UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE ARCILLAS Y ASERRÍN FINO DE TAHUARI (*Handroanthus serratifolius*), EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO KING KONG EN PUCALLPA

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO CIVIL

ROBERTO RONALDIÑHO RAMÍREZ ROBLEDO

GIANNI KEVIN GARCIA VARGAS

PUCALLPA – PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 004-2024

GRADUANDO : Bach. RAMIREZ ROBLEDO, ROBERTO RONALDIÑHO
Bach. GARCIA VARGAS, GIANNI KEVIN

TEMA : "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE ARCILLAS Y ASERRÍN FINO DE TAHUARI (HANDROANTHUS SERRATIFOLIUS), EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO KING KONG EN PUCALLPA"

ASESOR :

CRITERIOS	PUNTAJE			
	3	2	1	0
I- PRESENTACION				
* MOTIVACION			x	
* TONO DE VOZ		x		
* CALIDAD DE MATERIAL AUDIOVISUAL		x		
II- DESARROLLO DE CONTENIDO				
* SECUENCIA			x	
* DOMINIO DE VOZ		x		
* USO ADECUADO DEL MATERIAL			x	
* VALIDEZ DE LOS HALLAZGOS			x	
III- ABSOLUCION DE PREGUNTAS				
* RESPONDE A LAS PREGUNTAS FORMULADAS POR EL JURADO		x		
IV- APORTE CIENTIFICO Y TECNOLOGICO				
* AL DESARROLLO DE LA COMUNIDAD		x		
* A LA PROFESION		x		

EVALUACION

- EXCELENCIA — 26 A 30 PUNTOS
- UNANIMIDAD — 21 A 25 PUNTOS
- MAYORIA — 16 A 20 PUNTOS
- DESAPROBADO — 15 A MENOS

CALIFICACION FINAL:
PUNTAJE : 16 / 30

CONCLUSIONES:
APROBADO POR : MAYORIA
DESAPROBADO POR :

JURADO EVALUADOR

Dr. DAVID ABEL GONZALEZ MANRIQUE DE LARA
PRESIDENTE

Mg. HORACIO SORIANO ALAVA
MIEMBRO

Dr. FERNANDO RAFAEL LEAN
MIEMBRO

M.SC. CLOTILDE RÍOS HIDALGO DE CERNA
SECRETARIA ACADÉMICA

PUCALLPA, 26 DE ENERO DEL 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Carretera Federico Basadre Km 6200 - Pucallpa - Ucayali

ACTA DE APROBACIÓN DE INFORME FINAL DE TESIS

En la Ciudad Universitaria, a los 12 días del mes de ENERO del 2024 siendo horas 11:40 (am) Los miembros del Jurado declaran APROBADO POR UNANIMIDAD el PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE TESIS titulado:

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE ARCILLAS Y ASERRÍN FINO DE TAHUARI (HANDROANTHUS SERRATIFOLIUS), EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO KING KONG EN PUCALLPA

Presentado por los Bachiller(es):

RAMIREZ ROBLEDO, ROBERTO RONALDIÑHO
GARCIA VARGAS, GIANNI KEVIN

De la Escuela Profesional de:

INGENIERÍA CIVIL

Siendo el Jurado Dictaminador, conformado por:

Presidente	: DR. GONZALEZ MANRIQUE DE LARA, DAVID ABEL
Primer Miembro	: DR. RAFAEL LEAN, FERNANDO
Segundo Miembro	: MG. SORIANO ALAVA, HORACIO
Asesor	: MG. DONAYRE HERNANDEZ, DEVYN OMAR

Para dar fe de este proceso, se le asigna la presente acta y a partir de la presente fecha queda expedito para continuar con los trámites de sustentación de la TESIS.

Pucallpa, Enero de 2024

DR. DAVID ABEL GONZALEZ MANRIQUE DE LARA
PRESIDENTE

MG. FERNANDO RAFAEL LEAN
PRIMER MIEMBRO

MG. HORACIO SORIANO ALAVA
SEGUNDO MIEMBRO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/0699-2023** .

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE ARCILLAS Y ASERRÍN FINO DE TAHUARI (Handroanthus serratifolius), EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO KING KONG EN PUCALLPA**"

Autor(es)	:	**GARCIA VARGAS, GIANNI KEVIN**
		RAMIREZ ROBLEDO, ROBERTO RONALDIÑHO
Facultad	:	**INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL**
Escuela	:	**ING. CIVIL**
Asesor(a)	:	**Mg. DONAYRE HERNANDEZ, DEVYN OMAR**

Presenta un **porcentaje de similitud de 4%,** verificado en el Sistema Antiplagio URKUND/OURIGINAL,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 22/11/2023

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, ROBERTO RONALDIÑHO RAMIREZ ROBLEDO.

Autor de la tesis titulada : ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE ARCILLA Y ASERRIN FINO DE TAHUARI (Handroanthus Serratifolius), EN LAS CARACTERISTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO KING KONG. EN PUCALLPA.

Sustentada el año: 2024

Asesor(a): MG. DEVYN OMAR DONAYRE HERNADEZ

Facultad: DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL

Escuela Profesional: INGENIERIA CIVIL

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 31 / 01 / 2024

Email: robertoramirezrobledo96@gmail.com. Firma:

Teléfono: 950509146 DNI: 70138934

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, GIANNU KEVIN GARCIA VARGAS

Autor de la tesis titulada : ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE ARCILLA Y ASERRIN FINO DE TAHUARI (Handroanthus Serratifolius), EN LAS CARACTERISTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO KING KONG EN PUCALLPA.

Sustentada el año: 2024

Asesor(a): MG. DEVYN OMAR DONAYRE HERNANDEZ.

Facultad: DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL

Escuela Profesional: INGENIERIA CIVIL

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [x]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 31 / 01 / 2024

Email: kevincivil24@gmail.com. Firma:

Teléfono: 959 949 850 DNI: 70947529

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA.

A mis queridos padres y a mi hermana, que siempre me brindan su incondicional apoyo.

Gianni Kevin

Dedicado a mi familia que me apoya en cada momento.

Roberto Ronaldiñho

AGRADECIMIENTO.

A mi alma mater, Universidad Nacional de Ucayali, por brindarme la oportunidad de realizar mi aspiración de ser profesional.

A también a todas las personas que participaron de forma directa e indirecta en esta investigación.

RESUMEN.

El proyecto de investigación titulada “Análisis y evaluación de diferentes tipos de arcillas y aserrín fino de tahuari (*Handroanthus serratifolius*), en las características físicas y mecánicas del ladrillo King Kong en Pucallpa”. Tuvo como objetivo determinar el mejor tipo de arcilla y el porcentaje óptimo de aserrín fino de tahuari (*Handroanthus serratifolius*), en las características físicas y mecánicas del ladrillo King Kong en Pucallpa. El tipo de investigación fue aplicada experimental se utilizó un diseño completamente al azar con 15 tratamientos y 5 repeticiones, se aplicó la prueba de Tukey al 0.05 de significación. Los resultados del análisis de arcilla en tres canteras muestran diferencias significativas en densidad, conductividad, contenido de arena, limo y arcilla, pH, contenido de humedad, límite líquido, límite plástico e índice plástico. La densidad varía entre 2.38 y 2.50 gr/cm^3. La cantera 1 tiene el mayor contenido de arcilla con 69.20% y la cantera 2 el más bajo con 83.20%. El pH varía de 4.55 a 5.35. El contenido de humedad es más alto en la cantera 2 con18.54%. Los límites líquidos y plásticos son más altos en la cantera 3. El T_{11} (Arcilla de la tercera cantera sin aserrín), presentan la mayor longitud promedio con y el mayor ancho con 126.06 mm, el tratamiento que presento la mayor resistencia a la comprensión fue el T_4: Ladrillos fabricados con arcilla de la primera cantera y un 5% de aserrín de tahuari exhiben la máxima resistencia, alcanzando 335.75 Kg/cm².

Palabras clave: Ladrillos King Kong, aserrín, arcilla, propiedades físicas y mecánicas.

ABSTRACT.

The research project titled “Analysis and evaluation of different types of clays and fine sawdust from tahuari (*Handroanthus serratifolius*), in the physical and mechanical characteristics of the King Kong brick in Pucallpa.” Its objective was to determine the best type of clay and the optimal percentage of fine tahuari sawdust (Handroanthus serratifolius), in the physical and mechanical characteristics of the King Kong brick in Pucallpa. The type of research was applied experimental, a completely randomized design was used with 15 treatments and 5 repetitions, the Tukey test was applied at 0.05 significance level. The results of clay analysis in three quarries show significant differences in density, conductivity, sand, silt and clay content, pH, moisture content, liquid limit, plastic limit and plastic index. The density varies between 2.38 and 2.50 gr/cm3. Quarry 1 has the highest clay content with 69.20% and Quarry 2 the lowest with 83.20%. The pH varies from 4.55 to 5.35. The moisture content is higher in quarry 2 with 18.54%. The liquid and plastic limits are highest in quarry 3. T11 (Clay from the third quarry without sawdust), has the greatest average length with and the greatest width with 126.06 mm, the treatment that presented the greatest resistance to compression was T4: Bricks made with clay from the first quarry and 5% tahuari sawdust exhibit maximum resistance, reaching 335.75 Kg/cm².

Keywords: King Kong bricks, sawdust, clay, physical and mechanical properties.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

Pág.

CARATULA…..……..…….... i

DEDICATORIA…….… vii

AGRADECIMIENTO…….…….. viii

RESUMEN……..... ix

ABSTRACT……..… x

INDICE DE CONTENIDO……... xi

INDICE DE TABLAS...…… xv

INDICE DE FIGURAS……. xviii

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA……..… 1

1.1. Descripción y fundamentación del problema…….. 1

1.2 Formulación del Problema……. 3

1.2.1. Problema General……..……. 3

1.2.2. Problemas Específicos……...…... 3

1.3. Objetivos ……..…… 3

1.3.1. Objetivo General……. 3

1.3.2. Objetivos Específicos..……. 3

1.4 Justificación e Importancia……..…… 4

1.5 Limitaciones y Alcances……. 4

1.6 Hipótesis…….….. 5

1.6.1. Hipótesis General……..……. 5

1.6.2. Hipótesis Especificas ……...…… 5

1.7 Sistema de Variables Dimensiones e indicadores..... 6

1.7.1. Variable Independientes…… 6

1.7.2 Variable Dependiente……..… 6

1.8. Definición operacional de variable…….. 6

. **CAPITULO II: MARCO TEORICO……. 8**

2.1. Antecedentes de la investigación ……..…….. 8

2.1.1. Antecedentes internacionales……..… 8

2.1.2. Antecedentes nacionales……..…. 9

2.1.3. Antecedentes locales…… 11

2.2. Bases Teóricas ……..... 13

2.2.1. Los ladrillos……. 13

2.2.1.1. Características de los ladrillos…….. 14

2.2.1.2. Propiedades de los ladrillos…….. 15

2.2.1.3. Clasificación de los ladrillos……... 17

2.2.2. La arcilla……... 18

2.2.2.1. Composición de la arcilla…… 20

2.2.2.2. Características físicas de la arcilla… 20

2.2.2.3. Clasificación de las arcillas…… 22

2.2.2.4. Arcillas para la fabricación de ladrillos…….. 24

2.2.3. El aserrín…….. 25

2.3 Definición de términos básicos…….…..... 25

CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN…… 27

3.1. Metodología y Técnicas Utilizadas…….. 27

3.1.1. Tipo y Nivel de investigación……..….. 27

3.1.2. Nivel de investigación……..…….. 27

3.1.3. Diseño de investigación……..……. 28

3.2. Población y muestra…….…….…. 31

3.2.1. Población ……..……..… 31

3.2.2 Muestra……..... 32

CAPITULO IV: RESULTADOS……..... 33

4.1. Características fisicoquímicas y mecánicas de la arcilla de tres canteras…… 33

4.1.1. Densidad de las arcillas de tres canteras…...… 33

4.1.2. Conductividad de las arcillas de tres canteras... 35

4.1.3. Propiedades físicas de las arcillas de tres canteras……..….. 37

4.1.4. pH de las arcillas de tres canteras …….. 39

4.1.5. Humedad de las arcillas de tres canteras...…… 41

4.1.6. Evaluación del límite líquido, plástico e índice plástico ……..….. 43

4.1.7. Clasificación (SUCS) y (AASHTO)……..…. 45

4.2. Variación de las propiedades físicas de los ladrillos King Kong…… 46

4.2.1. Variación de la longitud de ladrillos King Kong…… 46

4.2.2. Variación del ancho en ladrillos King Kong……. 49

4.2.3. Variación de la altura en ladrillos King Kong……..... 53

4.3. Variación de las propiedades mecánicas de los ladrillos King Kong……..……..…. 57

V. CAPITULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS……..… 62

CONCLUSIONES……. 67

RECOMENDACIONES……..……..... 69

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS……..…… 70

ANEXO…… 78

INDICE DE TABLAS.

En el texto		**Pág.**
Tabla 1.	*Operacionalización de las variables en estudio* ……	7
Tabla 2.	*Grados de libertad y fuentes de variabilidad del análisis ANVA*……	30
Tabla 3.	*Formato para la recolección de datos*……....	31
Tabla 4.	*Contenido de la densidad de las arcillas de tres diferentes canteras* …….……	33
Tabla 5.	*Contenido de la conductividad eléctrica de las arcillas de tres diferentes canteras* ……..……..	35
Tabla 6.	*Contenido en porcentaje de arena, arcilla y limo en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos*……	37
Tabla 7.	*Contenido del pH de las arcillas de tres diferentes canteras*…….	40
Tabla 8.	*Contenido de humedad en porcentaje de las arcillas de tres diferentes canteras*…….....	42
Tabla 9.	*Contenido del límite líquido, plástico e índice plástico en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos..*	44
Tabla 10.	*Clasificación (SUCS) y (AASHTO) en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos* …….....	46
Tabla 11.	*Longitud de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras* …….	47
Tabla 12.	*Ancho de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras*……..……	50

Tabla 13. *Altura de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras*……... 55

Tabla 14. *Resistencia a la compresión de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras* ……..…….... 59

En el anexo:

Tabla 15A. *Análisis de la densidad de las arcillas de tres diferentes canteras* ……..…… 82

Tabla 16A. *Análisis de la conductividad eléctrica de las arcillas de tres diferentes canteras* …….…..... 82

Tabla 17A. *Análisis del porcentaje de arena en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos*……. 82

Tabla 18A. *Análisis del porcentaje de arcilla en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos*..…… 83

Tabla 19A. *Análisis del porcentaje de limo en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos* ……..... 83

Tabla 20A. *Análisis del pH en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos*……..…… 83

Tabla 21A. *Análisis de la humedad en porcentaje en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos* ….. 84

Tabla 22A. *Análisis del límite líquido en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos*…….. 84

Tabla 23A. *Análisis del del límite plástico en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos*. 84

Tabla 24A. *Análisis del índice plástico en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos*……..... 85

Tabla 25A. *Análisis de la longitud de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras*.…… ……. 85

Tabla 26A. *Análisis del ancho de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras* ……..……. 85

Tabla 27A. *Análisis de la altura de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras*……..… 86

Tabla 28A. *Análisis de las propiedades mecánicas de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras*.……..…….. 86

INDICE DE FIGURAS.

Pág.

Figura 1. *Variación de la densidad de las arcillas de tres diferentes canteras*…….. 34

Figura 2. *Variación de la conductividad eléctrica de las arcillas de tres diferentes canteras* ……. 36

Figura 3. *Variación del porcentaje de arena, arcilla y limo en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos*..…… 39

Figura 4. *Variación del pH de las arcillas de tres diferentes canteras*……. 41

Figura 5. *Variación de la humedad en porcentaje de las arcillas de tres diferentes canteras*……... 43

Figura 6. *Variación del límite líquido, plástico e índice plástico de tres diferentes canteras de arcilla* ……... 45

Figura 7. *Variación de la longitud de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras*. ……..……. 48

Figura 8. *Variación del ancho de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras*…….. 53

Figura 9. *Variación de la altura en ladrillos King Kong de tres diferentes canteras* ……..……. 57

Figura 10. *Variación de la resistencia a la compresión en ladrillos King Kong de tres diferentes canteras*. …….. 61

En el Anexo: **Pag.**

Figura 11A. *Obtención de muestras de la cantera n°1, para el análisis fisicoquímico de la arcilla para ladrillos*..... 87

Figura 12A. *Zona de extracción de arcilla para ladrillos, vista general*……..…. 87

Figura 13A. *Obtención de muestras de la cantera n°2, para el análisis fisicoquímico de la arcilla para ladrillos* ……..… 88

Figura 14A. *Zona de extracción mecánica de arcilla para ladrillos, en la cantera n° 2*…….. 88

Figura 15A. *Vista general de la cantera n° 2*……..…….. 89

Figura 16A. *Zona de extracción y etiquetado de muestras, en la cantera n° 2* 89

Figura 17A. *Georreferenciación del área de extracción de muestras, en la cantera n° 2* 90

Figura 18A. *Transporte de arcilla de diferentes canteras para la elaboración de ladrillos según tratamientos* ……. 90

Figura 19A. *Preparación de muestras de arcillas para análisis de laboratorio..* 91

Figura 20A. *Triturado previo al análisis físico de las muestras de arcillas*…….. 91

Figura 21A. *Pesado previo al análisis físico de las muestras de arcillas*…….. 92

Figura 22A. *Pesado previo de las muestras por tratamiento para el análisis físico de las muestras de arcillas* ……. 92

Figura 23A. *Pesado previo a la determinación de la densidad de las arcillas, según tratamientos* ……. 93

Figura 24A. *Determinación del volumen de las muestras de arcillas* …….. 93

Figura 25A. *Cuantificación del volumen de las muestras de arcillas*……. 94

Figura 26A. *Preparación de muestras de arcillas de la cantera n°3*……. 94

Figura 27A. *Evaluación de la resistencia a la comprensión de ladrillos en diferentes tratamientos*……... 95

Figura 28A. *Preparación de ladrillos para la prueba según tratamientos*…… 95

Figura 29A. *Ladrillos listos para la prueba de rotura*……... 96

Figura 30A. *Ladrillos recién salidos del horno de cocción*……..….. 96

Figura 31A. *Acopio de material según tratamientos para la elaboración de ladrillos*……... 97

Figura 32A. *Mezcladora de arcilla para la elaboración de ladrillos*……..…. 97

Figura 33A. *Resultado de Ensayos de Clasificación de Suelos*…… 98

Figura 34A. *Resultado de Ensayos de Clasificación de Suelos*…… 99

Figura 35A. *Resultado de Ensayos de Clasificación de Suelos*…… 100

Figura 36A. *Resultado de Ensayos de Compresión – Cantera con mejores resultados*…….. 101

Figura 37A. *Resultado de Ensayos de Compresión – Cantera con mejores resultados*…… 102

Figura 38A. *Resultado de Ensayos de Compresión – Cantera con mejores resultados*…… 103

Figura 39A. *Resultado de Ensayos de Compresión – Cantera con mejores resultados*…… 104

Figura 40A. *Resultado de Ensayos de Compresión – Cantera con mejores resultados*…… 105

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y fundamentación del problema

Los bloques de arcilla cocidos son empleados en la edificación de estructuras civiles, especialmente en la construcción de edificios y casas, debido a su asequibilidad, capacidad de proporcionar aislamiento térmico, y su amplia disponibilidad en diversas ubicaciones geográficas. Estas edificaciones están diseñadas en su mayoría, con un sistema de pórticos resistentes a momentos, mampostería reforzada o mampostería confinada, según el reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10) (AIS, 2010). Delgado (2022), menciona que ladrillo, utilizado en construcciones en todo el mundo, ha sido un material de construcción desde tiempos históricos. Originalmente, se le asoció con la palabra egipcia "ladrillo de barro crudo" debido a su formación a partir de arcilla. Las primeras viviendas construidas con ladrillos se encuentran en Mesopotamia, datando del siglo IX A.C. Estas casas se edificaron utilizando técnicas como el tapial, que consiste en una mezcla de arcilla, tierra y aglutinantes, mostrando rasgos prehistóricos en su construcción (Blanco, 2018). A lo largo de su período de utilización, estas estructuras se ven expuestas a fuerzas tanto verticales como horizontales, las cuales tienen el potencial de causar grietas en elementos de albañilería y paredes. Si su calidad no es adecuada, pone en peligro a sus ocupantes, y este fracturamiento influye en un aumento de su vulnerabilidad, en especial por la acción sísmica (AIS, 2010; Cuellar, 2006), por lo que es importante conocer las características y propiedades de los materiales (Afanador & Monroy, 2012). En el Perú los ladrillos están elaborados a partir de arcilla y se utilizan principalmente en la construcción de viviendas, así como en proyectos tanto públicos como privados. Su

fabricación implica en su mayoría un proceso manual. A pesar de que se producen en cantidades significativas, su manufactura se lleva a cabo con un equipamiento básico, y lamentablemente, la mayoría de los fabricantes no aplican un adecuado control de calidad durante su producción debido a la falta de conocimiento sobre el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) (Blanco, 2018 y Delgado, 2022).

En la región de Ucayali existen suelos con tres clases texturales, arena, limo y arcilla, en la actualidad se viene utilizando canteras de suelos con alto contenido de arcilla para la elaboración de ladrillos con diferentes características, pero no se conoce de forma precisa como afectan los diferentes tipos de arcillas en la característica físico y mecánicas del ladrillo King Kong, adicionalmente existen empresas que generan un enorme volumen de residuos como viruta, tocones y aserrín que no se vienen aprovechando de forma eficiente y la mayoría de empresas que se dedican a la fabricación de ladrillos no cumplen con la norma técnica peruana NTP 331.017, durante las prueba preliminares que se realizaron en anteriores trabajos de investigación tal como menciona Modena & Popolizio (2022), a través del análisis de Pareto se identificaron errores en las etapas de acopio de tierra, mezclado y moldeado y, hornos quemadores en el proceso de fabricación del ladrillo de 18 huecos a partir de los defectos de tipo fisura y decoloración (pocosvitales) y la exfoliación, microfisura, vitrificación y deformación (muchos triviales) las cuales dificultan que el producto cumpla los requisitos mínimos del ReglamentoE0.70 y N.T.P, por lo que también se planteó agregar aserrín fino de tahuari (*Handroanthus serratifolius*), en diferentes concentraciones esto con la intención de determinar su efecto en el

dimensionamiento y características mecánicas del ladrillo King Kong comparándolo con lo que menciona la norma técnica peruana NTP 331.017.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el mejor tipo de arcilla y el porcentaje óptimo de aserrín fino de tahuari (*Handroanthus serratifolius*), en las características físicas y mecánicas del ladrillo King Kong en Pucallpa?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles es el mejor tipo de arcilla y el porcentaje óptimo de aserrín fino de tahuari (*Handroanthus serratifolius*), en las características mecánicas del ladrillo King Kong en Pucallpa?
- ¿Cuál es la proporción optima de aserrín y el tipo de arcilla en las características físicas del ladrillo King Kong según la norma técnica peruana NTP 331.017?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar y evaluar los diferentes tipos de arcillas y aserrín fino de tahuari (*Handroanthus serratifolius*), en las características físicas y mecánicas del ladrillo king kong en Pucallpa.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el mejor tipo de arcilla y el porcentaje óptimo de aserrín fino de tahuari (*Handroanthus serratifolius*), en las características mecánicas del ladrillo King Kong en Pucallpa.

- Determinar la proporción optima de aserrín y el tipo de arcilla en las características físicas **del ladrillo King Kong** según la norma técnica peruana NTP 331.017.

1.4. Justificación e importancia

En la ciudad de Pucallpa, existen varios tipos de arcilla adecuadas para poder elaborar ladrillos que cumplan con la Norma Técnica Peruana. Además, en la región Ucayali, se cuenta con empresas dedicadas a la industria de la madera, que generan anualmente toneladas de desperdicio de aserrín que muchas veces son acumuladas en las riberas de los ríos.

Ante ello resulta importante buscar aplicaciones de estos materiales en la industria de la construcción como insumos en la obtención del ladrillo King Kong con una mayor resistencia a la compresión (kg/cm^2) y que cumpla con la norma técnica peruana NTP 331.017. se genera así, la oportunidad de que los empresarios dedicados a la industria ladrillera, puedan producir ladrillos de una mayor resistencia y a un precio menor.

1.5. Limitaciones y alcances

Las propiedades físicas (dimensionamiento) y mecánicas (resistencia a la compresión), de diferentes tipos de arcillas y aserrín fino de tahuari (*Handroanthus serratifolius*), en las características físicas y mecánicas del ladrillo King Kong en Pucallpa, se mencionan a continuación:

La selección adecuada de las diferentes canteras de la región de Ucayali, ya que actualmente existen más de 20 zonas de extracción de arcillas con diferentes características y contenido mineralógico. Por lo que el análisis de las muestras en el laboratorio será una herramienta importante para el cumplimiento de los objetivos. Otra limitante será el tiempo de acceso a los residuos de tahuari

(*Handroanthus serratifolius*), ya que actualmente son 4 empresas madereras las que se dedican al procesamiento de esta especie. Otra limitante será el acceso al horno de secado ya que esto se utilizan en periodos y tiempos establecidos por la gerencia de la empresa donde se realiza la cocción del King Kong.

El alcance de la investigación solo cubre los aspectos de propiedades física como el dimensionamiento y mecánicas como la resistencia a la comprensión de los ladrillos, aunque existen otras variables o propiedades solo se tomaran las dos mencionadas anteriormente durante el desarrollo de esta investigación.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

Hi = Se puede Analizar y evaluar los diferentes tipos de arcillas y aserrín fino de tahuari (*Handroanthus serratifolius*), en las características físicas y mecánicas del ladrillo king kong en Pucallpa

Ho = No se puede Analizar y evaluar los diferentes tipos de arcillas y aserrín fino de tahuari (*Handroanthus serratifolius*), en las características físicas y mecánicas del ladrillo king kong en Pucallpa.

1.6.2. Hipótesis específicas

- H1 = Si establecemos el mejor tipo de arcilla y el porcentaje óptimo de aserrín fino de tahuari (Handroanthus serratifolius), entonces determinaremos un efecto significativo en las características mecánicas **del ladrillo King Kong** en Pucallpa.
- H2 = Si utilizamos la norma técnica peruana NTP 331.017, entonces determinaremos la proporción optima de aserrín y el tipo de arcilla en las características del ladrillo King Kong.

1.7. Sistema de variables dimensiones e indicadores

1.7.1. Variable independiente

La variable independiente es la siguiente:

X1: Los tres diferentes tipos de arcillas.

X2: El aserrín fino de tahuari en diferentes porcentajes.

1.7.2. Variable dependiente

Y_1: Características físicas y mecánicas de los ladrillos.

1.8. Definición operacional de variables, dimensiones e indicador

Tabla 1.

Operacionalización de las variables en estudio.

Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades
Efecto de las arcillas y el aserrín	Es la cantidad porcentual de arcilla de 3 diferentes canteras obtenidas del para la elaboración del ladrillo King Kong.	Cantidad en porcentaje	Cantidad porcentual de arcillas presente en las muestras de las tres diferentes canteras para la elaboración del ladrillo King Kong.	Arcillas en m3
	Es el porcentaje de arcilla que será reemplazo por aserrín fino de tahuari en la elaboración del ladrillo King Kong.		Sustitución porcentual de las arcillas en 1%, 3%, 5% y 7% por aserrín de tahuari para la elaboración del ladrillo King Kong	Sustitución en (%)
características físicas y mecánicas de los ladrillos	Variación de las dimensiones de los ladrillos King Kong.	Propiedades físicas	Dimensiones del ladrillo (largo, ancho y espesor en cm.).	Dimensiones 9 cm de alto, 13 cm de ancho y 24 cm de largo.
	Después de la aplicación de los tratamientos se determinará los esfuerzos máximos de compresión a los ladrillos.	Propiedades mecánicas Norma NTP 331.017	Resistencia a la compresión en (Kg/cm2). Según tipo de arcilla y sustitución parcial de aserrín al 1%, 3%, 5% y 7% por aserrín de tahuari.	Compresión en (Kg/cm^2).
			Resistencia a la comprensión en 10 Mega Pascales o (130 kg/cm^2) y variación del dimensionamiento.	En 10 Mega Pascales o (130 kg/cm^2), como mínimo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Dávalos & Llamuca (2022), evaluó la “Resistencia a la compresión y flexión de ladrillos de arcilla artesanales de Chambo con adición de polvo de vidrio reciclado”. Determinar la capacidad de la compresión y capacidad a la flexión de los ladrillos de arcilla artesanales fabricados en el cantón Chambo. Los ladrillos modificados también presentan una mejora gradual en su resistencia ala flexión respecto a las muestras control, alcanzando un pico del 220% de capacidad que corresponde a 4.39 MPa en la dosificación del 8% de PV. Su capacidad disminuirá gradualmente a medida que esta dosificación es aumentada.

Deulofeuth & Severiche (2020), estudio la “Incidencia de la adición del aserrín fino en las propiedades físicas de los ladrillos de arcilla”. Tuvo como objetivo evaluar el efecto de la adición del aserrín fino como reemplazo de la arcilla en diferentes proporciones, en las propiedades de los ladrillos, para determinar su viabilidad y uso en la construcción. Se identificaron instrumentos y materiales necesarios para el proceso de fabricación de los ladrillos con adición de aserrín fino a unas proporciones (0%, 3%, 5% 7% y 10%) como remplazo de la arcilla. La adición de aserrín en proporciones bajas no afecta notablemente la resistencia a la compresión y mejora la resistencia a la absorción de los ladrillos, más sin embargo no sería viable aumentar los porcentajes de aserrín en gran cantidad, ya que la resistencia a la compresión se vería seriamente afectada a tal punto de no cumplir con lo establecido en la norma NTC 4017. La muestra

con 7% de adición de aserrín ya que posee una capacidad de absorción más baja que las otras muestras con un porcentaje de 18.36% y una resistencia a la compresión de 144.9Kg/Cm^2.

Vélez & Mendoza (2018), estudio la “Evaluación de la cascara de arroz para fabricación de ladrillos”. El objetivo fue realizar la evaluación mecánica de la cáscara de arroz como materia prima para la producción de ladrillo, aprovechando el elevado contenido de celulosa y sílice de las cenizas. La elaboración de ladrillo con cáscara de arroz en su totalidad obtuvo características físicas de mayor apreciación y se realizó análisis de resistencia donde obtuvo niveles altos de resistencia a diferencia del ladrillo comercia, así mismo con la materia prima que se cuenta se puede llegar a producir hasta 44000ladrillos al mes. Cabe mencionar que en el proceso de elaboración de ladrillo no requiere de maquinarias o equipos de tecnología avanzada, pues se procesa de manera artesanal.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Delgado (2022), En su tesis “Evaluación del ladrillo artesanal de arcilla adicionando aserrín de pino con fines estructurales, Bambamarca”. Tuvo como objetivo Evaluar los ladrillos artesanales de arcilla adicionando cantidades de 0%, 3%, 5%,10% y 15% de aserrín de pino con fines estructurales en la ciudad de Bambamarca. La combinación experimental ideal implica la incorporación del 5% de aserrín de pino, ya que con este porcentaje se logra cumplir con los estándares establecidos en la norma E.070 para todas las propiedades de resistencia, tanto en unidades individuales como en prismas de albañilería. Además, se observa que se cumplen satisfactoriamente los requisitos relacionados con el alabeo, la variación dimensional y la absorción. El ladrillo

convencional y los elaborados con 3% y 5% superan los 5.1 kg/cm^2 que se indica en la norma 339.613, lo que no ocurre con los ladrillos de 10% y 15% que lograron una resistencia por debajo de los 5.1 kg/cm^2.

Pérez & Peña, (2021), en su tesis titulada “Elaboración de ladrillos ecológicos en muros no estructurales” El ladrillo ecológico produce un impacto ambiental mayormente positivo, debido que está hecho de una mezcla conformada por suelo, agua y cemento, más un material reciclado como aditivo remplazante en cualquiera de sus componentes, para luego ser prensado a temperatura ambiente, el cual adquiere diferentes características que depende del material reciclado a remplazar parcialmente. En cambio, el ladrillo tradicional produce un impacto ambiental negativo debido a su proceso de cocción que emite a la atmósfera aproximadamente 0.41 kg de CO_2 por ladrillo producido.

Castañeda & Escalante (2020), en su tesis “Aprovechamiento del aserrín para la fabricación de ladrillos ecológicos, y lograr su próxima aplicación en el Perú”. Tuvo como objetivo buscar las aplicaciones que pueda tener el aserrín y su viabilidad del uso en la industria de la construcción. Se han ejecutado prototipos de ladrillos con diferentes proporciones de cemento/aserrín, siendo la dosificación más optima30:35:35(cemento: aserrín: arena, en volumen) para ladrillos de concreto con añadidura de aserrín. Así como, para el caso de ladrillos de arcilla, resulta prudente añadir solo el 3% de cenizas de aserrín, dado que, la resistencia a la compresión axial se ve perjudicada al añadir material orgánico en grandes cantidades en la mezcla. En el caso de los ladrillos de cemento/aserrín, resulta favorable añadir calen pequeñas proporciones para estabilizar la mezcla.

Obregón (2021), en su tesis “Incorporación de aserrín en las propiedades del ladrillo artesanal en Huaraz–2021”. demostrar la influencia de la incorporación del aserrín en las propiedades del ladrillo artesanal en Huaraz. La resistencia a la compresión alcanzo resultados menores al que indica la NTP E070 el que estipula que el ladrillo de tipo I la resistencia a la compresión mínima tiene que ser de 50.00 Kg/cm^2, se rescata con respecto al ladrillo convencional la dosificación empleada ayuda a incrementar su resistencia llegando como resistencia máxima con la incorporación del 10% de aserrín (30.00 Kg/cm^2), la norma INTINTEC 331.017 indica que su nivel de absorción es aceptable cuando no es mayor que el 22%. Nuestras unidades se encuentran dentro del límite, 14.10 (ladrillo con 5%), 14.30 (ladrillo con 10%) y14.70 (ladrillo con 15%).

Llontop & Yañez, (2019), estudio un “Diseño de ladrillo macizo incorporando aserrín para muros de albañilería, Tarapoto–2019”. Tuvo como objetivo Evaluar las propiedades físicas y químicas del aserrín a utilizar en el diseño del ladrillo macizo para muros de albañilería. Se concluyó que para nuestro diseño óptimo de mezcla se tuvo ciertas consideraciones es decir al incorporar aserrín (+10%) al diseño de mezcla se disminuye la cantidad de arena (-10%), puesto que el aserrín es utilizado en estado seco por lo que se propone aumentar cierto porcentaje de agua (+10%) y además se agrega cemento (+10%) ya que estos dos elementos cumplen una relación llamada agua/cemento.

2.1.3. Antecedentes locales

Chino & Mathios (2020), En su estudio "Producción de ladrillos sustentables utilizando plásticos PET reciclados y aserrín de la especie Huayruro (*Ormosia coccinea*) procedente de las industrias madereras en Ucayali, Perú".

Tuvo como determinar La creación de bloques amigables con el medio ambiente mediante la reutilización de plásticos PET y el uso de aserrín proveniente de la especie Huayruro (*Ormosia coccinea*) de las industrias madereras en Ucayali, Perú. En la evaluación de la Variación Dimensional, se observó que el tratamiento que consta de un 94% de PET y un 6% de aserrín registró una variación de tan solo 0.12 mm, lo cual resultó ser significativamente diferente en comparación con los demás tratamientos. Este tratamiento en particular mostró la mejor dimensión obtenida, indicando que la mezcla de materiales interactuó de manera uniforme sin perturbar la estructura. En consecuencia, se determinó que la proporción más adecuada para la fabricación de ladrillos ecológicos de PET y aserrín es la T4, que contiene un 96% de plástico PET y un 6% de aserrín (Chino & Mathios, 2020),

Modena & Popolizio (2022), estudio la “Examinación y supervisión de la calidad en el proceso de fabricación de ladrillos con 18 perforaciones, estipulados en el Reglamento E.070 y las normas establecidas por la NTP, dentro del contexto de la ciudad de Pucallpa en la región de Ucayali". El propósito de este estudio fue identificar las deficiencias en el proceso de elaboración de ladrillos con 18 perforaciones, de acuerdo con los requisitos mínimos estipulados en el Reglamento E.070 y la Norma Técnica Peruana (N.T.P). Los niveles de huecos en los ladrillos no excedieron el 25% y el 30%, como se prescribe en las normativas vigentes. Además, el análisis de varianza reveló que las modificaciones realizadas en el proceso de manufactura tuvieron un impacto positivo en el producto final de las unidades de albañilería con 18 perforaciones, permitiendo así cumplir con las especificaciones establecidas en el Reglamento E.070 y la N.T.P para aplicaciones estructurales.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Los ladrillos

Los ladrillos son piezas paralepipédicas, que se obtienen por moldeo, secado y cocción a temperatura elevada de una pasta de arcilla, a veces con adición de otras materias. Su dimensión máxima es de 29 cm, condicionada a su manejo con una sola mano. Los ladrillos se clasifican en tres tipos principales: macizo, perforados y huecos. Dentro de estos tipos mayores, existen diseños muy variados dependiendo, por ejemplo, en los ladrillos huecos de si son dobles o sencillos, de su medida, etc" (Bustillo, 2005).

La norma técnica E-70 se enfoca en la Unidad de Albañilería, la cual abarca elementos como los ladrillos y bloques fabricados a partir de arcilla cocida, concreto o sílice y cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular" (Reglamento nacional de edificaciones, 2014). Los ladrillos artesanales según la NTP 331.017 Chino & Mathios (2020), lo definen como "El ladrillo fabricado con métodos principalmente manuales es aquel en el que la mezcla y moldeado se realiza a mano o con maquinaria básica que, en algunos casos, extruye la pasta de arcilla a baja presión. Para llevar a cabo el proceso de moldeado, se utiliza arena o agua para evitar que la arcilla se adhiera a los moldes, el ladrillo fabricado de forma artesanal se distingue por presentar variaciones de una unidad a otra, lo que le confiere un acabado característico" (NTP331.017,1978, p.1) (Olave, 2017).

2.2.1.1. Características de los ladrillos

En su tesis Modena & Popolizio (2022), menciona que el ladrillo se utiliza principalmente en la construcción de muros, tabiques, suelos, y

otros elementos similares. Por lo tanto, es necesario que el ladrillo sea resistente a los efectos del clima y tenga la capacidad de soportar fuerzas de compresión. Del Río (1975), Moreno (1981), Somayaji (2001) y Gallegos (2005), Un ladrillo considerado bueno para la construcción de muros de albañilería debe tener las siguientes características generales: ser bien moldeado, lo que resulta en caras planas, lados paralelos y bordes y ángulos afilados. También debe ser poroso, pero no en exceso, para permitir una buena adherencia al mortero; no debe contener sales solubles que puedan causar eflorescencia; y al ser golpeado con un martillo u otro objeto similar, debe producir un sonido metálico, lo cual indica que el ladrillo está bien cocido y no presenta defectos como fisuras (Modena & Popolizio, 2022). Así mismo debe contar con una geometría homogénea, compacta, luciente y exenta de caliches, no debe estar demasiado cocido ya que produciría una unidad de color violáceo o negruzco, con una estructura vitrificada y brillosa, con deformaciones y grietas. Un ladrillo demasiado cocido es muy duro pero la resistencia queda anulada por las fisuras (Modena & Popolizio, 2022). El ladrillo debe cumplir con varias características físicas para ser considerado de buena calidad. Debe tener una geometría homogénea, compacta y brillante, sin caliches. No debe estar demasiado cocido, ya que eso resultaría en un color violáceo o negruzco, con una estructura vitrificada y brillante, así como deformaciones y grietas. Un ladrillo demasiado cocido puede ser muy duro, pero su resistencia se ve afectada por las fisuras. Por otro lado, tampoco debe estar poco cocido o blando, ya que podría desmoronarse fácilmente y producir un sonido apagado. Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E.070 Albañilería), Chino & Mathios (2020), el ladrillo debe estar libre de elementos extraños en su superficie o en su interior, como guijarros, conchuelas o nódulos

calcáreos. Además, es importante que esté adecuadamente cocido, tenga un color uniforme y no presente vitrificaciones (Barranzuela, 2014; Modena & Popolizio, 2022). Chino & Mathios (2020), los ladrillos no deben tener grietas, fracturas u otros defectos que puedan afectar su durabilidad y resistencia. Tampoco deben tener manchas o vetas blancas causadas por la presencia de sales u otros tipos de imperfecciones. Según la norma NTP 331.017, los ladrillos deben estar libres de defectos, deficiencias y tratamientos superficiales que puedan afectar su correcta colocación o perjudicar significativamente la resistencia o el rendimiento de la construcción. (Barranzuela, 2014; Modena & Popolizio, 2022).

2.2.1.2. Propiedades de los ladrillos

Las características principales de las unidades de albañilería deben ser comprendidas en relación con el producto final, que es la albañilería. Estas características se pueden clasificar en dos categorías principales (Moreno, 1981; Moreno, 2021).

Propiedades físicas relacionadas a la estética del material (Modena & Popolizio, 2022).

Color: El color resultante depende de la materia prima y del grado de quemado, siendo el hierro el óxido más influyente en la tonalidad de las arcillas entre los óxidos comunes presentes en ellas (Modena & Popolizio, 2022).

Textura: Modena & Popolizio (2022), menciona cómo la apariencia o superficie de la unidad es afectada por la manera en que se produce (Somayaji, 2001).

Propiedades ingenieriles:

Barranzuela (2014), A continuación, se presentan algunas de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de arcilla (Gallegos, 2005; Modena & Popolizio, 2022): Relacionadas con la resistencia estructural

Resistencia a la compresión: Característica mecánica que capacita al ladrillo para soportar cargas aplicadas en forma de compresión (Modena & Popolizio, 2022).

Diferencias en las dimensiones en comparación con la medida estándar, especialmente en lo que respecta a la altura de la unidad (Modena & Popolizio, 2022).

Curvaturas en las superficies de apoyo, que se pueden cuantificar como concavidades o convexidades (Modena & Popolizio, 2022).

Inclinaciones en las superficies de apoyo, las cuales pueden ser evaluadas como hundimientos hacia adentro o protuberancias hacia afuera (Modena & Popolizio, 2022).

Relacionadas con la longevidad o durabilidad:

Absorción: Una característica física que se refiere a la capacidad de retener una sustancia, en este caso, agua en estado líquido.

Resistencia a la congelación: La habilidad de los ladrillos para resistir bajas temperaturas sin comprometer sus propiedades ni sufrir fracturas.

Resistencia al fuego: Una propiedad física de los ladrillos que implica la capacidad de soportar altas temperaturas sin sufrir daños.

Aislamiento térmico: Una característica física que impide la transferencia de calor debido a su baja conductividad térmica.

2.2.1.3. Clasificación de los ladrillos

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

Clasificación de ladrillos según resistencia y durabilidad (Modena & Popolizio, 2022):

Tipo I: Exhibe resistencia y durabilidad mínimas y es adecuado para construcciones de albañilería con requisitos mínimos en las condiciones de servicio (Modena & Popolizio, 2022).

Tipo II: Posee resistencia y durabilidad bajas y se utiliza en construcciones de albañilería sometidas a condiciones de servicio moderadas (Modena & Popolizio, 2022).

Tipo III: Ofrece resistencia y durabilidad de nivel medio, siendo adecuado para construcciones de albañilería de uso general (Modena & Popolizio, 2022).

Tipo IV: Presenta resistencia y durabilidad elevadas y es apropiado para construcciones de albañilería que enfrentan condiciones de servicio rigurosas (Modena & Popolizio, 2022).

Tipo V: Muestra resistencia y durabilidad muy altas, siendo apto para construcciones de albañilería que se someten a condiciones de servicio particularmente rigurosa (Modena & Popolizio, 2022).

La Norma Técnica Peruana 331.017 (2003) clasifica los ladrillos de arcilla en cuatro tipos adicionales (Modena & Popolizio, 2022).

Tipo 21: Destinado para aplicaciones que requieren alta resistencia a la compresión y resistencia a la penetración de la humedad, así como la exposición severa al frío (Modena & Popolizio, 2022).

Tipo 17: Utilizado en aplicaciones generales donde se necesita moderada resistencia a la compresión y una buena resistencia a las condiciones frías y a la penetración de la humedad (Modena & Popolizio, 2022).

Tipo 14: Apropiado para aplicaciones generales que demandan moderada resistencia a la compresión (Modena & Popolizio, 2022).

Tipo 10: Empleado en aplicaciones generales que requieren moderada resistencia a la compresión (Modena & Popolizio, 2022).

2.2.2. La arcilla

Modena & Popolizio (2022), el término "arcilla", que se describe y define de diversas maneras, es variable y desafiante de definir con precisión. Desde la perspectiva de su origen, la arcilla carece de una definición uniforme, ya que puede ser un depósito sedimentario, un producto de la meteorización, un producto de origen hidrotermal o el resultado de una síntesis. La falta de precisión en el término "arcilla" se debe a que tiene significados conceptuales distintos para el ceramista, el geólogo, el edafólogo o el fabricante de ladrillos (Besoain, 1985). Del Río (1975), La arcilla se puede describir como una roca terrosa que se origina como un subproducto resultante de la descomposición de materiales previamente existentes con contenido de alúmina. Otros autores como Kohl (1975), indican que las arcillas se forman como resultado de la

erosión química de las rocas, aunque esta afirmación puede ser un tanto imprecisa o menos específica. Del Busto (1991), considera que es una clase especial de tierra, formada por descomposición de rocas mediante la acción de agentes ambientales. La definición más completa parece ser la propuesta por Rhodes (1990), Esto sugiere que la arcilla se compone de minerales y sustancias coloidales que han surgido a través de la descomposición química de rocas ricas en alúmina. Este proceso geológico de formación se debe al envejecimiento continuo del planeta y, dado que este proceso ocurre en todo el mundo, la arcilla se considera un material común y ampliamente disponible (Modena & Popolizio, 2022). Modena & Popolizio (2022), La mayoría de las rocas que componen la capa externa de la Tierra están compuestas principalmente de feldespato, que es el mineral más abundante en nuestro planeta. Estas rocas que contienen feldespato se llaman "rocas feldespáticas", y la formación de arcilla se debe en gran parte a la descomposición de estas rocas (Rhodes, 1990), así también lo menciona (Barranzuela, 2014; Modena & Popolizio, 2022).

2.2.2.1. Composición de la arcilla

Según Barranzuela (2014), la arcilla en su estado natural consta de uno o, en la mayoría de los casos, varios minerales arcillosos. Principalmente, estos minerales de arcilla son silicatos de aluminio, aunque también pueden contener productos hidratados resultantes de la descomposición de rocas aluminosas y silicatadas, así como otros elementos como fragmentos de rocas, óxidos hidratados, álcalis y materiales coloidales (Del Río, 1975). Modena & Popolizio (2022), conforme a lo mencionado previamente, las arcillas se originan naturalmente a partir de la degradación de rocas ígneas o feldespatosas, tanto en depósitos aluviales como eólicos (Gallegos, 2005).

Esto explica la similitud en la composición química entre la corteza terrestre y la mayoría de las arcillas, donde los contenidos más destacados son sílice y alúmina (Rhodes, 1990; Modena & Popolizio, 2022). Barranzuela (2014), Las arcillas con un mayor grado de pureza son las que cuentan con un alto contenido de sílice y alúmina. El contenido de hierro y otras impurezas en este tipo de arcillas tiende a ser más bajo. El caolín y la arcilla plástica son un ejemplo de este tipo de arcillas. El contenido químico de los diferentes tipos de arcillas puede variar considerablemente. Este cambio es consecuencia de las condiciones con las cuales se formó la roca ígnea de la que proviene (Rhodes, 1990).

2.2.2.2. Características físicas de la arcilla

Modena & Popolizio (2022), es evidente que la caracterización de la arcilla está intrínsecamente ligada a la complejidad y proporción de sus componentes, tal como lo señala Besoain (1985). La distribución del tamaño de partículas es un factor de extrema importancia, ya que incide en el grado de compactación de las partículas y, por consiguiente, en las propiedades físico-mecánicas de los productos elaborados con arcilla, como la porosidad, la absorción de agua y la resistencia a la flexión, entre otras (Barranzuela, 2014). La variabilidad en el tamaño de las partículas de arcilla, dependiendo del tipo de arcilla en cuestión, contribuye a la variación de las propiedades físicas de las arcillas, como menciona Rhodes (1990). En muchos casos, se encuentra una abundancia de partículas en arcillas con un diámetro inferior a un micrón (0.001 mm). Estas partículas suelen ser delgadas, planas y alargadas, lo que resulta en una elevada área superficial por unidad de volumen. El tamaño sumamente reducido de las partículas de arcilla se debe al proceso de descomposición de la roca debido a la interacción entre las partículas de las

rocas. No obstante, junto a estas partículas diminutas, es común hallar fragmentos de mayor tamaño que pueden ser feldespato inalterado, cuarzo u otros minerales que se han unido a la arcilla a lo largo del transporte o durante la sedimentación. Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el rango típico de tamaño de grano es de 4.75 mm a 0.075 mm de diámetro para las arenas y menos de 0.075 mm de diámetro para las arcillas (Barranzuela, 2014; Modena & Popolizio, 2022).

Según Barranzuela (2014), la composición mineral de una arcilla tiende a variar en función del tamaño de las partículas, lo que significa que algunos minerales tienden a concentrarse dentro de ciertos límites de tamaño. Por ejemplo, el cuarzo y, en mayor medida, el feldespato, tienen una mayor presencia en la fracción de arcilla más gruesa (de 2 a 0.2 micrómetros, μ ϕ). Por otro lado, los minerales característicos de la arcilla son más predominantes en las fracciones más finas (Modena & Popolizio, 2022). Por lo general, en tamaños inferiores a 0.2 micrómetros, solo se encuentran minerales arcillosos y algunos óxidos. Modena & Popolizio (2022), para lograr una caracterización completa de una arcilla, es necesario realizar la separación o fraccionamiento de acuerdo al tamaño adecuado. Una identificación precisa debe mantener las propiedades que presentan los minerales en su estado natural, como señala Besoain (1985).

Modena & Popolizio (2022), La reintegración al trabajo debe ser planificada de manera segura, teniendo en cuenta que las propiedades de las arcillas están intrínsecamente relacionadas con sus antecedentes geológicos, particularmente el entorno en el que se ha depositado (ONU, 1970). Estas propiedades, que se derivan de su mineralogía, estado físico e historia geológica, pueden ser modificadas con cierta facilidad y su versatilidad en

aplicaciones se basa en sus propias características y en cómo interactúan con otras sustancias (Sociedad Geológica Mexicana, 1964). Para comprender mejor el comportamiento de la arcilla utilizada en la mezcla para la fabricación de ladrillos, se presentan a continuación algunas de las propiedades clave de la arcilla (Barranzuela, 2014).

2.2.2.3. Clasificación de las arcillas

Varios investigadores proponen una clasificación de las arcillas considerando varios criterios, que pueden incluir su procedencia, composición o habilidad para retener agua (Barranzuela, 2014).

Arcillas primarias o residuales: Modena & Popolizio (2022), los depósitos iniciales de arcilla se han generado en la misma ubicación que sus rocas originales. Estas arcillas se forman directamente a partir de la descomposición natural de rocas ígneas o feldespatos (Gallegos, 2005). Por esta razón, la arcilla originaria de estos depósitos proporciona los materiales más puros, aunque son relativamente escasos (Del Río, 1975). Estas arcillas, que no han sido transportadas por agentes como el agua, el viento o el glaciar, tienden a ser generalmente más puras. Esto se debe a que las partículas que contienen la mayoría de las impurezas son aquellas que han sido arrastradas por el viento o el agua. En la mayoría de los depósitos de arcillas primarias, es posible hallar fragmentos de roca sin alterar. Dado que la arcilla no ha pasado por el proceso de clasificación de partículas mediante la suspensión en el agua, los granos de mayor y menor tamaño se encuentran mezclados (Barranzuela, 2014). Por lo general, los yacimientos de arcillas primarias tienden a contener partículas más grandes y presentan una plasticidad reducida (Hamilton, 1989).

Modena & Popolizio (2022), **Arcillas secundarias o sedimentarias** son depósitos que se originan a través del transporte de arcilla por medios como agua, viento o hielo. La arcilla que se encuentra en estos depósitos es la más común en la Tierra (Del Río, 1975). Estas arcillas secundarias se caracterizan por no encontrarse en el mismo lugar donde ocurrió la descomposición de la roca madre, ya que han sido transportadas a otro sitio. El agua suele ser el medio principal de transporte, aunque el viento y los glaciares también pueden desempeñar un papel en su movilización. Modena & Popolizio (2022), Durante el transporte por agua, las partículas de arcilla experimentan dos procesos: primero, se desgastan debido a la fricción entre ellas, y luego, al llegar a aguas más tranquilas, se someten a un proceso de selección. En esta etapa, las partículas más grandes se sedimentan, separándose de las más pequeñas que permanecen en suspensión en el agua. En comparación con las arcillas primarias, la pureza de las arcillas secundarias tiende a ser menor, ya que son una mezcla de diversas arcillas erosionadas de diferentes lugares, lo que da lugar a la presencia de impurezas como hierro, cuarzo, mica y otros componentes (Barranzuela, 2014). Modena & Popolizio (2022), En lo que respecta a los estudios relacionados con las propiedades de las arcillas, diversos autores han realizado investigaciones en las que se han obtenido valores específicos. Castrillón et al. (2016) determinaron una densidad aparente de 2.06 ± 0.03 g/cm³ para arcillas utilizadas en la fabricación de ladrillos, con valores adecuados de 1.95 g/cm³ y 1.76 g/cm³ para ladrillos convencionales y ladrillos con un 2.5% de colillas, respectivamente (Corredor, Guzmán & Torres, 2020). Díaz et al. (2022) obtuvieron valores de conductividad eléctrica en un rango de 0.49 a 0.79%. Muestras de arcilla presentaron una

composición variada en términos de contenido de grava, arena y limo/arcilla (Manco et al., 2020). Castillo (2017) determinó que el límite líquido variaba según las condiciones de secado, siendo de 80% en muestras secadas al horno y de 450% en muestras secadas a temperatura ambiente a una humedad del 150%. Chávez & Laban (2020) evaluaron el límite plástico y el índice de plasticidad, encontrando promedios de 22.58%, 17.31% y 18.84% para el límite plástico, y promedios de 29.05%, 36.96% y 34.07% para el índice de plasticidad. La gravedad específica de sólidos en tres muestras tomadas en el área de estudio oscilaba entre 2.26 g/cm³ y 2.28 g/cm³ (Seclén, 2022).

2.2.2.4. Arcillas para la fabricación de ladrillos

Modena & Popolizio (2022), Las arcillas presentarán características distintas, que son específicas de cada tipo, dependiendo de las condiciones y factores que influyeron en su formación, y estas particularidades influirán en las propiedades de la mezcla de la que formen parte, como es el caso de la elaboración de ladrillos (Gallegos, 2005). Modena & Popolizio (2022), En la fabricación de ladrillos, los materiales utilizados suelen ser arcillas amarillas o rojas, las cuales tienden a tener una composición heterogénea o relativamente impura, generalmente siendo de tipo secundario. Para ser adecuadas en la mezcla, las arcillas deben ser plásticas al entrar en contacto con el agua, de manera que puedan ser moldeadas en moldes o mediante máquinas extrusoras que les proporcionan su forma final. Sus partículas deben tener una suficiente capacidad de adhesión para mantener la estabilidad de la unidad una vez moldeada, y deben ser capaces de fundirse y unirse cuando se calientan a temperaturas elevadas. Según estas características, las arcillas superficiales cumplen con las condiciones necesarias para ser utilizadas en la fabricación de

ladrillos. Este tipo de arcillas son más accesibles para la extracción, ya que pertenecen a formaciones sedimentarias recientes y, por lo tanto, son las más utilizadas en este proceso (Barranzuela, 2014). No obstante, debido a su mayor exposición a la contaminación por sales, tanto de origen natural como derivadas del uso agrícola del suelo, estas arcillas tienden a producir ladrillos más susceptibles a la eflorescencia (Gallegos, 2005).

2.2.3. El aserrín

Chino & Mathios (2020).El aserrín se refiere a las partículas o polvo que se desprenden de la madera durante el proceso de aserrado. Esto también incluye minúsculas partículas de madera generadas durante la manipulación de la madera, paneles contrachapados y aglomerados. Además del polvo, el proceso de aserrado produce virutas, que son fragmentos residuales con forma de láminas curvadas o espirales (Reyes, 2013). La granulometría se refiere a la medición y distribución de los tamaños de partículas en un agregado, y se determina mediante un análisis de tamices. El método más simple para determinar la granulometría implica el uso de una serie de mallas con diferentes aberturas que actúan como filtros para separar los granos, este método es conocido como columna de tamices. La madera que se encuentra en uso generalmente contiene un nivel de humedad que varía entre el 6% y el 18%, dependiendo del uso, la exposición a la intemperie y la estación del año. Esta variación en el contenido de humedad de la madera puede tener un impacto significativo (Chino & Mathios, 2020).

2.3. Definición de términos básicos

Ladrillo, Un ladrillo es una pieza construida con arcilla, adobe o hormigón, y puede ser cocida o no. Estos bloques se producen utilizando moldes o

extendiendo una capa gruesa de material arcilloso y luego cortándola con alambres para obtener el tamaño deseado. Los ladrillos se emplean en la construcción de edificios y pavimentos. (Chino & Mathios, 2020).

Aserrín, Se refiere a los restos generados durante el proceso de aserrado de la madera, comúnmente en un aserradero. Estos materiales, en un principio considerados como subproductos o desechos del corte de madera, representan residuos forestales que tienen un alto impacto ambiental (Chino & Mathios, 2020).

Arcilla, La descripción más exhaustiva proviene de la propuesta de Rhodes (1990), quien señala que la arcilla es una amalgama de minerales y sustancias coloidales originadas a partir de la descomposición química de rocas con contenido de alúmina. Este material se forma a lo largo de los procesos geológicos relacionados con el envejecimiento del planeta. Debido a que el proceso de envejecimiento es un fenómeno constante que ocurre en todo el mundo, la arcilla se considera un recurso común y ampliamente disponible (Barranzuela, 2014).

Tahuari, Es un árbol que pertenece al género Handroanthus serratifolius, esta especie tiene un alto contenido de sílice, que contribuirá a mejorar la resistencia a la comprensión de los ladrillos.

Comprensión, Es una prueba que consiste en colocar una pila en el mortero ya que están sentados una sobre otras. El prisma está fabricado con su misma consistencia para el mortero y la humedad ya que los ladrillos están hechos para la construcción (Picon, 2022).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Metodología y técnicas utilizadas

3.1.1. Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación es aplicada ya que se utilizó conocimiento para resolver algún problema en este caso el “Analizara el efecto de diferentes tipos de arcillas y aserrín fino de tahuari (*Handroanthus serratifolius*), en las características físicas y mecánicas de ladrillos King kong en Pucallpa”. Está tipo de investigación está orientada a resolver los problemas que se presentan en los procesos de producción, distribución, circulación, y consumo de bienes y servicios de cualquier actividad humana. Se denomina aplicadas; porque en base a investigación básica, pura o funda-mental en las ciencias fácticas o formales se formulan problemas o hipótesis de trabajo para resolverlos problemas de la vida productiva de la sociedad. Se llama también tecnológico, porque su producto no es un conocimiento puro, sino tecnológico. Este tipo de investigaciones están orientadas a mejorar, perfeccionar u optimizar el funcionamiento de los sistemas, los procedimientos, normas, reglas tecnológicas actuales a la luz de los avances de la ciencia y la tecnología; por tanto, este tipo de investigación no se presta a la calificación de verdadero, falso o probable sino a la de eficiente, deficiente, ineficiente, eficaz o ineficaz (Ñaupas, 2013; Esteban, 2018).

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de la investigación es experimental, porque existió un efecto de la variable la arcilla y el aserrín fino de tahuari (*Handroanthus*

serratifolius), en las características físicas y mecánicas de ladrillos King Kong en Pucallpa. Los estudios experimentales son un grupo de diseños de investigación que se usan generalmente para evaluar alguna medida o variable modificada; sin embargo, con estos diseños también se evalúan otro tipo de intervenciones. Como intervención(es) o cambios en los componentes de los insumos de los ladrillos a modificar uno o más que se requiera para obtener alguna respuesta (Zurita, 2018). Normalmente los promedios son sometidos a alguna prueba de promedio paramétrico, con la intención de encontrar diferencias significativas entre los tratamientos.

3.1.3. Diseño de investigación

La variable independiente se caracteriza por generar los grupos de intervención que se organizan en el estudio. Clásicamente, una variable independiente es la variable causal que genera un impacto sobre una variable dependiente, en tal sentido, los niveles de experimentación de la variable independiente generarán un impacto en la variable que se pretende influir (Galarza, 2021).

El presente trabajo de investigación se utilizó el diseño completamente al azar DCA, con 15 tratamientos y 5 repeticiones (cada repetición estuvo formada por un ladrillo), se obtuvo un total de 75 unidades experimentales, de encontrarse diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos se aplicó la prueba de Tukey al 0.05 de significación para cada variable en estudio.

Modelo estadístico:

$$Yij = U + Ti + Eij$$

Donde:

Yij = Cualquier observación en estudio.

U = Media general

Ti = Efecto del i – esimo tratamiento en estudio

Eij = Error o residual.

Los tratamientos planteados para determinar el efecto de diferentes tipos de arcillas y aserrín fino de tahuari (Handroanthus serratifolius), en las características físicas y mecánicas de ladrillos King Kong en Pucallpa. Son los siguientes:

T_1: Arcilla de la primera cantera sin aserrín.

T_2: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 1%.

T_3: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 3%.

T_4: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 5%.

T_5: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 7%.

T_6: Arcilla de la segunda cantera sin aserrín.

T_7: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 1%.

T_8: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 3%.

T_9: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 5%.

T_{10}: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 7%.

T_{11}: Arcilla de la tercera cantera sin aserrín.

T_{12}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 1%.

T_{13}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 3%.

T_{14}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 5%.

T_{15}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 7%.

Tabla 2.

Grados de libertad y fuentes de variabilidad del análisis ANVA.

FV	GL
Tratamientos	14
Error	60
Total	74

El análisis de las propiedades físicas y mecánicas se realiza en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Ucayali, además de laboratorios privados de la localidad, estos se realizarán utilizando los tratamientos necesarios para obtener promedios que represente de forma significativo a la población en estudio.

Se utilizó el programa Microsoft Excel, para la tabulación de los gráficos y para realizar la base de datos para ser analizados posteriormente con el software SPSS 22 para los promedios obtenidos y para determinar diferencias significativas según la prueba de promedio de Tukey.

Luego los datos se redactaron en el programa Microsoft Word según el reglamento de grados y títulos de Carrera Profesional de Ingeniería Civil.

La técnica de recolección de datos se realizará mediante un formato sistematizado para almacenar y analizar la información para su procesamiento.

Tabla 3.

Formato para la recolección de datos.

Tratamiento	Resistencia en (kg/cm2)	Dimensionamiento		
		Largo	Ancho	Espesor
T1				
T2				
T3				
T4				
T5				
T6				
T7				
T8				
T9				
T10				
T11				
T12				
T13				
T14				
T15				

Para obtener información precisa de los ladrillos se realiza por observación directa y se tomaran las fotografías pertinentes por cada tratamiento en estudio. Los resultados se comparan con la norma técnica peruana NTP 331.017.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población total estuvo formada por el número total ladrillos fabricados con o sin tratamientos de aserrín fino de tahuari, estará conformada por 1000 ladrillos.

3.2.2. Muestra

Para alcanzar los objetivos de la investigación y poder determinar el efecto de diferentes tipos de arcillas y aserrín fino de tahuari (Handroanthus serratifolius), en las características físicas y mecánicas de ladrillos King kong en Pucallpa, se trabajará con un total de 75 ladrillos, que serán sometidos a la prueba de resistencia a la compresión en (Kg/cm^2) y el dimensionamiento de los ladrillos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Características fisicoquímicas y mecánicas de la arcilla de tres canteras

4.1.1. Densidad de las arcillas de tres canteras

Los resultados obtenidos del análisis de varianza de la densidad de las arcillas de tres diferentes canteras, se encuentran detallados en la Tabla 15A. En esta Tabla, se destacan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos analizados. El coeficiente de variabilidad registrado es del 1.15%, lo que sugiere que los datos están concentrados en torno a la media, lo que facilita las comparaciones entre las diferentes muestras. Adicionalmente, el coeficiente de determinación, representado por R^2 = 0.9392, indica que el 93.92% de la variabilidad en los valores de la variable puede atribuirse al efecto de los tratamientos evaluados, mientras que el 6.08% restante se debe a factores no controlables en el contexto de este estudio.

Tabla 4.

Contenido de la densidad de las arcillas de tres diferentes canteras.

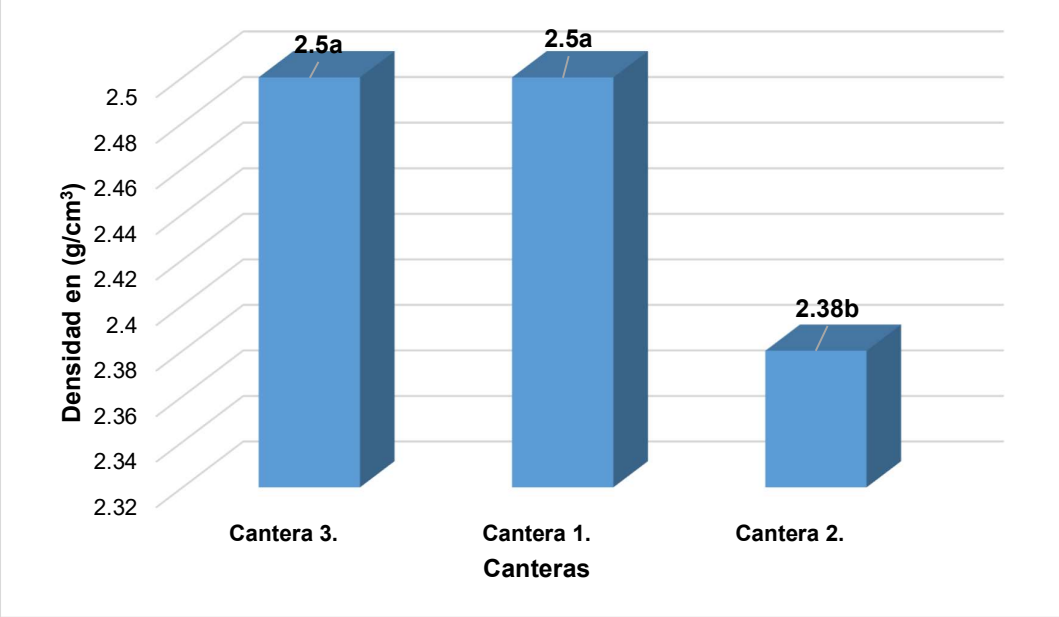
Canteras	Densidad en (g/cm^3)	Significancia
Cantera 3.	2.5	a
Cantera 1.	2.5	a
Cantera 2.	2.38	b

Esta columna enumera las tres canteras de las cuales se obtuvieron las muestras de arcilla. Estas canteras se identifican como "Cantera 1", "Cantera 2" y "Cantera 3".

Esta columna muestra los valores de densidad de las arcillas en cada una de las canteras. La densidad se expresa en gramos por centímetro cúbico (g/cm³). Los valores específicos son 2.5 para las Canteras 3 y 1, y 2.38 para la Cantera 2. Esta columna indica la significancia estadística de los valores de densidad en cada cantera. Las letras "a" y "b" se utilizan para identificar los diferentes grupos estadísticos. En este caso, las Canteras 3 y 1 tienen el mismo valor de densidad con 2.5 y, por lo tanto, se agrupan bajo la misma letra "a", mientras que la Cantera 2 tiene un valor ligeramente diferente con 2.38, lo que la coloca en un grupo diferente identificado con la letra "b".

Figura 1.

Variación de la densidad de las arcillas de tres diferentes canteras.



4.1.2. Conductividad de las arcillas de tres canteras

Los datos obtenidos del análisis de varianza de la conductividad eléctrica de las arcillas de tres diferentes canteras, se encuentran detallados en la Tabla 16A. En esta Tabla, se destacan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos analizados. El coeficiente de variabilidad registrado es del 1.81%, lo que sugiere que los datos están concentrados en torno a la media, lo que facilita las comparaciones entre las diferentes muestras. Adicionalmente, el coeficiente de determinación, representado por $R^2 = 0.9733$, indica que el 97.33% de la variabilidad en los valores de la variable puede atribuirse al efecto de los tratamientos evaluados, mientras que el 2.67% restante se debe a factores no controlables en el contexto de este estudio.

Tabla 5.

Contenido de la conductividad eléctrica de las arcillas de tres diferentes canteras.

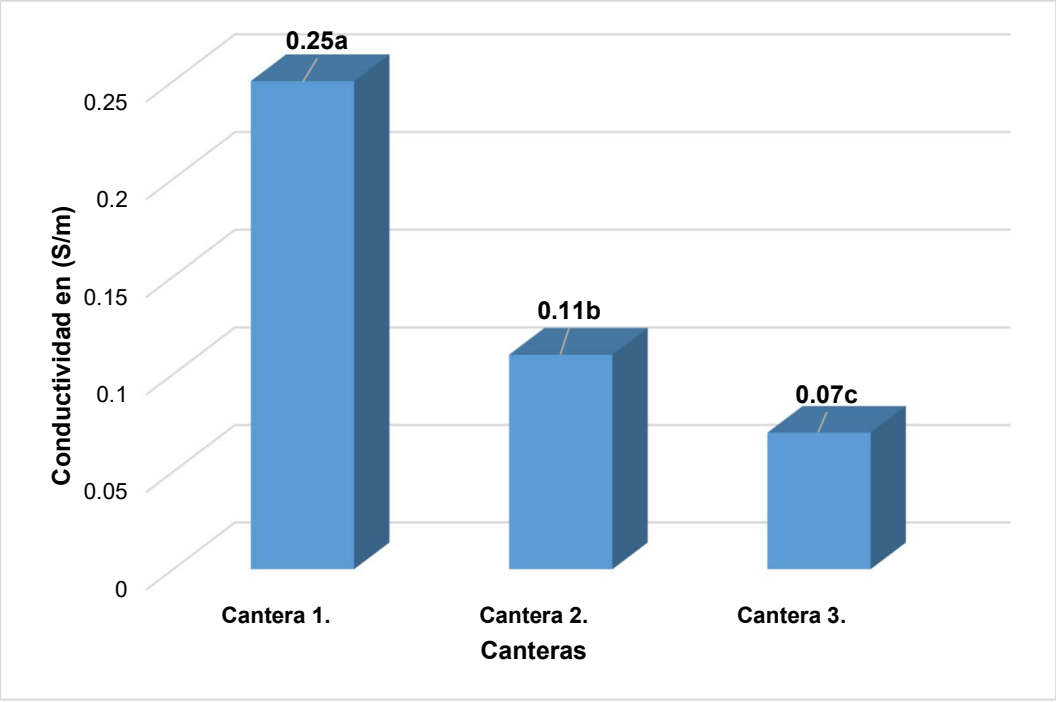
Canteras	Conductividad en (S/m)	Significancia
Cantera 1.	0.25	a
Cantera 2.	0.11	b
Cantera 3.	0.07	c

Esta columna enumera las tres canteras de las cuales se obtuvieron muestras para medir la conductividad eléctrica. Estas canteras se identifican como "Cantera 1", "Cantera 2" y "Cantera 3". Esta columna muestra los valores de conductividad eléctrica en cada una de las canteras. La

conductividad se mide en Siemens por metro (S/m). Los valores específicos son 0.25 S/m para la Cantera 1, 0.11 S/m para la Cantera 2 y 0.07 S/m para la Cantera 3. Esta columna indica la significancia estadística de las diferencias entre las canteras en términos de conductividad eléctrica. Las letras "a", "b" y "c" se utilizan para identificar diferentes grupos estadísticos. En este caso, las letras asignadas indican que existen diferencias significativas entre las conductividades de las canteras, y se agrupan en función de sus similitudes según la prueba de Tukey.

Figura 2.

Variación de la conductividad eléctrica de las arcillas de tres diferentes canteras.



4.1.3. Propiedades físicas de las arcillas de tres canteras

Los resultados obtenidos del análisis de varianza del porcentaje de arena, arcilla y limo de tres diferentes canteras, se encuentran detallados en la Tabla 17A, 18A y 19A. En esta Tabla, se destacan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos analizados. El coeficiente de variabilidad registrado es del 8.24%, 1.11%, y 1.73%, lo que sugiere que los datos están concentrados en torno a la media, lo que facilita las comparaciones entre las diferentes muestras. Adicionalmente, el coeficiente de determinación, representado por R^2 = 0.9677, 97.32 y 98.33, indica que el 96.77%, 97.32%, y 98.33% de la variabilidad en los valores de la variable puede atribuirse al efecto de los tratamientos evaluados, mientras que el 3.23%, 2.68% y 1.67% restante se debe a factores no controlables en el contexto de este estudio.

Tabla 6.

Contenido en porcentaje de arena, arcilla y limo en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos.

Canteras	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)
Cantera 1.	13.60 a	69.20 c	17.20 a
Cantera 2.	3.60 b	83.20 b	13.20 c
Cantera 3.	0.40 c	85.20 a	14.40 b

Los resultados del análisis granulométrico de las materias primas en tres canteras diferentes, las cuales fueron utilizadas como fuentes de

materiales para la producción de ladrillos, se expresan en porcentajes y se dividen en tres componentes clave: arena, arcilla y limo. Estos tres componentes son críticos en la determinación de la idoneidad de las canteras para el proceso de fabricación de ladrillos.

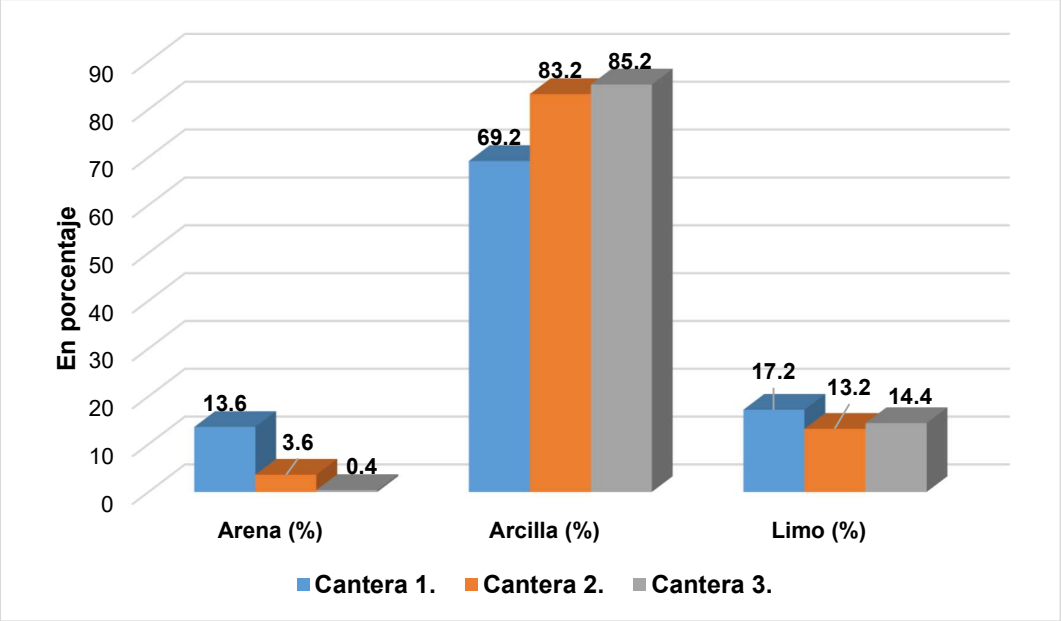
La primera columna enumera las tres canteras que han sido objeto de estudio y que se identifican como Cantera 1, Cantera 2 y Cantera 3. Cada cantera representa una ubicación específica de extracción de materias primas destinadas a la producción de ladrillos.

El contenido de arena presente en cada una de las canteras. La arena desempeña un papel fundamental en la fabricación de ladrillos, ya que contribuye de manera significativa a la resistencia y textura de los mismos. La Cantera 1 presenta un contenido de arena del 13.60%. La Cantera 2, presenta un de 3.60%. Por último, La Cantera 3 muestra un contenido menor de arena, con un 0.40%. La tercera columna muestra el porcentaje de contenido de arcilla en cada cantera. La arcilla es un componente fundamental en la fabricación de ladrillos, ya que le proporciona forma y cohesión al material. En la Cantera 1, se encontró un alto contenido de arcilla, llegando al 69.20%.

La Cantera 2, por otro lado, tiene un porcentaje de arcilla notablemente mayor, con un 83.20%. Finalmente, la Cantera 3 presenta el mayor contenido de arcilla, con un 85.20%. La cuarta columna muestra el porcentaje de contenido de limo en cada cantera. El limo puede afectar propiedades como la plasticidad y la capacidad de retención de agua de los ladrillos. En la Cantera 1, el contenido de limo es del 17.20%. En la Cantera 2, este porcentaje es de 13.20%. En la Cantera 3, el contenido de limo es del 14.40%.

Figura 3.

Variación del porcentaje de arena, arcilla y limo en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos.



4.1.4. pH de las arcillas de tres canteras

Los datos obtenidos del análisis de varianza del pH de las arcillas de tres diferentes canteras, se encuentran detallados en la Tabla 20A. En esta Tabla, se destacan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos analizados. El coeficiente de variabilidad registrado es del 2.01%, lo que sugiere que los datos están concentrados en torno a la media, lo que facilita las comparaciones entre las diferentes muestras. Adicionalmente, el coeficiente de determinación, representado por R^2 = 0.9815, indica que el 98.15% de la variabilidad en los valores de la variable puede atribuirse al efecto de los tratamientos evaluados, mientras que el 1.85% restante se debe a factores no controlables en el contexto de este estudio.

Tabla 7.

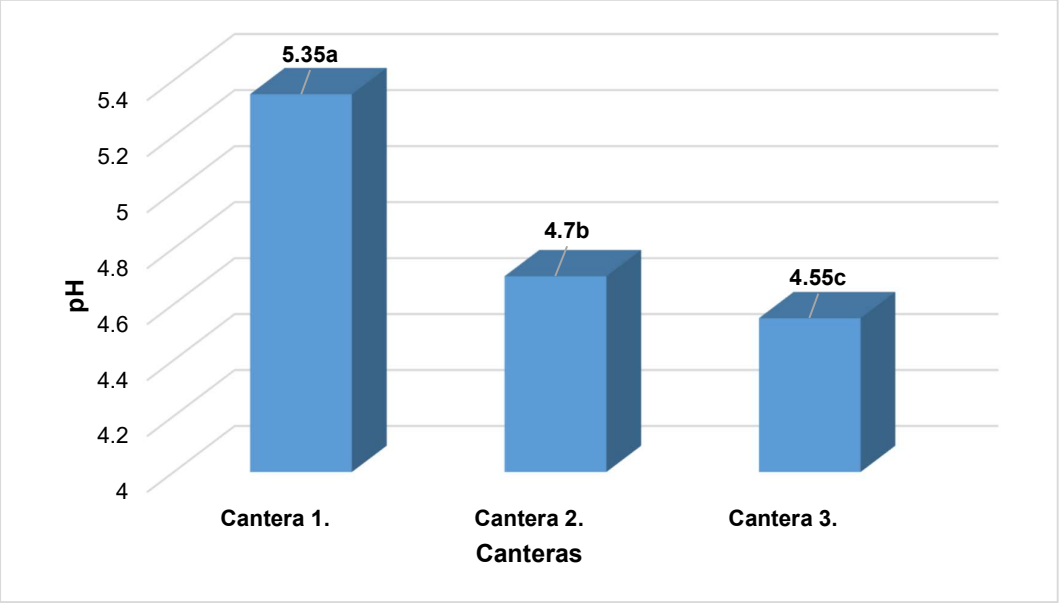
Contenido del pH de las arcillas de tres diferentes canteras.

Canteras	pH	Significancia
Cantera 1.	5.35	a
Cantera 2.	4.70	b
Cantera 3.	4.55	c

En la columna del medio, se muestran los valores de pH para cada una de las canteras. El pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una sustancia, en este caso, de las arcillas. Estos valores representan la concentración de iones de hidrógeno en las arcillas, lo que puede ser relevante en una variedad de procesos industriales, incluyendo la fabricación de ladrillos. Cantera 1 tiene un pH de 5.35. Cantera 2 muestra un pH ligeramente más bajo, con un valor de 4.70. Finalmente, la Cantera 3 tiene el valor de pH más bajo de todos, registrando un pH de 4.55. La letra "a" junto a Cantera 1 indica que hay diferencias estadísticamente significativas entre estas canteras y las otras dos en estudio. La letra "b" junto a Cantera 2 sugiere que el pH de Cantera 2 es significativamente diferente de Cantera 1 (grupo "a") pero similar a otras canteras con la letra "b." La letra "c" junto a Cantera 3 indica que el pH de Cantera 3 es estadísticamente diferente tanto de Cantera 1 (grupo "a") como de Cantera 2 (grupo "b").

Figura 4.

Variación del pH de las arcillas de tres diferentes canteras.



4.1.5. Humedad de las arcillas de tres canteras

Los resultados obtenidos del análisis de varianza de la humedad en porcentaje de las arcillas de tres diferentes canteras, se encuentran detallados en la Tabla 21A. En esta Tabla, se destacan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos analizados. El coeficiente de variabilidad registrado es del 2.10%, lo que sugiere que los datos están concentrados en torno a la media, lo que facilita las comparaciones entre las diferentes muestras. Adicionalmente, el coeficiente de determinación, representado por R^2 = 0.9828, indica que el 98.28% de la variabilidad en los valores de la variable puede atribuirse al efecto de los tratamientos evaluados, mientras que el 1.72% restante se debe a factores no controlables en el contexto de este estudio.

Tabla 8.

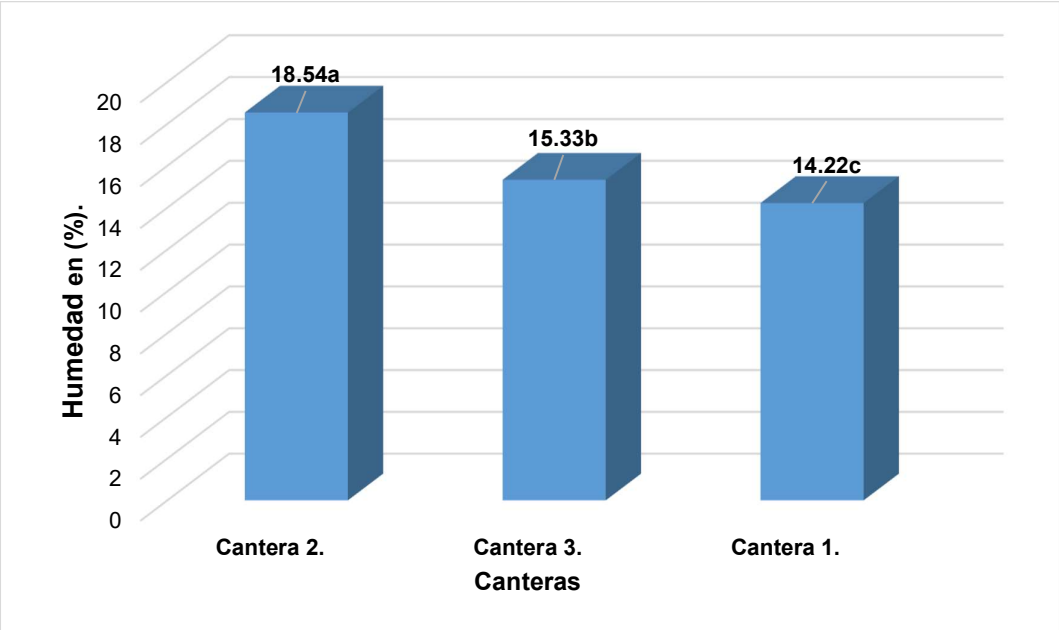
Contenido de humedad en porcentaje de las arcillas de tres diferentes canteras.

Canteras	Humedad en (%)	Significancia
Cantera 2.	18.54	a
Cantera 3.	15.33	b
Cantera 1.	14.22	c

En la columna del medio, se muestran los valores de contenido de humedad en porcentaje para cada una de las canteras. El contenido de humedad es una medida de la cantidad de agua presente en las arcillas y es un factor crítico en varios procesos industriales, como la producción de ladrillos, cerámica o cerámica refractaria. Cantera 2 tiene un contenido de humedad del 18.54%. La Cantera 3 muestra un contenido de humedad ligeramente más bajo, con un valor del 15.33%. La Cantera 1 tiene el valor de contenido de humedad más bajo de todos, registrando un 14.22%.

Las arcillas de las tres canteras tienen diferentes contenidos de humedad, y la prueba de Tukey muestra que existen diferencias significativas entre los contenidos de humedad de las arcillas de las diferentes canteras. Las letras "a," "b," y "c" se utilizan para agrupar las canteras con contenidos de humedad similares en términos estadísticos, lo que proporciona información valiosa sobre las características físicas de las arcillas en cada cantera.

Figura 5. *Variación de la humedad en porcentaje de las arcillas de tres diferentes canteras*.



4.1.6. Evaluación del límite líquido, plástico e índice plástico

Los resultados obtenidos del análisis de varianza del límite líquido, plástico e índice plástico de tres diferentes canteras, se encuentran detallados en la Tabla 22A, 23A y 24A. En esta Tabla, se destacan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos analizados. El coeficiente de variabilidad registrado es del 2.16%, 2.24%, y 2.38%, lo que sugiere que los datos están concentrados en torno a la media, lo que facilita las comparaciones entre las diferentes muestras. Adicionalmente, el coeficiente de determinación, representado por R^2 = 0.97547, 0.9756 y 0.9671, indica que el 97.547.%, 97.56%, y 96.71% de la variabilidad en los valores de la variable puede atribuirse al efecto de los tratamientos evaluados, mientras que el 2.453%, 2.44% y 3.29% restante se debe a factores no controlables en el contexto de este estudio.

Tabla 9.

Contenido del límite líquido, plástico e índice plástico en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos.

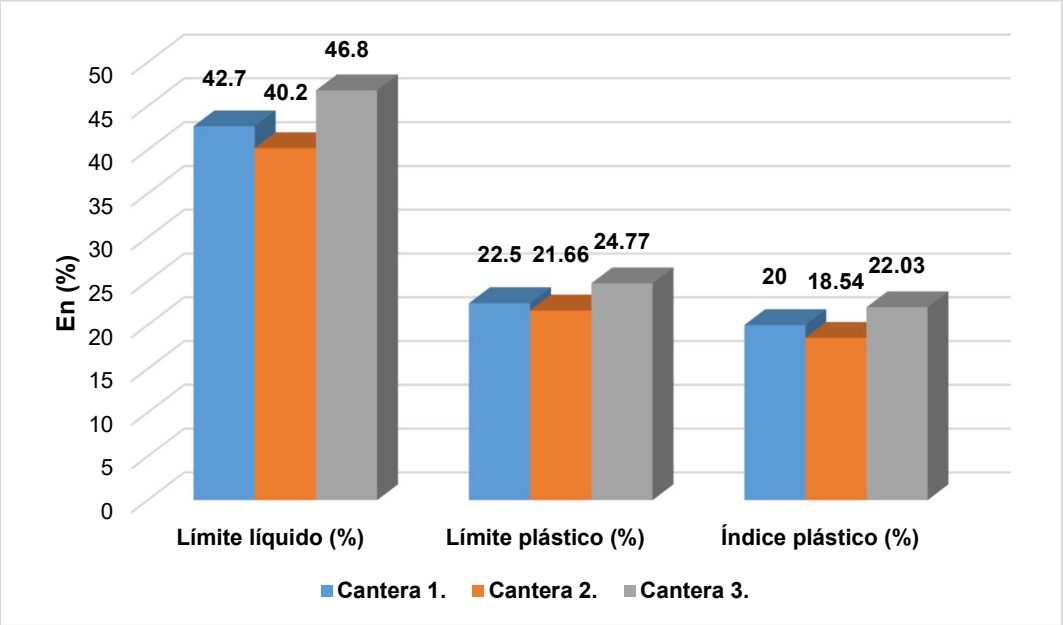
Canteras	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice plástico (%)
Cantera 1.	42.70 b	22.50 b	20.20 b
Cantera 2.	40.20 c	21.66 c	18.54 c
Cantera 3.	46.80 a	24.77 a	22.03 a

Esta columna muestra el límite líquido en porcentaje para cada una de las canteras. El límite líquido es el contenido de humedad en el suelo en el cual el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido. En este caso, los valores varían desde 40.20% en la Cantera 2 hasta 46.80% en la Cantera 3. En el Tabla también se presenta el límite plástico en porcentaje para cada cantera. El límite plástico es el contenido de humedad en el suelo en el cual el suelo se vuelve plástico y comienza a deformarse permanentemente. Los valores varían desde 21.66% en la Cantera 2 hasta 24.77% en la Cantera 3. La última columna muestra el índice plástico en porcentaje para cada cantera. El índice plástico se calcula restando el límite líquido del límite plástico y es una medida de la plasticidad del suelo. Los valores varían desde 18.54% en la Cantera 2 hasta 22.03% en la Cantera 3. Es importante destacar que estos valores son fundamentales para la caracterización de los suelos de cada cantera y son útiles para la selección adecuada de suelos para la producción de ladrillos. Por

ejemplo, suelos con un índice plástico adecuado son deseables en la fabricación de ladrillos, ya que permiten una manipulación eficiente del material durante el proceso de fabricación.

Figura 6.

Variación del límite líquido, plástico e índice plástico de tres diferentes canteras de arcilla.



4.1.7. Clasificación (SUCS) y (AASHTO)

En la Tabla anterior, se presenta la clasificación de las arcillas de acuerdo con el Sistema de Clasificación Unificada de Suelos (SUCS), un sistema ampliamente utilizado en ingeniería geotécnica. La designación "CL" indica que todas las arcillas en las canteras pertenecen a la categoría de suelos orgánicos o con un alto contenido de materia orgánica. Se muestra la clasificación de las arcillas según la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), una organización que establece estándares para la construcción de infraestructura vial en los Estados Unidos. La clasificación

AASHTO es fundamental para determinar la idoneidad de los suelos en proyectos de construcción de carreteras. En este caso, todas las canteras se han clasificado como A-7-6, con números entre paréntesis (13, 10 y 15). Esto indica que las arcillas en las tres canteras se agrupan dentro de la categoría A-7 según la AASHTO, que abarca suelos con baja compresibilidad y alto contenido de arcilla. Los números entre paréntesis indican la resistencia relativa del suelo, donde valores más altos sugieren una mayor resistencia a la compresión.

Tabla 10.

Clasificación (SUCS) y (AASHTO) en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos.

Canteras	Clasificación (SUCS)	Clasificación (AASHTO)
Cantera 1.	CL	A-7-6 (13)
Cantera 2.	CL	A-7-6 (10)
Cantera 3.	CL	A-7-6(15)

4.2. Variación de las propiedades físicas de los ladrillos King Kong

4.2.1. Variación de la longitud de ladrillos King Kong

Los resultados del análisis de varianza de la longitud de ladrillos King Kong provenientes de tres canteras distintas se detallan en la Tabla 25A. En dicha Tabla, se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de variabilidad obtenido es del 4.18%, indicando que los datos se concentran alrededor de la media, lo que facilita las

comparaciones entre las diversas muestras. Además, el coeficiente de determinación, representado por R^2 = 0.6610, señala que el 66.10% de la variabilidad en los valores de la variable puede atribuirse a la influencia de los tratamientos evaluados, mientras que el 33.9% restante se debe a factores no controlables en el contexto de este estudio.

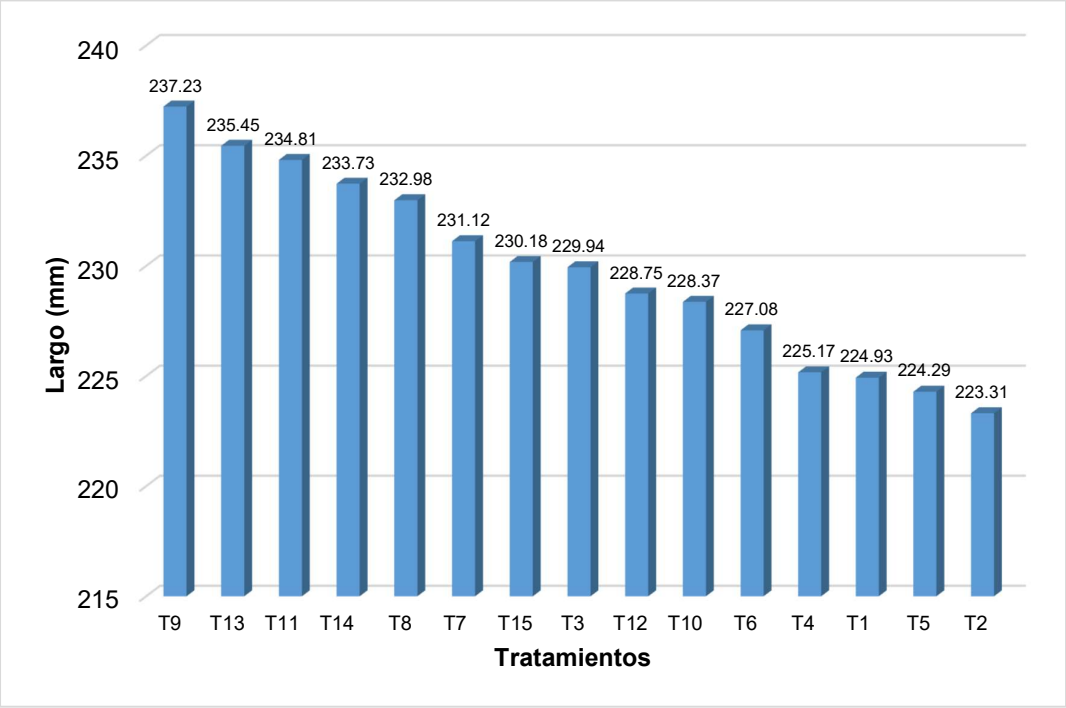
Tabla 11.

Longitud de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras.

Tratamientos	Largo en (mm)	Significancia
T_9: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 5%	237.23	a
T_{13}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 3%.	235.45	ab
T_{11}: Arcilla de la tercera cantera sin aserrín.	234.81	ab
T_{14}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 5%.	233.73	c
T_8: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 3%.	232.98	cd
T_7: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 1%	231.12	cd
T_{15}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 7%.	230.18	cd
T_3: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 3%.	229.94	cd
T_{12}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 1%.	228.75	d
T_{10}: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 7%.	228.37	d
T_6: Arcilla de la segunda cantera sin aserrín.	227.08	d
T_4: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 5%.	225.17	de
T_1: Arcilla de la primera cantera sin aserrín.	224.93	de
T_5: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 7%.	224.29	e
T_2: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 1%.	223.31	e

Figura 7.

Variación de la longitud de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras.



Los tratamientos T_9 (Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 5%), T_{13} (Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 3%) y T_{11} (Arcilla de la tercera cantera sin aserrín), presentan longitudes promedio de ladrillos King Kong de aproximadamente 237.23 mm, 235.45 mm y 234.81 mm, respectivamente. Estos tratamientos se indican con la letra "a", lo que sugiere que no hay diferencias significativas entre ellos en términos de longitud. El tratamiento T_{14} (Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 5%), tiene una longitud promedio de ladrillos King Kong de 233.73 mm, marcado con la letra "c", lo que indica que es estadísticamente diferente de los tratamientos "a". Los tratamientos T_8 (Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 3%), T_7 (Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 1%), T_{15} (Arcilla de la

tercera cantera con aserrín de tahuari al 7%), T_{13} (Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 3%), T_{12} (Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 1%) y T_{10} (Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 7%), tienen longitudes promedio en el rango de 228.37 mm a 232.98 mm, y se les asignan las letras "cd", lo que sugiere que no hay diferencias significativas entre ellos, pero son diferentes de los tratamientos "a" y "c". Los tratamientos T_6 (Arcilla de la segunda cantera sin aserrín), T_4 (Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 5%), T_1 (Arcilla de la primera cantera sin aserrín) y T_5 (Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 7%), tienen longitudes promedio más cortas, que varían de 224.29 mm a 227.08 mm. Se les asignan las letras "de", lo que indica que son estadísticamente diferentes de los tratamientos "a", "c", y "cd". El tratamiento T2 tiene la longitud más corta con un valor promedio de 223.31 mm, marcado con la letra "e", lo que sugiere que es estadísticamente diferente de la mayoría de los otros tratamientos.

4.2.2. Variación del ancho en ladrillos King Kong

Los resultados del análisis de varianza del ancho de ladrillos King Kong provenientes de tres canteras distintas se detallan en la Tabla 26A. En dicha Tabla, se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de variabilidad obtenido es del 6.41%, indicando que los datos se concentran alrededor de la media, lo que facilita las comparaciones entre las diversas muestras. Además, el coeficiente de determinación, representado por R^2 = 0.7970, señala que el 79.70% de la variabilidad en los valores de la variable puede atribuirse a la influencia de los tratamientos evaluados, mientras que el 20.30% restante se debe a factores no controlables en el contexto de este estudio.

Tabla 12.

Ancho de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras.

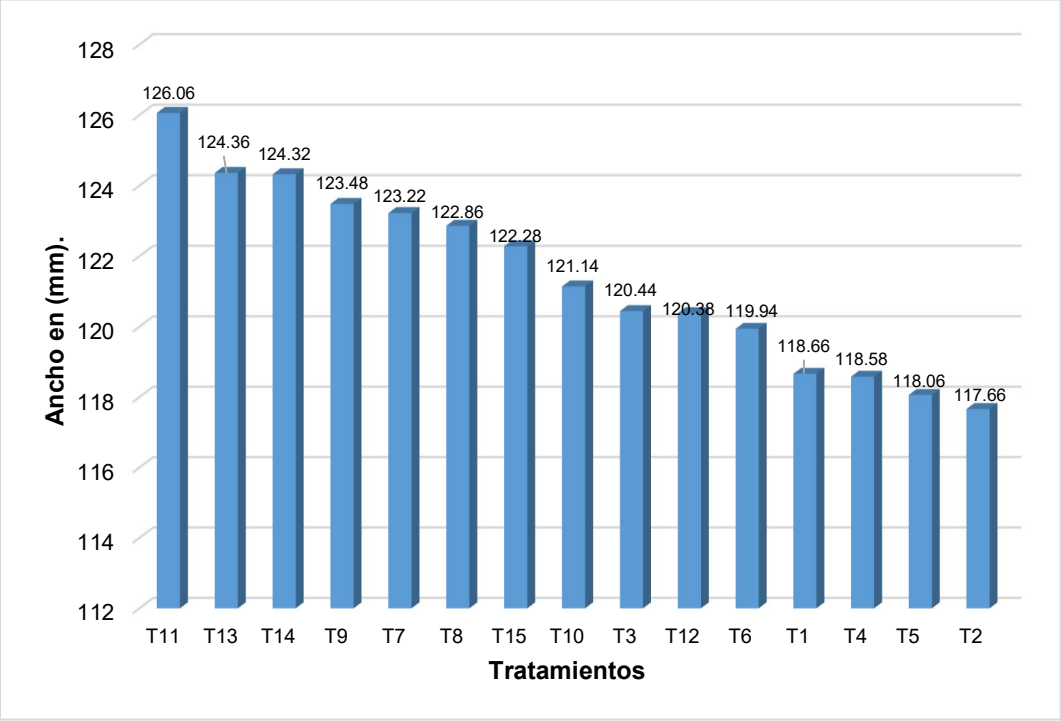
Tratamientos	Ancho (mm)	Significancia
T_{11}: Arcilla de la tercera cantera sin aserrín.	126.06	a
T_{13}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 3%.	124.36	ab
T_{14}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 5%.	124.32	ab
T_{9}: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 5%.	123.48	b
T_{7}: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 1%.	123.22	b
T_{8}: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 3%.	122.86	bc
T_{15}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 7%.	122.28	bc
T_{10}: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 7%.	121.14	c
T_{3}: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 3%.	120.44	c
T_{12}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 1%.	120.38	d
T_{6}: Arcilla de la segunda cantera sin aserrín	119.94	d
T_{1}: Arcilla de la primera cantera sin aserrín.	118.66	de
T_{4}: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 5%	118.58	de
T_{5}: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 7%.	118.06	de
T_{2}: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 1%.	117.660	e

En esta Tabla se enumeran los diferentes tratamientos o grupos de ladrillos King Kong que se han analizado en el estudio. Cada tratamiento se describe en detalle, indicando la cantera de la cual proviene la arcilla y las condiciones específicas, como la presencia y el porcentaje de aserrín de tahuari en la mezcla. Ancho (mm). El ancho de ladrillos King Kong procedentes de tres canteras diferentes, sometidos a diversos tratamientos. Estos tratamientos implican la adición de aserrín de tahuari en distintas proporciones a la arcilla extraída de las canteras. El ancho de los ladrillos se mide en milímetros (mm) y se detalla a continuación: En primer lugar, se observa que la tercera cantera sin aserrín (T_{11}) produce ladrillos con un ancho de 126.06 mm, mientras que la misma cantera, con un 3% de aserrín de tahuari (T_{13}), resulta en ladrillos ligeramente más delgados, con un ancho de 124.36 mm. Por otro lado, con un 5% de aserrín de tahuari (T_{14}), los ladrillos de la tercera cantera tienen un ancho similar, registrando 124.32 mm. La segunda cantera, cuando se mezcla con un 5% de aserrín de tahuari (T_9), produce ladrillos con un ancho de 123.48 mm, mientras que con un 1% (T_7) y un 3% (T_8) de aserrín de tahuari, los ladrillos presentan anchos de 123.22 mm y 122.86 mm, respectivamente. Por otro lado, en la tercera cantera, con un 7% de aserrín de tahuari (T_{15}), los ladrillos se vuelven más estrechos, con un ancho de 122.28 mm. En contraste, la segunda cantera, con un 7% de aserrín de tahuari (T_{10}), genera ladrillos aún más delgados, midiendo 121.14 mm de ancho. La primera cantera también se incluye en el estudio. Sin aserrín (T_1), produce ladrillos con un ancho de 118.66 mm. Con un 3% de aserrín de tahuari (T3) y un 1% (T_2), los ladrillos se vuelven más delgados, con anchos de 120.44 mm y 117.66 mm, respectivamente. Además, se observa que la incorporación de aserrín de tahuari puede influir

significativamente en el ancho de los ladrillos King Kong, y este factor varía según la cantera de origen. Estos datos proporcionan información útil para comprender la variabilidad en las dimensiones de los ladrillos y su relación con los diferentes tratamientos aplicados. En la última columna se observa la significancia estadística de las diferencias observadas en el ancho de los ladrillos King Kong entre los diferentes tratamientos. Cada tratamiento se le asigna una letra que denota su grupo de significancia. Los tratamientos que comparten la misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas en términos de ancho de ladrillos King Kong, según el análisis de Tukey. Los tratamientos agrupados por letras similares con significancia se describen a continuación: En el grupo "a": T_{11} (Arcilla de la tercera cantera sin aserrín). El grupo "ab": T_{13} y T_{14} (Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 3% y al 5%). El grupo "b": T_9 y T_7 (Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 5% y al 1%). El grupo "bc": T_8 y T_{15} (Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 3% y Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 7%). El grupo "c": T_{10} y T_3 (Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 7% y Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 3%). El grupo "d": T_{12} y T_6 (Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 1% y Arcilla de la segunda cantera sin aserrín). El grupo "de": T_1, T_4 y T_5 (Arcilla de la primera cantera sin aserrín y con aserrín de tahuari al 5% y al 7%). El grupo "e": T_2 (Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 1%).

Figura 8.

Variación del ancho de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras.



4.2.3. Variación de la altura en ladrillos King Kong

Los datos del análisis de varianza de la altura de ladrillos King Kong provenientes de tres canteras distintas se detallan en la Tabla 27A. En dicha Tabla, se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de variabilidad obtenido es del 1.29%, indicando que los datos se concentran alrededor de la media, lo que facilita las comparaciones entre las diversas muestras. Además, el coeficiente de determinación, representado por R^2 = 0.7559, señala que el 75.59% de la variabilidad en los valores de la variable puede atribuirse a la influencia de los

tratamientos evaluados, mientras que el 24.41% restante se debe a factores no controlables en el contexto de este estudio.

Tabla 13.

Altura de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras.

Tratamientos	Altura (mm)	Significancia
T_{11}: Arcilla de la tercera cantera sin aserrín.	93.03	a
T_{14}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 5%.	92.71	ab
T_{13}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 3%.	91.91	ab
T_{9}: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 5%.	91.85	ab
T_{10}: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 7%.	91.18	c
T_{8}: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 3%.	90.75	c
T_{15}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 7%.	90.25	d
T_{12}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 1%.	90.74	d
T_{7}: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 1%.	90.56	d
T_{4}: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 5%	88.81	de
T_{5}: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 7%.	88.72	de
T_{3}: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 3%.	88.71	de
T_{6}: Arcilla de la segunda cantera sin aserrín.	87.39	e
T_{1}: Arcilla de la primera cantera sin aserrín.	86.64	e
T_{2}: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 1%.	86.31	e

Durante las evaluaciones se pudo determinar la altura de los ladrillos King Kong, provenientes de tres distintas canteras, también se evaluó la significancia estadística de las diferencias entre estos ladrillos mediante la prueba de promedio de Tukey.

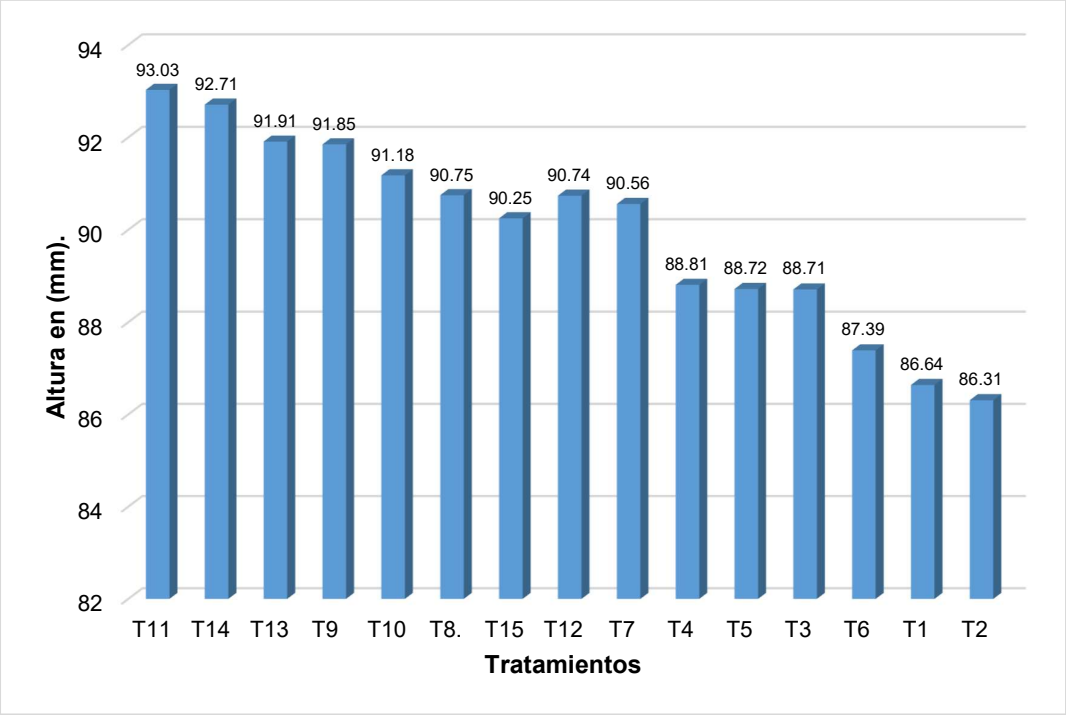
La altura de los ladrillos se mide en milímetros (mm) y se detalla a continuación, junto con las letras que indican la significancia estadística: Comenzando con la tercera cantera, los ladrillos hechos de arcilla sin aserrín (T_{11}) tienen una altura de 93.03 mm y se etiquetan con "a". Cuando se añade un 5% de aserrín de tahuari (T_{14}), la altura disminuye ligeramente a 92.71 mm, pero aún se mantiene en el grupo "ab". La misma cantera con un 3% de aserrín (T_{13}) produce ladrillos con una altura de 91.91 mm, también incluidos en el grupo "ab". Del mismo modo, los ladrillos de la segunda cantera con un 5% de aserrín de tahuari (T_9) miden 91.85 mm y están en el grupo "ab". Por otro lado, los ladrillos de la segunda cantera con un 7% de aserrín de tahuari (T_{10}) tienen una altura de 91.18 mm y se clasifican en el grupo "b". Similarmente, con un 3% de aserrín (T_8), la altura es de 90.75 mm, también en el grupo "b". Los ladrillos de la tercera cantera con un 7% de aserrín (T_{15}) miden 90.25 mm y se ubican en el mismo grupo "b".

La tercera cantera con un 1% de aserrín de tahuari (T_{12}) produce ladrillos más altos, con una altura de 90.74 mm, etiquetados como "bc". La segunda cantera con un 1% de aserrín (T_7) y la primera cantera con un 5% de aserrín (T_4) y un 7% de aserrín (T_5) también generan ladrillos con alturas cercanas, de alrededor de 90.56 mm, y se agrupan en el conjunto "bc". Finalmente, los ladrillos de la primera cantera sin aserrín (T_6) tienen una altura de 87.39 mm y se etiquetan como "d". La cantera 1 con un 3% de aserrín (T_3)

produce ladrillos de 88.71 mm, mientras que sin aserrín (T_1), la altura es de 86.64 mm, y ambos están agrupados en el conjunto "de". La cantera 1 con un 1% de aserrín (T_2) genera los ladrillos más bajos, con una altura de 86.31 mm, etiquetados como "e". Estas etiquetas de significancia indican cómo las alturas de los ladrillos King Kong varían de manera estadísticamente significativa según la cantera de origen y los tratamientos aplicados. Este conocimiento es valioso para fines de construcción y diseño, ya que permite seleccionar ladrillos que cumplan con las dimensiones deseadas en proyectos específicos.

Figura 9.

Variación de la altura en ladrillos King Kong de tres diferentes canteras.



4.3. Variación de las propiedades mecánicas de los ladrillos King Kong

Los resultados del análisis de varianza relacionados a la resistencia a la compresión provenientes de tres canteras distintas se detallan en la Tabla 28A.

En dicha Tabla, se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de variabilidad obtenido es del 9.70%, indicando que los datos se concentran alrededor de la media, lo que facilita las comparaciones entre las diversas muestras. Además, el coeficiente de determinación, representado por R^2 = 0.8031, señala que el 80.31% de la variabilidad en los valores de la variable puede atribuirse a la influencia de los tratamientos evaluados, mientras que el 19.69% restante se debe a factores no controlables en el contexto de este estudio.

Tabla 14.

Resistencia a la compresión de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras.

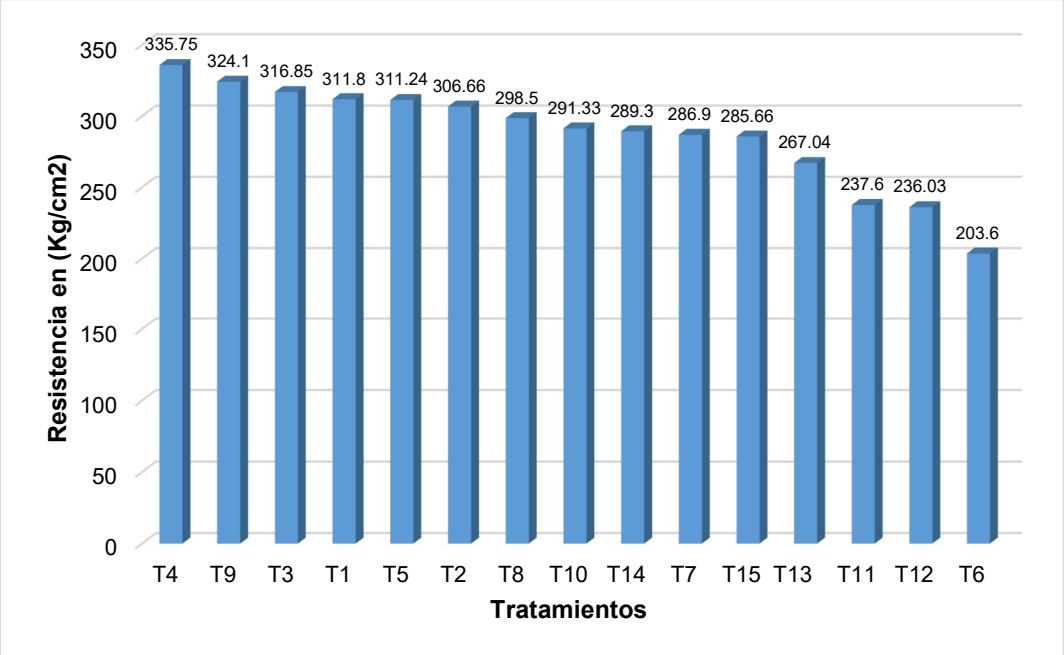
Tratamientos	Resistencia en (Kg/cm^2)	Significancia
T_4: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 5%.	335.75	a
T_9: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 5%.	324.10	ab
T_3: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 3%.	316.85	ab
T_1: Arcilla de la primera cantera sin aserrín.	311.80	ab
T_5: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 7%.	311.24	ab
T_2: Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 1%.	306.66	ab
T_8: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 3%.	298.50	ab
T_{10}: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 7%.	291.33	b
T_{14}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 5%.	289.30	b
T_7: Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 1%	286.90	bc
T_{15}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 7%.	285.66	bc
T_{13}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 3%.	267.04	c
T_{11}: Arcilla de la tercera cantera sin aserrín.	237.60	d
T_{12}: Arcilla de la tercera cantera con aserrín de tahuari al 1%.	236.03	d
T_6: Arcilla de la segunda cantera sin aserrín.	203.60	e

Los datos de resistencia a la compresión de los ladrillos King Kong han sido analizados detenidamente, revelando diferencias significativas entre los tratamientos. Donde el T_4: Ladrillos fabricados con arcilla de la primera cantera y un 5% de aserrín de tahuari exhiben la máxima resistencia, alcanzando 335.75 Kg/cm² y se agrupan como "grupo a". El T_9: Los ladrillos de la segunda cantera con un 5% de aserrín de tahuari muestran una resistencia ligeramente menor de 324.10 Kg/cm² y pertenecen al "grupo ab". El T_3: Los ladrillos de la primera cantera con un 3% de aserrín de tahuari registran una resistencia de 316.85 Kg/cm², también dentro del "grupo ab". Seguido del T_1: Los ladrillos de la primera cantera sin aserrín tienen una resistencia de 311.80 Kg/cm² y se agrupan en el "grupo ab". El T_5: La resistencia de los ladrillos de la primera cantera con un 7% de aserrín de tahuari es de 311.24 Kg/cm², y se incluyen en el "grupo ab". El T_2: Los ladrillos de la primera cantera con un 1% de aserrín de tahuari muestran una resistencia de 306.66 Kg/cm², también en el "grupo ab". Mientras el T_8: Los ladrillos de la segunda cantera con un 3% de aserrín de tahuari tienen una resistencia de 298.50 Kg/cm² y se ubican en el "grupo ab". El T_{10}: Los ladrillos de la segunda cantera con un 7% de aserrín de tahuari presentan una resistencia de 291.33 Kg/cm² y se identifican como "grupo b". El T_{14}: Los ladrillos de la tercera cantera con un 5% de aserrín de tahuari tienen una resistencia de 289.30 Kg/cm² y también forman parte del "grupo b". El T_7: Los ladrillos de la segunda cantera con un 1% de aserrín de tahuari exhiben una resistencia de 286.90 Kg/cm² y se incluyen en el "grupo bc". El T15: Los ladrillos de la tercera cantera con un 7% de aserrín de tahuari registran una resistencia de 285.66 Kg/cm² y se agrupan en el "grupo bc".

El T_{13}: Los ladrillos de la tercera cantera con un 3% de aserrín de tahuari presentan una resistencia significativamente menor de 267.04 Kg/cm², etiquetados como "grupo c". El T_{11}: Los ladrillos de la tercera cantera sin aserrín muestran una resistencia considerablemente más baja, registrando 237.60 Kg/cm² y se clasifican en el "grupo d". El T_{12}: Los ladrillos de la tercera cantera con un 1% de aserrín de tahuari tienen una resistencia similar, de 236.03 Kg/cm², y también se identifican como "grupo d" y finalmente el T_6: Los ladrillos de la segunda cantera sin aserrín presentaron la resistencia más baja, con 203.60 Kg/cm², y se encuentran en el "grupo e", siendo inferior a los demos tratamientos estudiados.

Figura 10.

Variación de la resistencia a la compresión en ladrillos King Kong de tres diferentes canteras.



CAPÍTULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. Características fisicoquímicas y mecánicas de la arcilla de tres canteras

Los valores relacionados a la densidad de tres canteras diferentes, donde Cantera 1 y Cantera 3 tienen una densidad de 2.50 g/cm³, mientras que Cantera 2 tiene una densidad ligeramente menor de 2.38 g/cm³. Estos datos son esenciales en la selección de materias primas para diversas aplicaciones industriales, como la construcción de ladrillos o cerámica. La variación en la densidad puede influir en la resistencia y características finales de los productos. Además, podría indicar diferencias en la composición mineralógica de las arcillas en cada cantera, lo que es crucial para la calidad y rendimiento en la producción. Por lo tanto, estos valores tienen un impacto directo en la toma de decisiones en la industria cerámica. Otros autores encontraron valores similares como. Castrillón et al. (2016), encontró que la densidad aparente fue de 2.06 ± 0.03g/cm^3 de arcillas para ladrillos. En cuanto a las densidades adecuadas obtuvo valores de (1.95 g/cm^3 y 1.76 g/cm^3 en el ladrillo convencional y en el ladrillo con un 2.5% de colillas, respectivamente (Corredor, Guzmán & Torres, 2020).

Los valores de conductividad eléctrica en tres canteras distintas. Notablemente, la Cantera 1 tiene la conductividad más alta con 0.25 S/m, mientras que Cantera 3 tiene la más baja con 0.07 S/m. Estas diferencias indican variaciones en la composición de las arcillas y su capacidad para conducir electricidad, lo que es relevante en aplicaciones industriales que requieren

control de la conductividad. la conductividad eléctrica de arcillas para ladrillos encontrados por otros autores fue de 0.49 a 0.79 S/m. (Diaz et al., 2022).

Los porcentajes de arena, arcilla y limo en tres canteras diferentes. Cantera 1 exhibe un alto contenido de arcilla (69.20%) y un moderado contenido de arena (13.60%), lo que la hace adecuada para la fabricación de ladrillos debido a su cohesión. En contraste, Cantera 2 tiene un contenido de arcilla aún mayor (83.20%) y un bajo contenido de arena (3.60%), lo que la hace propicia para cerámica fina. Cantera 3, con su menor contenido de arcilla (85.20%) y arena (0.40%), podría ser idónea para la producción de porcelana de alta calidad debido a su predominio de limo. Estos datos demuestran cómo la composición mineralógica influye en las aplicaciones industriales de las arcillas. Otros autores mencionan que las muestras de arcilla muestran variaciones significativas en la composición de los componentes granulares. La muestra #1 tiene un alto contenido de limo y arcilla, lo que la hace adecuada para ciertas aplicaciones cerámicas. En contraste, la muestra #2 contiene más arena y grava, lo que podría ser útil en la construcción. Por último, la muestra #3 tiene un contenido muy bajo de grava y arena, lo que la convierte en una opción prometedora para usos específicos en la industria. Estos hallazgos resaltan la importancia de conocer la composición exacta de las arcillas para su uso adecuado en diversas aplicaciones. (Manco et al., 2020).

En cuanto al pH y el contenido de humedad en tres canteras distintas. En cuanto al pH, Cantera 1 tiene el valor más alto con 5.35, lo que sugiere una ligera alcalinidad. Cantera 2 y Cantera 3 tienen pH más bajos, indicando una mayor acidez. En términos de contenido de humedad, Cantera 2 muestra el nivel más alto con un 18.54%, seguida por Cantera 3 con un 15.33%, mientras que Cantera

1 tiene el contenido más bajo con un 14.22%. Estas diferencias en el pH y la humedad son cruciales en la selección de materias primas para aplicaciones específicas, como la cerámica o la construcción. Los datos relacionados con el límite líquido (LL), el límite plástico (LP) y el índice plástico (IP) de tres canteras diferentes. Cantera 3 muestra los valores más altos tanto en LL (46.80) como en LP (24.77), lo que indica una mayor plasticidad del suelo. Por otro lado, Cantera 2 tiene los valores más bajos en LL (40.20) y LP (21.66), lo que sugiere una menor plasticidad. El índice plástico (IP) refleja la plasticidad y varía en el rango intermedio. Estos datos son fundamentales para la ingeniería geotécnica y la construcción, ya que determinan la adecuación de los suelos para diferentes tipos de proyectos. El límite líquido determinado de una muestra secada al horno fue de 80%, mientras que secado a temperatura ambiente a una humedad de 150%, el valor del límite líquido fue de 450% (Castillo, 2017). En relación al límite plástico se obtuvieron promedios de 22.58%, 17.31% y 18.84%, en cuanto al índice de plasticidad se obtuvo promedios de 29.05%, 36.96% y 34.07%, los datos relacionados a la gravedad especifican de solidas demostraron que los valores se encontraban entre 2.26 g/cm^3 y 2.28 g/cm^3, en tres muestras tomadas en el área en estudio (Seclén, 2022).

5.2. Variación de las propiedades físicas de los ladrillos King Kong

Los datos del Tabla representan las dimensiones (largo, ancho y altura) de diferentes tratamientos de arcilla de tres canteras, con y sin la adición de aserrín de tahuari en diferentes concentraciones (1%, 3%, 5% y 7%). Se observa que los tratamientos con aserrín tienden a tener dimensiones ligeramente menores en comparación con los tratamientos sin aserrín en la mayoría de los casos. Esto sugiere que la adición de aserrín puede tener un efecto de compactación en la

arcilla. Sin embargo, las diferencias no son drásticas, y se necesita un análisis más detallado para comprender completamente el impacto del aserrín en las propiedades físicas de la arcilla en cada cantera. Es importante destacar que todas estas variaciones cumplen con el máximo porcentaje permitido por la norma E 0.70 albañilería del RNE para ladrillos de tipo IV.

5.3. Variación de las propiedades mecánicas de los ladrillos King Kong

Los datos de resistencia a la compresión de ladrillos King Kong de tres canteras diferentes sometidos a varios tratamientos. Los valores de resistencia varían considerablemente, lo que indica diferencias significativas en la calidad de los ladrillos según la cantera y el tratamiento. Los ladrillos de la primera cantera con un 5% de aserrín de tahuari (T_4) tienen la resistencia más alta, mientras que los de la segunda cantera sin aserrín (T_6) tienen la resistencia más baja. La significancia estadística indica que algunos tratamientos son comparables en términos de resistencia, como T_9, T_3, T_1, T_5 y T_2, que comparten la etiqueta "ab". Por otro lado, T_{10} y T_{14} tienen resistencias significativamente más bajas y se etiquetan como "b", mientras que T_7 y T_{15}, junto con T_{13}, muestran resistencias aún más bajas, etiquetadas como "bc" y "c", respectivamente. Finalmente, T_{11} y T_{12} tienen la resistencia más baja, etiquetada como "d", y T_6 es el más bajo de todos, etiquetado como "e". Deulofeuth & Severiche (2020), estudio la incidencia de la adición del aserrín fino en las propiedades físicas de los ladrillos de arcilla, La muestra con 7% de adición de aserrín ya que posee una capacidad de absorción más baja que las otras muestras con un porcentaje de 18.36% y una resistencia a la compresión de 144.9Kg/cm^2. Vélez & Mendoza (2018), evaluó la cascara de arroz para fabricación de ladrillos. Cabe mencionar que en el proceso de elaboración de ladrillo no requiere de maquinarias o

equipos de tecnología avanzada, pues se procesa de manera artesanal. Delgado (2022), En su tesis mencionan que el ladrillo convencional y los elaborados con 3% y 5% superan los 5.1 kg/cm^2 que se indica en la norma 339.613, lo que no ocurre con los ladrillos de 10% y 15% que lograron una resistencia por debajo de los 5.1 kg/cm^2. Rimarachin (2020), en su investigación utilizo de la cascarilla de arroz y aserrín en la resistencia a compresión de ladrillos de arcilla para techo. determinó que la muestra 01 al 5% ofrece una resistencia máxima de 72.78 kg/cm^2, al 10% una resistencia máxima de 89.01 kg/cm^2, la muestra 02 al 5% obtuvo una resistencia a compresión máxima de88.41 kg/cm^2, al 10% una resistencia máxima de 71.76 kg/cm^2, el ladrillo industrial obtuvo una resistencia máxima de 60.06 kg/cm^2, y finalmente el ladrillo artesanal obtuvo una resistencia máxima de 28.11 kg/cm^2. Obregón (2021), La resistencia a la compresión alcanzo resultados menores al que indica la NTP E070 el que estipula que el ladrillo de tipo I la resistencia a la compresión mínima tiene que ser de 50.00 Kg/cm^2, se rescata con respecto al ladrillo convencional la dosificación empleada ayuda a incrementar su resistencia llegando como resistencia máxima con la incorporación del 10% de aserrín (30.00 Kg/cm^2), la norma INTINTEC 331.017 indica que su nivel de absorción es aceptable cuando no es mayor que el 22%. Nuestras unidades se encuentran dentro del límite, 14.10 (ladrillo con 5%), 14.30 (ladrillo con 10%) y14.70 (ladrillo con 15%).

CONCLUSIONES

- Se pudo determinar el efecto de diferentes tipos de arcillas y aserrín fino de tahuari (*Handroanthus serratifolius*), en las características físicas y mecánicas de ladrillos King Kong en Pucallpa. Basándonos en los datos proporcionados, se observa que un aumento en el contenido de aserrín de tahuari parece estar relacionado con una disminución en la resistencia de los ladrillos King Kong, lo que sugiere que un mayor contenido de aserrín puede debilitarlos. Además, se nota variabilidad en las características entre las canteras de arcilla, con ladrillos de la segunda cantera mostrando resistencias más bajas. Si bien las diferencias en dimensiones son menos notables, pueden afectar la calidad de los ladrillos.

- En cuanto al tipo de arcilla más efectivo, se destacó que el T_4 (Arcilla de la primera cantera con aserrín de tahuari al 5%) exhibió una notable resistencia a la compresión, superando en más de 132.15 Kg/cm^2 al T_6 (Arcilla de la segunda cantera sin aserrín). Respecto al porcentaje óptimo de aserrín fino de tahuari (Handroanthus serratifolius), se determinó que se sitúa entre el 5% y el 3%, revelando mejoras significativas en las propiedades mecánicas de los ladrillos King Kong en Pucallpa a estas concentraciones.

- La proporción óptima de aserrín y el tipo de arcilla para las características físicas de ladrillos King Kong según la norma técnica peruana NTP 331.017, se determinó que existió variaciones notables en las dimensiones de los ladrillos bajo diferentes condiciones de tratamiento. Los resultados muestran que la elección del tipo de arcilla y el porcentaje de aserrín tienen un

impacto significativo en las dimensiones del producto final. Esto indica la importancia de seleccionar cuidadosamente estos factores para cumplir con los estándares de calidad establecidos por la normativa peruana y garantizar la consistencia en las dimensiones de los ladrillos King Kong, donde el T11 (Arcilla de la tercera cantera sin aserrín), presento la mayor variación en cuanto a la altura en un 6.87%, el T11 (Arcilla de la tercera cantera sin aserrín), presento la mayor variación en cuanto al ancho con un 5.87%, con respecto al testigo, mientras el T9 (Arcilla de la segunda cantera con aserrín de tahuari al 5%), presento la mayor variación en cuanto a la longitud, superando al testigo en un 5.18%.

RECOMENDACIONES

- Controlar el contenido del aserrín, ya que un aumento en el contenido de aserrín de tahuari parece debilitar los ladrillos king kong, cuando se sustituye en más de 10%, se recomienda mantener un equilibrio en la proporción de aserrín utilizado. Se sugiere evitar concentraciones excesivas de aserrín que puedan comprometer la resistencia del producto final y, en su lugar, optar por niveles cercanos al 5% o 3% para mejorar las propiedades mecánicas.
- Seleccionar cuidadosamente el tipo de arcilla ya que influye significativamente en la resistencia de los ladrillos. Se recomienda considerar el uso de arcilla de la primera cantera, como se demostró en el T4, ya que mostró una mayor resistencia a la compresión. Esto podría contribuir a la producción de ladrillos más robustos y confiables.
- Mantener la consistencia en las dimensiones dado que se observaron variaciones notables en las dimensiones de los ladrillos según las condiciones de tratamiento y la cantera de origen, es esencial implementar un riguroso control de calidad para mantener la uniformidad en las dimensiones de los ladrillos King Kong. Esto asegurará el cumplimiento de la normativa técnica peruana y la satisfacción del cliente.
- Realizar pruebas regulares y periódicas de resistencia y dimensiones en los ladrillos King Kong para monitorear y mantener la calidad del producto. Esto permitirá ajustar los procesos de producción según sea necesario y garantizar que los ladrillos cumplan con los estándares establecidos por la normativa peruana NTP 331.017.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Castañeda Rodríguez, H. A., & Escalante Cotrina, M. S. (2020). Aprovechamiento del aserrín para la fabricación de ladrillos ecológicos, y lograr su próxima aplicación en el Perú.

Chino Ruiz, L. A., & Mathios Castro, A. C. (2020). Elaboración de ladrillos ecológicos a base de plásticos PET reutilizados y aserrín de la especie Huayruro (Ormosia coccinea) de las industrias madereras en Ucayali, Perú.

Dávalos Castelo, H. F., & Llamuca Bonifaz, D. P. (2022). Resistencia a la compresión y flexión de ladrillos de arcilla artesanales de Chambo con adición de polvo de vidrio reciclado (Bachelor's thesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo).

Delgado Vásquez, W. F. (2022). Evaluación del ladrillo artesanal de arcilla adicionando aserrín de pino con fines estructurales, Bambamarca, 2019.

Deulofeuth Carrera, C. D., & Severiche Hernández, J. J. (2020). Incidencia de la adición del aserrín fino en las propiedades físicas de los ladrillos de arcilla (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena).

Llontop Ramirez, M. A., & Yañez Loayza, R. (2019). Diseño de ladrillo macizo incorporando aserrín para muros de albañilería, Tarapoto–2019.

Modena Navas, G. P., & Popolizio Fernández, R. C. (2022). Evaluación y control de calidad durante la fabricación del ladrillo de 18 huecos para obtener un producto que cumpla los requisititos mínimos del reglamento E. 070 y la NTP de la ciudad de Pucallpa en la región Ucayali.

Obregón Blas, M. N. (2021). Incorporación de aserrín en las propiedades del ladrillo artesanal en Huaraz–2021.

Pérez, S. P. M., Sánchez, J. L. D., & Peña, L. E. F. (2021). Elaboración de ladrillos ecológicos en muros no estructurales: una revisión. CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica, 18(1), 1.

Vélez, M. I. Z., Murillo, J. P. M., Rivadeneira, A. A. D., Álava, R. C. P., & Mendoza, J. L. (2018). Evaluación de la cascara de arroz para fabricación de ladrillos. Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación, 2(11), 28-31.

Afanador García, N., Guerrero Gómez, G., & Monroy Sepúlveda, R. (2012). Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos macizos cerámicos para mampostería. Ciencia e ingeniería neogranadina, 22(1), 43-58.

Arredondo-Orozco, C., Luna-del Risco, M., Villegas-Moncada, S., González-Palacio, M., Arrieta-González, C., Cuatindioy-Imbachi, J., ... & Quintero-Suarez, F. (2019, June). A novel energy-efficient machine to compress inorganic residues in eco-bricks as a sustainable construction strategy for low-cost housing. In 2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI) (pp. 1-6). IEEE.

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2010). Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. NSR-10. Bogotá

Asociación Colombiana de Ingeniería sísmica (AIS)., (2010). Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. NSR-10

Asociación de Ingeniería Sísmica (AIS)., (2004). Guía de Patologías constructivas, estructurales y no estructurales. Bogotá

Barranzuela, J. (2014). Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la Región Piura. Tesis de pregrado en Ingeniería Civil. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú.

Besoain, E. (1985). Mineralogía de arcillas de suelos. Costa Rica: IICA.

Blanco-Aguilar, S. R. (2018), Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal producido en el Sector Cruz Verde, Distrito Bambamarca, Cajamarca-2018.

Bustillo Revuelta, M. (2005). Materiales de Construcción. Madrid: Fueyo ed., 2005.450 p. ISBN: 978-8492-312-887.

Cervera Mego, M. (2014). Evaluación de las propiedades físicas-mecánicas de los ladrillos King Kong 18 huecos de producción industrial en la ciudad de Jaén.

Chavez Ancajima, J. S., & Laban Julca, W. H. (2020). Diseño de unidades de albañilería de concreto ligero a base de aserrín para uso en muros no portantes de una vivienda en el distrito de Piura. Piura. 2020.

Cuellar, E., Portillo, J., Renderos, M., & Vides, F. (2006). Evaluación de la resistencia a la fractura de los ladrillos de barro fabricados por compresión. Trabajo de grado no publicada, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. San Salvador.

Del Busto, A. (1991). La arcilla aplicada en la industria de la construcción para la fabricación de ladrillos y acabados cerámicos. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.

Del Río, J. (1975). Materiales de construcción (4ª). Barcelona: Juan Bruger.

Delgado Vásquez, W. F. (2022). Evaluación del ladrillo artesanal de arcilla adicionando aserrín de pino con fines estructurales, Bambamarca, 2019.

Esteban Nieto, N. (2018). Tipos de investigación.

Fernández A., M. (2000). Manual sobre fabricación de baldosas, tejas y ladrillos. España: Laboratorio Técnico Cerámico.

Galarza, C. A. R. (2021). Diseños de investigación experimental. CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, 10(1), 1-7.

Gallegos, H. (2005). Albañilería estructural. Perú: Fondo editorial PUCP.

Guerrero Gómez, G., Espinel Blanco, E., & Sánchez Acevedo, H. G. (2017). Análisis de temperaturas durante la cocción de ladrillos macizos y sus propiedades finales. Tecnura, 21(51), 118-131.

Hamilton, D. (1989). Alfarería y Cerámica. España: Ediciones CEAC.

Kerlinger, F. N. (2002). Investigación del comportamiento. México D.F.: McGraw-Hill.

Kohl, A., & Bastian, K. (1975). Tratado moderno de albañilería (2ª). Barcelona:José Montesó.

Mogollón Maestre, G. E., & Silva Doza, L. L. (2015). Evaluación de residuos sólidos generados en la industria del aserrío y su aprovechamiento con alternativas de tecnologías limpias, Iquitos-Loreto-Perú, 2015.

Moreno Torres, M. D. (2021). Control de calidad de los tipos de ladrillos King Kong 18 huecos sobre sus propiedades mecánicas, físicas y químicas, Trujillo 2018.

Moreno, F. (1981). El ladrillo en la construcción. España: Ediciones CEAC

Norma Técnica Peruana. (2003). Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos. (NTP 331.017:2003). Lima: INDECOPI.

NORMA, A. D. (2005). 4318-05. Standard Test Methods for Liquid limit, Plastic Limit, and Plasticity index of Soils, ASTM International, West Conshohocken, Pennsylvania, USA.

Ñaupas, H. M. (2013). Metodología de la investigación científica y elaboración de tesis. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Olave Cortez, J. C. (2017). Influencia del aserrín en la resistencia a la compresión y variación dimensional de ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente.

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (1970). Establecimiento de industrias y ladrillos de ladrillos y tejas en los países en desarrollo. New York: Naciones Unidas.

Picon Mayhuay, J. J. (2022). Efectos de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales en viviendas tradicionales, Recuay-Ancash 2021.

Reglamento nacional de edificaciones (2014). NORMA TECNICA PERUANA. ITINTEC 331.017.

Reyes, J. (2013). "Reacción asistida por microondas para la obtención dehidrocarburos a partir de aserrín de madera". Quito.

Rhodes, D. (1990). Arcilla y vidriado para el ceramista. España: Ediciones CEAC.

Rimarachin Ramirez, C. I. (2020). Uso de la cascarilla de arroz y aserrín en la resistencia a compresión de ladrillos de arcilla para techo, en el distrito de Nueva Cajamarca-provincia de Rioja-San Martín.

Rozo, S. y Sánchez, J.A. (2014). Propiedades físico-mecánicas de bloques H10 fabricados en el área metropolitana de Cúcuta. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 24(1), 67-78.

Sánchez Flores, F. A. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. Revista digital de investigación en docencia universitaria, 13(1), 102-122.

Sánchez, E., Barba, A., Feliu, C., García, J., Ginés, F., Sanz, V., & Beltrán, V. (1997). Materias primas para la fabricación de suportes de baldosas cerámicas. Castellón, Espanha: Instituto de Tecnología Cerámica–AICE/ITC,.

Santos Amado, J. D., Malagón Villafrades, P. Y., & CÓRDOBA TUTA, E. L. C. Y. (2011). Caracterización de arcillas y preparación de pastas cerámicas para la fabricación de tejas y ladrillos en la región de Barichara, Santander. Dyna, 78(167), 50-58.

Sociedad geológica mexicana. Arcilla, clasificación, identificación usos y especificaciones industriales. Recuperado de: http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/ epoca03/de-pablo.

Somayaji, S. (2001). Civil engineering materials (2ª). New Jersey: Prentice Hall

Šveda, M., Janík, B., Pavlík, V., Štefunková, Z., Pavlendová, G., Šín, P., & Sokolář, R. (2017). Pore-size distribution effects on the thermal conductivity of the fired clay body from lightweight bricks. Journal of Building Physics, 41(1), 78-94.

Valbuena Porras, S. G., Mena Serna, M., & García-Ubaque, C. A. (2016). Evaluación de la resistencia a la compresión en morteros de pega de acuerdo con la dosificación establecida por el código Sismo Resistente Colombiano. Estudio de caso. Tecnura, 20(48), 101-113.

Vieira, C. M. F., Sánchez, R., & Monteiro, S. N. (2008). Characteristics of clays and properties of building ceramics in the state of Rio de Janeiro, Brazil. Construction and Building Materials, 22(5), 781-787.

Zurita-Cruz, J. N., Márquez-González, H., Miranda-Novales, G., & Villasís-Keever, M. Á. (2018). Estudios experimentales: diseños de investigación para la evaluación de intervenciones en la clínica. Revista alergia México, 65(2), 178-186.

Castrillón, D. Z., Arrieta, A. P. H., Palacio, D. F. G., Rodríguez, J. E., Machado, Á. M. H., López, M. E., & Álvarez, C. G. (2016). Caracterización térmica, química y mineralógica de un tipo de arcilla roja propia de la región andina Colombiana, empleada para la producción de ladrillos para construcción. Revista Colombiana de Materiales, (9), 53-63.

Rojas Regalado, C. D., & Oro Marcelo, A. C. (2023). Análisis de las propiedades mecánicas de ladrillos comerciales del distrito de huacho, lima, 2023.

Seclén Vásquez, K. F. (2022). Influencia de fibras sintéticas de polipropileno en el módulo resiliente en suelos arcillosos compactados en el distrito de Manantay

Corredor, K., Guzmán, A., & Torres, N. (2020). Factibilidad en la fabricación de ladrillos no estructurales, a partir del reciclaje de las colillas de cigarrillo. Revista ingeniería de construcción, 35(3), 232-245.

Diaz Vargas, A. M., & Gonzales Panduro, T. A. (2022). Evaluación de adoquín de ladrillo macizo adicionando partículas de vidrio para el Jirón Enrique Valderrama, Puerto Esperanza, Purús, Ucayali, 2022.

Manco-Jaraba, D. C., Martínez-Contreras, C. A., Gómez-Jiménez, J. E., Girales-Puerta, D. I., & Molina-Arenas, S. I. (2020). Caracterización fisicoquímica de las arcillas utilizadas en la preparación de pastas cerámicas para la producción de los lotes de ladrillo tipo h-10 en la empresa Ladrillera Valledupar sas (Colombia). AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería, 8(3), 54-59.

Castillo, B. (2017). Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras. Cuenca, Ecuador.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACION DEL PROBLEMA	**OBJETIVOS**	**HIPOTESIS**	**VARIABLE(S)**	**INDICADORES**
¿Cuál es el mejor tipo de arcilla y el porcentaje óptimo de aserrín fino de tahuari (Handroanthus serratifolius), en las características físicas y mecánicas del ladrillo King Kong en Pucallpa?	Analizar y evaluar los diferentes tipos de arcillas y aserrín fino de tahuari (Handroanthus serratifolius), en las características físicas y mecánicas del ladrillo king kong en Pucallpa.	Se puede Analizar y evaluar los diferentes tipos de arcillas y aserrín fino de tahuari (Handroanthus serratifolius), en las características físicas y mecánicas del ladrillo king kong en Pucallpa.	**VI** X1: Los tres diferentes tipos de arcillas. X2: El aserrín fino de tahuari en diferentes porcentajes. **VD** Características físicas y mecánicas de los ladrillos.	Cantidad porcentual de arcillas presente en las muestras de las diferentes canteras. Sustitución porcentual de las arcillas en 1%, 3%, 5% y 7% por aserrín de tahuari. Resistencia a la compresión en (Kg/cm^2). Dimensiones del ladrillo en (mm).
Problemas específicos	***Objetivos específicos***	***Hipótesis especificas***	***Sub variables***	***Sub indicadores***
1. ¿Cuáles es el mejor tipo de arcilla y el porcentaje óptimo de aserrín fino de tahuari (Handroanthus serratifolius), en las características mecánicas del ladrillo King Kong en Pucallpa?	1. Determinar el mejor tipo de arcilla y el porcentaje óptimo de aserrín fino de tahuari (Handroanthus serratifolius), en las características mecánicas del ladrillo King Kong en Pucallpa.	Si establecemos el mejor tipo de arcilla y el porcentaje óptimo de aserrín fino de tahuari (Handroanthus serratifolius), entonces determinaremos un efecto significativo en las	**Propiedades mecánicas**	Resistencia a la compresión en (Kg/cm^2). Según tipo de arcilla y sustitución parcial de aserrín al 1%, 3%, 5% y 7% por aserrín de tahuari.

		características mecánicas del ladrillo King Kong en Pucallpa.		
2. ¿Cuál es la proporción optima de aserrín y el tipo de arcilla en las características físicas del ladrillo King Kong según la norma técnica peruana NTP 331.017?	2. Determinar la proporción optima de aserrín y el tipo de arcilla en las características físicas del ladrillo King Kong según la norma técnica peruana NTP 331.017.	Si utilizamos la norma técnica peruana NTP 331.017, entonces determinaremos la proporción optima de aserrín y el tipo de arcilla en las características del ladrillo King Kong.	**Norma NTP 331.017**	Resistencia a la comprensión en 10 Mega Pascales o (130 kg/cm^2).
TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION	***POBLACION, MUESTRA***	***DISEÑO DE INVESTIGACION***	***TECNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACION***	***INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE INFORMACION***
1. Tipo de investigación	***Población***	***Tipo de diseño***	***Técnicas bibliográficas***	***Instrumentos:***
Aplicada. Se utiliza conocimiento para resolver algún problema en este caso el "Analizara el efecto de diferentes tipos de arcillas y aserrín fino de tahuari (Handroanthus serratifolius), en las características físicas y	La población total estuvo formada por el número total ladrillos fabricados con o sin tratamientos de aserrín fino de tahuari, estará conformada por 1000 ladrillos.	El diseño estadístico, que se empleará será un diseño completamente al azar con 12 tratamientos y 5 repeticiones.	Ficha de evaluación especial.	Textuales Internet Revistas especializadas Biblioteca especializada

mecánicas de ladrillos King Kong en Pucallpa".				
2. Nivel de investigación	***Muestra***	***Técnicas estadísticas***	***Técnicas de campo***	***Instrumentos***
Experimental, porque existirá un efecto de la variable la arcilla y el aserrín fino de tahuari (Handroanthus serratifolius), en las características físicas y mecánicas de ladrillos King Kong en Pucallpa.	Para alcanzar los objetivos de la investigación y poder determinar el efecto de diferentes tipos de arcillas y aserrín fino de tahuari (Handroanthus serratifolius), en las características físicas y mecánicas de ladrillos King kong en Pucallpa, se trabajará con un total de 75 ladrillos, que serán sometidos a la prueba de resistencia a la compresión en (Kg/cm2) y el dimensionamiento de los ladrillos.	Para determinar si existe diferencias entre los tratamientos se realizará la prueba paramétrica de Tukey a un nivel de significancia de 0.05 para los promedios obtenidos.	Método de observación directa.	Fichas especializadas
	Unidad de análisis			***Instrumentos estadísticos***
	La unidad de análisis estará conformada por los ladrillos tipo King Kong.			software estadístico SPSS versión 22

Tabla 15A.

Análisis de la densidad de las arcillas de tres diferentes canteras.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	0.028800	0.014400	108.00	0.000
Error	6	0.000800	0.000133		
Total	8	0.029600			

R^2 = 93.92; C.V. = 0.0115

Tabla 16A.

Análisis de la conductividad eléctrica de las arcillas de tres diferentes canteras.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	0.053600	0.026800	402.00	0.000
Error	6	0.000400	0.000067		
Total	8	0.054000			

R^2 = 97.33; C.V. = 0.0181

Tabla 17A.

Análisis del porcentaje de arena en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	284.480	142.240	20917.65	0.000
Error	6	0.041	0.007		
Total	8	284.521			

R^2 = 96.77; C.V. = 0.0824

Tabla 18A.

Análisis del porcentaje de arcilla en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	456.000	228.000	22800.00	0.000
Error	6	0.060	0.010		
Total	8	456.060			

R^2 = 97.32; C.V. = 0.0111

Tabla 19A.

Análisis del porcentaje de limo en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	25.2800	12.6400	401.69	0.000
Error	6	0.1888	0.0315		
Total	8	25.4688			

R^2 = 98.33; C.V. = 0.0173

Tabla 20A.

Análisis del pH en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	1.08500	0.542500	1356.25	0.000
Error	6	0.00240	0.000400		
Total	8	1.08740			

R^2 = 98.15; C.V. = 0.0201

Tabla 21A.

Análisis de la humedad en porcentaje en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	30.1986	15.0993	37748.25	0.000
Error	6	0.0024	0.0004		
Total	8	30.2010			

R^2 = 98.28; C.V. = 0.021

Tabla 22A.

Análisis del límite líquido en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	66.6200	33.3100	71378.57	0.000
Error	6	0.0028	0.0005		
Total	8	66.6228			

R^2 = 97.547; C.V. = 0.0216

Tabla 23A.

Análisis del del límite plástico en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	15.5306	7.76530	15530.60	0.000
Error	6	0.0030	0.00050		
Total	8	15.5336			

R^2 = 97.56; C.V. = 0.0224

Tabla 24A.

Análisis del índice plástico en tres diferentes canteras para la elaboración de ladrillos.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	18.4326	9.21630	16264.06	0.000
Error	6	0.0034	0.00057		
Total	8	18.4360			

R^2 = 96.71; C.V. = 0.0238

Tabla 25A.

Análisis de la longitud de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	14	1340	95.70	5.47	0.000
Error	60	1048	17.47		
Total	74	2388			

R^2 = 66.10% C.V. = 0.0418

Tabla 26A.

Análisis del ancho de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	14	471.4	33.670	16.83	0.000
Error	60	120.0	2.000		
Total	74	591.4			

R^2 = 79.70% C.V. = 0.0641

Tabla 27A.

Análisis de la altura de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	14	309.10	22.078	13.27	0.000
Error	60	99.80	1.663		
Total	74	408.90			

R^2 = 75.59% **C.V. =** 0.0129

Tabla 28A.

Análisis de las propiedades mecánicas de ladrillos King Kong de tres diferentes canteras.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	14	93887	6706.2	10.15	0.000
Error	60	39647	660.8		
Total	74	133533			

R^2 = 80.31% **C.V. =** 0.0970

Figura 11A.

Obtención de muestras de la cantera n°1, para el análisis fisicoquímico de la arcilla para ladrillos.

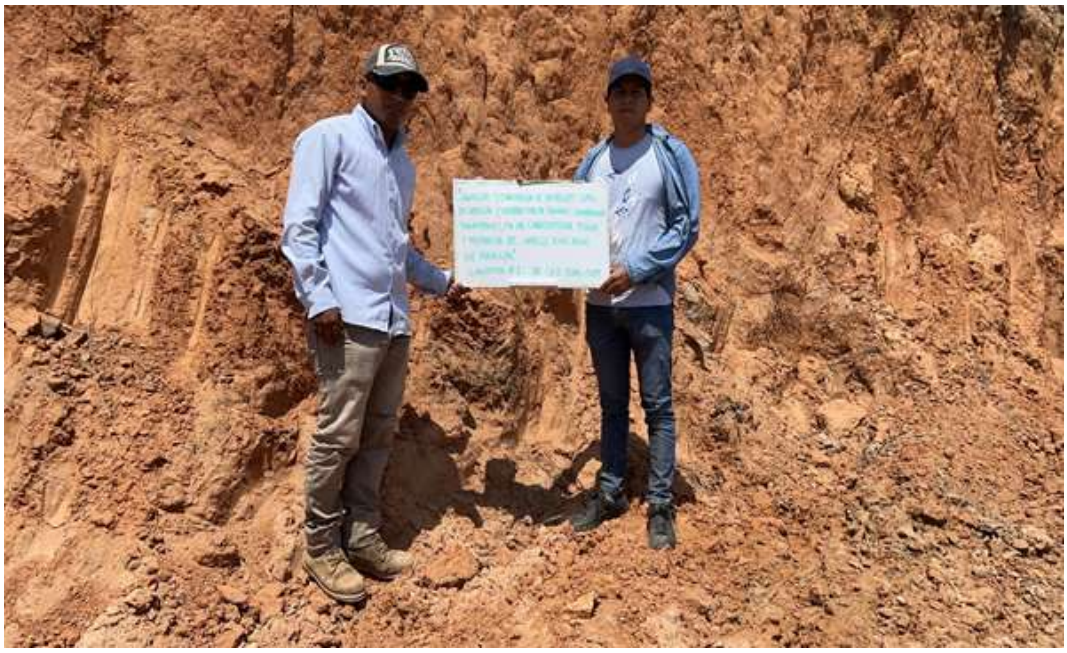


Figura 12A.

Zona de extracción de arcilla para ladrillos, vista general.



Figura 13A.

Obtención de muestras de la cantera n°2, para el análisis fisicoquímico de la arcilla para ladrillos.



Figura 14A.

Zona de extracción mecánica de arcilla para ladrillos, en la cantera n° 2.



Figura 15A.

Vista general de la cantera n° 2.



Figura 16A.

Zona de extracción y etiquetado de muestras, en la cantera n° 3.



Figura 17A.

Georreferenciación del área de extracción de muestras, en la cantera n° 3.



Figura 18A.

Transporte de arcilla de diferentes canteras para la elaboración de ladrillos según tratamientos.



Figura 19A.

Preparación de muestras de arcillas para análisis de laboratorio.



Figura 20A.

Triturado previo al análisis físico de las muestras de arcillas.



Figura 21A.

Pesado previo al análisis físico de las muestras de arcillas.



Figura 22A.

Pesado previo de las muestras por tratamiento para el análisis físico de las muestras de arcillas.



Figura 23A.

Pesado previo a la determinación de la densidad de las arcillas, según tratamientos.



Figura 24A.

Determinación del volumen de las muestras de arcillas.



Figura 25A.

Cuantificación del volumen de las muestras de arcillas.



Figura 26A.

Preparación de muestras de arcillas de la cantera n°3.



Figura 27A.

Evaluación de la resistencia a la comprensión de ladrillos en diferentes tratamientos.



Figura 28A.

Preparación de ladrillos para la prueba de rotura según tratamientos.



Figura 29A.

Ladrillos listos para la prueba de rotura.



Figura 30A.

Ladrillos recién salidos del horno de cocción.



Figura 31A.

Acopio de material según tratamientos para la elaboración de ladrillos.



Figura 32A.

Mezcladora de arcilla para la elaboración de ladrillos.



Figura 33A.

Resultado de Ensayos de Clasificación de Suelos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA E.I.R.L.
PAVIMENTOS - CONCRETO ASFALTO - CIMENTACIONES
CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS
RUC N° 20393220130

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

Pucallpa, 30 de Mayo del 2023

ATENCION : **Sr.Gianni Kevin García Vargas y Sr.Roberto Ronaldiñho Ramírez Robledo Tesistas.**

ASUNTO : **Informe Técnico Clasificación para Estudio de Canteras.**

PROYECTO : **"Análisis y Evaluación de Diferentes Tipos de Arcillas y Aserrín fino de Tahuari (Handroanthus Serratifolius), en las Características Físicas y Mecánicas del Ladrillo King Kong en Pucallpa"**

Es grato dirigirme a Ud. Con el fin de informarle sobre los trabajos realizados en Obra y en el laboratorio, que se detallan a continuación:

De acuerdo a los servicios solicitados, se realizo las muestras del material seleccionado para relleno con la participación de los solicitantes en las **cantera N°01-Carretera Federico Basadre-Km.10 entrando 5 Km.Margen-Derecha, cantera Cashibococha y la Cantera Carretera Federico Basadre Km.19-entrando 5-km.**, trasladando las muestras inalteradas al laboratorio, donde se realizo la evaluación de sus características física-mecánica, de acuerdo a las Normas establecidas en el Sistema de Clasificación SUCS y AASHTO; asimismo realizando los ensayos Quimicos en nuestro laboratorio.

- **Ensayo de Clasificación del Material Arcilla limosa Cantera N°01- Km.10-C.F.B.**
- **Ensayo de Clasificación del Material Arcilla Limosa Cantera N°02- Cashibococha.**
- **Ensayo de Clasificación del Material Arcilla Limosa Cantera N°03 Km.19-C.F.B.**

ENSAYOS DE LABORATORIO

De acuerdo a las muestras emitidas a nuestro laboratorio, se han realizado los ensayos de la caracterización física-mecánica del material de cantera de acuerdo a las normas que se indican en la tabla 5 de la Norma Técnica E-050 "Suelos y Cimentaciones", del R.N.E del Reglamento Nacional.

TABLA N°5
ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO	NORMA APLICABLE
Análisis Granulométrico por tamizado	MTC-E-107
Análisis de Limite Liquido	MTC-E-110
Análisis de Limite Plástico e Índice de Plasticidad	MTC-E-111
Análisis de Control de Humedad	MTC-E-205

Figura 34A.

Resultado de Ensayos de Clasificación de Suelos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA EIRL.
PAVIMENTOS - CONCRETO ASFALTO - CIMENTACIONES
CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS
RUC N° 20393220130

N° CBR	CLASIFICACIÓN GENERAL	USOS	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN	
			UNIFICADO	AASHTO
0-3	Muy pobre	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A5.A6,A7
3-7	Pobre a Regular	Subrasante	OH, CH, MH, OL,CL	A4, A5, A6, A7
7-20	Regular	Sub-base	OL,CL,ML,SC,SM,SP	A2,A4,A6,A7
20-50	Bueno	Base, Sub-Base	GM,GC,SW,SM,SP,GP	Alb, A2-5, A3, A2-6
>50	Excelente	Base	GW,GM	Ala, A2-4, A3

SISTEMAS DE CLASIFICACION

B.- SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS DE GRANO FINO,

(Más del 50% del material pasa el tamiz # 200)

Suelos Altamente orgánicos	Limos y arcillas (límite líquido > 50)			Limos y arcillas (límite líquido < 50)		
Pt	OH	CH	MH	OL	CL	ML
Turbas y otros suelos Altamente orgánicos	Arcillas orgánicas De media alta plasticidad Limos orgánicos	Arcillas Inorgánico de alta plasticidad Arcillas Grasas	Limos Inorgán. Suelos limosos o arenosos finos micáceos suelos elásticos	Limos orgánicos Arcillas orgánicas de baja plasticidad	Arcillas Inorgán. de baja a media plasticidad Arcillas gravosas Arcillas arenosas Arcillas limosas Arcillas margas	Limos Inorgár y arena muy f Polvo de roca Arenas finas limosas o arcillosas Limos arcillos

Suelo Asfalto y Concreto

CLASIFICACION DEL MATERIAL DE LA CANTERA N°01 KM.10-C.F.B.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
Contenido de Humedad (%) :	14.22%
Límite Líquido (LL) :	42.70
Límite Plástico (LP) :	22.50
Índice Plástico (IP) :	20.00
Clasificación (SUCS) :	CI
Clasificación (AASHTO) :	A-7-6(13)
Descripción (AASHTO) :	REGULAR

Por las características física-mecánica, son recomendables para su uso en rellenos, por su regular % de plasticidad (CL), arcilla limosa de color anaranjado , con fragmentos finos en forma homogénea suelos altamente expansivos cuando absorben agua y se contraen cuando pierden su óptimo contenido de humedad, se conservan en estado estable con su optimo contenido de humedad Natural; el material se encuentra dentro de las tolerancias optimas de trabajo +/- 2 % en su optimo contenido de humedad.

Figura 35A.

Resultado de Ensayos de Clasificación de Suelos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA EIRL.
PAVIMENTOS - CONCRETO ASFALTO - CIMENTACIONES
CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS
RUC N° 20393220130

CLASIFICACION DEL MATERIAL DE LA CANTERA N°02 CASHIBOCOCHA.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
Contenido de Humedad (%) :	18.54%
Límite Líquido (LL) :	40.20
Límite Plástico (LP) :	21.66
Índice Plástico (IP) :	18.54
Clasificación (SUCS) :	CL
Clasificación (AASHTO) :	A-7-6(10)
Descripción (AASHTO) :	REGULAR

Por las caracteristicas fisica-mecánica, son recomendables para su uso en rellenos, por su regular % de plasticidad (CL), arcilla limosa de color marron , con fragmentos finos en forma homogénea suelos regularmente expansivos cuando absorben agua y se contraen cuando pierden su óptimo contenido de humedad, se conservan en estado estable con su optimo contenido de humedad Natural; el material se encuentra dentro de las tolerancias optimas de trabajo +/- 2 % en su optimo contenido de humedad.

CLASIFICACION DEL MATERIAL DE LA CANTERA N°03 Km.19 C.F.B.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
Contenido de Humedad (%) :	15.33%
Límite Líquido (LL) :	46.80
Límite Plástico (LP) :	24.77
Índice Plástico (IP) :	22.03
Clasificación (SUCS) :	CL
Clasificación (AASHTO) :	A-7-6(15)
Descripción (AASHTO) :	REGULAR

Por las caracteristicas fisica-mecánica, son recomendables para su uso en rellenos, por su regular % de plasticidad (CL), arcilla limosa de color marrón con betas cremas , con fragmentos finos en forma homogénea suelos regularmente expansivos cuando absorben agua y se contraen cuando pierden su óptimo contenido de humedad, se conservan en estado estable con su optimo contenido de humedad Natural; el material se encuentra dentro de las tolerancias optimas de trabajo +/- 2 % en su optimo contenido de humedad.

Figura 36A.

Resultado de Ensayos de Compresión – Cantera con mejores resultados

GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 726 – Pucallpa Telf. 59-2880 - Cel 961971920 – 961705732 – RPM #7954953681- RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hamojalott2@hotmail.com -geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

PROYECTO : "ANALISIS Y EVALUACION DE DIFERENTES TIPOS DE ARCILLA Y ASERRIN FINO DE TAHUARI (HANDROANTHUS SERRATIFOLIUS), EN LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DEL LADRILLO KING KONG EN PUCALLPA"

UBICACIÓN : PUCALLPA

SOLICITADO : BACH. GIANNI KEVIN GARCIA VARGAS - BACH. ROBERTO RONALDIÑO RAMIREZ ROBLEDO

FECHA : 16/08/2023

$f_b = \frac{P}{A}$ = $f'b = fb - \sigma$

Donde :

- $f'b$ = Resistencia característica
- fb = Resistencia ala compresion de una unidad
- P = Carga máxima o de rotura
- A = Área bruta o neta del espécimen
- σ = Desviación estándar

Mediciones y resultados de ensayos a la compresion de ladrillos de arcilla cocida con 18 huecos C-1 S/A - Tipo IV

Espécimen N°	Largo (cm)		Ancho (cm)		Altura (cm)		Peso Seco (gr)	Carga Maxima (Kn)	Carga Máxima (kg)
	L_1	L_2	A_1	A_2	H_1	H_2			
1-P	22,50	22,70	11,80	11,70	8,70	8,75	2.355,00	622,20	63.445,7
2-P	22,50	22,55	11,50	11,80	8,70	8,70	2.355,00	437,96	44.658,8
3-P	22,00	22,50	11,80	11,40	8,90	8,80	2.295,80	463,11	47.223,3
4-P	22,40	22,50	11,70	11,80	8,70	8,50	2.280,00	526,17	53.653,6
5-P	22,00	22,30	11,80	11,50	8,70	8,50	2.255,00	584,53	59.604,5

Cálculo de la resistencia a la compresión de ladrillos de arcilla cocida con 18 huecos C-1 S/A - Tipo IV

Espécimen N°	Aprom (cm)	Lprom (cm)	Carga Maxima (kg)	Área Neta (Cm^2)	fb (kg/cm^2)
1-P	11,65	22,60	63445,73	178,43	355,57
2-P	11,55	22,53	44658,78	171,81	259,94
3-P	11,50	22,25	47223,33	167,52	281,90
4-P	11,75	22,45	53653,55	175,43	305,84
5-P	11,55	22,15	59604,52	167,48	355,90

fb =	311,83 kg/cm2
σ =	43,24 kg/cm2
$f'b$ =	268,59 kg/cm2

Cálculo de porcentaje de vacios de ladrillos de arcilla cocida C-1 S/A - Tipo IV

Espécimen N°	A. prom (Cm)	Lprom (Cm)	Área Bruta (Cm^2)	Diámetro de vacios (Cm)	Área de vacios por Hueco (cm^2)	Area de vacios Neto (Cm^2)	Área macisa Neto por Ladrillo	Porcentaje de vacios (%)
1-P	11,65	22,60	263,29	2,45	4,71	84,86	178,43	32,2
2-P	11,55	22,53	260,15	2,50	4,91	88,36	171,81	34,0
3-P	11,50	22,25	255,88	2,50	4,91	88,36	167,52	34,5
4-P	11,75	22,45	263,79	2,50	4,91	88,36	175,43	33,5
5-P	11,55	22,15	255,83	2,50	4,91	88,36	167,48	34,5

Promedio de porcentaje de vacios	
33,8	%

OBSERVACIONES : 1. LADRILLOS RECTANGULAR DEARCILLA COCIDA DE 18 HUECOS, TIPO PERFORADA O HUECA
2. LADRILLOS RECTANGULAR DE ARCILLA COCIDA

CARACTERISTICAS DE LA PRENSA

Equipo: PRENSA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO TAMEQUIPOS LTDA
CABEZAL DE LECTURA AUTOMATICO - DIGITAL WEIGHING INDICATOR -X10

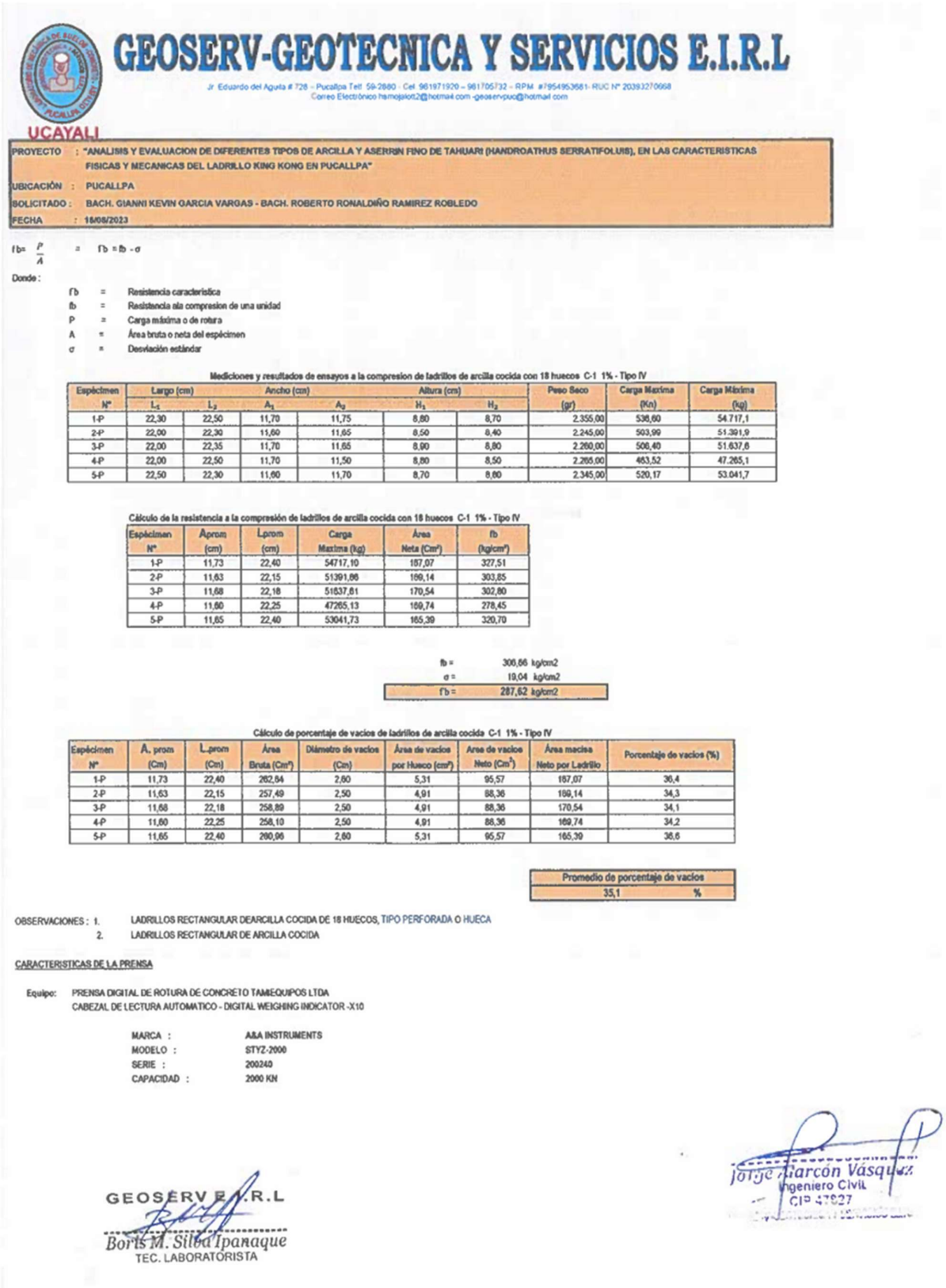
MARCA : A&A INSTRUMENTS
MODELO : STYZ-2000
SERIE : 200240
CAPACIDAD : 2000 KN

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827
GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Figura 37A.

Resultado de Ensayos de Compresión – Cantera con mejores resultados



GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr Eduardo del Aguila # 728 – Pucallpa Telf 59-2680 - Cel 961971920 – 961705732 – RPM #795495368I- RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hamojalot2@hotmail.com -geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

PROYECTO : "ANALISIS Y EVALUACION DE DIFERENTES TIPOS DE ARCILLA Y ASERRIN FINO DE TAHUARI (HANDROATHUS SERRATIFOLIUS), EN LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DEL LADRILLO KING KONG EN PUCALLPA"

UBICACIÓN : PUCALLPA

SOLICITADO : BACH. GIANNI KEVIN GARCIA VARGAS - BACH. ROBERTO RONALDIÑO RAMIREZ ROBLEDO

FECHA : 18/08/2023

$f'b = \frac{P}{A}$ = $f'b = fb - \sigma$

Donde :

- f'b = Resistencia característica
- fb = Resistencia ala compresion de una unidad
- P = Carga máxima o de rotura
- A = Área bruta o neta del espécimen
- σ = Desviación estándar

Mediciones y resultados de ensayos a la compresion de ladrillos de arcilla cocida con 18 huecos C-1 1% - Tipo IV

Espécimen N°	Largo (cm)		Ancho (cm)		Altura (cm)		Peso Seco (gr)	Carga Maxima (Kn)	Carga Máxima (kg)
	L_1	L_2	A_1	A_2	H_1	H_2			
1-P	22,30	22,50	11,70	11,75	8,80	8,70	2.355,00	536,60	54.717,1
2-P	22,00	22,30	11,60	11,65	8,50	8,40	2.245,00	503,99	51.391,9
3-P	22,00	22,35	11,70	11,65	8,90	8,80	2.260,00	506,40	51.637,6
4-P	22,00	22,50	11,70	11,50	8,80	8,50	2.265,00	463,52	47.265,1
5-P	22,50	22,30	11,60	11,70	8,70	8,80	2.345,00	520,17	53.041,7

Cálculo de la resistencia a la compresión de ladrillos de arcilla cocida con 18 huecos C-1 1% - Tipo IV

Espécimen N°	Áprom (cm)	Lprom (cm)	Carga Maxima (kg)	Área Neta (Cm^2)	fb (kg/cm^2)
1-P	11,73	22,40	54717,10	167,07	327,51
2-P	11,63	22,15	51391,86	169,14	303,85
3-P	11,68	22,18	51637,61	170,54	302,80
4-P	11,60	22,25	47265,13	169,74	278,45
5-P	11,65	22,40	53041,73	165,39	320,70

fb =	306,66 kg/cm2
σ =	19,04 kg/cm2
f'b =	287,62 kg/cm2

Cálculo de porcentaje de vacios de ladrillos de arcilla cocida C-1 1% - Tipo IV

Espécimen N°	A. prom (Cm)	L.prom (Cm)	Área Bruta (Cm^2)	Diámetro de vacios (Cm)	Área de vacios por Hueco (cm^2)	Area de vacios Neto (Cm^2)	Área macisa Neto por Ladrillo	Porcentaje de vacios (%)
1-P	11,73	22,40	262,84	2,60	5,31	95,57	167,07	36,4
2-P	11,63	22,15	257,49	2,50	4,91	88,36	169,14	34,3
3-P	11,68	22,18	258,89	2,50	4,91	88,36	170,54	34,1
4-P	11,60	22,25	258,10	2,50	4,91	88,36	169,74	34,2
5-P	11,65	22,40	260,96	2,60	5,31	95,57	165,39	36,6

Promedio de porcentaje de vacios	
35,1	%

OBSERVACIONES : 1. LADRILLOS RECTANGULAR DEARCILLA COCIDA DE 18 HUECOS, TIPO PERFORADA O HUECA
2. LADRILLOS RECTANGULAR DE ARCILLA COCIDA

CARACTERISTICAS DE LA PRENSA

Equipo: PRENSA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO TAMEQUIPOS LTDA
CABEZAL DE LECTURA AUTOMATICO - DIGITAL WEIGHING INDICATOR -X10

MARCA : A&A INSTRUMENTS
MODELO : STYZ-2000
SERIE : 200240
CAPACIDAD : 2000 KN

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Garcon Vasquez
Ingeniero Civil
CIP 47927

Figura 38A.

Resultado de Ensayos de Compresión – Cantera con mejores resultados

GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 726 – Pucallpa Telf. 59-2660 - Cel. 961971920 – 961705732 – RPM #795495368I- RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hsmojalot2@hotmail.com -geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

PROYECTO : "ANALISIS Y EVALUACION DE DIFERENTES TIPOS DE ARCILLA Y ASERRIN FINO DE TAHUARI (HANDROATHUS SERRATIFOLIUS), EN LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DEL LADRILLO KING KONG EN PUCALLPA"
UBICACIÓN : PUCALLPA
SOLICITADO : BACH. GIANNI KEVIN GARCIA VARGAS - BACH. ROBERTO RONALDIÑO RAMIREZ ROBLEDO
FECHA : 16/06/2023

$f'b = \frac{P}{A}$ = $f'b = fb - \sigma$

Donde :

f'b = Resistencia caracteristica
fb = Resistencia ala compresion de una unidad
P = Carga máxima o de rotura
A = Área bruta o neta del espécimen
σ = Desviación estándar

Mediciones y resultados de ensayos a la compresion de ladrillos de arcilla cocida con 18 huecos C-1 3% - Tipo IV

Espécimen N°	Largo (cm)		Ancho (cm)		Altura (cm)		Peso Seco (gr)	Carga Maxima (Kn)	Carga Maxima (kg)
	L_1	L_2	A_1	A_2	H_1	H_2			
1-P	22,50	23,90	11,70	12,00	8,90	9,10	2.380,00	525,50	53.585,2
2-P	22,50	22,40	11,60	12,10	8,70	8,90	2.325,00	565,72	57.688,5
3-P	22,50	22,85	11,80	12,25	8,80	9,00	2.355,00	581,56	59.301,7
4-P	22,80	23,10	11,70	12,30	8,70	8,90	2.345,00	577,72	58.910,1
5-P	22,40	24,90	11,80	12,50	8,50	9,00	2.290,00	577,67	58.905,0

Cálculo de la resistencia a la compresión de ladrillos de arcilla cocida con 18 huecos C-1 3% - Tipo IV

Espécimen N°	Aprom (cm)	Lprom (cm)	Carga Maxima (kg)	Área Neta (Cm^2)	fb (kg/cm^2)
1-P	11,85	23,20	53585,24	179,35	298,77
2-P	11,85	22,45	57688,47	177,68	324,67
3-P	12,03	22,68	59301,67	177,10	334,85
4-P	12,00	22,95	58910,11	187,04	314,96
5-P	12,05	23,65	58905,01	189,42	310,98

fb =	316,85 kg/cm2
σ =	13,69 kg/cm2
f'b =	303,15 kg/cm2

Cálculo de porcentaje de vacios de ladrillos de arcilla cocida C-1 3% - Tipo IV

Espécimen N°	A. prom (Cm)	L.prom (Cm)	Área Bruta (Cm^2)	Diámetro de vacios (Cm)	Área de vacios por Hueco (cm^2)	Area de vacios Neto (Cm^2)	Área macisa Neto por Ladrillo	Porcentaje de vacios (%)
1-P	11,85	23,20	274,92	2,80	5,31	95,57	179,35	34,8
2-P	11,85	22,45	266,03	2,50	4,91	88,36	177,68	33,2
3-P	12,03	22,68	272,87	2,80	5,31	95,57	177,10	35,0
4-P	12,00	22,95	275,40	2,50	4,91	88,36	187,04	32,1
5-P	12,05	23,65	284,98	2,80	5,31	95,57	189,42	33,5

Promedio de porcentajes de vacios	
33,7	%

OBSERVACIONES : 1. LADRILLOS RECTANGULAR DEARCILLA COCIDA DE 18 HUECOS, TIPO PERFORADA O HUECA
2. LADRILLOS RECTANGULAR DE ARCILLA COCIDA

CARACTERISTICAS DE LA PRENSA

Equipo: PRENSA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO TAMIEQUIPOS LTDA
CABEZAL DE LECTURA AUTOMATICO - DIGITAL WEIGHING INDICATOR -X10

MARCA : A&A INSTRUMENTS
MODELO : STYZ-2000
SERIE : 200240
CAPACIDAD : 2000 KN

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Apanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Marcon Vasquez
Ingeniero Civil
CIP 47927

Figura 39A.

Resultado de Ensayos de Compresión – Cantera con mejores resultados

GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 728 – Pucallpa Telf. 59-2880 - Cel. 961971920 – 961705732 – RPM #7954953681 - RUC N° 20393270868
Correo Electrónico hsmojalott2@hotmail.com -geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

PROYECTO : "ANALISIS Y EVALUACION DE DIFERENTES TIPOS DE ARCILLA Y ASERRIN FINO DE TAHUARI (HANDROATHUS SERRATIFOLIUS), EN LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DEL LADRILLO KING KONG EN PUCALLPA"
UBICACIÓN : PUCALLPA
SOLICITADO : BACH. GIANNI KEVIN GARCIA VARGAS - BACH. ROBERTO RONALDIÑO RAMIREZ ROBLEDO
FECHA : 16/08/2023

$f_b = \frac{P}{A}$ = $f'b = fb - \sigma$

Donde :

f'b = Resistencia caracteristica
fb = Resistencia ala compresion de una unidad
P = Carga máxima o de rotura
A = Área bruta o neta del espécimen
σ = Desviación estándar

Mediciones y resultados de ensayos a la compresion de ladrillos de arcilla cocida con 18 huecos C-1 5% - Tipo IV

Espécimen N°	Largo (cm)		Ancho (cm)		Altura (cm)		Peso Seco (gr)	Carga Maxima (Kn)	Carga Máxima (Kg)
	L_1	L_2	A_1	A_2	H_1	H_2			
1-P	22,20	22,50	11,60	11,80	8,80	9,10	2.260,00	624,36	63.666,0
2-P	22,40	22,45	11,50	11,80	8,60	8,90	2.265,00	620,31	63.253,0
3-P	22,20	22,50	11,70	12,00	8,80	9,00	2.235,00	600,32	61.214,6
4-P	22,50	22,85	11,80	11,70	8,70	9,00	2.365,00	591,40	60.305,1
5-P	22,70	22,52	11,50	11,65	8,60	8,90	2.350,00	605,10	61.702,0

Cálculo de la resistencia a la compresión de ladrillos de arcilla cocida con 18 huecos C-1 5% - Tipo IV

Espécimen N°	Aprom (cm)	Lprom (cm)	Carga Maxima (kg)	Área Neta (Cm^2)	fb (kg/cm^2)
1-P	11,70	22,35	63665,99	186,71	340,99
2-P	11,65	22,43	63253,01	172,89	365,85
3-P	11,85	22,35	61214,63	183,42	333,75
4-P	11,65	22,68	60305,06	195,74	308,09
5-P	11,58	22,61	61702,05	186,92	330,09

fb =	335,75 kg/cm2
σ =	20,82 kg/cm2
f'b =	314,93 kg/cm2

Cálculo de porcentaje de vacios de ladrillos de arcilla cocida C-1 5% - Tipo IV

Espécimen N°	A. prom (Cm)	L.prom (Cm)	Área Bruta (Cm^2)	Diámetro de vacios (Cm)	Área de vacios por Hueco (cm^2)	Area de vacios Neto (Cm^2)	Área macisa Neto por Ladrillo	Porcentaje de Vacios (%)
1-P	11,70	22,35	261,50	2,30	4,15	74,79	186,71	28,6
2-P	11,65	22,43	261,25	2,50	4,91	88,36	172,89	33,8
3-P	11,85	22,35	264,85	2,40	4,52	81,43	183,42	30,7
4-P	11,65	22,68	264,16	2,20	3,80	68,42	195,74	25,9
5-P	11,58	22,61	261,71	2,30	4,15	74,79	186,92	28,6

Promedio de Porcentaje de vacios	
29,5	%

OBSERVACIONES : 1. LADRILLOS RECTANGULAR DEARCILLA COCIDA DE 18 HUECOS, TIPO PERFORADA O HUECA
2. LADRILLOS RECTANGULAR DE ARCILLA COCIDA

CARACTERISTICAS DE LA PRENSA

Equipo: PRENSA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO TAMEQUIPOS LTDA
CABEZAL DE LECTURA AUTOMATICO - DIGITAL WEIGHING INDICATOR -X10

MARCA : A&A INSTRUMENTS
MODELO : STYZ-2000
SERIE : 200240
CAPACIDAD : 2000 KN

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vasquez
Ingeniero Civil
CIP 47927

Figura 40A.

Resultado de Ensayos de Compresión – Cantera con mejores resultados

GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 728 – Pucallpa Telf. 59-2880 - Cel. 961971920 – 961705732 – RPM #7954953681- RUC N° 20393270668
Correo Electrónico hamojslott2@hotmail.com -geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

PROYECTO : "ANALISIS Y EVALUACION DE DFERENTES TIPOS DE ARCILLA Y ASERRIN FINO DE TAHUARI (HANDROATHUS SERRATIFOLUIS), EN LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DEL LADRILLO KING KONG EN PUCALLPA"
UBICACIÓN : PUCALLPA
SOLICITADO : BACH. GIANNI KEVIN GARCIA VARGAS - BACH. ROBERTO RONALDIÑO RAMIREZ ROBLEDO
FECHA : 16/08/2023

$f'b = \frac{P}{A}$ = $f'b = fb - \sigma$

Donde:

f'b = Resistencia característica
fb = Resistencia ala compresion de una unidad
P = Carga máxima o de rotura
A = Área bruta o neta del espécimen
σ = Desviación estándar

Mediciones y resultados de ensayos a la compresion de ladrillos de arcilla cocida con 18 huecos C-1 7% - Tipo IV

Espécimen N°	Largo (cm)		Ancho (cm)		Altura (cm)		Peso Seco (gr)	Carga Maxima (Kn)	Carga Máxima (Kg)
	L_1	L_2	A_1	A_2	H_1	H_2			
1-P	22,00	22,40	11,60	11,80	8,80	9,10	2.260,00	572,27	58.354,4
2-P	22,40	22,45	11,50	11,80	8,60	8,90	2.265,00	546,34	55.710,3
3-P	22,70	22,50	11,70	11,70	8,80	9,00	2.235,00	527,72	53.811,6
4-P	22,00	22,20	11,60	11,70	8,70	8,90	2.365,00	595,68	60.741,5
5-P	22,70	22,52	11,50	11,65	8,60	8,90	2.350,00	555,64	56.658,6

Cálculo de la resistencia a la compresión de ladrillos de arcilla cocida con 18 huecos C-1 7% - Tipo IV

Espécimen N°	Aprom (cm)	Lprom (cm)	Carga Maxima (kg)	Área Neta (Cm^2)	fb (kg/cm^2)
1-P	11,70	22,20	58354,37	184,95	315,51
2-P	11,65	22,43	55710,29	172,89	322,22
3-P	11,70	22,60	53811,61	182,99	294,07
4-P	11,65	22,10	60741,49	189,04	321,31
5-P	11,58	22,61	58658,61	186,92	303,11

fb =	311,24 kg/cm2
σ =	12,26 kg/cm2
f'b =	298,98 kg/cm2

Cálculo de porcentaje de vacios de ladrillos de arcilla cocida C-1 7% - Tipo IV

Espécimen N°	A. prom (Cm)	L.prom (Cm)	Área Bruta (Cm^2)	Diámetro de vacios (Cm)	Área de vacios por Hueco (cm^2)	Area de vacios Neto (Cm^2)	Área macisa Neto por Ladrillo	Porcentaje de Vacios (%)
1-P	11,70	22,20	259,74	2,30	4,15	74,79	184,95	28,8
2-P	11,65	22,43	261,25	2,50	4,91	88,36	172,89	33,8
3-P	11,70	22,60	264,42	2,40	4,52	81,43	182,99	30,8
4-P	11,65	22,10	257,47	2,20	3,80	68,42	189,04	26,6
5-P	11,58	22,61	261,71	2,30	4,15	74,79	186,92	28,6

Promedio de Porcentaje de vacios	
29,7	%

OBSERVACIONES : 1. LADRILLOS RECTANGULAR DEARCILLA COCIDA DE 18 HUECOS, TIPO PERFORADA O HUECA
2. LADRILLOS RECTANGULAR DE ARCILLA COCIDA

CARACTERISTICAS DE LA PRENSA

Equipo: PRENSA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO TAMIEQUIPOS LTDA
CABEZAL DE LECTURA AUTOMATICO - DIGITAL WEIGHING INDICATOR -X10

MARCA : A&A INSTRUMENTS
MODELO : STYZ-2000
SERIE : 200240
CAPACIDAD : 2000 KN

GEOSERV E.I.R.L
Boris M. Silva Ipanaque
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez
Ingeniero Civil
CIP 47827