y al año de la ciudad de Arequipa en la Zona Rural.

AÑO	PROMEDIO DE PAPEL Y CARTÓN ÁMBITO RURAL Porcentaje (%)	TOTAL, DE BASURA POR AÑO Kilogramo (Kg)	TOTAL, DE PRODUCCIÓN PAPEL Y CARTÓN Kilogramo (Kg)
2017	2.7%	193'271,520.47 Kg	5'218,331.05 Kg
2018	2.7%	183'291,739.75 Kg	4'948,876.97 Kg
2019	2.7%	186'436,995.85 Kg	5'033,798.88 Kg
2020	2.7%	209'774,238.10 Kg	5'663,904.42 Kg
2021	2.7%	214'018,348.60 Kg	5'778,495.41 Kg

Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 3

Producción de desechos de Papel y Cartón por persona al día y al año de la ciudad de Arequipa en la Zona Urbana.

AÑO	P. DE PAPEL Y CARTÓN ÁMBITO URBANO Porcentaje (%)	P. DE PAPEL Y CARTÓN ÁMBITO URBANO Kilogramo (Kg)	TOTAL, DE PAPEL Y CARTÓN ANUAL Kilogramo (Kg)
2017	7.53%	193'271,520.47 Kg	14'553,345.49 Kg
2018	7.53%	183'291,739.75 Kg	13'801,868 Kg
2019	7.53%	186'436,995.85 Kg	14'038,705.78 Kg
2020	7.53%	209'774,238.10 Kg	15'796,000.10 Kg
2021	7.53%	214'018,348.60 Kg	16'115,581.60 Kg

Nota: Elaboración propia.

Tabla 4

Total, de producción de desechos de Papel y Cartón Reciclado en la ciudad de Arequipa.

AÑO	TOTAL, DE CARTÓN Y PAPEL AREQUIPA Kilogramo (Kg)	TOTAL, DE CARTÓN Y PAPEL AREQUIPA Toneladas (t)
2017	19'771,676.5 Kg	19,771.67 t
2018	18'750,744.9 Kg	18,750.74 t
2019	19'072,504.6 Kg	19,072.50 t
2020	21'459,904.5 Kg	21,459.90 t
2021	21'894,077.0 Kg	21,894.07 t

Nota: Elaboración Propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 5

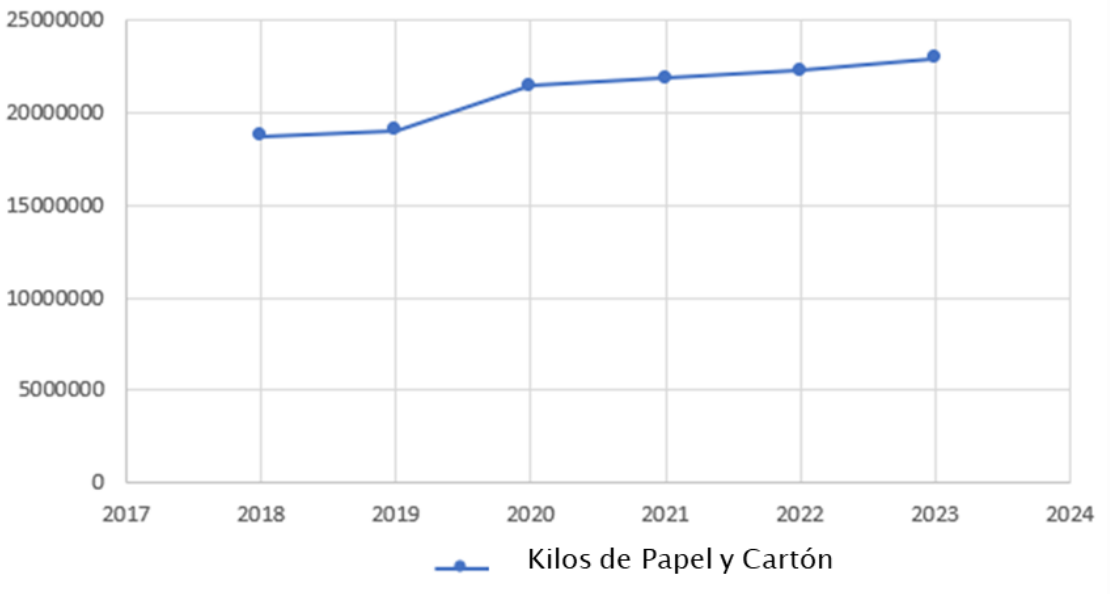
Estimación de la Producción Total del Papel y Cartón Reciclado en la ciudad de Arequipa.

AÑO	PRODUCCION EN KILOS ANUALES Kilogramo (Kg)	PRODUCCION EN TONELADAS Toneladas (t)
2017	19771676.5 Kg.	19771.67 t.
2018	18750744.9 Kg.	18750.74 t.
2019	19072504.6 Kg.	19072.5 t.
2020	21459904.5 Kg.	21459.9 t.
2121	21894077.0 Kg.	21894.0 t.
2022	22275969.68 Kg.	222759.6 t.
2023	22971365.74 Kg.	229713.6 t.

Nota: Elaboración Propia.

Figura 4

Estimación de la Producción Total del Papel y Cartón Reciclado en la ciudad de Arequipa.



Nota: Elaboración Propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

1.2. Formulación del Problema

En la ciudad de Arequipa no se suele dar un segundo uso al papel y cartón reciclado como materia prima, por desconocimiento de sus propiedades para aporte en la elaboración de materiales en la construcción, siendo este un material reutilizable que reducirá el impacto ambiental negativo que genera el ladrillo convencional, al mejorar sus propiedades y reduciendo así costos.

¿Se puede disminuir el impacto ambiental y económico de los ladrillos convencionales, aprovechando el uso del papel y cartón reciclado, para la elaboración de eco – ladrillos en muros con fines estructurales en la construcción y a su vez mejorando sus propiedades físicas y mecánicas?

1.3. Hipótesis

Se podría optimizar las propiedades físico mecánicas del eco – ladrillo a base de papel y cartón reciclado comparado con un ladrillo convencional mecanizado, donde se logra reducir así el impacto generado por la contaminación que produce la industria ladrillera y darle un segundo uso al papel y cartón reciclado como un material innovador en la Arquitectura.

1.4. Variables y Definición Operacional

1.4.1. Variable Independiente: Elemento Estructural (Causa)

- Porcentaje de Papel Reciclado (%).
- Porcentaje de Cartón Reciclado (%).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Para esta variable se utilizó Norma Tecnica Peruana - NTP 339.034 (2015), como guía y base mediante la cual se logró establecer los indicadores del componente constructivo para su evaluación y determinación, mediante las siguientes pruebas físicas y mecánicas: Variación dimensional, Alabeo, Succión, Absorción, Densidad y Resistencia a la Compresión de unidades de albañilería.

Se utiliza esta norma ya que nos indica los procedimientos a realizar de los distintos ensayos mediante los cuales se comprueba la calidad de los ladrillos de arcilla convencionales como los eco - ladrillos a base de papel y cartón reciclado.

1.4.2. Variable Dependiente: Económico y Ambiental (Efecto)

En esta variable se analiza en primera instancia el impacto que tiene en el ambiente por medio de su fabricación, con una evaluación rápida para conocer la emisión de gases, los cuales son los que más afectan en cuanto a la elaboración de ladrillos de arcilla convencional como son: monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO_2) y dióxido de nitrógeno (NO_2); a su vez se estimará el costo promedio del eco-ladrillo a base de papel y cartón y reciclado para evaluar su rentabilidad.

1.5. Objetivos de la Investigación

1.5.1. Objetivo General

Proponer la elaboración y el diseño de eco - ladrillos modulares a base de papel y cartón reciclado para para la construcción de muros en viviendas de la ciudad de Arequipa y así poder mejorar las propiedades Físico - Mecánicas del Ladrillo Convencional reduciendo el impacto Ambiental que genera su fabricación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

1.5.2. Objetivos Específicos

I. Analizar las propiedades físico – mecánicas que posee el ladrillo convencional mecanizado de Tipo lll y IV con el fin de poder obtener datos y establecer criterios para las dosificaciones y pruebas del eco-ladrillo propuesto, evaluando también el impacto ambiental que causa el ladrillo de arcilla en su elaboración.

II. Identificar y analizar los beneficios de las propiedades que posee el uso del papel y cartón reciclado en la fabricación de ladrillos como material constructivo para el armado de muros portantes y tabiquería, destinando así los materiales que conformarán al eco – ladrillo de concreto con adiciones de pasta de papel y cartón reciclado.

III. Elaborar muestras cilíndricas de concreto para el diseño del eco-ladrillo en base al ACI Committee 211.1-91(2006), con el fin de poder determinar la dosificación adecuada de las unidades de albañilería para muros portantes y tabiquería, definiendo a su vez el modelo de ladrillo con las medidas estándar establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE según la Norma Técnica Peruana NTP – E.070 (2019), con el propósito de proceder a las pruebas de laboratorio establecidas por las Normas Técnicas de Albañilería INTINTEC, evaluando los resultados de las resistencias en los eco-ladrillos.

IV. Obtener un modelo de ladrillo eficiente a través del análisis de los resultados de la comparación de pruebas de ladrillos convencionales de arcilla y eco – ladrillos a base de pasta de papel y cartón reciclado con el fin de evaluar la factibilidad del beneficio del ladrillo propuesto tanto en la reducción de residuos y costos,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

obteniendo así una mejora en sus propiedades para ser empleado en muros portantes y tabiquería.

1.6. Alcances y Limitaciones de la Investigación

1.6.1. Alcances de la Investigación

Se llegará a la elaboración de prototipos de eco – ladrillos mediante las pruebas de porcentaje de incidencia del agregado de pasta papel y cartón reciclado.

- Asentamiento.
- Resistencia a compresión.
- Variabilidad dimensional.
- Alabeo.
- Porcentaje de vacíos.
- Absorción.
- Succión.
- Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería.
- Resistencia a compresión axial de pilas.
- Resistencia a corte diagonal de muretes.
- Resistencia a la llama directa.
- Contenido de humedad.
- Humedad prolongada.

Mediante las cuales comprobaremos la eficiencia de sus propiedades y resistencia, para así poder destinar su uso en muros portantes y tabiquería de albañilería en viviendas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

convencionales tomando como prioridad su uso en el carácter social para viviendas de bajos recursos.

1.6.2. Limitaciones de la Investigación

La investigación se enfocará únicamente en la elaboración del eco-ladrillo a base de pasta de papel y cartón reciclado en comparación a su método de elaboración y resistencia al ladrillo mecanizado de arcilla Tipo IV (King Kong 18 huecos) ya que posee características adecuadas para el uso y construcción en muros portantes y el ladrillo Tipo III para muros de tabiquería, debido a su comercialización en la ciudad de Arequipa.

Se evaluarán los efectos de porcentajes de incidencia de pasta de papel y cartón reciclado (5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %) los cuales se obtendrán a partir de un estudio antecesor a este con el fin de demostrar el porcentaje más adecuado para el ladrillo propuesto de concreto con agregado de celulosa de papel y cartón reciclado.

Se tendrá bajo condición el secado de los ladrillos dependientemente del clima en épocas de lluvia o ausencia solar en el periodo de 4 a 5 meses (diciembre a marzo), periodo en el cual el secado será interno o externo con la correcta protección de los mismos; dónde se podrían presentar variaciones de tiempo para su correcto secado.

1.7. Justificación de la Investigación

1.7.1. Importancia del Estudio

La importancia de la investigación que se encuentra dentro del Lineamiento de Tecnologías Constructivas con materiales innovadores se centra en la adición de un nuevo material para la elaboración de eco-ladrillos donde se pretende aumentar o igualar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos convencionales de arcilla.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

En estudios antecesores los ladrillos a base de papel y cartón reciclado están destinados al uso en muros para tabiquería, es aquí donde el interés de esta investigación está centrado a que el eco-ladrillo a base de papel y cartón reciclado se emplee en el sistema constructivo para muros portantes.

Estos eco-ladrillos cumplirán con criterios ecológicos para su elaboración, estimar un menor costo en su proceso constructivo además de ser aislantes térmicos, así mismo la reducción del impacto ambiental haciéndolo un material de construcción sostenible con un alto potencial.

Por otro lado, contribuirá al mejoramiento de la calidad de vida de las personas, ya que se logrará una reducción de residuos creando un material con un adecuado rendimiento para la construcción de viviendas en las zonas urbanas, dando una nueva alternativa como material de construcción.

1.8. Metodología de la Investigación

1.8.1. Enfoque de la Investigación

Según las definiciones de Sampieri (2014), esta investigación posee un enfoque Cuantitativo y Cualitativo lo que sería un enfoque Mixto , ya que se obtendrán resultados en base a características y datos numéricos luego de aplicar los ensayos correspondientes para determinar los rendimientos a investigar para lograr su integración y discusión conjunta , ya que al ser cuantitativa presenta un serie de procesos y pasos que no se pueden saltar , como también cualitativo ya que durante la investigación pueden surgir preguntas y la recolección de datos , una acción indagatoria que se ira moviendo durante la investigación y el proceso de interpretación (p.5-7).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

1.8.2. Tipo de Investigación

Según las definiciones de Sampieri (2014), el tipo de la investigación es Correlacional-Explicativo, ya que se pretende analizar el grado de asociación o vínculo entre dos o más conceptos; se medirán las variables dependientes (propiedades físicas, mecánicas, absorción y térmico - acústicas) para conocer la relación con la incidencia de las variables independientes (agregado de papel y cartón reciclado) en el diseño de mezcla de los ladrillos en propuesta, y a su vez explicativa ya que está dirigido a responder las causas de los eventos y fenómenos físicos , el interés se centra en explicar la razón por la que ocurre un fenómeno y en las condiciones en las que se manifiesta. (p. 95)

Donde se analizará la causa y el efecto de dos variables como son el eco - ladrillo como elemento estructural, el impacto ambiental y el económico.

1.8.3. Método de la Investigación

Según las definiciones de Rodriguez & Pérez (2017), se utilizará el método Hipotético - Deductivo, porque se requiere que la propuesta de la presente investigación se someta a ensayos para comprobar si es falsa o verídica la hipótesis que se ha planteado, mediante fuentes teóricas y empíricas.

1.8.4. Método de Muestreo

Según las definiciones de Sampieri (2014), se empleará el método de muestreo No Probabilístico, porque no se determinará el muestreo mediante la probabilidad, puesto que se pretende analizar sólo las propiedades de ladrillos de concreto empleando celulosa de papel y cartón reciclado a diferentes porcentajes de incidencia determinados por el investigador.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

1.8.5. Tamaño de la Muestra

La muestra se divide en 3 tipos según lo indica Norma Técnica Peruana - NTP 339.034 (2015), donde la primera muestra es para los especímenes de la investigación, y se realizaran pruebas a la Resistencia de Compresión a los 7, 14 y 28 días según lo establecido en la norma, el segundo tipo de muestra serán las unidades de albañilería (eco-ladrillos) , el tercer tipo es la muestra de prismas, pilas y muretes.

Para las muestras se ordenarán según el material ya sea Arcilla Ladrillo King Kong 18 huecos), y eco-ladrillo; en el caso de los ladrillos de arcilla la muestra será de 10 ladrillos como lo indica en Reglamento Nacional de Edificaciones Norma Técnica Peruana - NTP E.070 (2019), ya que por cada 50 millares de unidades de ladrillos se selecciona una muestra de 10 unidades, se igualara esta muestra a los ladrillos de concreto y eco-ladrillos de los cuales se irán 5 de cada tipo a pruebas de resistencia a los 7, 14 y 28 días respectivamente y los restantes para absorción , estos ensayos se realizaran de acuerdo a cada tipo de dosificación.

Así mismo en el ensayo de prismas con las unidades de albañilería para los eco-ladrillos elaborando pilas y muretes menciona el Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE Norma Técnica Peruana NTP - E.070 (2019), que en obras de hasta 2 niveles según la zona sísmica 2 y 3 (Arequipa Zona 3) en los ensayos de carga axial se elaboran 3 pilas (cada 500m2 área techada) y 3 muretes (1000m2 área techada) para el ensayo de compresión diagonal.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

1.8.6. Técnica e Instrumentos

Las técnicas empleadas para esta investigación serán según Sampieri (2014, pág 252), la observación como técnica principal, ya que consiste en un registro sistemático y confiable sobre comportamientos y situaciones observables , por lo que los eco-ladrillos serán ensayados en base a pruebas de laboratorio evaluando su comportamiento sometidos a las distintas pruebas; En segundo lugar se empleará los datos secundarios ya que consiste en la recopilación y revisión de información de documentos , archivos físicos y electrónicos ya que esta técnica sirve para recopilar datos previos e investigaciones antecesoras para recopilar información sobre los estudios a realizar.

1.8.6.1. Proceso e Instrumentos para la recolección de Datos.

- Portafolio de Campo para el registro de actividades.
- Cédulas para Pruebas del Laboratorio.
- Guía de Pruebas para Laboratorio (elaboración propia).
- Normas Técnicas Peruanas para unidades de albañilería de Arcilla y Concreto.
- Reglamento Nacional de Edificaciones y Estándares de Calidad Ambiental.
- Gráficos para sintetizar la información.
- Registro fotográfico.

1.8.6.2. Maquinaria del Laboratorio e Instrumentos de Campo.

- Tamices para granulometría 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y Fondo.
- Balanzas Digitales calibradas a 0,1 g para obtener los pesos de los materiales.
- Picnómetro, Termómetro.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- Molde Cónico y Tamper.
- Recipiente cilíndrico de acero de 2,8 LTS con varilla lisa de acero redondeada de 16mm y Estufa de Cocina.
- Horno con libre circulación de aire que permita mantener una temperatura comprendida entre 110°C y 115°C.
- Cono de Abrams.
- Moldes cilíndricos para probetas con 10 cm de diámetro y 20 cm de alto.
- Trompo mezclador pequeño.
- Nivel de ingeniero.
- Escantillones pequeños.
- Plomada pequeña.
- Regla metálica.
- Maquinaria de Compresión.
- Prensa universal de compresión axial.

1.8.6.3. Herramientas y Maquinaria para la elaboración de los Eco – Ladrillos de Papel y Cartón Reciclado.

- Trompo Mezclador.
- Molde Metálico del Eco – Ladrillo.
- EPP (Equipo de Protección Personal).
- Aceite para desmoldar.
- Plancha o badilejo

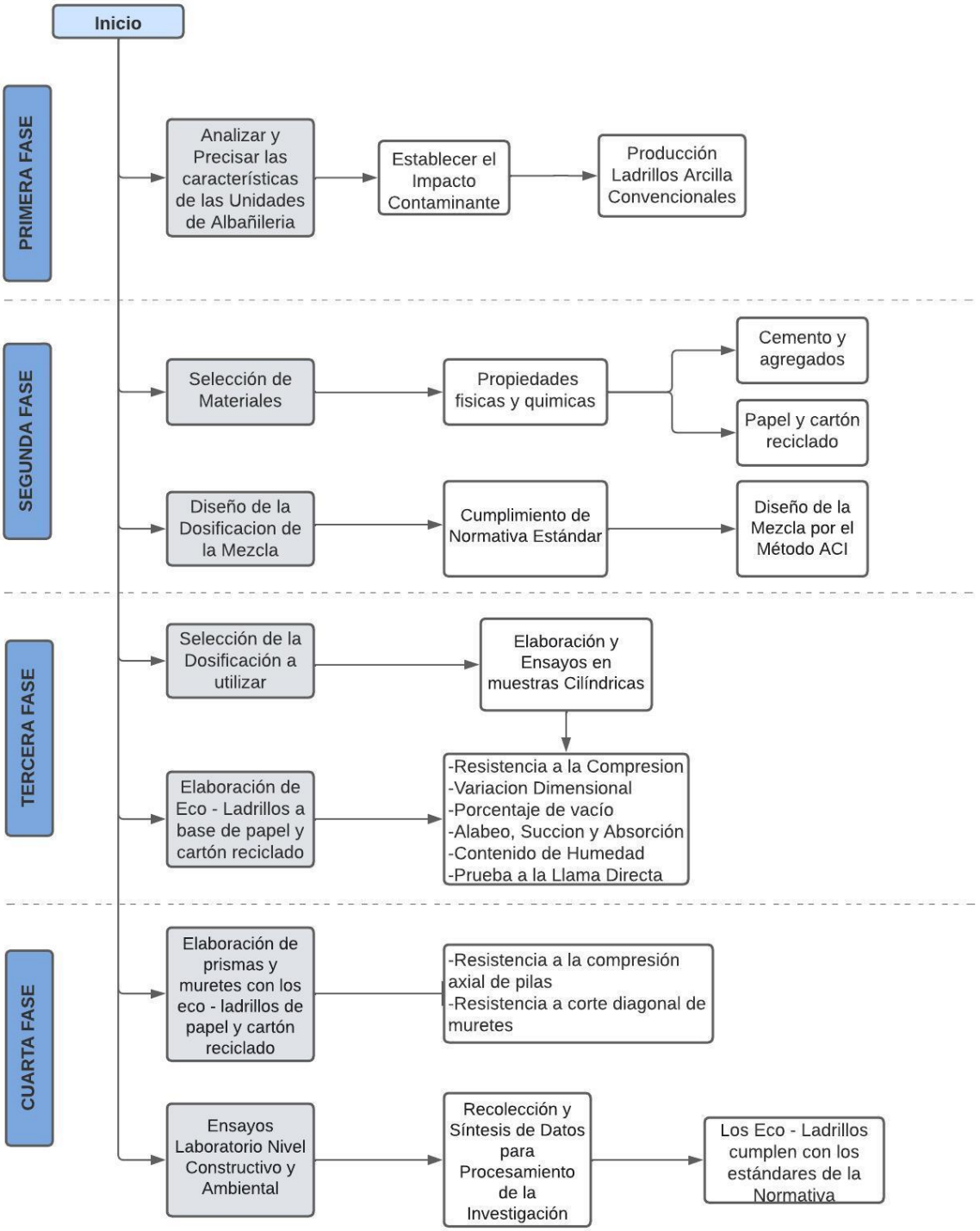
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

1.8.7. Proceso de Recolección de Datos

Figura 5

Flujograma de Trabajo de la Investigación.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

La presente investigación tiene un proceso asiduo, en la que se ejecutaran las actividades en cada fase según el objetivo de estas para poder llegar al resultado principal logrando que sea eficiente lo investigado.

- **Primera fase:** Analizar y Precisar las características de las unidades de albañilería (ladrillos de arcilla) para así determinar el impacto que este genera hacia el ambiente en cuanto a su elaboración.

Actividades:

Actividad 1: Obtener datos por medio del análisis teórico y características cuantitativas de la elaboración, propiedades e índices de contaminación provenientes del ladrillo de arcilla.

Actividad 2: Sintetizar la información a través de gráficos y cuadros estadísticos

Actividad 3: Definir el impacto causado por los ladrillos convencionales de arcilla.

- **Segunda Fase:** Destinar los materiales que conformaran el ladrillo de concreto para así proceder a utilizar el agregado de celulosa de papel y cartón reciclado adicional a estos.

Actividades:

Actividad 1: Definir los materiales que conforman a un ladrillo de concreto según la Norma Técnica Peruana (NTP) concreto, y así conocer las bases para su destino en albañilería estructural.

Actividad 2: Obtener información y dato útiles sobre las características y propiedades de la celulosa de papel y cartón reciclado como agregado, por medio de artículos, papers e investigaciones y así poder destinarlo a la mezcla de concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- **Tercera Fase:** Fabricación de los especímenes cilíndricos de concreto para su uso en el eco-ladrillo a base de papel y cartón reciclado siguiendo el Método ACI 211 para la dosificación adecuada destinada a unidades de albañilería en muros estructurales.

Actividades:

Actividad 1: Determinar las bases para el diseño de una adecuada dosificación para la mezcla de concreto con agregado de celulosa de papel y cartón reciclado.

Actividad 2: Elaborar la dosificación o dosificaciones para el eco-ladrillo a base de papel y cartón reciclado.

Actividad 3: Registrar los datos obtenidos para las distintas muestras realizadas conforme a las pruebas de resistencia que se fueron realizando a los especímenes según los tipos de dosificaciones

Actividad 4: Elegir la dosificación adecuada que demuestre una buena adherencia y mezcla de los materiales para una resistencia eficiente.

- **Cuarta Fase:** Aplicación de las pruebas de laboratorio a los eco-ladrillos a base de papel y cartón reciclado, las cuales se encuentran establecidas en ITINTEC Normas Técnicas de Albañilería a fin de obtener un resultado eficiente en cuanto a sus propiedades.

Actividades:

Actividad 1: Hacer muestras de eco-ladrillos a base de papel y cartón reciclado compuestas por distintas dosificaciones (porcentajes de agregado de celulosa de papel y cartón como agregado)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Actividad 2: Efectuar las pruebas de laboratorio para los ladrillos, establecidas en el RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) norma E-070 de Albañilería por medio de los equipos de laboratorio realizando los siguientes ensayos:

-Peso de los ladrillos

-Ensayo de resistencia a la compresión de los ladrillos

-Variación dimensional de los ladrillos

-Absorción de los ladrillos

-Contenido de humedad de los ladrillos

-Succión de los ladrillos

-Alabeo de los ladrillos

-Porcentaje de Vacíos a los ladrillos

-Compresión axial de pilas de ladrillo

-Corte diagonal de muretes

-Resistencia a la compresión del mortero

Actividad 3: Medir la emisión de gases desprendidos por los eco-ladrillos a base de papel y cartón reciclado analizando su impacto ambiental.

Actividad 4: Analizar los resultados de las pruebas realizadas en el laboratorio de los ensayos tanto de propiedades físicas y mecánicas para así evaluar el uso del eco-ladrillo en muros portantes.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Actividad 5: Elaborar tablas y gráficos para sintetizar la información sobre las resistencias y propiedades del eco-ladrillo a base de papel y cartón reciclado para así corroborar su eficiencia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1. Estado del Arte

2.1.1. Antecedentes Internacionales

En la investigación "Utilización de papeles de desecho para la elaboración de Ladrillo Ecológicos" según Arya & Kansal (2016), señalan que la industria de la construcción es conocida a nivel mundial por ser uno de los mayores consumidores de recursos no renovables , siendo así más el papel que acaba siendo desechado que reciclado , por ende el motivo de su análisis se basa en determinar el peso , la resistencia a la compresión , la capacidad de absorción de agua, la resistencia al fuego y la dureza del ladrillo de papel-hormigón utilizando papel de desecho con el fin de determinar su aptitud para ser utilizado en la construcción; utilizando así la pulpa de papel con cemento y arena el peso del ladrillo es aproximadamente un 50% menor al ladrillo convencional por lo tanto esta característica disminuirá el peso muerto de la estructura en gran cantidad cambiando así el diseño y el coste de la construcción en un punto de vista económico.

Así mismo se menciona que el papel-hormigón es un material de construcción alternativo y barato presentado una buena absorción acústica , aislamiento térmico, ligero y resistente al fuego dando como resultados en las pruebas de laboratorio a la resistencia de la compresión aun con 14 días el ladrillo de papel-hormigón presenta un comportamiento elástico y menos frágil por ende la estructura no falla solo se agrietan y desprenden las caras exteriores, también se presentó una variante en el peso siendo este inferior a 2 kg cuando el ladrillo convencional de arcilla pesa entre 2kg y 4kg ; se realizó también la prueba de corte y pegado siendo el ladrillo de papel-hormigón cortado fácilmente a las medidas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

requeridas en comparación la ladrillo convencional de arcilla que al ser cortado se generan muchos desperdicios , se demostró también en la prueba de resistencia al fuego que el ladrillo no arde a llama abierta el único punto débil seria el interior del bloque sin embargo al hacer instalaciones con un correcto cableado y con el correcto estuque sin fugas no se generara combustión por falta de oxígeno.

Se concluye en esta investigación que los ladrillos no son adecuados para muros portantes con la dosificación indicada sin embargo se podrían mejorar sus propiedades así mismo con el uso de impermeabilizantes se pueden usar en muros exteriores; por sus capacidades de flexibilidad y ligereza son adecuados para zonas susceptibles a terremotos, se demostró que el uso de estos ladrillos reduce la contaminación y los costes de las edificaciones.

Por otro lado en el estudio “An investigation on use of paper mill sludge in brick manufacturing” según Goel & Kalamdhad (2017), se presentaron los resultado basados en un estudio experimental exploratorio en los cuales se fabrica ladrillos ecológicos en base a PMS (Paper Mill Sludge) o pasta de papel y tierra realizando una mezcla en la cual variaron los porcentajes de PMS entre (5%, 10%, 15% y 20%) probando también temperaturas de cocción entre 850 °C y 900 °C ; Probándose así su rendimiento con la incorporación de la mezcla evaluando las propiedades como resistencia a la compresión , absorción del agua , pérdida de masa por ignición . Los resultados demostraron que los estudios obtenidos serán de gran importancia para la industria del ladrillo, así como también conducirán al uso sostenible de los recursos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

De acuerdo a la investigación "Mechanical Properties of papercrete" según Zaki, Gorgis & Salih (2018), estudian la adicion de papel reciclado como adición en la mezcla de hormigón siendo utilizado el papel periódico materia prima y como un nuevo material compuesto siendo sostenible en la construcción y de bajo coste, teniendo una buena absorción acústica y aislamiento térmico, llegando a ser un material ligero y resistente al fuego. Los porcentajes de papel usados fueron de 5%,10%,15% y 20% en peso de cemento y asi analizar las propiedades mecánicas de las mezclas (resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por división, resistencia a la flexión y densidad). El diseño de la mezcla fue realizado para una resistencia de 25 Mpa (254.92 Kg/cm^2) en donde la relacion fue 1:1.9: 2.5 cemento: agregado fino :agregado grueso con una relación agua cemento 0.35. Sin embargo la demanda de agua se agranda e influye en su asentamiento mientras se va añadiendo una mayor cantidad de papel hasta el 20% ya que posee gran absorción . Se logró una buena resistencia con la adición del 5% y 10% , por lo que la proporción de la mezcla mas adecuada va entre el 5 y 10%, ya que al agregarle porcentajes mas altos la mezcla se debilita; no obstante a pesar que la mezcla entre el 5% y 10% de adición de papel resultó tener buena resisitencia en comparación a las otras no es adecuada para su uso en resistencias portantes.

Por otro lado en la investigación "Low Cost Paper Brick for Financially Marginalized Section Of Urban Poor" según Samiur Rehman (2018), se realizó un estudio evaluándose alternativas con materiales como papel , cemento portland y PET, en el cual se indica que también se puede lograr reducir el coste de las viviendas drásticamente utilizando alternativas rentables hacia un ladrillo convencional ya que constituye la mayor parte de los

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

componentes de la construcción pudiendo ayudar a los sectores pobres urbanos; elaborando la mezcla triturando el papel reciclado, empapándolo de agua y triturándolo nuevamente convirtiéndose en gránulos para ser mezclados con lechada de cemento, con una dosificación de 8:2 de papel y cemento y dejando curar por 24 horas, luego se procede a elaborar las pruebas de laboratorio tanto de absorción , compresión y pruebas de resistencia al fuego con compresor, el peso del ladrillo seco de papel es de 1.601kg y luego de dejar en remojo por 24h el peso fue de 2.156 kg. Los resultados arrojados por el ladrillo fueron de una absorción de 34.6 % y soporto una capacidad de carga bajo compresión de 500 kg. Así mismo se comprobó la resistencia al fuego luego de ser sometido durante 4 h. a 150 °C no se demostró deformación el estado fue bueno y sólido.

Menciona también en la investigación "Ecobrick - Ladrillo ecológico a base de papel reciclado para muros divisorios" según Hasri (2015), donde se propone un aporte a la construcción con un material tradicional como el papel reciclado que junto a algunos aditivos se le da consistencia al elemento final en donde también no se propone usar un mortero para la junta de los ladrillos si no un diseño con ensamblaje más limpio cumpliendo con propiedades aislantes térmicas y acústicas ; este ladrillo será elaborado principalmente en su composición a base de papel reciclado / yeso / agua con una dosificación del 90% de papel , 5% de yeso y 5% de PVA cubetas de cartón para huevo; contando también con las cantidades a utilizarse en kg para un ladrillo con dimensiones de 10 cm x 10 cm x 20 cm se requiere papel 530 gr , 325 kg de Yeso , PVA 400 gr y 1.325 de agua. En los resultados obtenidos en la prueba de compresión en el ladrillo Ecobrick con un área de 200 cm2 obtuvo una resistencia de 51 kg/ cm2 cumpliendo así con su normativa, lo mismo a la

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

exposición al fuego durante 60 min no se propagó el incendio ni se atravesó la muestra sin embargo se recomendó por sus componentes a usos en interiores por su vulnerabilidad a la humedad.

Según Muñoz, Letelier y Bustamante (2020), en su investigación "Adobe bricks reinforced with paper and Pulp wasted improving thermal and mechanical properties" indican que la promoción de una arquitectura más sostenible ha llevado a mirar hacia el adobe o la tierra apisonada debido al gran impacto de la industria del ladrillo de la arcilla cocida , así como también del hormigón llegando en algunas conclusiones que este ladrillo en cuanto a resistencia a la compresión mejoraría un 190% sin embargo el adobe en si no presenta una gran resistencia a la compresión o a la tracción pero se han considerado algunos estabilizadores naturales ya que el cemento no ha sido muy aconsejado porque aún presenta un impacto ambiental , por lo tanto los estabilizadores investigados fueron cenizas volantes , escorias granuladas de alto horno e inclusiones de fibras como la paja de cáñamo y la paja de fonio , en los resultados de este estudio se obtuvo que la adición de la pasta de papel a los ladrillos de adobe crean unos ladrillos más livianos con menor conductividad térmica pero mayor resistencia a la compresión ; sin embargo , estos ladrillos en la prueba a la resistencia de agua las capas absorben rápidamente el agua y se separan unas de otras lo que provoca una expansión del ladrillo de adobe y el lavado de las grandes cantidades de materiales , considerando que las fibras de la pasta de papel ayudan a reducir este efecto pero no proporcionan la solidez necesaria por ende, el uso del adobe para la construcción en mampostería debe considerar el uso de medidas de impermeabilizantes.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

2.2.2. Antecedentes Nacionales

En el estudio "Ladrillo ecológico elaborado con papel reciclado" de Sánchez, Cerna & Gonzáles (2018), realizaron una comparación en laboratorio entre ladrillos ecológicos a base de papel reciclado y ladrillos artesanales de arcilla cocida para así determinar cuál sería el impacto tanto en las propiedades físico - mecánicas como también en el costo para su aplicación en la construcción de viviendas de bajos recursos en Chimbote; demostrándose así que su aplicación en viviendas es óptima ya que presenta una resistencia a la compresión de 66.94 kg /cm² cuyo valor es superior al requerido en la Norma Técnica Peruana NTP del Instituto Nacional de Investigación Tecnológica y Normas Técnicas ITINTEC 331.017 que es de 60 N/cm² en comparación al ladrillo de arcilla que obtuvo 87.93 kg /cm² ambos cumpliendo así con los ensayos y normas técnicas establecidas NTP 331.019 y Norma Técnica E- 0.70 del Reglamento Nacional de Edificaciones RNE , así mismo una reducción de costos ya que el ladrillo de arcilla cocida estaría en 38 céntimos la unidad y el ladrillo ecológico en 0.20 céntimos, obteniendo un ahorro de 0.18 céntimos . Se reduce considerablemente el impacto ambiental que genera la cocción de los ladrillos de arcilla y se elimina la emisión de CO2 siendo así un material de construcción innovador de gran potencial.

Así mismo en la tesis denominada "Evaluación de la resistencia a la compresión de ladrillos de concreto agregando papel reciclado" de Cortéz & Lozano (2021), se realiza un análisis a probetas y vigas con distintas adiciones de papel reciclado en porcentajes de 0% , 4% ,8% y 12%, evaluando en los ensayos de propiedades fisicas como dimensionamiento,absorción y alabeo, asi tambien propiedades mecánicas como resistencia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

a la compresión del concreto como elemento estructural de albañileria y en el caso de las vigas resistencia a la flexión , mostrandose un mejor resultado en el desempeño del papel reciclado con adicion del 8% . Los resultados arrojados en los ensayos de resistencia a la compresión fueron con una adicion de 4% de papel reciclado a los 28 dias con 183.5 kg/cm^2, al 8% con 193.8 kg/cm^2 y 12% con 183.3 kg/cm^2 ; así mismo se pudo observar que con mayor adición de papel reciclado a los 28 dias se genera un aumento de 1.55%, 2.15% , 2.85% en la humedad, trayendo por consecuencia que a mayor adición de papel reciclado, mayor humedad, disminuye la resistencia a la compresión; se menciona tamiben que en adicion del 8% de papel reciclado se presentó un alabeo de 3mm no cumpliendo con los rangos de un ladrillo tipo V pero encontrandose en el rango del tipo lV .Sin embargo en cuanto a su absorción se menciona que el ladrillo de arcilla tipo V presenta un 22% y los resultados arrojados fueron 3.4% , 3.6%, 3.9% y 4.1% respectivamente para adiciones de 0%, 4%, 8% y 12% cumpliendo dentro del rango de la NTP 331.017 , se concluyó que una adicion del 8% de papel reciclado muestra un resultado optimo dentro de la normativa.

Por otro lado en la investigación denominada “Efecto de la incorporación de la celulosa del papel bond reciclado en las propiedades mecánicas del concreto f´c 210 kg/cm2” de Pablo & Ortiz (2020), en donde se procede a realizar una mezcla de concreto patrón con resistencia 210 kg/cm^2 por el Método ACI-211 donde se procedió a realizar a mezcla con porcentajes de adicion de papel bond reciclado de 1%,5% y 9% , realizando ensayos fisicos para los agregados y tambien para la celulosa reciclada de papel como granulometria, peso unitario suelto, peso unitario compactado, peso especifico y % de absorción ; Procediendo después ser sometidos a los ensayos de laboratorio para asi hallar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

el porcentaje óptimo, en los cuales los resultados fueron para 1%,5% y 9% en la resistencia a la compresión disminuyeron en 16.2%, 11.7% y 39.2% respectivamente concluyendo asi que el aumento de papel en el concreto produce un efecto negativo. Sin embargo se presento para los porcentajes de 1%, 5% y 9% unas resistencias a los 28 dias de 197.70 kg/cm^2 , 207 kg/cm^2 y 125.10 kg /cm^2 respectivamente , por lo que para unidades de albañileria tipo lV y V funcionarian adecuadamente los porcentajes de 1% y 5% en cuanto a resisitencia.

Se comenta tambien en la tesis denominada “Aplicación y estudio de las celulosas recicladas obtenidas del papel periódico como una adición para el concreto” de Barriga & Bernardo (2016), donde mencionan la elaboración de prototipos agregando celulosa de papel con los porcentajes de 5%, 10% y 15% comportandose positivamente en sus propiedades mecánicas, sin embargo el tiempo de fraguado aumenta ya que la celuosa de papel posee mayor capacidad de absorción; Asi mismo se comprobó que el papel periódico tiene una mejor resistencia que el papel de oficina afirmandose que este proporciona mejores propiedades para el papercrete a diferencia del papel de oficina , cabe mencionar que a mayor incorporación de celulosa de papel demuestra menor resistencia. La mayor resistencia arrojada por la mezcla fue de 91.63 kg/cm^2 con una adición del 5% más aditivo por lo que se considera que esta resisitencia no es adecuada para el uso de la mezcla en muros portantes pero si en cuanto mampostería.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

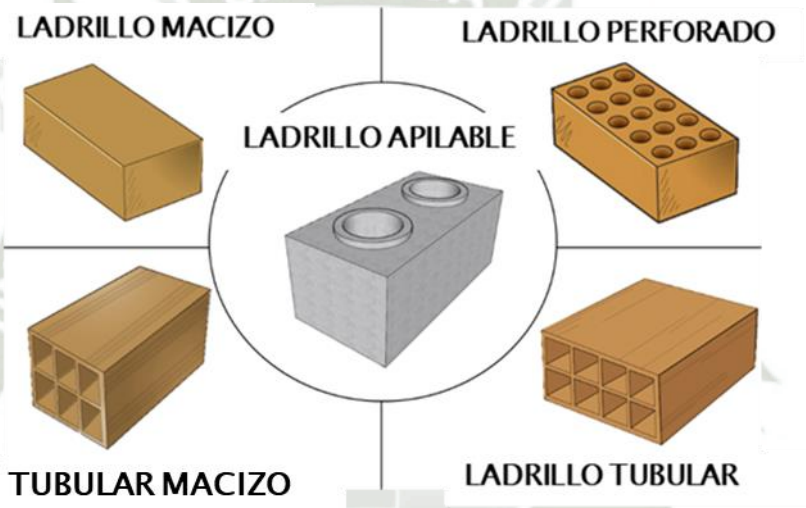
2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Unidades de Albañilería

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE – 0.70 (2020), se define a las Unidades de Albañilería a los Ladrillos y Bloques como los elementos sólidos, huecos, apilares, alveolares o tubulares donde fabricación es con los materiales de arcilla, sílice – cal o concreto.

Figura 6

Tipos de Unidades de Albañilería.



Nota: Adaptado de Aceros Arequipa (2022), revista Construyendo Seguro.

2.2.1.1. Albañilería.

Según Pacheco y Canchanya (2021), define a la albañilería como una técnica para ejecutar la elaboración de edificaciones, donde se utilizan distintos materiales que pueden ser naturales o artificiales entre ellos piedra, ladrillo, arena y semejantes siendo estos agrupados entre si con alguna mezcla de que permita su adherencia, como el mortero.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

A. Tipos de albañilería.

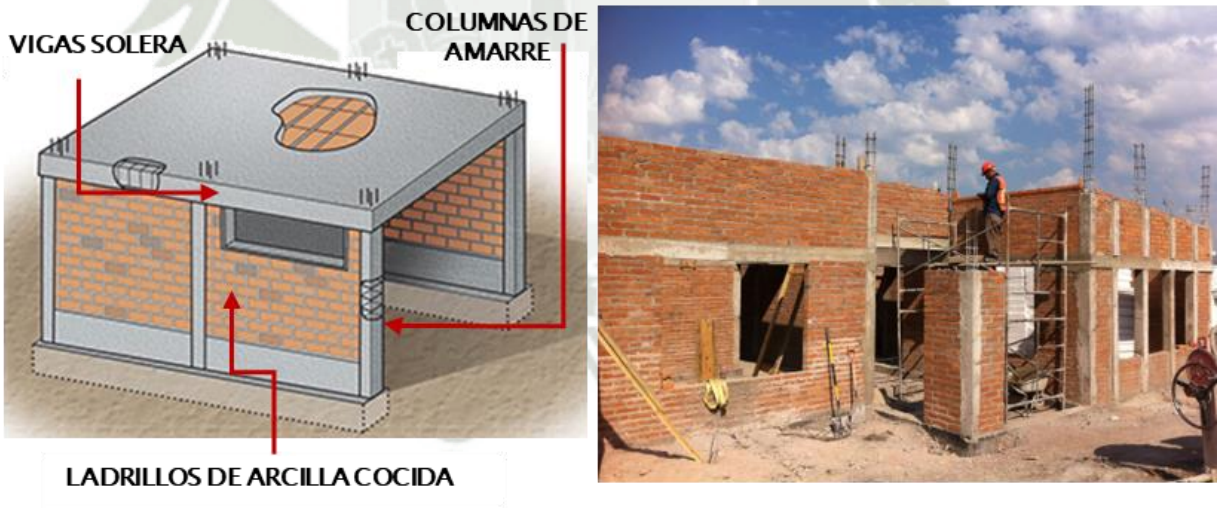
En el documento de Pacheco y Canchanya (2021), se definen los tipos de albañilería como el sistema confinado y el sistema aporticado:

- **Albañilería Sistema Confinado:**

En el manual de construcción Aceros Arequipa (2022), así mismo en Pacheco y Canchanya (2021), este sistema es empleado para la construcción de viviendas, donde se efectúa primero la elaboración de los muros simples que son los ladrillos de arcilla cocida seguidamente se hará las columnas de amarre donde se da la conexión dentada entre albañilería y columnas, por último se hace la construcción del techo por medio de las vigas.

Figura 7

Sistema de Unidad de Albañilería Confinada.



Nota: Adaptado Aceros Arequipa (2022), revista Construyendo Seguro y Habitissimo (2020).

- **Albañilería Sistema Aporticado:**

Según Delgado y Contreras (2011), en el en el Manual de Diseño de Estructuras Aporticadas en Concreto Armado, el Sistema Aporticado consiste en la construcción de vigas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

y columnas enlazadas por medio de nudos a 90°, obteniendo así pórticos resistentes en las direcciones verticales y horizontales, ejecutándose primero las columnas y seguidamente las vigas de concreto siendo esta la estructura principal de la edificación.

Figura 8

Sistema de Unidad de Aporticado Confinada.



Nota: Adaptado de la Universidad Tecnológica del Perú – UTP (2020), y Estructura Aporticada Construcciones CTM (2021).

2.2.1.2. Ladrillo

Según Carpio (2016), unidad de forma rectangular geométrica, para el uso de albañilería, resultado de la propiedad plástica como materia prima al moldearse con agua, además de ser una alternativa masiva como material de construcción en casi todos los países donde también Barranzuela (2014), nos indica que se puede definir a los ladrillos como piezas para la construcción donde todas sus caras y bases son de formas rectangulares.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 9

Diferentes tipos de ladrillos para la construcción.



Nota: Adaptado Ríos (2018), revista digital ARQHYS (2012).

2.2.1.3. Mortero

Su definición según el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE – E.070 (2018), como un componente que es utilizado como adherente de las unidades de albañilería tanto horizontal como vertical, esta mezcla homogénea es a base de aglomerantes como el agregado fino más cemento, donde se agregara una proporción de agua alta hasta hacer la mezcla moldeable – trabajable; algunas veces con aditivo prácticamente es concreto con agregado grueso.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 10

Colocación de mortero en Unidades de Albañilería.



Nota: Adaptado de las investigaciones Mejoramiento de una Vivienda según Caldas (2010), y de la Características de mortero para construcción – Blogicasa (2022).

Según Reglamento Nacional de Edificaciones RNE – E.070 (2018), en los morteros pueden existir diferentes tipos como se indican en la tabla a continuación.

- El Tipo P, utilizado para las construcciones de muros portantes.
- El Tipo NP, es utilizado para las construcciones en muros no portantes.

Tabla 6

Tipos de Morteros para la Construcción en Unidades de Albañilería.

COMPONENTES				
TIPO	Cemento	Cal	Arena	Usos
P1	1	0 a ¼	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a ½	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	–	Hasta 6	Muros Portantes

Nota: Adaptado del Reglamento Nacional de Edificaciones RNE – E.070 (2018).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

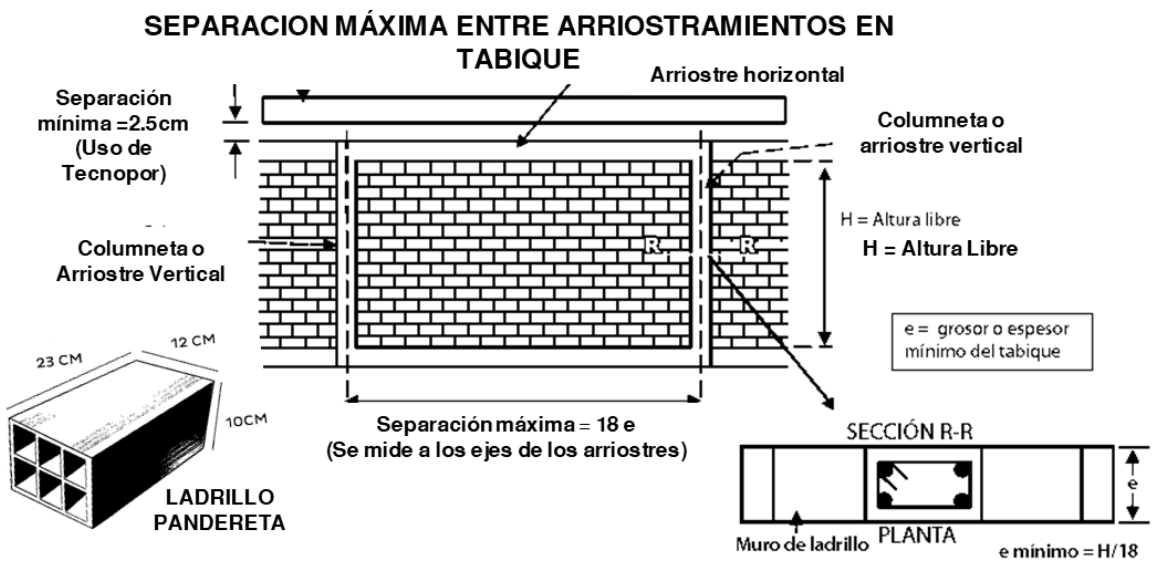
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

2.2.1.4. Muro No Portante

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE – E.070 (2006) estan construidos de manera que solo pueden sostener cargas provenientes de su propio peso y las transversales a la su plano de origen.

Figura 11

Tipo de Ladrillo para muro de tabiquería, espesor mínimo y columnetas.



Nota: Adaptado de Aceros Arequipa (2022), revista Construyendo Seguro.

2.2.1.5. Muro Portante

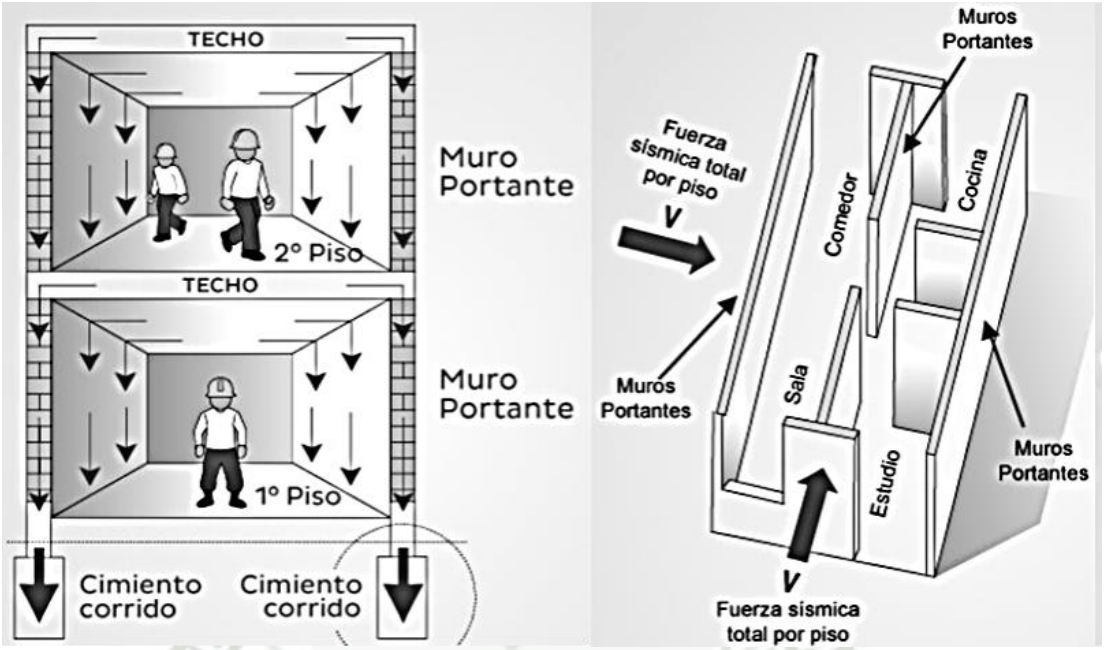
La definición del Reglamento Nacional de Edificaciones RNE – E.070 (2006), según el muro portante esta elaborado por ladrillos King Kong 18 huecos y mortero para transmitir cargas verticales y horizontales ademas de soportar aquellas cargas hacia la cimentacion, ya que son los muros estructurales que realizan con el objetivo de hacer más resistente una edificacion ya que la beneficia dandole fortaleza y solidez.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 12

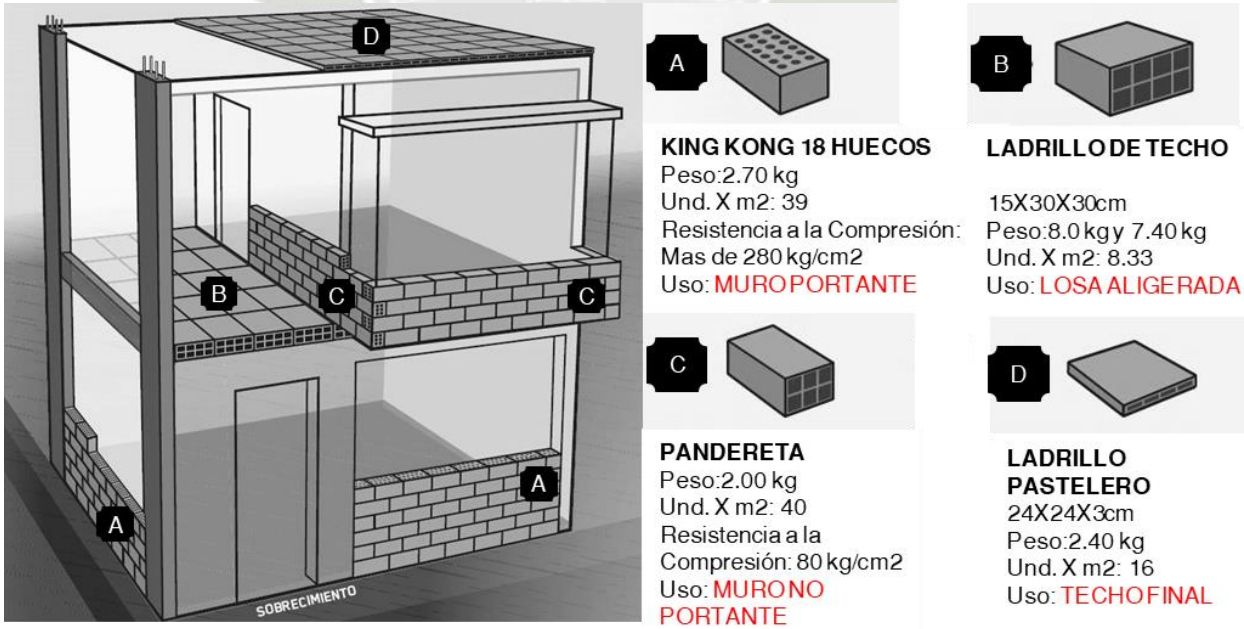
Muros portantes con respecto a fuerzas sísmicas.



Nota: Adaptado Aceros Arequipa (2022), revista Construyendo Seguro.

Figura 13

Uso de los diferentes tipos de ladrillos en las viviendas.



Nota: Adaptado de la revista ilustración ON BEHANCE según Serda (2013).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

2.2.2. Ladrillos

2.2.2.1. Ladrillos de Arcilla

Se pueden definir como lo menciona Barranzuela (2014), a este tipo de ladrillo por ser elaboradas con materiales de tierra arcillosa la cual es procesada para luego ser moldeada, comprimida y finalmente llevadas a cocción, también se puede entender que los ladrillos de arcilla pueden ser artesanales o mecanizados, son empleados en todo tipo de construcción por la forma que tienen y su fácil manejo.

Las propiedades de los ladrillos de arcilla se pueden dividir en dos principales categorías mayores donde están las físicas y mecánicas.

A. Propiedades físicas del ladrillo de arcilla:

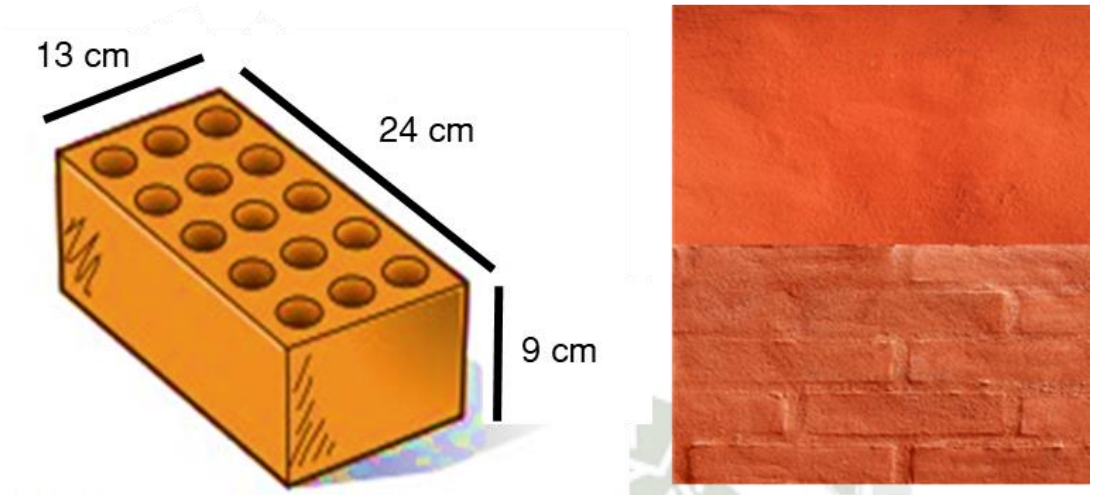
- Forma: Paralelepípedo de bases y caras rectangulares con medidas estándares de 9cm de altura, 13 cm de ancho y 24 cm de largo.
- Color: Varia según sus componentes y la intensidad de la cocción, pueden ser entre los tonos cálidos como el naranja rojizo que se debe al endurecimiento de la arcilla en el horno.
- Textura: Esta varía entre lisa y rugosa las caras o bases del ladrillo dependiendo del molde de fabricación y la elaboración.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 14

Propiedades físicas de los ladrillos de arcilla medidas, forma, color y textura.



Nota: Adaptado Aceros Arequipa (2022), revista Construyendo Seguro.

B. Propiedades Mecánicas Ingenieriles

Las propiedades mecánicas ingenieriles de los ladrillos convencionales de arcilla son según Barranzuela (2014) la resistencia a la compresión, variabilidad dimensional, alabeos, succión o absorción, resistencia al fuego y aislamiento térmico.

C. Clasificación de los Ladrillos

En la clasificación de los ladrillos podemos tener diferentes tipos como los estándares que son el I,II,III,IV y V según Reglamento Nacional de Edificiaciones RNE-E.070 (2006) a continuación explicaremos cada uno de ellos.

- **Tipo I:** Ladrillos con muy baja resistencia y durabilidad, para ser utilizados en condiciones de baja exigencias minimas como en viviendas de 1 o 2 pisos eludiendo el contacto directo con la lluvia y el suelo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- **Tipo II:** Ladrillos con baja resistencia y durabilidad adecuado para emplearse en en condiciones de serivicio moderadas evitar el contacto con la lluvia, el agua y el suelo.

- **Tipo III:** Ladrillos con mediana resistencia y durabilidad ultilizadas en construcciones de albañileria sujetas a condiciones de interperie de estándares normales.

- **Tipo IV:** Ladrillos con alta resistencia y durabilidad empleados en edificaciones de construcciones con condiciones de servicio riguroso.

- **Tipo V:** Ladrillos con muy alta resistencia y durabilidad adecuado para construcciones de albanileria en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

Tabla 7

Tipos de unidades de albañilería ladrillos de arcilla y bloques de concreto.

Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales					
Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo	Resistencia característica a compresión
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Hasta 150 mm	(máximo en mm)	f´b mínimo en MPa (kg/cm2) sobre área bruta
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

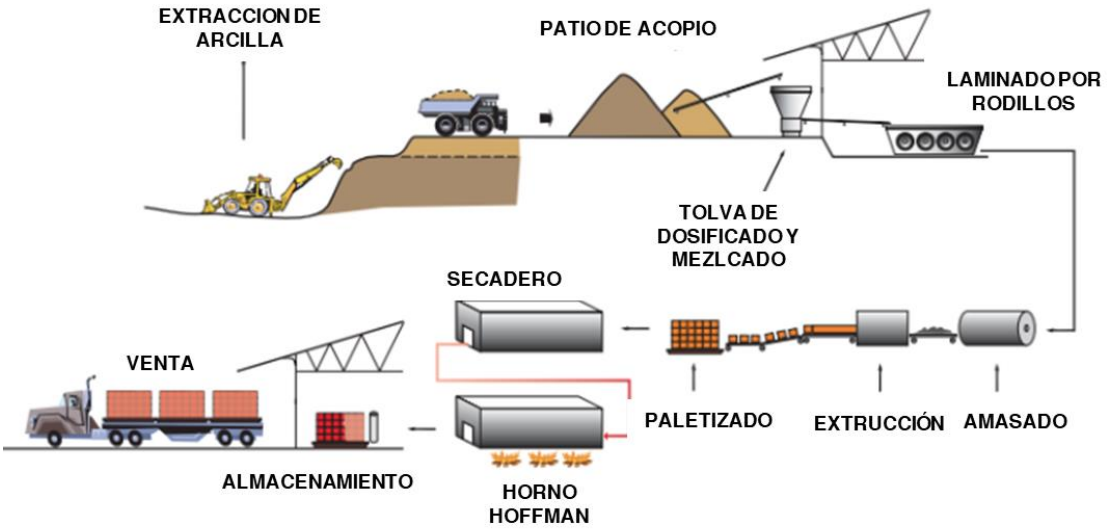
Nota: Adaptado del Reglamento Nacional de Edificaciones RNE – E.070 (2006).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 15

Esquema de Fabricación de los ladrillos de arcilla.



Nota: Adaptado de la Revista Espacios según García León , Ricardo Andrés Florez Solano y Eder Medina Cárdenas (2018).

2.2.2.2. Ladrillos de Concreto.

Como lo define Arrieta & Peñaherrera (2001), en su investigación los ladrillos de concreto están diseñados para la construcción de albañilería confinada y armada, son bloques rectangulares elaborados con materiales básicos los cuales son la piedra chancada, la arena, el cemento y el agua.

Por otro lado también podemos entender según la Industria Prefabricada de Hormigón ANDECE (2020), se entiende por ladrillo al bloque ortoedro de materiales mezclados como son el cemento y agregados adicionando agua para luego obtener un elemento duradero pasando su tiempo de curado, donde en el mercado se encuentra una infinidad de diferentes tipos de ladrillos de concreto en las cuales estos pueden ser desde

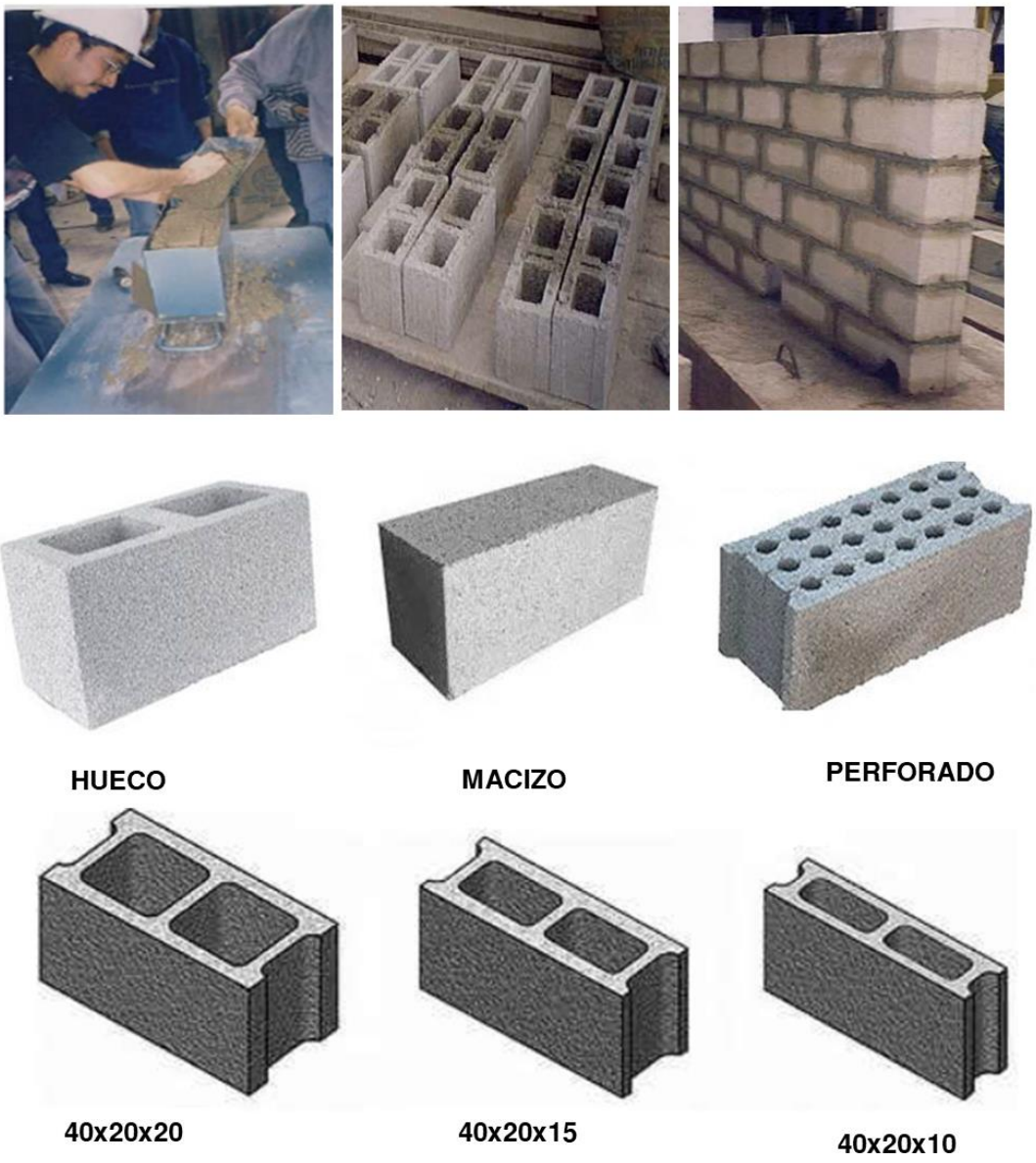
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

el artesanal hasta el convencional – industrial; existiendo diversos acabados como son los ladrillos macizos, huecos o perforados

Figura 16

Fabricación, tipos y medidas de los ladrillos de concreto.



Nota: Adaptado de Arrieta & Peñaherrera (2001), investigación Fabricación de Bloques de Concreto con una mesa vibradora.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

2.2.2.3. Ladrillos Ecológicos

La definición de este ladrillo como lo menciona Sánchez (2018), es una alternativa para construcción siendo este un nuevo elemento en las unidades de albañilería, elaborado con materiales que no degradan el ecosistema, teniendo características parecidas a los ladrillos convencionales o tradicionales que son utilizados en las diferentes construcciones para así obtener lo que viene a ser la bioconstrucción, dando viabilidad a las nuevos materiales.

Figura 17

Ladrillo ecológico modular de las Zonas Altoandinas.



Nota: Recuperado de la revista Andina según Vergara (2017), artículo de "Crean ladrillos ecológicos resistentes al frío y a la humedad para zonas altoandinas".

- **Tipos de ladrillos Ecológicos o Eco – ladrillos**

Se encuentran diferentes tipos de ladrillos ecológicos ya que varían en sus componentes al ser elaborados, según Sánchez (2018), podemos encontrar los siguientes:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- Ladrillos con cenizas de carbón
- Ladrillos con cáñamo y paja
- Ladrillos con plástico
- Ladrillo con vidrio
- Ladrillos de papel reciclado
- Ladrillos de tierra o arena comprimida
- Otros
- Ventajas de los ladrillos ecológicos

Nos indica Sánchez (2018) que las ventajas de los ladrillos ecológicos son el menor deterioro del medio ambiente, por su misma elaboración que es de residuos reciclables y consumo de menos energía, mejores aislantes térmico – acústicos, por lo que se reduce el consumo de energía en la construcción, llegando a ser más económicos, caso contrario al ser mejores en sus cualidades el ahorro de energía llega a compensar la diferencia también tienen mejor manejo para el constructor aligerando el tiempo empleado.

2.2.3. Materiales

2.2.3.1. Arcilla.

En el trabajo de investigación Calidad de Unidades de Albañilería de Arcilla se define según Prado (2016), que la a arcilla es el principal material para la fabricación de materiales de construcción como lo son los ladrillos por otro lado Pintado & Molina (2018), nos dice que esta compuestos de sustancias como el silice, aluina y agua, existiendo en este tambien fragmentancion de rocas, oxidos de hidratos de hierro adoptando la propiedad de plasticidad cuando se encuentra humeda y petrosa cuando se da la cocción.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tambien según Casado (2010), nos explica que la arcilla no genera peligro para la calidad de la vida del humano ni del ambiente, lo que contamina es su proceso de fabricacion al convertirse en ladrillo de arcilla.

Figura 18

Extracción, amasado y curado de la materia prima arcilla.



Nota: Adaptado de Caracterización de las arcillas para la fabricación de ladrillos artesanaless según Zea (2005).

- **Propiedades de la arcilla.**

En la tesis de investigacion de Pintado & Molina (2018), nos explican las siguientes propiedades que tiene la arcilla:

- Plasticidad: Se da cuando se le agrega agua asi esta puede ser moldeable, a mayor plasticidad puede almacenar mas agua esto generara la formacion de grietas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- Porosidad: Esta varia según el tipo cuando adopa la forma del cuerpo ceramico despues de ser sometido a calor, menos temperatura es igual a mas porosidad por lo tanto su absorcion es mayor.
- Merma: La perdida por la evaporacion del agua hace que la pasta de arcilla sea contraida. Con la evaporación del agua la pasta se encoge o merma durante el secado.
- Resistencia: Esta propiedad se da por la dureza y resistencia al calor, al ser combinadas dan mayor fuerza a contracción y resistencia al impacto.
- Refractariedad: Propiedad que amplía la temperatura, no presenta variaciones, según el tipo de arcilla esta presenta su punto de cocción.
- Absorción: propiedad que aspira el aceite entre otros gases.

2.2.3.2. Concreto

En el Reglamento Nacional de Edificiaciones RNE – E.060 (2019) se define al concreto como una mezcla de piedras, arena, agua y cemento que al solidificarse constituye uno de los materiales de construcción más resistente para hacer bases y paredes.

El material de construcción más utilizado del mundo es sin duda el concreto, su composición en la medida y para el uso adecuado es el más sólido, es el que se utiliza para edificar y crear superficies fuertes como pisos y paredes, no es sólido, por lo que no permite ningún tipo de flexibilidad luego de estar seco o sólido. Cuando se combina con acero se le denomina concreto armado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

En otro orden de ideas, la palabra concreto es un adjetivo calificativo que nos indica que a lo que se le aplica es sólido, definido y lo suficientemente establecido para no ser derribado por algún objeto de menor o igual dimensión o poder.

Figura 19

Preparado y mezcla de Concreto.



Nota: Recuperado de la publicación de Concreto de Alta Resistencia, revista PSI Concreto (2021).

2.2.3.3. Agregados Fino y Grueso.

Los agregados para concreto deben cumplir con la Norma Técnica Peruana NTP 400.037 (2018), los agregados que no cumplan con los requisitos indicados en la norma podrán ser utilizados siempre que el constructor demuestre, a través de ensayos y por experiencias de obra, que producen concretos con la resistencia y durabilidad requeridas.

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a ninguna de:

- 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

- 1/3 de la altura de la losa, de ser el caso.

- 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

Estas limitaciones se pueden omitir si se demuestra que la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto se puede colocar sin la formación de vacíos o “cangrejeras”. Los agregados que no cuenten con un registro o aquellos provenientes de canteras explotadas directamente por el Contratista, podrán ser aprobados por la Supervisión si cumplen con los ensayos normalizados establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 400.037 (2018), este procedimiento no invalida los ensayos de control de lotes de agregados en obra. Los agregados fino y grueso deberán ser manejados como materiales independientes. Cada una de ellos deberá ser procesado, transportado, manipulado, almacenado y pesado de manera tal que la pérdida de finos sea mínima, que mantengan su uniformidad, que no se produzca contaminación por sustancias extrañas y que no se presente rotura o segregación importante en ellos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 20

Fotografías Agregado Fino y Agregado Grueso



Nota: Elaboración Propia.

2.2.3.4. Papel Reciclado.

Según Rivera (2004), en su artículo sobre el Reciclado de Papel y Cartón define que el papel se puede dar por recortes y trozos de fibras ya desechadas, producto de primera necesidad siendo también una materia prima fibrosa para la industria productora de la celulosa y papel, este puede ser reciclado varias veces, también nos explica Blanco (2009), que la Revista de Investigación sobre el Reciclaje de papel en la Universidad de Simón Bolívar que el papel reciclado ha permitido el desarrollo de actitudes pro – ambientales, siendo esto todo lo que es extraído de los desechos de papel usado, eliminando restos de tinta y todo aquello que no sea la pasta de papel.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 21

Papel reciclado y pasta de papel.



Nota: Elaboración popia.

A. Beneficios del papel reciclado.

Según en la publicacion de las ventajas del papel recilado según Anobium (2019), encontramos los siguientes:

- **Ahorro energético**: Se logra el gran ahorro del 70% de energía si se empieza a fabricar el papel del mismo papel reciclado.
- **Ahorro de recursos**: Desde el papel reciclado se puedo obtener también el 70% de los materiales para su fabricación.
- **Reduccion de la materia prima:** Al reciclar el papel tendremos por una tonelada reciclada para salvar una docena de árboles talados.
- **Optimización de la calidad de las aguas, aire y medioambiente:** Reciclando el papel se obtiene hasta el 74% de la disminucion de emisiones contaminantes, por otro lado esta disminucion llegaria a un 35 %.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

B. Usos del papel reciclado

En la el artículo de Rivera (2004), de Papel y carton reciclado se encuentra entre los más ultilizados por su comercializacion ya que sus fibras secundarias son reutilizadas para la elaboración de cajas,empaques y scaso, luego esta el papel periodico y el papel de revistas donde pasan por procesos de semiblanqueado y por ultimo estan las cartones, cartulinas y entre otros.

El desperdicio de las fibras de papel serán de mayor uso por las empresas en la industria del papel ya que brindan menores costos . El creciemiento de la oferta – demanda es debido a las presiones del gobierno, sociales y ecologistas, para la disminucion de terrenos de árboles talados asi tambien como los desechos industriales y urbanos.

2.2.3.5. Cartón Reciclado.

El artículo de Rivera (2004), sobre Papel y cartón reciclado tambien se define al que el cartón es un material que se produce mediante la adhesión de múltiples capas de pasta de papel, que se pegan por la humedad, se comprimen y luego se secan a través de la evaporación. Con el proceso de secado, el cartón se vuelve consistente.

El cartón tiene mayor resistencia que el papel. Se trata de un elemento más duro y, por lo general, con mayor grosor.

Por eso se utiliza para la fabricación de cajas, envases y embalajes y para proteger determinados productos. Cuando el cartón es muy delgado, se lo llama cartulina y se lo utiliza para escribir o imprimir.

A continuación, se encuentran las propiedades del cartón reciclado que son:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- Volumen y grosor de mayor importancia a la hora de ser elaborados ya que son capaces de soportar productos, equipajes entre otras cosas, sin perder su forma lográndose esto añadiendo capas extras.
- El cartón fino es definido como cartoncillo en este se puede imprimir, usado para productos más populares como son las cajas para los remedios, comida todo lo que es industria de envasado.

Figura 22

Pilas de Cajas de Cartón Reciclado.



Nota: Adaptado de Garcidueñas (2019), en su publicación de Economía Circular, el reciclaje del cartón.

2.2.4. Impacto Ambiental

2.2.4.1. Innovación en Procesos Ecológicos.

Según OXFAM (2020), la Eco – Innovación se dice que por medio del reciclaje el proceso de innovación ecológico, nos permitirá un desarrollo sostenible para el empleo de materiales que permitan la reducción de los impactos negativos del medioambiente, aprovechando así las nuevas ideas para novedosas tecnologías que se aplicaran en el

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

adecuado desarrollo de la eco-innovación donde el nuevo empleo del producto o servicio según el diseño, la estrategia y la relación se podrá optar por la minimización del impacto sobre el planeta.

2.2.4.2. Reducción de desechos Sólidos.

Como indica Bustos (2009), son aquellos que provienen de los desechos domésticos y desechos comerciales, en estados solidos como semisolidos, para dicha reduccion se debe incentivar a las empresas o asociaciones productivas para minimizar este impacto que genera un daño al ambiente, con las iniciativas y la tecnologias correspondientes se mejorara la impacto de este problema con claves de manejo adecuado en los desechos.

2.2.5. Pruebas de laboratorio

2.2.5.1. Resistencia a la Compresión.

En la Norma Técnica Peruana NTP 331.017 (2015), nos indica que la propiedad más importante es la resistencia a la compresión, en esta prueba se hace la evaluación de la calidad de soporte estructural de los ladrillos, además de la resistencia al deterioro y al ambiente.

Los elementos para la evaluación principalmente son: Resistencia a la compresión del ladrillo, la geometría del ladrillo, calidad de mortero empleado para el asentamiento y la calidad de mano de obra, además que debe cumplir con el ensayo de la unidad sometido a una fuerza perpendicular a la superficie del asiento de la misma unidad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

2.2.5.2. Variabilidad dimensional

La Norma Técnica Peruana – NTP 331.017 (2015), nos explica que los ladrillos no poseen medidas exactas a la que deben ser, existe diferencia tanto en su largo, ancho y alto, por lo tanto, presentan mal formaciones en sus caras lo que hace que las juntas de mortero sean mayores a la de la norma, por lo tanto el mortero tiene dos responsabilidades dentro de la albañileria que son: Primero que es la separacion de ladrillo de modo que embebe las deformaciones de los mismos por otro lado la segunda es la que conectan de modo que sea de una parte a un todo siendo asi un conjunto estructural y no elementos dispersos.

El mortero tiene alrededor de 10 mm – 12mm, pero en caso las imperfecciones sean mayores debera aumentarse a este en 3mm reduciendo asi tambien su resistecia a la compresion hasta un 15%, por eso se debe evitar la variacion dimensional.

2.2.5.3. Alabeo.

En el libro de San Bartolome (1994), mayor concavidad o convexidad que se da en el ladrillo se canaliza a un mayor espesor de junta de mortero, también así reduciendo la conexión al formarse vacíos en las partes con mayor alabeo, pueden llegarse a producir fallas de tracción en la unidad.

2.2.5.4. Succión

Con esta prueba podemos saber la absorción de agua en un minuto también se determina el agua que unidad le quitara al mortero según libro de San Bartolome (1994), donde se puede conseguir entre los 10 a 20 gr/200cm2 antes del asentamiento, con esta

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

propiedad podemos saber si los ladrillos deben ser humedecidos o no antes de usarlos en muros para la construcción.

2.2.5.5. Absorción

Este ensayo permite la durabilidad y la resistencia al intemperie según el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE – 0.70 (2020), establece que el porcentaje no será mayor al 22% para unidad adecuada, deben estar durante 24 horas con una temperatura de 110°C para poder adquirir sus pesos secos, seguidamente se coloca en un recipiente con agua que también absorberán agua por 24 horas para después poder pesar las unidades así obtener un peso saturado de la unidad.

2.2.5.6. Porcentaje de vacíos

Según Coral Alva (2017), esta prueba permite que podamos definir entre una unidad sólida o hueca, por lo que si se tiene una mayor cantidad de porcentaje de vacíos la resistencia a compresión cambiará y disminuirá, esta prueba se hace con Arena de Densidad donde se coloca encima de una papel sobre una superficie plana para proceder a rellenar los huecos con la arena, luego retirar los excesos o que están en las caras o en el papel, por último se levanta la unidad y la arena que se queda en el papel se determina su peso.

2.2.5.7. Resistencia a compresión axial de pilas

Como lo explica Coral Alva (2017), este ensayo se realiza a los primas aplicando una fuerza transversal a las pilas para poder así hallar su compresión axial que se obtiene dividiendo la carga aplicada hacia el área bruta de la sección transversal, definiendo a la capacidad de soportar una carga en la unidad se denota en kg/cm2, MPa.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

2.2.5.8. Resistencia a corte diagonal de muretes

Este ensayo según Coral Alva (2017), se realiza la resistencia a corte puro y para reconocer las deformaciones diagonales en los muretes, así también se puede establecer el módulo de corte en la albañilería, para esto ensayo se usará un testigo de medidas estándar que son 60X60cm, por eso mismo se podrá determinar la características de las unidades de albañilería con la adherencia del mortero.

2.2.5.9. Propagación de llamas directa

Según Eurolab (2014), AS 1530.2 Métodos Para Pruebas de Fuego En Materiales de Construcción, Componentes y Estructuras, esta prueba se aplica al material de construcción que se va utilizar para someterlo manualmente en el aparato de prueba en llama directa sin necesidad de un ablandamiento antes de dicha prueba para poder medir el tiempo en que el material llega a su límite de inflamabilidad, esta prueba no se debe realizar a materiales que se prenden cerca de una llama.

La unidad se coloca sobre una base y se aplica la llama directa, los resultados se obtienen cuando la llama llega a alcanzar de punta a punta la cocción del material midiendo su tiempo en el que tarda al igual que su temperatura.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL

3.1 Ladrillo de Arcilla

3.1.1. Proceso de elaboración e impacto ambiental de ladrillos de arcilla.

Según Febres Herrera (2017), la materia prima para la elaboración del ladrillo de arcilla es propiamente dicha la arcilla, la cual en su estado natural no presenta riesgo para la salud humana o los ecosistemas.

No se utiliza insumo propiamente dicho a excepción del recurso agua y combustible, la materia prima se mezcla directamente con el agua para la preparación de la masa plástica. La fabricación de ladrillos de arcilla emplea combustibles en las operaciones de cocción y en algunos casos en el proceso de secado.

Las emisiones atmosféricas generadas durante la cocción, están relacionadas al tipo de combustible, por el uso de aceites usados o llantas como combustibles generan un alto contenido de partículas con sustancias peligrosas; algunas tecnologías modernas utilizan combustibles más limpios, requieren menos tiempo para la cocción y emiten menos contaminantes al aire. Según el tamaño y tecnología en la cocción son utilizados los siguientes combustibles:

- Hidrocarburos líquidos como son Diesel o residual.
- Sólidos como carbón mineral.
- Biomasa como aserrín, cascara de arroz y de café, madera y hojas de eucalipto, madera de algarrobo.
- Gas natural (utilizado en Lima por algunas ladrilleras).
- Desechos como llantas y aceite lubricante usado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 23

Fotografías de Moldes y Artesano elaborando Ladrillos de Arcilla.



Nota: Ministerio de Producción (2010), Guía para las Buenas Prácticas Ladrilleras Artesanales.

3.1.1.1. Procedimiento de la Elaboración de Ladrillos de Arcilla.

Extracción de arcilla y tierra:

Según Casado (2010), en su investigación Elaboración de límites máximos permisibles de emisiones para la industria ladrillera, la materia prima como arcillas plásticas y magras, caolín, dolomita, etc. se llevan a cabo en canteras propias o terceros bajo detonaciones, palas mecánicas y transporte pesado o manual en caso sea empresas artesanales; el material es cargado tal cual y llevado a la zona de producción. En el caso de algún subsector se utiliza

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

arcilla con tierra agrícola mezclado en un porcentaje entre 50% y 80% según el producto que se desea obtener.

Molienda y Mezcla:

En este punto menciona Casado (2010), en su investigación Elaboración de límites máximos permisibles de emisiones para la industria ladrillera, La materia prima es tamizada previamente antes de pasar a la molienda, se realiza la molienda por medio de molinos de impacto y rodillo.

En el caso de ladrilleras artesanales la molienda es manual procediendo con la selección y desmenuzado de los terrones de arcilla de mayor tamaño previa a la etapa de mezcla. Posterior al proceso de molienda se procede a la mezcla con agua para lograr una masa cerámica plástica.

En ladrilleras grandes por medio de mezcladoras mecánicas, mezclando primero los componentes en seco y luego agregando agua hasta obtener la masa plástica. En el caso de ser artesanales, la mezcla es manual y es colocada en pozas construidas en el suelo donde es amasada por apisonado del propio artesano. Por otro lado, el Ministerio de Producción (2010), indica en la Guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales, que la composición de la mezcla puede variar de acuerdo a la zona en el país y la calidad de la arcilla , por ejemplo en Arequipa el contenido de arcilla en la mezcla puede ser de 30% mientras que en Cuzco llega al 70%.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Moldeo Manual:

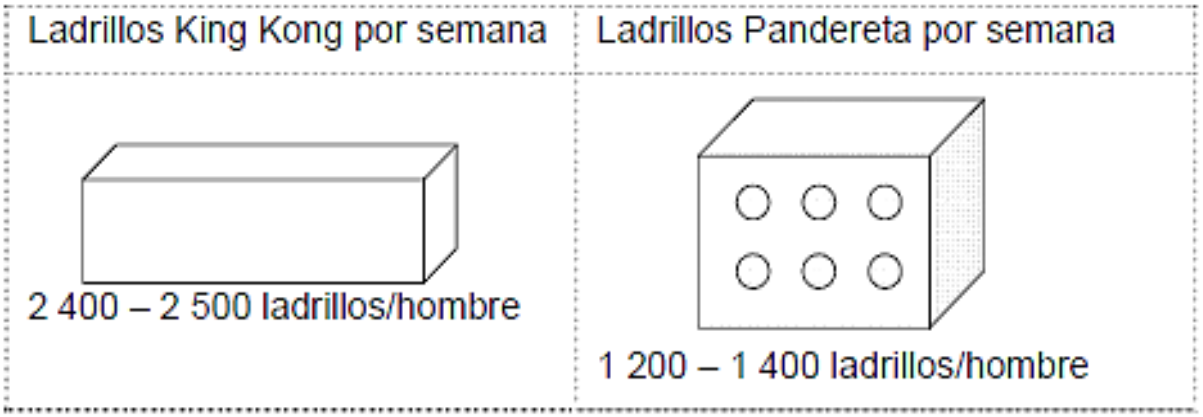
En el caso de moldeo manual menciona Casado (2010), en su investigación Elaboración de límites máximos permisibles de emisiones para la industria ladrillera, trata de vaciar la "masa cerámica plástica" en moldes para obtener el "ladrillo crudo".

En el caso de ladrilleras artesanales el material se moldea manualmente sin comprimir de una o dos unidades por vez utilizando moldes metálicos o de madera con arena fina o ceniza para facilitar el retiro del molde de la mezcla.

Adicional a esto, el Ministerio de Producción (2010), en la Guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales complementa que los moldes en el caso de fabricación artesanal no tienen tamaños estandarizados ya que difieren entre artesanos según las regiones, para condiciones normales sin lluvia un labrador rinde semanalmente en una jornada de 8 horas entre lunes y sábado por cada tipo de ladrillo lo mencionado en el gráfico:

Figura 24

Rendimiento artesanal en moldeo natural.



Nota: Ministerio de Producción (2010), Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

I. Moldeo Mecánico:

En el caso de moldeo mecánico Casado (2010), en su investigación Elaboración de límites máximos permisibles de emisiones para la industria ladrillera, que para el caso de las ladrilleras grandes se utiliza el moldeo por extrusión formándose un molde continuo el cual es corta de acuerdo a las medidas del producto que se fabricará.

El prensado se considera como una tecnología intermedia por la cual se comprime la masa dentro del molde con ayuda de un compactador mecánico y permite moldear de una a cuatro unidades por prensado.

Complementa también, el Ministerio de Producción (2010), en su Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales indica que el moldeo mecánico permite incrementar la densidad del ladrillo lo cual incrementa su resistencia.

Secado:

Nos indica Casado (2010), en su investigación Elaboración de límites máximos permisibles de emisiones para la industria ladrillera, comenta que el secado consiste en reducir la humedad del ladrillo crudo antes del ingreso al horno de cocción. Este proceso se puede realizar en lugares con temperaturas y humedades controladas como las empresas industrializadas o al aire libre como las empresas artesanales.

El secado genera una contracción de las piezas cerámicas originando tensiones en el material; al realizarse un inadecuado proceso de secado se originan grietas y por esto el descarte reciclándose a la etapa de molienda.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Por otro lado el Ministerio de Producción (2010), en su Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales precisa que el ladrillo se seca hasta que pierda un 13% de humedad aproximadamente, este periodo de secado depende del clima, puede variar entre 5 a 7 días en promedio; sin embargo a partir del tercer o cuarto día se van girando los ladrillos para un secado parejo limpiando siempre las caras expuestas del polvo o tierra que puedan contener.

Carga al Horno:

Indica Casado (2010), en su investigación Elaboración de límites máximos permisibles de emisiones para la industria ladrillera, que el ladrillo crudo y pre secado es puesto en el horno y acomodado en un arreglo especial para dar paso al encendido y flujo de fuego o calor entre los ladrillos y obtener una cocción uniforme.

En cuanto a la carga y armado del horno según el Ministerio de Producción (2010), en su Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales se realiza en jornadas de 1 o más días dependiendo de la capacidad y tamaño del horno, por lo general un horno de 10 millares se carga en 10 horas con cinco personas donde cuatro son para alcanzar los ladrillos y uno para el armado.

Cocción:

Según Casado (2010), en su investigación Elaboración de límites máximos permisibles de emisiones para la industria ladrillera, Esta es la etapa más importante del proceso. En este proceso los ladrillos son cocidos; por acción del calor se producen cambios químicos que transforman la arcilla y los demás elementos en productos vitrificados con características estructurales para la resistencia a la compresión.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

La cocción de ladrillos genera los mayores impactos de la actividad por la emisión atmosférica que provienen de la quema de combustibles en los hornos donde los ladrillos son cocidos.

En el Perú para las producciones industriales los hornos más usados son Hoffman y de Túnel. Para empresas pequeñas, en su mayoría artesanal la cocción se realiza en hornos intermitentes de tiro ascendente ya se Escocés o tipo Parrilla, donde el fuego va subiendo a través de las consecutivas capas horizontales de ladrillos hasta llegar a las capas superiores. La cocción o quema según el Ministerio de Producción (2010), en su Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales, en los hornos tradicionales de Arequipa puede durar entre 7 a 20 días según el tamaño del horno

Descarga del Horno:

Nos indica Casado (2010), en su investigación Elaboración de límites máximos permisibles de emisiones para la industria ladrillera, alega que concluido el proceso de cocción, de acuerdo a la tecnología empleada en el proceso el horno o la cámara es ventilado para enfriar el ladrillo cocido y retirado del horno.

La manipulación del ladrillo durante la descarga puede producir emisiones fugitivas de polvo y cenizas al ambiente.

Sin embargo, el Ministerio de Producción (2010), en su Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales precisa que en épocas de alta demanda los ladrillos se descargan cuando aún están calientes sin esperar el enfriamiento normal; la descarga dura un día menos que el tiempo que se empleó en cargar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Primera Clasificación:

Según La clasificación como punto principal según Casado (2010), en su investigación Elaboración de límites máximos permisibles de emisiones para la industria ladrillera será de acuerdo al resultado de la cocción, realizando pruebas de laboratorio por lotes para determinar las características estructurales requeridas, como, por ejemplo:

- Homogeneidad (ausencia de fisuras y defectos)
- Dureza para resistir cargas (resistencia a la flexión y compresión).
- Formas regulares, para que los muros tengan un espesor uniforme (aristas vivas, ángulos rectos)
- Coloración homogénea, a menos que se desee emplear en detalle arquitectónico de coloración.

Segunda Clasificación:

Adicionalmente a la clasificación precisa el Ministerio de Producción (2010), en su Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales que los ladrillos se clasifican según el resultado de su cocción como es:

- Bien cocidos (coloración rojiza intensa y sonido metálico a la percusión, son duros y presentan el grano fino, compacto en su fractura, sus aristas deben ser duras y las superficies lisa y regular)
- Medianamente cocidos o ¨bayos¨ (color menos rojizo).
- Crudos o no cocidos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

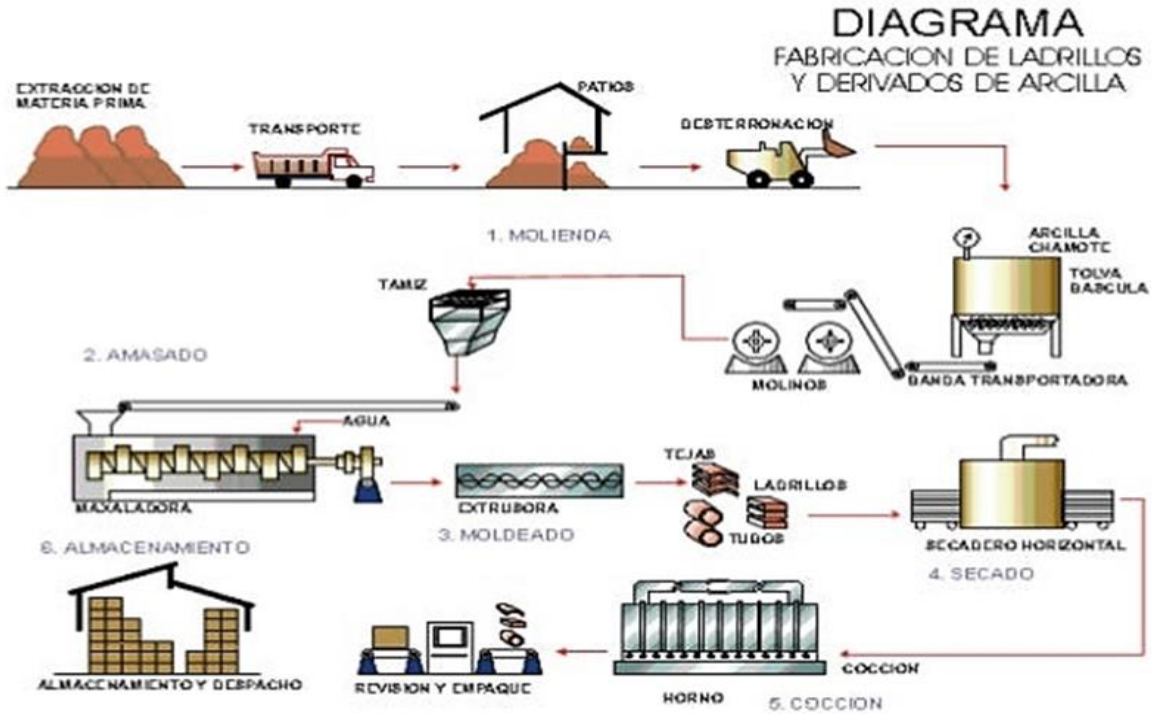
Los mencionados al final se tienen que volver a cocer, los que no fueron bien cocidos son adquiridos a un menor precio. Como punto importante las ladrilleras artesanales no realizan ensayos de calidad.

Comercialización:

Como aclaración el Ministerio de Producción (2010), en su Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales, menciona que los ladrillos semi mecanizados o mecanizados son solicitados por constructoras y empresas grandes ya que son para obras privadas o públicas, sin embargo, su precio es más elevado que los ladrillos artesanales llegando a costar más del doble. Los ladrillos artesanales son comercializados por los productores al pie del horno de donde son recogidos por los compradores.

Figura 25

Proceso de Elaboración del Ladrillo de Arcilla.



Nota: Recopilado del artículo de Análisis de factores de riesgo en trabajadores de ladrilleras de Ubaté, según Enciso, Pacheco, Rivera y Guerrero (2014).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

3.1.1.2. Principales Impactos de la Actividad Ladrillera.

Casado (2010), en su investigación Elaboración de límites máximos permisibles de emisiones para la industria ladrillera, menciona el impacto principal que se genera debido a la fabricación de ladrillos es sobre la calidad del aire y en segundo lugar en la morfología del terreno; como primer instancia debido a los humos que provienen de los hornos en la etapa de quema y cocción produciendo efectos directos e indirectos sobre la salud humana, flora , fauna y los cuerpos de agua contribuyendo al cambio climático global y como segundo punto por la explotación de las canteras.

Figura 26

Principales Impactos Ambientales Producido por la Actividad Ladrillera.



Nota: Apuntes (2016) – Revista digital de Arquitectura: Efectos Contaminantes Del Ladrillo – Por Un Planeta Limpio.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 8

Contaminantes según el proceso productivo.

Fases de elaboración	Descripción	Aire	Morfología de Terreno	Agua
Extracción de arcilla	Extracción con herramientas manuales Extracción con maquinaria pesada.	Todo el proceso de la elaboración del ladrillo de arcilla genera humo denso y oscuro procedentes de la quema del mismo.	Gran vulnerabilidad y grandes cambios en la calidad del suelo.	
Mezclado	Tamizado y selección Mezcla de arcillas con agua y arena	Precipitación de partículas y cenizas deteriorando la calidad del aire.	Las aguas son vertidas directamente al suelo produciendo una infiltración en este por vertido de combustibles, aceites.	El impacto en el agua es bajo sin embardo durante su uso en las etapas de mezclado, moldeado ya que el agua esta mal almacenada usando piscinas precarias quedando estancada el agua y convirtiéndose en un agente infeccioso llegando a provocar enfermedades diarreicas, siendo los niños más afectados.
Moldeado	No generan contaminantes	Emisiones de gases altamente tóxicos y cancerígenos como Dióxido de Azufre, Dióxido de nitrógeno, Monóxido de carbono, Dióxido de carbono, Óxidos de azufre (Sox),Óxido de nitrógeno (Nox),compuestos orgánicos volátiles (COV),hidrocarburos aromáticos poli nucleares, dioxinas , furanos, benceno, bifenilos poli clorados y metales pesados como As, Cd, Ni, Zn, Hg, Cr, V, etc. provocando irritación en la piel y membranas mucosas, trastornos en las vías respiratorias y hasta cáncer.	Explotación de las canteras, alteraciones en la estructura y configuración del paisaje	
Secado	Solo se desprende vapor de agua, no altera la salud			
Carga del horno	No genera contaminantes			
Cocción	El uso de combustibles, hidrocarburos, carbón de piedra, madera, leña, llantas, aceite usado		Disminución o aniquilación de la capacidad de regeneración de la vegetación, erosión y perdida de la capa productiva del suelo.	
Descarga del horno	Apertura del horno, limpieza de cenizas			
Clasificación y Despacho	Descarte de productos rotos y/o mal cocidos			

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

3.1.1.3. Gases emitidos por la elaboración de ladrillo de arcilla.

A. Dióxido de azufre (SO2):

Se define conforme Insituto para la Saluda Geoambiental (2018), es un gas incoloro, irritante, con un olor penetrante y sobre todo irritante con una densidad del doble que la del aire, no es un gas inflamable y al contacto con el agua es soluble convirtiéndose en ácido sulfúrico. Es producido por la combustión de petrolíferos y la quema de carbón, el SO2 también es empleado en la industria del papel como agente blanqueador.

Puede llegar a producir enfermedades como dificultad para respirar, Inflamación de las vías respiratorias, irritación, entre otras; es comúnmente asociado a problemas de asma y bronquitis.

B. Monóxido de carbono (CO):

Según el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes – PRTR (2021), este gas se produce por la combustión incompleta del carbón, es producido ya sea por las actividades humanas como los automóviles, quema de combustibles y también por fuentes naturales ya sea la combustión de la madera, volcanes e incendios forestales. Los sectores industriales que más producen este gas son la industria metalúrgica, industrias de fabricación de papel, plantas productoras de formaldehído.

Los efectos en la salud debido a la inhalación en pequeñas concentraciones pueden ocasionar vértigo, dolor de cabeza, náuseas y debilidad o pérdida del conocimiento; en una exposición más prolongada puede ocasionar alteraciones neurológicas y cardiacas. En

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

cuanto a su impacto al medio ambiente es extremadamente inflamable reaccionando con oxígeno.

C. **Óxidos de nitrógeno** (NOX):

También el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes - PRTR (2021), nos indica que están compuestos por una mezcla de nitrógeno y oxígeno. El monóxido de nitrógeno y el dióxido de nitrógeno constituyen dos de los óxidos de nitrógeno más reconocidos toxicológicamente, son incoloros y no son inflamables; el monóxido de nitrógeno es un gas que posee olor dulce penetrante, sin embargo, el monóxido de nitrógeno presenta un olor fuerte y desagradable, en niveles bajos este gas puede irritar los ojos, la nariz, los pulmones y causar toz o cansancio y falta de aliento. Respirar altos niveles de óxidos de nitrógenos pueden producir quemaduras, dilatación de los tejidos en la garganta y vías respiratorias e incluso la muerte.

D. **Dióxido de carbono** (CO2):

Se puede definir según GreenFacts (2022), que es un gas presente de forma natural en la atmósfera siendo este incoloro e inodoro e incombustible siendo la sustancia que más contribuye al efecto invernadero. Sin embargo las actividades humanas alteran el ciclo del carbono, ya que suman más CO_2 (Dióxido de carbono) a la atmosfera , siendo la principal actividad que emite este gas, la combustión de combustibles fósiles como son carbón gas natural y petróleo, sirviendo estos para generar energía sin embargo, este sector representa la mayor cantidad de emisiones de dióxido de carbono con un 91.80 % seguidamente el transporte fundamentalmente debido a la quema de gas, gasolina y otros derivados del petróleo con un 29.90 % , en penúltimo lugar se encuentra la industria de cemento y las

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

plantas de incineración de residuos representando el 6.40 % del total emitido, ocupando al final un 1.80 %, la industria química y metalúrgica.

Asimismo, los efectos que puede causar en la salud humana en altas concentraciones, es el grave riesgo de asfixia, en contacto a la piel y los ojos puede causar congelación, la inhalación del mismo puede originar hiperventilación, perdida del conocimiento, dolores de cabeza y taquicardia.

3.1.2. Costos para la elaboración de ladrillo de arcilla

Conforme lo explica el Ministerio de Producción (2010), en su Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales este punto es uno de los más importantes para así poder determinar si realmente se están obteniendo ganancias, a su vez si son suficientes para cubrir las necesidades, invertir en mejoras para el proceso para poder incrementar utilidades.

Para poder determinar los costos de fabricación y producción se identifican los elementos que intervienen los cuales son dos tipos de costos que se deben conocer:

- Los costos variables: estos dependen del volumen o la cantidad de la producción, son por ejemplo arcilla, arena, agua, carbón, mano de obra, etc.
- Los costos fijos: estos son la depreciación por el desgaste de los equipos y herramientas, salarios, pago de licencias.

Se presentará a continuación una planilla como ejemplo elaborado a partir de costos y presupuestos en base a una producción de 50 millares de ladrillos artesanales en Arequipa.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 9

Planilla de Presupuestos y Costos de Ladrillos Artesanales.

Elementos de Costo	Unidad	Cantidad	Precio Unitario s/.	Precio Total s/.
		COSTOS VARIABLES		
Materia Prima				
Greda	Carga	4	260.00	1040.00
Tierra	Carga	7	130.00	910.00
Agua	Tancada	8	40.00	320.00
Carbón	Tonelada	5.6	320.00	1792.00
Leña	Atado			175.00
Briquetas	Unidad	100		20
Mano de Obra				
Labrador	Millar	50	35.00	1750.00
Jornalero	Dia	18	20.00	360.00
Quemador	N.° quemas	2	40.00	80.00
Carga y descarga	Millar	50	10.00	500.00
Mantenimiento	Unidad	1	20.00	20.00
Servicios				
Transporte	Millar	50	8	400.00
Alquiler de horno	Mes	1	220.00	220.00
TOTAL C. VARIABLES				7587.00
Costo variable unitario				0.15
		COSTOS FIJOS		
Salario Administrador	S/.			750.00
Depreciación				110.00
Licencia				
TOTAL C. FIJOS				860.00
TOTAL COSTOS				8447.00

Nota: El Ministerio de Producción (2010), en su Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales.

- **Punto de Equilibrio:**

Tambien podemos entender según el Ministerio de Producción (2010), en su Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales que el punto de equilibrio esta definido como

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

la minima cantidad que se debe producir para asi poder cubrir los costos, sobre este valor se obtienen utilidades.

$$Punto\ de\ equilibrio = \frac{(Valor\ de\ venta\ unitario - Costo\ variable\ unitario)}{Costos\ Fijos}$$

Por ejemplo, considerando un precio de venta de 270 soles por millar, el punto de equilibrio seria:

$$P.E\ = \frac{(270 - 0.15)}{860} = 3.2\ millares$$

Esto quieres decir que es necesario producir 3.2 millares como mínimo para así poder cubrir los costos de producción, así produciendo más de la cantidad indicada se obtendrán utilidades.

- **Efectos de la mecanización:**

En el caso de los ladrillos mecanizados como se establece en la presente investigación, la guía establece otra planilla de presupuestos y costos donde se modificarán los costos fijos disminuyendo el costo de labranza y aumentando el costo fijo por depreciación y pago del préstamo por la maquinaria, ya que se utilizará para su elaboración una mezcladora y extrusora con un costo de 5 mil dólares.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 10

Presupuestos y Costos para la elaboración de Ladrillos Mecanizados.

Elementos de Costo	Unidad	Cantidad	Precio Unitario s/.	Precio Total s/.
		COSTOS VARIABLES		
Materia Prima				
Greda	Carga	4	260.00	1040.00
Tierra	Carga	7	130.00	910.00
Agua	Tancada	8	40.00	320.00
Carbón	Tonelada	5.6	320.00	1792.00
Leña	Atado			175.00
Briquetas	Unidad	100		20
Mano de Obra				
Jornaleros	Dia	10	20.00	200.00
Quemador	N.° quemas	2	40.00	80.00
Carga y descarga	Millar	50	10.00	500.00
Mantenimiento	Unidad	1	120.00	120.00
Servicios				
Transporte	Millar	50	8	400.00
Alquiler de horno	Mes	1	220.00	220.00
TOTAL C. VARIABLES				5777.00
Costo variable unitario				0.115
		COSTOS FIJOS		
Salario Administrador	S/. por mes			750.00
Depreciación				130.00
Gastos financieros	S/. por mes			1300.00
Licencia	S/. por mes			50.00
TOTAL C. FIJOS				2230.00
TOTAL COSTOS				8007.00

Nota: Ministerio de Producción (2010), Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales

$$P.E = \frac{(400 - 0.115)}{2230} = 5.6\ Millares$$

Esto quiere decir que se necesitan producir como mínimo 5.6 millares para poder cubrir los costos de producción, por ende, produciendo por encima de esta cantidad se obtendrán utilidades.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- **Rentabilidad**

Como se pudo observar el P.E (punto de equilibrio) es mayor en el caso de los ladrillos mecanizados por el costo de la maquinaria necesario cuyo valor de pago es un costo fijo. Se procederá a comparar la utilidad en Nuevos Soles que es obtuvieron en ambas situaciones tomando en cuenta que no existen pérdidas y toda la producción se vende.

Tabla 11

Resumen de Utilidades de Ladrillos Artesanales y Mecanizados.

Tipo de Ladrillo	Costo Variable	Costo Fijo	Costo Total	Ventas Brutas	Utilidad	Utilidad por millar
Maquinado	5777	2230	8007	20000	11993	240
Manual	7587	800	8447	13500	5053	101

Nota: Ministerio de Producción (2010), Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales.

Como se observa, los ladrillos mecanizados generan mayores utilidades que los ladrillos artesanales generando una inversión viable en maquinarias para producirlos.

3.1.2.1. Costo del ladrillo de arcilla mecanizado al mercado

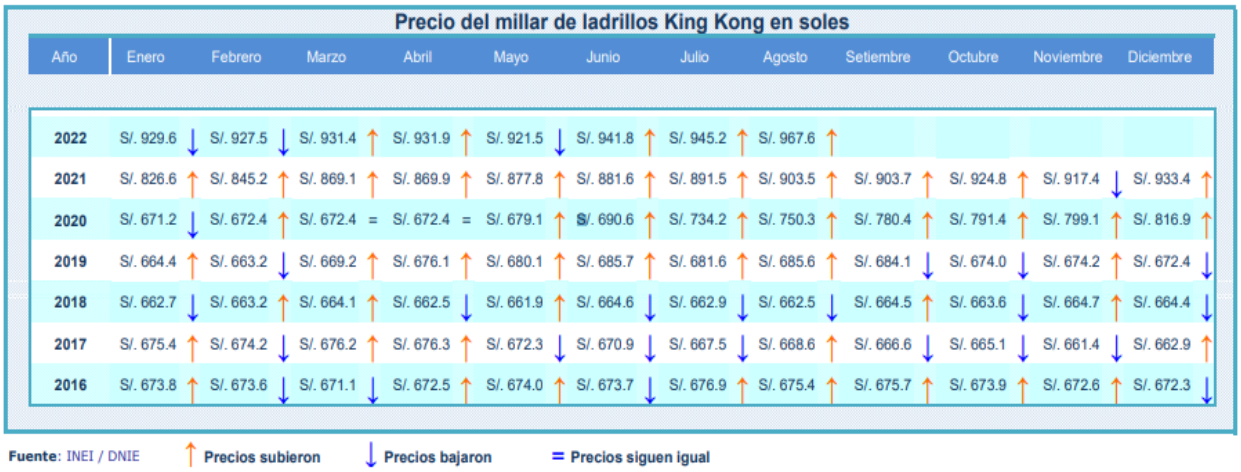
Según Eugenio (2020), en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento nos muestra la tabla en la cual se encuentran los precios variables durante los años 2016 al 2022 en el cual se muestran las distintas variables en los precios , se puede interpretar de este modo que en el presente año 2022 que para los primeros meses el costo por millar de ladrillo King Kong era entre S/. 929.6 y S/.927.5 sin embargo se observó un alta en los precios para mediados de año, por ende, se considera un promedio para el precio de ladrillo King Kong por millar de S/.937.06 con un costo unitario de S/.0.937.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 27

Variación anual en el precio por millar de ladrillo King Kong.



Precio del millar de ladrillos King Kong en soles

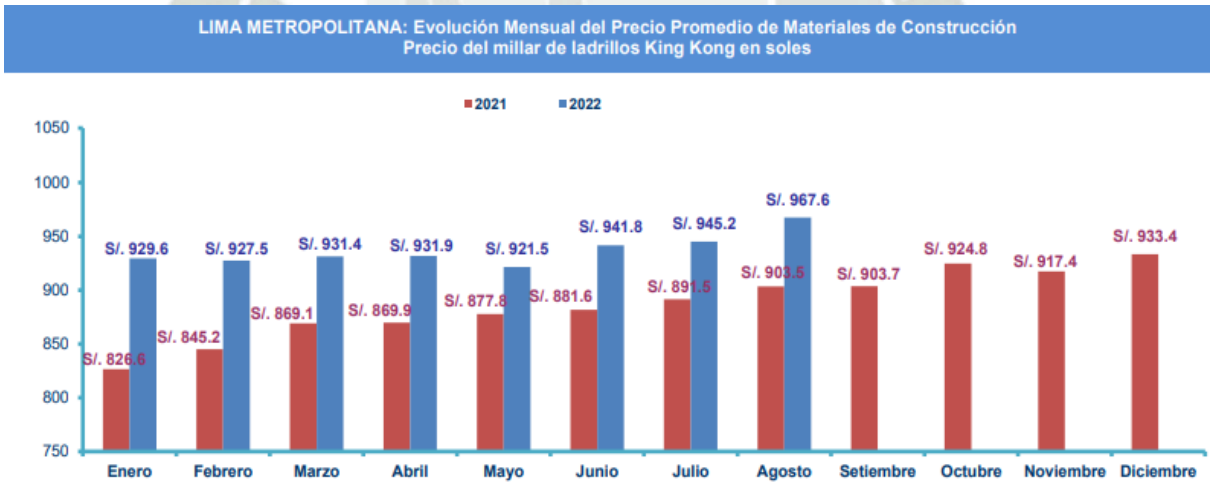
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2022	S/. 929.6 ↓	S/. 927.5 ↓	S/. 931.4 ↑	S/. 931.9 ↑	S/. 921.5 ↓	S/. 941.8 ↑	S/. 945.2 ↑	S/. 967.6 ↑				
2021	S/. 826.6 ↑	S/. 845.2 ↑	S/. 869.1 ↑	S/. 869.9 ↑	S/. 877.8 ↑	S/. 881.6 ↑	S/. 891.5 ↑	S/. 903.5 ↑	S/. 903.7 ↑	S/. 924.8 ↑	S/. 917.4 ↓	S/. 933.4 ↑
2020	S/. 671.2 ↓	S/. 672.4 ↑	S/. 672.4 =	S/. 672.4 =	S/. 679.1 ↑	S/. 690.6 ↑	S/. 734.2 ↑	S/. 750.3 ↑	S/. 780.4 ↑	S/. 791.4 ↑	S/. 799.1 ↑	S/. 816.9 ↑
2019	S/. 664.4 ↑	S/. 663.2 ↓	S/. 669.2 ↑	S/. 676.1 ↑	S/. 680.1 ↑	S/. 685.7 ↑	S/. 681.6 ↑	S/. 685.6 ↑	S/. 684.1 ↓	S/. 674.0 ↓	S/. 674.2 ↑	S/. 672.4 ↓
2018	S/. 662.7 ↓	S/. 663.2 ↑	S/. 664.1 ↑	S/. 662.5 ↓	S/. 661.9 ↑	S/. 664.6 ↓	S/. 662.9 ↓	S/. 662.5 ↓	S/. 664.5 ↑	S/. 663.6 ↓	S/. 664.7 ↑	S/. 664.4 ↓
2017	S/. 675.4 ↑	S/. 674.2 ↓	S/. 676.2 ↑	S/. 676.3 ↑	S/. 672.3 ↓	S/. 670.9 ↓	S/. 667.5 ↓	S/. 668.6 ↑	S/. 666.6 ↓	S/. 665.1 ↓	S/. 661.4 ↓	S/. 662.9 ↑
2016	S/. 673.8 ↑	S/. 673.6 ↓	S/. 671.1 ↓	S/. 672.5 ↑	S/. 674.0 ↑	S/. 673.7 ↓	S/. 676.9 ↑	S/. 675.4 ↑	S/. 675.7 ↑	S/. 673.9 ↑	S/. 672.6 ↑	S/. 672.3 ↓

Fuente: INEI / DNIE ↑ Precios subieron ↓ Precios bajaron = Precios siguen igual

Nota: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, según Eugenio (2020).

Figura 28

Variación mensual en el precio del ladrillo King Kong.



Nota: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, según Eugenio (2020).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

CAPITULO IV: MARCO NORMATIVO – LEGAL

4.1 Variable: Elemento Constructivo

4.1.1. Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 (2019)

El Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE Norma Técnica Peruana NTP E.070 (2019), define al ladrillo como aquella unidad la cual su dimensión y peso permite ser manipulada con una sola mano. Así mismo se denomina bloque a aquella unidad la cual por su dimensión y peso requiere ser manipulado con las dos manos.

Esta norma se refiere a aquellas unidades de albañilería en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima. Por otro lado, estas unidades pueden ser sólidas, huecas, o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial. Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica; para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días.

Tabla 12

Clasificación para fines estructurales.

Clase	Variación de la dimensión (Máxima en porcentaje)			Alabeo	Resistencia característica a compresión
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Hasta 150 mm	(Máximo en mm)	f´b mínimo en mpa (kg/cm2) sobre área bruta
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

Nota: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento – SENCICO (2006).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 13

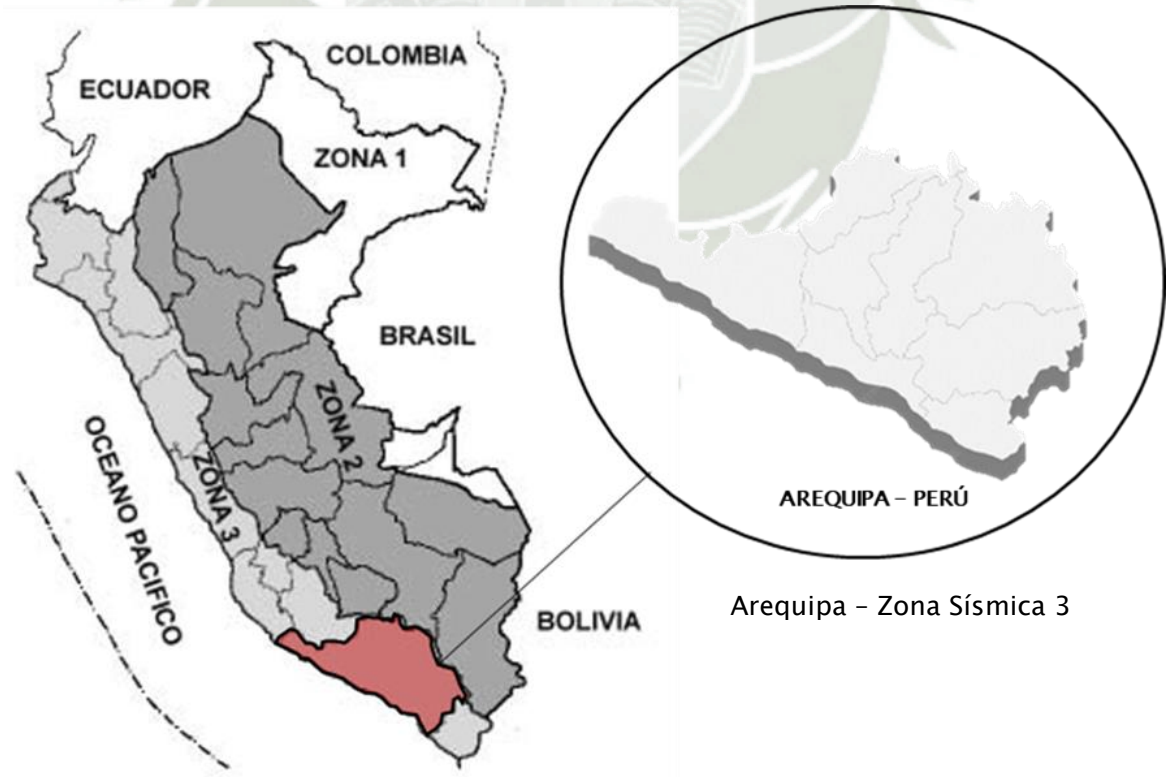
Limitaciones de Aplicación de la unidad de Albañilería para fines estructurales.

Tipo	Zona sísmica 2,3 y 4		Zona sísmica 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Solido Artesanal	No	Si, hasta dos pisos	Si
Solido Industrial	Si	Si	Si
Alveolar	Si Celdas totalmente rellenas con grout	Si Celdas totalmente rellenas con grout	Si Celdas totalmente rellenas con grout
Hueco	No	No	Si
Tubular	No	No	Si, hasta dos pisos

Nota: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento – SENCICO (2006).

Figura 29

Ubicación de las Zonas Sísmicas de Arequipa – Perú



Arequipa – Zona Sísmica 3

Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

A. Pruebas:

Las pruebas que serán aplicadas a las unidades de albañilería según Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento – SENCICO (2006),serán las siguientes:

1. Muestreo
2. Resistencia a la compresión
3. Variación dimensional
4. Alabeo
5. Absorción

B. Aceptación de la unidad:

Así mismo indica el Reglamento Nacional de Edificaciones que "Si la muestra presentase más del 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40% para unidades producidas artesanalmente se procederá a ensaya otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, el lote será rechazado"

Otro punto importante a indicar será la absorción ya que en unidades de arcilla y sílice calcáreas no será mayor que 22% considerando también que la unidad no deberá poseer materias extrañas ya sea en su superficie o en el interior, así como también no deberá presentar manchas blanquecinas de origen salitroso y resquebrajaduras, fracturas o grietas que afecten o degraden sus resistencia y durabilidad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4.1.1.1. Clasificación para fines estructurales

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE – E.070 (2018), en lo referido al agregado fino será arena gruesa de procedencia natural, libre de materia orgánica y sales, con las características especificadas en la Tabla 13.

- Las condiciones que debe presentar el agregado fino son las siguientes:
- En dos mallas consecutivas no deberá de quedar retenido más del 50%.
- El módulo de fineza deberá estar comprendido entre 1.6 y 2.5.
- El porcentaje máximo de partículas quebradizas será 1% en peso.
- No deberá emplearse arena de mar.
- Adicional a esto el agua a emplear deberá ser potable libre de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y materia orgánica.

Tabla 13

Granulometría de la Arena Gruesa.

Malla ASTM	% Que pasa
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1.18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0.30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0.075 mm)	Menos de 2

Nota: Adaptado del Reglamento Nacional de Edificaciones RNE – E.070 (2018).

4.1.1.2. Mortero

Según indica el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE – E.070 (2018), que los morteros están clasificados en el tipo P, empleado en la construcción de los muros

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

portantes y NP, utilizado en los muros no portantes y también indica que los aglomerantes del mortero pueden ser:

Cemento Portland Tipo I y II según la Norma Técnica Peruana – NTP 334.009 (2016) y el Cemento adicionado según en la Norma Técnica Peruana – NTP 334.080 (2008), una mezcla de Cemento Portland o Cemento adicionado y Cal hidratada normalizada según a la Norma Técnica Peruana NTP 339.002 (2006).

En la siguiente Tabla 14 se indicarán las proporciones volumétricas (en estado suelto):

Tabla 14

Tipos De Mortero

	Componentes			
Tipo	**Cemento**	**Cal**	**Arena**	**Usos**
P1	1	0 a ¼	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a ½	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	–	Hasta 6	Muros No Portantes

Nota: Adaptado del Nacional de Edificaciones RNE – E.070 (2018).

4.1.1.3. Método de construcción.

Menciona el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE – E.070 (2018), en las construcciones de albañilería se deberá cumplir algunas exigencias básicas las cuales exigen que los muros deberán ser construidos a plomo y en línea. No se atentará contra la integridad del muro recién asentado. Así mismo, las unidades asentadas con mortero, todas las juntas horizontales y verticales quedarán completamente llenas de mortero, las juntas tendrán un espesor mínimo de 10mm y máximo de 15mm. Por otra parte, se mantendrá el temple del mortero mediante el reemplazo del agua que se pueda haber evaporado, por una

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

sola vez; resaltando que el plazo del retemplado no excederá al de la fragua inicial de cemento.

Otro punto importante es que las unidades de albañilería se asentarán con superficies limpias de polvo y sin agua; el asentado se hará presionando verticalmente las unidades, percatándose de no bambolearlas.

Las unidades de albañilería tendrán un tratamiento previo a su asentamiento que será el siguiente:

- Para concreto sílice calcáreo se debe pasar una brocha húmeda sobre las caras de asentado o rociarlas.
- Para arcilla se deberá tener en cuenta las condiciones climatológicas donde se encuentra la obra, regarlas durante media hora entre 10 y 15 horas antes de asentarlas; Se recomienda también que la succión al instante de asentarlas esté comprendida entre 10 a 20 gr/200 cm2-min.

4.1.1.4. Resistencia de prismas de Albañilería.

Menciona el Norma Tecnica Peruana - NTP 399.605 (2018), que la resistencia a compresión axial (f'm) y a corte (v'm) se determinará de manera empírica o a través de pruebas de prismas según la importancia de la edificación, así como también según la zona sísmica donde se encuentra como indica la tabla a continuación:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 15

Métodos para determinar la resistencia a compresión axial (f'm) y a corte (v'm).

Resistencia Característica	Edificios de 1 a 2 pisos			Edificios de 3 a 5 pisos			Edificios de más de 5 pisos		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
f'm	3	2	1	3	2	1	3	2	1
v'm	A A	A A	A A	B B	B A	A A	B B	B B	B A

Nota: Adaptada de la Norma Tecnica Peruana - NTP 399.605, INACAL (2018).

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

B: Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio de acuerdo a lo indicado en las Norma Tecnica Peruana -NTP 399.605, INACAL (2018), y también en la Norma Técnica Peruana - NTP 399.621, ITINTEC (2015).

Para construir conjuntos de edificios la resistencia de la albañilería de la resistencia a compresión axial (f'm) y a corte (v'm) deberá ser comprobada mediante ensayos de laboratorio previos a la obra y durante a la obra; mediante ensayos, de acuerdo a los siguientes criterios será comprobada la resistencia:

- Cuando se construyan conjuntos de hasta dos pisos en las zonas sísmicas 3 y 2, (f'm) será verificado con ensayos de tres pilas por cada 500m2 de área techada y (v'm) con tres muretes por cada 1000 m2 de área techada.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- Cuando se construyan conjuntos de tres o más pisos en las zonas sísmicas 3 y 2, (f'm) será verificado con ensayos de tres pilas por cada 500m2 de área techada y (v'm) con tres muretes por cada 500 m2 de área techada

Así mismo los prismas serán fabricados en obra, utilizando el mismo contenido de humedad de las unidades de albañilería, misma consistencia de mortero y el mismo espesor de juntas, así como la misma calidad de la mano de obra que se empleará en la construcción definitiva; Por otro lado, los prismas tendrán un refrentado de cemento-yeso con un espesor que permita la corrección de irregularidades según sea el caso.

Por otra parte, los prismas se almacenarán a una temperatura que no sea mayor de 10°C durante 28 días. Además, podrán ser ensayados a una menor edad que 28 días, pero no menor de 14 días, este caso, la resistencia característica se obtendrá incrementándola por los factores mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 16

Incremento de resistencia a compresión axial (f'm) y a corte (v'm).

	Edad	14 días	21días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1.15	1.05
	Bloques de concreto	1.25	1.05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1.10	1.05

Nota: Adaptado de la Norma Tecnica Peruana - NTP 399.605, INACAL (2018), y Norma Técnica Peruana - NTP 399.621, ITINTEC (2015).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

La resistencia característica (f'm) en pilas y (v'm) en muretes, se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar.

En el caso de no realizarse ensayos de primas, se podrán emplear los valores mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 17

Resistencias características de la Albañilería (Kg/cm²).

Resistencias características de la albañilería Mpa (kg/cm2)				
Materia Prima	**Denominación**	**Unidad f'b**	**Pilas f'm**	**Muretes v'm**
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2(145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1(215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
		4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
Concreto	Bloque tipo P (*)	6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)nl
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Nota: Adaptado del Reglamento Nacional de Edificaciones RNE – E.070 (2018).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4.1.2. Norma Técnica Peruana – NTP 339.613 (2015): Unidades de Albañilería – Método de muestreo y ensayos de ladrillos de arcilla usados en albañilería

En la Norma Técnica Peruana – NTP 339.613, INACAL (2015), establece los procedimientos para el muestreo y ensayo de los ladrillos de arcilla cocida, utilizados en albañilería; aplicándose también al control de calidad de los mismos.

De acuerdo a esta norma, se establecen distintos ensayos con el fin de precisar la calidad del ladrillo de arcilla:

A. Muestreo:

Como primer punto se menciona la selección de las muestras, en donde se debe considerar especímenes libres de impurezas y otros materiales no asociados con el proceso de fabricación; Asimismo la selección será de 10 unidades por cada 1000 000 o menos ladrillos, para lotes mayores se tomarán 5 especímenes adicionales por cada 500 000 unidades.

B. Preparación de especímenes:

Para empezar, se realiza un secado de los ladrillos en un horno entre 105°C a 155°C no menor a un tiempo de 24 horas, donde dentro de un periodo de 2 horas se registre un aumento o pérdida de no más del 0.2% respecto a su peso inicial.

Así mismo se procederá con el enfriamiento a una temperatura de 24°C ± 8°C en un entorno ventilado donde las unidades no estén apiladas, más bien separadas por un periodo de 4 horas. Se procede luego por pesar 5 especímenes secos y enfriados por medio de una balanza que tendrá una capacidad no menor de 3000 g con una aproximación de 0.5g.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

C. **Resistencia a la compresión:**

Antes de realizar el ensayo de resistencia a la compresión se realizará como primer paso el refrentado, de los cuales existen dos tipos: Refrentado con yeso o con azufre, para ambos casos el espesor no será mayor de 3mm, posterior a esto se dejará reposando los especímenes por lo menos 24 horas antes de ser ensayados.

Como siguiente paso los ladrillos serán ensayados sobre su mayor dimensión, lo que significa que la carga será aplicada de forma perpendicular a la superficie de asiento hasta la mitad de la carga máxima esperada, con cualquier velocidad adecuada. Luego se deberá ajustar los controles de la máquina para que la carga remante se aplique a una velocidad uniforme.

La resistencia será calculada por medio de la siguiente ecuación:

$$C = w/A$$

Donde:

C: Resistencia a la compresión del espécimen (Kg/cm^2) (Mpa).

W: Máxima carga indicada por la máquina de ensayo (Kg o N).

A: Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior o inferior del espécimen (cm2).

D. **Absorción:**

El número de ladrillos para este ensayo será de 5 respectivamente secos y enfriados sin inmersión parcial previa, se sumergirán los especímenes en agua potable a una temperatura entre 15.5°C a 30°C durante un tiempo de 5 y 24 horas, luego de esto el

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

espécimen será retirado y será secado superficialmente con un paño para proceder a pesarlo dentro de los 5 minutos de haber sido retirados del agua.

La absorción será calculada por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{100\ (Ws - Wd)}{Wd}$$

Donde:

Wd: Peso seco del espécimen.

Ws: Peso saturado del espécimen, luego de la sumersión en agua fría.

Para finalizar se calculará y reportará el promedio de absorción de agua fría de la muestra ensayada, con una aproximación a 0.10%.

E. Succión:

El número de ladrillos a ensayar será de 5 enteros y secos, Para esta prueba será necesario contar con una bandeja y recipientes para agua que tendrán una profundidad no menos de 13mm, y ser de un largo y ancho tales que la superficie de agua no sea menor de 2000 cm2. Así mismo, la base de la bandeja deberá ser plana al ser apoyada apropiadamente para tener un nivel adecuado, comprobando con nivel de burbuja y un espécimen de muestra, el cual al ser colocado este nivelado; Se deberá contar también con el dispositivo de sincronización a 1 s.

Al momento de introducir el ladrillo de ensayo se deberá contar como cero el momento que el ladrillo haga contacto con el agua, se sumergirá el ladrillo durante un periodo de 1min ± 1s; se retira el espécimen y se seca el agua superficial con un paño húmedo para proceder a pesarlo dentro de los 2 min.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

La succión será calculada por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Succión } (x) = 200W / LB$$

Donde:

X: Diferencia de pesos corregida, sobre la base de 200 cm2

W: Diferencia de pesos del espécimen, g.

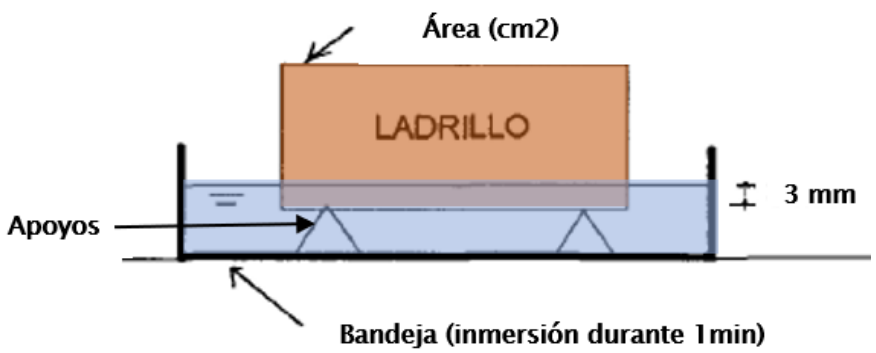
L: Longitud del espécimen, cm.

B: Ancho del espécimen, cm.

Otro método para poder determinar la succión de manera práctica según San Bartolomé se trata de vaciar un parte de agua dentro de un recipiente / bandeja midiendo la altura del agua con una wincha para así proceder a sumergir la unidad(ladrillo) previamente secado a una temperatura de 110°C y entre en contacto con el agua a una altura de 3mm de su base yaciente en dos apoyos durante un minuto. Posteriormente retirar el ladrillo para poder observar la diferencia en sus pesos.

Figura 30

Ensayo de unidades de albañilería en succión.



Nota: Adaptado de San Bartolome (1994), prueba de succión en unidades de albañileria .

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

La succión será calculada por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Succión (gr/200cm2 - min)} = \frac{200\ (P2 - P1)}{\text{Área de la cara de Asiento}}$$

Donde:

P2: peso (g) de la unidad luego de haber sumergido su cara de asiento en una película de agua de 3mm durante 1minuto.

P1: peso (g) de la unidad secada en un horno a 110 °C s

Todo esto está indicado en el libro de San Bartolome (1994), en la (p.116).

F. Medida del tamaño:

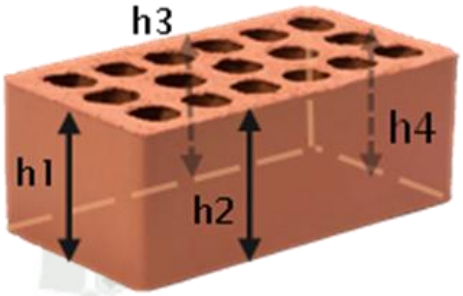
Se procederá a medir las unidades individualmente con una regla de acero de 30 cm que se encuentre graduada a 1 milímetro, o un calibrador que posea una escala de 25 a 300mm teniendo en cuenta lo mencionado se procederá a medir 10 unidades enteros y secos, tomando las medidas de ancho, largo y altura, a través de los dos extremos y en ambas caras, desde el punto medio que se encuentre en los bordes y limiten con las caras. La medida para la altura será tomada por medio de ambas caras y ambos extremos desde los puntos medios de los bordes que limitan las caras; las medidas tomadas serán registradas con una aproximación de 1mm sacando un promedio a 0.5mm.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 31

Medidas del tamaño del ladrillo para la variación dimensional.



$$V\ (\%) = \frac{100\ (De - Dp)}{De}$$

$$h = \frac{h1 + h2 + h3 + h4}{4}$$

Nota: Adaptado del libro de Construcciones de Albañilería según San Bartolome (1994).

G. Alabeo:

Para el ensayo mencionado se utilizará una regla o como alternativa una cuña de medición de 60mm, las unidades serán ensayadas tal cual se reciben, solo se les quitará el polvo con una escobilla pequeña para proceder con lo mencionado a continuación:

- **Superficies cóncavas**

Se instalará la varilla de borde recto longitudinal o diagonalmente a lo largo de la superficie que será medida adaptándose la ubicación que se desvía en mayor medida una línea recta. Se deberá escoger la distancia mayor desde la superficie de la unidad hasta la varilla de borde recto; usando la regla o la cuña se medirá la distancia con aproximación a 1mm y así se registrará como la distorsión cóncava de la superficie.

- **Bordes cóncavos:**

Se instalará la varilla de borde recto entre los extremos del borde cóncavo a ser medido, luego de esto se debe seleccionar la mayor distancia desde el borde de la unidad hasta la varilla con borde recto, utilizando la regla o cuña, midiendo la distancia con aproximación a 1milimetro será registrada como la distorsión cóncava.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- **Superficies convexas**:

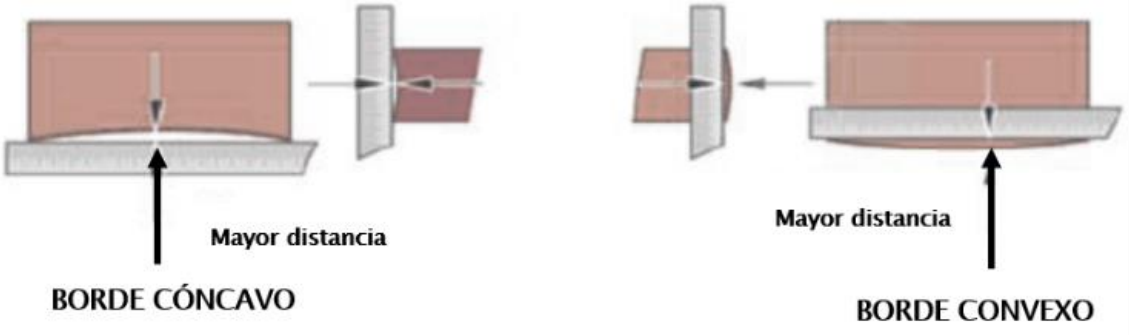
La unidad se pondrá con la superficie convexa en contacto con una superficie plana con las esquinas equidistantes de la superficie plana; mediante el uso de la regla o cuña medir la distancia con aproximación a 1milimetro por cada una de las cuatro esquinas desde la superficie plana. El promedio de las cuatro medidas será registrado como la distorsión convexa del espécimen.

- **Bordes convexos**:

Se instalará la varilla de borde recto entre los extremos del borde convexo, luego se deberá elegir la mayor distancia entre el borde de la unidad y la varilla; mediante el uso de la regla o cuña se debe medir la distancia con una aproximación a 1 milímetro y registrarla como la distorsión convexa del borde.

Figura 32

Medidas para ensayo en Bordes de Alabeo.



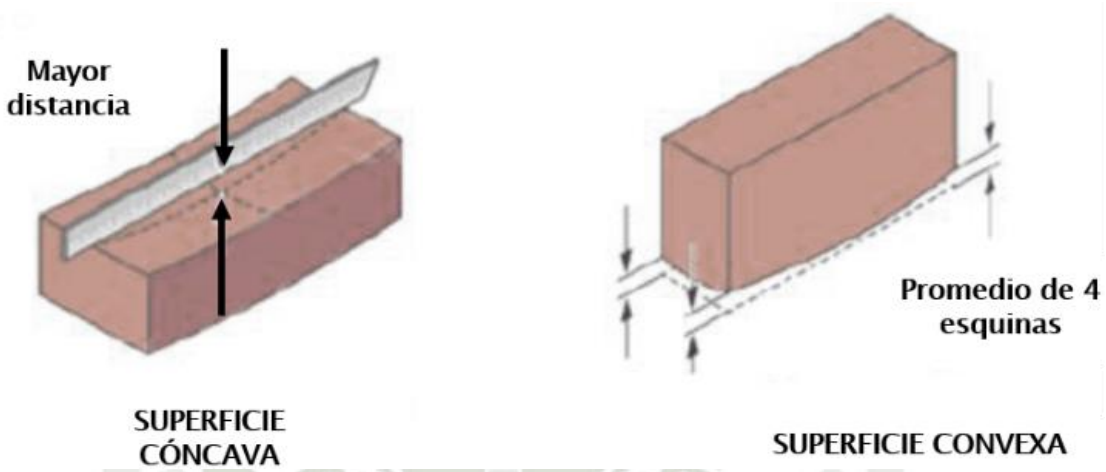
Nota: Adaptado de la Norma Técnica Peruana – NTP 399.613, INACAL (2017).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 33

Medidas para ensayo en Superficies de Alabeo.



Nota: Adaptado de la Norma Técnica Peruana – NTP 399.613, INACAL (2017).

A. Medidas del área de vacíos en unidades perforadas

La muestra de ladrillos para el siguiente ensayo será de 10 unidades tal cual se reciban. Como primer paso se registrarán las medidas del ladrillo tales son: largo, ancho y altura, para así obtener su volumen, posterior a esto, se coloca una hoja de papel y sobre ella el ladrillo con las aberturas de forma vertical; se procederá a rellenar las aberturas con arena dejándola caer libremente sin hacer presión sobre las perforaciones con la arena. Haciendo uso de una varilla de acero con borde recto se debe nivelar la arena con el ladrillo y limpiar el excedente. Como último paso se levanta el ladrillo y se deja caer la arena para proceder a pesarla en la balanza con una graduación a 0.5g.

4.1.3. Norma Técnica Peruana – NTP 399.601(2016): Unidades de Albañilería. Ladrillos de Concreto

La presente Norma Técnica Peruana– NTP 399.601 (2016), establece los distintos requisitos que deben cumplir los ladrillos de concreto de peso normal y unidades macizas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

similares destinadas para su uso en albañilería estructural o en revestimiento para edificios y otras estructuras, que son elaborados con cemento portland, agua y agregados con o sin la inclusión de otros materiales.

En la presente norma también se establecen las siguientes definiciones:

- Dimensiones de fabricación: estas dimensiones son instauradas por el fabricante.
- Dimensiones efectivas: son obtenidas
- Dimensiones nominales: Aquellas que son designadas en la presente en la Norma Técnica Peruana (NTP) para designar el tamaño del ladrillo.
- Ladrillo de concreto: Unidad de albañilería de dimensiones modulares fabricado con cemento portland, agua y agregados, que puede ser manipulada con una sola mano.
- Ladrillo sólido (macizo): Unidad de albañilería con una sección neta, en cualquier plano paralelo a su superficie de asiento, que tiene 75% o más del a sección bruta.

Los ladrillos de concreto son clasificados por la siguiente Norma Técnica Peruana de la siguiente manera:

- Tipo 10: Es empleado de manera general, moderada resistencia a la compresión.
- Tipo 14: Para ser empleado de modo general donde se precise una moderada resistencia a la compresión.
- Tipo 17: Su uso se aplica donde se precise una moderada resistencia a la compresión, humedad y frio.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Tipo 24: Su uso está definido para enchape arquitectónico y muros exteriores sin revestimiento, utilizados también donde se precise una alta resistencia a la compresión, humedad y frío.

Se mencionan también algunos requisitos físicos que se mencionaran a continuación:

Tabla 18

Requisitos de resistencia y absorción en Unidades de Albañilería.

Resistencia a la compresión min, Mpa, respecto al área bruta promedio			Absorción de agua, máx. (%) (Promedio de 3 unidades)
Tipo	Promedio de 3 unidades	Unidad Individual	
24	24	21	8
17	17	14	10
14	14	10	12
10	10	8	12

Nota: Adaptado de la Norma Técnica Peruana- NTP 399.601 (2016).

Las dimensiones por las cuales están configuradas las unidades no deben variar por más de ±3.2mm de las dimensiones dadas por el fabricante, el ladrillo puede ser macizo o hueco.

Se menciona también que el área neta en el ladrillo hueco en cada plano paralelo debe ser de por lo menos 75% del área de la sección transversal bruta, ningún agujero del ladrillo debe estar a menos de 19.1mm de algún borde de ladrillo. Todas las unidades deben estar en las mejores condiciones y libres de cualquier defecto que impidan su adecuado empleo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4.1.4. Norma Técnica Peruana – NTP 399.604 (revisada 2015): Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

En la presente norma se desarrolla el procedimiento dispuesto por el Comité Técnico de Normalización (CTN) de la Norma Tecnica Peruana – NTP 399.604 (revisada en 2015) para realizar el muestreo y ensayo para unidades de albañilería de concreto y obtener dimensiones, porcentaje de absorción, resistencia a la compresión, peso unitario (densidad), contenido de humedad.

Esta Norma Técnica Peruana es aplicada para llevar un control de calidad en ladrillos y bloques de concreto con huevos para albañilería estructural y no estructurales.

A. Identificación:

Las unidades sometidas al ensayo deben ser marcadas para poder ser identificadas en cualquier momento, sin embargo, las marcas no excederán el 5% del área superficial de la unidad. Posterior a esto se procede a pesar las unidades para el ensayo de contenido de humedad, el dato registrado será el peso recibido (W).

B. Medición de dimensión:

Este ensayo será realizado a como se menciona anteriormente en la Norma Técnica Peruana – NTP 339.613 (2015), "Unidades de Albañilería, Método de muestreo y ensayos de ladrillos de arcilla usados en albañilería".

C. Resistencia a la compresión:

El refrentado para los ladrillos puede ser tanto de azufre o de una mezcla entre yeso y cemento, esta mezcla de yeso-cemento deberá alcanzar una resistencia a las 2 horas no

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

menor de 24.1 Mpa ensayada en cubos de 50.8 mm. Este refrentado no se realizará en menos de 2 horas antes del ensayo; la unidad se colocará en contacto con la pasta para ser refrentada, presionando firmemente hacia abajo con un solo movimiento manteniendo su eje perpendicular a la superficie de refrentado, el espesor del refrentado no excederá los 3.2 mm.

Las unidades se deben ensayar con el centroide de sus superficies alineada verticalmente con el centro de empuje de la rótula de la máquina de ensayo, aplicando la carga hasta la mitad de la máxima prevista a cualquier velocidad conveniente, posteriormente ajustando los controles para dar un recorrido uniforme en no menos de 1 minuto y no más de 2 minutos.

D. Absorción:

Este ensayo podrá ser realizado en unidades enteras o especímenes que hayan sido cortados de una unidad entera, para este ensayo se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

- **Saturación:**

Sumergir las unidades en agua a una temperatura de 15.6 °C a 26.7 °C por 24 horas, posterior a esto se procederán a pesar las unidades mientras están suspendidas con un alambre metálico y así obtener el peso sumergido (Wi). Retirar el agua y drenar durante un minuto el drenado del ladrillo para luego con un paño húmedo retirar el agua superficialmente visible; pesarlo y registrar el dato como peso saturado (Ws).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- **Secado:**

Las unidades pasaran a ser secados en un horno a 100°C a 115°C por un tiempo no menor a 24 horas; luego de esto registrar los pesos como peso secado al horno (Wd).

La resistencia será calculada por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Absorción } \frac{Kg}{m3} = \frac{100(Ws - Wd)}{(Ws - Wi)} \text{ X } 100$$

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{(Ws - Wd)}{Wd} \text{X } 100$$

Donde:

Ws: Peso saturado del espécimen (Kg).

Wi: Peso sumergido del espécimen (Kg).

Wd: Peso seco al horno del espécimen (Kg).

Así mismo, el contenido de humedad será calculado mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{(Wr - Wd)}{(Ws - Wd)} \text{ X } 100$$

Donde:

Wr: Peso recibido de la unidad, (Kg).

Wd: Peso seco al horno de la unidad (Kg).

Ws: Peso saturado de la unidad (Kg).

Según lo indica la Norma Tecnica Peruana – NTP 399.604 (revisada en 2015) así mismo San Bartolome (1994), por medio de la siguiente ecuación:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$Hn\ (\%) = 100 \times \frac{(Wr - Wd)}{(Wd)}$$

Donde:

Po: Peso en estado natural de la unidad (Kg).

P1: Peso secado al horno a 110°C del espécimen (Kg).

4.1.5. Norma Técnica Peruana – NTP 334.009 (2016): Cementos – Cemento Portland y Requisitos

La presente Norma Técnica Peruana–NTP 334.009 (2016), define los requisitos que deben cumplir los seis tipos de cemento, siendo los siguientes:

- Tipo I: De uso general que no requiere propiedades especiales definidas para otro tipo.
- Tipo II (MH): De uso general, cuando se requiera resistencia moderada a los sulfatos.
- Tipo III: De uso general, cuando se requiera un mesurado calor de hidratación y resistencia a los sulfatos.
- Tipo IV: Para su uso bajo calor de hidratación.
- Tipo V: Para su uso cuando se requiera alta resistencia a los sulfatos.

Así mismo, debe el cemento debe cumplir con algunos requisitos químicos y físicos como se especifica a continuación:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 19

Requisitos químicos para el cemento Portland.

Requisitos	Tipo de Cemento					
	TIPO I	TIPO II	TIPO III	TIPO IV	TIPO V	TIPO VI
Óxido de Aluminio (Al_2O_3), máx. %	–	6.0	6.0	–	–	–
Óxido férrico, (Fe_2O_3), máx. %	–	6.0[B]	6.0[B,C]	–	6.5	–
Óxido de magnesio, (MgO), máx., %	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Trióxido de azufre, (SO_3), máx. %	–	–	–	–	–	–
Cuando (C_3A) E es 8% o menos	3.0	3.0	3.0	3.5	2.3	2.3
Pérdida por ignición, máx. %	3.5	[F]	[F]	4.5	[F]	[F]
Pérdida por ignición, máx. %	–	–	–	–	–	–
Cuando la caliza no es un ingrediente	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	3.0
Cuando la caliza es un ingrediente	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Residuo insoluble, máx. %	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Silicato tricálcico, (C_3S) E, máx. %	–	–	–	–	35[C]	–
Silicato dicálcico, (C2S) E, mín. %	–	–	–	–	40[C]	–
Aluminato tricálcico (C3A) E, máx. %	–	8	8	15	7[C]	5[B]
Suma de C3S + 4.75 C3AG, máx. %	–	–	–	–	–	–
Alumino ferrito tetracálcico, más dos veces el aluminato tricálcico (C4AF+2(C3A)), ó solución sólida, (C4AF + C2F), como sea aplicable máx. %	–	–	–	–	–	25[B]

Nota: Comité Técnico de Normalización (CTN) de la Norma Técnica Peruana-NTP 334.009 (2016).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 20

Requisitos físicos para el cemento Portland.

REQUISITOS	TIPO DE CEMENTO					
	I	II	II (MH)	III	IV	V
Contenido de aire del mortero[B]		12				
Volumen %:	12	–	12	12	12	12
Máx.	–		–	–	–	–
Mín.		260				
Finura, Superficie Específica, (m2/kg)	260		260	–	260	260
	–		430[C]	–	430[C]	–
Ensayo de Permeabilidad al aire		0.80				
Mín.	0.80		0.80	0.80	0.80	0.80
Máx.						
Expansión en autoclave,						
Máx. %	–	–	–	12.0	–	–
Resistencia, no menor que los valores mostrados para las edades indicadas a continuación:	12.0	10.0	10.0	24.0	–	0.8
	19.0	17.0	17.0	–	7.0	15.0
Resistencia a la compresión, MPa	–	–	–	–	15.0	21.0
1 día						
3 días	45	45	45	45	45	45
7 días						
28 días						
Tiempo de fraguado	375	375	375	375	375	375
Ensayo de Vicat[F, minutos]						
Tiempo de fraguado: no menor de:						
Tiempo de fraguado no mayor de:						

Nota: Adaptado del Comité Técnico de Normalización (CTN) de la Norma Técnica Peruana-NTP 334.009 (2016).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4.1.5. Norma Técnica Peruana – NTP 400.037 (2018) 4ta edición: Agregados – Agregados para concreto

Esta Norma Tecnica Peruana – NTP 400.037, INACAL (2018), especifica requisitos que deben seguir los agregados grueso y fino para el concreto:

- **Agregado Fino:**

Para el análisis granulométrico del agregado fino, debe presentar la granulometría como se menciona a continuación:

Tabla 21

Requerimiento de granulometría para agregado fino.

Tamiz	Porcentaje que pasa
9.5 mm (3/8 pulg.)	100
4.75 mm (No.4)	95 a 100
2.36 mm (No. 8)	80 a 100
1.18 mm (No.16)	50 a 85
600 um (No. 30)	25 a 60
300 um (No. 50)	5 a 30
150 um (No. 100)	0 a 10
75 um (No. 200)	0 a 3.0[AB]

[A]: Para concreto no sujeto a la abrasión, el límite para el material más fino que el tamiz 75 um (No. 200) debe ser máximo 5%

[B]: Para agregado fino artificial u otros reciclados, si el material más fino que el tamiz 75 um (No. 200) consiste en polvo de trituración, esencialmente libre de arcilla o esquistos, este límite debe ser 5% para concreto sujeto a abrasión y máximo 7% para concreto no sujeto a abrasión.

Nota: Adaptado del Comité Técnico de Normalización (CTN), Norma Tecnica Peruana – NTP 400.037, INACAL (2018).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Sobre la granulometría se menciona también en la presente norma, lo siguiente: El agregado fino no debe tener más del 45% que pasa en alguna malla y retenida en la siguiente malla, siendo su módulo de fineza no menor de 2.3 ni mayor de 3.1.

Así mismo, se permitirá el uso de agregados que no cumplan con la granulometría especificada, siempre y cuando los estudios aseguren que se producirá un concreto con propiedades relevantes al menos igual a las del concreto elaborado con los mismos ingredientes en el Comité Técnico de Normalización (CTN), Norma Tecnica Peruana - NTP 400.037, INACAL (2018).

- **Agregado Grueso:**

Algunas características que deben cumplir el agregado grueso según la presente norma es que deberá estar compuesto por grava, piedra chancada, concreto chancado, concreto reciclado o la combinación de ellos conforme a lo solicitado por esta norma.

Por consiguiente, el agregado grueso deberá cumplir con lo mencionado a continuación:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 22

Requisitos granulométricos del agregado grueso.

	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
1	90mm a 37.5mm (3 ½ pulg a 1 ½ pulg)	100	90 a 100	–	25 a 60	–	0 a 15	–	0 a 5	–	–	–	–	–	–
2	63mm a 37.5mm (2 ½ pulg a 1 ½ pulg)	–	–	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	–	0 a 5	–	–	–	–	–	–
3	50mm a 25mm (2 pulg a 1pulg)	–	–	–	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	–	0 a 5	–	–	–	–	–
357	4.75mm (2pulg a No.4)	–	–	–	100	95 a 100	–	35 a	–	10 a 30	–	0 a 5	–	–	–
4	19.0mm (1 ½ pulg a ½ pulg)	–	–	–	–	100	90 a 100		0 a 5	–	0 a 5	–	–	–	–
467	37.5mm a 4.75mm (1 ½ pulg a No.4)	–	–	–	–	100	95 a 100		35 a 70	–	10 a 30	0 a 5	–	–	–
5	25.0mm a 12.5mm (1 pulga ½ pulg)	–	–	–	–	–	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	–	–	–	–
56	9.5mm (1 pulg a ½ pulg)	–	–	–	–	–	100	90 a 100	40 a 15	10 a 40	0 a 15	0 a 15	–	–	–
57	4.7mm (1 pulg a No.4)	–	–	–	–	–	100	95 a 100	–	25 a 60	–	0 a 10	0 a 5	–	–
6	9.5mm (3/4 pulg 3/8 pulg)	–	–	–	–	–	–	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	0 a 5	–	–	–
67	9.5mm (3/4 pulg 3/8 pulg)	–	–	–	–	–	–	100	90 a 100	–	20 a 55	0 a 10	0 a 5	–	–
7	9.5mm (3/4 pulg 3/8 pulg)	–	–	–	–	–	–	–	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	–	–
8	9.5mm (3/4 pulg 3/8 pulg)	–	–	–	–	–	–	–	–	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	–
89	9.5mm (3/4 pulg 3/8 pulg)	–	–	–	–	–	–	–	–	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	9.5mm (3/4 pulg 3/8 pulg)	–	–	–	–	–	–	–	–		–	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Nota: Adaptado del Comité Técnico de Normalización (CTN), Norma Tecnica Peruana – NTP 400.037, INACAL (2018).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.6. Norma Técnica Peruana – NTP 400.012 (revisada 2018): Agregados – Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

En esta Norma Técnica Peruana NTP – 400.012 (revisada 2018), implanta el método para determinar la distribución por tamaño del agregado fino, grueso y global mediante tamizado. Esta norma se destina para determinar la gradación de materiales propuestas para su uso como agregados o de los que están siendo utilizados como tales. Los resultados serán utilizados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos que exige la especificación técnica en la obra y proporcionar los datos necesarios para el control de la producción de agregados.

El procedimiento consiste en una muestra de agregado seco, siendo separada por una serie de tamices que van desde una abertura mayor a menos, para así determinar la distribución del tamaño de partículas.

Los instrumentos a utilizar en el siguiente procedimiento serán:

- Balanza
- Horno
- Tamices y agitador de tamices

A. Muestra:

- Agregado Fino: La cantidad de la muestra, posterior al secado será de 300 g.
- Agregado Grueso: La muestra para el agregado grueso será la indicada en la tabla siguiente:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 23

Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global para ensayo de granulometría.

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulgadas)	Cantidad de la muestra de Ensayo, Mínimo Kg(lb)
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (½)	2 (4)
19.2 (¾)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Nota: Comité Técnico de Normalización (CTN), Norma Técnica Peruana NTP – 400.012 (revisada 2018).

B. Procedimiento:

Como primer paso se deberá secar la muestra a una temperatura de 110°C ± 5°C posterior a esto los tamices serán colocados en el orden de abertura de mayor a menor, para así iniciar colocando la muestra en el tamiz de mayor tamaño, limitando a su vez la cantidad de material que entre en los tamices para que así todos alcancen la abertura del tamiz, se continuará agitando manualmente o por medio del agitador mecánico, durante un periodo adecuado, para finalizar se determinará la masa de cada aumento de medida en una balanza.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

C. **Cálculo:**

Se calculará el porcentaje que pasa, porcentaje totales retenidos, o los porcentajes sobre cada tamiz con los resultados aproximados al 0.1%. Así mismo para calcular el módulo de fineza, se debe sumar el porcentaje retenido de cada uno de los tamices utilizados y dividir la suma entre 100.

4.1.7. Norma Técnica Peruana – NTP 339.185 (revisada 2018): Agregados – Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

La presente Norma Técnica Peruana – NTP 339.185 (revisada 2018), establece el método para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por medio del secado. Este método es lo suficientemente exacto para que así se logren la corrección de las proporciones en los ingredientes para el concreto.

A. **Muestra:**

La muestra representativa se hará de acuerdo a la siguiente tabla que contiene la información para el tamaño máximo nominal de agregado y la masa mínima de la muestra del mismo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 24

Tamaño del agregado de la muestra para ensayo de contenido de humedad.

Tamaño máximo nominal de agregado Mm (pulgadas)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en (Kg)
4.75 (0.187) (No.4)	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (½)	2.0
19.0 (3/4)	3.0
25.0 (1)	4.0
37.5 (1 ½)	6.0
50.0 (2)	8.0
63.0 (2 ½)	10.0
75.0 (3)	13.0
90.0 (3 ½)	16.0
100.0 (4)	25.0
150.0 (6)	50.0

Nota: Comité Técnico de Normalización (CTN Norma Técnica Peruana – NTP 339.185 (2013).

B. Procedimiento:

La masa de la muestra se debe definir con una precisión del 0.1% mediante una balanza. Posterior a esto se debe secar la muestra completamente por medio del horno en un recipiente, a temperatura controlada teniendo cuidado de tener perdida de partículas.

Seguido a esto se dejará enfriar y se procederá a calcular el peso de la muestra ya seca.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

C. Cálculo de resultados:

Se calculará el contenido de humedad por medio de la siguiente fórmula:

$$P = \frac{100(W - D)}{D}$$

Donde:

P: Contenido total de humedad evaporable de la muestra en porcentaje.

W: Masa de la muestra húmeda original en gramos.

D: Masa de la muestra seca en gramos.

4.1.8. Norma Técnica Peruana -NTP 400.021: Agregados - Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso (revisada 2018).

Según la Norma Técnica Peruana -NTP 400.021, INACAL (2018), establece el método para determinar la densidad promedio de las partículas del agregado grueso, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado grueso.

A. Campo de aplicación:

La presente norma menciona que la densidad relativa (gravedad específica), se emplea también en el cálculo de volumen ocupado por el agregado en distintas mezclas que contengan agregados.

Así mismo se resalta que la densidad relativa (gravedad específica) (SSD) se utiliza si el agregado está húmedo. Por el otro lado la densidad relativa (OD) se utiliza para el agregado

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

seco. La densidad aparente y la densidad relativa aparente (gravedad especifica aparente) se alude al producto sólido que conforman las partículas constituyentes, no se incluye el espacio de los poros dentro de las partículas que sea accesible al agua.

Los valores del ensayo de absorción son utilizados para el cálculo en el cambio de masa de un agregado debido al agua absorbida en los espacios de los poros a diferencia en la condición seca.

La presente norma aplica las siguientes definiciones:

- Absorción: Aumento de la masa del agregado debido a la penetración en los poros de las partículas durante un determinado periodo.
- Secado al horno (OD): condición en la que los agregados secan en un horno a 110°C ± 5°C durante un tiempo adecuado para alcanzar una masa constante.
- Saturadas superficialmente secas (SSD): condición en la que los poros de los agregados están llenos de agua.
- Densidad: masa por unidad de volumen de un material, expresando como kilogramo por metro cúbico.
- Densidad (OD): masa de las partículas de agregado secado al horno.
- Densidad (SSD): masa del agregado saturado superficialmente y seco.

  Densidad relativa (gravedad específica): es la relación de la densidad de un material a la densidad del agua a una temperatura indicada; los valores son adimensionales.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Densidad relativa (gravedad específica) (OD): es la relación de la densidad (OD) del agregado a la densidad del agua a una temperatura indicada.
- Densidad relativa (gravedad específica) (SSD): es la relación de la densidad (SSD) del agregado a la densidad del agua destilada a una temperatura indicada.
- Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente): es la relación de la densidad aparente de los agregados a la densidad del agua destilada a una temperatura indicada.

B. Ensayo:

Se tomará una muestra del agregado sumergida en agua por 24h ± 4h para llenar los poros. Seguido de esto la muestra es retirada, y la muestra es secada superficialmente para determinar la masa. Para finalizar la muestra será secada en horno y la masa determinada, se calculará la densidad, densidad relativa (gravedad específica), y la absorción por medio de las fórmulas en este método de ensayo.

C. Muestra:

La masa mínima de la muestra a utilizar se muestra en el siguiente cuadro donde se encuentra el tamaño máximo nominal y la masa mínimo de la muestra de ensayo para obtener el peso específico:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 25

Muestra mínima de muestra para ensayo de peso específico.

Tamaño máximo nominal Mm (pulg.)	Masa mínima de muestra de ensayo Kg (lb)
12.5 (½) o menor	2 (4.4)
19.0 (¾)	3 (6.6)
25.0 (1)	4 (8.8)
37.5 (1 ½)	5 (11)
50 (2)	8 (18)
63 (2 ½)	12 (26)
75 (3)	18 (40)
90 (3 ½)	25 (55)
100 (4)	40 (88)
125 (5)	75 (165)

Nota: Adaptado del Comité Técnico de Normalización (CTN), Norma Técnica Peruana – NTP 400.021, INACAL (2018).

D. Procedimiento:

Como paso inicial se debe secar la muestra en una estufa a temperatura constante entre 110°C ± 5°C, posterior a esto se enfriará la muestra entre 1h a 3h con el fin de manipular la muestra, luego se sumerge el agregado en agua a temperatura ambiente durante un periodo de 72h ± 4h. Posteriormente la muestra se retirara del agua y se colocara sobre un paño absorbente para así eliminar las partículas visibles de agua , una vez realizado esto se procederá a determinar la masa de la muestra de ensayo en la categoría de superficie saturada

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

seca, en seguida se colocará la muestra en una canasta de alambre N°6 de capacidad entre 4 a 7 litros, suspendida en el agua a una temperatura de 23°C ± 2°C; esta deberá estar sumergida a una profundidad suficiente para cubrir la muestra.

Para finalizar la muestra será secada en horno o estufa a una temperatura constante de 110 °C ± 5°C y dejándola enfriar para proceder con el registro de su masa, por medio de una balanza.

E. Calculo:

Para el cálculo de las respectivas densidades del agregado grueso se realizará mediante las siguientes fórmulas:

- Densidad relativa (Gravedad específica) (OD): se calculará en base al agregado que ah sido secado al horno.

$$\text{Densidad relativa (gravedad específica) (OD)} = \frac{A}{(B - C)}$$

Donde:

A: masa de la muestra secada al horno (g).

B: masa de la muestra de superficie saturada seca.

C: masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua (g).

- Densidad relativa (gravedad específica) (SSD): se calculará en base al agregado de superficie saturada seco.

$$\text{Densidad relativa (gravedad específica) (SSD)} = \frac{B}{(B - C)}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- Densidad relativa aparente (gravedad especifica aparente):

$$\text{Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) (SSD)} = \frac{A}{(A - C)}$$

El cálculo de la absorción se realizará de la siguiente manera:

$$\text{Absorción (\%)} = \left[\frac{B - A}{A}\right] X\ 100$$

4.1.9. Norma Técnica Peruana – NTP 400.022 (revisada 2018): Agregados – Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

La presente (Norma Tecnica Peruana – NTP 400.022 (2018), establece el método para calcular la densidad promedio de partículas del agregado fino, densidad relativa y la absorción del mismo.

A. Campo de aplicación

La densidad relativa (gravedad especifica) (SSD) se afirma como la característica empleada para el cálculo del volumen ocupado por el agregado en las distintas mezclas que contienen agregados, así mismo es usada en el cálculo de humedad superficial del agregado fino por desplazamiento de agua. Esta densidad se utiliza cuando el agregado se encuentra en estado húmedo, por otro lado, la densidad relativa (OD) se emplea para cálculo cuando el agregado este seco.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

También se menciona que los valores de absorción se utilizan para calcular el cambio en la masa de un agregado producido por el agua absorbida en los espacios de los poros dentro de las partículas conformantes.

B. Procedimiento

La presente norma menciona dos métodos para la determinación del peso específico del agregado fino, siendo el primero el método por picnómetro (procedimiento gravimétrico) y el Frasco de *"Le Chatere"* (determinación volumétrica); por conveniente se optó por el primer método del picnómetro por encontrarse a mejor alcance.

Se llena el picnómetro con agua parcialmente para poder introducir en el 500 g. de agregado fino saturado superficialmente seco, posterior a esto se llenará el picnómetro hasta el 90% de su capacidad. Proceder a agitarlo manual o mecánicamente, de ser manual se recomienda sumergir una toalla de papel para así retirar el exceso de burbujas de aire. Una vez eliminado el aire, se debe ajustar la temperatura del picnómetro y su contenido a 23°C ± 2°C, de ser necesario sumergirlo parcialmente en agua circulante; se determinará la masa total del picnómetro, el espécimen y el agua.

Como siguiente paso se retirará el agregado fino del picnómetro para secarlo al horno a una temperatura constante y ponerlo a enfriar a temperatura ambiente durante 1h aproximadamente y proceder a determinar su masa.

Finalmente se precisará la masa del picnómetro lleno de agua a 23°C ± 2 ° hasta el nivel de aforo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

C. **Cálculo:**

Para los cálculos correspondientes se mencionarán las siguientes variables las cuales ayudaran a determinar la densidad relativa (gravedad específica) por medio del procedimiento gravimétrico de las cuales derivan la densidad relativa (seca al horno), densidad relativa (superficialmente seca), densidad relativa aparente (gravedad específica aparente).

A: masa de la muestra seca al horno, g.

B: masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración, g.

C: masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración, g.

S: masa de la muestra de saturado superficialmente seca (utilizado en el método gravimétrico para la densidad y la densidad relativa (gravedad específica), o para la absorción con ambos procedimientos).

S_1: masa de la muestra de saturado superficialmente seca (utilizado en el procedimiento para la densidad volumétrica y la densidad relativa (gravedad específica), g.

$$\text{Densidad relativa (gravedad específica) (OD)} = \frac{A}{(B + S - C)}$$

Densidad relativa (gravedad específica) saturado superficialmente seca: se determinará en base al agregado saturado superficialmente seco.

$$\text{Densidad relativa (gravedad específica) (SSD)} = \frac{S}{(B + S - C)}$$

- Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$\text{Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente)} = \frac{A}{(B + A - C)}$$

- Absorción

$$\text{Absorción (\%)} = 100 \ \frac{(S - A)}{A}$$

Los resultados deben ser informados con una precisión de 10kg/cm^3, los resultados de la densidad relativa (gravedad específica) al 0.01 más cercano, así mismo indicar la base de la densidad ya sea como secada al horno (OD), saturado superficialmente seca (SSD), o aparente.

4.1.10. Norma Técnica Peruana – NTP 400.017 (2011) 4ta edición: Agregados – Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados.

La presente Norma Tecnica Peruana – NTP 400.017 (2020), presenta con una validez de cinco años que indica el proceso para precisar el "Peso unitario" del agregado ya sea en estado suelto o compactado, y así determinar los vacíos entre partículas en agregados finos, gruesos o la mezcla de ambos; siendo este ensayo adjudicable a los agregados que no excedan los 125 mm como tamaño nominal máximo.

A. Significado y uso

Este método de ensayo se usa para determinar los valores de densidad aparente necesarios para la selección de proporciones para mezclas de concreto.

B. Aparatos

- Balanza con una precisión al 0.05 kg.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Varilla de apisonado lisa de acero, redondeada. La longitud de la varilla debe ser de al menos 100 mm mayor que la profundidad de la medida del molde en que se utiliza la varilla, pero no mayor a 750mm.
- Recipiente cilíndrico fabricado de acero u otro metal que cumpla con las condiciones severas de uso suficientemente rígido.
- Pala o cucharón con una dimensión adecuada para el llenado del recipiente
- Calibración del equipo
- Placa de vidrio: 6mm de espesor y 25mm mayor al diámetro del recipiente.
- Grasa
- Termómetro: 10 a 32 °C
- Balanza

C. Muestra de ensayo

La muestra será de un tamaño aproximado de 125% a 200% la cantidad requerida para llenar el recipiente, manipulándose de tal forma para evitar la segregación. De tal forma la muestra debe ser secada uniformemente a 110°C ± 5°C.

D. Determinación del volumen del recipiente

Como primer paso se deberá precisar el peso del recipiente y de la placa de vidrio, posterior a esto se colocará una fina capa de grasa al borde del recipiente para evitar el escape de agua seguidamente se llenará el recipiente con agua a temperatura ambiente cubriéndolo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

con la placa de vidrio eliminando así las burbujas, medir la temperatura del agua para determinar su densidad.

Precisar la masa del agua, placa de vidrio y recipiente con una exactitud de 0.05kg.

E. Procedimiento

Para poder establecer la densidad aparente compactada de agregados que tengan un tamaño máximo nominal de 37.5 mm (1 ½ plg.) o menos, asegurar la muestra mediante el Método A: Rodding (apisonado); Método B: Jigging para agregados que tengan un tamaño máximo nominal superior a 37.5 mm (1 ½ plg.) y que no exceda de 125 mm (5 plg). Para determinar la densidad aparente suelta del agregado, cuando esté estipulado, completar el recipiente con el Método C: Shoveling (palear).

Para la presente investigación se realizó el ensayo mediante el Método A: Rodding ya que el agregado utilizado tiene un tamaño aproximado a 3/8¨, y la determinación de la densidad aparente suelta del agregado será por el Método C: Shoveling.

- **Método A (Rodding):**

El recipiente es llenado a 1/3 del total nivelando la superficie con los dedos, la primera capa es apisonada con 25 golpes con la varilla de acero, seguido de esto se llena a 2/3 del total nivelando nuevamente y apisonando como se mencionó anteriormente, para finalizar el recipiente se llena a sobre – volumen y se apisona nuevamente nivelando la superficie del agregado con una espátula y así se equilibren los vacíos mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- **Método C. (Shoveling):**

Llenar el recipiente con una pala o cucharón a una altura que no exceda los 50 mm del borde superior del mismo, tener cuidado para evitar la segregación del tamaño de partículas que constituyen la muestra. Igualmente proceder a nivelar la superficie del agregado con una espátula.

F. Cálculo

Para calcular la densidad de la masa se realiza de la siguiente manera:

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$

$$M = (G - T) \times F$$

Donde:

M: densidad de masa del agregado, kg/ cm^3

G: masa del agregado del recipiente, kg.

T: masa del recipiente, kg.

V: volumen del recipiente, m^3

F: factor del recipiente m^3

Volumen del recipiente

Para hallar el volumen del recipiente se realizará con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{(W - M)}{D}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$F = D / (W - M)$$

Donde:

V: Volumen del recipiente, m^3

W: masa del agua, placa de vidrio y recipiente, kg.

M: masa de la placa de vidrio y recipiente, kg.

D: densidad del agua para la temperatura medida, kg/ m^{3}}

F: Factor para el recipiente, 1/ m^3.

4.1.11. Norma Técnica Peruana – NTP 339.034 (2015): Concreto – Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

La presente Norma Técnica Peruana – NTP 339.034 (2015), instaura la determinación de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto y extracciones diamantinas de concreto.

A. Campo de aplicación

Se aplica a concretos con pesos unitarios mayores a 800 kg/cm^2.

B. Síntesis del método de ensayo

Este método se trata sobre aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad que se encuentre en un rango prescrito

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

hasta la falla. La resistencia a la compresión es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección transversal del espécimen.

C. Significado y uso

Los valores obtenidos serán de acuerdo al tamaño y forma del espécimen, dosificación, proceso de mezclado, método de muestreo y elaboración, edad, temperatura y condiciones de humedad durante el curado.

D. Máquina de ensayo

La máquina a ser utilizada será operada por energía (no manual) y aplicar la carga continua sin intermitencia, ni detenimiento. La presente máquina estará compuesta con dos bloques de apoyo de acero con caras resistentes, una de las cuales se apoyará sobre una rótula que le permita acomodarse a la superficie superior del espécimen y el otro sobre un sólido bloque en el cual se asienta el espécimen; las superficies de los bloques tendrán una dimensión mínima de al menos 3% mayor que el diámetro de los especímenes a ser ensayados.

El máximo diámetro del bloque de apoyo de la base esférica suspendida no excederá los valores indicados a continuación:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 26

Diámetros máximos de especímenes de ensayo.

Diámetro de espécimen de ensayo	Máximo diámetro
mm	mm
50	105
75	130
100	165
150	255
200	280

Nota: Adaptado de la Norma Técnica Peruana – NTP 339.034 (2015), Concreto – Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

E. Especímenes

En este punto se establece que los especímenes no serán ensayados si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro por más del 2%, antes del ensayo ninguna base de los especímenes de ensayo se apartará de la perpendicularidad a los ejes por más de 0.5°de lo contrario tendrán que ser recortadas o cepilladas.

F. Procedimiento

Los especímenes para el ensayo a compresión curados en húmedo serán ensayados tan pronto como sea práctico luego de retirarlos del almacenaje protegiéndolos de la pérdida de humedad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 27

Edades de ensayo y tolerancias permisibles.

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± 0.5 h ó 2.1 %
3 d	± 2h ó 2.8 %
7 d	± 6h ó 3.6 %
28 d	± 20h ó 3.0 %
90 d	± 48h ó 2.2 %

Nota: Adaptado de la Norma Técnica Peruana – NTP 339.034 (2015), Concreto – Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

G. Colocación del espécimen

Para empezar, se situará el bloque de rotura inferior, posteriormente el espécimen será colocado con la cara endurecida hacia arriba sobre la mesa de la máquina de ensayo directamente debajo del bloque de apoyo del asiento esférico superior, ambos bloques deben estar completamente limpios para proceder a colocar el espécimen sobre el bloque inferior de rotura; con cuidado se debe alinear los ejes del espécimen con el centro de empuje de la rótula del bloque de asiento esférico.

Antes de realizar el ensayo del espécimen se deberá comprobar que el indicador de carga esté en cero, de no ser así proceder a ajustarlo, seguido a esto se debe colocar el espécimen en la máquina, inclinar manual y suavemente la parte móvil del bloque de asiento esférico,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

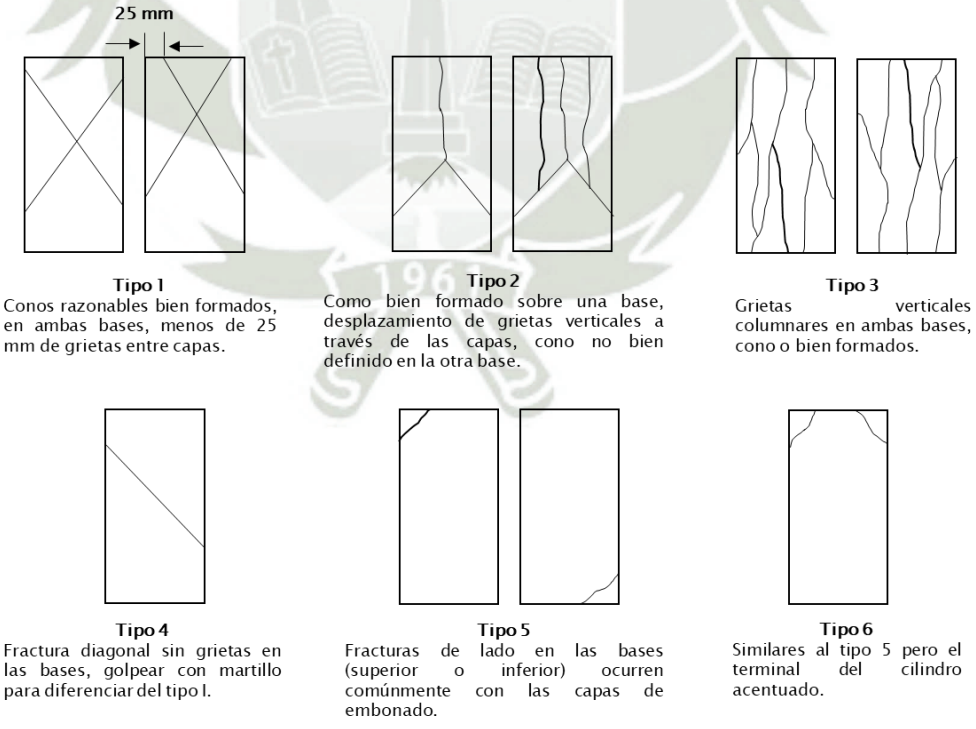
quedando la superficie de apoyo paralela a la parte superior del espécimen de ensayo; la carga debe ser aplicada a una velocidad constante y sin impacto , durante la aplicación de la primera mitad del fase de la carga temprana será permitida una alta velocidad siendo aplicada de manera controlada para que así el espécimen no sea sometido a cargas de choque.

Por último, aplicar la carga de compresión mientras se muestra que la carga se reduce constantemente y el espécimen muestra un patrón de fractura definido para así poder definir su máxima carga y también el patrón de rotura.

Esquema de los patrones de tipos de fractura

Figura 34

Esquema de los patrones de tipos de fractura.



Nota: Recopilado de la Norma Técnica Peruana – NTP 339.034 (2015).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.12. Norma Técnica Peruana – NTP 399.605 (2018): Unidades de albañilería. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería

En la mencionada Norma Técnica Peruana – NTP 399.605, INACAL (2018), se implanta el proceso para la elaboración y ensayo para prismas de albañilería así como los cálculos para determinar la resistencia a la compresión f 'm, utilizada para determinar el cumplimiento con la resistencia a la compresión especificada para la albañilería f 'm.

A. Construcción de prismas para albañilería

Los prismas se construirán según cada edad de ensayo la cual se quiera precisar su resistencia a la compresión.

Se indica en esta norma, que cada uno de los prismas deben estar construidos en una base plana y bien nivelada para que así puedan permanecer sin perturbaciones hasta que sean transportados para su ensayo; asimismo deben estar encerrados y sellados con una bolsa lo suficientemente grande para mantener una humedad adecuada.

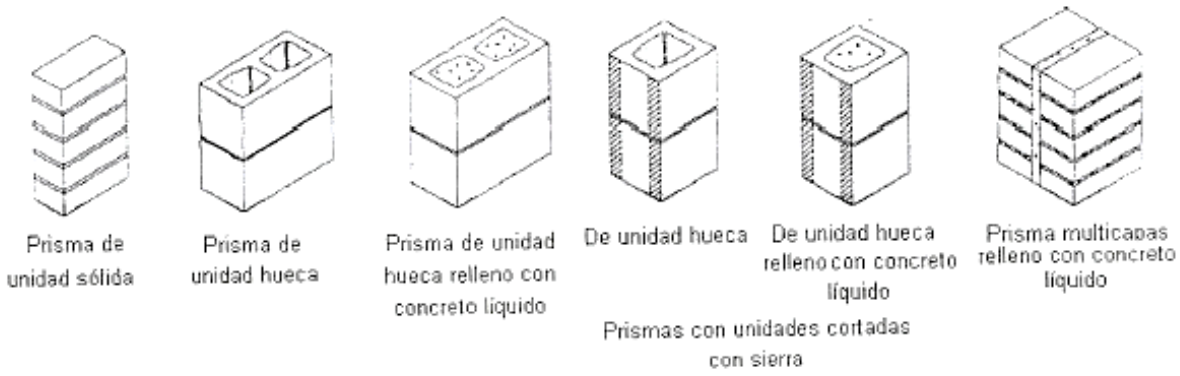
Las unidades serán colocadas en forma de pila (una sobre otra), al momento de la construcción de prisma las unidades deben estar libres de humedad y su asentamiento será según sea la unidad como se menciona en la siguiente figura.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 35

Construcción de prismas de albañilería.



Nota: Comité Técnico de Normalización (CTN), Norma Técnica Peruana – NTP 399.605, INACAL (2018)

El mortero para los prismas será colocado en todo el perímetro y en caso de ser unidades huecas dentro de las mismas, utilizando el espesor de junta de mortero; por otro lado, se elaborarán los prismas con una altura mínima de dos unidades y una relación alto – espesor, h_p /t_p, entre 1.3 y 5.0. Los prismas no deben ser alterados ni movidos dentro de las primeras 48 horas posteriores a su elaboración y la colocación del relleno de concreto líquido.

B. Curado

Se menciona que el curado de los prismas se realizara dentro de las 48h posteriores a su elaboración para que luego puedan permanecer dentro de las bolsas a una temperatura de 24°C ± 8°C; las bolsas de los prismas deben ser retiradas dos días previos al ensayo, pero siendo almacenados a la misma temperatura de 24°C ± 8°C.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

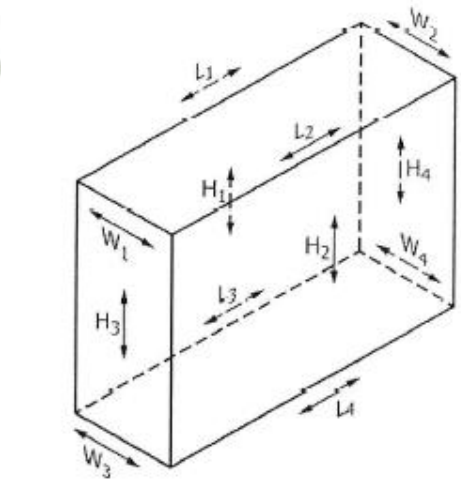
Cabe mencionar que los prismas no deben ser secados al horno ya que se exponen a temperaturas superiores a los requisitos de temperatura de almacenamiento. La edad del prisma es considerada desde el momento de su elaboración y asentamiento, para unidades huecas será una vez terminado el relleno con concreto liquido; por lo mismo el ensayo se realizará a los 28 días y para cada edad.

C. Medición y determinación del área bruta

Se debe medir la longitud y el ancho en ambos bordes, con una aproximación a 1mm, así también precisar la longitud y el ancho del prisma con un promedio de las 4 medidas de cada dimensión, medir la altura del prisma desde el centro de cada cara y determinar la altura con el promedio de las 4 medidas.

Figura 36

Ubicación de las medidas en el prisma.



Nota: Recuperado del Comité Técnico de Normalización (CTN), Norma Técnica Peruana - NTP 399.605, INACAL (2018).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

D. Procedimiento

La máquina para el presente ensayo debe tener una precisión de 1.00 % sobre el rango de carga anticipado, " la placa superior será un bloque asentado esférico de metal endurecido finamente en el centro de la cabeza superior de la máquina" Comité Técnico de Normalización (CTN) en la Norma Técnica Peruana - NTP 399.605 (2018), según las superficies de la placa destinada para estar en contacto con la muestra deberán tener una dureza no inferior a 60 HRC (BHN 620).

Las superficies de la placa y la placa no se deben apartar de las superficies planas en más de 0.03 mm en cualquier dimensión de 150mm.

Para la colocación del prisma en la maquina se deben limpiar las caras de carga de los platos de la máquina, las placas de apoyo y prismas de ensayo, luego colocar el prisma sobre el plato de carga inferior alienando ambos ejes del prisma con los de la máquina.

E. Carga

Se deberá aplicar una carga al prisma a una velocidad adecuada hasta alcanzar la mitad de la carga total esperada, posteriormente se aplicará la carga de una manera uniforme por no menos de 1min y no más de 2 min.

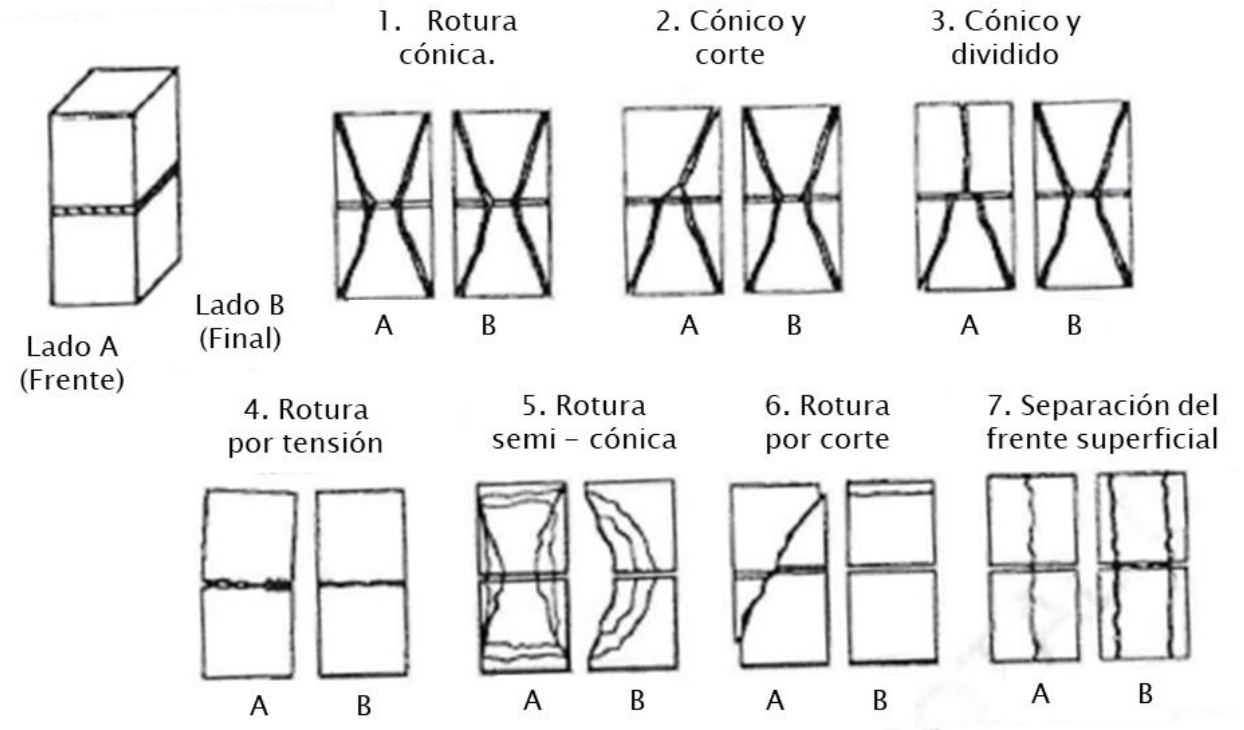
La carga máxima será registrada una vez que el prisma presente fallo, el modo de falla deberá ser descrito, ilustrado o ambos definiendo patrones de grieta, con los siguientes tipos de falla.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 37

Esquema de modo de falla en prismas.



Nota: Adaptado del Comité Técnico de Normalización (CTN), Norma Técnica Peruana – NTP 399.605, INACAL (2018)

F. Cálculos

La resistencia será calculada dividiendo la carga de cada prisma de la compresión máxima soportada entre el área bruta de sección transversal de ese prisma.

Cuando se trate del ensayo de prismas rellenos y sin relleno se calculará la resistencia por separado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

G. Resistencia a la compresión

Se calculará la relación hp/tp entre la altura (hp) y la menor dimensión lateral (tp) de ese prisma, se determinará el factor de corrección de la siguiente tabla.

Tabla 28

Factores de corrección altura/espesor para la resistencia en compresión de prismas de albañilería.

hp/tp A	1.3	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
Factor de corrección	0.75	0.86	1.0	1.04	1.07	1.15	1.22

Nota: Adaptado del Comité Técnico de Normalización (CTN), Norma Técnica Peruana - NTP 399.605, INACAL (2018)

hp/tpA Relación de la altura del prisma y las medidas menores laterales del prisma

Se multiplicará la resistencia del prisma por el factor de correción del prisma correspondiente, para finalizar se promediaran los valores obtenidos.

4.1.13. Norma Técnica Peruana - NTP 399.621 (revisada 2015): Unidades de albañilería - Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

La presente Norma Tecnica Peruana - NTP 399.621; INACAL (revisada 2015), establece el método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión diagonal (corte), en muretes de albañilería con una dimensión mínima de 600mmx 600mm mediante la aplicación

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

de una carga de compresión a lo largo de una diagonal generando así una falla por tracción diagonal fisurando el espécimen en dirección paralela a la aplicación de la carga.

A. Equipos

La máquina de ensayo: debe poseer una capacidad suficiente en capacidad de carga en compresión y proporcionará una velocidad de carga continua sin impacto e intermitencias.

Las escuadras de carga: se deberán utilizar dos escuadras de carga de acero para aplicar la carga hacia el espécimen.

B. Espécimen de ensayo

Los especímenes para el presente ensayo serán muretes cuadrados con una dimensión mínima de 600mm x 600mm, incluyendo por lo menos dos unidades enteras de albañilería por hilada, por el espesor del tipo de muro que está siendo ensayado. Los ensayos se harán en al menos 3 muretes iguales, siendo fabricados con la misma unidad de albañilería, mortero y mano de obra.

Los muretes deben ser construidos sobre una superficie nivelada dentro de una bolsa que se encuentre abierta para que el prisma pueda ser encerrado dentro de la misma conservando su humedad. Por otra parte, con respecto al curado, los muretes no deben ser movidos por lo menos durante 7 días siendo a su vez almacenados en el laboratorio por un periodo no menor a 28 días, a una temperatura de 2424°C ± 8°C, y humedad relativa de 25% y 75% libres de corrientes de aire.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

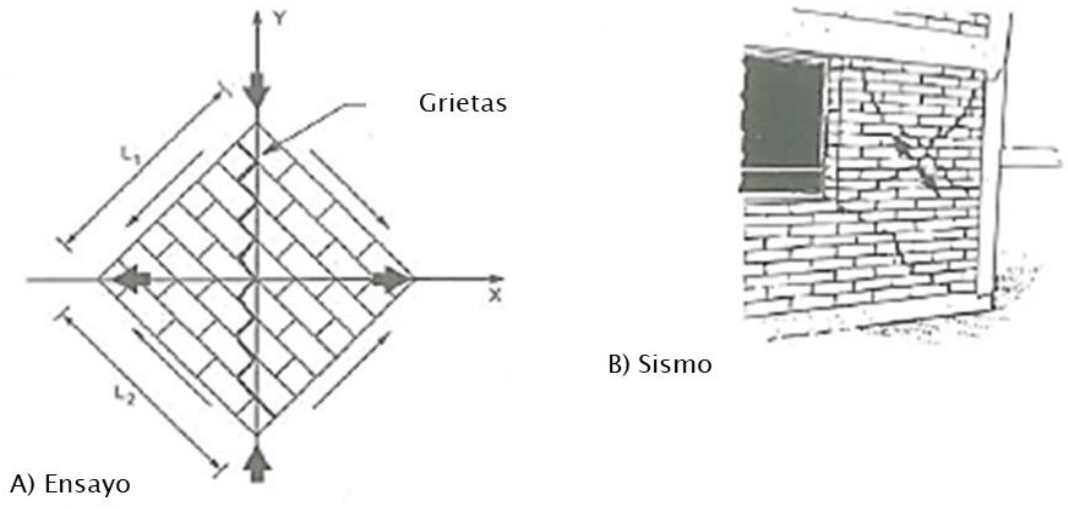
REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

C. Procedimiento

Iniciando se deben de ubicar las escuadras de carga superior e inferior de manera que se centren en las respectivas superficies de carga de la máquina de ensayo; posteriormente para la colocación del espécimen se deberá de asentar al murete en una posición centrada y a plomo sobre una cama de material de refrentado de yeso colocada en la escuadra inferior de carga. En lo correspondiente a la aplicación de la carga, esta debe ser aplicada en forma continua hasta la última carga; la carga puede ser aplicada a cualquier velocidad conveniente hasta la mitad del valor máximo esperado, posteriormente ajustando los controles para que la carga sea aplicada uniformemente de tal modo que la carga máxima se alcance en no menos de 1 minuto ni más de 2 minutos.

Figura 38

Fallas en muretes de albañilería



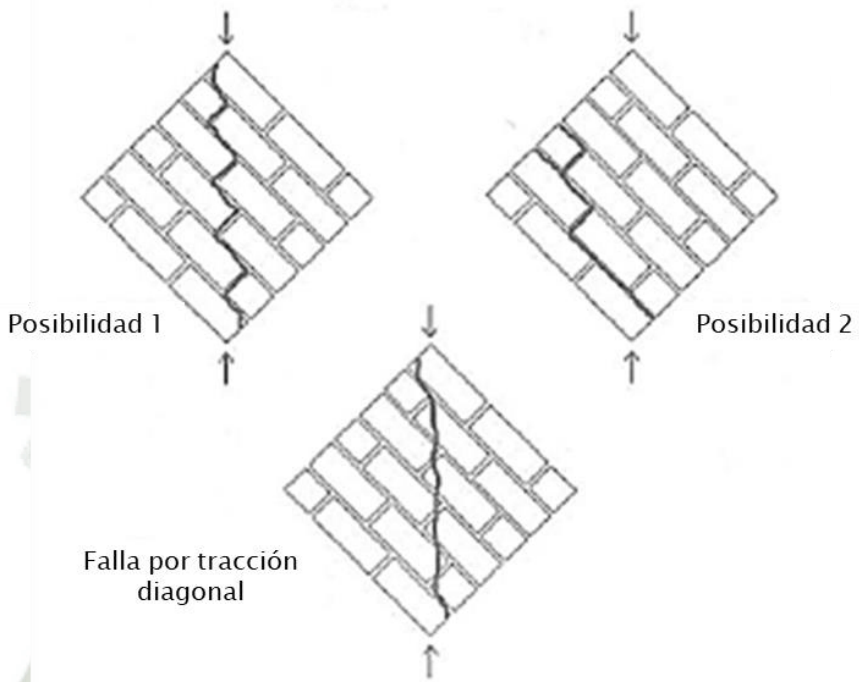
Nota: Adaptado de Gallegos y Casabonne (2005), en su libro de Albañilería Estructural.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 39

Falla por corte en muretes de albañilería.



Nota: Adaptado de Gallegos y Casabonne (2005), en su libro de Albañilería Estructural.

D. Cálculo

Esfuerzo cortante es hallado con la siguiente fórmula:

$$Vm = \frac{0.707P}{Ab}$$

Donde:

Vm: esfuerzo cortante sobre el área bruta, en MPa

P: carga aplicada en N.

Ab: área bruta del espécimen en $mm^{2,}$ calculada así:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$Ab = \frac{l + h}{2} \; t$$

Donde:

l: largo del murete, en mm.

h: altura del murete, en mm.

t: espesor total del murete, en mm.

4.2. Variable: Efecto en el Entorno Ambiental.

4.2.1. Estándares de calidad ambiental MINAM 2017

Según lo define el Decreto Supremo N° 003 MINAM (2017), nos indica que los seres humanos tienen el poder de disfrutar un medio ambiente adecuado para el desarrollo de su calidad de vida, donde lo indica el ECA – Estándar de Calidad Ambiental que se decreta que el grado de elementos, parámetros físicos o sustancias químicas y biológicas que se encuentren en el agua, aire o suelo deben tener un estándar de calidad adecuado para el desarrollo de la vida y así no presentar un peligro para su salud ni para el medio ambiente.

Estas calidades ambientales serán utilizadas para el diseño y aplicación alusivo a herramientas para la gestión ambiental como lo indica MINAM (2017) para los diseños y aplicaciones de actividades productivas, extractivas y servicios. en cuanto a parámetros que cumplan con los requisitos para una adecuada calidad del ambiente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 29

Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

Parámetros	Periodo	Valor (ug/m3)	Criterios de evaluación	Método de análisis
Benceno (C6H6) Anual 2	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de azufre (SO2)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (método automático)
Dióxido de nitrógeno (NO2)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (método automático).
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM 2,5)	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercia/filtración (gravimetría)
	Anual	25	Media Aritmética Anual	
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM 10)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercia/filtración (gravimetría)
	Anual	50	Media Aritmética Anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg)	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (método automático)
	8 horas	10000	Media Aritmética móvil	
Ozono (O3)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (método automático)
Plomo (Pb) en PM10	Mensual	1.5	NE más de 4 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
	Anual	0.5	Media aritmética de los valores mensuales	Método para PM10 (Espectrofotometría de absorción atómica)
Sulfuro de Hidrógeno (H2S)	24 horas	150	Media Aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

NE: No Exceder.
[1] o método equivalente aprobado.
[2] El estándar de calidad ambiental para Mercurio Gaseoso Total entrará en vigencia al día siguiente de la publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, de conformidad con lo establecido en la Sétima Disposición Complementaria Final del presente Decreto Supremo

Nota: Adaptado del Ministerio del Ambiente – MINAM (2017).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO V: MARCO OPERATIVO

5.1. Fase I: Análisis de la Actividad Ladrillera y su Impacto

En esta primera etapa se ejecutará el estudio de las Ladrilleras y su Impacto producido por la actividad ladrillera artesanal en Arequipa y la ampliación en esta misma.

5.1.1. Análisis de la Situación de la Actividad Ladrillera Artesanal en Arequipa

En el sector de la construcción el ladrillo es un elemento clave para los trabajos arquitectónicos ya que se trata de uno de los materiales más utilizados en obra; como se ha podido observar el ladrillo como producto ha mantenido sus niveles de venta estables con subas y bajas regulares sin embargo se encuentra estable, pero por otro lado se presenta un nivel alto de informalidad en este sector.

Indica el Ministerio de la Producción (2010), en la Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales, que la mayoría de la actividad económica es de tipo informal o familiar en la cual las actividades son desarrolladas por el núcleo familiar, en la cual los hijos menores al retornar de la escuela realizan actividades menores igualmente como parte de su participación. No existe una gestión empresarial, no se cuenta con accesos a servicios ni prestaciones de salud, sin embargo, al ser empresas familiares realizan un papel importante para la economía de las comunidades y localidades donde están ubicadas ya que se forman generalmente en la única o la principal actividad productiva generadora de trabajo e ingresos.

Además, según Febres (2017), en su investigación Alternativa de solución a la problemática ambiental producida por las ladrilleras artesanales en Arequipa, generalmente los

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ladrilleros artesanales establecen sus viviendas adyacentes a los hornos, estas zonas son carentes de servicios básicos como agua, desagüe o luz, vías de acceso precarias y muchas veces sin un adecuado saneamiento e inclusión en los planos de la municipalidad.

Es de conocimiento por todos que las ladrilleras son una fuente de emisiones contaminantes, pobreza, marginación, trabajo duro ya se por hombres, mujeres y niños. La contaminación y la marginación son los motivos los cuales mantienen al sector ladrillero en la mira de las organizaciones ambientalistas, gobiernos locales y gobierno central ; el artesano ladrillero posee limitaciones que no son vistas con facilidad como es la mala calidad de los ladrillos , el poco desarrollo en cuanto a maquinaria que ayude a su producción por ende se generan pérdidas de hasta el 10% ya que las piezas se quiebran tanto en la producción como en el horneado, todo esto termina en poca nula ganancia, más que nada influye en la salud ocasionando distintas enfermedades como son los daños en el sistema respiratorio, daños en el sistema ocular, sistema cardio respiratorio, sistema cardio pulmonar y daños en la piel.

Como también lo indica, en lo referido al impacto ambiental los más perjudicados vienen siendo la morfología del terreno debido a la explotación de suelos y quema de combustibles, y la calidad del aire debido a los combustibles más usados en el proceso de quema de ladrillos como son las llantas usadas, a veces cortadas en trozos o enteras siendo estas una de las fuentes más contaminantes, estas son recolectadas por recicladores generalmente informales en su mayoría para posteriormente ser vendidas y usadas; los lugares donde estas han sido utilizadas se pueden reconocer fácilmente por el color negruzco de los

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

suelos. Otro de los combustibles más contaminantes viene siendo los artículos de plástico como son bolsas, botellas PET, en general usados para ¨incrementar el fuego combinados a las llantas son los combustibles con más alta toxicidad. Quedando así otros combustibles orgánicos como son leña, ramas y hojas de eucalipto, cáscara de arroz y café, aserrín, etc. Que aun así pueden generar impacto como se menciona a continuación

Tabla 30

Combustibles y grado de contaminación

Combustible	Grado de Contaminación Atmosférica	Efecto adicional sobre el entorno
Llantas usadas	Muy alto, cancerígeno	Ennegrecimiento del entorno, suelos y casas.
Plásticos (bolsas, botellas, etc)	Muy alto, cancerígeno	No precisa
Ramas y hojas frescas de eucalipto	Alto con gran cantidad de humo denso dificultando la visibilidad	Deforestación por consumo indiscriminado, erosión de suelos y disminución de lluvias.
Leña seca de eucalipto u otra especie	Medio	Deforestación por consumo indiscriminado, erosión de suelos y disminución de lluvias.
Cáscara de arroz o café	Medio	Aprovechamiento de residuos
Aserrín de madera	Medio	Aprovechamiento de residuos
Hidrocarburo liquido (Diesel, residual)	Medio	Riesgo de contaminación de sueños por derrames
Carbón de piedra (Antracita)	Bajo	No representativo
Gas (GLP, GNP)	Muy bajo	No representativo

Nota: Adaptado del Ministerio de la Producción (2010), Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales en el Programa Regional Aire Limpio (PRAL) y Fundación Suiza de Cooperación para el desarrollo Técnico SWISCONTAC.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Sin embargo como alternativa se presenta para las ladrilleras artesanales opciones de asociatividad para que se les otorgue reconocimiento legal y gestionar la pertenencia de los terrenos ocupados , para así lograr formalizarse obteniendo capacitaciones y asistencia para mejorar la producción, logrando así una mejora en sus procesos de fabricación brindado oportunidades para adquirir maquinaria y equipos incrementando así la capacidad de producción junto a su rentabilidad, junto a ello una gran mejora en las condicione de vida; ya que las empresas industriales que elaboran ladrillos mecanizados poseen una mejor calidad como producto y a su vez un menor índice de impacto ambiental afirma el Ministerio de la Producción (2010),en la Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales en el Programa Regional Aire Limpio (PRAL) y Fundación Suiza de Cooperación para el desarrollo Técnico SWISCONTAC.

5.1.2. Conclusiones de la Fase I: Análisis de la Actividad Ladrillera y su Impacto

Se puede determinar de este modo con lo mencionado anteriormente que en la industria ladrillera artesanal el principal impacto generado al ambiente es hacia la calidad del aire, por los combustibles usados en la quema para la fabricación de los mismos, generando masas de humos negros altamente contaminantes, por ende esto repercute en la salud de los pobladores aledaños, los mismos trabajadores y sus familias , sin embargo se ha podido analizar también que el mercado ladrillero es muy amplio y presenta un crecimiento continuo por lo que a su vez la informalidad también es alta pero esto no genera ganancias para los maestros ladrilleros ya que al realizar el ladrillo como producto se obtiene una calidad baja y mediante el uso de los hornos se pierden muchas unidades a comparación de una producción industrial donde se

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

puede obtener una mejor calidad y reducir la emisión de gases altamente tóxicos por la reducción del uso de combustibles , por otro lado también se ve un costo beneficio en los ladrillos mecanizados; para concluir se puede mencionar las distintas opciones que a su vez se brindan a los maestros ladrilleros para salir de la informalidad mejorando su calidad de vida mediante su esfuerzo y compromiso para mejorar la producción ya sea con una inversión en maquinaria, reducción de uso de combustibles contaminantes, y poder tener acceso a una mejor tecnología de producción para poder eliminar la situación del impacto que generan.

5.2. Fase II: Selección de Materiales

Para la presente etapa se especificarán los materiales y sus diversas propiedades con el fin de fabricar el eco – ladrillo a base de papel y cartón reciclado, por ende, se procederá al uso de referencias basadas en fichas técnicas y los ensayos realizados en el laboratorio para cumplir los objetivos en propuesta.

5.2.1. Papel y Cartón reciclado.

Se menciona el papel y cartón reciclado como primer material al ser la base de la investigación, tratando de analizar sus propiedades, características y su manera de desarrollarse en conjunto a los materiales convencionales mencionados posteriormente, así mismo tratando de reducir su impacto ambiental mediante su uso, utilizando una elaboración más sostenible sin cocción.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 40

Papel y Cartón Reciclado Picado.



Nota: Elaboración Propia.

5.2.2. Cemento

Como segundo material se encuentra el cemento, ya que dependerá mucho su trabajabilidad, consistencia, fraguado y sobre todo resistencia aquí se realizará la comparación de dos tipos de cemento en propuesta de acuerdo a sus propiedades; entre los cementos escogidos se encuentran Cemento Pórtland Yura Tipo I y Cemento Portland Wari Tipo I de los cuales a continuación serán mostradas sus características.

5.2.2.1. Cemento Portland Yura – Tipo I.

El cemento Portland Yura Tipo I es elaborado con Clinker de alta calidad y yeso molidos industrialmente hasta lograr un alto grado de finura. Este cemento puede ser usado en todo tipo de construcción que no requiera de propiedades especiales.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 41

Cemento Portland Yura Tipo I.



Nota: Recuperado de la Ficha Técnica Tipo 1 Cemento Portland Yura (2022).

Tabla 31

Requerimientos Físicos y Químicos del Cemento Portland Yura Tipo I.

Características Técnicas		
Requerimientos Químicos	Cemento Portland Yura Tipo I	Norma Técnica NTP 334.009 – ASTM C150
Óxido de Magnesio MgO, %	2.0 – 4.0	6.00 Máximo
Trióxido de Azufre, So_3, %	1.8 – 2.5	3.00 Máximo
Pérdida por Ignición o al Fuego, P,F %	0.1 – 2.5	3.00 Máximo
Residuo Insoluble, R,I, %	< 1.5	1.50 Máximo

Nota: Adaptado de la Ficha Técnica Tipo 1 Cemento Portland Yura (2022).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 32

Característica del Cemento Portland Yura Tipo I.

Características Técnicas		
Requerimientos Físicos	Cemento Portland Yura Tipo I	Norma Técnica NTP 334.009 – ASTM C150
Peso específico (gr/cm²)	3.10 – 3.15	–
Finura (Superficie especifica–Blaine), cm²/g	3000 – 3700	2600 Mínimo
Expansión en autoclave, %	0.0 – 0.2	0.80 Máximo
Tiempo de Fraguado Vicat inicial, minutos	140 – 190	45 – 375
Contenido de aire del mortero , %	4 – 8	12.00 Máximo
Resistencia a la compresión, Kgf/cm²		Mínimo
03 días	250 – 350	122
07 días	310 – 420	194
28 días	400 – 470	286

Nota: Adaptado de la Ficha Técnica Tipo 1 Cemento Portland Yura (2022).

Tabla 33

Precio por bolsa de 42.5Kg de Cemento Yura Tipo I.

Precio del Mercado	
Precio al mercado en planta por bolsa 42.5 kg	S/. 23.30
Precio al mercado puesto en obra por bolsa 42.5 kg	S/. 28.00

Nota: Adaptado de la Ficha Técnica Tipo 1 Cemento Portland Yura (2022).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 34

Presentaciones de Cemento Yura Tipo I.

Presentación del Cemento	
Bolsa de 42.5 kg	Para proyectos medianos, pequeños o poca área de almacenamiento.
Big Bag 1.0 TM	Para proyectos de constructora con planta de concreto.
Big Bag 1.5 TM	Proyectos mineros y de gran construcción para utilización de maquinaria.
Granel	Abastecidos en bombonas para descargar en silos contenedores

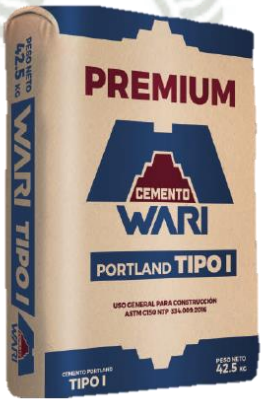
Nota: Adaptado de la Ficha Técnica Tipo 1 Cemento Portland Yura (2022).

5.2.2.2. Cemento Portland Wari – Tipo I

Se caracteriza por tener una alta calidad con un menor coste, presenta también una alta calidad en la composición del Clinker por lo que presenta alta resistencia a la compresión y un menor tiempo en su desencofrado, este es un cemento de uso general para todo tipo de estructuras que demanden altas resistencias iniciales y finales.

Figura 42

Cemento Portland Wari Tipo I.



Nota: Recuperado de la Ficha Técnica Tipo 1 Cemento Portland Wari (2016).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 35

Requerimientos físicos y químicos Cemento Portland Wari Tipo I.

Características Técnicas		
Requerimientos Químicos	**Cemento Portland**	**Norma Técnica**
	Wari Tipo I	**NTP 334.009 – ASTM C150**
Óxido de Magnesio MgO, %	1.78 %	6.00 Máximo
Trióxido de Azufre, So_3, %	2.74 %	3.00 Máximo
Pérdida por Ignición	2.5 %	3.50 Máximo
Residuo Insoluble %	0.64 %	1.50 Máximo

Nota: Adaptado de la Ficha Técnica Tipo 1 Cemento Portland Wari (2016).

Tabla 36

Características del Cemento Portland Wari – Tipo I.

Características Técnicas		
Requerimientos Físicos	**Cemento Portland Wari Tipo I**	**Norma Técnica NTP 334.009 – ASTM C150**
Contenido de aire %	5%	Máx. 12 %
Superficie específica (cm_2 / g)	3300 cm_2/gr	No especifica
Expansión de autoclave, máx %	0.08 %	Máx 1.5
Peso específico	3.14 g/ml	No especifica
Resistencia a la compresión		
03 días Mpa	26.5	Minimo 12.0
07 días Mpa	33.1	Minimo 19.0
28 días Mpa	45.7	No especifica
Tiempo de fraguado vical, minutos		
Inicial	130	Mínimo 45
Final	215	Máximo 375

Nota: Adaptado de la Ficha Técnica Tipo 1 Cemento Portland Wari (2016).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 37

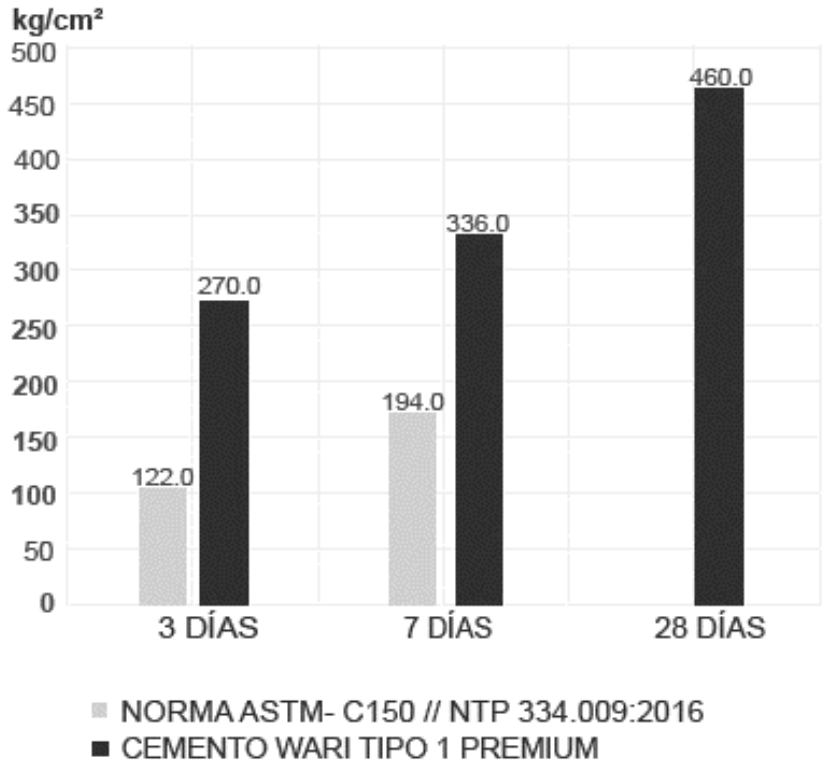
Precio por bolsa de 42.5Kg de Cemento Portland Wari Tipo I.

	Precio del Mercado
Precio al mercado en planta por bolsa 42.5 kg	S/. 24.00
Precio al mercado puesto en obra por bolsa 42.5 kg	S/. 25.00

Nota: Adaptado de la Ficha Técnica Tipo 1 Cemento Portland Wari (2016).

Figura 43

Comparación de las Resistencia Cemento Wari con respecto a la Norma Técnica ASTM – NTP.



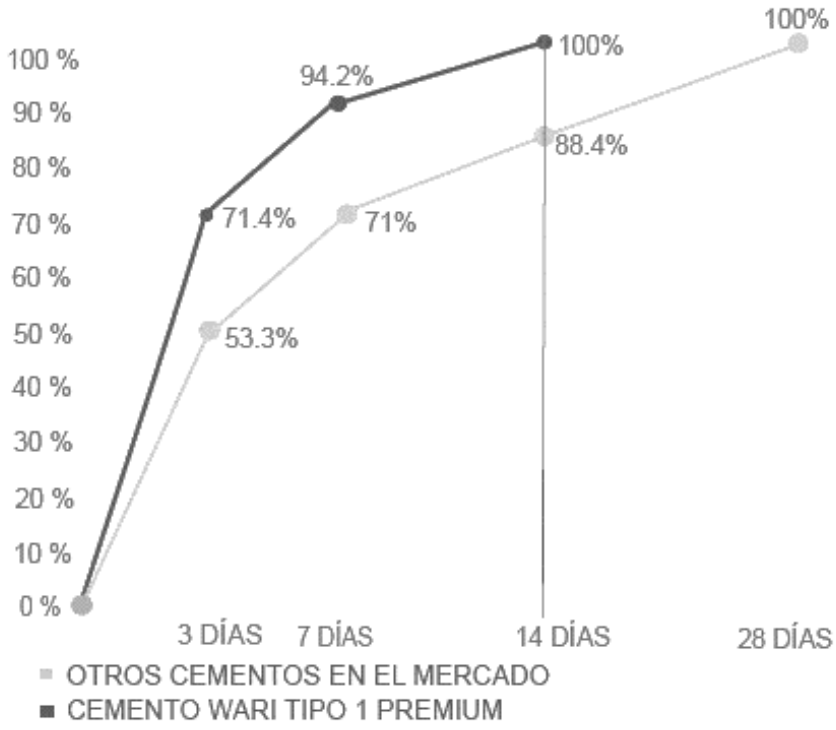
Nota: Adaptado de la Ficha Técnica Tipo 1 Cemento Portland Wari (2016).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 44

El Menor en el Desencofrado.



Nota: Adaptado de la Ficha Técnica Tipo 1 Cemento Portland Wari (2016).

5.2.3. Agregado Fino – Arena Gruesa

Como otro componente principal se escoge la arena gruesa, para la presente investigación se utilizó dos tipos de arena, la primera proveniente de Supermix empacada en bolsas de 40 Kg, y proveniente de las canteras de Miguel Grau y Ciudad Blanca. Posteriormente se determinaron sus características mediante los ensayos realizados en el laboratorio que se presentarán a continuación y serán detallados en el Anexo N ° 01.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 38

Características del agregado fino según ensayo de laboratorio.

Arena Gruesa	Unidad	Cantidad
Módulo de fineza	–	2.96
Contenido de humedad	%	1.00
Absorción	%	2.20
Densidad relativa (OD)	gr/cm3	2.56
Densidad relativa saturada con superficie seca (SSD)	gr/cm3	2.62
Densidad relativa aparente	gr/cm3	2.72
Peso unitario suelto seco	gr/cm3	1.623
Peso unitario suelto seco compactado.	gr/cm3	1.850

Nota: Elaboración Propia.

Figura 45

Agregado Fino – Arena gruesa.



Nota: Elaboración Propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.4. Agregado Grueso – Confitillo

Como siguiente material se utiliza el agregado grueso de 3/8¨ también denominado confitillo proveniente de las canteras de Miguel Grau y Alto Misti, sus características fueron analizadas mediante los ensayos y laboratorio con los resultados presentados a continuación y detallados en el Anexos N ° 04,05 y 06.

Tabla 39

Características del agregado grueso según ensayo de laboratorio.

Confitillo	Unidad	Cantidad
Módulo de fineza	–	5.94
Contenido de humedad	%	0.13
Absorción	%	1.57
Densidad relativa (OD)	gr/cm3	2.67
Densidad relativa saturada con superficie seca (SSD)	gr/cm3	2.71
Densidad relativa aparente	gr/cm3	2.78
Peso unitario suelto seco	gr/cm3	1.49
Peso unitario suelto seco compactado.	gr/cm3	1.63

Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 46

Agregado Grueso – Confitillo.



Nota: Elaboración propia.

5.2.5. Pasta de papel y cartón reciclado

Como siguiente agregado se presenta la pasta de papel y cartón reciclado la cual no presenta una granulometría ya que se usará en consistencia plástica (licuado) pasando por un proceso de destilado del agua excedente al papel mediante un proceso que se presentará a continuación.

1. **Picado de papel:**

El primer paso será picar en pequeños trozos el papel y cartón para su remojo y que posteriormente sea procesado y convertido en pasta.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 47

Papel Reciclado Picado.



Nota: Elaboración propia.

Figura 48

Cartón Reciclado Picado.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

2. **Remojo Agregado:**

Para este paso será considerable el tiempo de remojo ya que el resultado será influenciado por este, se consideró un tiempo de remojo de 2 a 4 días como máximo ya que al pasar el tiempo estimado el agregado presenta descomposición creando presencia de malos olores y por el contrario al retirarlo en un tiempo anticipado a 2 días el resultado de la pasta será grumosa.

Figura 49

Remojo del Papel y Cartón reciclado.



Nota: Elaboración propia.

3. **Trituración:**

Como fue mencionado anteriormente este paso dependerá del tiempo de remojo en el que se encuentre el agregado el agua a utilizar será la misma que estuvo en remojo junto con el

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

agregado en estado picado; a continuación, se presentará una comparación entre el agregado triturado en edad temprana y el agregado triturado en la edad adecuada.

Figura 50

Trituración de Papel y Cartón remojado en la licuadora



Nota: Elaboración propia.

Figura 51

Pasta de papel y cartón reciclado triturado.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 52

Tipos de consistencia: Trituración a 1er día de remojo – Consistencia Grumosa.



Nota: Elaboración propia.

Figura 53

Tipos de consistencia: Trituración a 2 ½ días de remojo – Consistencia Pastosa.



Nota: Elaboración propia.

4. Eliminación de exceso de agua del agregado

Se escurrió la pasta mediante una malla para tamizado estándar, posterior a esto se escurrió todo el excedente de agua, se observó que el resultado fue de un agregado trozado,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

mediante el cual no se obtuvo una buena homogeneización en la mezcla, resultando una textura seca grumosa.

Figura 54

Retiro de excedente de agua por medio de una malla.



Nota: Elaboración propia.

Figura 55

Pasta de Papel y Cartón sin exceso de Agua.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 56

Agregado con resultado trozado.



Nota: Elaboración propia.

Figura 57

Uso del agregado en la mezcla una vez pasado los días de remojo.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 58

Agregado añadiendo la pasta de papel y cartón obteniendo - Resultado trozado.



Nota: Elaboración propia.

Al no obtenerse un buen resultado de homogenización con el primer método se opto por un nuevo método en el cual se logró un adecuado resultado para la realización de los eco – ladrillos a base de papel y cartón reciclado; el que se explicará a continuacion.

Se obtuvo un método atinado para encontrar la consistencia adecuada para la mezcla, la cual fue eliminar el exceso de agua mediante enmallado en tinas durante 24h en capas de 1.5 cm a 2 cm para un secado parejo, ya que al sobrepasar este periodo se obtuvo una capa de pasta seca endurecida, como se detalla en la Figura 63; de este proceso se consiguió una mezcla de consistencia semiseca a seca trabajable.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Figura 59

Agregado de papel y cartón triturado por medio de licuado.



Nota: Elaboración propia.

Figura 60

Enmallado del Agregado a una capa de 1.5cm a 2cm.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 61

Agregado de papel y cartón triturado encima de la malla.



Nota: Elaboración propia.

Figura 62

Textura del agregado después de 24 horas eliminando exceso de agua.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 63

Agregado de la pasta triturada puesta en malla por cantidad para elaboración de los Eco – Ladrillos.



Nota: Elaboración propia.

Figura 64

Textura del agregado después de 2 días de secado.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 65

Consistencia de la mezcla semiseca – manejable.



Nota: Elaboración propia.

Como paso final está la eliminación del exceso de agua para el uso del agregado en la mezcla para esto se realizó la comparación de dos resultados y su efecto en la mezcla con el concreto.

5.2.6. Agua

El agua que será utilizada para la elaboración de mezcla y el curado del concreto deberá ser limpia y fresca sin contener aceites, ácidos, álcalis, sales, limo y materia orgánica o dañina señala, Asimismo, está prohibido el uso de aguas ácidas, aguas provenientes de minas o relaves,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

aguas que contengan algas, descargas de desagües, aguas que contengan azúcares o derivados, agua de mar, entre otras, SEDAPAL (2016).

Para la presente investigación se utilizó agua potable limpia y libre de materia, así como también la reutilización del agua posterior al remojo del papel y cartón, y el excedente luego de haber escurrido el exceso de agua de la pasta triturada.

5.2.7. Conclusiones de Fase II: Selección de Materiales

En este caso los cementos escogidos cumplen adecuadamente lo requerido por la normativa, se escogió el Cemento Wari Tipo I por sus propiedades de alta resistencia y en este caso el fraguado rápido que presenta a comparación del Cemento Yura Tipo I que si bien igualmente presenta una alta resistencia e incluso un poco mayor, el Cemento Yura Tipo I presenta un costo más elevado, por ende para la presente investigación el cemento Wari Tipo I se adecua mejor a las necesidades que son principalmente el desmolde rápido del eco-ladrillo de acuerdo a la consistencia seca de la mezcla que es requerida, por lo que su propiedad de fraguado rápido es favorable.

Por otro lado en el caso de la granulometría y módulo de fineza respecto a los agregados se cumple con los requerimientos de la NTP 400.037 puesto que presenta un mayor detalle, los agregados serán adquiridos en estado seco o ligeramente húmedos para no tener que modificar el agua de la dosificación, en el caso de la pasta de papel y cartón reciclado al no presentar una granulometría definida será elaborada de acuerdo al método acertado anterior para así poder homogeneizar todos los elementos en conjunto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

En consideración al costo de los agregados se adquirió el agregado grueso (confitillo) por bolsa de 40 kg a S/.7.00 y el agregado fino a S/. 3.00 la bolsa.

5.3. Fase III: Diseño y elaboración de la dosificación

5.3.1. Métodos de Evaluación Eco – Ladrillos

A. Establecer la Resistencia determinada.

Para el desarrollo del presente punto se evaluaron los antecedentes investigativos para tener como base una guía para el desarrollo de la presente tesis, se tomaron en cuenta a Cortéz & Lozano (2021), donde realizaron análisis con 0 %, 4 %, 8 % y 12% tanto en probetas y vigas para evaluar sus distintas propiedades donde los resultados arrojados fueron de 183.5 kg/cm^2, 193.8 kg/cm^2 y 183.3 kg/cm^2 respetivamente a los porcentajes quedando como un resultado optimo la resistencia de 193.8 kg/cm^2 del 8% de adición de papel reciclado pero a su vez se notó un reducción de resistencia a la compresión al incrementar la incidencia de papel, también señala Pablo & Ortiz (2020), donde escogen un concreto patrón de f'c 210 kg/ cm^2 en donde se le incorpora celulosa de papel bond reciclado en porcentajes de 1 %, 5 % y 9 % cuyas resistencias a los 28 días fueron de 197.70 kg/cm^2, 207.1 kg/cm^2 y 125.10 kg/cm^2 respectivamente por lo que los porcentajes funcionales serian del 1% al 5% sin embargo estos son considerados bajo. Así mismo se consideró una tercera investigación por parte de Barriga & Bernardo (2016), mediante su elaboración de prototipos agregando celulosa de papel con los porcentajes de 5 %, 10 %, 15 % comportándose relativamente bien en sus propiedades mecánicas a excepción del fraguado que aumentaba por la absorción de la celulosa de papel,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

lamentablemente la mayor resistencia arrojada fue de 91.63 kg/cm² al 5 % en la mezcla no clasificando como portante comportándose para mampostería. Con lo mencionado en las investigaciones analizadas se pudo llegar a la conclusión de que a mayor incidencia de celulosa de papel el comportamiento de la mezcla hacia la resistencia a la compresión disminuye sin embargo se optará por un diseño de mezcla para 175 kg/cm² ya que el requerimiento mínimo para la resistencia de un ladrillo es de 130 kg/cm² según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y así poder evaluar cómo afecta en la resistencia la incidencia de la pasta de papel y cartón reciclado en la mezcla. Como fue mencionado anteriormente los elementos empleados para el concreto patrón y el concreto patrón con incidencia de pasta de papel y cartón reciclado para la elaboración del eco ladrillo serán el Cemento Wari Tipo I como aglutinante, el confitillo como agregado grueso que permitirá una mejor unificación de la mezcla por su tamaño y un mejor encaje en el molde del ladrillo, arena gruesa como agregado fino y pasta de papel y cartón reciclado que será utilizado en distintos porcentajes a una parte de cemento y también como reemplazo de agregado fino de acuerdo a los mismos porcentajes para así evaluar los resultados arrojados.

B. Asentamiento

El asentamiento será seleccionado posterior a la prueba en el cono de Abrams, para así obtener una consistencia que nos permita realizar un desmolde rápido y que permanezca en su lugar sin opción a que se pueda asentar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

C. Diseño de dosificación

Para el diseño de dosificación se tomó como referente a Niño Hernández 2010 en su libro Tecnología del concreto donde nos menciona el uso del Método Committe ACI 211 (2006), ya que es el método americano más conocido he utilizado, se basa en la relación agua/ cemento desarrollado por Abrams, que consiste en seguir una secuencia para determinar la cantidad de cada material en peso y volumen para 1m3 de concreto , así mismo Niño Hernández (2010), menciona que debemos conocer algunas propiedades de los agregados que utilizaremos las cuales son:

- Granulometría
- Módulo de finura de la arena
- Tamaño máximo de la grava
- Densidad aparente de la grava
- Densidad aparente de la arena
- Absorción de la grava
- Absorción de la arena
- Peso unitario del agregado grueso y fino
- Humedad de los agregados inmediatamente antes de hacer las mezclas.
- Densidad del cemento

Posterior a esto se obtuvieron los resultados a través de ensayos de laboratorio mostrados en la siguiente tabla.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 40

Datos de los materiales a utilizar en la dosificación.

Arena Gruesa	Unidad	A. Fino	A. Grueso	Cemento Wari
Módulo de fineza	–	2.96	5.94	–
Contenido de humedad	%	1.00	0.13	–
Absorción	%	2.20	1.57	–
Densidad relativa (OD)	gr/cm3	2.56	2.67	3.153
Densidad relativa saturada con superficie seca (SSD)	gr/cm3	2.62	2.71	–
Densidad relativa aparente	gr/cm3	2.72	2.78	–
Peso unitario suelto seco	gr/cm3	1.62	1.49	–
Peso unitario suelto seco compactado.	gr/cm3	1.85	1.63	–

Nota: Elaboración Propia.

D. Método de dosificación

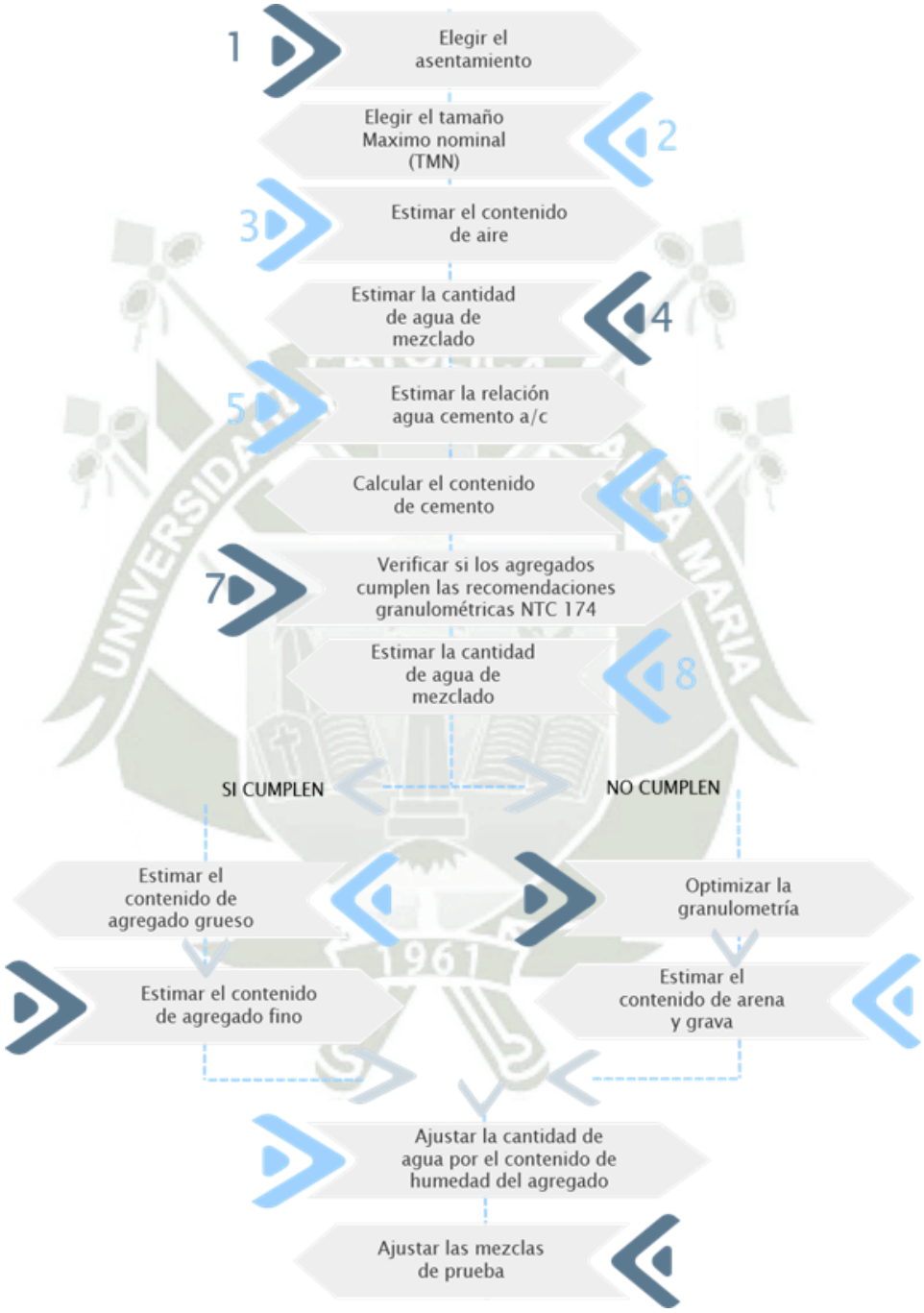
Existe una secuencia de pasos para poder seguir y conseguir así una correcta dosificación dependiendo de las propiedades arrojadas por los agregados, en la siguiente imagen se puede resumir todo el proceso para lo mencionado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 66

Secuencia de pasos para la dosificación de mezclas.



Nota: Adaptado del libro Tecnología del Concreto – Tomo I de Niño Hernández (2010).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

E. Elección de asentamiento

Menciona en el libro Tecnología del Concreto – Tomo I según Niño Hernández (2010), que los valores de asentamiento indicados, son usados cuando el método de compactación es por medio de vibración, en el siguiente cuadro se mostrará los distintos asentamientos de acuerdo a la consistencia de la mezcla.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 41

Valores de asentamiento recomendados para diversas clases de construcción.

CONSISTENCIA	MUY SECA	SECA	SEMI-SECA	MEDIA	HUMEDA	MUY HUMEDA
ASENTAMIENTO (mm)	0-20	20-35	35-50	50-100	100-150	150 a más
EJEMPLO DE TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Prefabricados de alta resistencia, revestimiento de pantallas de cimentación	Pavimentos	Pavimentos, fundaciones en concreto simple	Pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas.	Elementos estructurales esbeltos	Elementos muy esbeltos, pilotes fundidos ¨in-situ¨
SISTEMA DE COLOCACIÓN	vibradoras de formaleta; concretos de proyección neumática (lanzado)	Pavimentadoras con terminadora vibratoria	Colocación con máquinas operadas manualmente	Colocación manual	Bombeo	Tubo-embudo Tremie
SISTEMA DE COMPACTACIÓN	Secciones sujetas a vibración extrema, puede requerirse presión	Secciones sujetas a vibración intensa	Secciones simplemente reforzadas, con vibración	Secciones medianamente reforzadas sin vibración	Secciones bastante reforzadas sin vibración	Secciones altamente reforzadas, sin vibración (normalmente no adecuadas para vibrarse)

Nota: Elaboración propia adaptado del libro Tecnología del Concreto – Tomo I de Niño Hernández (2010).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para elaborar el eco ladrillo a bases de papel y cartón reciclado se utilizará una consistencia seca con un asentamiento de 20 – 35 mm ya que se procederá a desmoldar el ladrillo luego del varillado y vibración del mismo por lo que se debe de evitar cualquier tipo de asentamiento mayor al elegido o la desintegración del concreto.

F. Elección de tamaño máximo nominal (TMN)

Menciona Niño Hernández (2010), que los agregados que poseen un mayor tamaño TMN forman masas más compactas, se disminuirá el contenido de agua como de cemento cuando se aumenta el tamaño de los agregados en una mezcla de concreto, por otro lado, al reducir el TMN de los agregados se consiguen concretos de alta resistencia ya que se producen mayores resistencias con una determinada relación de a/c. Para la presente tesis se optó por escoger el confitillo o agregado grueso de 3/8" ya que aparte de lograr una mezcla más homogénea y resistente, este tamaño de agregado permite llegar a ocupar los espacios más pequeños del molde brindándole una forma uniforme al eco ladrillo.

Valores recomendados de la estimación del contenido de aire.

Tabla 42

Valores recomendados de la estimación del contenido de aire.

Agregado grueso		Porcentaje de aire atrapado
Pulgadas	mm	%
3/8"	9.51	3.0
½"	12.5	2.5
¾"	19.1	2.0
1"	25.4	1.5
1 ½"	38.1	1.0
2"	50.8	0.5
3"	76.1	0.3
6"	152.4	0.2

Nota: Adaptado del Método Committe ACI 211 (2006).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para el agregado seleccionado que en este caso será el confitillo – agregado grueso de 3/8" el aire atrapado indicado es de 3%.

G. Estimación de la cantidad de agua de mezclado.

Menciona Niño Hernández (2010), que para el cálculo de agua intervienen muchos factores ya que la necesidad de agua no necesariamente depende de la resistencia si no también afecta el tipo de agregado ya sea rugoso y angular o de forma redondeada y lisa, ya que para las angulares y rugosas el requerimiento de agua aumenta a diferencia de las lisas, así también indica Sánchez de Guzmán (2001) que el agua brindara la hidratación a las partículas de cemento y su fluidez al concreto , a continuación se presenta en la Tabla 44 recomendada según el Método Committe ACI 211 (2006).

Tabla 43

Cálculo de Agua para el agregado.

Asentamiento mm	Agua en lt/m3 para los tamaños máximos nominales de agregado y consistencia indicados							
	3/8"	½"	¾"	1"	1½"	2"	3"	6"
	9.5 mm	12.25m m	19.1m m	25.4m m	31.8m m	50.8m m	76.1m m	152.4 mm
Concreto sin aire incluido								
25 a 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 a 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 a 175	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incluido								
25 a 50	181	175	168	160	150	142	122	107
75 a 100	202	193	184	175	165	157	133	119
150 a 175	216	205	197	184	174	166	154	-

Nota: Adaptado del Método Committe ACI 211 (2006).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Al tener un agregado de tamaño máximo nominal de 3/8" y habiendo escogido un asentamiento "seco" de 20 a 50 mm la cantidad de agua correspondiente será de 207 L/m³.

H. Determinación de la resistencia promedio

Para este paso se tomará Sanchéz de Guzmán (2001), refiriéndose a que un concreto debe ser diseñado de acuerdo a soportar una resistencia promedio (f'cr) que sea suficientemente alta para así minimizar la frecuencia de resultados de pruebas de la resistencia por debajo del valor de la resistencia a la compresión especificada (f'c), se menciona también que se tienen dos diferentes métodos para hallar la resistencia ya sea por medio de la desviación estándar de al menos treinta pruebas previas, por otro lado el siguiente método que será empleado para el presente trabajo de investigación indica que la resistencia será determinada según la tabla a continuación en donde no se presenten ensayos previos.

Tabla 44

Resistencia requerida de diseño cuando no hay datos que permitan determinar la desviación estándar.

Resistencia especificada f 'c (kg/cm²)	Resistencia de diseño de la mezcla f 'c (kg/cm²)
Menos de 210 kg/ cm²	f 'c + 70
De 210 kg/ cm² a 350 kg/ cm²	f 'c + 85
Más de 350 kg/ cm²	f 'c + 100

Nota: Adaptado del libro de Tecnología del concreto – Tomo II según Sanchéz de Guzmán (2001).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En este caso se desarrolla una resistencia especifica f'c de 175kg/cm² para la elaboración de los eco ladrillos a base de papel y cartón reciclado por ende la resistencia promedio seria:

Resistencia específica f'c 175 kg/m2 + 70 = resistencia promedio de 245 kg/cm2

I. Relación agua/cemento

Indica Niño Hernández (2010), que esta es una de las partes más importantes para el diseño de mezcla, la relación a/c es determinada por los requisitos de resistencia, durabilidad, impermeabilidad y acabado. El Método Committe ACI 211 (2006), establece una relación agua/cemento de acuerdo a las resistencias que se presentará a continuación.

Tabla 45

Relación agua / cemento.

F´cr (kg/cm²)	Relación agua cemento	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
400	0.42	-
350	0.47	0.39
300	0.54	0.45
250	0.61	0.52
200	0.69	0.6
150	0.79	0.7

Nota: Adaptado del libro de Tecnología del concreto – Tomo II según Sanchéz de Guzmán (2001).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En este caso la resistencia f'c de 245 kg/cm² por lo que se estimará la relación agua cemento entre las resistencias entre 200 f'c (kg/cm²) y 250 f'cr (kg/cm²), por medio de interpolación en la Figura 66 a continuación:

Figura 67

Interpolación Relación Agua – Cemento.

$$\frac{a}{c} = \frac{250\,\frac{kg}{cm2} - \frac{245kg}{cm2}}{0.61 - x} = \frac{\frac{250kg}{cm2} - \frac{200kg}{cm2}}{0.61 - 0.69}$$

$$\frac{a}{c} = -0.4 = 50(0.61 - x)$$

$$\frac{50(0.61 - x)}{50} = \frac{-0.4}{50}$$

$$0.61 - x = -0.618$$

$$-x = -0.618$$

$$\frac{-x}{-1} = \frac{-0.618}{-1}$$

$$\frac{a}{c} = 0.618$$

Nota: Elaboracion Propia.

Lo que se tiene como resultado en relacion al agua – cemento es de 0.618 como resultado de la interpolación de esta misma.

J. Calculo de la cantidad de cemento

Como menciona en su libro de Tecnología del concreto – Tomo II según Sanchéz de Guzmán (2001), ya cuando el contenido de agua y la relación agua cemento han sido determinados, el contenido de cemento por m³ de concreto se establece facilmente mediante la siguiente manera:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$C = \frac{A}{(A/C)}$$

Donde:

C: Contenido de cemento, en Kg/m³

A: Requerimiento de agua de mezclado, en Kg/m3

A/C: Relación agua-cemento, por peso.

Figura 68

Resolución de la división para hallar el contenido de cemento.

$$C = \frac{207}{0.618}$$

$$C = 334.951$$

Nota: Elaboración propia.

Tabla 46

Cálculo de contenido de agua requerida, relación agua – cemento y cemento.

Agua requerida	207
A/C	0.618
Contenido de Cemento en Kg	334.951
Bolsas	7.88

Nota: Elaboración propia.

K. Estimación del contenido de Agregado

Se realizará el siguiente paso mediante la tabla definida por el Método Committe ACI 211 (2006), en donde se define la expresión b/b_0 (Volumen compactado de agregado grueso por unidasd de volumen de concreto),menciona tambien Niño niño (2010) que los valores van en

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

función del TMN y del módulo de finura de la arena (MF) posterior a la obtención de este resultado será multiplicado por el peso unitario suelto compactado (kg/cm^3) del agregado grueso.

Tabla 47

Volumen de agregado grueso seco, compactado por unidad de volumen de concreto para diversos módulos de fineza.

Tamaño máximo nominal	Volumen de agregado grueso seco, compactado por unidad de volumen de concreto para diversos módulos de fineza.			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8	0.50	0.48	0.46	0.44
½	0.59	0.57	0.55	0.53
¾	0.66	0.64	0.62	0.60
1	0.71	0.69	0.67	0.65
1 ½	0.75	0.73	0.71	0.69
2	0.78	0.76	0.74	0.72
3	0.82	0.80	0.78	0.76
6	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota: Según el Método Committe ACI 211 (2006).

Para hallar este valor se aplicará la interpolación entre los distintos módulos de fineza:

b: Volumen absoluto o sólido del agregado grueso, por unidad de volumen de concreto.

b_0: Volumen absoluto o sólido del agregado gueso, por unidad de volumen compactada de agregado grueso.

b/b_0: Volumen compactado de agregado grueso, por unidad de volumen de concreto.

L. Tamaño maximo nominal de 3/8¨

2.80_____0.46

2.96 ______ x

3.00_____0.44

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 69

Resolución por medio de la interpolación para hallar el máximo nominal.

$$\frac{3.00 - 2.96}{0.44 - x} = \frac{3.00 - 2.80}{0.44 - 0.46}$$

$$-0.004 = 0.2(0.44 - x)$$

$$0.2(0.44 - x) = -0.004$$

$$\frac{0.2(0.44 - x)}{0.2} = \frac{-0.004}{0.2}$$

$$0.44 - x = -0.02$$

$$-x = -0.46$$

$$\frac{-x}{-1} = \frac{-0.46}{-1}$$

$$x = 0.44$$

$$\mathbf{X(b/bo)} = 0.44$$

Nota: Elaboración propia.

Figura 70

Resolución para hallar el peso del agregado grueso.

Peso del Agregado Grueso = b/bo x P.U.C (Kg /cm3)

Peso del Agregado Grueso = 0.44 x 1635

Peso del Agregado Grueso = 719.40 Kg

Nota: Elaboración propia.

Con respecto al agregado fino menciona Sanches de Guzmán que el metodo recomendado y mas preciso es del ¨Método del volumen absoluto¨, significa que los volumenes de los demás materiales serán restados del volumen total y que la diferencia hallada serpa el volumen total del agregado fino.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 48

Conversión de peso a volumen para los agregados de dosificación 175 kg/cm2.

	Cemento	Agregado Grueso	Agua	Aire
Peso (Kg)	334.951	752.1	207	3%
Conversión	$\frac{334.951kg}{3140\ kg/m3}$	$\frac{719.4\ kg}{2670\ kg/m3}$	$\frac{207kg}{1000\ kg/m3}$	-
Volumen	0.107	0.269	0.207	0.03
	Volumen total : 0.613			

Nota: Elaboración propia.

M. Volumen del agregado fino:

Figura 71

Resolución para hallar el volumen del agregado fino.

Volumen absoluto (m3) – Volumen total (m3)

1m3 – 0.613 = 0.387 m3

Volumen Agregado Fino = 0.387 m3

Nota: Elaboración propia.

Posteriormente se multiplicara el volumen de la arena gruesa por su densidad específica en Kg/cm³ para asi poder encontrar su cantidad en Kg .

Figura 72

Resolución para hallar el peso del agregado fino.

Peso del agregado fino = Volumen Agregado Fino x D.E (Kg/cm3)

Peso del agregado fino = 0.387 m3 x 2560 kg/cm3

Peso del agregado fino = 990.72 Kg

Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 49

Diseño de mezcla en estado seco

F'c 175 Kg/cm2	Peso	Volumen
Cemento	334.951	0.107
Agregado Grueso	719.4	0.269
Agregado Fino	990.72	0.387
Agua	207	0.207

Nota: Elaboración propia

N. Ajuste por humedad

Indica Sánchez de Gúzman (2001), que los agregados presentan cierta porosidad por lo queela gua puede ser absorvida por los mismos prestando ciertas variaciones e incluso los agregados que son almacenados en patios pueden presentar un contenido de humedad que varie e impedir su dosficiación por peso seco, por lo que se realiza un ajuste , este ajuste será realizado posterior a las pruebas de laboratorio realizadas para conocer las propiedades del agregado. Se realiza mediante la siguiente formula:

$$Ph = Ps\left[\frac{(1 + h)}{100}\right]$$

Donde:

Ph : Peso humedo del agregado

Ps : Peso del agregado en estado Seco.

H : Porcentaje de humedad del agregado

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 50

Ajuste por humedad de los agregados.

F´c 175mKg/cm²	En Kg
Agregado Grueso	$Ph = 752.1\ (1 + \frac{0.13}{100})$ $Ph = 720.335\ Kg$
F´c 175mKg/cm²	**En Kg**
Agregado Fino	$Ph = 990.72\ (1 + \frac{1}{100})$ $Ph = 1000.627\ Kg$

Nota: Elaboración propia.

O. Ajuste por mezcla de prueba

Para realiazar las correciones por humedad o absorción de los agregados para poder calcular lo sobrante o faltante se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$A = \frac{Ps\ (H - CA)}{100}$$

Donde:

A: Agua en exceso o defecto respecto de la condición SSS

P: Peso seco del agregado

H: Humedad del agregado

CA: Capacidad de absorción del agregado

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 51

Cálculo de agua en la mezcla.

	F'c 175 Kg/cm² en Kg
Agregado Grueso	$A = \frac{719.5\ (0.13 - 1.57)}{100}$ $A = -10.359$
Agregado Fino	$A = \frac{990.72(1.00 - 2.20)}{100}$ $A = -11.889$
Sumatoria total	$A = -10.359 - 11.889$

Nota: Elaboración propia.

Tabla 52

Cálculo de Agua efectiva.

Agua efectiva	$\boldsymbol{A = 207 - (-22.248)}$ $\boldsymbol{A = 229.248}$

Nota: Elaboración propia.

Tabla 53

Tabla resumen de Agregados para dosificación.

	Peso	Fórmula	Volumen
Cemento	334.951 Kg	334.951/42.5 kg	7.88 m³
Agregado Fino	1000.627 Kg	1000.627/2560	0.391 m³
Agregado Grueso	720.335 Kg	720.335/2670	0.270 m³
Agua efectiva	229.248 Kg	229.248/1000	0.229 m³
Relación A/C		0.68	

Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 54

Diseño de dosificación para m3 de concreto.

Resistencia 175 Kg/m2		
Componente	**Peso Kg**	**Volumen M3**
Cemento	335.0	7.881
Agregado Fino	1001	0.391
Agregado Grueso	720.3	0.270
Agua efectiva	229.2	0.229
Relación rela A/C	0.68	
Dosificación	1 : 2:98 : 2:15	1 : 2:72 : 2:14
Agua	29.092 lt/saco	29.092 lt/saco

Nota: Elaboración propia.

P. Ensayo de Resistencia la compresión de probetas

Se culminaron con los cálculos para la dosificación f'c 175 kg/cm² y se realizó la elaboración de las probetas en laboratorio para evaluar las distintas resistencias del concreto patrón en probetas a los 7, 14 y 28 días que serán mostrados a continuación.

Tabla 55

Resistencia de probetas f´c 175 kg/cm² elaboradas en laboratorio.

Resistencia f´c 175 kg/cm2	7 días	14 días	28 días
Resistencia promedio (fb)	413.4 Kg/cm²	466.5 Kg/cm²	517.3 Kg/cm²
Desviación estándar (σ)	3.17	4.67	3.33
Coeficiente de variación	0.77	1.00	0.64

Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Q. Selección de Asentamiento.

Se procedió a realizar la mezcla para así poder probar su consistencia y su trabajabilidad mediante la prueba del cono de Abrahams, ya que se requería una consistencia semiseca a seca la cual será mostrada a continuación.

Figura 73

Mezcla para el eco – ladrillo en el cono de Abrahams.



Nota: Elaboración propia.

Figura 74

Mezcla desmoldada del Cono de Abrahams.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 75

Medición del Asentamiento del Cono de Abrahms.



Nota: Elaboración propia.

El resultado del asentamiento de la mezcla posterior a la prueba del Cono de Abrahams fue de 2.5 cm (25mm) por lo que se obtuvo una consistencia de característica seca, la cual demostró una mejor trabajabilidad en cuanto al desmolde y fraguado en las probetas.

R. Adición de pasta de papel y cartón reciclado en distintos porcentajes

Se realizó la adición de distintos porcentajes de pasta de papel y cartón reciclado tomando como guía las distintas investigaciones previas, para los cuales se escogió porcentajes de 10 %,15 % ,20 % y 25 % para el diseño de los eco ladrillos para su utilización en muros portantes y porcentajes de 10 %, 15 % y 20 % en reemplazo al agregado fino al presentarlo en mayor cantidad dentro de la dosificación, igualmente ensayados a los 7, 14 y 28 días.

Los cuales arrojaron los siguientes resultados:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 56

Resistencias de probetas al 0 % de adición de pasta de papel y cartón reciclado.

Resistencia f'c 175 kg/cm² Probeta Eco ladrillo	7 días	14 días	28 días
Resistencia promedio (f'b)	413.40 Kg/cm2	466.50 Kg/cm2	517.30 Kg/cm2
Desviación estándar (σ)	3.17	4.67	3.33
Resistencia característica (f'b)	410.20 Kg/cm2	413.40 Kg/cm2	513.90 Kg/cm2
Coeficiente de variación	0.77	1.00	0.64

Nota: Elaboración propia.

Tabla 57

Resistencias de probetas al 10 % de adición de pasta de papel y cartón reciclado.

Resistencia f'c 175 kg/cm² Probeta Eco ladrillo	7 días	14 días	28 días
Resistencia promedio (f'b)	247.00 Kg/cm2	302.60 Kg/cm2	361.70 Kg/cm2
Desviación estándar (σ)	2.26	3.26	7.00
Resistencia característica (f'b)	244.74 Kg/cm2	299.34 Kg/cm2	354.70 Kg/cm2
Coeficiente de variación	0.91	13.00	1.90

Nota: Elaboración propia.

Tabla 58

Resistencias de probetas al 15 % de adición de pasta de papel y cartón reciclado.

Resistencia f'c 175 kg/cm² Probeta Eco ladrillo	7 días	14 días	28 días
Resistencia promedio (f'b)	212.60 Kg/cm2	228.70 Kg/cm2	253.60 Kg/cm2
Desviación estándar (σ)	2.69	3.35	3.38
Resistencia característica (f'b)	209.91 Kg/cm2	255.40 Kg/cm2	250.20 Kg/cm2
Coeficiente de variación	1.26	1.46	1.33

Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 59

Resistencias de probetas al 20% de adición de pasta de papel y cartón reciclado.

Resistencia f'c 175 kg/cm² Probeta Eco ladrillo	7 días	14 días	28 días
Resistencia promedio (f'b)	167.50 Kg/cm2	212.20 Kg/cm2	255.40 Kg/cm2
Desviación estándar (σ)	3.34	2.85	3.14
Resistencia característica (f'b)	164.16 Kg/cm2	209.35 Kg/cm2	252.26 Kg/cm2
Coeficiente de variación	1.99	1.34	1.23

Nota: Elaboración propia.

Tabla 60

Resistencia de probetas al 25 % de adicción de pasta de papel y cartón reciclado.

Resistencia f´c 175 kg/cm² Probeta Eco ladrillo	7 días	14 días	28 días
Resistencia promedio (fb)	112.9 Kg/cm²	156.0 Kg/cm²	193.8 Kg/cm²
Desviación tipica (σ)	2.95	2.76	6.84
Resistencia caracteristica (f´b)	109.95 Kg/cm²	153.24 Kg/cm²	186.96 Kg/cm²
Coeficiente de variación	2.61	1.77	3.53

Nota: Elaboración propia.

Posteriormente, luego se observar los resultados arrojados en los ensayos de laboratorio se pudo concluir que mientras mas pasta se incorporaba a la mezcla , la resistenci de esta disminuia.

5.3.2. Conclusiones Fase III: Diseño y elaboración de la dosificación

En este punto se establece los métodos de evaluación para establecer la resistencia determinada a través de las probetas de ensayo en el tiempo determinado de 7, 14 y 28 días

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

con la incidencia de papel y cartón reciclado, después pasaremos al método de asentamiento considerados según la escogida para el uso en la elaboración del eco – ladrillo.

Seguidamente pasaremos al diseño de dosificación en el que se inicia por la granulometría del agregado grueso y fino, también se determinará el módulo de fineza, densidades, absorción y humedad.

Después de haber obtenido el asentamiento pasaremos al cálculo del agua en el agregado determinado así por la resistencia promedio, así luego poder resolver la relación agua cemento a través de la interpolación hallando así el cálculo de la cantidad de cemento, después de eso se realizará un ajuste de humedad para los agregados así poder obtener una buena mezcla con el agua efectiva.

Con estos datos se realiza la prueba de resistencia a compresión de las probetas con incidencia de papel en 10 %, 15 %, 20% y 25 %, para luego proceder a la elaboración del eco – ladrillo a base de papel y cartón reciclado para muros portantes y tabiquería

5.4. Fase IV: Ensayos y Resultados del Laboratorio

5.4.1. Diseño del molde del eco – ladrillo a base de papel y cartón reciclado.

Para el diseño de las medidas del eco-ladrillo se tomó en consideración las medidas estandar que componen al ladrillo mas comercializado en el País utlizados en concretos Supermix, las cuales serián de 24 cm (largo), 14 cm (ancho), 9 cm (alto). Por otro lado se consideró la misma forma ortogononal y a su vez se reemplazaron los orificios que componen

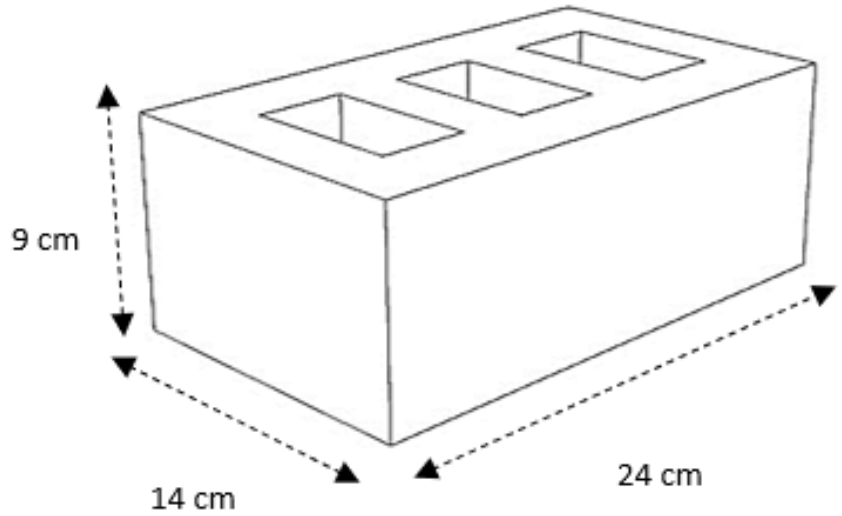
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

al ladrillo por 3 orificios centrales para asi brindar una mejor maniobra del mismo, los resultados del diseño se presenta a continuación .

Figura 76

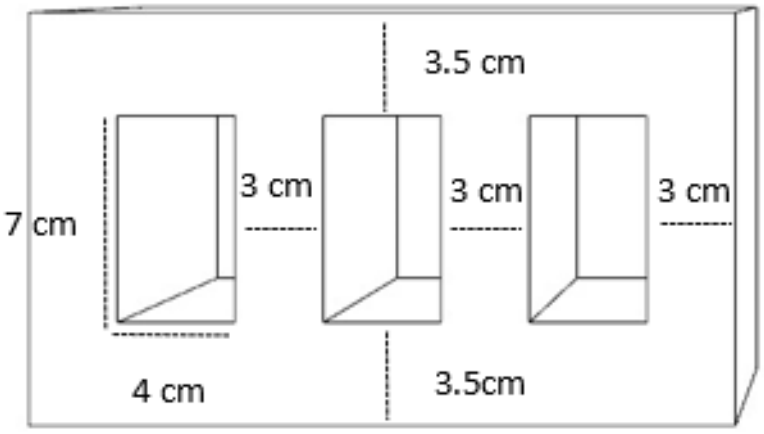
Diseño del I Eco – Ladrillo EK, medidas exteriores.



Nota: Elaboración propia.

Figura 77

Medidas interiores Eco – Ladrillo EK.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

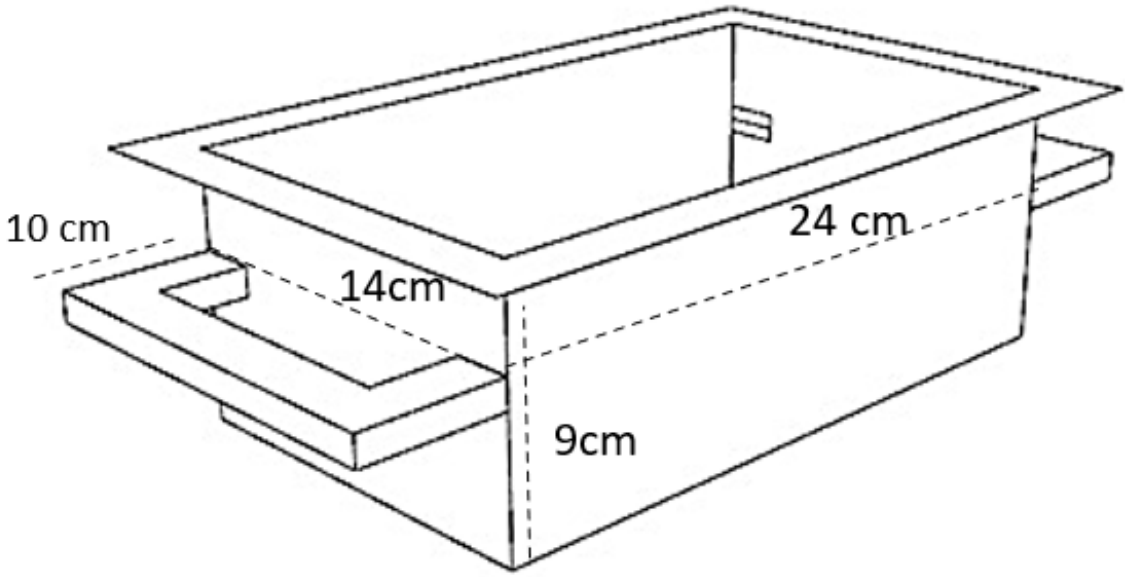
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Las medidas se encuentran distribuidas equitativamente para que las cargas que sean aplicadas en cuanto a la resistencia a compresión sean distribuidas de forma pareja.

Para el diseño y elaboración del molde, se generó el diseño de dos posibles moldes para asi escoger uno , el cual permita un facil desmolde , no altere su forma, y permita un correcto varillado y vibrado para que la mezcla pueda acceder de forma pareja. Se diseñó un molde conformado por dos partes y otro molde compuesto por una sola pieza; como primera opción se obtuvieron dos piezas para ser encajadas, en donde una permita el ingreso de la mezcla y la segunda la perforración de los orificios.

Figura 78

Primera pieza del molde donde se incorpora la mezcla, con asas para su transporte y desmolde.



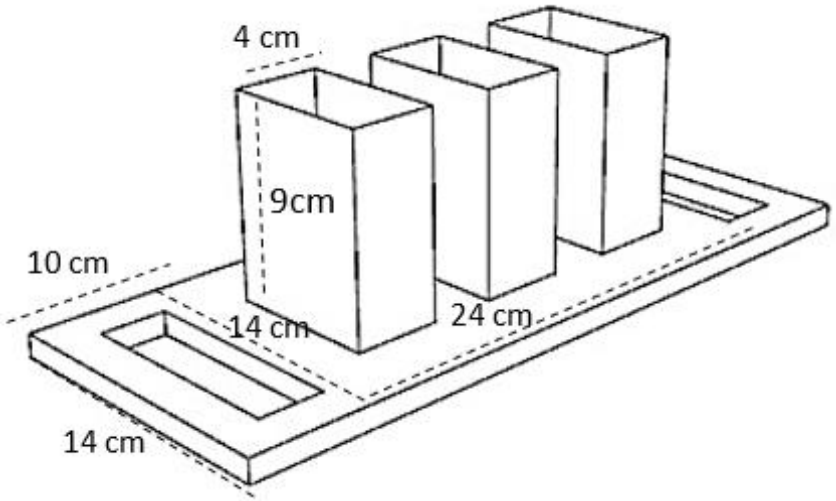
Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 79

Segunda pieza del molde para generar orificios.



Nota: Elaboración propia

Se realizo una simulación del producto con el molde mostrado anteriormente, sin embargo, el resultado no fue completamente favorable ya que se observó en algunas partes del ladrillo pequeñas cangrejeras, agrietamientos y pequeñas deformaciones en el mismo.

Figura 80

Colocación de la mezcla, desmolde la ladrillo y producto de ladrillo.



Nota: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

La segunda pieza que se diseñó para el molde está conformada por solo una parte en la cual se permite un mejor varillado y vibración de la mezcla dentro de este, por lo que se eligió este, ya que al desmoldar el eco ladrillo se obtuvo un mejor acabado sin agrietamientos, una forma más regular y pareja.

Figura 81

Proceso de llenado en el molde del Eco – Ladrillo EK.



Nota: Elaboración propia.

Figura 82

Proceso de desmolde del Eco – Ladrillo EK.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.4.2. Elaboración de eco – ladrillos por cantidad para ensayos de laboratorio

Aquí se realizará el cálculo de la cantidad necesaria de eco – ladrillos que serán requeridos para los ensayos de laboratorio de Pilas y Muretes como será mostrado a continuación.

Eco – Ladrillos Muros Portantes

Tabla 61

Número de ladrillo concreto patrón para ensayo.

Porcentaje de desperdicio 1.10%	1.10%
N. de ladrillos ensayados	25
Total, de ladrillos	27

Nota: Elaboración propia.

Tabla 62

Número de ladrillos concreto patrón para ensayo de pilas.

Porcentaje de desperdicio 1.10%	1.10%
N. de ladrillos por pilas	3
N. de pilas	2
Total, de ladrillos	7

Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 63

Número de ladrillos concreto patrón para ensayo de muretes.

Porcentaje de desperdicio 1.10%	1.10%
N. de ladrillos por pilas	15
N. de pilas	2
Total, de ladrillos	33

Nota: Elaboración propia.

Tabla 63

Número total de ladrillos patrón para ensayos.

Resistencia f´c 175 kg/cm² 0%	67

Nota: Elaboración propia.

Posteriormente, se procede a la elaboración de los ladrillos con los distintos porcentajes de incidencia mencionados anteriormente, sin embargo evaluando los porcentajes se descartó el de 5% por contener muy poca pasta de papel y cartón reciclado, por ende se conservan los porcentajes de 10 % , 15 %, 20 % y 25 % e igualmente los mismos porcentajes en reemplazo al agregado fino, así mismo se denominó al eco ladrillo a base de pasta de papel y cartón reciclado como EK para así poder tener una mejor lectura en cuanto a los ensayos, como se muestra a continuación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 64

Proceso para la fabricación de los eco – ladrillos a base de pasta de papel y cartón reciclado.

	EK 10%	EK 15%	EK 20%	EK 25%
Porcentaje de desperdicio (%)	1.10	1.10	1.10	1.10
Ladrillos ensayados	25	25	25	25
Total, de ladrillos	27	27	27	27
TOTAL		108		
Ladrillos para ensayo de pilas				
Porcentaje de desperdicio (%)	1.10	1.10	1.10	1.10
N. de pilas	2	2	2	2
N. de ladrillos por pilas	3	3	3	3
Total, de ladrillos	7	7	7	7
TOTAL		28		
Ladrillos para ensayo de pilas				
Porcentaje de desperdicio (%)	1.10	1.10	1.10	1.10
N. de pilas	2	2	2	2
N. de ladrillos por pilas	15	15	15	15
Total, de ladrillos	33	33	33	33
TOTAL		132		
TOTAL, DE LADRILLOS PARA ENSAYOS		268		

Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para este proceso se consideró la selección de materiales en base a la cantidad total de ladrillos a fabricar que son de 67 unidades, los cálculos de materiales están definidos tanto en Kilogramos (Kg) como en volumen (m^3)

Como primer paso se tomará en cuenta el volumen ocupado por un ladrillo EK de dimensiones 24 cm (largo), 14 cm (ancho), 9 cm (alto).

El volumen del ladrillo seria de 0.00302, por lo tanto, los materiales a utilizar están definidos a continuación.

Tabla 65

Materiales para la elaboración de ladrillos de concreto patrón.

	Cemento		Arena Gruesa		Confitillo 3/8"		Agua	
Por Unidad	Kg	M^3	Kg	M^3	Kg	M^3	Lts.	M^3
Para 1m3 de concreto	335.0	7.881	1001	0.391	720.3	0.270	229.20	0.229
67 ladrillos m3	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Desperdicio máx.	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Total	**73.7**	**1.73**	**220.22**	**0.086**	**158.7**	**0.059**	**50.42**	**0.050**

Nota: Elaboración propia.

Para la elaboración de ladrillos EK con adición a una parte cemento de los distintos porcentajes de pasta de papel y cartón reciclado se consideró lo siguiente:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 66

Materiales para la elaboración de eco – ladrillos EK 10%.

	Cemento		Arena Gruesa		Confitillo 3/8''		Agua	
Por Unidad	Kg	M³	Kg	M³	Kg	M³	Lts.	M³
Para 1m3 de concreto	335.0	7.881	1001	0.391	720.3	0.270	229.20	0.229
67 ladrillos m3	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Desperdicio máx.	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Total para 67 ladrillos	73.7	1.73	220.22	0.086	158.7	0.059	50.42	0.050
Adición al 10%				7.370 kg				

Nota: Elaboración propia.

Tabla 67

Materiales para la elaboración de eco – ladrillos EK 15%.

	Cemento		Arena Gruesa		Confitillo 3/8''		Agua	
Por Unidad	Kg	M³	Kg	M³	Kg	M³	Lts.	M³
Para 1m3 de concreto	335.0	7.881	1001	0.391	720.3	0.270	229.20	0.229
67 ladrillos m3	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Desperdicio máx.	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Total, para 67 ladrillos	73.7	1.73	220.22	0.086	158.7	0.059	50.42	0.050
Adición al 15%				11.055 Kg				

Nota: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 68

Materiales para la elaboración de eco – ladrillos EK 20%.

	Cemento		Arena Gruesa		Confitillo 3/8"		Agua	
Por Unidad	Kg	M³	Kg	M³	Kg	M³	Lts.	M³
Para 1m3 de concreto	335.0	7.881	1001	0.391	720.3	0.270	229.20	0.229
67 ladrillos m3	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Desperdicio máx.	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Total, para 67 ladrillos	73.7	1.73	220.22	0.086	158.7	0.059	50.42	0.050
Adición al 15%	14.740 kg							

Nota: Elaboración propia.

Tabla 69

Materiales para la elaboración de eco – ladrillos EK 25%.

	Cemento		Arena Gruesa		Confitillo 3/8"		Agua	
Por Unidad	Kg	M³	Kg	M³	Kg	M³	Lts.	M³
Para 1m3 de concreto	335.0	7.881	1001	0.391	720.3	0.270	229.20	0.229
67 ladrillos m3	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Desperdicio máx.	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Total	18.425 kg							

Nota: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Así mismo se consideraron los materiales para la elaboración de los eco ladrillos EK en cuanto al reemplazo del agregado fino por los porcentajes del 10%, 15 %, 20% y 25% presentado a continuación:

Tabla 70

Materiales para la elaboración de eco – ladrillos EK 10%.

	Cemento		Arena Gruesa 90%		Papel 10%		Confitillo 3/8"		Agua	
Por Unidad	Kg	M³	Kg	M³	Kg	M³	Kg	M³	Lts.	M³
Para 1 m3 de concreto	335.0	7.881	900.9	0.391	100.1	–	720.3	0.270	229.20	0.229
67 ladrillos m3	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	–	0.20	0.20	0.20	0.20
Desperdicio máx.	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	–	1.10	1.10	1.10	1.10
Total, para 67 ladrillos	73.7	1.73	198.19	0.086	22.02	–	158.7	0.059	50.42	0.050

Nota: Elaboración propia

Tabla 71

Materiales para la elaboración de ladrillos EK 15%.

	Cemento		Arena Gruesa		Papel 15%		Confitillo 3/8''		Agua	
Por Unidad	Kg	M³	Kg	M³	Kg	M³	Kg	M³	Lts.	M³
Para 1 m3 de concreto	335.0	7.881	850.85	0.391	150.15	–	720.3	0.270	229.20	0.229
67 ladrillos m3	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	–	0.20	0.20	0.20	0.20
Desperdicio máx.	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	–	1.10	1.10	1.10	1.10
Total, para 67 ladrillos	73.7	1.73	187.19	0.086	36.04	–	158.7	0.059	50.42	0.050

Nota: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 72

Materiales para la elaboración de eco – ladrillos EK 20%.

	Cemento		Arena Gruesa		Papel 20%		Confitillo 3/8''		Agua	
Por Unidad	Kg	M³	Kg	M³	Kg	M³	Kg	M³	Lts.	M³
Para 1m3 de concreto	335.0	7.881	850.85	0.391	150.15	–	720.3	0.270	229.20	0.229
67 ladrillos m3	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	–	0.20	0.20	0.20	0.20
Desperdicio máx.	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	–	1.10	1.10	1.10	1.10
Total, para 67 ladrillos	73.7	1.73	187.19	0.086	36.04	–	158.7	0.059	50.42	0.050

Nota: Elaboración propia.

Tabla 73

Materiales para la elaboración de ladrillos EK 25%.

	Cemento		Arena Gruesa		Papel 25%		Confitillo 3/8''		Agua	
Por Unidad	Kg	M³	Kg	M³	Kg	M³	Kg	M³	Lts.	M³
Para 1m3 de concreto	335.0	7.881	750.75	0.391	250.25	–	720.3	0.270	229.20	0.229
67 ladrillos m3	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	–	0.20	0.20	0.20	0.20
Desperdicio máx.	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20	–	1.10	1.10	1.10	1.10
Total, para 67 ladrillos	73.7	1.73	165.17	0.086	55.06	–	158.7	0.059	50.42	0.050

Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

A. Obtención de materiales: Papel y cartón reciclado de calles y centro de acopio

La obtención del material se realizó mediante recolecciones barriales, vecinales para así poder incentivar a una correcta segregación de residuos para su reutilización, así mismo, se recolecto en mayor cantidad el papel y cartón de un centro de acopio ubicado entre la Vía rápida Venezuela y Av. Vidaurrazaga, en la cual se nos permitió poder conocer los precios de compra y venta por Kg y por material que serán mencionados posteriormente.

Figura 83

Punto de Acopio y recolección de materiales.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

B. Procesado de materiales para los ecos – ladrillos EK.

Como se mencionó anteriormente la obtención fue realizada en el centro de acopio ubicado en la Av. Vidaurrazaga, sin embargo, fue de un producto en bruto el cual se procedió a triturar manualmente en seco, en el caso del papel en tamaño aproximado de 2cm e igualmente el cartón en trozos entre 4 a 5 cm para poder procesarlo y triturarlo con agua dentro de una licuadora para poder conformar la pasta en mención.

Figura 84

Remojo de Cartón Reciclado y papel reciclado.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

C. Mezcla de materiales para los ecos – ladrillos EK.

Para la parte de este proceso se realizara la incorporación de casi todos los agregados conformantes como agregado grueso (confitillo), agregado fino, cemento , el agua será integrada hasta la mitad de su cantidad, y la otra será reservada para la mezcla con la pasta de papel y cartón reciclado, la adición de esta pasta será incorporada en sus distintos porcentajes una vez que los agregados mencionados anteriormente se encuentren previamente mezclados para lograr con esto una mejor consistencia en la mezcla; el mezclado se realizó en un intervalo de 5 a 6.30 minutos para lograr obtener la consistencia deseada.

Figura 85

Colocación de los materiales para el concreto.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Figura 86

Incorporación y mezcla de los agregados.



Nota: Elaboración propia

Figura 87

Incorporación de la pasta de papel y cartón reciclado.



Nota: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 88

Consistencia de la mezcla requerida.



Nota: Elaboración propia

D. **Preparación del molde para los ecos – ladrillos EK.**

Se procederá a engrasar el molde completamente limpio libre de impurezas, polvo, etc. como parte de su preparación para poder evitar la adherencia de la mezcla en este.

Figura 89

Preparación y engrase del molde.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

E. Colocación de mezcla y vibrado de la mezcla para los ecos – ladrillos EK.

En esta etapa se vaciará la mezcla dentro del molde en tres partes por igual vibrando manualmente cada una de ellas por un periodo de 15 a 20 segundos cada una, para que la mezcla llegue a cada espacio del molde.

Figura 90

Colocación y vibración de mezcla en el molde.



Nota: Elaboración propia.

Figura 91

Emparejamiento de la mezcla dentro del molde.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

F. Desmolde y secado para los ecos – ladrillos EK.

El desmolde se llevará a cabo en una zona previamente adecuada y limpia para que posterior a este los ladrillos cumplan con su periodo de secado por 24h, el desmolde se realizará inmediatamente después de la vibración y con la ayuda de un combo se golpeara la base del molde para lograr que el concreto se desprenda uniformemente de este y no genere adherencias.

Figura 92

Desmolde del Eco – Ladrillo EK.



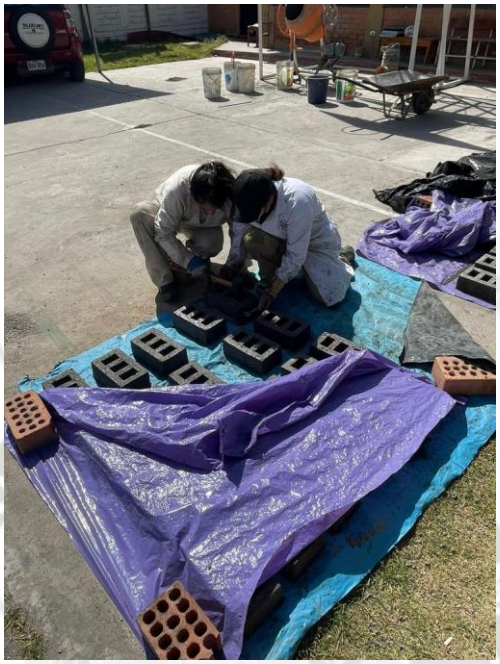
Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Figura 93

Ladrillos desmoldados en zona preparada.



Nota: Elaboración propia

Figura 94

Eco – ladrillos EK recién desmoldados.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

G. Curado y almacenamiento para los ecos – ladrillos EK.

Los eco ladrillos serán curados en una poza previamente establecida con agua completamente limpia, sin materia orgánica ni agregados que puedan alterar el curado del ladrillo, por un periodo de 28 días, posterior a esto serán almacenados en un lugar seco y ventilado hasta realizar los ensayos de laboratorio posteriormente.

Figura 95

Poza y curado de eco ladrillo.



Nota: Elaboración propia.

H. Consumo hídrico en la elaboración de eco ladrillos a base de papel y cartón reciclado.

En este punto se menciona el consumo hídrico que se generó principalmente en la elaboración de los eco ladrillos a base de papel y cartón reciclado, por lo que cabe mencionar que se utilizó una mezcladora o trompo de mediano tamaño, se combinó en cada mezcla 8 Kg

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

de cemento y sus equivalentes de agregados según dosificación por lo que su correspondencia según dosificación de agua es 29.092 L de agua por bolsa de cemento compuesta por 42.5 Kg.

Se consideró según las condiciones de mezclado agregar 500 ml de agua por mezcla debido a condiciones climáticas ya que al ser mezcladas durante el periodo de 11:00 am a 2:00 pm se notó una evaporación ligera en el agua de mezcla por la temperatura lo que evidencio la mezcla un poco seca, sin embargo, bajo condiciones a partir de las 3:00 pm no se requirió un aumento; a continuación, se detallará una tabla compuesta por la estimación de agua considerada para 1 millar de ladrillos.

Tabla 74

Consumo hídrico en la elaboración de eco ladrillos a base de papel y cartón reciclado.

Porcentaje de composición de pasta de papel y cartón reciclado	Agua por bolsa de cemento	Agua por Tanda de 8 Kg	Agua para millar de ladrillos	Agua en m^3
10 %	29.092	5.47 lts	683.75 lts	0.683 m^3
15%		5.47 lts	683.75 lts	0.683 m^3
20%		5.47 lts	683.75 lts	0.683 m^3

Nota: Elaboración propia.

Tabla 75

Agua para millar de ladrillos por dosificación.

Agua para millar de ladrillos Por dosificación	Agua en m^3
683.75 lts	0.683 m^3

Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

I. Ensayo de laboratorio para los ecos – ladrillos EK.

Para obtener las distintas características presentadas por los eco ladrillos según las distintas dosificaciones se presentaron una serie de ensayos que serán mencionados a continuación.

J. Pesos Registrados de los ecos – ladrillos EK.

Se escogieron 6 tipos de ladrillos al azar por cada tipo de ladrillo como son 0 %, 10 %, 15 %, 20 % y 25 % registrando las distintas variaciones en sus pesos, calculando un promedio mencionado en la siguiente tabla:

Tabla 76

Peso de ladrillos según dosificación.

Ladrillo	L– EK 0%	L– EK 10%	L– EK 15%	L– EK 20%	L– EK 25%
Peso (g)	4796.67	4782.47	4673.09	4644.03	4601.68

Nota: Elaboración propia

Figura 96

Pesos registrados en los ladrillos 0%.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 97

Pesos registrados en los ladrillos 15%.



Nota: Elaboración propia.

Se logra observar en cuanto a diferencia de pesos que el ladrillo que no presenta composición de pasta de papel y cartón reciclado, contiene un mayor peso, sin embargo, en el grafico mostrado por el ladrillo de 15% de pasta en su composición el peso de este disminuye, lo que quiere decir que al aumento de pasta se registraran menores pesos. No obstante, esto puede lograr afectar en su resistencia o en sus demás características.

K. Ensayo de Alabeo

Del mismo modo se determinó el alabeo de los ladrillos en cada 6 ladrillos por dosificación dentro de las cuales se determinó un promedio mencionado en la tabla a continuación, mientras que detalladamente se podrán observar los resultados en el Anexos N ° 20,21 y 22.

El alabeo estuvo presente en la cara superior de los ladrillos de manera cóncava, sin embargo, fue mínimo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 77

Alabeo presente según la dosificación del eco – ladrillo EK.

Ladrillo	L– EK 0%	L– EK 10%	L– EK 15%	L– EK 20%	L– EK 25%
Alabeo	0.88	0.99	0.75	0.92	0.84

Nota: Elaboración propia.

Figura 98

Nivelación de base para medir alabeo en el eco – ladrillo EK.



Nota: Elaboración propia.

Figura 99

Medición de Alabeo del eco – ladrillo EK.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

L. Variación dimensional para los ecos – ladrillos EK.

Del mismo modo se determinó el alabeo de los ladrillos en cada 6 ladrillos por dosificación dentro de las cuales se determinó un promedio mencionado en la tabla a continuación, mientras que detalladamente se podrán observar los resultados en el Anexos N ° 23 –27.

Tabla 78

Medición Variación dimensional del eco – ladrillo EK.

Ladrillo	L– EK 0%	L– EK 10%	L– EK 15%	L– EK 20%	L– EK 25%
Largo	0.50	0.67	0.51	0.39	0.48
Alto	0.42	1.02	0.82	1.23	2.11
Ancho	1.26	0.52	1.29	1.25	0.32

Nota: Elaboración propia.

Figura 100

Variación dimensional en la altura del eco – ladrillo EK.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Al presentar una variación dimensional mínima, los eco ladrillos cumplen con los estándares presentados por la norma E-070 referentes a la variación dimensional.

M. Ensayo de resistencia a compresión para los ecos – ladrillos EK.

Para el mencionado ensayo se designaron 15 ladrillos al azar de cada dosificación ensayándose al tiempo de 7, 14 y 28 días respectivamente, en la presente tabla mostrada a continuación se presentarán los resultados provenientes de los ladrillos ensayados, asimismo en el Anexo N ° 22, se observará con mayor detalle los resultados del ensayo.

Tabla 79

Resistencia a compresión ladrillo 0 %.

Ladrillo 0% (f´c 175 Kg/cm²)	7 días	14 días	28 días
Resistencia Promedio	162.4 Kg/cm²	178.4 Kg/cm²	230.5 Kg/cm²
Desviación estándar (S)	4.71	3.69	7.39
Coeficiente de variación (%)	2.90	2.06	3.21
Resistencia Final	157.7 Kg/cm²	174.7 Kg/cm²	223.11 Kg/cm²

Nota: Elaboración propia.

Tabla 80

Resistencia a compresión ladrillo 10 %.

Ladrillo EK 10%	7 días	14 días	28 días
Resistencia Promedio	159.32 Kg/cm²	170.8 Kg/cm²	180.6 Kg/cm²
Desviación estándar (S)	4.70	2.24	2.81
Coeficiente de variación (%)	3.00	1.31	1.56
Resistencia Final	154.6 Kg/cm²	168.6 Kg/cm²	177.79 Kg/cm²

Nota: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 81

Resistencia a compresión ladrillo 15%.

Ladrillo EK 15%	7 días	14 días	28 días
Resistencia Promedio	126.0 Kg/cm²	131.4 Kg/cm²	144.1 Kg/cm²
Desviación estándar (S)	4.96	4.77	2.49
Coeficiente de variación (%)	3.93	3.63	1.73
Resistencia Final	121.04 Kg/cm²	126.63 Kg/cm²	141.61 Kg/cm²

Nota: Elaboración propia.

Tabla 82

Resistencia a compresión ladrillo 20 %.

Ladrillo EK 20%	7 días	14 días	28 días
Resistencia Promedio	85.0 Kg/cm²	109.32 Kg/cm²	133.82 Kg/cm²
Desviación estándar (S)	5.19	5.86	3.98
Coeficiente de variación (%)	6.11	5.36	2.98
Resistencia Final	79.8 Kg/cm²	103.5 Kg/cm²	129.8 Kg/cm²

Nota: Elaboración propia.

Tabla 83

Resistencia a compresión ladrillo 25 %.

Ladrillo EK 25%	7 días	14 días	28 días
Resistencia Promedio	54.3 Kg/cm²	90.6 Kg/cm²	123.2 Kg/cm²
Desviación estándar (S)	4.59	3.45	5.45
Coeficiente de variación (%)	8.44	3.80	4.42
Resistencia Final	49.71 Kg/cm²	87.15 Kg/cm²	117.75 Kg/cm²

Nota: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 101

Prueba de la resistencia a la compresión en los ecos – ladrillos EK.



Nota: Elaboración propia

Como se logró observar en las tablas anteriormente mencionadas que las resistencias de los eco – ladrillos se han visto afectadas reduciéndose considerablemente mientras la proporción de papel aumentaba llegando así a una resistencia más baja de los esperada al 25% de pasta de papel y cartón reciclado en su composición, sin embargo se logró obtener una resistencia considerable hasta el 20% en su composición, cumpliendo así el mismo y los anteriores con los requisitos planteados por la Norma Técnica Peruana – NTP 399.601 y el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE – E.070 respectivamente para su utilización en muros portantes, así mismo las pruebas realizadas posteriormente serán realizadas descartando al eco – ladrillo de 25% en su composición ya que no logró cumplir con los requisitos en su resistencia; sin embargo mediante la obtención de estos resultados se deduce que los eco ladrillos anteriormente mencionados que serían elaborados mediante el reemplazo del agregado fino por pasta de papel y cartón reciclado , serán derivados automáticamente para

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

muros de tabiquería, no obstante se evaluarán algunas de sus propiedades consideradas como las más importantes, siendo estas resistencia a la compresión, porcentaje de humedad, peso y succión.

N. Ensayo de succión en los ecos – ladrillos EK

Para este ensayo se designaron por dosificación cinco ladrillos, habiendo estos cumplido su edad adecuada de 28 días, cuyos resultados serán mencionados a continuación e igualmente se observará a mayor detalle en el Anexos N ° 31 y 32.

Tabla 84

Ensayo de succión en los eco – ladrillos EK.

Eco – ladrillo	EK 0%	EK 10%	EK 15%	EK 20%
Succión	2.50	4.58	5.00	4.92

Nota: Elaboración propia.

Figura 102

Ensayo de succión en eco – ladrillos EK.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Como se establece en el reglamento los ladrillos deben poseer una succión entre 10 a 20 gr/200 cm^2-min por lo que los resultados arrojados mencionados anteriormente en la tabla dan un resultado óptimo, por ende, los eco – ladrillos podrán ser asentados uno sobre otro en su armado sin necesidad de regarlos previamente.

O. Ensayo de absorción en los ecos – ladrillos EK.

Al igual que el ensayo de succión se designaron cinco ladrillos por cada dosificación, habiendo cumplido ya su edad de 28 días, donde se podrán observar los resultados a manera de resumen y con mayor detalle en el Anexo N ° 31.

Tabla 85

Ensayo de absorción para eco – ladrillos EK.

Eco – ladrillos	EK 0%	EK 10%	EK 15%	EK 20%
Absorción	3.76	4.74	5.77	5.92

Nota: Elaboración propia

Conforme a los requerimientos establecidos por la Norma Técnica Peruana – NTP 399.601 (2016), también mencionado en la Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE E.070 (2006), donde se menciona que las unidades de albañilería de concreto no deben tener una absorción mayor a 12 %, mediante los resultados expuestos se puede observar que cumplen con los requerimientos mencionados puesto que presentan resultados menores al porcentaje mencionado, dando resultados óptimos, así mismo debido a su bajo porcentaje de absorción se excluye la cal dentro de la composición del mortero.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Ñ. Ensayo de contenido de humedad en los ecos – ladrillos EK.

Para el presente ensayo igualmente a los anteriores se ensayaron cinco ladrillos por dosificación cuyos resultados serán mencionados a continuación en la tabla resumen, e igualmente los resultados detallados podrán ser observados en el Anexos N ° 35,36 y 37.

Tabla 86

Contenido de humedad en eco – ladrillos EK.

Eco – ladrillo	EK 0%	EK 10%	EK 15%	EK 20%
Contenido de humedad	0.16	0.43	0.55	0.83

Nota: Elaboración propia.

Figura 103

Contenido de humedad en el eco – ladrillo EK.



Nota: Elaboración propia.

Se puede observar que el contenido de humedad en los eco – ladrillos por dosificación es muy bajo, esto se debe como parte importante a la compactación del ladrillo y a su

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

composición ya que al presentar pasta de papel y cartón reciclado que al secarse endurece completamente sin dejar paso a la humedad.

P. Ensayo de porcentaje de vacíos para los ecos – ladrillos EK.

Para el siguiente ensayo se designaron quince ladrillos por cada dosificación de ladrillo, los resultados se presentarán a continuación en la siguiente tabla resumen, mientras que los datos detallados sobre el volumen de ladrillo y arena se presentarán en el Anexos N ° 38 y 40.

Tabla 87

Porcentaje de vacíos en eco – ladrillos EK.

Eco – ladrillo	EK 0%	EK 10%	EK 15%	EK 20%
Porcentaje vacíos	22.52 %	22.44 %	22.41 %	22.57 %

Nota: Elaboración propia.

Figura 104

Llenado del eco – ladrillo EK con arena de densidad.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 105

Porcentaje de vacíos en el eco – ladrillo EK.



Nota: Elaboración propia.

Según lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE- 070 menciona que las unidades de albañilería designadas para muros portantes no deben de contener un porcentaje de vacíos mayor al 30% por lo que los resultados obtenidos están dentro de este margen.

Q. Ensayo de resistencia a compresión a probetas de mortero.

Para el presente ensayo se consideraron dos tipos de mortero el P2 según el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE- E.070 conformado por 1:4 en su dosificación (1 cemento: 4 arena gruesa) y se procedió a experimentar con una dosificación de elaboración propia con una dosificación 1:2.98 (1 cemento: 2.98 arena gruesa) evaluando sus respectivas resistencias a una

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

edad de 28 días, cuyos datos detallados se encuentran en el Anexo N ° 40, a continuación se presenta la tabla resumen con los datos obtenidos.

Tabla 88

Resistencia a compresión de probetas de mortero.

Mortero	M – P2	M – EK
Resistencia Promedio	194.4 Kg/cm²	236.7 Kg/cm²
Desviación estándar	1.82	7.25
Coeficiente de variación	0.93	3.06
Resistencia Final	192.4 Kg/cm²	229.45 Kg/cm²

Nota: Elaboración propia.

Figura 106

Ensayo de resistencia a compresión de probetas de mortero.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.4.3. Ensayo de compresión en prismas con los ecos – ladrillos EK

A. Ensayo de compresión axial en las pilas de ecos – ladrillos EK

Para el presente ensayo se ensayaron las pilas compuestas cada una por tres unidades de ladrillos EK cada una, elaborándose dos pilas por dosificación; estas fueron almacenadas cada una en bolsas, totalmente selladas húmedas para su curado según lo estipulado en la normativa cumpliendo una edad de 28 días para su rotura, continuación se mostrarán los resultados en la tabla resumen, con más detalle en el Anexos N ° 41 y 42.

Tabla 89

Compresión axial de prismas de concreto con eco – ladrillos EK.

Pilas EK	P – EK 0%	P – EK 10%	P – EK 15%	P – EK 20%
Resistencia Promedio	191.75 Kg/cm²	168.80 Kg/cm²	156.30 Kg/cm²	140.85 Kg/cm²
Desviación estándar	3.04	2.40	4.95	2.89
Coeficiente de variación	1.85	1.48	3.16	2.05
Resistencia Final	188.71 Kg/cm²	158.60 Kg/cm²	153.14 Kg/cm²	138.80 Kg/cm²

Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 107

Compresión axial de prismas de concreto con ladrillos EK – Falla Vertical 0%.



Nota: Elaboración propia.

Figura 108

Compresión axial de prismas de concreto con ladrillos EK – Falla Vertical 10%.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En lo estipulado según la norma E. 070 se menciona que el valor indicado es de 120 Kg/cm² por lo que según las resistencias obtenidas se encuentra por encima de este valor, también se presentó una falla vertical en las pilas, siendo estas atravesadas por medio de los ladrillos y las juntas de mortero.

B. Ensayo de corte diagonal de muretes con los ecos – ladrillos EK

Este ensayo se realizó a dos muretes por cada dosificación, se resalta también que la construcción de dichos muretes fue con el mortero que obtuvo mejor resistencia, en este caso el de dosificación propia, los muretes se llevaron a cabo con dos tipos de curados diferentes siendo estos el curado tradicional de regado diario, mientras que el otro fue el tipo de curado empleado en las pilas forrándolas con bolsas selladas húmedas, permitiendo su autocurado. El total de 8 muretes se ensayaron cumpliendo su edad correspondiente de 28 días, a continuación, se mostrará la tabla resumen con los resultados e igualmente en el Anexo N ° 43 y 44, se muestra detalladamente las cargas aplicadas para su rotura.

Tabla 90

Resistencia a corte diagonal en muretes con eco – ladrillos EK.

Muretes EK	M – EK 0%	M – EK 10%	M – EK 15%	M EK 20%
Resistencia al corte Promedio V'm (Kg/cm²)	21.11	18.92	17.43	14.89
Desviación estándar (s)	0.29	0.36	0.15	0.72
Coeficiente de variación (%)	1.37	1.91	0.86	4.85
Resistencia Final V'm (Kg/cm²)	20.82	18.56	17.28	14.17

Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Figura 109

Tipo de Curado Tradicional de Muretes EK.



Nota: Elaboración propia.

Figura 110

Curado por medio de Embalado del Murete EK.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 111

Resistencia a corte diagonal en muretes con eco – ladrillos EK.



Nota: Elaboración propia.

Figura 112

Murete de eco – ladrillo colocado en la máquina de compresión.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 113

Ruptura del Muerte EK.



Nota: Elaboración propia.

Figura 114

Murete con ruptura en diagonal sometido a resistencia de compresión.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Posterior al ensayo mencionado se lograr concluir que los muretes que obtuvieron una rotura fue de falla por corte siendo este atravesado por el ladrillo y por partes de la junta de mortero , sin embargo también se logró determinar que el tipo de curado influye en la resistencia a la rotura puesto que en el caso de los muretes de 0% no se obtuvo ningún tipo de rotura a la carga máxima aplicada posible , sin embargo en el caso de los muretes de 10 % 15% y 20% se obtuvo una mayor resistencia a la rotura en aquel murete que tuvo el método de curado por bolsa sellada (embalado), mientras que el murete que obtuvo una menor resistencia fue el de curado convencional. No obstante, cabe resaltar que todos los muretes obtuvieron un tipo de resistencia muy alta.

C. **Resistencia a la llama directa del Eco – Ladrillo EK.**

Se toma en cuenta la prueba de resistencia al fuego y propagación de llama debido a la utilización de un material altamente inflamable, por lo que en el presente ensayo se colocaron distintos porcentajes de ladrillos durante un periodo estimado de 25 a 30 minutos mediante un soplete simulando un incendio, así mismo mediante una hornilla a fuego directo; se obtuvieron buenos resultados debido a la alta resistencia al fuego ya que solo presento una ligera coloración plomiza en el lado el cual el ladrillo fue expuesto sin lograr expandirse o tener una propagación del fuego, al finalizar el tiempo de exposición se observó un ligero humo durante un periodo de 8 segundos como máximo; el ladrillo no fue alterado en su geometría.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 91

Resistencia y Propagación de la llama en Eco – Ladrillos EK.

RESISTENCIA Y PROPAGACIÓN DE LLAMA EN LADRILLOS EK

SERIE	EK 0%	EK 10%	EK 15%	EK 20%
Tiempo de exposición	25 min	30 min	25 min	35 min
Propagación de llama	NO	NO	NO	NO
Desprendimiento de humo	8 seg.	6 seg	7 seg	8 seg

Nota: Elaboración propia.

Figura 115

Prueba de Resistencia a la llama directa de los eco – ladrillos EK.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

D. Humedad prolongada en Eco – Ladrillos

En consideración a las condiciones climáticas de la ciudad Arequipa se tomó en cuenta la prueba de humedad prolongada debido al clima presente durante el periodo (Diciembre – Marzo) donde se observa un incremento considerable de humedad debido a las lluvias, por lo que se pone a prueba la fiabilidad de los ladrillos en mención , se detalla en el siguiente cuadro el contenido de humedad prolongada de ambos ladrillos, los cuales fueron puestos en inmersión durante 14 y 30 días para así poder observar el incremento en la humedad.

Tabla 92

Contenido de Humedad Prolongada en eco – ladrillos EK.

CONTENIDO DE HUMEDAD PROLONGADA EN LADRILLO EK				
SERIE	EK 0%	EK 10%	EK 15%	EK 20%
Peso (g)	4852.00	4559.00	4462.00	4305.00
Peso 14 días posteriores (g)	5032.00	4738.00	4652.00	4494.00
Peso 30 días posteriores (g)	5052.00	4749.00	4660.00	4506.00
Contenido de humedad (%)	3.95	4.00	4.24	4.46
Humedad Promedio		4.16		
Des. estándar		0.23		
Contenido de humedad (%)		3.93		

Nota: Elaboración propia.

Eco – Ladrillos para Muros de Tabiquería

Una vez concluidos los ensayos determinantes para los ladrillos que serán aplicados en muros portantes se consideró importante conocer algunas propiedades de los ladrillos con reemplazo de agregado fino que fueron derivados para su uso en tabiquería, serán

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

mencionados a continuación en las siguientes tablas y podrán ser revisados a mayor detalle en los Anexos N ° 47,48,49,50 y 51.

A. Resistencia a la compresión en eco – ladrillos con reemplazo de Agregado Fino.

Tabla 93

Resistencia a la compresión de eco – ladrillos con reemplazo al Agregado fino.

RESISTENCIA DE LADRILLOS CON REEMPLAZO DE AGREGADO FINO		
SERIE	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA (Kg/cm²)
10%	28 DIAS	103.6 Kg/cm²
15%	28 DIAS	61.4 Kg/cm²
20%	28 DIAS	56.33 Kg/cm²

Nota: Elaboración propia.

B. Pesos en eco – ladrillos con reemplazo de Agregado Fino.

Tabla 94

Peso de los eco – ladrillos con reemplazo del Agregado fino.

PESO DE LADRILLOS CON REEMPLAZO DE AGREGADO FINO		
SERIE	EDAD	Peso (g)
10%	28 DIAS	4679.8
15%	28 DIAS	4659.1
20%	28 DIAS	4658.9

Nota: Elaboración propia.

C. Contenido de Humedad en los Eco – Ladrillos con reemplazo de Agregado Fino.

Se menciona también como punto importante el contenido de humedad en los ladrillos con reemplazo de arena, aun así, no pasaron la prueba de resistencia, ya que al ser usados en muros de tabiquería y por su mayor contenido de pasta de papel y cartón reciclado, se consideró necesaria la prueba para poder determinar si su contenido variaba o afectaba, sin

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

embargo, obtuvo un óptimo resultado ya que sus niveles de contenido de humedad se encuentran dentro del rango determinado por la normativa.

Tabla 95

Contenido de Humedad de eco – ladrillos con reemplazo de Agregado Fino.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LADRILLOS CON REEMPLAZO DE AGREGADO FINO		
SERIE	EDAD	HUMEDAD (%)
10%	28 DIAS	2.42
15%	28 DIAS	2.61
20%	28 DIAS	3.08

Nota: Elaboración propia.

D. Humedad prolongada en Eco – Ladrillos con reemplazo de Agregado Fino

Tabla 96

Contenido de humedad prolongada en eco – Ladrillos con reemplazo de Agregado Fino.

HUMEDAD PROLONGADA EN LADRILLOS EK CON REEMPLAZO DE AGREGADO FINO			
SERIE	EK 10%	EK 15%	EK 20%
Peso seco (g)	4768.00	4649.00	4470.00
Peso 14 días posteriores (g)	4941.00	4809.00	4619.00
Peso 30 días posteriores (g)	4948.00	4849.00	4675.00
Contenido de humedad (%)	3.63	4.12	4.38
Humedad Promedio		4.04	
Des. estándar		0.38	
Contenido de humedad (%)		3.66	

Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

E. Resistencia y Propagación de Llama en eco – ladrillos con reemplazo de Arena.

Tabla 97

Resistencia y Propagación de Llama en Ladrillos EK con reemplazo de Arena.

RESISTENCIA Y PROPAGACIÓN DE LLAMA EN LADRILLOS EK CON REEMPLAZO DE ARENA			
SERIE	EK 0%	EK 10%	EK 15%
Tiempo de exposición	28 min	25 min	29 min
Propagación de llama	NO	NO	NO
Desprendimiento de humo	11 seg.	12seg	11seg

Nota: Elaboración propia.

5.4.4. Conclusiones en la Fase IV: Ensayos y Resultados del Laboratorio

Por último, en la Fase IV se ha concluido con las pruebas y resultados del laboratorio empezando por la elaboración del diseño del molde del eco – ladrillo EK, teniendo unas medidas estándar de 9cmx 14cmx24cm lo que vendrían a ser altura x ancho x largo, presentado 3 orificios de una medida de 3cmx7cmx9cm. Luego se pasó a elaborar 2 moldes separados la base de la cubierta, con este molde no se logró el adecuado eco – ladrillo ya que no tenían firmeza, procediendo así a la elaboración de un nuevo molde ya soldado la base con la cubierta teniendo un óptimo resultado de ladrillo.

Como siguiente paso se realizó la elaboración de los eco – ladrillos en el tiempo de 5 días para luego pasar al fraguado de 28 días, transcurrido el tiempo de curado se procede a hacer las pruebas iniciando con la de alabeo y variación dimensional siendo esta variación

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

mínima entre los ladrillos, continuamente se hacen las pruebas de resistencia a compresión obteniendo cono resultados de 223kg/cm2, 177kg/cm2, 141kg/cm2, 129kg/cm2 y 117 kg/cm2 según los porcentajes de incidencia de papel y cartón reciclado, también se realizaron las pruebas de contenido de humedad, porcentaje de vacíos, succión y absorción con resultados óptimos. Se realizaron dos tipos de mortero el tradicional y uno nuevos de acuerdo a la dosificación dando un resultado mayor el segundo nombrado, en la elaboración de pilas y muretes se realizaron con dos tipos de curados el de al aire libre y el embalado obteniendo resultado de altas resistencias en pilas y muretes.

5.4. Costos del eco – ladrillo a base de papel y cartón reciclado

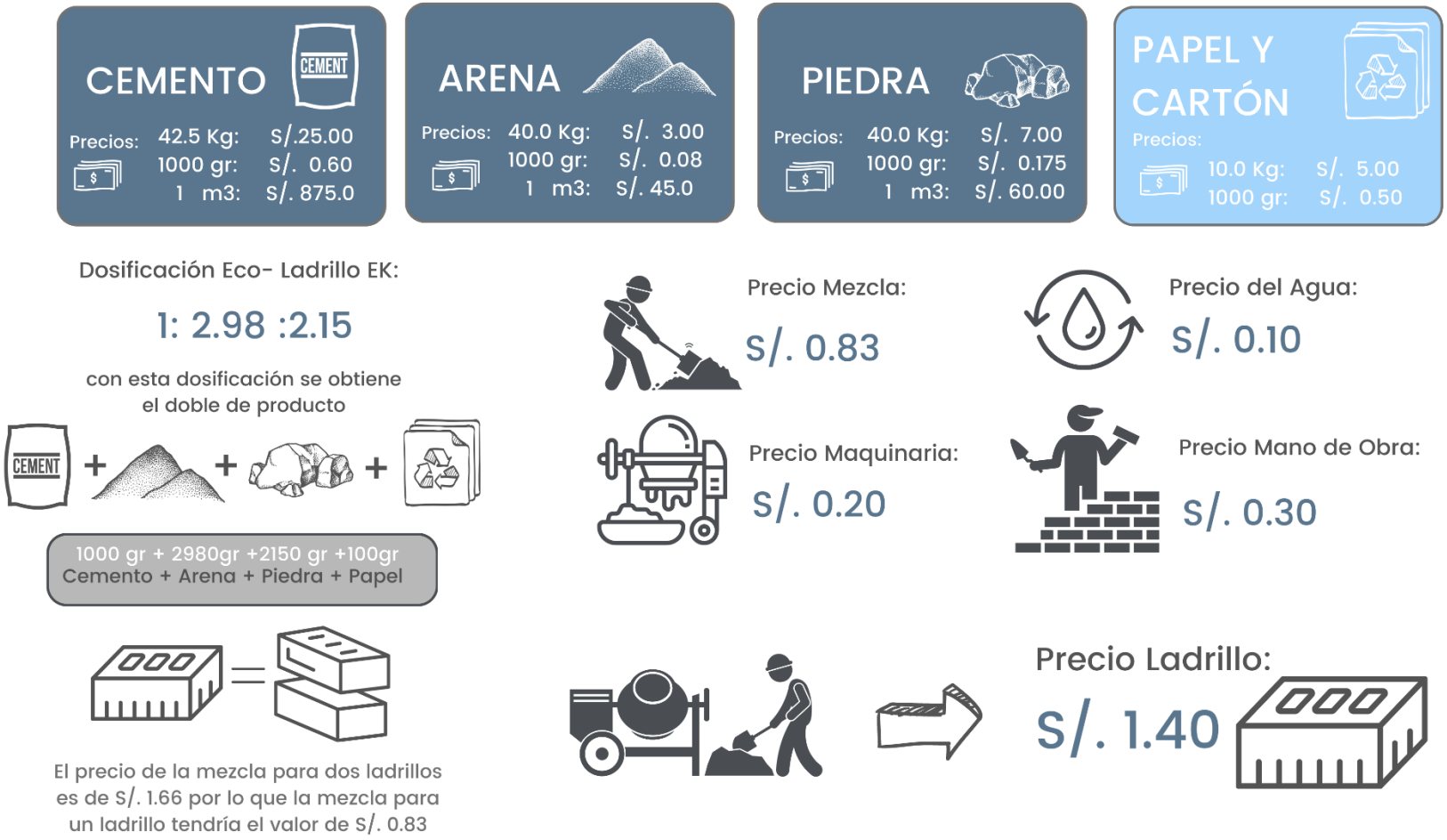
Para poder hablar del costo del eco – ladrillo EK se necesitará los precios de los productos como el cemento, la arena, la piedra y el papel presentadas en bolsas, kg y m3 mediante la resolución de reglas de tres simples que se hallan el precio por cada producto y la cantidad que da la nueva dosificación de 1: 2.98: 2.15 la cual se emplea obtenido una unidad más a los kilos de cemento. Entonces para 2 ladrillos se utilizan la cantidad de 6230 gr de mezcla lo que equivale a S/. 1.66 para 2 unidades, por lo tanto, para una unidad de ladrillo será el costo de S/. 0.83 a esto se le adicionara el agua, la maquinaria y mano de obra con el valor de agua en 0.10 + maquinaria 0.20 + mano de obra en 0.30 siendo así el precio final de este en S/. 1.43 redondeando seria S/. 1.40.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 116

Costos del eco – ladrillo EK.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

5.5. Gestión del producto del eco – ladrillo EK.

El procedimiento de gestión del producto se dará por medio de una estrategia factible que nos posibilitará que el eco - ladrillo a base de papel y cartón reciclado, pueda ser observado como una unidad de albañilería que podrá aplicarse en el sistema constructivo de muros portantes y de tabiquería para eso se optó por definir cuatro áreas que son:

- **Área de Indagación e Innovación:** En esta área con el apoyo de entidades se capacitará a estudiantes, profesionales y especialistas, para un adecuado manejo de laboratorio e investigación de nuevos descubrimientos.
- **Área de Ambiental y Sostenible:** En esta área se tendrá como objetivo la incorporación del monitoreo, desarrollo y ejecución de un sistema de gestión ambiental que respaldará que la unidad de albañilería sea ecológica por lo tanto sustentable.
- **Área de Elaboración y Construcción**: En esta área se buscará la innovación de incluir en el mercado el eco – ladrillo a base de papel y cartón reciclado para que pueda ser observado como una nueva unidad de albañilería en la construcción de viviendas como material en muros de portantes y tabiquería.
- **Área Estatal o Gubernamental:** La última área será para promover la inversión de la unidad de albañilería Eco – Ladrillo EK a base de papel y cartón reciclado con ayuda de entidades del estado para apoyo de nuevos materiales de construcción.

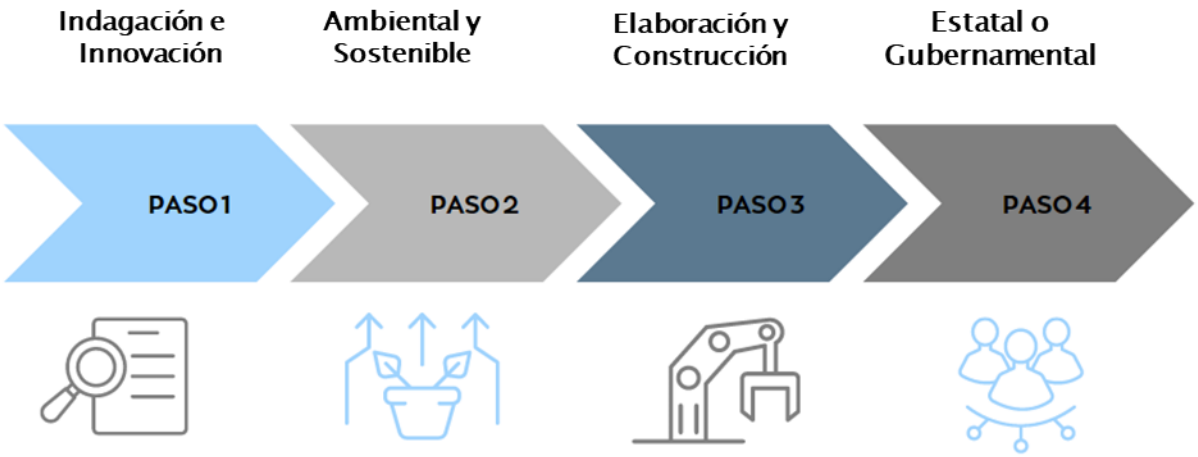
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 117

Proceso de Gestión del Producto Eco – Ladrillo.



Nota: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 118

Ámbitos en la gestión de producción de los Eco – Ladrillos EK.



Nota: Elaboracion Propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

5.6. Contraste de la Hipotesis

Mediante la elaboración del eco ladrillo con adición de pasta de papel y cartón reciclado se demuestra su uso en muros portantes para viviendas de la ciudad de Arequipa , mejorando a su vez las distintas propiedades físicas presentes como son la reducción en su capacidad de absorción, exposición a la humedad prolongada bajo condición del clima presente en la ciudad, contenido de humedad , resistencia al fuego , entre otras, bajo comparación con un ladrillo convencional de arcilla ; no obstante las propiedades en resistencia a la compresión si bien fueron mejoradas , a mayor incorporación de la pasta ,esta propiedad se redujo ; así mismo mediante el reemplazo del agregado fino por la mencionada pasta de papel y cartón reciclado se crearon ladrillos clasificados para su uso en tabiquería debido a su resistencia, sin embargo el resto de sus propiedades físicas fueron igualmente mejoradas en comparación al ladrillo de arcilla.

5.7. Conclusiones y Recomendaciones

5.7.1. Conclusiones

1. El proceso de elaboración artesanal del presente eco ladrillo se considera como amigable con el medio ambiente ya que no se genera sobre explotación de recursos ni el uso de hornos que desprendan humos tóxicos para la salud humana o alteración del medio, así también la reutilización de agua de remojo de papel y cartón reciclado en la fabricación del mismo.

2. En la prueba de resistencia a la compresión para los ladrillos de 0%, 10,%, 15% y 20%, los resultados arrojados fueron de 230.54 kg/cm2 ,180.6 kg/cm2,144.1 kg/cm2 y 133.82 kg/cm2 respectivamente demostrando su uso para muros portantes , mientras

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

que los resultados arrojados para los mismos porcentajes en reemplazo al agregado fijo fueron de 103.6 kg/cm2, 61.4 kg/cm2 y 56.33 kg/cm2 siendo clasificados para su uso en muros de tabique por lo je se demuestra que a mayor adición de pasta la resistencia disminuye considerablemente.

3. La propiedad representada por la capacidad de absorción en los eco ladrillos destinados a muros portantes considerando estos como principales, se demuestra que el incremento de pasta de papel y cartón reciclado no afecta desfavorablemente a esta propiedad ya que posee un valor promedio de 3.40 % encontrándose muy bajo el máximo delimitado por la norma E070 siendo de 12%.

4. Bajo la condición climática de la ciudad de Arequipa los resultados arrojados para la prueba de humedad prolongada fueron favorables con un porcentaje de 3.79% estimado para ambos tipos de eco ladrillos ya sea destinado a muros portantes o tabiques; influyendo a su vez se considera el porcentaje de vacíos presente siendo de 22% cumpliendo con lo delimitado por la normativa.

5. Los resultados arrojados para los prismas elaborados por los ladrillos destinados a muros portantes fue de 159.81 kg/cm2 en promedio, presentando fallas cónicas adecuadas mediante un corte a través de la junta del mortero y el ladrillo ;continuando con la prueba destinada a muretes a corte diagonal el valor adecuado mencionado por la norma es de v'm = 9.70 kg/cm2 puesto que los resultados arrojados para 0%, 10%, 15% y 20% fueron de v'm= 20.82 kg/cm2, v'm = 18.56 kg/cm2, v'm = 17.28kg/cm2 y v'm = 14.17 kg/cm2 demostrando resultados óptimos por sobre lo delimitado por la norma.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

6. Al trabajar con dos materiales altamente inflamables, se llevó a cabo la prueba de resistencia y propagación de llamas, mediante una exposición durante 35 min a llama directa y soplete, demostrándose que no existe alteración alguna en la geometría de la unidad, ni deformación en la misma; se percibe solo una ligera coloración plomiza en la zona de mayor contacto a la llama mientras que no se da una transmisión alta de calor o propagación de llama.

7. Los ladrillos con porcentajes de incidencia adecuados para su utilización son de 15% y 20% para muros portantes y de 15% en reemplazo de agregado fino para su uso en tabiquería debido que presentan una resistencia promedio adecuada semejantes a las resistencias promedio de los ladrillos de arcilla, sin embargo, los eco ladrillos presentan mejoras en el resto de sus propiedades anteriormente mencionadas.

8. La utilización del diseño de mezcla para la creación del mortero ayudó significativamente a incrementar la resistencia para las pruebas de corte diagonal aplicada a muretes comprobando así su mejora en resistencia y brindándose como mejor opción para su aplicación.

5.7.2. Recomendaciones

1. Como principal recomendación se encuentra el uso de agregados en estado seco para evitar el incremento o reducción en la cantidad de agua para la mezcla, evitando así la variación de la consistencia en la misma.
2. Se recomienda ampliar el campo de estudios en cuanto a las propiedades que puede brindar el eco – ladrillo, ya sea en el incremento de su resistencia mediante métodos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

semi o industriales de prensado, así también como el estudio de sus propiedades brindadas para el confort ambiental.

3. Es recomendable evaluar los distintos tipos de variantes geométricas del eco ladrillo para su estudio y aplicación no solo en muros para viviendas sino también para espacios públicos, mobiliario o acabados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Referencias

Aceros Arequipa. (n.d.). Retrieved July 19, 2022, from https://www.construyendoseguro.com/cuales-son-las-unidades-de-albanileria-que-debes-conocer/

ANDECE. (2020). PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Versión : septiembre 2020.

Anobium. (2019). VENTAJAS DEL RECICLAJE DE PAPEL | Destrucción de documentos Zaragoza. https://anobium.es/blog/ventajas-del-reciclaje-de-papel

APUNTES - REVISTA DIGITAL DE ARQUITECTURA: Efectos contaminantes del ladrillo - Por un Planeta Limpio. (n.d.). Retrieved November 29, 2022, from http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2016/10/efectos-contaminantes-del-ladrillo-por.html

Arequipa, A. (n.d.). MANUAL DE CONSTRUCCION ACEROS AREQUIPA.

Arrieta, J., & Peñaherrera, E. (2001). Fabricacion de bloques de concreto con una mesa vibradora. 67.

Arya, R. K., & Kansal, R. (2016). Utilization of Waste Papers to Produce Ecofriendly Bricks. International Journal of Science and Research (IJSR), 5(7), 92–96. https://doi.org/10.21275/art2016792

AS 1530.2 Métodos para pruebas de fuego en materiales de construcción, componentes y estructuras. (n.d.). Retrieved November 28, 2022, from https://www.laboratuar.com/es/testler/urun-guvenligi-testleri/as-15302-yapi-malzemeleri-bilesenleri-ve-yapilari-uzerinde-yangin-testleri-icin-yontemler/

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

ASTM, I. (2015). Norma Técnica Peruana 339.034. Indecopi, 4(3), 22. https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=4303

Barranzuela Lescano, J. (2014). Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la region piura. Universidad de Piura, 95.

Barriga Caceres, E., & Arturo Bernardo Murillo, J. (2016). Aplicación y Estudio de las Propiedades de las Celulosas Recicladas Obtenidas del Papel Periódico como una Adición para el Concreto. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 1–133. http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/handle/10757/621704

Bustos, C. (2009). La problemática de los desechos sólidos. Economía, 027, 121–144. http://www.redalyc.org/pdf/1956/195614958006.pdf

Cabezas R. (2017). "ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL PRODUCIDA POR LAS LADRILLERAS ARTESANALES EN AREQUIPA." Universidad Nacional de San Martín. http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2418/TP_AGRO_00662_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CALDAS, U. D. F. DE. (2010). MORTERO 1:4 (Hecho en Obra con arena de pozo) – Especificaciones Técnicas para Construcción de Viviendas. https://sites.google.com/a/correo.udistrital.edu.co/manualviviendas/3-especificaciones-de-materiales/morteros/mortero-1-4-hecho-en-obra-con-arena-de-pozo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

CAPECO. (2021). Incertidumbre política podría afectar la continuidad de recuperación del sector construcción. https://www.capeco.org/entrada-noticia/incertidumbre-politica-podria-afectar-la-continuidad-de-recuperacion-del-sector-construccion

Carpio, M. (2016). Propuesta De Mejora En El Area De Producción Para Incrementar Las Ventas De Ladrillos De La Ladrillera Continental S.a.C. – Arequipa.

Concreto de alta resistencia: características y usos | PSI Concreto. (n.d.). Retrieved September 29, 2022, from https://psiconcreto.com/english/concreto-de-alta-resistencia/

Coral Alva, M. O. (2017). Ensayos cíclicos en muros de albañilería confinada construidos con ladrillos King Kong de fabricación industrial. 94.

Cortez Prieto, Manuel Hipólito Lozano Surco, C. O. (2021). "Evaluación de la resistencia a la compresión de ladrillos de concreto agregando papel reciclado." In Universidad Andina del Cusco. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Definición y Características de Mortero para Construcción | Blogicasa | Decoración, Diseño, Muebles, Jardín y más. (n.d.). Retrieved August 4, 2022, from https://www.blogicasa.com/definicion-y-caracteristicas-de-mortero-para-construccion/

Delgado Contreras, G. (2011). Diseño Estructuras Aporticadas de Concreto Armado (p. 226).

Diario El Pueblo. (2018, June 2). Solo 6.26% de la basura que produce Arequipa se recicla –

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Diario EP - Perú. https://diarioep.pe/solo-6-26-de-la-basura-que-produce-arequipa-se-recicla/

Dirección de Normalización - INACALDirección de Normalización - INACAL. (2018). NTP.400.021: Agregados . Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. Lima.

Edificaciones, R. N. de. (2019). Norma E.070 - Albañileria.

Enciso Urrego, L. F., Paceho, D. C., Rivera, D. C., & Guerrero Useda, M. E. (2014). Análisis de factores de riesgo en trabajadores de ladrilleras de Ubaté. Iiec, 3(2), 5–10. https://doi.org/10.13140/2.1.4697.5682

Estructura Aporticada - Construcciones CTM. (n.d.). Retrieved August 23, 2022, from https://www.ctmconstrucciones.com.co/estructura-aporticada/

Eugenio, I. R., Wendorff, Y., David, I., López, A. R., Hernán, E., & Franco, J. N. (2020). Ministerio De Vivienda, Construcción Y Saneamiento. https://www3.vivienda.gob.pe/destacados/construccion.aspx

FICHA TECNICA TIPO I.pdf. (n.d.).

Gallegos Héctor, C. C. (2005). Albanileria Estructural (Vol. 3). https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/181453%0Ahttps://dokumen.tips/documents/albanileria-estructural-3ed-hector-gallegos-carlos-casabonne-560c1b48232fb.html?page=1

García León , Ricardo Andrés Florez Solano, Eder Medina Cárdenas, Y. (2018). Caracterización física de las arcillas utilizadas en la fabricación de productos de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

mampostería para la construcción en Ocaña Norte de Santander (Colombia).

Garcidueñas, P. (2019, February 1). Economía circular; el reciclaje del cartón nunca fue tan rentable - ExpokNews. Economía Circular; El Reciclaje Del Cartón Nunca Fue Tan Rentable. https://www.expoknews.com/economia-circular-el-reciclaje-del-carton-nunca-fue-tan-rentable/

Goel, G., & Kalamdhad, A. S. (2017). An investigation on use of paper mill sludge in brick manufacturing. Construction and Building Materials, 148, 334–343. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.05.087

Gorgots, V. D. (2006). About drawdown drilling parameters design procedure at primary formation exposing by a horizontal wellbore. Neftyanoe Khozyaystvo - Oil Industry, 9, 120–121.

GreenFacts. (2022). Glosario: Dióxido de Carbono (CO. https://www.greenfacts.org/es/glosario/def/dioxido-carbono.htm

Gúzman, D. S. (2001). TECNOLOGIA DEL CONCRETO T2.

Habitissimo. (2020). Foto: Albañilerias de Espacio y Arquitectura . https://fotos.habitissimo.com.mx/foto/albanilerias_500481

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1997). Metodología dela investigación.

INACAL. (2015a). Norma Muretes De Albañileria NTP 399.621 2004 (Revisada 2015).

INACAL. (2015b). UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Requisitos. Norma Técnica Peruana, NTP 331.01(Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos), 18.

INACAL. (2015c). UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos. Norma Técnica Peruana, NTP 331.01(Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos), 18. https://es.scribd.com/document/382775855/25017-NTP-399-613

INACAL. (2018a). NTP 399.605 - UNIDADES DE ALBAÑILERIA METODOS DE ENSAYO PARA PRISMAS.pdf.

INACAL. (2018b). NTP 400.037 AGREGADOS: Agregados para concreto. Requisitos. Lima 27, 23.

INACAL, N. 399. 61. (2017). Unidades de albañileria métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañileria. Lima 27. https://es.scribd.com/document/382775855/25017-NTP-399-613

INEI: Construcción creció en 41,9% por mayor ejecución de obras del sector privado y público en el primer trimestre - PerúConstruye. (2021). https://peruconstruye.net/2021/05/21/inei-construccion-crecio-en-419-por-mayor-ejecucion-de-obras-del-sector-privado-y-publico-en-el-primer-trimestre/

INEI. (2018). Caracteristicas de las viviendas particulares y los hogares. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, 1–602. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Insituto para la Salud Geoambiental. (2018). El dióxido de azufre SO2 - Instituto para la Salud Geoambiental. https://www.saludgeoambiental.org/dioxido-azufre-so2/

ITINTEC 399.621. (2015). UNIDADES DEL ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería (NTP 399.621) (p. 10).

KHL GROUP AMERICAS. (2017, September 28). Industria peruana de ladrillo comercializa U$500 millones anuales. //www.construccionlatinoamericana.com/industria-peruana-de-ladrillo-comercializa-u500-millones-anuales/129538.article

Lazo Rios, C. M. (2018). Facultad de ingeniería.

Maciej Serda. (2013). Ilustración on Behance. https://www.behance.net/gallery/6505431/Ilustracion

Mendez Xalapa, C. (2015, October 13). Eco-casas con eco-blocks, alternativa viable para edificar viviendas a bajo costo - Al Calor Político. https://www.alcalorpolitico.com/informacion/eco-casas-con-eco-blocks-alternativa-viable-para-edificar-viviendas-a-bajo-costo-182207.html#.YQxzSYhKhPY

MINAM. (2017). Aprueban Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias. El Peruano, 6–9. http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf

MINAM. (2018, May 17). En el Perú solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables | Ministerio del Ambiente. https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/en-el-peru-solo-se-recicla-el-1-9-del-total-de-residuos-solidos-reaprovechables/

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

MINISTERIO DE VIVIENDA, C. Y. S. (2006). RNE p. 1 - 434. Reglamento Nacional de Edificaciones, 297. http://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/Reglamento Nacional de Edificaciones.pdf

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento - SENCICO. (2006). Norma Técnica de Edificación E.070 Albañilería. https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne

Muñoz, P., Letelier, V., Muñoz, L., & Bustamante, M. A. (2020). Adobe bricks reinforced with paper & pulp wastes improving thermal and mechanical properties. Construction and Building Materials, 254. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119314

Nila C. Pellegrini Blanco, R. E. R. G. (2009, August). Reciclaje de papel en la Universidad Simón Bolívar. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142009000200004

Niño Hernández, J. R. (2010). TECNOLOGIA DEL CONCRETO (Vol. 25, Issue 36).

Norma Tecnica Peruana. (2018). NTP 400.022 Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa(Peso específico) y absorción del agregado fino. Norma Tecnica Peruana, Lima 27. https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-del-norte/ingenieria/372901324-ntp-400-012-2013-pdf/5739579

Norma Tecnica Peruana. (2020). NTP 400.017 Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (' “Peso Unitario”') y los vacíos en los agregados. Indecopi, Lima 27, 14. https://www.scribd.com/document/343664826/NTP-400-017-2011-Agregados-

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Metodo-de-Ensayo-Para-Determinar-El-Peso-Unitario-Del-Agregado

Norma Técnica Peruana NTP 339.034. (2015). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Indecopi, 4(3), 22. https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=4303

NTP 334.009. (2016). CEMENTOS. Cemento Pórtland. Requisitos. 30.

NTP 399.601. (2016). Ladrillos De Concreto Requisitos. Lima 27.

NTP 399.604. (2015). Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. Diario El Peruano, 1era edici(Lima 41), 6–15. https://kupdf.net/download/norma-tecnica-peruana-ntp-399604-2002_59efca8908bbc537369d180e_pdf

olivera prado, dilma consuelo. (2016). Facultad de ingenieria. Universidad Privada Del Norte, 116 Pag. http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/27098

Omar, A., & Ean, R. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. 82, 179–200.

OXFAM, I. (2020). ¿Qué es la ecoinnovación? Conoce el desarrollo del futuro | Ingredientes que Suman. https://blog.oxfamintermon.org/que-es-ecoinnovacion/

Pablo García, M., & Ortiz Mandujano, C. R. (2020). Efecto de la incorporación de la celulosa del papel bond reciclado en las propiedades mecánicas del concreto. Universidad Andina Del Cusco, 1–118.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pacheco, D. M. C., & Canchanya, J. P. (2021). ALBAÑILERIA CONFINADA Y ALBAÑILERIA APORTICADA.

Pi, M. C. (2010). Preparado por: Manuel Casado Piñeiro.

PIGARS. (2017). Plan de Gestión Ambiental de Residuos Solidos (PIGARS). 2017, 77. https://www.muniarequipa.gob.pe/descargas/gestionmanejoresiduos/PIGARS 2017-2028/PIGARS final 22 de Diciembre.pdf

Pintado, J. R. P., & Molina, J. F. Q. (2018). FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO PROGRAMA ESPECIAL DE TITULACIÓN TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE.

Producción, M. de. (2010). Guía De Buenas Prácticas Para Ladrilleras Artesanales. Yumpu, 18.

Qué son los muros portantes y su importancia - Construyendo Seguro. (n.d.). Retrieved August 5, 2022, from https://www.construyendoseguro.com/que-son-los-muros-portantes-y-cual-es-su-importancia/

Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes - PRTR. (2021). PRTR España. https://prtr-es.es/co2-dioxido-de-carbono,15590,11,2007.html

Resistencia, M. (2016). Ficha técnica: cemento Wari. www.cementowari.com

Rivera, N. (2004). El Reciclado De Papel Y Cartón. Elementos: Ciencia y Cultura, 11, 54–56.

Salinas Cervantes, F. A. (2017). Estudio de Factibilidad para la Implementación de una

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Fábrica de Ladrillos con Base de Sillar Provincia de Arequipa 2017 - 2022.

Samiur Rehman, S. (2018). Low cost paper brick for financially marginalized section of urban poor. Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems, 10(9 Special Issue), 691–695.

Sampieri, R. H. (2014). Metodologia de la Investigación.

San Bartolome, A. (1994). CONSTRUCCIONES DE ALBAÑILERIA. In วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย (Vol. 4, Issue 1). Pontificia Universidad Catolica del Perú.

Sánchez Solorzano, J. R., Guerrero Medina, F. E., Cerna Chávez, R., & Gonzales Carbajal, K. (2018). Ladrillo ecológico elaborado con papel reciclado: Costo y propiedades físico-mecánicas. Conocimiento Para El Desarrollo, 9(2), 29–34.

SEDAPAL. (2016). Informe De Sostenibilidad Sedapal 2016. 70. http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=9b33f5f7-35ae-4df8-939b-badfe1dc19b4&groupId=10154

Técnica, N. (2001). AGREGADOS . Análisis granulométrico del agregado. Lima 41.

Técnica, N. (2008). HORMIGÓN (CONCRETO). Tubos de hormigón (concreto) reforzado para la conducción de fluidos a media presión . Requisitos.

“UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN.” (n.d.). Retrieved June 27, 2021, from http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:pW7UppG-nWoJ:repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2840/IIMfehet.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy+&cd=6&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Universidad Tecnológica del Perú. (2020). Sistema aporticado Análisis y Generalidades del Sistema - Sistema Aporticado COMPONENTES: COLUMNAS - StuDocu. https://www.studocu.com/pe/document/universidad-tecnologica-del-peru/introduccion-a-la-estructuras/sistema-aporticado-analisis-y-generalidades-del-sistema/14314390?origin=home-recent-1

Valero, Andry; Vargas Nubia; Vargas, Y. (2015). Ecobrick Ladrillo Ecológico a Base de Papel Reciclado para Muros Divisiores. Thesis, 0–42. https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4039/20151014 Monografia Ecobrick Corregida Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vergara, I. (2017, August 14). Crean ladrillos ecológicos resistentes al frío y a la humedad para zonas altoandinas | Noticias | Agencia Peruana de Noticias Andina. https://andina.pe/agencia/noticia-crean-ladrillos-ecologicos-resistentes-al-frio-y-a-humedad-para-zonas-altoandinas-856980.aspx

Zaki, H., Gorgis, I., & Salih, S. (2018). Mechanical properties of papercrete. MATEC Web of Conferences, 162(2018), 1–7. https://doi.org/10.1051/matecconf/201816202016

Zea, N. (2005). Caracterización de las arcillas para la fabricación de ladrillos artesanales. Universidad San Carlos de Guatemala, 1–165.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Anexos

Anexo 1: Registro Fotográfico.

- *Granulometría del agregado fino con muestra de 1.000 kg.*



Nota: Elaboración propia.

- **Agregado Fino y Agregado Grueso dividido en cuartos y texturas.**



Nota: Elaboración propia.

- **Arena Gruesa, Confitillo y Cemento.**



Nota: Elaboración propia.

- **Agregado Fino – Peso específico y densidades relativa, saturada superficialmente seca y aparente.**



Nota: Elaboración propia.

- ***Humedad del agregado fino con una muestra de 500kg.***



Nota: Elaboración propia.

- *Humedad del agregado grueso con una muestra de 2000kg.*



Nota: Elaboración propia.

- *Contenido de Humedad del Agregado Grueso y Agregado Fino 2000 kg.*



Nota: Elaboración propia.

- **Instrumentos del Laboratorio.**



Nota: Elaboración propia.

- *Procedimiento de la masa del recipiente con agua y vacío*



Nota: Elaboración propia.

- **Procedimiento para el precio unitario.**



Nota: Elaboración propia.

- **Agregado Fino – Peso Suelto y Peso Compactado (Varillado)**



Nota: Elaboración propia.

- **Agregado Grueso – Peso Suelto y Peso Compactado (Varillado)**



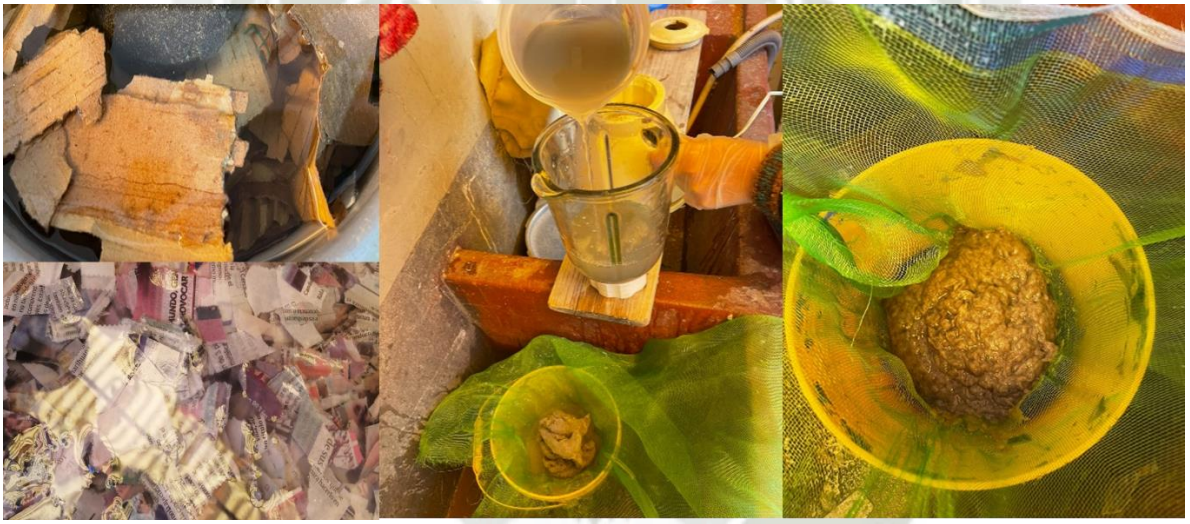
Nota: Elaboración propia.

- **Papel y Cartón Reciclado Picado.**



Nota: Elaboración propia.

- **Remojo y Licuado del Papel – Cartón Reciclado.**



Nota: Elaboración propia.

- **Eliminación del Exceso de Agua de la Pasta de Papel y Cartón Reciclado.**



Nota: Elaboración propia.

- **Agregado de la pasta de papel y cartón reciclado a la mezcla.**



Nota: Elaboración propia.

- **Prueba de Asentamiento por medio del Cono de Abrahams.**



Nota: Elaboración propia.

- **Moldes de Especímenes que se utilizaron.**



Nota: Elaboración propia.

- **Elaboración de Especímenes de Concreto Patrón**



Nota: Elaboración propia.

- **Especímenes de Concreto Patrón + Pasta de papel y cartón reciclado a los 14 días.**



Nota: Elaboración propia.

- **Resistencia a la compresión de especímenes con incidencia de pasta de papel y cartón reciclado.**



Nota: Elaboración propia.

- **Elaboración de la mezcla para los ecos – ladrillos con pasta de papel y cartón reciclado.**



Nota: Elaboración propia.

- **Procedimiento de engrasado, echar la mezcla y desmolde del eco – ladrillos EK,**



Nota: Elaboración propia.

- **Desmolde, secado y curado de los Eco – ladrillos EK.**



Nota: Elaboración propia.

- **Porcentaje de Vacíos en los ecos – ladrillos EK.**



Nota: Elaboración propia.

- **Capeo del eco – ladrillos EK para prueba de la resistencia a compresión.**



Nota: Elaboración propia.

- **Alabeo en los ecos – ladrillos EK.**



Nota: Elaboración propia.

- **Resistencia a la compresión de los ecos – ladrillos EK.**



Nota: Elaboración propia.

- **Ruptura de los ecos – ladrillos EK.**



Nota: Elaboración propia.

- **Prueba de resistencia a fuego por llama directa**



Nota: Elaboración propia.

- **Elaboración de mortero EK.**



Nota: Elaboración propia.

- **Elaboración de pilas con eco – ladrillos EK.**



Nota: Elaboración propia.

- **Elaboración de muretes con eco – ladrillos EK.**



Nota: Elaboración propia.

- **Ruptura de muretes con eco – ladrillos EK.**



Nota: Elaboración propia.

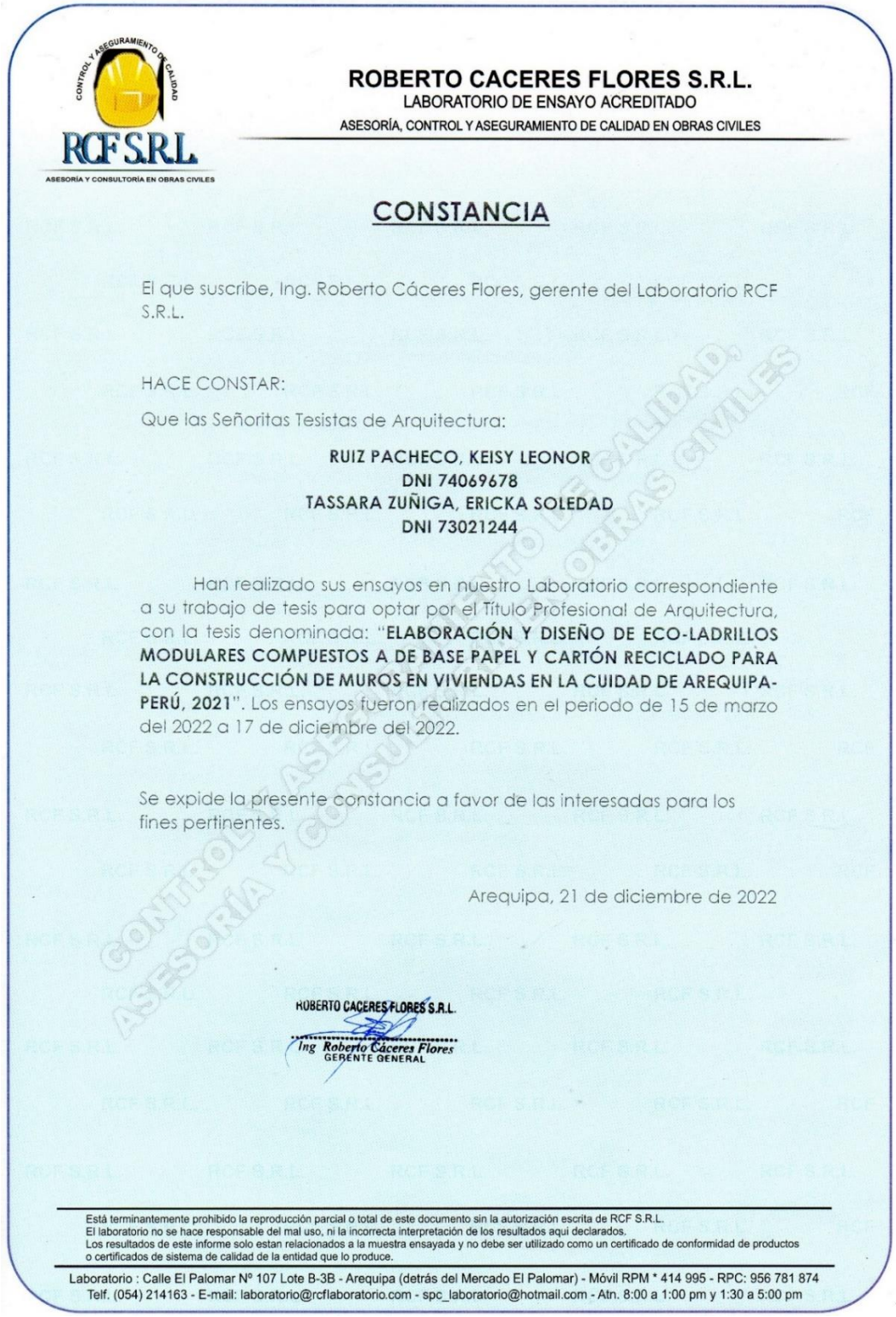
- **Resistencia a la compresión de muretes tesistas y personal de laboratorio**



Nota: Elaboración propia.

Anexo 2: Constancias de ensayo en el Laboratorio

- Laboratorio RCF S.R.L



ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RCF S.R.L.
ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

CONSTANCIA

El que suscribe, Ing. Roberto Cáceres Flores, gerente del Laboratorio RCF S.R.L.

HACE CONSTAR:

Que las Señoritas Tesistas de Arquitectura:

RUIZ PACHECO, KEISY LEONOR
DNI 74069678
TASSARA ZUÑIGA, ERICKA SOLEDAD
DNI 73021244

Han realizado sus ensayos en nuestro Laboratorio correspondiente a su trabajo de tesis para optar por el Título Profesional de Arquitectura, con la tesis denominada: "**ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A DE BASE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS EN VIVIENDAS EN LA CUIDAD DE AREQUIPA-PERÚ, 2021**". Los ensayos fueron realizados en el periodo de 15 de marzo del 2022 a 17 de diciembre del 2022.

Se expide la presente constancia a favor de las interesadas para los fines pertinentes.

Arequipa, 21 de diciembre de 2022

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
Ing. Roberto Cáceres Flores
GERENTE GENERAL

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo estan relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

- Certificado INACAL Laboratorio RCF S.R.L

Certificado

INACAL
Instituto Nacional de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

ROBERTO CÁCERES FLORES S.R.L.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Calle el Palomar N° 107, Lote B – 3B, distrito de Arequipa, provincia de Arequipa y departamento de Arequipa

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 20 de octubre de 2018

Fecha de Vencimiento: 19 de octubre de 2022

MARÍA DEL ROSARIO URÍA TORO
Directora (e). Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 694-2018-INACAL/DA
Contrato N° : 016-2015/INACAL-DA / Adenda de fecha: 19 de octubre de 2018
Registro N° : LE-091

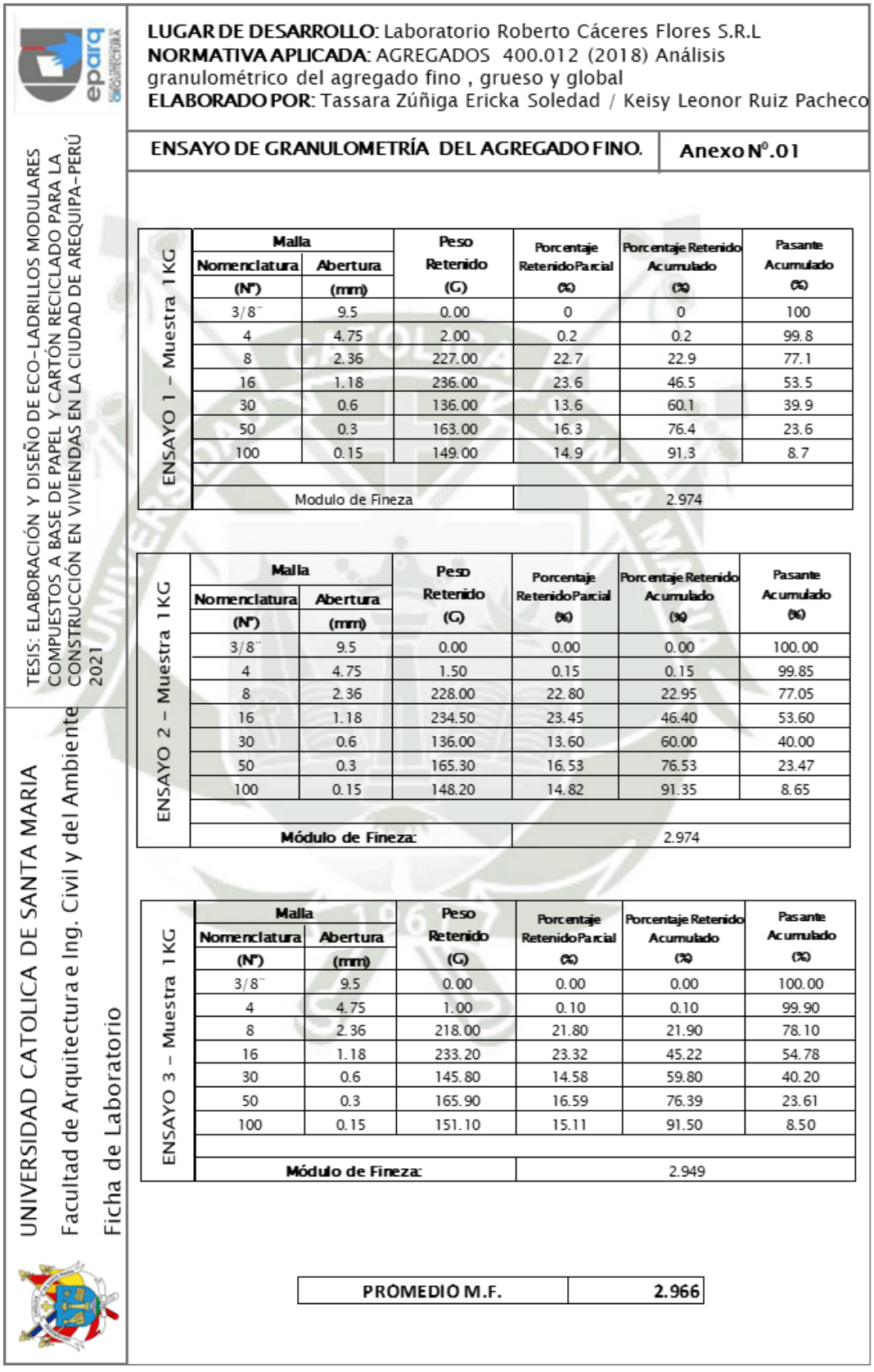
Fecha de emisión: 29 de noviembre de 2018

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

Anexo 3: Ensayos del Laboratorio de las propiedades del agregado fino.

- Ensayo de la Granulometría del Agregado Fino



TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente
Ficha de Laboratorio

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: AGREGADOS 400.012 (2018) Análisis granulométrico del agregado fino , grueso y global
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO. | **Anexo N°.01**

ENSAYO 1 – Muestra 1KG

Malla		Peso Retenido	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Pasante Acumulado
Nomenclatura (N°)	Abertura (mm)	(G)	(%)	(%)	(%)
3/8"	9.5	0.00	0	0	100
4	4.75	2.00	0.2	0.2	99.8
8	2.36	227.00	22.7	22.9	77.1
16	1.18	236.00	23.6	46.5	53.5
30	0.6	136.00	13.6	60.1	39.9
50	0.3	163.00	16.3	76.4	23.6
100	0.15	149.00	14.9	91.3	8.7
Modulo de Fineza			2.974		

ENSAYO 2 – Muestra 1KG

Malla		Peso Retenido	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Pasante Acumulado
Nomenclatura (N°)	Abertura (mm)	(G)	(%)	(%)	(%)
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.75	1.50	0.15	0.15	99.85
8	2.36	228.00	22.80	22.95	77.05
16	1.18	234.50	23.45	46.40	53.60
30	0.6	136.00	13.60	60.00	40.00
50	0.3	165.30	16.53	76.53	23.47
100	0.15	148.20	14.82	91.35	8.65
Módulo de Fineza:			2.974		

ENSAYO 3 – Muestra 1KG

Malla		Peso Retenido	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Pasante Acumulado
Nomenclatura (N°)	Abertura (mm)	(G)	(%)	(%)	(%)
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.75	1.00	0.10	0.10	99.90
8	2.36	218.00	21.80	21.90	78.10
16	1.18	233.20	23.32	45.22	54.78
30	0.6	145.80	14.58	59.80	40.20
50	0.3	165.90	16.59	76.39	23.61
100	0.15	151.10	15.11	91.50	8.50
Módulo de Fineza:			2.949		

PROMEDIO M.F.	**2.966**

Nota: Elaboración propia.

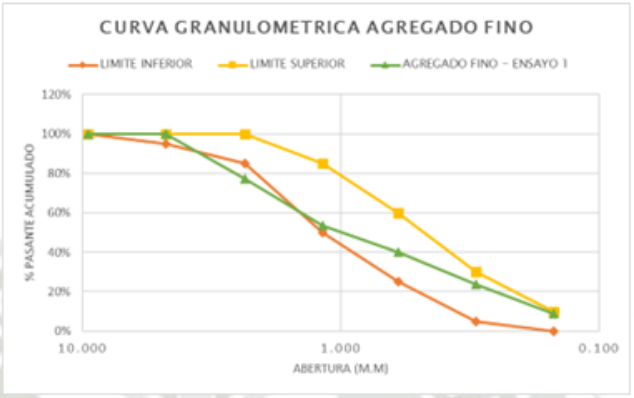
- Curva de Granulometría del Agregado Fino

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

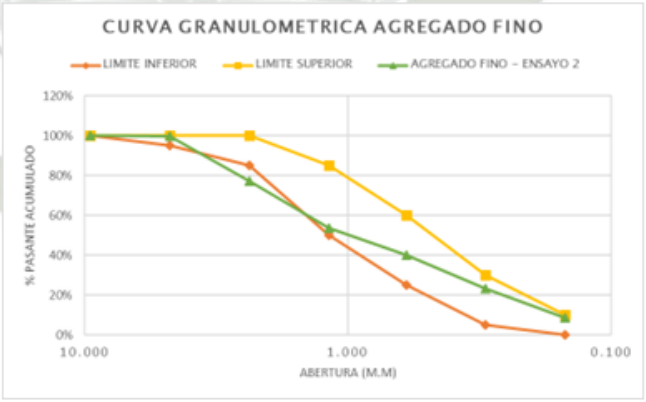
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente
Ficha de Laboratorio

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: Norma Técnica Peruana NTP. 400.037
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

CURVA DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO. | **Anexo N°.02**



TAMIZ		Limite Inferior (%)	Pasante Acomulado (%)	Limite Supeior (%)
Pulg.	mm			
3/8"	9.500	100%	100.00%	100%
N° 4	4.750	95%	99.80%	100%
N° 8	2.360	85%	77.10%	100%
N° 16	1.180	50%	53.50%	85%
N° 30	0.600	25%	39.90%	60%
N° 50	0.300	5%	24%	30%
N° 100	0.150	0%	8.70%	10%



TAMIZ		Limite Inferior (%)	Pasante Acomulado (%)	Limite Supeior (%)
Pulg.	mm			
3/8"	9.500	100%	100.00%	100%
N° 4	4.750	95%	99.85%	100%
N° 8	2.360	85%	77.05%	100%
N° 16	1.180	50%	53.60%	85%
N° 30	0.600	25%	40.00%	60%
N° 50	0.300	5%	23%	30%
N° 100	0.150	0%	8.65%	10%

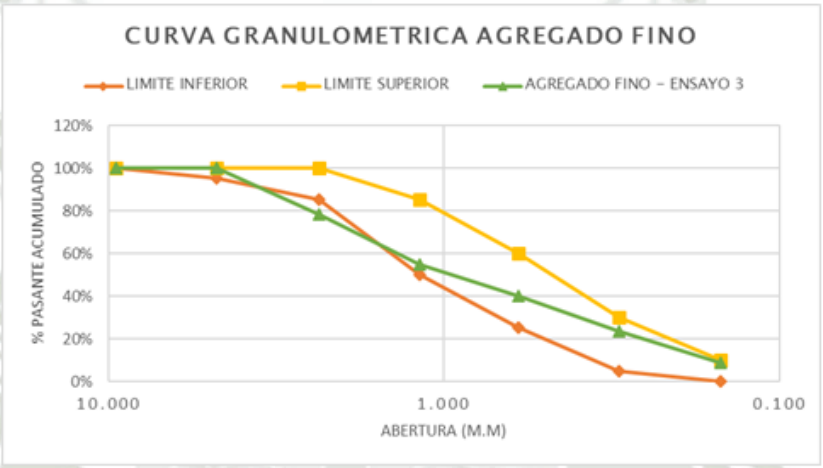
Nota: Elaboración propia.

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente
Ficha de Laboratorio

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: Norma Técnica Peruana NTP. 400.037
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

CURVA DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO. | **Anexo N°.03**



TAMIZ		Limite Inferior (%)	Pasante Acomulado (%)	Limite Supeior (%)
Pulg.	mm			
3/8"	9.500	100%	100.00%	100%
N° 4	4.750	95%	99.90%	100%
N° 8	2.360	85%	78.10%	100%
N° 16	1.180	50%	54.78%	85%
N° 30	0.600	25%	40.20%	60%
N° 50	0.300	5%	24%	30%
N° 100	0.150	0%	8.50%	10%

Nota: Elaboración propia.

- Ensayo de la Granulometría del Agregado Grueso

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente
Ficha de Laboratorio

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: AGREGADOS 400.012 (2018) Análisis granulométrico del agregado fino , grueso y global
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

CURVA DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO | **Anexo N°.04**

ENSAYO 1 Muestra 3200 KG

Malla		Peso Retenido (Kg)	Peso Retenido (%)	Retenido Acomulado (%)
Nomenlatura Pulg.	Abertura mm			
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.70	122.00	3.8125	3.8
3/8"	9.51	476.00	14.875	18.7
# 4	4.75	2042.00	63.8125	82.5
# 8	2.36	406.00	12.6875	95.2
# 16	1.18	76.00	2.375	97.6
MODULO DE FINEZA =	5.94			

ENSAYO 2 Muestra 3200 KG

Malla		Peso Retenido (Kg)	Peso Retenido (%)	Retenido Acomulado (%)
Nomenlatura Pulg.	Abertura mm			
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.70	119.50	3.734375	3.7
3/8"	9.51	478.00	14.9375	18.7
# 4	4.75	2042.50	63.828125	82.5
# 8	2.36	406.00	12.6875	95.2
# 16	1.18	72.00	2.25	97.4
MODULO DE FINEZA =	5.94			

ENSAYO 2 Muestra 3200 KG

Malla		Peso Retenido (Kg)	Peso Retenido (%)	Retenido Acomulado (%)
Nomenlatura Pulg.	Abertura mm			
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.70	109.60	3.425	3.4
3/8"	9.51	472.00	14.75	18.2
# 4	4.75	2054.00	64.1875	82.4
# 8	2.36	408.00	12.75	95.1
# 16	1.18	76.00	2.375	97.5
MODULO DE FINEZA =	5.93			

PROMEDIO M.F	5.94

Nota: Elaboración propia.

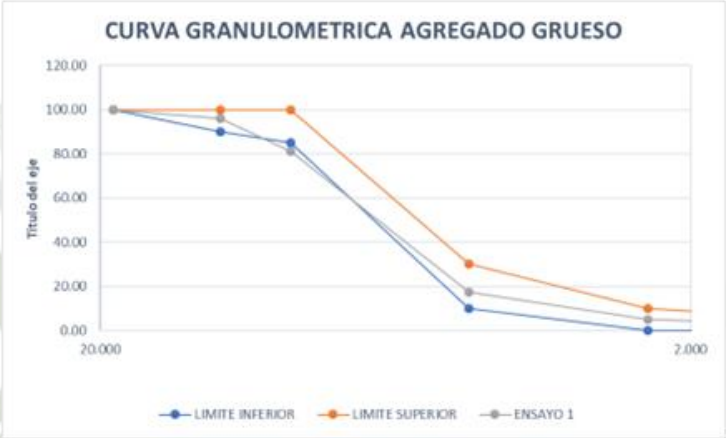
- Curva de la Granulometría del Agregado Grueso

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

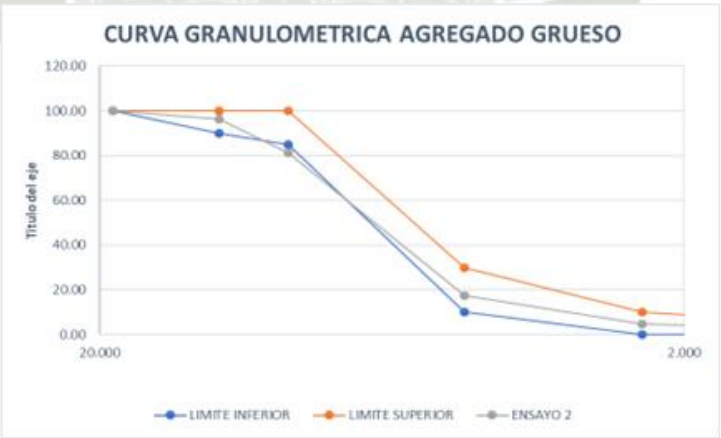
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente
Ficha de Laboratorio

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: INTINTEC 400.037
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO GRUESO. | **Anexo N°.05**



TAMIZ		Limite Inferior (%)	Pasante Acomulado (%)	Limite Supeior (%)
Pulg.	mm			
3/4"	19.000	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.500	90.00	96.19	100.00
3/8"	9.500	85.00	81.31	100.00
N° 4	4.750	10.00	17.50	30.00
N° 8	2.360	0.00	4.81	10.00
N° 16	1.180	0.00	2.44	5.00



TAMIZ		Limite Inferior (%)	Pasante Acomulado (%)	Limite Supeior (%)
Pulg	mm			
3/4"	19.000	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.500	90.00	96.27	100.00
3/8"	9.500	85.00	81.33	100.00
N° 4	4.750	10.00	17.50	30.00
N° 8	2.360	0.00	4.81	10.00
N° 16	1.180	0.00	2.56	5.00

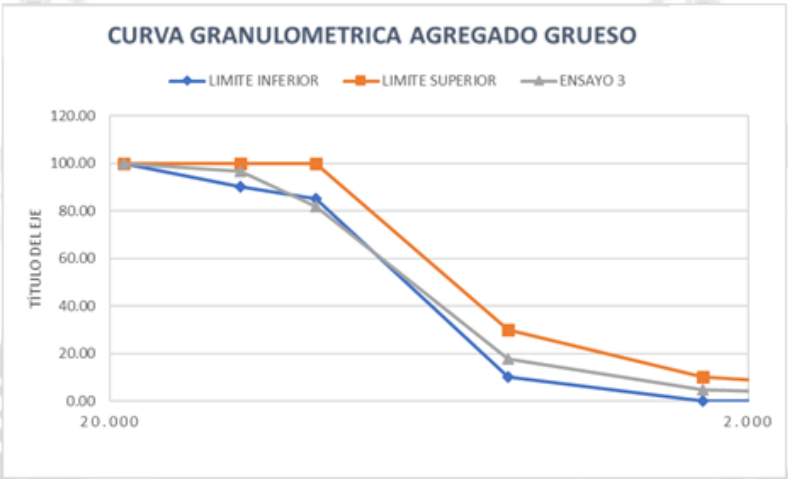
Nota: Elaboración propia.

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente
Ficha de Laboratorio

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: INTINTEC 400.037
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO GRUESO. | **Anexo N°.06**



TAMIZ		Limite Inferior (%)	Pasante Acomulado (%)	Limite Supeior (%)
Pulg.	mm			
3/4"	19.000	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.500	90.00	96.58	100.00
3/8"	9.500	85.00	81.83	100.00
N° 4	4.750	10.00	17.61	30.00
N° 8	2.360	0.00	4.86	10.00
N° 16	1.180	0.00	2.47	5.00

Nota: Elaboración propia.

Anexo 4: Contenido de Humedad de Agregados.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

Ensayo de contenido de humedad	Peso de la muestra húmeda	Peso de la muestra seca	Peso del agua evaporada	Contenido de Humedad
UNIDAD	gr	gr	gr	%
ENSAYO 1	500	495.2	4.8	0.969
ENSAYO 2	500	494.9	5.1	1.031
ENSAYO 3	500	495.6	4.4	0.888
PROMEDIO	**500**	**495.2**	**4.8**	**1.0**

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

Anexo N.° 07

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: AGREGADOS 339.185 (2018) Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

CONTENIDO DE HUMEDAD	Peso de la muestra húmeda	Peso de la muestra seca	Peso del agua evaporada	CONTENIDO DE HUMEDAD
UNIDAD	gr	gr	gr	%
ENSAYO 1	2000	1998.0	2	0.100
ENSAYO 2	2000	1999.0	1	0.050
ENSAYO 3	2000	1995.0	5	0.251
PROMEDIO	**2000**	**1997.3**	**2.7**	**0.13**

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

Anexo N.°

08

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: AGREGADOS 339.185 (2018) Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

Anexo 5: Peso específico y absorción de Agregados.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN	Peso del picnómetro vacio	Peso de la muestra secada al horno A	Peso del picnometro llenado de agua hasta la marca de calibración B	Peso del picnómetro + muestra de arena + agua hasta limite de marca C	Peso de la muestra saturada superficialmente seca S	Densidad Relativa OD	Densidad Relativa saturada con superficie seca SSD	Densidad relativa aparente	Absorción
UNIDAD	gr	gr	gr	g/cm3	g/cm3	g/cm3	g/cm3	g/cm3	%
ENSAYO 1	178.6	489.5	676.6	988.4	500	2.60	2.66	2.75	2.15
ENSAYO 2	178.2	487.6	674.2	982.6	501.6	2.52	2.60	2.72	2.87
ENSAYO 3	177.6	490.4	676.4	983.8	498.8	2.56	2.61	2.68	1.71
PROMEDIO	**178.13**	**489.2**	**675.7**	**984.9**	**500.1**	**2.56**	**2.62**	**2.72**	**2.2**

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: AGREGADOS 400.021 (2018) Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa(peso específico) y absorción del agregado fino y grueso
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Anexo N.º

09

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN GRUESO	Peso de la muestra secada al Horno **A**	Peso de la muetra saturada con superficie seca **B**	Peso de la muestra saturada en el agua **C**	Densidad Relativa **OD**	Densidad Relativa saturada con superficie seca **SSD**	Densidad relativa aparente	Absorción
UNIDAD	**g**	**g**	**g**	**g/cm3**	**g/cm3**	**g/cm3**	**%**
ENSAYO 1	2470.0	2504.0	1583.0	2.68	2.72	2.78	1.38
ENSAYO 2	2465.5	2506.0	1575.6	2.65	2.69	2.77	1.64
ENSAYO 3	2468.0	2509.5	1585	2.67	2.71	2.80	1.68
PROMEDIO	**2467.83**	**2506.5**	**1581.2**	**2.67**	**2.71**	**2.78**	**1.57**

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

Anexo N.º 10

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: AGREGADOS 339.185 (2018) Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

Anexo 6: Calculo del Volumen del recipiente, factor F y peso unitario de agregados.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

CALCULO DEL VOLUMEN DEL RECIPIENTE Y FACTOR F	Volumen del recipiente V	Peso del recipiente T	Peso del recimpiente + placa de vidrio M	Peso del recipiente+ agua+ W	Peso del agua	Densidad del agua para la temperatura medida D	Factor F
UNIDAD	cm3	g	g	g	g	g/cm3	cm3
ENSAYO 1	2822.12	1565.0	2065.0	4883.0	2818.0	0.99854	0.000354
ENSAYO 2	2820.12	1565.0	2065.0	4881.0	2816.0	0.99854	0.000355
ENSAYO 3	2825.12	1565.0	2065.0	4886.0	2821.0	0.99854	0.000354
PROMEDIO	**2822.45**	**1565.00**	**2065.00**	**4883.33**	**2818.33**	**0.99854**	**0.000354**

CALCULO DEL VOLUMEN DEL RECIPIENTE Y FACTOR F – AGREGADO FINO

Anexo N.º 11

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: AGREGADOS 400.017 (2020) Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

PESO UNITARIO SUELTO SECO	Volumen del recipiente V	Peso del recipiente T	Peso del recimpiente + Agregado G	Peso del Agregado	Factor de Correción	Peso unitario suelto seco , con factor F	Peso unitario suelto con volumen de Recipiente M
UNIDAD	cm3	g	g	g	g	g/cm3	cm3
ENSAYO 1	2822.12	1565.0	6145.0	4580.0	0.000354	1.621	1.623
ENSAYO 2	2820.12	1565.0	6142.0	4577.0	0.000355	1.625	1.623
ENSAYO 3	2825.12	1565.0	6150.0	4585.0	0.000354	1.623	1.623
PROMEDIO	**2822.45**	**1565.00**	**6145.67**	**4580.67**	**0.000354**	**1.623**	**1.623**

PESO UNITARIO SUELTO COMPACTADO-VARILLADO	Volumen del recipiente V	Peso del recipiente T	Peso del recimpiente + Agregado G	Peso del Agregado	Factor de Correción	Peso unitario suelto seco , con factor F	Peso unitario suelto con volumen de Recipiente
UNIDAD	cm3	g	g	g	g	g/cm3	cm3
ENSAYO 1	2822.12	1565.0	6792.0	5227.0	0.000354	1.850	1.852
ENSAYO 2	2820.12	1565.0	6803.0	5238.0	0.000355	1.859	1.857
ENSAYO 3	2825.12	1565.0	6790.0	5225.0	0.000354	1.850	1.849
PROMEDIO	**2822.45**	**1565.00**	**6795.00**	**5230.00**	**0.000354**	**1.853**	**1.853**

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

Anexo N.º 12

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: AGREGADOS 400.017 (2020) Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

CALCULO DEL VOLUMEN DEL RECIPIENTE Y FACTOR F	Volumen del recipiente V	Peso del recipiente T	Peso del recipiente + placa de vidrio M	Peso del recipiente+ agua+ placa de vidrio W	Peso del agua	Densidad del agua para la temperatura medida D	Factor F
UNIDAD	cm3	g	g	g	g	g/cm3	cm3
ENSAYO 1	2822.12	1565.0	2065.0	4883.0	2818.0	0.99854	0.000354
ENSAYO 2	2821.12	1565.0	2065.0	4882.0	2817.0	0.99854	0.000354
ENSAYO 3	2826.13	1565.0	2065.0	4887.0	2822.0	0.99854	0.000354
PROMEDIO	**2823.12**	**1565.00**	**2065.00**	**4884.00**	**2819.00**	**0.99854**	**0.000354**

CALCULO DEL VOLUMEN DEL RECIPIENTE Y FACTOR F – AGREGADO GRUESO

Anexo N.º 13

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: AGREGADOS 400.017 (2020) Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

PESO UNITARIO SUELTO SECO GRUESO	Volumen del recipiente V	Peso del recipiente T	Peso del recipiente + Agregado G	Peso del Agregado	Factor de Correción	Peso unitario suelto seco, con factor F	Peso unitario suelto con volumen de Recipiente M
UNIDAD	cm3	g	g	g	g	g/cm3	cm3
ENSAYO 1	2822.12	1565.0	5786.0	4221.0	0.000354	1.494	1.496
ENSAYO 2	2820.12	1565.0	5785.0	4220.0	0.000355	1.498	1.496
ENSAYO 3	2825.12	1565.0	5789.0	4224.0	0.000354	1.495	1.495
PROMEDIO	**2822.45**	**1565.00**	**5786.67**	**4221.67**	**0.000354**	**1.496**	**1.496**

PESO UNITARIO SUELTO SECO VARILLADO GRUESO	Volumen del recipiente V	Peso del recipiente T	Peso del recipiente + Agregado G	Peso del Agregado	Factor de Correción	Peso unitario suelto seco, con factor	Peso unitario suelto con volumen de Recipiente
UNIDAD	cm3	g	g	g	g	g/cm3	cm3
ENSAYO 1	2822.12	1565.0	6174.0	4609.0	0.000354	1.632	1.633
ENSAYO 2	2820.12	1565.0	6182.0	4617.0	0.000355	1.639	1.637
ENSAYO 3	2825.12	1565.0	6179.0	4614.0	0.000354	1.633	1.633
PROMEDIO	**2822.45**	**1565.00**	**6178.33**	**4613.33**	**0.000354**	**1.635**	**1.635**

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

Anexo N.º 14

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: AGREGADOS 339.185 (2018) Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

Anexo 7: Ensayo de Resistencia a la compresión de Probetas EK.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

PROBETA EK 175 - 0%											
SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)
EK 01	7 DIAS	139039	413.8 Kg/cm²	EK 01	14 DIAS	157985	470.2 Kg/cm²	EK 01	28 DIAS	175054	521.0 Kg/cm²
EK 02	7 DIAS	140547	418.3 Kg/cm²	EK 02	14 DIAS	146696	463.6 Kg/cm²	EK 02	28 DIAS	173609	516.7 Kg/cm²
EK 03	7 DIAS	139480	412.5 Kg/cm²	EK 03	14 DIAS	158086	470.5 Kg/cm²	EK 03	28 DIAS	174953	520.7 Kg/cm²
EK 04	7 DIAS	137590	409.5 Kg/cm²	EK 04	14 DIAS	157447	468.6 Kg/cm²	EK 04	28 DIAS	172668	513.9 Kg/cm²
EK 05	7 DIAS	138732	412.9 Kg/cm²	EK 05	14 DIAS	154491	459.8 Kg/cm²	EK 05	28 DIAS	172903	514.6 Kg/cm²
PROMEDIO			413.4 Kg/cm²	PROMEDIO			466.5 Kg/cm²	PROMEDIO			517.3 Kg/cm²
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			3.17	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			4.67	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			3.33
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			0.77	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			1.00	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			0.64

PROBETA EK 175 - 10%											
SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)
EK 01	7 DIAS	83528	248.6 Kg/cm²	EK 01	14 DIAS	102613	305.4 Kg/cm²	EK 01	28 DIAS	133188	369.4 Kg/cm²
EK 02	7 DIAS	83730	249.2 Kg/cm²	EK 02	14 DIAS	100866	300.2 Kg/cm²	EK 02	28 DIAS	121126	360.5 Kg/cm²
EK 03	7 DIAS	82520	245.6 Kg/cm²	EK 03	14 DIAS	100328	298.6 Kg/cm²	EK 03	28 DIAS	120387	358.3 Kg/cm²
EK 04	7 DIAS	81916	243.8 Kg/cm²	EK 04	14 DIAS	102882	306.2 Kg/cm²	EK 04	28 DIAS	118405	352.4 Kg/cm²
EK 05	7 DIAS	83327	248.0 Kg/cm²	EK 05	14 DIAS	101605	302.4 Kg/cm²	EK 05	28 DIAS	123579	367.8 Kg/cm²
PROMEDIO			247.0 Kg/cm²	PROMEDIO			302.6 Kg/cm²	PROMEDIO			361.7 Kg/cm²
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			2.26	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			3.26	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			7.03
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			0.91	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			1.07	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			1.89

RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN PROBETAS EK 0% Y 10 %.

Anexo N.º 15

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.604 (2015) CONCRETO. Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

PROBETA EK 175 - 15%											
SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA	RESISTENCIA	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA	RESISTENCIA	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA	RESISTENCIA
EK 01	7 DIAS	71500	212.8 Kg/cm²	EK 01	14 DIAS	78152	232.6 Kg/cm²	EK 01	28 DIAS	86250	256.7 Kg/cm²
EK 02	7 DIAS	72441	215.6 Kg/cm²	EK 02	14 DIAS	76809	228.6 Kg/cm²	EK 02	28 DIAS	85780	255.3 Kg/cm²
EK 03	7 DIAS	70223	209.2 Kg/cm²	EK 03	14 DIAS	75229	223.5 Kg/cm²	EK 03	28 DIAS	83528	248.6 Kg/cm²
EK 04	7 DIAS	72172	214.8 Kg/cm²	EK 04	14 DIAS	77413	230.4 Kg/cm²	EK 04	28 DIAS	84570	251.7 Kg/cm²
EK 05	7 DIAS	70794	210.7 Kg/cm²	EK 05	14 DIAS	76809	228.6 Kg/cm²	EK 05	28 DIAS	85948	255.8 Kg/cm²
PROMEDIO			212.6 Kg/cm²	PROMEDIO			228.7 Kg/cm²	PROMEDIO			253.6 Kg/cm²
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			2.69	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			3.35	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			3.38
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			1.26	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			1.46	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			1.33

PROBETA EK 175 - 20%											
SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)
EK 01	7 DIAS	39278	166.9 Kg/cm²	EK 01	14 DIAS	72508	215.8 Kg/cm²	EK 01	28 DIAS	86922	258.7 Kg/cm²
EK 02	7 DIAS	57892	172.3 Kg/cm²	EK 02	14 DIAS	71097	211.6 Kg/cm²	EK 02	28 DIAS	85209	253.6 Kg/cm²
EK 03	7 DIAS	56884	169.3 Kg/cm²	EK 03	14 DIAS	70828	210.8 Kg/cm²	EK 03	28 DIAS	86888	258.6 Kg/cm²
EK 04	7 DIAS	45964	163.8 Kg/cm²	EK 04	14 DIAS	72004	214.3 Kg/cm²	EK 04	28 DIAS	85511	254.5 Kg/cm²
EK 05	7 DIAS	55574	165.4 Kg/cm²	EK 05	14 DIAS	70089	208.6 Kg/cm²	EK 05	28 DIAS	84536	251.6 Kg/cm²
PROMEDIO			167.5 Kg/cm²	PROMEDIO			212.2 Kg/cm²	PROMEDIO			255.4 Kg/cm²
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			3.34	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			2.85	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			3.14
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			1.99	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			1.34	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			1.23

RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN PROBETAS EK 15 % Y 20 %.

Anexo N.°

16

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.604 (2015) CONCRETO. Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

PROBETAS EK 175 – 25%											
SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)
EK 01	7 DIAS	39244	116.8 Kg/cm²	EK 01	14 DIAS	53692	159.8 Kg/cm²	EK 01	28 DIAS	67804	201.8 Kg/cm²
EK 02	7 DIAS	36791	109.5 Kg/cm²	EK 02	14 DIAS	51273	152.6 Kg/cm²	EK 02	28 DIAS	63738	189.7 Kg/cm²
EK 03	7 DIAS	37833	112.6 Kg/cm²	EK 03	14 DIAS	52012	154.8 Kg/cm²	EK 03	28 DIAS	65385	194.6 Kg/cm²
EK 04	7 DIAS	38572	114.8 Kg/cm²	EK 04	14 DIAS	52953	157.6 Kg/cm²	EK 04	28 DIAS	66671	198.4 Kg/cm²
EK 05	7 DIAS	37228	110.8 Kg/cm²	EK 05	14 DIAS	52146	155.2 Kg/cm²	EK 05	28 DIAS	62025	184.6 Kg/cm²
PROMEDIO			112.9 Kg/cm²	PROMEDIO			156.0 Kg/cm²	PROMEDIO			193.8 Kg/cm²
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			2.95	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			2.76	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			6.84
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			2.61	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			1.77	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			3.53

RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN PROBETAS EK 25%

Anexo N.º 17

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.604 (2015) CONCRETO. Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

Anexo 8: Pesos Registrados en los ecos – ladrillos EK.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

LADRILLO EK 175 – 0%						
SERIE	EK 01	EK 02	EK 03	EK 04	EK 05	EK 06
Peso (g)	4820.00	4814.00	4798.00	4823.00	4807.00	4793.00
Peso Promedio	4809.17					
Desviación estándar (S)	12.50					
Coeficiente De variación (%)	0.26%					
Peso total (g)	**4796.67**					

LADRILLO EK –10%						
SERIE	EK 01	EK 02	EK 03	EK 04	EK 05	EK 06
Peso (g)	4790.00	4805.00	4785.00	4789.00	4801.00	4781.00
Peso Promedio	4791.00					
Desviación estándar (S)	8.53					
Coeficiente De variación (%)	0.17%					
Peso total (g)	**4782.47**					

LADRILLO EK –15%						
SERIE	EK 01	EK 02	EK 03	EK 04	EK 05	EK 06
Peso (g)	4736.00	4758.00	4698.00	4727.00	4749.00	4701.00
Peso Promedio	4728.17					
Desviación estándar (S)	55.08					
Coeficiente De variación (%)	1.16%					
Peso total (g)	**4673.09**					

PESOS DE LOS ECO – LADRILLOS 0%, 10%, 15%.

Anexo N.° 18

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.034 CONCRETO . Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas .
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

LADRILLO EK -20%						
SERIE	EK 01	EK 02	EK 03	EK 04	EK 05	EK 06
Peso (g)	4656.00	4643.00	4642.00	4651.00	4662.00	4652.00
Peso Promedio	4651.00					
Desviación estándar (S)	6.97					
Coeficiente De variación (%)	0.15%					
Peso total (g)	**4644.03**					

LADRILLO EK- 25%						
SERIE	EK 01	EK 02	EK 03	EK 04	EK 05	EK 06
Peso (g)	4636.00	4639.00	4598.00	4641.00	4637.00	4589.00
Peso Promedio	4623.00					
Desviación estándar (S)	21.32					
Coeficiente De variación (%)	0.46%					
Peso total (g)	**4601.68**					

PESOS DE LOS ECO – LADRILLOS 20% Y 25%.

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.034 CONCRETO . Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas .
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Anexo N.°

19

Nota: Elaboración propia.

Anexo 9: Alabeos en los ecos – ladrillos EK.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

ALABEO EK 0%		
SERIE	CARA SUPERIOR (mm)	CARA INFERIOR (mm)
EK 01	3.50	2.00
EK 02	4.00	2.50
EK 03	3.50	1.50
EK 04	2.50	3.00
EK 05	3.25	2.50
EK 06	5.00	3.50
EK 07	3.00	2.00
EK 08	2.50	3.00
EK 09	2.00	2.50
EK 10	3.00	2.00
EK 11	4.50	2.00
EK 12	3.50	1.00
EK 13	3.50	3.50
EK 14	2.00	3.50
EK 15	2.00	3.00
ALABEO PROMEDIO	3.18	2.5
PROMEDIO TOTAL	2.84	
DESVIACIÓN ESTANDAR	**0.88**	

ALABEO EK 10%		
SERIE	CARA SUPERIOR (mm)	CARA INFERIOR (mm)
EK 01	2.00	1.00
EK 02	2.50	1.50
EK 03	1.00	2.00
EK 04	3.00	2.00
EK 05	4.50	1.50
EK 06	4.00	2.50
EK 07	3.50	3.50
EK 08	2.80	2.00
EK 09	2.50	3.50
EK 10	3.00	3.00
EK 11	5.00	2.50
EK 12	4.00	2.00
EK 13	3.75	1.50
EK 14	2.50	3.00
EK 15	3.50	2.50
ALABEO PROMEDIO	3.17	2.26
PROMEDIO TOTAL	2.71	
DESVIACIÓN ESTANDAR	**0.99**	

ALABEO EN ECO – LADRILLOS EK 0% Y 10 %.

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.613 (2017) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Anexo N.°

20

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

ALABEO EK 15%		
SERIE	CARA SUPERIOR (mm)	CARA INFERIOR (mm)
EK 01	2.50	2.00
EK 02	4.50	2.50
EK 03	4.00	3.00
EK 04	3.50	2.00
EK 05	3.00	2.50
EK 06	2.50	3.50
EK 07	3.00	2.50
EK 08	4.50	2.00
EK 09	4.00	2.00
EK 10	2.50	3.50
EK 11	3.00	3.00
EK 12	2.50	3.00
EK 13	2.00	2.00
EK 14	3.50	3.50
EK 15	4.00	2.50
ALABEO PROMEDIO	3.26	2.63
PROMEDIO TOTAL	2.95	
DESVIACIÓN ESTANDAR	**0.75**	

ALABEO EK 20%		
SERIE	CARA SUPERIOR (mm)	CARA INFERIOR (mm)
EK 01	3.50	2.00
EK 02	4.00	1.50
EK 03	3.00	1.50
EK 04	3.00	2.00
EK 05	3.50	2.50
EK 06	4.50	3.00
EK 07	4.00	3.50
EK 08	4.50	3.00
EK 09	3.00	2.50
EK 10	2.50	2.00
EK 11	2.00	1.50
EK 12	2.50	1.50
EK 13	3.50	2.50
EK 14	2.00	2.00
EK 15	2.50	1.00
ALABEO PROMEDIO	3.20	2.13
PROMEDIO TOTAL	2.67	
DESVIACIÓN ESTANDAR	**0.92**	

ALABEO EN ECO - LADRILLOS EK 15 % Y 20 %

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.613 (2017) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Anexo N.°

21

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

ALABEO EK 25%		
SERIE	CARA SUPERIOR (mm)	CARA INFERIOR (mm)
EK 01	3.50	2.00
EK 02	4.00	2.50
EK 03	4.00	3.00
EK 04	3.00	2.50
EK 05	2.50	3.00
EK 06	4.00	2.50
EK 07	2.50	1.50
EK 08	4.00	2.00
EK 09	4.50	2.50
EK 10	3.50	3.00
EK 11	3.00	1.50
EK 12	2.50	3.50
EK 13	4.00	3.00
EK 14	4.50	2.00
EK 15	3.00	2.00
ALABEO PROMEDIO	3.25	2.43
PROMEDIO TOTAL	2.96	
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.84	

ALABEO EN ECO – LADRILLOS EK 25 %.

Anexo N.° 22

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.613 (2017) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

Anexo 10: Variación dimensional en los ecos – ladrillos EK.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

SERIE	LARGO (mm)					ALTO (mm)					ANCHO (mm)				
Ladrillo 0%	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P
EK 01	240.00	239.00	240.00	239.50	239.63	90.00	91.50	90.00	91.50	90.75	140.00	130.50	140.00	130.50	135.25
EK 02	241.00	241.00	240.00	240.00	24.0.5	89.00	90.00	89.50	90.00	89.63	145.00	142.00	145.00	142.50	143.62
EK 03	240.00	239.00	239.50	240.00	239.62	92.00	90.00	90.00	90.00	90.50	140.00	139.00	139.00	140.00	139.50
EK 04	238.00	240.00	238.50	240.00	239.13	96.00	95.00	95.00	96.50	95.62	145.00	143.00	143.50	145.00	144.13
EK 05	241.00	240.00	241.00	241.00	240.75	90.00	91.50	90.00	91.50	90.75	143.50	145.00	143.00	145.00	144.13
EK 06	241.00	240.00	241.00	240.00	240.50	97.50	90.00	97.50	89.00	93.50	140.00	139.00	140.00	138.50	139.38
EK 07	240.00	241.00	240.00	241.00	240.50	91.50	88.50	90.00	88.50	89.63	138.50	139.00	139.00	138.50	138.75
EK 08	241.00	240.00	241.00	240.00	240.50	92.00	90.00	91.50	92.00	91.38	140.00	141.00	145.00	140.00	141.50
EK 09	238.00	239.00	238.00	239.00	238.50	90.00	98.00	98.00	90.00	94.00	141.00	140.00	140.00	141.00	140.50
EK 10	241.00	240.00	241.50	240.00	240.63	92.50	91.50	91.50	92.50	92.00	140.00	135.00	140.00	135.00	137.50
EK 11	240.00	235.00	240.00	235.00	237.50	91.00	95.50	91.00	91.70	92.30	139.50	140.00	140.00	139.00	139.63
EK 12	237.50	240.00	238.00	240.00	238.87	90.00	90.00	90.00	91.00	90.25	142.00	140.00	142.00	140.00	141.00
EK 13	239.00	241.00	241.00	240.00	240.25	91.50	90.00	91.50	90.00	90.75	140.00	145.00	145.00	140.00	142.50
EK 14	240.00	239.00	239.00	240.00	239.50	89.00	90.00	90.00	89.00	89.50	142.00	140.00	142.50	140.00	141.13
EK 15	240.00	239.00	240.00	239.00	239.50	89.00	92.50	87.50	92.50	90.38	140.00	145.00	143.00	140.00	142.00
Medida estándar (E)			**240.00**			Medida estándar (E)			**90.00**		Medida estándar (E)			**140.0**	
Medida Alto promedio (LP)			**239.73**			Medida Alto promedio (LP)			**91.40**		Medida Alto promedio (LP)			**140.7**	
Desv. Estándar (s)			**0.93**			Desv. Estándar (s)			**1.78**		Desv. Estándar (s)			**2.47**	
Variación Dimensional (%)			**0.5**			Variación Dimensional (%)			**0.42**		Variación Dimensional (%)			**1.26**	

VARIACIÓN DIMENSIONAL EN ECO – LADRILLOS EK 0%

Anexo N.º 23

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.604 (2015) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

SERIE	LARGO (mm)					ALTO (mm)					ANCHO (mm)				
Ladrillo 10%	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P
EK 01	241.00	239.00	241.00	241.50	240.38	85.00	91.50	86.00	91.50	88.5	142.00	138.50	142.00	137.50	140
EK 02	240.00	239.00	239.00	240.00	239.5	89.00	90.00	89.50	90.00	89.62	145.00	142.00	145.00	142.50	143.63
EK 03	240.00	239.00	239.50	240.00	239.63	87.00	90.00	85.00	90.00	88.00	143.00	139.00	139.00	142.50	140.86
EK 04	238.00	240.00	238.50	240.00	239.5	88.00	95.00	96.00	90.50	91.17	142.50	143.00	143.50	142.00	142.75
EK 05	241.00	240.00	241.00	241.00	240.75	90.00	92.50	90.00	92.00	91.13	143.50	145.00	143.00	145.00	144.13
EK 06	241.00	240.00	241.00	240.00	240.50	97.50	90.00	92.50	89.00	92.25	140.50	140.50	139.00	138.50	139.63
EK 07	240.00	235.00	240.00	235.00	237.50	91.50	89.50	90.00	88.50	89.87	138.50	139.00	139.00	138.50	138.75
EK 08	241.00	240.00	241.00	240.00	240.50	92.00	89.00	89.50	92.00	90.62	140.00	140.00	145.00	140.00	141.25
EK 09	238.00	239.00	238.00	239.00	238.50	98.50	95.50	90.00	92.00	94.00	141.00	142.00	141.00	141.00	141.25
EK 10	235.00	240.00	241.00	235.00	239.00	92.50	91.50	91.50	92.50	92.00	140.00	139.00	141.00	135.00	138.75
EK 11	240.00	235.00	240.00	235.00	237.50	91.00	90.50	91.00	91.70	91.05	139.50	140.00	140.00	138.00	139.37
EK 12	240.50	238.00	238.00	239.00	238.87	90.00	90.00	91.00	91.00	90.50	141.00	141.00	143.00	140.00	141.25
EK 13	239.00	241.00	241.00	240.00	240.25	91.50	93.50	91.50	92.50	92.25	140.00	145.00	145.00	140.00	142.50
EK 14	240.00	239.00	238.00	240.00	239.25	89.00	88.50	88.50	89.00	88.75	138.00	140.00	138.50	140.00	139.12
EK 15	240.00	238.50	240.00	239.00	239.62	89.00	92.50	87.50	92.50	90.38	140.00	145.00	143.00	140.00	142.00
Medida estándar (E)			**240.00**			Medida estándar (E)			**90.00**		Medida estándar (E)			**140.00**	
Medida Alto promedio (LP)			**239.41**			Medida Alto promedio (LP)			**90.67**		Medida Alto promedio (LP)			**141.01**	
Desv. Estándar (s)			**1.01**			Desv. Estándar (s)			**1.59**		Desv. Estándar (s)			**1.73**	
Variación Dimensional (%)			**0.67**			Variación Dimensional (%)			**1.02**		Variación Dimensional (%)			**0.51**	

VARIACIÓN DIMENSIONAL EN ECO – LADRILLOS EK 10%

Anexo N.º 24

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.604 (2015) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

SERIE	LARGO (mm)					ALTO (mm)					ANCHO (mm)				
Ladrillo 15%	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P
EK 01	238.00	239.00	239.00	240.50	239.13	87.00	91.50	92.00	91.50	90.5	141.00	130.50	140.00	130.50	135.50
EK 02	241.00	242.00	240.00	238.00	240.25	89.00	90.00	88.50	91.00	89.63	136.00	140.50	145.00	140.50	140.50
EK 03	240.00	239.00	239.00	240.00	239.50	92.00	89.00	90.00	90.00	90.25	140.00	140.00	141.00	140.00	140.25
EK 04	240.00	240.00	238.50	240.00	239.63	91.00	95.00	95.00	94.50	93.87	140.00	143.00	140.50	140.00	140.88
EK 05	241.00	240.00	239.00	241.00	240.25	89.00	91.50	89.00	91.50	90.25	143.50	145.00	143.00	139.00	142.63
EK 06	241.00	239.00	241.00	240.00	240.25	97.50	90.00	91.50	89.00	92.00	140.00	137.00	140.00	138.50	138.86
EK 07	240.00	241.00	240.00	247.00	242.00	90.50	88.50	88.00	88.50	88.87	138.50	139.00	139.00	138.50	138.75
EK 08	241.00	247.50	241.00	240.00	242.38	93.00	90.00	91.50	92.00	91.63	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00
EK 09	238.00	239.00	238.00	235.00	237.50	90.00	97.50	98.00	90.00	93.87	138.00	141.00	140.00	138.00	139.25
EK 10	238.00	240.00	241.50	240.00	239.88	92.50	91.50	91.50	92.50	92.00	140.00	135.00	141.00	137.00	138.25
EK 11	240.00	245.00	241.00	235.00	240.25	86.00	88.50	89.00	90.70	88.55	139.50	141.00	140.00	139.00	139.88
EK 12	237.50	240.00	239.00	239.00	238.88	90.00	91.00	90.00	91.00	90.50	142.00	140.00	142.00	140.00	141.00
EK 13	239.00	241.00	241.00	240.00	240.25	91.50	90.00	91.50	90.00	90.75	140.00	145.00	144.50	140.00	142.38
EK 14	240.00	238.00	239.00	240.00	239.25	89.00	91.00	90.00	90.00	90.00	142.00	142.00	142.50	140.00	141.63
EK 15	240.00	239.00	241.00	239.00	239.75	89.00	92.50	87.50	90.50	89.88	140.00	139.00	140.00	139.50	139.63
Medida estándar (E)			**240.00**			Medida estándar (E)			**90.00**		Medida estándar (E)			**140.00**	
Medida Alto promedio (LP)			**239.94**			Medida Alto promedio (LP)			**90.84**		Medida Alto promedio (LP)			**139.96**	
Desv. Estándar (s)			**1.17**			Desv. Estándar (s)			**1.58**		Desv. Estándar (s)			**1.77**	
Variación Dimensional (%)			**0.51**			Variación Dimensional (%)			**0.82**		Variación Dimensional (%)			**1.29**	

VARIACIÓN DIMENSIONAL EN ECO – LADRILLOS EK 15 %

Anexo N.º 25

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.604 (2015) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.hum

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

SERIE	LARGO (mm)					ALTO (mm)					ANCHO (mm)				
Ladrillo 20%	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P
EK 01	241.00	243.00	240.00	240.50	241.12	88.00	91.50	89.00	91.50	90.00	141.00	130.50	139.00	130.50	135.25
EK 02	239.00	240.00	240.00	240.00	239.75	89.00	90.00	90.50	90.00	89.87	141.50	142.00	140.00	142.0	141.38
EK 03	241.00	240.00	236.50	240.00	239.38	90.00	87.00	89.00	87.00	88.25	140.00	138.00	139.00	141.00	139.50
EK 04	238.00	240.00	238.50	240.00	239.13	96.00	95.00	97.00	96.50	96.12	145.00	140.00	142.50	140.00	141.86
EK 05	241.00	239.00	242.00	239.00	240.25	90.00	91.50	90.00	91.50	90.75	142.50	145.00	143.00	140.00	142.63
EK 06	241.00	240.00	241.00	240.00	240.50	97.50	91.00	97.50	89.00	93.75	140.00	140.00	140.00	138.50	139.63
EK 07	243.00	242.00	241.00	239.00	241.25	91.50	92.50	90.00	88.50	90.62	138.50	139.00	141.00	138.50	139.25
EK 08	241.00	240.00	241.00	240.00	240.50	92.00	90.00	91.50	91.00	91.12	141.00	141.00	145.00	140.00	141.75
EK 09	239.00	239.00	238.00	239.00	238.75	90.00	85.00	98.00	85.50	89.63	141.00	140.00	142.00	140.00	140.75
EK 10	241.00	243.00	240.50	240.00	241.12	92.50	88.50	91.50	92.50	91.25	140.00	135.00	140.00	135.00	137.50
EK 11	240.00	235.00	240.00	238.00	238.25	91.00	94.50	91.00	91.70	92.05	139.50	141.00	140.00	138.00	139.63
EK 12	238.50	240.00	238.00	241.00	239.38	90.00	89.00	90.00	91.00	90.00	141.00	140.00	139.00	140.00	140.00
EK 13	239.00	240.00	241.00	240.00	240.00	88.50	90.00	92.50	88.00	89.75	140.00	145.00	138.50	140.00	140.88
EK 14	240.00	240.00	239.00	241.00	240.00	89.00	89.00	90.00	89.00	89.25	142.00	141.00	138.50	139.00	140.13
EK 15	241.00	239.00	240.00	239.00	239.75	89.00	91.50	87.50	92.50	90.13	140.00	140.00	143.00	141.00	141.00
Medida estándar (E)			**240.00**			Medida estándar (E)			**90.00**		Medida estándar (E)			**140.00**	
Medida Alto promedio (LP)			**239.94**			Medida Alto promedio (LP)			**90.83**		Medida Alto promedio (LP)			**140.08**	
Desv. Estándar (s)			**0.88**			Desv. Estándar (s)			**1.94**		Desv. Estándar (s)			**1.84**	
Variación Dimensional (%)			**0.39**			Variación Dimensional (%)			**1.23**		Variación Dimensional (%)			**1.25**	

VARIACIÓN DIMENSIONAL EN ECO – LADRILLOS EK 20 %

Anexo N.º

26

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.604 (2015) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

SERIE	LARGO (mm)					ALTO (mm)					ANCHO (mm)				
Ladrillo 25%	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P
EK 01	243.00	242.00	240.00	239.50	241.13	93.00	91.50	90.00	92.50	91.75	142.50	138.50	140.00	138.50	139.88
EK 02	241.00	241.00	240.00	240.00	240.5	89.00	85.00	85.50	85.00	86.13	145.00	142.00	140.00	142.00	142.25
EK 03	240.00	238.00	239.50	242.00	239.88	92.00	89.00	89.00	90.00	90	140.00	139.00	139.00	140.00	139.50
EK 04	239.00	241.00	238.50	239.00	239.38	87.00	98.00	95.00	90.50	92.63	145.00	143.00	143.50	140.50	143
EK 05	241.00	240.00	240.00	242.00	240.75	92.00	93.50	90.00	91.50	91.75	143.50	145.00	145.00	145.00	144.62
EK 06	240.00	240.00	241.00	240.00	240.25	85.50	90.00	90.50	85.00	87.75	141.00	140.00	140.00	140.50	140.38
EK 07	240.00	240.00	240.00	241.00	240.25	90.50	88.50	90.00	88.50	89.38	138.50	140.00	139.00	138.50	139
EK 08	241.00	241.00	240.00	239.00	240.25	92.00	90.00	93.50	93.50	92.25	140.00	141.00	145.00	140.00	141.5
EK 09	236.00	239.00	238.00	238.00	237.75	90.00	88.00	88.00	90.00	89	141.00	140.00	138.50	140.00	139.86
EK 10	241.00	239.00	240.50	240.00	240.13	92.50	91.50	91.50	90.50	91.5	140.00	140.00	139.00	141.00	140
EK 11	239.00	236.00	240.00	237.50	238.13	91.00	95.50	92.00	91.70	92.55	140.50	140.00	140.00	139.00	139.88
EK 12	237.50	240.00	240.00	240.00	239.38	86.00	90.00	86.00	91.00	88.25	142.00	142.50	142.00	138.00	141.13
EK 13	238.00	240.00	241.00	238.00	239.25	90.50	90.00	87.50	89.00	89.25	140.00	145.00	145.00	140.00	142.5
EK 14	240.00	239.00	239.00	240.00	239.5	89.00	90.00	89.00	86.00	88.5	140.00	141.00	142.50	140.00	140.88
EK 15	242.00	239.00	240.00	239.00	240.00	88.00	92.50	88.50	92.50	90.38	140.00	145.00	140.00	145.00	142.5
Medida estándar (E)			**240.00**			Medida estándar (E)			**90.00**		Medida estándar (E)			**140.00**	
Medida Alto promedio (LP)			**239.76**			Medida Alto promedio (LP)			**90.07**		Medida Alto promedio (LP)			**141.12**	
Desv. Estándar (s)			**0.91**			Desv. Estándar (s)			**1.97**		Desv. Estándar (s)			**1.57**	
Variación Dimensional (%)			**0.48**			Variación Dimensional (%)			**2.11**		Variación Dimensional (%)			**0.32**	

VARIACIÓN DIMENSIONAL EN ECO – LADRILLOS EK 25 %

Anexo N.º 27

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.604 (2015) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

Anexo 11: Resistencia a la compresión en los ecos – ladrillos EK.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

LADRILLO EK 175 – 0%											
SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)
EK 01	7 DIAS	56044	156.8 Kg/cm²	EK 01	14 DIAS	60790	180.9 Kg/cm²	EK 01	28 DIAS	73110	235.4 Kg/cm²
EK 02	7 DIAS	56178	167.2 Kg/cm²	EK 02	14 DIAS	62420	175.8 Kg/cm²	EK 02	28 DIAS	79380	236.2 Kg/cm²
EK 03	7 DIAS	54498	162.2 Kg/cm²	EK 03	14 DIAS	60315	179.5 Kg/cm²	EK 03	28 DIAS	75801	225.6 Kg/cm²
EK 04	7 DIAS	55406	158.9 Kg/cm²	EK 04	14 DIAS	61256	182.3 Kg/cm²	EK 04	28 DIAS	79167	235.6 Kg/cm²
EK 05	7 DIAS	56145	167.1 Kg/cm²	EK 05	14 DIAS	58262	173.4 Kg/cm²	EK 05	28 DIAS	78925	219.9 Kg/cm²
PROMEDIO			162.4 Kg/cm²	PROMEDIO			178.38 Kg/cm²	PROMEDIO			230.54 Kg/cm²
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			4.71	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			3.69	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			7.39
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			2.90	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			2.06	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			3.21

LADRILLO EK 175 – 10%											
SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)
EK 01	7 DIAS	54669	162.7 Kg/cm²	EK 01	14 DIAS	56414	167.9 Kg/cm²	EK 01	28 DIAS	59404	176.8 Kg/cm²
EK 02	7 DIAS	53695	159.8 Kg/cm²	EK 02	14 DIAS	57328	170.6 Kg/cm²	EK 02	28 DIAS	60686	180.6 Kg/cm²
EK 03	7 DIAS	53759	160.0 Kg/cm²	EK 03	14 DIAS	57959	172.5 Kg/cm²	EK 03	28 DIAS	60950	181.4 Kg/cm²
EK 04	7 DIAS	50836	151.3 Kg/cm²	EK 04	14 DIAS	56985	169.6 Kg/cm²	EK 04	28 DIAS	60418	179.8 Kg/cm²
EK 05	7 DIAS	54708	162.8 Kg/cm²	EK 05	14 DIAS	58297	173.5 Kg/cm²	EK 05	28 DIAS	62027	184.6 Kg/cm²
PROMEDIO			159.32 Kg/cm²	PROMEDIO			170.8 Kg/cm²	PROMEDIO			180.6 Kg/cm²
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			4.70	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			2.24	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			2.81
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			3.00	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			1.31	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			1.56

RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN ECO – LADRILLOS EK

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.604 (2015) CONCRETO. Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Anexo N.°

28

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

LADRILLO EK 175 – 15%											
SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)
EK 01	7 DIAS	44189	124.5 Kg/cm²	EK 01	14 DIAS	43007	137.0 Kg/cm²	EK 01	28 DIAS	47308	140.8 Kg/cm²
EK 02	7 DIAS	42268	125.8 Kg/cm²	EK 02	14 DIAS	42604	128.8 Kg/cm²	EK 02	28 DIAS	49028	145.9 Kg/cm²
EK 03	7 DIAS	44351	132.0 Kg/cm²	EK 03	14 DIAS	42115	125.3 Kg/cm²	EK 03	28 DIAS	48484	144.3 Kg/cm²
EK 04	7 DIAS	43316	128.9 Kg/cm²	EK 04	14 DIAS	41567	130.7 Kg/cm²	EK 04	28 DIAS	49398	147.0 Kg/cm²
EK 05	7 DIAS	39920	118.8 Kg/cm²	EK 05	14 DIAS	43109	135.3 Kg/cm²	EK 05	28 DIAS	47913	142.6 Kg/cm²
PROMEDIO			126.0 Kg/cm²	PROMEDIO			131.4 Kg/cm²	PROMEDIO			144.1 Kg/cm²
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			4.96	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			4.77	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			2.49
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			3.93	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			3.63	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			1.73

LADRILLO EK 175 -20%											
SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)
EK 01	7 DIAS	30107	89.6 Kg/cm²	EK 01	14 DIAS	35481	105.6 Kg/cm²	EK 01	28 DIAS	46233	137.6 Kg/cm²
EK 02	7 DIAS	26345	78.4 Kg/cm²	EK 02	14 DIAS	38169	113.6 Kg/cm²	EK 02	28 DIAS	45968	136.8 Kg/cm²
EK 03	7 DIAS	29976	89.2 Kg/cm²	EK 03	14 DIAS	38307	114.0 Kg/cm²	EK 03	28 DIAS	43749	130.2 Kg/cm²
EK 04	7 DIAS	29769	80.6 Kg/cm²	EK 04	14 DIAS	37835	112.6 Kg/cm²	EK 04	28 DIAS	45565	135.6 Kg/cm²
EK 05	7 DIAS	27081	87.5 Kg/cm²	EK 05	14 DIAS	33868	100.8 Kg/cm²	EK 05	28 DIAS	43310	128.9 Kg/cm²
PROMEDIO			85.0 Kg/cm²	PROMEDIO			109.32 Kg/cm²	PROMEDIO			133.82 Kg/cm²
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			5.19	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			5.86	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			3.98
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			6.11	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			5.36	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			2.98

RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN ECO – LADRILLOS EK

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.604 (2015) CONCRETO. Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Anexo N.°

29

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

LADRILLO EK 175 - 25%											
SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)
EK 01	**7 DIAS**	16363	48.7 Kg/cm²	EK 01	**14 DIAS**	30115	89.6 Kg/cm²	EK 01	**28 DIAS**	40219	119.7 Kg/cm²
EK 02	**7 DIAS**	19356	57.6 Kg/cm²	EK 02	**14 DIAS**	31113	92.6 Kg/cm²	EK 02	**28 DIAS**	41865	124.6 Kg/cm²
EK 03	**7 DIAS**	19824	59.0 Kg/cm²	EK 03	**14 DIAS**	30479	90.7 Kg/cm²	EK 03	**28 DIAS**	43511	129.5 Kg/cm²
EK 04	**7 DIAS**	16901	50.3 Kg/cm²	EK 04	**14 DIAS**	28761	85.6 Kg/cm²	EK 04	**28 DIAS**	42475	126.4 Kg/cm²
EK 05	**7 DIAS**	18918	56.3 Kg/cm²	EK 05	**14 DIAS**	31852	94.8 Kg/cm²	EK 05	**28 DIAS**	38908	115.8 Kg/cm²
PROMEDIO			54.3 Kg/cm²	PROMEDIO			90.6 Kg/cm²	PROMEDIO			123.2 Kg/cm²
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			4.59	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			3.45	DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			5.45
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			8.44	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			3.80	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			4.42

RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN ECO – LADRILLOS EK

Anexo N.° 30

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.604 (2015) CONCRETO. Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

Anexo 12: Succión en los ecos – ladrillos EK.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente
Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

SUCCIÓN EK 0%					
SERIE	EK 01	EK 02	EK 03	EK 04	EK 05
LARGO (cm)	24.50	24.35	24.20	24.50	24.40
ANCHO (cm)	14.20	14.00	14.00	14.50	14.20
AREA (cm)	347.9	340.9	338.8	355.25	346.48
PESO SECO (g)	4856.00	4825.00	4830.00	4852.00	4849.00
PESO DESPUES DE SUCCIÓN (g)	4864.00	4836.00	4836.00	4860.00	4858.00
SUCCIÓN (gr/200cm² -min)	4.59	6.45	3.54	4.50	5.06
SUCCIÓN PROMEDIO (SP)	4.82				
DESV. ESTANDAR (S)	1.06				
SUCCIÓN (S)	3.76				
COEF. DE VARIACIÓN (%)	21.98				

SUCCIÓN EK 10%					
SERIE	EK 01	EK 02	EK 03	EK 04	EK 05
LARGO (cm)	24.35	24.00	24.15	24.20	24.00
ANCHO (cm)	14.00	14.50	14.00	14.50	14.00
AREA (cm)	340.9	348.0	338.1	350.9	336.00
PESO SECO (g)	4804.00	4860.00	4812.00	4868.00	4859.00
PESO DESPUES DE SUCCIÓN (g)	4817.00	4872.00	4821.00	4883.00	4866.00
SUCCIÓN (gr/200cm² -min)	7.62	6.89	5.32	8.54	4.16
SUCCIÓN PROMEDIO (SP)	6.50				
DESV. ESTANDAR (S)	1.76				
SUCCIÓN (S)	4.74				
COEF. DE VARIACIÓN (%)	27.10				

SUCCIÓN EN ECO – LADRILLOS EK

Anexo N.º 31

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.613 (2017) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

SUCCIÓN EK 15%					
SERIE	EK 01	EK 02	EK 03	EK 04	EK 05
LARGO (cm)	24.20	24.50	24.50	24.00	24.00
ANCHO (cm)	14.00	14.25	14.25	14.00	14.50
AREA (cm)	338.8	349.13	349.13	336.0	348.0
PESO SECO (g)	4614.00	4489.00	4696.00	4433.00	4468.00
PESO DESPUES DE SUCCIÓN (g)	4623.00	4501.00	4708.00	4446.00	4479.00
SUCCIÓN (gr/200cm² -min)	5.31	6.87	6.87	7.10	6.32
SUCCIÓN PROMEDIO (SP)	6.49				
DESV. ESTANDAR (S)	0.72				
SUCCIÓN (S)	5.77				
COEF. DE VARIACIÓN (%)	11.10				

SUCCIÓN EK 20%					
SERIE	EK 01	EK 02	EK 03	EK 04	EK 05
LARGO (cm)	24.00	24.00	24.50	24.35	24.20
ANCHO (cm)	14.50	14.30	14.50	14.00	14.40
AREA (cm)	348.0	343.20	355.25	340.9	348.48
PESO SECO (g)	4320.00	4389.00	4301.00	4360.00	4342.00
PESO DESPUES DE SUCCIÓN (g)	4335.00	4399.00	4316.00	4375.00	4352.00
SUCCIÓN (gr/200cm² -min)	8.62	5.82	8.44	8.80	5.74
SUCCIÓN PROMEDIO (SP)	7.48				
DESV. ESTANDAR (S)	1.56				
SUCCIÓN (S)	5.92				
COEF. DE VARIACIÓN (%)	20.86				

SUCCIÓN EN ECO – LADRILLOS EK

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.613 (2017) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Anexo N.°

32

Nota: Elaboración propia.

Anexo 13: Absorción en los ecos – ladrillos EK.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

eparq

ABSORCIÓN EK 0%				
SERIE	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	DIFERENCIA EN PESO HÚMEDO (g)	ABSORCIÓN (%)
EK 01	4736.00	4856.00	120.00	2.53
EK 02	4852.00	4994.00	142.00	2.93
EK 03	4720.00	4854.00	134.00	2.84
EK 04	4803.00	4940.00	137.00	2.86
EK 05	4724.00	4839.00	115.00	2.43

ABSORCIÓN EK 10%				
SERIE	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	DIFERENCIA EN PESO HÚMEDO (g)	ABSORCIÓN (%)
EK 01	4542.00	4780.00	238.00	5.24
EK 02	4627.00	4843.00	216.00	4.67
EK 03	4559.00	4769.00	210.00	4.60
EK 04	4496.00	4727.00	231.00	5.13
EK 05	4579.00	4794.00	215.00	4.69

ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	2.72
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	0.22
ABSORCIÓN (%)	2.50
COEF. DE VARIACIÓN (%)	8.19

ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	4.87
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	0.29
ABSORCIÓN (%)	
COEF. DE VARIACIÓN (%)	6.07

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN EN ECO – LADRILLOS EK

Anexo N.°

33

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L

NORMATIVA APLICADA: 339.604 (2015) CONCRETO. Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.

ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

ABSORCIÓN EK 15%				
SERIE	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	DIFERENCIA EN PESO HÚMEDO (g)	ABSORCIÓN (%)
EK 01	4430.00	4667.00	237.00	5.73
EK 02	4412.00	4654.00	242.00	5.48
EK 03	4447.00	4686.00	239.00	5.37
EK 04	4417.00	4643.00	226.00	5.11
EK 05	4462.00	4681.00	219.00	4.90

ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	5.32
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	0.32
ABSORCIÓN (%)	
COEF. DE VARIACIÓN (%)	6.07

ABSORCIÓN EK 20%				
SERIE	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	DIFERENCIA EN PESO HÚMEDO (g)	ABSORCIÓN (%)
EK 01	4305.00	4514.00	209.00	4.85
EK 02	4331.00	4547.00	216.00	4.98
EK 03	4346.00	4592.00	246.00	5.66
EK 04	4304.00	4532.00	228.00	5.29
EK 05	4316.00	4554.00	238.00	5.51

ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	5.26
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S)	0.34
ABSORCIÓN (%)	
COEF. DE VARIACIÓN (%)	6.51

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN EN ECO – LADRILLOS EK

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L

NORMATIVA APLICADA: 339.604 (2015)CONCRETO Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.

ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Anexo N.º

34

Nota: Elaboración propia.

Anexo 14: Contenido de Humedad en los ecos – ladrillos EK.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

CONTENIDO DE HUMEDAD EK 0%					
SERIE	EK 01	EK 02	EK 03	EK 04	EK 05
PESO SECO	4852	4859	4849	4850	4847
PESO SECADO AL HORNO (g)	4840	4848	4838	4832	4836
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.25	0.22	0.23	0.37	0.23
HUMEDAD PROMEDIO	0.26				
DESV. ESTANDAR	0.06				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.20				

CONTENIDO DE HUMEDAD 10%					
SERIE	EK 01	EK 02	EK 03	EK 04	EK 05
PESO SECO	4815	4810	4808	4817	4798
PESO SECADO AL HORNO (g)	4785	4790	4785	4789	4776
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.62	0.41	0.48	0.58	0.46
HUMEDAD PROMEDIO	0.51				
DESV. ESTANDAR	0.08				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.43				

CONTENIDO DE HUMEDAD DE ECO – LADRILLOS EK 0 % Y 10%.

Anexo N.º 35

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.613 (2017) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

CONTENIDO DE HUMEDAD 15%					
SERIE	EK 01	EK 02	EK 03	EK 04	EK 05
PESO SECO	4692	4688	4690	4685	4686
PESO SECADO AL HORNO (g)	4657	4660	4658	4659	4659
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.75	0.60	0.68	0.56	0.57
HUMEDAD PROMEDIO	0.63 %				
DESV. ESTANDAR	0.08				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.55%				

CONTENIDO DE HUMEDAD 20%					
SERIE	EK 0%	EK 10%	EK 15%	EK 20%	EK 25%
PESO SECO	4386	4382	4373	4377	4381
PESO SECADO AL HORNO (g)	4351	4342	4337	4339	4349
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.80	0.92	0.83	0.87	0.75
HUMEDAD PROMEDIO	0.83 %				
DESV. ESTANDAR	0.06				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.77 %				

CONTENIDO DE HUMEDAD DE ECO – LADRILLOS EK 15 % Y 20%.

Anexo N.°

36

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.613 (2017) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

CONTENIDO DE HUMEDAD 20%					
SERIE	**EK 0%**	**EK 10%**	**EK 15%**	**EK 20%**	**EK 25%**
PESO SECO	4386	4382	4373	4377	4381
PESO SECADO AL HORNO (g)	4351	4342	4337	4339	4349
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.80	0.92	0.83	0.87	0.75
HUMEDAD PROMEDIO	0.83 %				
DESV. ESTANDAR	0.06				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.77 %				

CONTENIDO DE HUMEDAD DE ECO – LADRILLOS EK 25%.

Anexo N.° 37

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.613 (2017) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

Anexo 15: Porcentaje de vacíos en los ecos – ladrillos EK.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

PORCENTAJE DE VACÍOS EK 0%				
SERIE	Volumen (cm³)	Peso de la arena Introducida (g)	Volumen (g)	Vacíos (%)
EK 01	3067.20	1082.00	715.54	23.32
EK 02	3135.81	1075.00	718.32	22.90
EK 03	3025.99	1063.00	708.56	23.41
EK 04	3024.00	1072.00	725.30	22.98
EK 05	3047.13	1079.00	702.14	23.04
EK 06	3108.00	1058.00	701.56	22.57
EK 07	3231.90	1065.00	716.58	22.17
EK 08	3257.50	1079.00	718.90	22.06
EK 09	3093.61	1085.00	705.32	22.79
EK 10	3045.75	1076.00	715.36	23.48
EK 11	3056.40	1084.00	704.15	23.03
EK 12	3093.61	1076.00	706.54	22.83
EK 13	3025.99	1081.00	699.40	23.11
EK 14	3097.24	1075.00	713.52	23.03
EK 15	3056.40	1068.00	716.50	23.44
VACÍOS PROMEDIO (%)	22.94			
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.42			
VACÍOS	22.52			
COEF. DE VARIACIÓN (%)	1.84			

PORCENTAJE DE VACÍOS EK 10%				
SERIE	Volumen (cm³)	Peso de la arena Introducida (g)	Volumen (g)	Vacíos (%)
EK 01	3051.66	1063.00	710.54	23.28
EK 02	3078.00	1070.00	716.32	23.27
EK 03	3042.90	1050.00	702.56	23.08
EK 04	3101.55	1075.00	698.30	22.51
EK 05	3034.80	1069.00	702.14	23.13
EK 06	3040.80	1065.00	715.56	23.53
EK 07	3118.00	1072.00	716.58	22.98
EK 08	3078.00	1065.00	693.90	22.54
EK 09	3196.45	1062.00	708.38	22.16
EK 10	3047.14	1068.00	700.36	22.98
EK 11	3051.01	1074.00	708.25	23.21
EK 12	3203.04	1058.00	700.64	21.88
EK 13	3040.80	1068.00	699.30	22.99
EK 14	3110.06	1062.00	712.62	22.91
EK 15	3017.70	1060.00	689.50	22.84
VACÍOS PROMEDIO (%)	22.88			
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.44			
VACÍOS	22.44			
COEF. DE VARIACIÓN (%)	1.93			

PORCENTAJE DE VACÍOS EN ECO – LADRILLOS EK

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.613 (2017) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Anexo N.°

38

Nota: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

PORCENTAJE DE VACÍOS EK 15%				
SERIE	Volumen (cm^3)	Peso de la arena Introducida (g)	Volumen (g)	Vacíos (%)
EK 01	3041.12	1054.00	712.44	23.42
EK 02	3034.80	1060.00	712.62	23.48
EK 03	3039.12	1061.00	700.86	23.06
EK 04	3106.42	1059.00	692.38	22.28
EK 05	3093.61	1065.00	699.14	22.59
EK 06	3034.80	1064.00	713.56	23.51
EK 07	3066.41	1069.00	716.59	23.36
EK 08	3084.41	1061.00	698.98	22.66
EK 09	3172.75	1055.00	704.48	22.20
EK 10	3114.47	1052.00	701.46	22.52
EK 11	3034.8	1058.00	707.45	23.31
EK 12	3041.15	1060.00	706.84	23.24
EK 13	3096.50	1062.00	704.38	22.74
EK 14	3024.00	1065.00	717.82	23.73
EK 15	3142.06	1063.00	695.60	22.13
VACÍOS PROMEDIO (%)	22.94			
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.53			
VACÍOS	22.41			
COEF. DE VARIACIÓN (%)	2.31			

PORCENTAJE DE VACÍOS EK 20%				
SERIE	Volumen (cm^3)	Peso de la arena Introducida (g)	Volumen (g)	Vacíos (%)
EK 01	3030.40	1068.00	702.34	23.17
EK 02	3042.9	1059.00	706.52	23.21
EK 03	3107.2	1058.00	702.86	22.62
EK 04	2990.4	1060.00	696.80	23.30
EK 05	3017.7	1065.00	700.14	23.20
EK 06	3007.20	1068.00	712.56	23.69
EK 07	3001.08	1058.00	709.68	23.64
EK 08	3040.80	1056.00	693.95	22.82
EK 09	3017.70	1050.00	706.48	23.41
EK 10	2998.8	1063.00	698.45	23.29
EK 11	3096.50	1069.00	712.63	23.01
EK 12	3143.06	1058.00	700.54	22.28
EK 13	3172.75	1054.00	697.20	21.97
EK 14	3040.80	1069.00	717.42	23.59
EK 15	3067.20	1068.00	699.50	22.80
VACÍOS PROMEDIO (%)	23.06			
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.49			
VACÍOS	22.57			
COEF. DE VARIACIÓN (%)	2.14			

PORCENTAJE DE VACÍOS EN ECO – LADRILLOS EK

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.613 (2017) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Anexo N.º

39

Nota: Elaboración propia.

Anexo 16: Resistencia a la compresión de probetas de mortero EK.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

MORTERO P2 DOSIFICACIÓN NORMATIVA				MORTERO DOSIFICACION PROPIA			
SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA	RESISTENCIA	SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA	RESISTENCIA
M 01	28 DIAS	70490	196.4 Kg/cm²	MP 01	28 DIAS	82334	229.4 Kg/cm²
M 02	28 DIAS	69233	192.9 Kg/cm²	MP 02	28 DIAS	87538	243.9 Kg/cm²
M 03	28 DIAS	69556	193.8 Kg/cm²	MP 03	28 DIAS	84989	236.8 Kg/cm²
PROMEDIO			194.36	PROMEDIO			236.7
DESVIACIÓN ESTANDAR			1.82	DESVIACIÓN ESTANDAR			7.25
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			0.93	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			3.06

PROBETAS DE MORTERO

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.034 (2015)CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Anexo N.º

40

Nota: Elaboración propia.

Anexo 17: Variación dimensional de pilas con ecos – ladrillos EK.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

SERIE	LARGO (mm)					ALTO (mm)					ANCHO (mm)				
PILA 0%	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P
PEK 01	241.00	239.00	241.00	240.50	240.37	303.50	305.00	303.00	303.50	303.75	142.00	141.50	142.50	141.00	141.75
PEK 02	240.00	239.00	239.00	240.00	239.50	304.00	305.00	304.00	304.50	304.37	139.50	140.00	139.00	141.00	139.87
PILA 10%	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P
PEK 03	239.50	241.00	241.50	240.00	240.50	305.50	305.50	304.00	304.50	304.87	142.00	141.50	140.50	142.00	141.50
PEK 04	240.00	240.00	241.00	241.00	240.50	304.50	305.00	305.00	305.50	305.00	139.50	140.00	139.50	140.50	139.87
PILA 15%	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P
EK 05	240.00	238.00	240.00	238.00	239.00	303.50	303.00	304.00	303.50	303.50	141.00	142.50	141.50	142.50	141.87
EK 06	241.00	240.00	241.00	240.00	240.50	305.00	304.00	305.50	304.00	304.62	139.00	141.00	139.50	141.50	140.25
PILA 20%	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P
PEK 07	239.50	240.00	241.00	239.50	240.00	303.50	304.00	303.00	303.50	303.50	141.50	140.50	140.50	141.00	140.87
PEK 08	240.00	239.00	240.00	241.00	240.00	303.00	305.50	303.50	305.50	303.87	140.50	140.00	140.00	140.50	140.25

Medida largo promedio (LP)	**240.04**	Medida Alto promedio (LP)	**304.18**	Medida Ancho promedio (LP)	**140.77**
Desviación Estándar (s)	**0.55**	Desviación Estándar (s)	**0.61**	Desviación Estándar (s)	**0.84**
Coeficiente de variación (%)	**0.23**	Coeficiente de variación (%)	**0.19**	Coeficiente de variación (%)	**0.59**

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE PILAS (PRISMAS) DE ECO – LADRILLOS EK

Anexo N.º 41

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.613 (2017) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

Anexo 18: Resistencia a la compresión axial de pilas con ecos – ladrillos EK.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

SERIE	Compresión Axial de Pilas					
PILA 0%	Edad de Rotura	Área	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm²)	Esbeltez	Factor De corrección
PEK 01	28 dias	337.90	65160	193.9 Kg/cm²	2.14	1.07
PEK 02	28 dias	349.12	63716	189.6 Kg/cm²	2.16	1.08
PILA 10%	Edad de Rotura	Área	Carga (Kg)	Resistencia	Esbeltez	Factor De corrección
PEK 03	28 dias	340.55	54940	163.50 Kg/cm²	2.20	1.1
PEK 04	28 dias	348.00	53798	160.1 Kg/cm²	2.17	1.08
PILA 15%	Edad de Rotura	Área	Carga (Kg)	Resistencia	Esbeltez	Factor De corrección
PEK 05	28 dias	333.60	53700	159.80 Kg/cm²	2.17	1.08
PEK 06	28 dias	340.55	51350	152.8 Kg/cm²	2.14	1.07
PILA 20%	Edad de Rotura	Área	Carga (Kg)	Resistencia	Esbeltez	Factor De corrección
PEK 07	28 dias	338.1	48010	142.9 Kg/cm²	2.14	1.07
PEK 08	28 dias	331.20	46638	138.8 Kg/cm²	2.15	1.07

Serie	Resistencia Promedio (f´m)	Desv. Estándar (s)	Coeficiente de variación (%)	Resistencia f´m (Kg/cm²)
PEK 0%	191.75	3.04	1.85	188.71
PEK 10%	161.8	2.40	1.48	158.60
PEK 15%	156.30	4.95	3.16	153.14
PEK 20%	140.85	2.89	2.05	138.80

COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ECO – LADRILLOS EK

Anexo N.º 42

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.613 (2017) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

Anexo 19: Variación dimensional de muretes con ecos – ladrillos EK.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

SERIE	LARGO (mm)					ALTO (mm)					ANCHO (mm)				
MURETE 0%	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P
MEK 01	615.00	610.00	612.00	610.00	611.75	620.00	615.00	615.00	621.00	617.75	140.00	142.00	142.00	140.00	141.00
MEK 02	620.00	615.00	615.00	621.00	617.75	610.00	615.00	615.00	615.00	613.75	141.00	140.00	141.00	141.00	140.75
MURETE 10%	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P
MEK 03	610.00	615.00	615.00	612.00	613.00	615.00	615.00	615.00	612.00	614.25	143.00	142.00	141.00	143.00	142.25
MEK 04	610.00	615.00	610.00	615.00	612.50	615.00	610.00	610.00	615.00	612.50	142.00	141.00	141.00	142.00	141.50
MURETE 15%	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P
MEK 05	610.00	612.00	610.00	610.00	610.50	610.00	612.00	610.00	610.00	610.50	140.00	141.00	142.00	141.00	141.00
MEK 06	610.00	610.00	610.00	612.00	610.50	615.00	610.00	615.00	612.00	613.00	141.00	142.00	142.00	140.00	141.25
MURETE 20%	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P	LADO 1	LADO 2	LADO 3	LADO 4	P
MEK 07	610.00	615.000	610.00	615.00	612.50	610.00	620.00	610.00	620.00	615.00	141.00	140.00	140.00	141.00	140.50
MEK 08	620.00	610.00	620.00	612.00	615.50	615.00	610.00	615.00	612.00	613.00	141.00	140.00	140.00	142.00	140.75

Medida largo promedio (LP)	613	Medida Alto promedio (LP)	613.71	Medida Ancho promedio (LP)	141.12
Desviación Estándar (s)	2.48	Desviación Estándar (s)	2.10	Desviación Estándar (s)	0.55
Coeficiente de variación (%)	0.41	Coeficiente de variación (%)	0.34	Coeficiente de variación (%)	0.39

VARIACION DIMENSIONAL DE MURETES DE ECO – LADRILLOS EK

Anexo N.º 43

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.613 (2017) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

Anexo 20: Resistencia a la compresión con ecos – ladrillos EK.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

SERIE	Compresión Diagonal de Muretes					
PILA 0%	Edad de Rotura	Área	Carga (Kg)	Resistencia	Resistencia	
					Mpa	Kg/cm²
MEK 01	28 días	871.38	24500	SIN ROTURA	2.05	20.90
MEK 02	28 días	866.71	25000	SIN ROTURA	2.09	21.31
PILA 10%	Edad de Rotura	Área	Carga (Kg)	Resistencia	Resistencia	
					Mpa	Kg/cm²
MEK 03	28 días	873.52	22500	SIN ROTURA	1.88	19.17
MEK 04	28 días	864.56	21900	ROTURA	1.83	18.66
PILA 15%	Edad de Rotura	Área	Carga (Kg)	Resistencia	Resistencia	
					Mpa	Kg/cm²
MEK 05	28 días	860.10	20500	ROTURA	1.72	17.54
MEK 06	28 días	861.32	20300	ROTURA	1.70	17.33
PILA 20%	Edad de Rotura	Área	Carga (Kg)	Resistencia	Resistencia	
					Mpa	Mpa
MEK 07	28 días	860.56	18000	ROTURA	1.51	15.39
MEK 08	28 días	865.31	16800	ROTURA	1.41	14.37

Serie	Resistencia Promedio (f´m)	Desv. Estándar (s)	Coeficiente de variación (%)	V´m (kg/cm²)
PEK 0%	21.11	0.29	1.37	20.82
PEK 10%	18.92	0.36	1.91	18.56
PEK 15%	17.43	0.15	0.86	17.28
PEK 20%	14.89	0.72	4.85	14.17

COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ECO – LADRILLOS EK

Anexo N.º 44

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.613 (2017) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

Anexo 21: Propagación de llama directa en los ecos – ladrillos EK.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

RESISTENCIA Y PROPAGACIÓN DE LLAMA EN LADRILLOS EK				
SERIE	**EK 0%**	**EK 10%**	**EK 15%**	**EK 20%**
Tiempo de exposición	25 min	30 min	25 min	35 min
Propagación de llama	NO	NO	NO	NO
Desprendimiento de humo	8 seg.	6 seg	7 seg	8 seg

PROPAGACIÓN DE FUEGO A LLAMA DIRECTA EN EL ECO – LADRILLO EK.

Anexo N.° 45

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

Anexo 22: Humedad prolongada de los ecos – ladrillos EK.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

CONTENIDO DE HUMEDAD PROLONGADA EN LADRILLO EK

SERIE	EK 0%	EK 10%	EK 15%	EK 20%
Peso (g)	4852.00	4559.00	4462.00	4305.00
Peso 14 días posteriores (g)	5032.00	4738.00	4652.00	4494.00
Peso 30 días posteriores (g)	5052.00	4749.00	4660.00	4506.00
Contenido de humedad (%)	3.95	4.00	4.24	4.46
Humedad Promedio	4.16			
Des. estándar	0.23			
Contenido de humedad (%)	**3.93**			

CONTENIDO DE HUMEDAD PROLONGADA EN ECO – LADRILLOS EK.

Anexo N.º 46

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.613 (2017) Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

Anexo 23: Resistencia a la compresión con ecos – ladrillos EK reemplazando el agregado fino.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

LADRILLO CON REEMPLAZO DE AGREGADO FINO EK –10%			
SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)
EK 01	28 DIAS	36980	110.1 Kg/cm²
EK 02	28 DIAS	35367	105.3 Kg/cm²
EK 03	28 DIAS	36811	109.6 Kg/cm²
EK 04	28 DIAS	34192	101.8 Kg/cm²
EK 05	28 DIAS	36576	108.9 Kg/cm²
PROMEDIO			107.1 Kg/cm²
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			3.52
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			3.29
RESISTENCIA FINAL			103.6 Kg/cm²

LADRILLO CON REEMPLAZO DE AGREGADO FINO EK –15%			
SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)
EK 01	28 DIAS	23310	69.4 Kg/cm²
EK 02	28 DIAS	21899	65.2 Kg/cm²
EK 03	28 DIAS	20421	60.8 Kg/cm²
EK 04	28 DIAS	20858	62.1 Kg/cm²
EK 05	28 DIAS	23142	68.9 Kg/cm²
PROMEDIO			65.28 Kg/cm²
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			3.88 Kg/cm²
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			5.94
RESISTENCIA FINAL			61.4 Kg/cm²

LADRILLO CON REEMPLAZO DE AGREGADO FINO EK –20%			
SERIE	EDAD DE ROTURA	CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)
EK 01	28 DIAS	19600	58.34 Kg/cm²
EK 02	28 DIAS	19351	57.6 Kg/cm²
EK 03	28 DIAS	19620	58.4 Kg/cm²
EK 04	28 DIAS	18041	53.7 Kg/cm²
EK 05	28 DIAS	18746	55.8 Kg/cm²
PROMEDIO			56.76 Kg/cm²
DESVIACIÓN ESTANDAR (S)			2.01
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			3.54
RESISTENCIA FINAL			56.33 Kg/cm²

RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN ECO – LADRILLOS EK CON REEMPLAZO DE AGREGADO FINO

Anexo N.º 47

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.604 (2015) CONCRETO. Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

Anexo 24: Pesos registrados con ecos – ladrillos EK reemplazando el agregado fino.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

LADRILLO EK CON REEMPLAZO DE AGREGADO FINO EK -10%					
SERIE	**EK 01**	**EK 02**	**EK 03**	**EK 04**	**EK 05**
Peso (g)	4770.00	4750.00	4684.00	4725.00	4675.00
Peso Promedio	4720.8				
Desviación estándar (S)	41.05				
Coeficiente De variación (%)	0.87				
Peso total (g)	**4679.8**				

LADRILLO EK CON REEMPLAZO DE AGREGADO FINO EK -15%					
SERIE	**EK 01**	**EK 02**	**EK 03**	**EK 04**	**EK 05**
Peso (g)	4764.00	4760.00	4658.00	4761.00	4649.00
Peso Promedio	4718.4				
Desviación estándar (S)	59.34				
Coeficiente De variación (%)	1.25				
Peso total (g)	**4659.1**				

LADRILLO EK CON REEMPLAZO DE AGREGADO FINO EK -20%					
SERIE	**EK 01**	**EK 02**	**EK 03**	**EK 04**	**EK 05**
Peso (g)	4669.00	4659.00	4750.00	4758.00	4689.00
Peso Promedio	4705.0				
Desviación estándar (S)	46.10				
Coeficiente De variación (%)	0.97				
Peso total (g)	**4658.9**				

PESOS DE LOS ECO – LADRILLOS 0%, 10%, 15% CON REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO

Anexo N.°

48

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: 339.034 CONCRETO . Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas .
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

Anexo 25: Contenido de Humedad en los ecos – ladrillos EK reemplazando el agregado fino.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

CONTENIDO DE HUMEDAD EN LADRILLO EK CON REEMPLAZO DE AGREGADO FINO EK –10%			
SERIE	EK 01	EK 02	EK 03
Peso seco (g)	4768.00	4762.00	4680.00
Peso secado al horno (g)	4648.00	4610.00	4556.00
Contenido de humedad (%)	2.51	3.19	2.64
Humedad Promedio	2.78		
Des. estándar	0.36		
Contenido de humedad (%)	**2.42**		

CONTENIDO DE HUMEDAD EN LADRILLO EK CON REEMPLAZO DE AGREGADO FINO EK –15%			
SERIE	EK 01	EK 02	EK 03
Peso seco (g)	4765.00	4769.00	4766.00
Peso secado al horno (g)	4629.00	4644.00	4616.00
Contenido de humedad (%)	2.85	2.62	3.14
Humedad Promedio	2.87		
Des. estándar	0.26		
Contenido de humedad (%)	**2.61**		

CONTENIDO DE HUMEDAD EN LADRILLO EK CON REEMPLAZO DE AGREGADO FINO EK –20%			
SERIE	EK 01	EK 02	EK 03
Peso seco (g)	4467.00	4457.00	4469.00
Peso secado al horno (g)	4307.00	4301.00	4333.00
Contenido de humedad (%)	3.58	3.50	3.04
Humedad Promedio	3.37		
Des. estándar	0.29		
Contenido de humedad (%)	**3.08**		

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS ECO – LADRILLOS CON REEMPLAZO DE AGREGADO FINO

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L
NORMATIVA APLICADA: NTP 399.604 UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Anexo N.° 49

Nota: Elaboración propia.

Anexo 26: Humedad Prolongada en los ecos – ladrillos EK reemplazando el agregado fino.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

RESISTENCIA Y PROPAGACIÓN DE LLAMA DIRECTA EN LADRILLOS EK CON REEMPLAZO DE ARENA

SERIE	EK 0%	EK 10%	EK 15%
Tiempo de exposición	28 min	25 min	29 min
Propagación de llama	NO	NO	NO
Desprendimiento de humo	11 seg	12seg	11seg

HUMEDAD PROLONGADA EN EL ECO – LADRILLO EK CON REEMPLAZO DE AGREGADO FINO

Anexo N.º 50

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L

ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

Anexo 27: Propagación de llamas directa en los ecos – ladrillos EK reemplazando el agregado fino.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente

Ficha de Laboratorio

TESIS: ELABORACIÓN Y DISEÑO DE ECO-LADRILLOS MODULARES COMPUESTOS A BASE DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ 2021

HUMEDAD PROLONGADA EN LADRILLOS EK CON REEMPLAZO DE AGREGADO FINO

SERIE	EK 10%	EK 15%	EK 20%
Peso seco (g)	4768.00	4649.00	4470.00
Peso 14 días posteriores (g)	4941.00	4809.00	4619.00
Peso 30 días posteriores (g)	4948.00	4849.00	4675.00
Contenido de humedad (%)	3.63	4.12	4.38
Humedad Promedio	4.04		
Des. estándar	0.38		
Contenido de humedad (%)	**3.66**		

RESISTENCIA A LA LLAMA DIRECTA EN EL ECO – LADRILLO EK CON REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO

Anexo N.º 51

LUGAR DE DESARROLLO: Laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L

ELABORADO POR: Tassara Zúñiga Ericka Soledad / Keisy Leonor Ruiz Pacheco

Nota: Elaboración propia.

Anexo 28: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL ¿Se puede disminuir el impacto ambiental y económico de los ladrillos convencionales, aprovechando el uso del papel y cartón reciclado para la elaboración de eco – ladrillos para muros con fines estructurales en la construcción y a su vez mejorando sus propiedades físicas y mecánicas?	OBJETIVO GENERAL Proponer la elaboración y el diseño de eco – ladrillos modulares a base de papel y cartón reciclado para para la construcción de muros en viviendas en la ciudad de Arequipa y así poder mejorar las propiedades Físico – Mecánicas del Ladrillo Convencional reduciendo el impacto Ambiental que genera su fabricación	HIPÓTESIS GENERAL Las propiedades físico – mecánicas del ladrillo ecológico se optimizan por su composición a base de papel y cartón reciclado, también reducen el impacto de contaminación generada por materiales y proceso en comparación al ladrillo mecanizado convencional de arcilla.	VARIABLES INDEPENDIENTES – Papel Reciclado – Cartón Reciclado INDICADORES – (%) Porcentaje de papel reciclado en el agregado – (%) Porcentaje de cartón reciclado en el agregado	ENFOQUE: Cuantitativo y Cualitativo (Mixto) TIPO DE ESTUDIO: Correlacional DISEÑO: Experimental NIVEL: Cuasi – Experimental RECURSOS EMPLEADOS: – Se utilizarán los equipos de los laboratorios privados: Tecnicalab, Lab Consult Ingeniería y ECO-CRET (CEDIICON) – También se usarán programas como Excel para el procesamiento de los resultados obtenidos en la investigación.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLES DEPENDIENTES	
1. ¿Cuáles serán los resultados que demuestran las propiedades más adecuadas y eficientes tanto en estado fresco y endurecido de la mezcla de concreto con adiciones de porcentajes de incidencia en papel reciclado y cartón reciclado?	1. Analizar las propiedades físico – mecánicas que posee el ladrillo convencional mecanizado de tipo III y IV para poder obtener datos y establecer criterios para las dosificaciones y pruebas para el ladrillo propuesto.	1. Las propiedades de los ladrillos a tomar como referencia tipo III y IV deberán cumplir con los márgenes establecidos en la normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE en donde sus propiedades serán óptimas.	– Concreto con adiciones de Celulosa de Papel reciclado y Cartón. – Ladrillos de concreto con adiciones de Celulosa de Papel Reciclado y Cartón. INDICADORES – Propiedades físicas – Propiedades mecánicas –Propiedades térmicas y acústicas –Propiedades de absorción de agua	
2. ¿Cuáles serán los criterios para establecer dosificaciones y obtención de datos de las propiedades físico mecánicas de ladrillo convencional mecanizado tipo III Y IV?	2. Identificar y Analizar los beneficios, propiedades que posee el uso del papel y cartón reciclado para la fabricación de ladrillos como material constructivo para el armado de muros portantes y tabiquería en viviendas.	2. Los diseños de mezclas que posean eficientes propiedades físico mecánicas serán los que contengan un porcentaje equitativo de incidencia de papel y cartón reciclado en su composición.		
3. ¿Cuál será el diseño de mezcla más óptimo entre los resultados para un ladrillo con propiedades física – mecánicas eficiente para muros portantes y de tabiquería en relación con los ladrillos de arcilla mecanizados tipo III Y IV?	3. Identificar y Analizar los beneficios, propiedades que posee el uso del papel y cartón reciclado para la fabricación de ladrillos como material constructivo para el armado de muros portantes y tabiquería en viviendas.	4. El diseño de mezcla escogido posterior a los ensayos como el más adecuado en cuanto a sus propiedades físico, mecánicas, térmicas y de absorción igualará o superará a los ladrillos mecanizados de arcilla tipo II y IV.		
4. ¿La fabricación de los ladrillos en propuesta ayudará a reducir el impacto y la contaminación que tiene los desechos de papel y cartón en la ciudad de Arequipa?	4. Identificar y Analizar los beneficios, propiedades que posee el uso del papel y cartón reciclado para la fabricación de ladrillos como material constructivo para el armado de muros portantes y tabiquería en viviendas.	5. Sera viable la reducción importante de residuos abarcados por el papel y el cartón en desuso y así poder aminorar el impacto ambiental con la utilización de los eco – ladrillos propuestos.		
	5. Definir el modelo de ladrillo con medidas estándar en la construcción para su aplicación en muros portante y de tabiquería establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE en la Norma Técnica E.070 de Albañilería, para proceder a la elaboración de pruebas con diversas dosificaciones de papel y/o otros agregados comprobando así su uso para la construcción de muros con fines estructurales.			
	6. Analizar los resultados de la comparación de pruebas de ladrillos convencionales de arcilla y ladrillos ecológico a base de papel y cartón reciclado con el fin de evaluar la factibilidad del beneficio del ladrillo propuesto tanto en la reducción de residuos, costos, buscando el mejoramiento de sus propiedades para ser empleados en muros portantes y muros de tabiquería			

Nota: Elaboración propia.