

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Incidencia del remplazo parcial de arena por residuos orgánicos de
coco en las propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal Tipo I,
bajo condiciones de la cantera El Frutillo Bajo, Chota, 2022**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por: LUIS ANGEL RUIZ RUBIO

Asesor: Mg. Ing. JOSÉ LUIS SILVA TARRILLO

Chota – Perú

2022

**INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA
POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS
PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO
ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA
CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022**

POR:

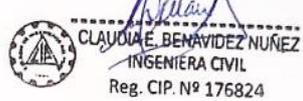
LUIS ANGEL RUIZ RUBIO

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la
Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar el título**

de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

Mg. Ing. Claudia Emilia Benavidez Núñez

PRESIDENTE




Miguel Ángel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL
CIP. 187782

Mg. Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo

SECRETARIO



Dr. Luis Alberto Orbegoso Navarro

VOCAL

DEDICATORIA

A las personas más trascendentales de mi vida, mi madre María Santos Rubio Cruzado porque sin ti todo lo que hasta ahora logre no sería posible, gracias por tu paciencia, por enseñarme el camino de la vida, gracias por tus consejos, por el amor que me has dado y por tu apoyo incondicional en mi vida.

A mis Hermanos Yan Ruiz Rubio y Luz Ruiz Rubio por ser mi fortaleza y alegría.

A mi padre Gerardo Ruiz Rubio por tu apoyo y constancia.

A mi Tío Segundo Ruiz Pérez gracias por todos los consejos que me diste para poder culminar mi carrera universitaria.

A mis abuelos María Salomé Cruzado Cubas y Clodomiro Rubio Mejía gracias que con la sabiduría de Dios me han enseñado a ser quien soy hoy.

A todos los docentes con lo que pude compartir y aprender experiencias memorables.

AGRADECIMIENTOS

A Dios Por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida, pero más que nada, gracias por haberme dado salud para lograr mis objetivos.

Agradecer primordialmente a mi madre, María Santos Rubio Cruzado por no dejarse vencer y regalarme cada nuevo día a su lado, demostrarme que la decisión y fortaleza disminuye los momentos amargos.

Por la confianza depositada en mí y en las decisiones que conllevan a mi crecimiento personal y profesional A mi padre, Gerardo Ruiz Pérez por todos los consejos a lo largo de mi formación académica.

A mis hermanos Yan Ruiz Rubio y Luz Ruiz Rubio por estar acompañándome en todo momento, ser mi fortaleza y transmitirme esas ganas de ayudar en esta investigación.

A mi tío Segundo Ruiz Pérez por todo el apoyo brindado en el desarrollo de mi formación profesional.

Finalmente agradecer al Ing. José Luis Silva Tarrillo por su apoyo, esfuerzo y por ser mi guía en el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-------------|
| RESUMEN | xii |
| ABSTRACT | xiii |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 14 |
| 1.1. Planteamiento del problema..... | 14 |
| 1.2. Formulación del problema | 16 |
| 1.3. Justificación | 16 |
| 1.4. Delimitación de la investigación..... | 17 |
| 1.5. Limitaciones..... | 18 |
| 1.6. Objetivos | 18 |
| 1.6.1. Objetivo general..... | 18 |
| 1.6.2. Objetivos específicos | 18 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO | 19 |
| 2.1. Antecedentes | 19 |
| 2.1.1. Antecedentes internacionales..... | 19 |
| 2.1.2. Antecedentes nacionales | 20 |
| 2.1.3. Antecedentes regionales | 21 |
| 2.2. Bases teórico – científicas | 22 |
| 2.2.1. Teoría del desarrollo sostenible y su relación con el uso de residuos orgánicos | 22 |
| 2.2.2. Comportamiento del suelo reforzado con fibra vegetal natural..... | 24 |
| 2.2.3. Microestructura de las fibras naturales | 26 |
| 2.3. Marco conceptual | 26 |
| 2.3.1. Coco | 26 |
| 2.3.2. Arcilla | 32 |
| 2.3.3. Propiedades físicas del suelo | 34 |
| 2.3.4. Arena..... | 37 |
| 2.3.5. Ladrillo | 40 |
| 2.3.6. Propiedades de las unidades de albañilería..... | 42 |
| 2.3.7. Requisitos estructurales de los ladrillos..... | 44 |

| | |
|--|------------|
| 2.4. Hipótesis | 45 |
| 2.5. Operacionalización de variables | 45 |
| 2.5.1. Variable independiente | 45 |
| 2.5.2. Variable dependiente | 45 |
| CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO | 47 |
| 3.1. Tipo y nivel de investigación | 47 |
| 3.2. Diseño de investigación | 47 |
| 3.3. Métodos de investigación | 48 |
| 3.4. Población, muestra y muestreo | 50 |
| 3.4.1. Población | 50 |
| 3.4.2. Muestra | 50 |
| 3.4.3. Muestreo | 53 |
| 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 53 |
| 3.5.1. Técnicas de recolección de datos | 53 |
| 3.5.2. Instrumentos de recolección de datos | 53 |
| 3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos | 55 |
| 3.6.1. Proceso de obtención de los datos | 55 |
| 3.6.2. Procesamiento de datos..... | 68 |
| 3.6.3. Análisis de datos | 68 |
| 3.7. Aspectos éticos | 68 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 69 |
| 4.1. Descripción de resultados | 69 |
| 4.1.1. Propiedades físicas del suelo de la cantera Frutillo Bajo..... | 69 |
| 4.1.2. Propiedades físicas de los agregados | 71 |
| 4.1.3. Propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos en unidad..... | 73 |
| 4.1.4. Propiedades mecánicas de la albañilería..... | 98 |
| 4.2. Discusión de resultados | 100 |
| 4.3. Contrastación de hipótesis | 109 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 114 |

| | |
|---|------------|
| 5.1. Conclusiones | 114 |
| 5.2. Recomendaciones y/o sugerencias | 116 |
| CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 117 |
| CAPÍTULO VII. ANEXOS | 127 |
| Anexo A. Glosario de términos básicos | 127 |
| Anexo B. Matriz de consistencia | 129 |
| Anexo C. Panel fotográfico | 130 |
| Anexo D. Estadísticas de la producción de coco en Perú..... | 144 |
| Anexo E. Zonas con residuos de coco | 145 |
| Anexo F. Resultados de ensayos de laboratorio | 146 |
| Anexo G. Certificados de INDECOPI e INACAL..... | 147 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Comparación de Características Específicas y Costo de Fibra Sintética Convencional y Materiales de Fibra Vegetal Natural | 23 |
| Tabla 2 Composiciones Bioquímicas de Fibras Vegetales Según Especies y Orígenes | 27 |
| Tabla 3 Contenido de Compuestos Lignocelulósicos en Fibra de Coco | 31 |
| Tabla 3 Caracterización Física de las Fibras de Mesocarpio de Coco | 31 |
| Tabla 5 Caracterización Químico-Biológica del Sustrato de Polvo de Coco..... | 31 |
| Tabla 6 Contenido Químico del Suelo Común y la Arcilla Común..... | 32 |
| Tabla 7 Huso Granulométrico de la Arena..... | 39 |
| Tabla 8 Módulo de Finura del Árido..... | 39 |
| Tabla 9 Factores de Corrección por Esbeltez para Pilas | 43 |
| Tabla 10 Factores de Corrección por Edad para Pilas y Muretes..... | 43 |
| Tabla 11 Requisitos Técnicos de las Unidades de Albañilería..... | 44 |
| Tabla 12 Requisitos Técnicos en Albañilería..... | 44 |
| Tabla 13 Matriz de Operacionalización de Variables | 46 |
| Tabla 14 Tipos de Investigación según Criterios | 47 |
| Tabla 15 Ubicación de las Fuentes de las Materias Primas..... | 50 |
| Tabla 16 Ladrillos para Ensayos en Unidad..... | 51 |
| Tabla 17 Cantidad de Ensayos en Pila y Murete..... | 51 |
| Tabla 18 Número de unidades de albañilería para ensayos colectivos..... | 51 |
| Tabla 19 Resumen DOE..... | 53 |
| Tabla 20 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos..... | 54 |
| Tabla 21 Peso Específico de las Materias Primas | 62 |
| Tabla 22 Dosificación de Materias Primas en Peso para 1 Ladrillo..... | 62 |
| Tabla 23 Dosificación de Materias Primas en Volumen para 1 Ladrillo | 63 |
| Tabla 24 Suelo de El Frutillo Bajo | 69 |
| Tabla 25 Propiedades Físicas de los Agregados..... | 71 |
| Tabla 26 Variabilidad de Dimensiones de los Ladrillos con Residuos de Coco | 73 |
| Tabla 27 Alabeo de los Ladrillos con Residuos de Coco | 77 |
| Tabla 28 Eflorescencia de los Ladrillos con Residuos de Coco..... | 80 |
| Tabla 29 Peso Específico de los Ladrillos con Residuos de Coco | 81 |
| Tabla 30 Absorción de los Ladrillos con Residuos de Coco..... | 84 |
| Tabla 31 Peso de los Ladrillos con Residuos de Coco | 87 |
| Tabla 32 Resistencia a Compresión de los Ladrillos con Residuos de Coco | 90 |
| Tabla 33 Características en Unidad de los Ladrillos con Residuos de Coco | 94 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 34 Pilas de Ladrillos con Residuos de Coco | 98 |
| Tabla 35 Muretes de Ladrillos con Residuos de Coco | 99 |
| Tabla 36 Características de las Materias Primas | 101 |
| Tabla 37 Características de los Ladrillos con Residuos de Coco | 105 |
| Tabla 38 Datos Estadísticos para Absorción según Porcentaje de Residuos de Coco | 110 |
| Tabla 39 Análisis Estadístico para Absorción según Porcentaje de Residuos de Coco | 110 |
| Tabla 40 Datos Estadísticos para Resistencia a Compresión según Porcentaje de Residuos de Coco | 111 |
| Tabla 41 Análisis Estadístico para Resistencia a Compresión según Porcentaje de Residuos de Coco | 111 |
| Tabla 42 Datos Estadísticos para Resistencia en Pilas según Porcentaje de Residuos de Coco | 112 |
| Tabla 43 Análisis Estadístico para Resistencia en Pilas según Porcentaje de Residuos de Coco | 112 |
| Tabla 44 Datos Estadísticos para Resistencia en Muretes según Porcentaje de Residuos de Coco | 113 |
| Tabla 45 Análisis Estadístico para Resistencia en Muretes según Porcentaje de Residuos de Coco | 113 |
| Tabla 46 Perú: Producción, superficie cosechada, rendimiento y precio en chacra de Coco, según región 2018..... | 144 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-------------------|---|----|
| Figura 1 | Clasificación e Ilustración del Mecanismo de Refuerzo de Fibra del Suelo | 24 |
| Figura 2 | Representación de una Unidad de Fibra Distribuida Aleatoriamente en: el Suelo | 25 |
| Figura 3 | Categorización de las Fibras Naturales..... | 26 |
| Figura 4 | Estructura de la Matriz de Fibrillas de Fibra Vegetal..... | 27 |
| Figura 5 | Tipos de Palma de Coco | 28 |
| Figura 6 | Partes de la Palmera de Coco..... | 29 |
| Figura 7 | Partes del Coco | 29 |
| Figura 8 | Corte de una Nuez de Coco | 30 |
| Figura 9 | Composición de la Arcilla | 32 |
| Figura 10 | Curva Granulométrica del Suelo..... | 35 |
| Figura 11. | Diagrama de plasticidad | 36 |
| Figura 12 | Categorización del Árido..... | 37 |
| Figura 13 | Partes del ladrillo | 40 |
| Figura 14 | Ciclo de Cocción Típico de un Producto de Arcilla | 41 |
| Figura 15 | Esquema del Diseño de Investigación, Descriptivo Causal Simpe..... | 49 |
| Figura 16 | Dimensiones de la unidad de albañilería | 50 |
| Figura 17 | Ubicación de la Cantera El Frutillo | 52 |
| Figura 18 | Ubicación de los Residuos de Coco..... | 52 |
| Figura 19 | Acceso a la Ladrillera El Frutillo..... | 55 |
| Figura 20 | Ladrillera El Frutillo | 56 |
| Figura 21 | Extracción de Suelo en la Ladrillera El Frutillo Bajo..... | 56 |
| Figura 22 | Ubicación de los Desechos de Coco, Bagua Grande | 58 |
| Figura 23 | Recorrido de Bagua Grande a Bambamarca..... | 59 |
| Figura 24 | Recolección de Residuos de Coco | 60 |
| Figura 25 | Triturador de residuos orgánicos | 60 |
| Figura 26 | Flujo de la Producción Artesanal de Ladrillos..... | 64 |
| Figura 27 | Procedimiento para hacer Ladrillos en El Frutillo Bajo, con Residuos de Coco como Sustituto de la Arena | 65 |
| Figura 28 | Curva de Gradación del Suelo | 70 |
| Figura 29 | Curva de Fluidez del Suelo..... | 70 |
| Figura 30 | Curva Granulométrica de los Agregados..... | 72 |
| Figura 31 | Curva de Fluidez de la Arena | 72 |
| Figura 32 | Variación Dimensión, Ladrillos con 0% de Residuos de Coco | 74 |
| Figura 33 | Variación Dimensión, Ladrillos con 3% de Residuos de Coco | 74 |
| Figura 34 | Variación Dimensión, Ladrillos con 5% de Residuos de Coco | 75 |

| | | |
|------------------|---|-----|
| Figura 35 | Variación Dimensión, Ladrillos con 10% de Residuos de Coco | 75 |
| Figura 36 | Variación Dimensión, Ladrillos con 15% de Residuos de Coco | 76 |
| Figura 37 | Alabeo, Ladrillos con 0% de Residuos de Coco..... | 77 |
| Figura 38 | Alabeo, Ladrillos con 3% de Residuos de Coco..... | 78 |
| Figura 39 | Alabeo, Ladrillos con 5% de Residuos de Coco..... | 78 |
| Figura 40 | Alabeo, Ladrillos con 10% de Residuos de Coco..... | 79 |
| Figura 41 | Alabeo, Ladrillos con 15% de Residuos de Coco..... | 79 |
| Figura 42 | Pem, Pe SSS, Pea, Ladrillos 0% de Residuos de Coco..... | 81 |
| Figura 43 | Pem, Pe SSS, Pea, Ladrillos con 3% de Residuos de Coco..... | 82 |
| Figura 44 | Pem, Pe SSS, Pea, Ladrillos con 5% de Residuos de Coco..... | 82 |
| Figura 45 | Pem, Pe SSS, Pea, Ladrillos con 10% de Residuos de Coco..... | 83 |
| Figura 46 | Pem, Pe SSS, Pea, Ladrillos con 15% de Residuos de Coco..... | 83 |
| Figura 47 | Absorción, Ladrillos con 0% Residuos de Coco | 84 |
| Figura 48 | Absorción, Ladrillos con 3% Residuos de Coco | 85 |
| Figura 49 | Absorción, Ladrillos con 5% Residuos de Coco | 85 |
| Figura 50 | Absorción, Ladrillos con 10% Residuos de Coco | 86 |
| Figura 51 | Absorción, Ladrillos con 15% Residuos de Coco | 86 |
| Figura 52 | Peso, Ladrillos con 0% Residuos de Coco | 87 |
| Figura 53 | Peso, Ladrillos con 3% Residuos de Coco | 88 |
| Figura 54 | Peso, Ladrillos con 5% Residuos de Coco | 88 |
| Figura 55 | Peso, Ladrillos con 10% Residuos de Coco | 89 |
| Figura 56 | Peso, Ladrillos con 15% Residuos de Coco | 89 |
| Figura 57 | Resistencia a Compresión, Ladrillos con 0% Residuos de Coco..... | 90 |
| Figura 58 | Resistencia a Compresión, Ladrillos con 3% Residuos de Coco..... | 91 |
| Figura 59 | Resistencia a Compresión, Ladrillos con 5% Residuos de Coco..... | 91 |
| Figura 60 | Resistencia a Compresión, Ladrillos con 10% Residuos de Coco..... | 92 |
| Figura 61 | Resistencia a Compresión, Ladrillos con 15% Residuos de Coco..... | 92 |
| Figura 62 | Variabilidad de Dimensiones, Ladrillos con Residuos de Coco..... | 95 |
| Figura 63 | Alabeo de los Ladrillos con Residuos de Coco | 95 |
| Figura 64 | Peso Específico de los Ladrillos con Residuos de Coco..... | 96 |
| Figura 65 | Absorción de los Ladrillos con Residuos de Coco | 96 |
| Figura 66 | Resistencia en Unidad de los Ladrillos con Residuos de Coco | 97 |
| Figura 67 | Dosificación Adecuada de los Ladrillos con Residuos de Coco..... | 97 |
| Figura 68 | Pilas de Ladrillos con Residuos de Coco..... | 98 |
| Figura 69 | Muretes de Ladrillos con Residuos de Coco | 99 |
| Figura 70 | Clasificación del Ladrillo de El Frutillo | 107 |

RESUMEN

Para la elaboración del ladrillo se usan materias no renovables por lo que, es preciso encontrar otros materiales que, puedan remplazar parcial o totalmente a una o a todas las materias primas. El objetivo fue “Evaluar la incidencia del remplazo parcial de arena por residuos orgánicos de coco en las propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal Tipo I, bajo condiciones de la cantera El Frutillo Bajo, según la norma E.070 (MVCS, 2006)”. La muestra fueron 150 ladrillos, elaborados utilizando 90% de suelo arcilloso y 10% de arena de la cantera El Frutillo Bajo, remplazando el 0%, 3%, 5%, 10% y 15% del peso de la arena por residuos de coco triturados con TMN 2,00 mm. Se ha determinado que, los ladrillos cumplen con las dimensiones y alabeo de la norma E.070 (MVCS, 2006); pero, la absorción aumenta conforme se incrementa la dosis de residuos de coco, siendo así, los ladrillos con más de 10% de estos residuos superan la absorción máxima (22%); así mismo, la resistencia a compresión en unidad también disminuye a mayor porcentaje de residuos de coco, por lo que, los ladrillos con más de 5% de estos residuos no superan la resistencia en unidad mínima (50 kg/cm²). Las pilas construidas con ladrillos con 0%, 3% y 5% de residuos de coco, superan la resistencia axial mínima (35 kg/cm²), pero, solamente, los muretes de ladrillos sin y con 3% de residuos de coco superan la resistencia al corte diagonal de 5,1 kg/cm². Se concluye que, el uso de residuos de coco en los ladrillos disminuye sus características mecánicas, pero se puede utilizar hasta 3% de este residuo en remplazo de la arena y seguir manteniendo las propiedades físico mecánicas solicitadas en la norma E.070 (MVCS, 2006).

Palabras clave: Residuos orgánicos de coco, arena, ladrillo artesanal, resistencia, pilas, muretes.

ABSTRACT

Non-renewable materials are used in the production of bricks; therefore, it is necessary to find other materials that can partially or totally replace one or all of the raw materials. The objective was "To evaluate the incidence of the partial replacement of sand by organic coconut residues on the physical-mechanical properties of Type I handmade bricks, under conditions of the El Frutillo Bajo quarry, according to standard E.070 (MVCS, 2006)". The sample consisted of 150 bricks, made using 90% clayey soil and 10% sand from the El Frutillo Bajo quarry, replacing 0%, 3%, 5%, 10% and 15% of the weight of the sand with coconut residues crushed with TMN 2.00 mm. It has been determined that the bricks comply with the dimensions and warping of standard E.070 (MVCS, 2006); however, the absorption increases as the dose of coconut residues increases, thus, bricks with more than 10% of these residues exceed the maximum absorption (22%); likewise, the compressive strength in unit also decreases the higher the percentage of coconut residues, so that bricks with more than 5% of these residues do not exceed the minimum strength in unit (50 kg/cm²). The piles built with bricks with 0%, 3% and 5% of coconut residues exceed the minimum axial resistance (35 kg/cm²), but only the brick walls without and with 3% of coconut residues exceed the diagonal shear resistance of 5.1 kg/cm². It is concluded that the use of coir residues in the bricks reduces their mechanical characteristics, but up to 3% of this residue can be used to replace sand and still maintain the physical-mechanical properties required by standard E.070 (MVCS, 2006).

Key words: organic coconut residues, sand, handmade brick, strength, piles, walls.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El ladrillo es uno de los materiales más utilizado en las edificaciones de todo el mundo (Arunraj, et al., 2019), según Tangboriboon et al (2019) para su fabricación se utiliza arena arcilla, y agua, pero todas estas materias primas son recursos no renovables, por lo que, Jovanović et al. (2019) afirma que, es preciso encontrar otros materiales que puedan remplazar parcial o totalmente a una o a todas las materias primas en la manufactura de ladrillos.

Con el desarrollo rural, el cultivo agrícola se ha incrementado, pero también ha aumentado la cantidad de desperdicios agrarios, los cuales no se reciclan (Arunraj et al., 2019); a pesar que, Ricciardi et al. (2020) argumenta que, la eliminación incorrecta de residuos agroindustriales representa un problema ambiental, pero al mismo tiempo, representa una oportunidad para aprovechar estos residuos de costo cero en la industria de la construcción; en específico los ladrillos de arcilla cocida constituyen una forma innovadora de aprovechamiento de los residuos (Kizinievič, et al., 2018).

En Perú, Tonconi (2015) argumenta que, la agricultura es de las principales actividades económicas, pero según Peñaranda et al. (2017) también es de los sectores con mayor producción de residuos que, son incinerados o depositados en rellenos sanitarios, generando contaminación ambiental según expresa Raut et al. (2011). El Ministerio de Agricultura y Riego (2018) afirma que, en el 2018, la producción anual de coco fue mayor en San Martín que, en las otras regiones del país, con 9'867 t de coco; según Rodríguez (2018), solamente, en Pucallpa se procesan alrededor de 25 mil cocos diarios; de los cuales según

Yirijor et al. (2022) solo el 17% de la cobertura del coco se utiliza, el resto se considera material de desecho.

En Bagua Grande, región de Amazonas, existen varias zonas de depósito de cáscaras de coco (residuos agrícolas), tal como, se ha identificado en la inspección de campo (Anexo E), siendo el depósito con mayor cantidad de residuos de coco, el vertedero que se encuentra en las coordenadas UTM WGS84 781656.00 E, 9364690 N, con un volumen aproximado de 10 t; por tanto, según Kadir et al. (2016) se puede afirmar que, uno de los residuos agrícola más abundante es la estopa de coco; pero según Lainez y Villacis (2015) su depósito en verteros contamina el ambiente, por lo que debe reciclarse, siendo favorable su uso en ladrillos, debido que, según Adesoji et al. (2021) los residuos de coco en ladrillos, reducen la porosidad, absorción, eflorescencia y desgaste, y aumenta la dureza, módulo de rotura y conductividad térmica.

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2006) los ladrillos, en el país, deben cumplir con los lineamientos técnicos de la norma E.070, para su uso en muros. En Cajamarca utilizan prioritariamente para la construcción de sus edificaciones ladrillos de arcilla cocida (Ruíz, 2015a, Ruíz, 2015b). Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018), en el año 2017, en el distrito de Bambamarca, el 91,93% de las viviendas estaban construidas de material noble (albañilería), así mismo, según Cruzado (2017) los pobladores bambamarquinos preferentemente utilizan los ladrillos hechos en los caseríos cercanos a la capital de distrito, sin embargo, Molocho (2019) expresa que, algunos de estos ladrillos artesanales de 232x132x82 mm, elaborados con mezclas de arcilla y arena, no cumplen con la norma E.070, dependiendo de la ladrillera de análisis.

Siendo así, las unidades de la ladrillera del Sr. Victor Campos Perez, no habían sido analizadas, para determinar si se ajustan a los requisitos técnicos de la norma E.070 (MVCS, 2006), por tanto, era pertinente realizar su caracterización físico – mecánica, así mismo, considerando el aspecto ambiental, por la abundancia de residuos de coco, se ha planteado la sustitución del árido (recurso natural no renovable) por residuos de coco al 0%, 3%, 5%, 10% y 15% del peso, mismos que, se han recolectado, limpiado, y secado a temperatura ambiente en la ciudad de Bagua, para su trituración en el procesador de residuos orgánicos, con el fin de simular la gradación de la arena con TMN de 2,00 (Tamiz N° 10), de tal forma, que luego sean usados en la producción de ladrillo, en el distrito de Bambamarca, verificando la incidencia del remplazo del árido por residuos orgánicos de coco en las propiedades del ladrillo, a fin de que, se elaboren unidades de albañilería ecológicas que cumplan con los requisitos de la norma E.070 (MVCS, 2006) para ladrillo tipo I.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo incidirá el reemplazo parcial de la arena por residuos orgánicos de coco en las propiedades físico-mecánicas de un ladrillo artesanal Tipo I, elaborado bajo condiciones de la cantera el Frutillo Bajo, para muros portantes?

1.3. Justificación

Según Tonconi (2015) Perú, es un país agrícola, este sector es uno de los que mayor desarrollo presenta, pero también genera gran cantidad de residuos orgánicos, entre los que destaca la cáscara de coco, debido a que esta es una fruta, cuyo contenido líquido es bebible, pero su cascará es desechada, y no recibe un tratamiento, incluso en ocasiones es quemado, produciendo emisiones de CO₂ al ambiente, por ello, requiere un nuevo uso, que puede ser como material de

construcción en la elaboración de ladrillos; no obstante, al remplazar alguno de los componentes de la manufactura de ladrillos, es probable que presente alguna incidencia positiva o negativa en las características del ladrillo artesanal, por lo que, se debe verificar su comportamiento mecánico, para evaluar su uso en la edificación según la norma E.070 (MVCS, 2006). De conseguir una incidencia positiva al reemplazar parcialmente la arena por residuos orgánicos de coco en las propiedades del ladrillo artesanal Tipo I, elaborado bajo condiciones de la cantera el Frutillo Bajo, para muros portantes, esta unidad, representaría una nueva propuesta para un ladrillo ecológico, que puede ser usado en Cajamarca.

1.4. Delimitación de la investigación

El sustituto: residuos de coco, se ha obtenido a partir de los desechos de coco en la comunidad Quebrada Seca, distrito de Bagua Grande, Utcubamba, Amazonas, a través de la selección, limpieza y secado en un ambiente cerrado por un periodo de 72 h aproximadamente a temperatura ambiente, para luego ser triturados con gradación similar a la arena mediante un triturador mecánico de residuos orgánicos con un TMN de 2,00 mm (tamiz N° 10). Los residuos de coco triturados se han trasladado a la ladrillera El Frutillo, distrito de Bambamarca, provincia Hualgayoc, región Cajamarca, lugar donde se ubica la cantera El Frutillo (arcilla + arena), cuyo suelo se ha utilizado para elaborar los ladrillos de 24x13x9 cm, por procedimiento artesanal, sustituyendo la arena por residuos de coco al 0%, 3%, 5%, 10% y 15% del peso; para posteriormente, realizar los ensayos de caracterización físico – mecánica, en el laboratorio GSE de Chota.

El alcance de fue comprobar si las unidades hechas con suelo de El Frutillo, y residuos de coco como sucedáneo parcial de la arena, cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006) para ladrillo tipo I.

1.5. Limitaciones

Se han utilizado residuos triturado de coco con TMN de 2,00 mm (tamiz N° 10), debido a que, se está sustituyendo a la arena, por tanto, se trató de tener una gradación similar. Es decir, no se han utilizado gradaciones menores.

Se ha sustituido la arena parcialmente por los residuos de coco, no se ha realizado una sustitución total, y tampoco es recomendable según los resultados alcanzados en la presente investigación.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Evaluar la incidencia del remplazo parcial de arena por residuos orgánicos de coco en las propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal Tipo I, bajo condiciones de la cantera El Frutillo Bajo, según la norma E.070 (MVCS, 2006).

1.6.2. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas del suelo de la cantera Frutillo bajo.
- Determinar las propiedades físicas de los residuos de coco triturados con TMN 2,00 mm (Tamiz N° 10).
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales elaborados con arcilla de la cantera El Frutillo reemplazando en parte la arena por residuos de coco al 0%, 3%, 5%, 10% y 15% del peso.
- Comparar la resistencia a compresión axial en pilas y al corte diagonal en muretes de ladrillos artesanales con y sin residuos de coco.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Kumar et al. (2022) han elaborado ladrillos con residuos de paja de trigo y fibras de desecho de coco al 5%, 10%, 15% y 20% del peso de la mezcla; determinando que, la densidad es 1700, 1620, 1510 y 1450 kg/m³; la absorción de las unidades es 9%, 9,5%, 10% y 11%, la resistencia en unidad es 3,05 N/mm², 2,90 N/mm², 2,60 N/mm², y 2,30 N/mm², la resistencia al corte es 0,3, 0,29, 0,27 y 0,25 MPa respectivamente, por tanto, concluyeron que, el ladrillo con 5% de fibras de trigo y coco, presenta las mejores características.

Adesoji et al. (2021) en su investigación estudiaron la incidencia de residuos de vidrio (dosificación fija: 25%) y de partículas de cáscara de coco de 0,075 mm, en proporción variada de 0 % a 2% del peso de arcilla, como refuerzo del ladrillo; determinando que, las unidades tenían menor porosidad, absorción, succión, eflorescencia y desgaste; además, el módulo de rotura, dureza y conductividad térmica aumentaban con la adición de cáscara de coco.

Bebhe y Daton (2021) en su artículo científico tuvieron como objetivo elaborar ladrillos con suelo blando de Kupng NTT y fibra de coco (desperdicios de fruta de coco) como material alternativo; determinaron que la firmeza a compresión de ladrillos adicionados con fibra de coco, con una relación de 1 fibra de coco: 1 cemento: 7 tierra blanca alcanzaron los 147 kg/cm².

Arunraj et al. (2019) determinaron las características de los ladrillos con inclusión de dos fibras naturales, fibra de hojas de piña y fibras de coco en el rango de 0,5 a 1,5% del volumen, con longitud de 5 mm y 10 mm, elaborados sin y con

cocción, utilizando como estabilizante al cemento. Concluyeron que, los ladrillos no horneados se desintegraban al ser sumergidos en agua, mientras que los ladrillos horneados y con fibras presentaban mayor resistencia y menor densidad.

Obidiegwu, et al. (2019) en su artículo científico elaboraron ladrillos refractarios aislantes con buenas características mecánicas, utilizando arcillas Osiele y Ukpokor mezcladas con partículas de cáscara de coco, con tamaños de grano de 212 a 600 μm ; cocidos al horno durante 24 horas a 110 °C; para luego, ser sinterizados a temperaturas de 950 a 1200 °C con intervalo de 50 °C.

Kanna y Dhanalakshmi (2018) en su artículo científico elaboraron ladrillos de arcilla cocida con fibras de coco, sustituyendo la arena y arcilla por las fibras agrícolas. Moldearon los ladrillos, lo dejaron secar por siete días, los cocieron por otros siete días, y dejaron secar por 15 a 20 días, para que adquiriera una buena resistencia, así los ensayaron, verificando que, presentan 10% menos resistencia que los ladrillos convencionales, pero cumplen con los estándares de la norma india 3495. Concluyeron que estas unidades de albañilería ayudan a reducir el uso de arcilla y arena, además de disminuir la contaminación ambiental.

Kadir, et al. (2016) en su artículo científico determinaron el efecto de la incorporación de fibra de coco (1%, 3% y 5%) en las propiedades del ladrillo de arcilla cocida, horneado a 1050 °C, verificando que, todas las unidades cumplían con los estándares físico mecánicos a excepción de la firmeza a compresión para ladrillos con 5% de fibra de coco. Concluyeron, que el uso de desechos agrícolas proporciona un ladrillo de bajo costo con propiedades adecuadas.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Isidro (2022) tuvo como objetivo, determinar la analogía del ichu al 0%, 2,5% y 5% en las características mecánicas del ladrillo artesanal en Huancayo,

concluyó que, a más porcentaje de ichu menor firmeza del ladrillo alcanzando 37,03 y 51,01 kg/cm², con 2,5% y 5% de fibra orgánica, respectivamente.

Garcia (2021) en su revisión bibliográfica del 2010 al 2020, sobre la incidencia de diferentes tipos de fibra en los ladrillos, concluyó que, los ladrillos a base de residuos agrícolas brindan variedad de uso de residuos agroindustriales que se desechan, que pueden llegar a cumplir con la resistencia mecánica, por lo que, recomienda hasta 4% de incorporación de residuos orgánicos en la mezcla.

Navarro y Surichaqui (2021) elaboraron ladrillos con adición de 0%, 5%, 10% y 20% de coronas de piña molida, respecto al peso de la mezcla de suelo limoso de baja plasticidad con LL e IP 23% y 5%. Determinando que, la absorción era 13,7, 13,3, 13,68 y 13,73%; en kg/cm² la resistencia a compresión era 51,39, 56,71, 47,39, y 42,70, en pilas era 36,21, 39,41, 33,51 y 30,38; en muretes 5,21, 5,81, 4,92, y 4,41. Concluyeron que, con 5% de coronas de piña molida, se obtienen ladrillos con mejores propiedades, que cumplen con la norma E.070.

2.1.3. Antecedentes regionales

Latorre-Lorite (2018) elaboró ladrillos de arcilla con residuos de cáscara de almendra del 7,5% al 25% del volumen, en tamaños de partícula de 0/1, ½ y 0/2 mm, manufacturaron ladrillos a los 850 °C por 0,5 h, que alcanzaron resistencia a compresión de 2,5 MPa, con 15% de vol. de cáscara de almendra.

Limay y Vásquez (2019) elaboraron ladrillos con Ichu al 0%, 5%, 10%, 15% y 20%, que llegaron a alcanzar resistencias a compresión de 21,55, 33,13, 33,60, 51,73 y 35,89 Kg/cm². Concluyendo que, el Ichu incrementa la firmeza a compresión en más del 10%; incrementando desde el 55,92% hasta 140,05%.

2.2. Bases teórico – científicas

2.2.1. *Teoría del desarrollo sostenible y su relación con el uso de residuos orgánicos*

Hoy en día, es ineludible desarrollar nuevos materiales de construcción con altas prestaciones mecánicas y menor impacto (Lozano-Miralles et al., 2018). La teoría del desarrollo sostenible abarca tres dimensiones: social, ecológica y económica; que sugieren la solución de problemas sociales con propuestas económicamente viables, pero que sean sostenibles (Artaraz, 2002). Siendo así, la fabricación de nuevos materiales que reduzcan el impacto ambiental mediante la incorporación de residuos orgánicos de otros procesos permite el progreso económico y social de las zonas rurales que generan dichos productos de desecho, siendo factible su uso en la mezcla de suelo para la manufactura de ladrillos (Lozano-Miralles et al., 2018).

El suelo es un medio poroso que, exhibe un comportamiento débil en tensión, por lo tanto, se ha desarrollado técnicas de estabilización efectivas para tierras y suelos ambientalmente sensibles (Sato et al., 2016). Los métodos de mejora sugeridos son: (i) métodos mecánicos y (ii) métodos químicos. Los métodos mecánicos incluyen aplicaciones de refuerzo sintético, mientras que, los métodos químicos de estabilización consisten en el uso de cemento, cal, cenizas volantes, escoria de alto horno, entre otros (Celik y Nalbantoglu, 2013). Las técnicas de estabilización química se incorporaron ampliamente con las cenizas de varios materiales orgánicos derivados del proceso de quema (Iorliam et al., 2012). Sin embargo, las técnicas de estabilización convencionales se combinan con problemas ambientales graves, como el calentamiento global, alto costo de energía, contaminación ambiental (aire, tierra y agua), agotamiento de recursos no renovables y entrada de sustancias pesadas y peligrosas al geoambiente

(Dilrukshi et al., 2016). Por lo tanto, las intenciones actuales de los ingenieros apuntan a la sostenibilidad en el uso del suelo (Fagone et al., 2017).

El principio de refuerzo del suelo con fibras fue iniciado por Vidal en 1969, quien descubrió que la adición de elementos de refuerzo en una masa de suelo aumenta la resistencia al corte del medio (Lekha et al., 2015). Posteriormente, ese reforzamiento fue utilizado para la fabricación de ladrillos sustentables con residuos orgánicos (Kanna y Dhanalakshmi, 2018).

Recientemente, el “refuerzo de suelo de fibra natural” ha cobrado impulso como una de las técnicas sostenibles de fortalecimiento del suelo en evolución en la ingeniería debido a sus ventajas únicas, como el respeto al medio ambiente, la abundancia de recursos, el consumo mínimo de energía, la rentabilidad y el alto potencial sobre otros materiales establecidos (Sharma et al., 2015). Las recompensas de esta alternativa se ilustran en la Tabla 1 al comparar el contenido de energía y el costo entre los materiales sintéticos convencionales y las fibras naturales (Gowthaman et al., 2018). La alternativa de utilizar fibras naturales para mejorar la sostenibilidad ha mostrado un gran potencial y ha atraído una atención creciente en la ingeniería. El uso de fibras naturales sigue siendo una técnica relativamente nueva que merece un mayor estudio (Hejazi et al., 2012).

Tabla 1

Comparación de Características Específicas y Costo de Fibra Sintética Convencional y Materiales de Fibra Vegetal Natural

| Tipo de fibra | Material de fibra | Costo (\$/ton) | Contenido de energía (GJ/ton) |
|---------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Sintéticas convencionales | Fibra de carbón | 12500 | 130 |
| | Fibra Kevlar | 75000 | 25 |
| | Fibra de vidrio | 1200 a 1800 | 30 |
| Alternativa sostenible | Fibra de planta | 200 a 1000 | 4 |

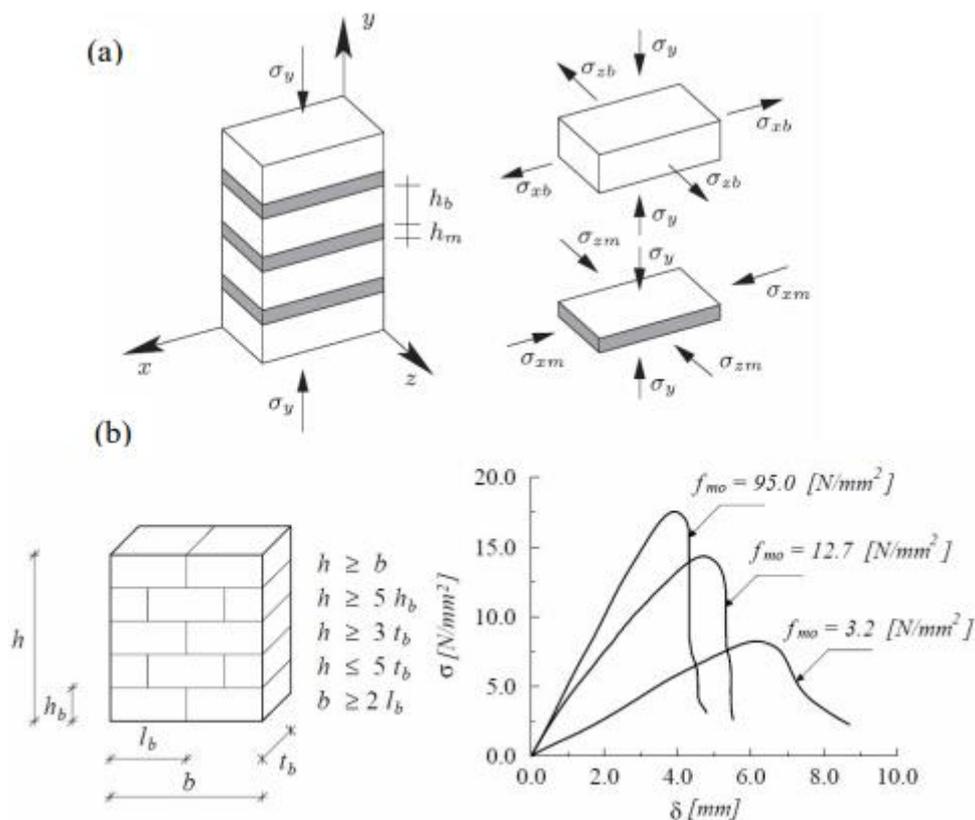
Nota: (Gowthaman et al., 2018).

2.2.2. Teoría de la homogeneización en el comportamiento mecánico del ladrillo

Una alternativa para el tratamiento de materiales compuestos y en particular para el tratamiento de la mampostería, es el empleo de la teoría de la homogeneización, la cual se utiliza en aquellos materiales que tienen una configuración periódica y con la que se trabaja en dos escalas: una micro-escala, donde quedan especificadas las propiedades mecánicas y geométricas de los materiales componentes, y una macroescala en la cual el material es tratado como si fuese homogéneo (Quinteros, 2014).

Figura 1

Tensiones en un Prisma de Albañilería

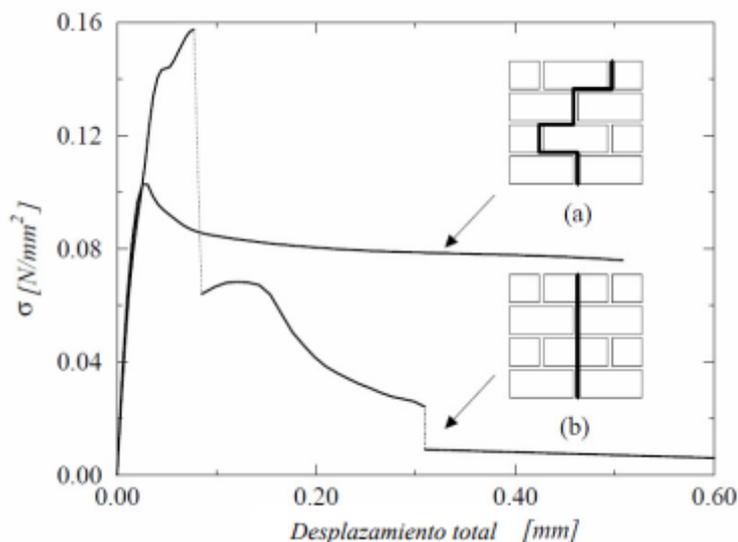


Nota: (a) Tensiones en un prisma de mampostería bajo cargas de compresión. (b) Curvas experimentales tensión (vertical) – desplazamiento para prismas de 600 x 250 x 600 [mm³] obtenidos por Binda et al. (1988), citado por (Quinteros, 2014).

La resistencia a compresión de la mampostería en la dirección normal a la junta horizontal es considerada, tradicionalmente, como una propiedad relevante del material. El ensayo más comúnmente aceptado para la determinación de la resistencia a compresión uniaxial de la mampostería es en dirección normal a las juntas de mortero y se representa en la Fig. 1. La compresión uniaxial de la mampostería conduce a un estado triaxial de compresión en el mortero y a una compresión-tracción en el ladrillo. A través de este ensayo se observa que inicialmente aparecen fisuras verticales en los ladrillos a lo largo de la línea media de las piezas, y que generalmente coincide con la continuación de las juntas verticales de mortero. A medida que crece la deformación van apareciendo fisuras adicionales, normalmente verticales en pequeñas zonas de la pieza, que llevan a la falla por deslizamiento de las fisuras en la pieza (Quinteros, 2014).

Figura 2

Diagramas Típicos de Tensión – Desplazamiento en Muros de Ladrillo



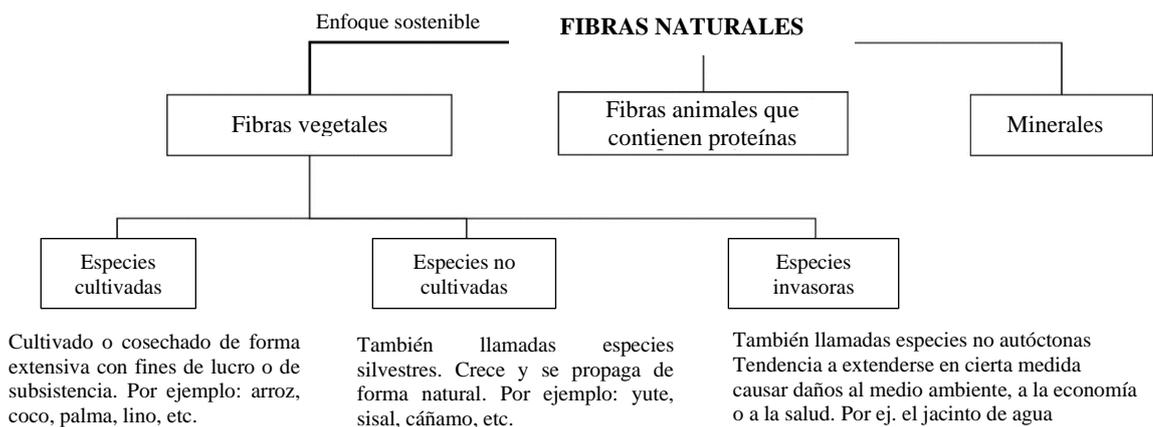
Nota: Diagramas experimentales típicos tensión-desplazamiento, para tracción en la dirección paralela a las juntas horizontales, Backes (1985): (a) el fallo se produce por fisuración escalonada paralela a las juntas, (b) el fallo se produce verticalmente a través de las juntas verticales y ladrillos (citado por Quinteros, 2014).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Fibras naturales

Tienen diversos usos, por su rigidez, abundancia, sostenibilidad, rentabilidad, baja densidad, etc. (Bordoloi et al., 2017). Pueden ser: vegetales, animales y minerales (Zakikhani et al., 2014). Las fibras vegetales se clasifican en: especies cultivadas, no cultivadas e invasoras (Fig. 3). Tales fibras vegetales pueden tener su origen en tallos, hojas, semillas, frutos, madera, paja y otros restos; pero, de qué parte de la planta se originó la fibra, la edad de la planta y cómo se trata la fibra, influyen en su rendimiento (Gowthaman et al., 2018).

Figura 3 Categorización de las Fibras Naturales



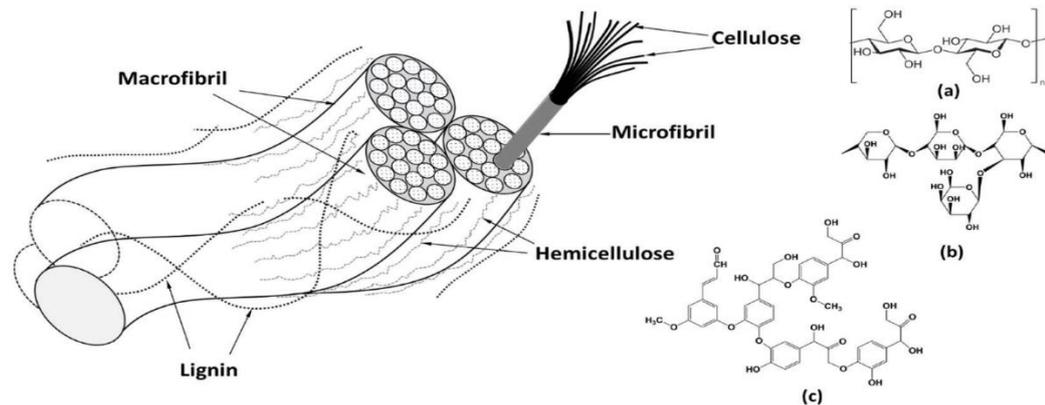
Nota: (Gowthaman et al., 2018)

Microestructuralmente, las fibras naturales son compuestos naturales de fibrillas de celulosa huecas arraigadas entre sí por lignina y hemicelulosa (Maslinda et al., 2017); también puede haber presencia de pectinas y ceras (John y Thomas, 2008). Las fibrillas de celulosa (Fig. 4) hechas de moléculas de celulosa encadenadas, están formadas longitudinalmente a la fibra, lo que da mayor resistencia a tracción y flexión (Zakikhani et al., 2014). La lignina juega un papel importante como capa protectora que previene la degradación de la estructura interna de la fibra debido a los microorganismos. La celulosa es un

biopolímero que influye en la permeabilidad de la fibra (Bordoloi et al., 2017). La eficiencia de refuerzo y el comportamiento de la fibra se relacionan con la naturaleza de la celulosa y su cristalinidad (Bordoloi et al., 2016).

Figura 4

Estructura de la Matriz de Fibrillas de Fibra Vegetal



Nota: Estructura de la matriz de fibrillas de fibra vegetal y composición química de (a) celulosa; (b) hemicelulosa; y (c) Lignina. (Gowthaman et al., 2018).

En la Tabla 2, se resumen algunas de las fibras vegetales con potencial para reforzar el suelo, donde, la lignina es esencial para la fibra debido a que, refuerza el suelo para soportar su durabilidad, siendo así, el mayor contenido de lignina se encuentra en las fibras de coco (Gowthaman et al., 2018).

Tabla 2

Composiciones Bioquímicas de Fibras Vegetales Según Especies y Orígenes

| Fuente de fibra | Especies | Origen de la fibra | Celulosa (%) | Hemicelulosa (%) | Lignina (%) |
|-----------------|-----------------------|--------------------|--------------|------------------|-------------|
| Bambú | >1250 especies | Culmo | 40 - 50 | 18 – 20,8 | 15 – 32,2 |
| Yute | Corchorus capsularis | Provenir | 56-71 | 29-35 | 11-14 |
| Fibra de coco | Cocos nucifera | Fruta | 32-43 | 21 | 40-50 |
| Palmera | Elaeis guineensis | Fruta | 32—35,8 | 24,1-28,1 | 26,5-28,9 |
| Bagazo de caña | Saccharum officinarum | Provenir | 32-44 | 25 | 19-24 |
| Linaza | Linum usitatissimum | Provenir | 62-72 | 18,6-20,6 | 2-5 |
| Trigo | Triticum aestivum | Sorbete | 30 | 50 | 15 |

Nota: (Gowthaman et al., 2018)

2.3.2. *Coco*

El coco es un fruto de la familia *Arecaceae*, de nombre científico “*Cocos Nucífera*”, que crece en una palmera. El cocotero pierde ramas cada año, dejando sólo un tronco limpio, cuyas hojas tienen algún signo de las ramas, y las flores crecen rápidamente después de la floración convirtiéndose en frutos, por su palma se divide en tres grupos: híbridos, especies enanas y especies gigantes, tal como se observa en la Fig. 5 (Quito. 2016). El coco crece principalmente en regiones subtropicales, en playas arenosas; es ampliamente cultivado como planta frutal y ornamental, el coco se utiliza como fuente de alimentos, bebidas, fibra, combustible, aceite, madera y diversos productos (Lainez y Villacis, 2015, p. 19).

Figura 5

Tipos de Palma de Coco

El cocotero gigante constituye la variedad más aprovechada para la producción de aceite y los frutos se utilizan para consumo fresco. Por lo beneficiosa de esta variedad se cultivan en mayor cantidad.

El cocotero híbrido constituye una clase derivada del cruce de las antes citadas variedades, su fruto es mediano o grande, con muy buen sabor y la copra de buen rendimiento.



El cocotero enano son las variedades que más se cultivan. Su agua tiene un exquisito sabor y su tamaño enano, son utilizados para producir principalmente bebidas envasadas, pero la copra es de mala calidad.

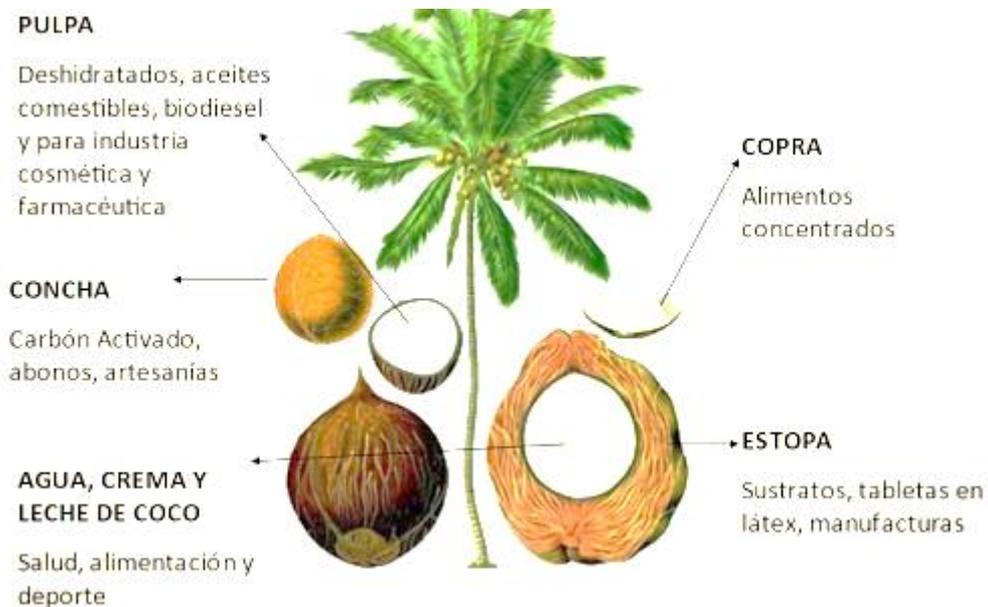
Nota: Adaptado de (Quito, 2016).

2.3.2.1. Partes del coco

Según Valencia-Pérez et al. (2021) el coco es el fruto característico de la palmera, mide entre 20 a 30 cm y pesa aproximadamente 2 ½ kg. El coco presenta una estructura conformada por tres capas: exocarpio (cáscara exterior gruesa); mesocarpio (fibroso) y endocarpio (interior dura, vellosa y marrón). La capa endocarpio tiene adherida la pulpa (endospermo), que es blanca y aromática. En ella se aloja el agua de coco, o albumen líquido (Fig. 6 y Fig. 7).

Figura 6

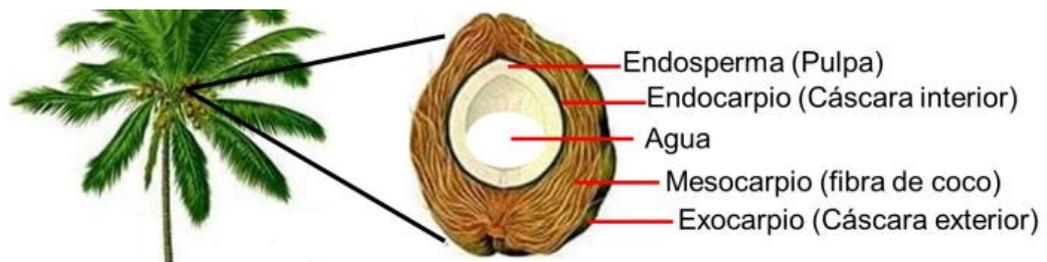
Partes de la Palmera de Coco



Nota: (USAID, 2015).

Figura 7

Partes del Coco



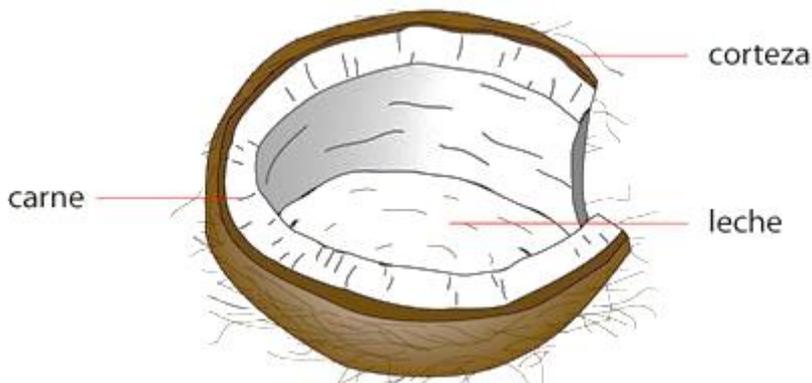
Nota: (Valencia-Pérez et al., 2021).

2.3.2.2. Cáscara de coco

La cáscara del coco es fibrosa, con una cáscara fina y una membrana muy dura por debajo. En continuidad, aparece una pulpa blanca, muy maciza, cuyo centro es un líquido blanco lechoso caracterizado por su alto contenido en electrolitos y minerales (Quito, 2016).

Figura 8

Corte de una Nuez de Coco



Nota: (USAID, 2015).

2.3.2.3. Estopa de coco

Fibra multicelular de celulosa y madera, con excelente rigidez y dureza, baja conductividad térmica, alta firmeza al impacto, resistencia a bacterias y agua, antiséptico, antifúngico y no vulnerable al ataque de roedores o termitas. Es un material aislante térmico y acústico apto para el mercado de la construcción. La composición química promedio de la seda de coco es: lignina 42,5%, celulosa 32,2%, pentosa 14,7%, grasa saponificable 5,1%, grasa no saponificable 0,7%, ceniza 3,5%, proteína 1,2%. Se utiliza frecuentemente en ingeniería civil, para prevenir el deterioro del suelo, para la fabricación de bloques, paneles y revestimiento por sus propiedades aislantes del sonido y calor; también se usa para la producción de geotextiles, y en agroindustrias se usa como fertilizante (Quintanilla, 2010, p. 20).

2.3.2.4. Caracterización de la fibra de coco

Gómez (2009) arguye que, el 35% del coco es mesocarpio, formado por fibras arraigas y tejido medular, que posee 35,9%, 18,56% y 19,38% de celulosa, hemicelulosa y lignina, con alta absorción de agua (7,16%), capacidad de retención (3,86%), y captación de iones de 0,97 meq H⁺ (Rincón et al., 2016, p. 279). La hemicelulosa es una molécula con bifurcaciones, que puede acoplarse a otras moléculas, preserva a la célula de la fuerza desplegada sobre esta por el resto de las células que la cercan; mientras que, la lignina es un grupo de compuestos que, usan las plantas para generar madera, por lo que, se las llama leñosas; así mismo, los carbohidratos comúnmente son polisacáridos como la celulosa y la hemicelulosa, que dan soporte y elasticidad a las fibras (Ver Tabla 3, 4 y 5).

Tabla 3

Contenido de Compuestos Lignocelulósicos en Fibra de Coco

| | Hemicelulosa | Celulosa | Lignina ácida residual |
|-------------------|--------------|----------|------------------------|
| Fibra de coco (g) | 18,56 | 35,9 | 19,38 |

Nota: Rincón et al. (2016).

Tabla 4

Caracterización Física de las Fibras de Mesocarpio de Coco

| | Humedad | Cenizas | Proteína | Extracto etéreo | Fibra cruda | Extracto no nitrogenado |
|-------------------|---------|---------|----------|-----------------|-------------|-------------------------|
| Fibra de coco (g) | 7,00 | 5,54 | 5,18 | 4,10 | 34,63 | 42,97 |

Nota: Rincón et al. (2016).

Tabla 5

Caracterización Químico-Biológica del Sustrato de Polvo de Coco

| | pH | Conductividad eléctrica (dSm ⁻¹) | Concentración (mgL ⁻¹) | | | |
|---------------|-----------|--|------------------------------------|------|--------|----------|
| | | | K | P | Na | Cl |
| Fibra de coco | 5,1 a 5,6 | 1,5 a 4,5 | 420-1261 | 7-61 | 60-226 | 244-1700 |

Nota: (Vargas et al., 2008, p. 380).

2.3.3. Arcilla

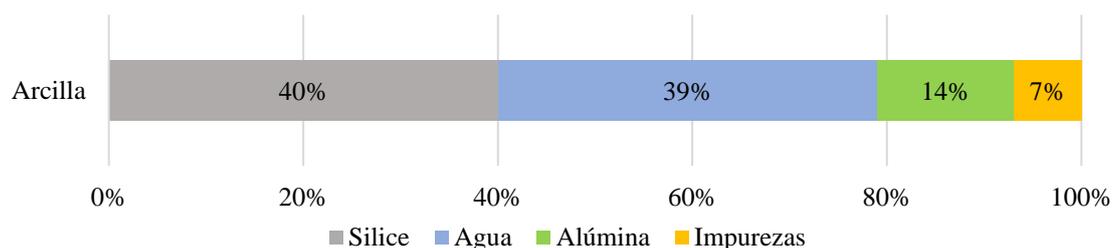
El concepto de “arcilla” es variable y difícil de definir, ya que ha sido concebido y definido de diversas formas, pero del Rio (1975) afirma que, la arcilla es un material secundario silicio aluminoso producto de la descomposición de rocas. Besoain (1985, p. 8) argumenta, que su origen, puede ser la sedimentación, meteorización, productos hidrotermales y/o una síntesis.

2.3.3.1. Composición de la arcilla

Según Del Rio (1975), la arcilla se integra por uno o varios minerales arcillosos; los minerales de arcilla son silicatos de aluminio, con hidratos y otras sustancias como, óxidos hidratados, álcalis y materiales coloidales.

Figura 9

Composición de la Arcilla



Nota: (Del Rio, 1975).

Tabla 6

Contenido Químico del Suelo Común y la Arcilla Común

| Componente | Corteza terrestre (%) | Acilla común (%) |
|--------------------------------|-----------------------|------------------|
| SiO | 59,14 | 57,02 |
| Al ₂ O ₃ | 15,34 | 19,15 |
| Fe ₂ O ₃ | 6,88 | 6,7 |
| MgO | 3,49 | 3,08 |
| CaO | 5,08 | 4,26 |
| Na ₂ O | 3,84 | 2,38 |
| K ₂ O | 3,13 | 2,03 |
| H ₂ O | 1,15 | 3,45 |
| TiO ₂ | 1,05 | 0,91 |

Nota: (Rhodes, 1990).

2.3.3.2. Características de la arcilla

Las características de la arcilla dependen de la complejidad y cantidad de sus constituyentes (Besoain (1985, p. 14). Según la Sociedad Geológica Mexicana (1964) sus propiedades dependen de su mineralogía e historia geológica, pero varían fácilmente, aun cuando su uso depende de esas propiedades.

- **Granulometría.** Nivel de acumulación de partículas de arcilla (Rhodes, 1990).
- **Plasticidad.** Por este rasgo la arcilla es flexible al mezclarse con el agua, siendo moldeable. Las arcillas son eminentemente plásticas (Zea, 2005, p. 68).
- **Contracción.** Propiedad de la arcilla que conduce a una reducción de las dimensiones de la pieza moldeada por pérdida de humedad (Barranzuela, 2014). Es arriesgado usar arcillas que se encojan más de 7%, pero el porcentaje de contracción varía para cada tipo de suelo (Zea, 2005).
- **Refractariedad.** Aguante al acrecentamiento de temperatura. Todas las arcillas poseen esta característica, pero algunas tienen mayor nivel de resistencia al fuego, por su alto contenido de óxido de aluminio y dióxido de silicio (Barranzuela, 2014).
- **Porosidad.** Se rige por la dimensión granular de la arcilla. Si el espesor granular de la arcilla es grande, la porosidad será alta, en cambio, si el espesor granular es pequeño, la porosidad será nimia (Barranzuela, 2014, p. 9).
- **Color.** Esta característica distingue a las arcillas por su apariencia visual. Según Del Rio (1975) en escala de color, las arcillas más puras suelen ser; blancas, grises, azules, negras, amarillas, rojas, pardas.

2.3.4. *Propiedades físicas del suelo*

Contenido de humedad. Agua natural dentro de la masa de suelo (Silva, 2019).

$$CH(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (2)$$

En la ecuación 2, el W_w peso del agua en el suelo, W_s peso del sólido en el suelo.

Peso específico seco del suelo. Espacio que ocupa el suelo dentro de un volumen según sus cantidad de agua y aire (Yepes, 2011; Yepes, 2021).

$$\gamma_s = \frac{P_s}{V_s} \quad (3)$$

En la ecuación 3, γ_s peso específico sólido, P_s peso de las partículas sólidas, V_s volumen del sólido.

$$\gamma = \frac{P}{V} \quad (4)$$

En la ecuación 4, el peso específico aparente del suelo, es igual al cociente del peso y volumen del suelo.

$$\gamma_d = \frac{P_s}{V_s} \quad (5)$$

En la ecuación 5, el peso específico seco del suelo, es igual al cociente del peso y volumen del suelo seco.

$$G = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (6)$$

En la ecuación 6, la densidad relativa de las partículas sólidas (G), es el cociente del peso específico del suelo seco y el peso específico del agua.

Granulometría. Cantidad de sus constituyentes según su tamaño (INCAL, 2019).

$$\text{Porcentaje retenido en el tamiz} = \frac{R_i}{M_i} \times 100 \quad (7)$$

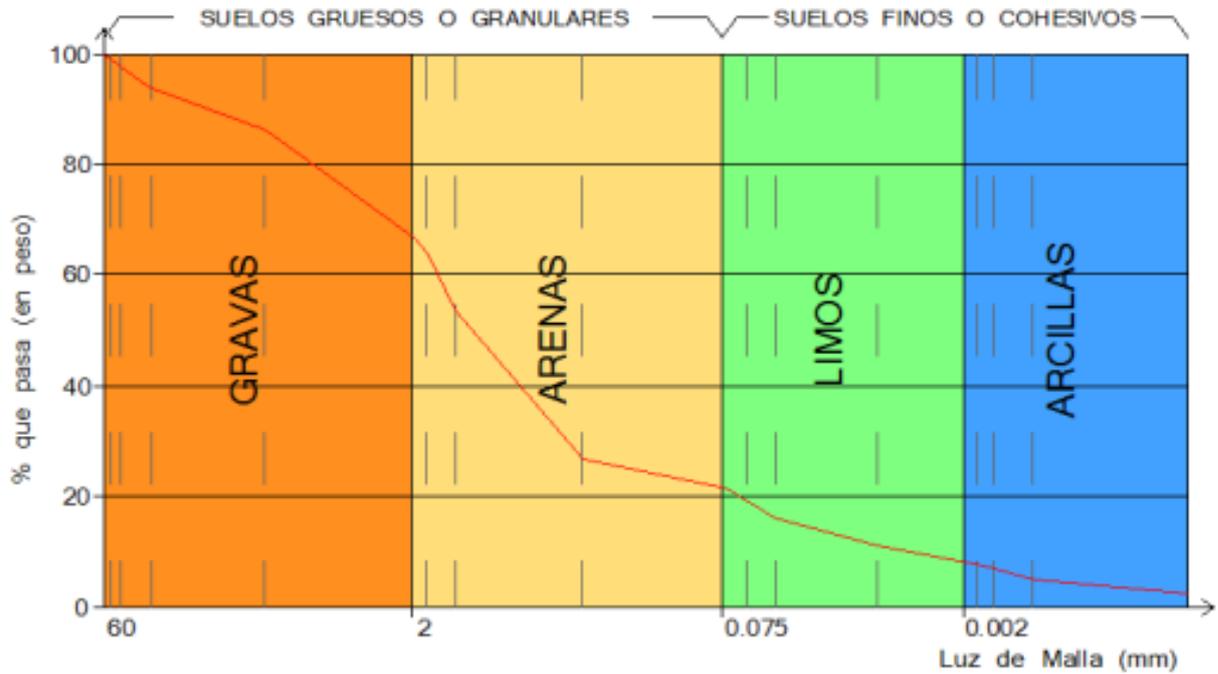
En la ecuación 7, R_i % de suelo retenido por tamiz, M_i masa seca total.

$$\text{Porcentaje que pasa por el tamiz} = 100 - \sum \frac{R_i}{M_i} \times 100. \quad (8)$$

En la ecuación 8, se calcula el % acumulado de la masa seca total que pasa por cada tamiz excluyendo el tamiz 0,063 mm.

Figura 10

Curva Granulométrica del Suelo



Nota: (Zapata, 2018).

Límites de consistencia. Humedad a partir del cual un suelo pasa de líquido a plástico se denomina límite líquido (LL). Humedad a partir del cual el suelo pasa de plástico a semisólido y de semisólido a sólido se denomina límite plástico (PL) y límite de contracción (SL), correspondientemente. (Silva, 2019).

$$LL = W \times \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121} \quad (9)$$

$$LL = K \times W \quad (10)$$

En la ecuación 9 y 10, el límite líquido es LL, los golpes requeridos para cerrar la ranura son N, W es la humedad del suelo, y K es el factor de corrección (para 24, 25 y 26 golpes es 0.995, 1.000 y 1.005, respectivamente).

$$\text{Límite plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100 \quad (11)$$

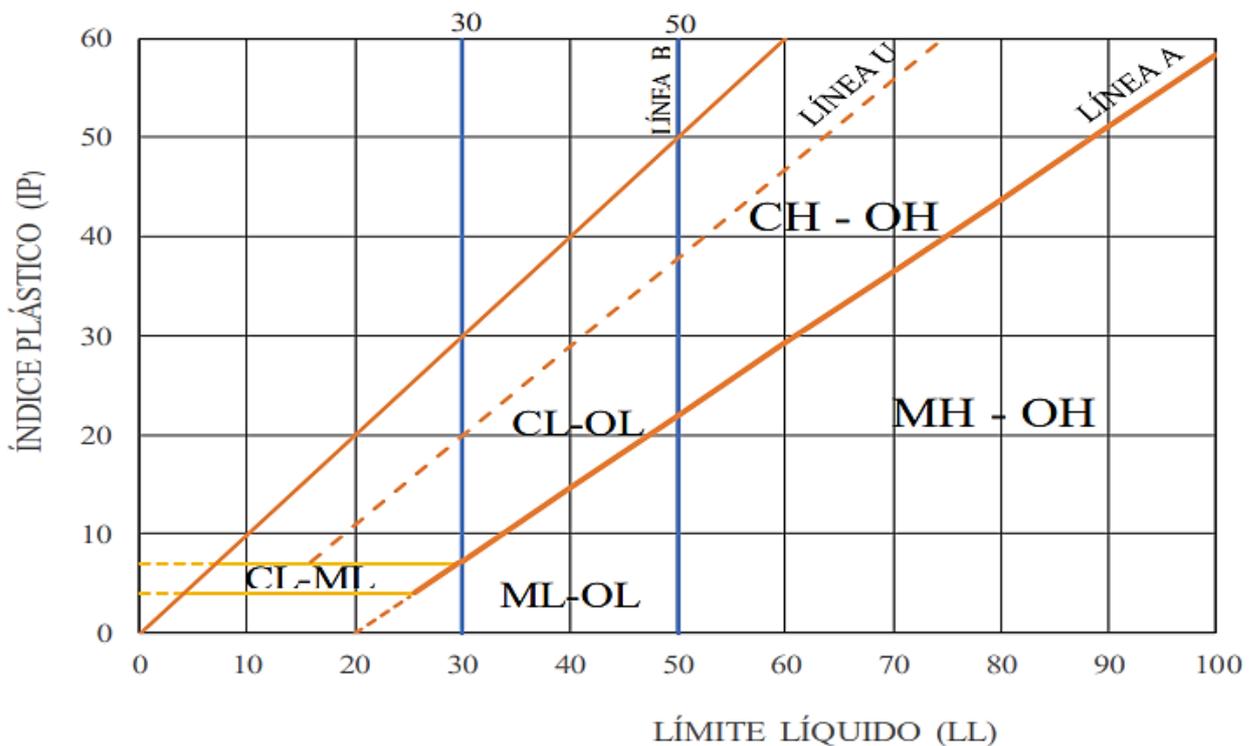
En la ecuación 11, LP es el cociente del peso del agua (obtenido al restar el peso de las barritas del suelo antes y después de salir del horno) entre el peso de suelo secado al horno.

$$IP = LL - LP \quad (12)$$

Clasificación SUCS de los suelos. Se pueden clasificar en suelos finos de alta (H) o baja (L) plasticidad, como suelos orgánicos (O), limo (M) y arcilla (C), y suelos gruesos buenos (W) o pobres (P) en gradación, como arena (S) o grava (G), o una mezcla de ellos. La clasificación de las partículas finas puede hacerse mediante un diagrama de plasticidad (Reinoso, 2017).

Figura 11.

Diagrama de plasticidad



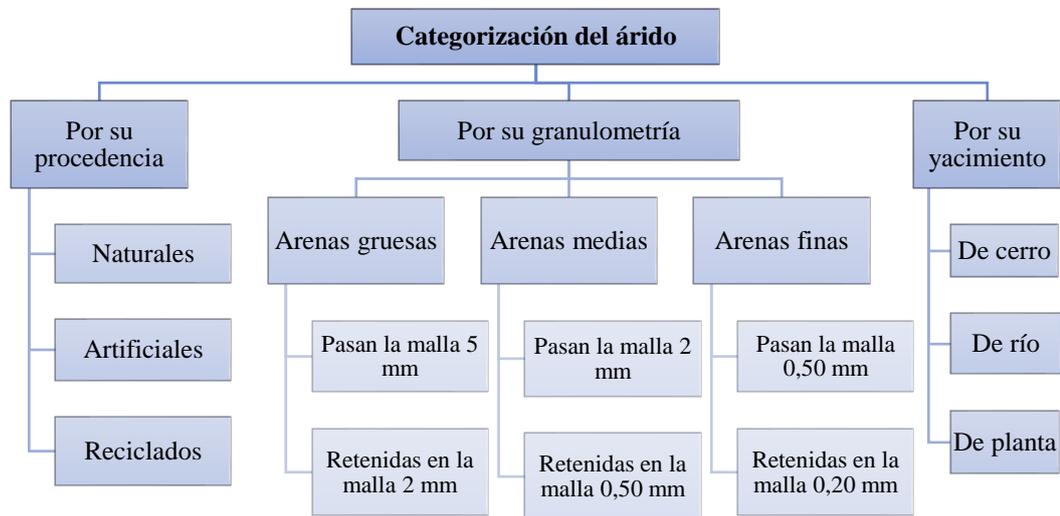
Nota: (Reinoso, 2017).

2.3.5. Arena

Según Paulino y Espino (2017), la arena es una composición granular de origen natural o artificial, que, pasa a través del tamiz de 9,51 mm (3/8”) pero que queda retenida en un tamiz de 0,075 mm (N° 200). Los áridos son minerales inertes de calidad adecuada para la producción de materiales resistentes (Sáiz, 2015). La arena es un agregado con un tamaño de 0,20 a 5 mm, compuesto por rocas dispersas de diversas formas (Ríos y Rojas, 2021).

Figura 12

Categorización del Árido



Nota: con datos de (Rocha, et al., 2020; Sáiz, 2015).

La arena se obtiene de los sedimentos de las montañas, ríos o plantas industriales, y puede ser natural, es decir, directamente de los sedimentos, o artificial, es decir, que requiere una trituración mecánica, y/o considerarse como material reciclado, es decir, un residuo. (Sáiz, 2015). Rocha et al (2020) concluyeron, basándose en las mediciones del tamaño de los granos, que la arena puede ser gruesa, media o fina dependiendo del tamiz que pase, con módulo fino de 0,60-2,10, módulo medido de 1,50-2,80 y módulo grueso de 2,40-3,60.

2.3.5.1. Propiedades físicas de los agregados

Humedad. Cuantía de agua en el agregado (Zorrilla, 2018).

$$w(\%) = \frac{Ph-Ps}{Ps} \times 100 \quad (13)$$

Donde, Ps Peso de la muestra seca, Ph Peso de la muestra húmeda.

Peso específico. Masa por unidad de volumen de un cuerpo (Carmey, 2008).

Absorción. Capacidad del material para contener agua, al estar en contacto con esta (Delgado y Legarda, 2011)

$$Pem = \frac{A}{(B-C)} * 100 \quad (14)$$

$$Pesss = \frac{B}{(B-C)} * 100 \quad (15)$$

$$Pea = \frac{A}{(A-C)} * 100 \quad (16)$$

$$Ab(\%) = \frac{(B-A)}{A} * 100 \quad (17)$$

Dónde: Peso específico de masa (Pem), Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS), Peso específico aparente (Pea), y Absorción (Ab). A peso del agregado seco en el aire, gramos, B peso del agregado SSS en el aire, gramos, C peso en el agua del agregado saturado.

Peso unitario suelto. Peso del agregado suelto entre el volumen que ocupa (Loor et al., 2013).

Peso unitario suelto. Peso del agregado compactado entre el volumen que ocupa (Loor et al., 2013).

$$P.U. = W_s \times f = W_s/V_r \quad (18)$$

Donde: W_s Peso del agregado (suelto o compactado según sea el caso), f Factor (f), V_r Volumen del recipiente, PU (peso unitario suelto PUS o compactado PUC).

Granulometría. Tamaño en que se distribuyen las partículas del agregado (Zorrilla, 2018)

$$\text{Porcentaje retenido en el tamiz} = \frac{R_i}{M_i} \times 100 \quad (19)$$

En la ecuación 19, R_i % del agregado retenido por tamiz, M_i agregado seco total.

$$\text{Porcentaje que pasa} = 100 - \% \text{ retenido} \quad (20)$$

Tabla 7

Huso Granulométrico de la Arena

| Malla (N°) | Abertura (mm) | Porcentaje que pasa (%) |
|------------|---------------|-------------------------|
| 3/8" | 9,51 | 100 |
| 4 | 4,76 | 95 a 100 |
| 8 | 2,36 | 80 a 100 |
| 16 | 1,18 | 50 a 85 |
| 30 | 0,60 | 25 a 60 |
| 50 | 0,30 | 10 a 30 |
| 100 | 0,15 | 2 a 10 |

Nota: NTP 400.037 (INACAL, 2020).

Módulo de finura. Tamaño promedio ponderado de la arena (Sangay y Régulo, 2014).

Tabla 8

Módulo de Finura del Árido

| Módulo de finura | | Relación de finura | |
|------------------|-------|--------------------|---|
| < 2,00 | | | + |
| 2,00 | 2,30 | Fino | = |
| 2,30 | 2,60 | | - |
| 2,60 | 2,90 | Mediano | |
| 2,90 | 3,20 | | + |
| 3,20 | 3,50 | Grueso | = |
| | >3,50 | | - |

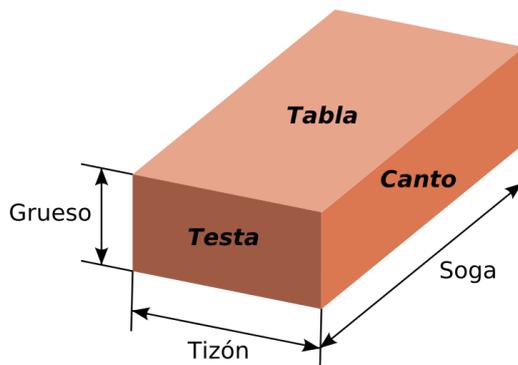
Nota: (Ávila y Jiménez, 2020).

2.3.6. Ladrillo

Moreno (1981) señala que los ladrillos son productos cerámicos de forma paralela moldeados, compactados y cocidos a partir de arcilla. Según la NTP 331.017 (INACAL, 2016), los ladrillos son prismas rectangulares de arcilla moldeada, compactada o comprimida, cocidos u horneados. Un ladrillo es una pieza lo suficientemente grande y pesado para llevarlo en una mano, mientras que, los bloques por su tamaño y peso se llevan con las dos manos (MVCS, 2006).

Figura 13

Partes del ladrillo



2.3.6.1. Tipos de proceso de producción de ladrillos

Según Gallegos y Casabonne (2005) la manufactura de ladrillos se realiza:

- **Artesanal.** Manufacturado manualmente. La mezcla y moldeo se realiza a mano.
- **Semi industrial.** Manufacturado de forma semi mecánica, donde el moldeo se efectúa con maquinaria elemental que en algunos casos extruye, a baja presión, la combinación de arcilla.
- **Industrial.** Manufacturado con maquinaria que, amasa, moldea, prensa y/o extruye la combinación de arcilla.

2.3.6.2. Proceso de producción de ladrillos

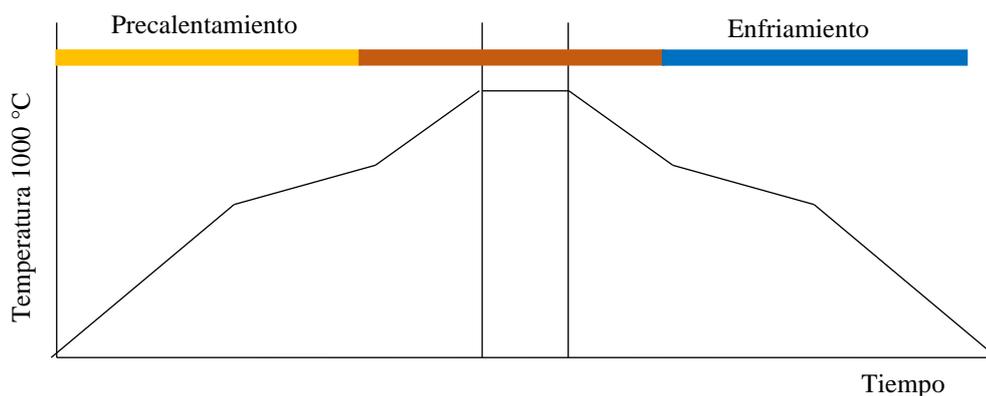
Selección y preparación de la mezcla. La extracción de la arcilla consiste en triturar el suelo con herramientas de campo (picos, palas, etc.) y trasladarla para la preparación de la mezcla, donde se muele la arcilla (Bianucci, 2009).

Moldeado. Se da forma al ladrillo manual o mecánicamente (Barranzuela, 2014). El proceso artesanal consiste en verter la mezcla en el molde, compactarla a mano y luego aplanarla (Rhodes, 1990), mientras que, el proceso mecánico se hace con máquinas: galletera de hélice o prensa de vacío (Moreno, 1987). Una persona por día puede moldear 900 a 1000 ladrillos (Bianucci 2009).

Secado. Dejar los ladrillos recién formados en un lugar durante algún tiempo para que el agua salga (Barranzuela, 2014). Donde actúan dos fenómenos físicos: la transferencia de calor se produce cuando el ladrillo y el entorno están en equilibrio térmico, y la transferencia de masa cuando el vapor de agua se difunde a través de los poros de la matriz de la arcilla (Rhodes, 1990).

Figura 14

Ciclo de Cocción Típico de un Producto de Arcilla



Nota: Terán (2013).

Cocción. Se expone a los ladrillos en hornos a altas temperaturas por tiempos prolongados (Barranzuela, 2014, p. 21).

Transporte. Para la entrega de estas unidades a obra se usan camiones de carga.

2.3.7. *Propiedades de las unidades de albañilería*

Variación dimensional. Diferencia en las dimensiones de largo, ancho y alto del ladrillo, con los especificado por el productor.

$$V = \frac{DE-MP}{DE} \times 100 \quad (21)$$

Donde, V es la variación dimensional (%), DE es la medida dada por el productor (cm), MP es la medida media (cm).

Alabeo. Medida de concavidad o convexidad del ladrillo en el borde y superficie.

$$Alabeo = \frac{Concavidad+convexidad}{2} \quad (22)$$

Absorción. Capacidad del ladrillo para absorber agua al estar sumergido en este líquido por 1 día.

$$A = \frac{(W_{seco}+W_{húmedo})\times 100}{W_{seco}} \quad (23)$$

Donde, A es la absorción (%), W seco es la masa del ladrillo seco, W húmedo es la masa del ladrillo saturado luego de 24 h de inmersión en agua.

Eflorescencia. Manchas blanquecinas que aparecen en el ladrillo.

Resistencia a la compresión ($f'b$). Capacidad del ladrillo para resistir los esfuerzos de cargas a compresión, antes de presentar agrietamiento.

$$f'b = \frac{P}{A} \quad (24)$$

Donde, P es la máxima carga, A es la media del área de las caras superior e inferior del ladrillo en cm^2 .

Resistencia a compresión axial en pilas ($f'm$). Es la capacidad para resistir cargas axiales en pilas de albañilería, formadas por la unión de ladrillo – mortero.

$$f'm = C \times \frac{P_{m\acute{a}x}}{\text{Área Bruta}} \quad (25)$$

Donde, $P_{m\acute{a}x}$, carga máxima de rotura, C es el factor de corrección por esbeltez.

Tabla 9*Factores de Corrección por Esbeltez para Pilas*

| | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| Esbeltez | 2,00 | 2,50 | 3,00 | 4,00 | 4,50 | 5,00 |
| Factor | 0,73 | 0,80 | 0,91 | 0,95 | 0,98 | 1,00 |

Nota: La esbeltez es la relación entre altura y espesor $e = h/b$. Norma E.070 (MVCS, 2006).

Tabla 10*Factores de Corrección por Edad para Pilas y Muretes*

| Edad | | 14 días | 21 días |
|---------|--|---------|---------|
| Muretes | Ladrillos de arcilla | 1,15 | 1,05 |
| | Bloques de concreto | 1,25 | 1,05 |
| Pilas | Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto | 1,10 | 1,00 |

Nota. Norma E.070 (MVCS, 2006).

Resistencia al corte diagonal en muretes. Capacidad de los muretes de albañilería para resistir esfuerzos de corte diagonales sin sufrir quiebre.

$$V'm = \frac{0,707 \times P}{A_b} \quad (26)$$

Donde, el esfuerzo cortante ($V'm$), es igual al cociente de la carga aplicada (P), y área bruta del espécimen (A_b).

$$A_b = \frac{L+H}{2} \times t \quad (27)$$

Donde, L , H y t son el largo, alto y espesor del murete, en mm.

$$\gamma = \frac{\Delta V + \Delta H}{g} \quad (28)$$

Donde, γ es la deformación angular, ΔV es la reducción vertical, ΔH es la dilatación horizontal, g es la amplitud de deformaciones horizontal y vertical.

Mortero de asentamiento para albañilería. Mezcla de aglutinante y árido fino con la cuantía máxima de agua añadida para lograr trabajabilidad y cohesión sin separar los áridos (MVCS, 2006).

2.3.8. Requisitos estructurales de los ladrillos

Para la aceptación del ladrillo en la norma E070 (MVCS, 2006) se plantean ciertos requisitos técnicos, entre ellos, la unidad debe tener color uniforme, no tendrá color blanquecino, no debe presentar quiebres, rajadura, materias extrañas, nódulos calcáreos, u otro tipo de patología; la absorción debe ser menor a 22% para ladrillo de arcilla, menor a 12% para bloque de concreto portante, y menor a 15% para bloque de concreto no portante; así mismo, la dispersión en los resultados no será mayor a 20% y 40% para ladrillos industriales y artesanales, correspondientemente.

Tabla 11

Requisitos Técnicos de las Unidades de Albañilería

| Clase de ladrillo | Variación dimensional máx. (%) | | | | | | Alabeo máx. (mm) | Compresión (kg/ cm ²) |
|-------------------|--------------------------------|---|-----|---|-----|---|------------------|-----------------------------------|
| | Hasta (mm) | | | | | | | |
| | 100 | | 150 | | 150 | | | |
| I | ± | 8 | ± | 6 | ± | 4 | 10 | 50 |
| II | ± | 7 | ± | 6 | ± | 4 | 8 | 70 |
| III | ± | 5 | ± | 4 | ± | 3 | 6 | 95 |
| IV | ± | 4 | ± | 3 | ± | 2 | 4 | 130 |
| V | ± | 3 | ± | 2 | ± | 1 | 2 | 180 |
| P | ± | 4 | ± | 3 | ± | 2 | 4 | 50 |
| NP | ± | 7 | ± | 6 | ± | 4 | 8 | 20 |

Nota: Esta tabla ha sido tomada de la norma E.070 (MVCS, 2006).

Tabla 12

Requisitos Técnicos en Albañilería

| Denominación (ladrillo de arcilla) | Resistencia (kg/cm ²) | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| | Unidad f ^b | Pilas f ^m | Muretes V ^m |
| K.K. artesanal | 55 | 35 | 5,10 |
| K.K. industrial | 145 | 65 | 8,10 |
| Rejilla industria | 215 | 85 | 9,20 |

Nota: norma E.070 “Albañilería” (MVCS, 2006).

2.4. Hipótesis

H1: El ladrillo artesanal elaborado con reemplazo parcial de arena por residuos orgánicos de coco, elaborado bajo condiciones de la cantera el Frutillo, califica como ladrillo Tipo I, según la Norma E.070.

Ho: El ladrillo artesanal elaborado con reemplazo parcial de arena por residuos orgánicos de coco, elaborado bajo condiciones de la cantera el Frutillo, no califica como ladrillo Tipo I, según la Norma E.070.

2.5. Operacionalización de variables

2.5.1. Variable independiente

Los “Residuos de coco como sustituto parcial de la arena” también denominado estopa de coco, es el residuo agrícola proveniente de los residuos orgánicos de cáscara de coco que, se utilizará previa trituración, como materia prima en remplazo de la arena (material granular fino menor a 4,75 mm, pero se retiene en el tamiz 0,075 mm), para la elaboración de ladrillos. Por tanto, las dimensiones son:

- Propiedades físicas del residuo de coco
- Propiedades físicas de la arena
- Propiedades físicas del suelo

2.5.2. Variable dependiente

Las “Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal” son las características propias de la unidad y las características resistentes, tal como, compresión en unidad, en pila y en murete. Siendo así sus dimensiones son:

- Propiedades físicas del ladrillo
- Propiedades mecánicas del ladrillo

Tabla 13

Matriz de Operacionalización de Variables

| Variables | Definición conceptual | Dimensiones | Definición conceptual | Definición operacional | |
|---|--|---|--|-------------------------------|--------------------|
| | | | | Indicadores | Ítem |
| Variable independiente Residuos de coco como sustituto parcial de la arena | Residuo agrícola que será utilizado como material de sustitución de la arena | Propiedades físicas del residuo de coco | Características propias del material residual. | Granulometría | % |
| | | | | Densidad específica | kg/m ³ |
| | | | | Humedad | % |
| | | | | Granulometría | % |
| | | | | Densidad específica | kg/m ³ |
| | | | | Humedad | % |
| | | Propiedades físicas de la arena | Características del material granular fino | LL | % |
| | | | | LP | % |
| | | | | Granulometría | % |
| | | | | Densidad específica | kg/m ³ |
| | | | | Humedad | % |
| | | | | LL | % |
| Propiedades físicas del suelo de la cantera Frutillo Bajo | Características propias del suelo, que permiten su clasificación SUCS. | LP | % | | |
| | | Granulometría | % | | |
| | | Densidad específica | kg/m ³ | | |
| | | Humedad | % | | |
| | | LL | % | | |
| | | LP | % | | |
| Variable dependiente Propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal | Elemento utilizado en la construcción de muros de albañilería, que debe cumplir con ciertas características físicas y mecánicas, para asegurar su buena calidad. | Propiedades físicas | Características implícitas de la unidad que definen su calidad dimensional y de absorción. | Variación dimensional | % |
| | | | | Alabeo | mm |
| | | | | Absorción | % |
| | | | | Peso específico | kg/m ³ |
| | | | | Eflorescencia | % |
| | | Propiedades mecánicas | Características que definen la resistencia del ladrillo | Resistencia a compresión | Kg/cm ² |
| | | | | Resistencia axial en pilas | Kg/cm ² |
| | | | | Resistencia al corte diagonal | Kg/cm ² |

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

El enfoque es cuantitativo, se han obtenido datos cuantificables, tales como las propiedades físicas del suelo, arena y residuos de coco, y las propiedades del ladrillo elaborado con residuos de coco como sustituto de la arena. El tipo de investigación es aplicado, se utilizan conocimientos existentes (en las normas técnicas peruanas) para generar nuevos conocimientos, caracterización del ladrillo ecológico con residuos orgánicos de coco (estopa de coco). El nivel de investigación es descriptivo comparativo, se cotejan las propiedades del ladrillo con diferentes porcentajes de sustitución de la arena por residuos orgánicos de coco. El diseño de investigación es no experimental, descriptiva causal simple, de corte transversal, según Arias (2006), el diseño causal simple, consiste en someter a un objeto a cierto estímulo, para observar el efecto en el objeto de estudio.

Tabla 14

Tipos de Investigación según Criterios

| Criterio | Tipo de investigación |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Finalidad | Aplicada |
| Estrategia o enfoque metodológico | Cuantitativa |
| Objetivos | Correlacional |
| Fuente de datos | Primaria |
| Control de diseño de la prueba | No experimental |
| Temporalidad | Transversal (sincrónica) |
| Contexto donde sucede | Laboratorio |

3.2. Diseño de investigación

Diseño descriptivo causal simple, se somete al objeto de estudio a un estímulo (causa), para ver las reacciones que, se presentan, tal como argumenta

Carrasco (2006). En el estudio el objeto de análisis es la unidad de albañilería, que es modificada por la sustitución de la arena por residuos orgánicos de coco, con la finalidad de verificar su incidencia en las propiedades del ladrillo. En la fig. 15, se observa el esquema gráfico del diseño en estudio; y en la ecuación (29) se muestra el esquema numérico.

$$M \leftarrow x \begin{matrix} y1 \\ y2 \end{matrix} \quad (29)$$

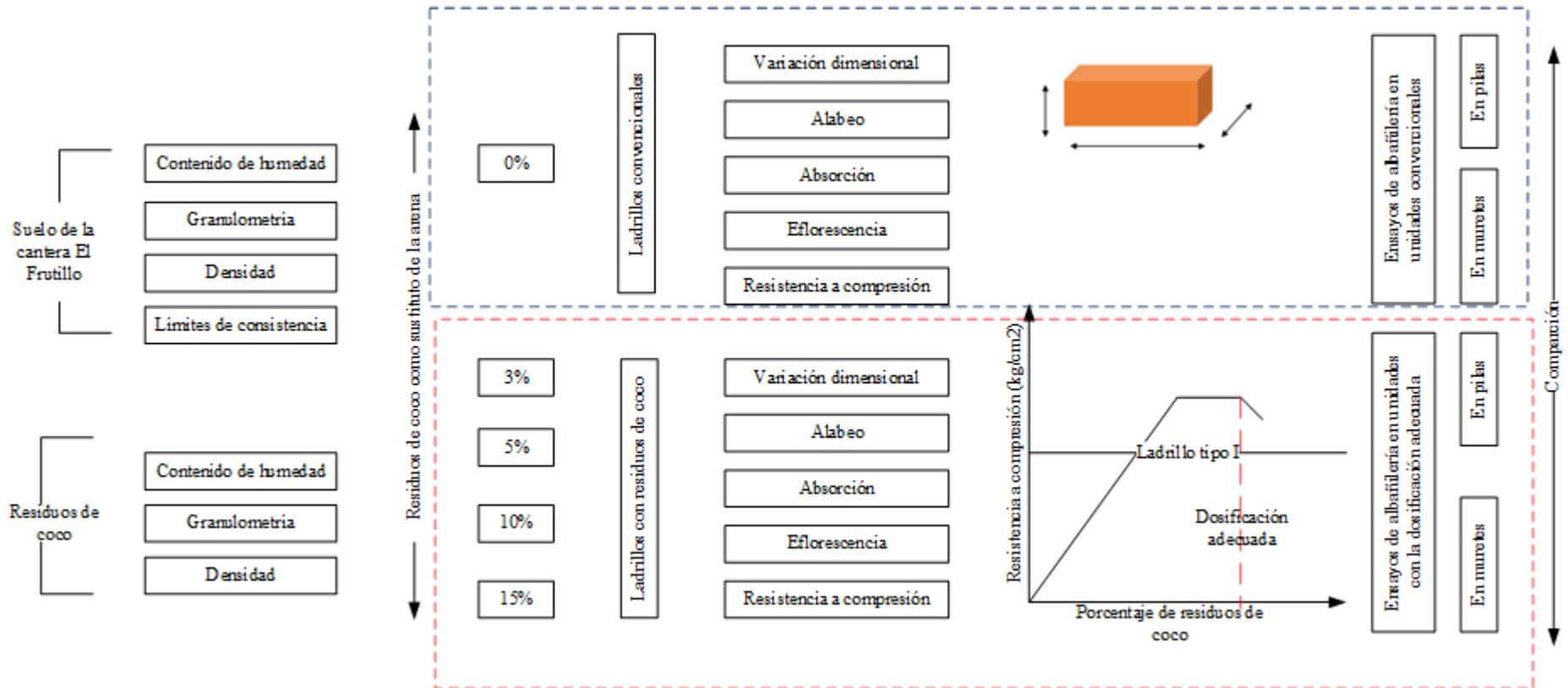
En la ecuación 29, M es la muestra, a la que se le aplica el tratamiento X, sustitución de la arena por 0%, 3%, 5%, 10% y 15% de residuos orgánicos de coco, para comprobar la incidencia en sus propiedades físicas (y1) y mecánicas (y2) del ladrillo artesanal elaborado.

3.3. Métodos de investigación

Se han utilizado los métodos del enfoque de investigación cuantitativo, por tanto, se ha aplicado el método hipotético deductivo, que permite deducir la aceptación o rechazo de la hipótesis, a partir de los resultados del estudio, en este caso a partir de los datos de las propiedades del ladrillo elaborado con sustitución de la arena por 0%, 3%, 5%, 10% y 15% de residuos orgánicos de coco.

Figura 15

Esquema del Diseño de Investigación, Descriptivo Causal Simpe



3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

Todos los ladrillos artesanales de dimensiones 24,00 cm x 13,00 cm x 9,00 cm (Fig. 16) elaborados con suelo de la cantera el Frutillo Bajo, del centro poblado El Frutillo Bajo, provincia de Bambamarca, región Cajamarca (Fig. 17), y residuos orgánicos (cáscara) de coco del centro poblado Quebrada Seca, distrito de Bagua Grande, región de Amazonas (Fig. 18), como sustituto parcial de la arena. La dosificación inicial de arcilla y arena de la cantera el Frutillo Bajo, es 90% - 10% del peso, según el Sr. Victor Campos Perez, propietario de la ladrillera.

Tabla 15

Ubicación de las Fuentes de las Materias Primas

| Cantera | Material | Coordenadas UTM WGS84 | | Elevación (msnm) |
|---------------|------------------|-----------------------|---------|------------------|
| | | X (m) | Y (m) | |
| El Frutillo | Arcilla y arena | 772664 | 9260550 | 2730 |
| Quebrada Seca | Residuos de coco | 785779 | 9362844 | 437 |

3.4.2. Muestra

150 ladrillos de 240 x 130 x 90 mm, hechos con suelo de El Frutillo propiedad del Sr. Victor Campos Perez, del distrito de Bambamarca y residuos de coco (de TMN 2,00 mm, tamiz N° 10) del distrito de Bagua Grande, como sustituto de la arena en porcentajes de 0%, 3%, 5%, 10% y 15% del peso.

Figura 16

Dimensiones de la unidad de albañilería

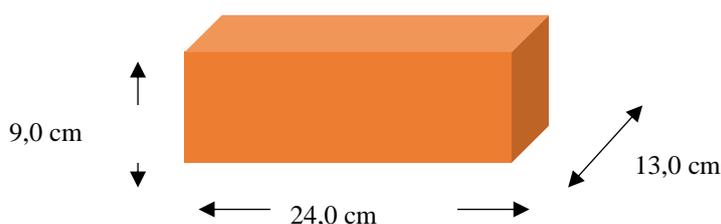


Tabla 16*Ladrillos para Ensayos en Unidad*

| Ensayos | Porcentaje de sustitución | | | | | Total |
|-----------------------------|---------------------------|----|----|-----|-----|-------|
| | 0% | 3% | 5% | 10% | 15% | |
| Variación de dimensiones | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 |
| Alabeo | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 |
| Eflorescencia | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 |
| Resistencia a la Compresión | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 |
| Peso Específico | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 |
| Absorción | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 |
| Total, de ladrillos | | | | | | 150 |

En unidad se ha determinado las dosificaciones más adecuadas para la producción de ladrillos con residuos de coco como sustituto de la arena, bajo condiciones de El Frutillo. Siendo así, se han ensayado tres pilas y muretes con ladrillos al 0%, 3% y 5% de residuos orgánicos de coco como sustituto de la arena, para comparar las características estructurales en albañilería.

Tabla 17*Cantidad de Ensayos en Pila y Murete*

| Ensayo | Número de ensayos según porcentaje de residuos de coco | | | Total |
|--------|--|---|---|-------|
| | 0 | 3 | 5 | |
| Pila | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Murete | 3 | 3 | 3 | 9 |

Tabla 18*Número de unidades de albañilería para ensayos colectivos*

| Ensayo | Número de ladrillos según porcentaje de residuos de coco | | | Total |
|--------|--|-----------|-----------|-------|
| | 0 | 3 | 5 | |
| Pila | 5/pila | 5/pila | 5/pila | 45 |
| Murete | 21/murete | 21/murete | 21/murete | 126 |
| Total | | | | 171 |

Figura 17

Ubicación de la Cantera El Frutillo

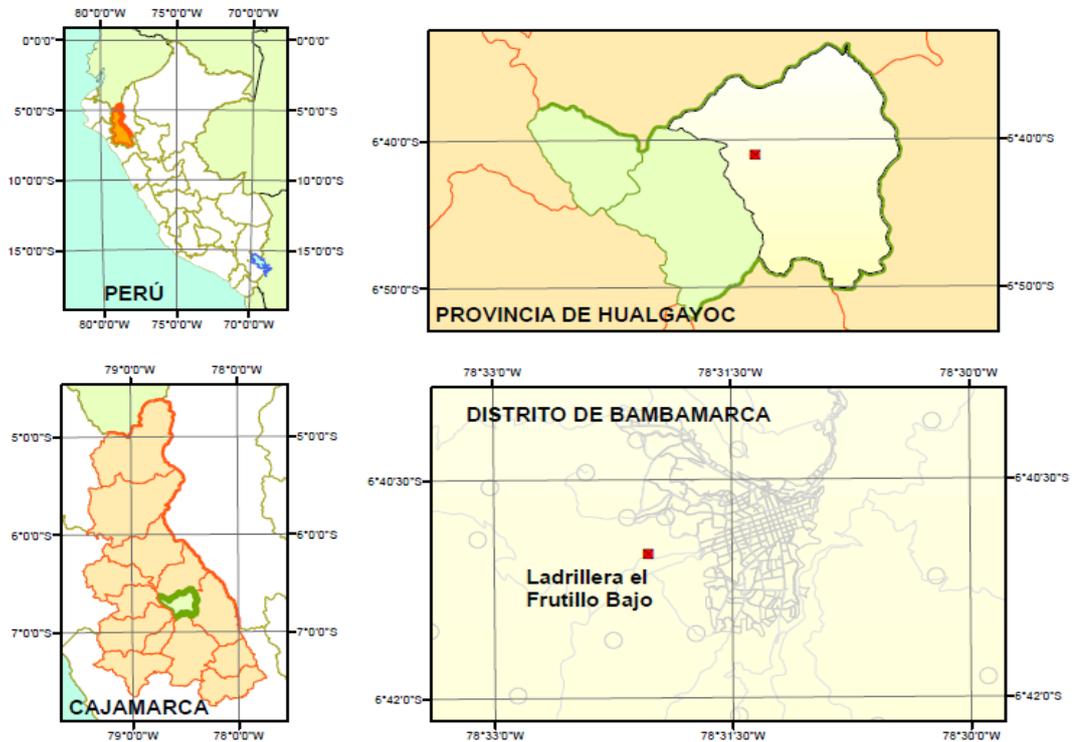
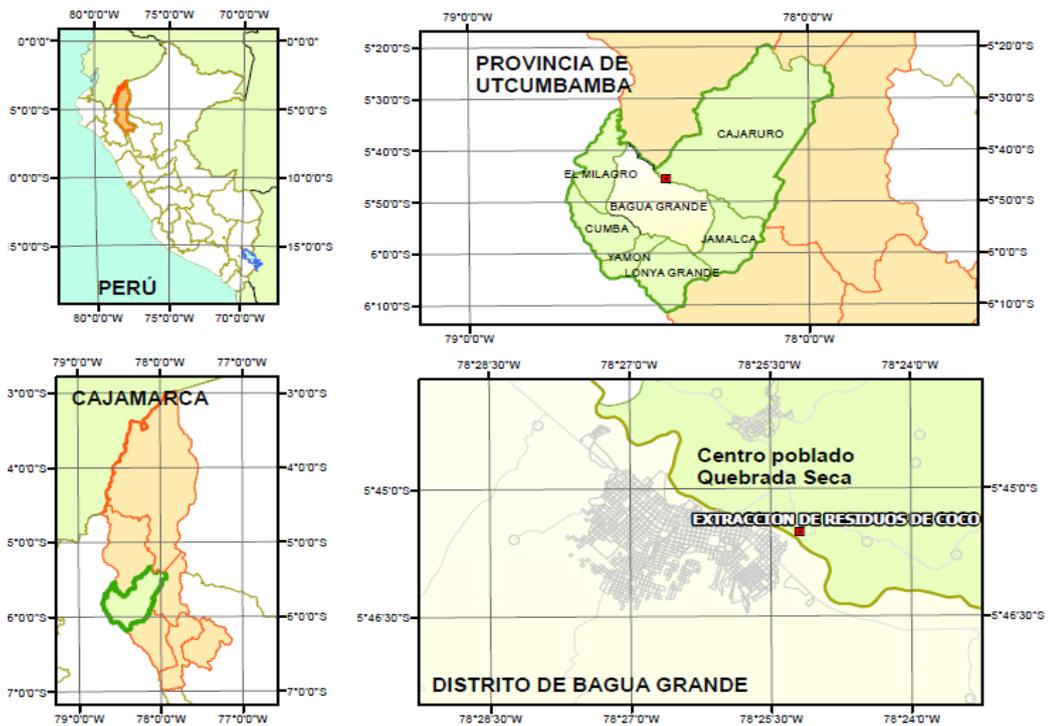


Figura 18

Ubicación de los Residuos de Coco



3.4.3. Muestreo

Con un diseño de bloques completamente al azar (DOE), en Minitab 19, se ha determinado, la muestra probabilística, de cinco bloques incluido la muestra base (0%, 3%, 5%, 10% y 15% de residuos de coco como sustituto de arena), y seis ensayos, con cinco repeticiones, dando un total de 150 ladrillos de dimensiones 240 x 130 x 90 mm, hechos con suelo de El Frutillo propiedad del Sr. Víctor Campos Pérez.

Tabla 19

Resumen DOE

| | | | |
|--------------|----|--------------------|-----|
| Factores | 2 | Réplicas | 5 |
| Corrida base | 30 | Total, de corridas | 150 |
| Bloques base | 1 | Total, de bloques | 1 |

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

Observación sistemática. Técnica de registro sistemático, de las situaciones observadas (Hernández et al., 2014, p. 252). En la investigación, ha permitido el registro de los procesos de extracción y procesamiento de las materias primas.

Análisis de laboratorio. Se han realizado los ensayos de laboratorio a las materias primas (suelo de la cantera El Frutillo, arena de la cantera El Frutillo, residuos de coco) y a los ladrillos en unidad y albañilería.

Comparación. Se han comparado técnicamente las características del ladrillo con y sin residuos de coco como sustituto de la arena.

3.5.2. Instrumentos de recolección de datos

Cuaderno de campo. Instrumento de anotación de los datos observados en campo en el proceso de recolección de las muestras de suelo y residuos de coco.

Formatos de ensayos de laboratorio. Es un instrumento utilizado en el laboratorio para registrar los resultados por ensayo realizado, según las normas técnicas peruanas. Se han realizado ensayos de laboratorio para caracterizar a las materias primas (suelo, residuos de coco y arena), y para caracterizar al ladrillo en unidad, pila y murete.

- Muestras de suelo (humedad, peso específico, gradación, LL, LP)
- Residuos de coco (humedad, peso específico, gradación)
- Arena (humedad, peso específico, gradación, MF)
- Ladrillo (variación dimensional, alabeo, absorción, peso específico, resistencia en unidad, pila y murete).

Matriz de comparación. Medio de cotejo con la norma, para verificar que el ladrillo hecho con residuos de coco en remplazo de la arena, cumpla con los requerimientos técnicos.

Tabla 20

Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos

| Variables | Recolección de datos | | |
|---|-----------------------|--|------------------------------------|
| | Fuente | Técnica | Instrumento |
| Variable independiente | In situ | Observación de campo | Cuaderno de campo |
| Residuos de coco como sustituto parcial de la arena | Muestra de suelo | Ensayos de laboratorio al suelo | Formatos |
| | Muestra de coco | Ensayos de laboratorio a los residuos de coco | Formatos de ensayos de laboratorio |
| Variable dependiente | In situ | Observación | Cuaderno de campo |
| | Ladrillos | Ensayos de laboratorio a las unidades de albañilería | Formatos |
| | Pilas y muretes | Ensayos de laboratorio en albañilería | Formatos |
| Propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal | Resultados de ensayos | Comparación | Matriz de comparación |

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

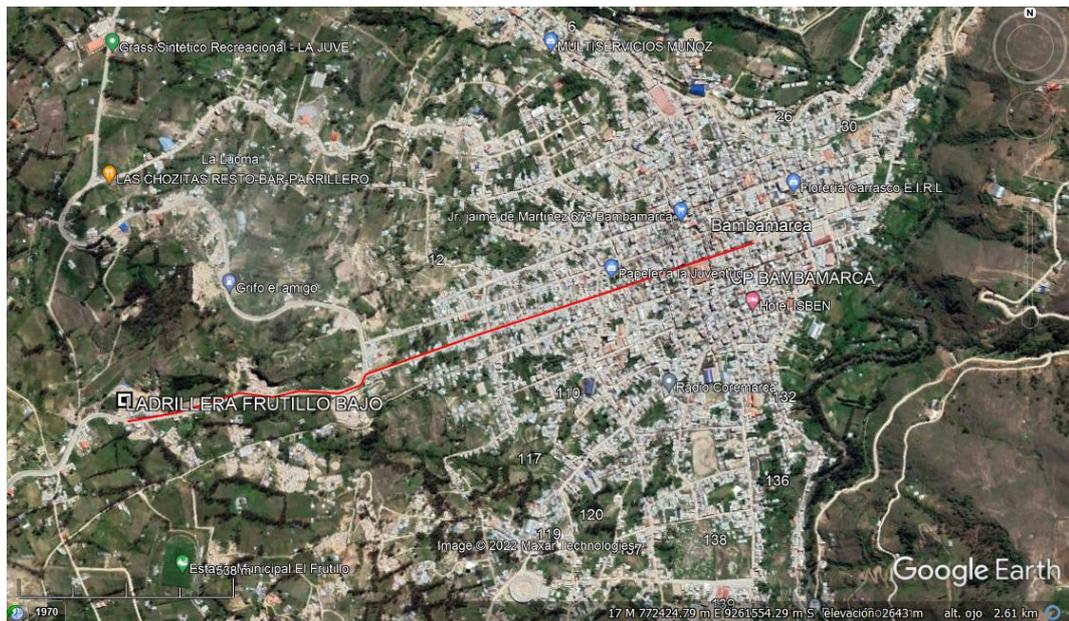
3.6.1. Proceso de obtención de los datos

3.6.1.1. Exploración y muestreo del suelo

El suelo arcilloso y arena que se ha utilizado para hacer ladrillos, se ha extraído de la cantera El Frutillo, centro poblado El Frutillo Bajo, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, región Cajamarca, ubicado en la coordenada UTM WGS 84 17 S 772664 m E, 9260550 m S a 2730 msnm, a 1,67 km de la plaza de armas de la ciudad de Bambamarca, cuyo propietario es el Sr. Víctor Campos Pérez, dueño de la ladrillera del mismo nombre. Al ser una cantera en explotación se ha extraído el suelo del perfil del talud, 5 kg para los ensayos de clasificación según el “Manual de Ensayos” (MTC, 2016), y se ha trasladado al laboratorio GSE Suelos y pavimentos, en Chota, para la realización de los respectivos ensayos.

Figura 19

Acceso a la Ladrillera El Frutillo



Nota: (Google Earth, 2022).

Figura 20

Ladrillera El Frutillo



Nota: (Google Earth, 2022).

Figura 21

Extracción de Suelo en la Ladrillera El Frutillo Bajo



3.6.1.2. Ensayos de laboratorio al suelo

NTP 339.127 Contenido de humedad (INACAL, 2019a)

- Se pesa el suelo en su estado natural
- Se lleva al horno o estufa por 1 día
- Se pesa el suelo seco

NTP 339.128 Granulometría (INACAL, 2019b)

- Se pesa el suelo seco
- Se pasa por el juego de tamices agitando manual o mecánicamente
- Se pesa el suelo retenido por tamiz

NTP 339.129 Límite líquido (INACAL, 2019c)

- Se toma el pasante del tamiz N° 40
- Se agrega agua formando una pasta que reposa 1 día
- Se coloca la mezcla en la copa Casagrande y se separa con el ranurador
- Se dan golpes hasta unir la mezcla
- Se extrae la mezcla unida y se pesa antes y después de llevar al horno
- Se repite el ensayo (3) veces
- El LL corresponde a la humedad para unir la mezcla a los 25 golpes

NTP 339.129 Límite plástico (INACAL, 2019c)

- Se toma el suelo del ensayo de LL
- Se forman rollitos de 3 mm hasta que presenten agrietamiento
- Se pesa antes y después de llevar al horno
- Se repite el ensayo dos veces

NTP 339.131 Peso específico (INACAL, 2019d)

- Se pesa la muestra seca
- Se llena la fiola con agua hasta los 500 ml, y se pesa

- Se coloca el suelo seco en la fiola y se cubre de agua
- Se agita y se conecta la bomba de vacíos por ¼ de hora.
- Se retira la fiola de la bomba de vaíos, y se agrega agua hasta 500 ml.
- Se pesa la muestra final.

NTP 339. 134 Clasificación del suelo (INACAL, 2019e)

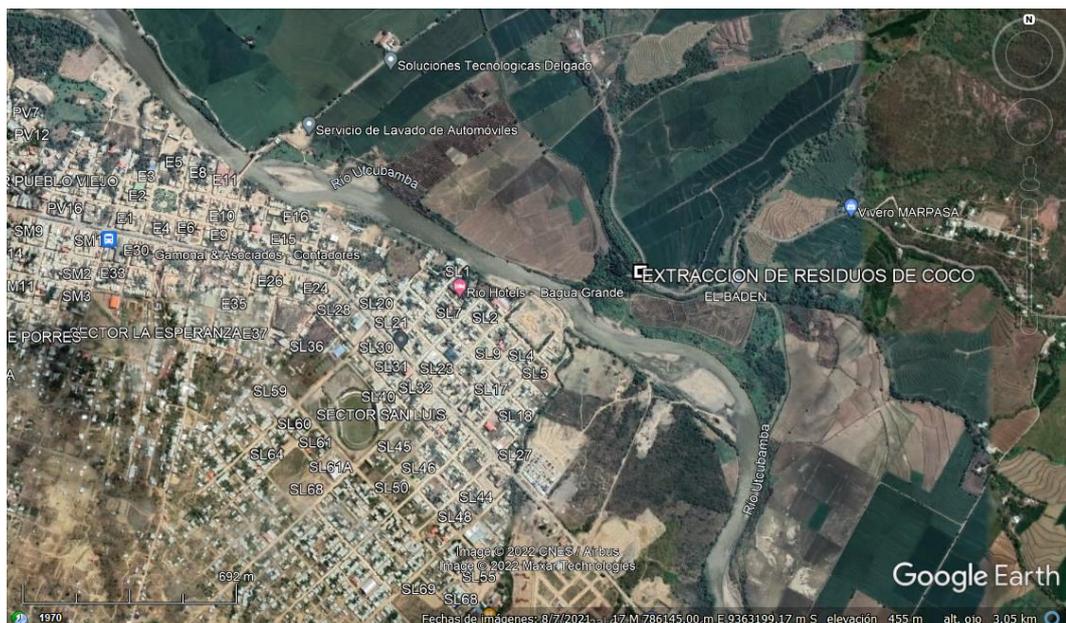
- Para clasificar el suelo en arcillas (C), limos (M) u orgánico (O) de alta (H) o baja (L) plasticidad se toma en cuenta su gradación y plasticidad.

3.6.1.3.Exploración del vertedero de residuos de coco

El sustituto: residuos de coco, se ha obtenido de los desechos de cáscara de coco en la comunidad Quebrada Seca, distrito de Bagua Grande, provincia de Utcubamba, departamento de Amazonas, en las coordenadas UTM WGS 84 17 S 785779 m E, 9362844 m S a 437 msnm. Se puede acceder a dicho vertedero atravesando el río Utcubamba, a 200 m, de la ciudad de Bagua Grande.

Figura 22

Ubicación de los Desechos de Coco, Bagua Grande



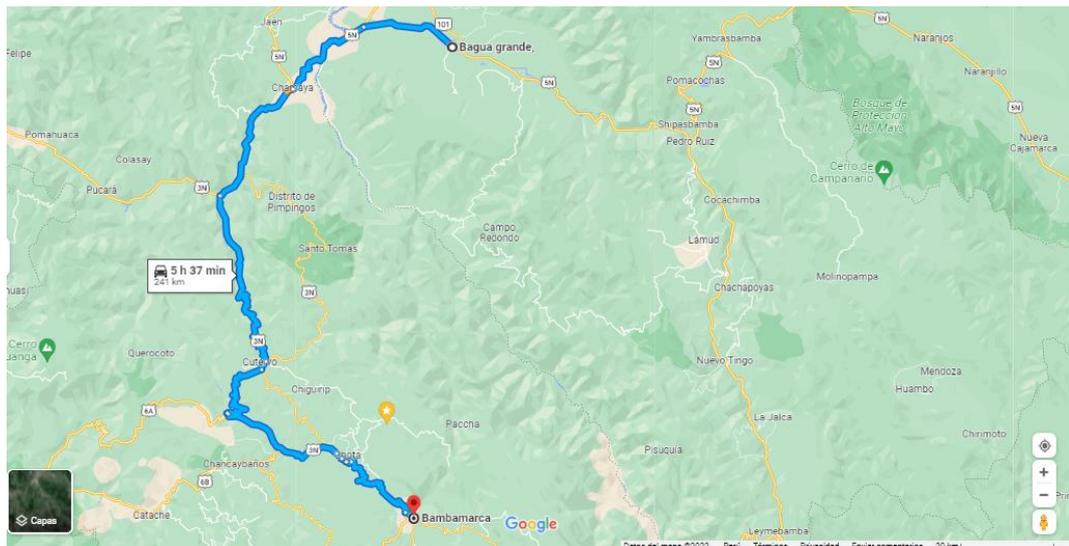
Nota: (Google earth, 2022).

3.6.1.4. Tratamiento de los residuos de coco

Los residuos de coco se han trasladado desde el distrito de Bagua Grande hasta la Ladrillera El Frutillo Bajo, en Bambamarca, Hualgayoc, a aproximadamente a 241 km de distancia, 5 horas 37 minutos de viaje en auto. Donde, los residuos de la cáscara de coco fueron limpiados, después según el procedimiento realizado por Obidiegwu et al. (2019) se dejó secar a T° ambiente por un lapso de 7 días, o en horno por 1 día a 110 °C, luego fueron triturados mediante un triturador mecánico, con TMN 2,00 mm (Tamiz N° 10), para ser utilizados como materia prima.

Figura 23

Recorrido de Bagua Grande a Bambamarca



Nota: (Google maps, 2022).

Selección y recolección de residuos de coco. Se han recolectado los residuos de coco del vertedero en las coordenadas UTM WGS 84 17 S 785779 m E, 9362844 m S. Seleccionando el mesocarpio del coco, totalmente seco, de color café.

Limpieza de los residuos de coco. Se han lavado por inmersión en agua limpia, luego se han secado a temperatura ambiente por 7 días.

Trituración. Los residuos de coco limpios y secos han pasado por trituración, utilizando un triturador de residuos orgánicos comercial TR 200 de la marca Trapp, para obtener una gradación con TMN de 2,00 mm (Tamiz N° 10).

Figura 24

Recolección de Residuos de Coco



Figura 25

Triturador de residuos orgánicos



3.6.1.5. Ensayos de laboratorio a la arena y residuos de coco

NTP 339.185 Contenido de humedad (INACAL, 2021a)

- Se pesa el árido en su estado natural
- Se coloca al horno por 1 día
- Se pesa la muestra seca

NTP 400.012 Granulometría (INACAL, 2021b)

- Se pesa la muestra y se pasa por la malla 200 por lavado
- El árido retenido se seca y se pasa por un juego de tamices
- Se pesa el árido retenido por malla.

NTP 400.017 Peso unitario (INACAL, 2021c)

- Se coloca el suelo sin varillar en un depósito y se pesa, para determinar el PU suelto.
- Se coloca el suelo varillado en un depósito y se pesa, para establecer el PU compactado.

NTP 400.022 Peso específico y absorción (INACAL, 2021d)

- Se usa 2000 gr de árido.
- Luego, por 24 h, se sumerge en agua, para después dejar secar al aire.
- Se verifica su estado saturado superficialmente seca (SSS), y se pesa 500 g del árido.
- Se coloca el árido en la fiola, por partes, se llena de agua, se pone en baño maría, y se deja reposar 24 h, para luego pesar.
- Se saca el material de la fiola, se deja reposar, se coloca a la estufa, por 1 día, y luego se pesa.

3.6.1.6. Dosificación para elaboración de ladrillos

Para hacer los ladrillos, primero se ha definido la dosificación de los materiales, siendo así, se ha utilizado como dosificación base la propuesta utilizada para fabricar los ladrillos convencionales en la ladrillera el Frutillo Bajo, Bambamarca, del Sr. Victor Campos Perez, integrada por 90% de suelo arcilloso y 10% de arena, en peso. Para la fabricación de un ladrillo se utilizan 7 kg de suelo (mezcla de arcilla y arena), por tanto, se utilizan 6,3 kg de arcilla y 0,7 kg de arena, que serán remplazado al 0%, 3%, 5%, 10% y 15% del peso, por residuos de coco.

$$\text{Dosificación base} = X\% + Y\% + Z\% + \text{agua} \quad (30)$$

En la ecuación 30, la dosificación base será igual a la suma de los componentes arcilla (X), arena (Y) y residuos de coco (Z), donde los residuos de coco son el sustituto parcial de la arena en peso con un TMN de 2,00 mm; para el diseño base, donde solo se tienen los componentes arcilla y arena, Z es cero.

Tabla 21

Peso Específico de las Materias Primas

| Materias primas | Arcilla | Arena | Residuos de coco |
|--------------------------------------|---------|-------|------------------|
| Peso específico (kg/m ³) | 2510 | 2487 | 2209 |

Tabla 22

Dosificación de Materias Primas en Peso para 1 Ladrillo

| Porcentaje de sustitución de la arena por residuos de coco | Arcilla (kg) | Arena (kg) | Residuos de coco (kg) |
|---|-----------------|---------------|--------------------------|
| 0 | 6,3 | 0,7 | 0 |
| 3 | 6,3 | 0,679 | 0,021 |
| 5 | 6,3 | 0,665 | 0,035 |
| 10 | 6,3 | 0,63 | 0,070 |
| 15 | 6,3 | 0,595 | 0,105 |

Tabla 23*Dosificación de Materias Primas en Volumen para 1 Ladrillo*

| Porcentaje de sustitución de la arena por residuos de coco | Arcilla (m3) | Arena (m3) | Residuos de coco (m3) |
|---|-------------------------------|-----------------------------|--|
| 0 | 0,00251 | 0,00028 | 0,00000 |
| 3 | 0,00251 | 0,00027 | 0,00001 |
| 5 | 0,00251 | 0,00027 | 0,00002 |
| 10 | 0,00251 | 0,00025 | 0,00003 |
| 15 | 0,00251 | 0,00024 | 0,00005 |

Nota: Para determinar la dosificación en volumen se divide el peso en la dosificación entre el peso específico de cada material.

3.6.1.7. Elaboración de ladrillos

Las unidades de albañilería se han elaborado por proceso artesanal en la ladrillera El Frutillo Bajo, Bambamarca, de propiedad del Sr. Víctor Campos Pérez, utilizando para ello, las materias primas del mismo lugar, y los residuos orgánicos de coco traídos desde el distrito de Bagua Grande. Se han seguido los siguientes pasos:

- Extracción de materias primas, arcilla, arena y residuos de coco.
- Molienda y mezclado, se muelen las materias primas en las dosificaciones de la Tabla 21 y 22 conforme se van mezclando utilizando un equipo mecánico.
- Moldeado, se da la forma y dimensiones al ladrillo.
- Secado, se deja que los ladrillos moldeados reposen. Es en este proceso en que los ladrillos pierden humedad y en ocasiones presentan agrietamiento o resquebrajaduras siendo descartados.
- Cocción, después que los ladrillos han secado son llevados al horno para su cocción.
- Almacenamiento, al salir del horno son almacenados en pilas hasta su transporte y comercialización.

Figura 26

Flujo de la Producción Artesanal de Ladrillos

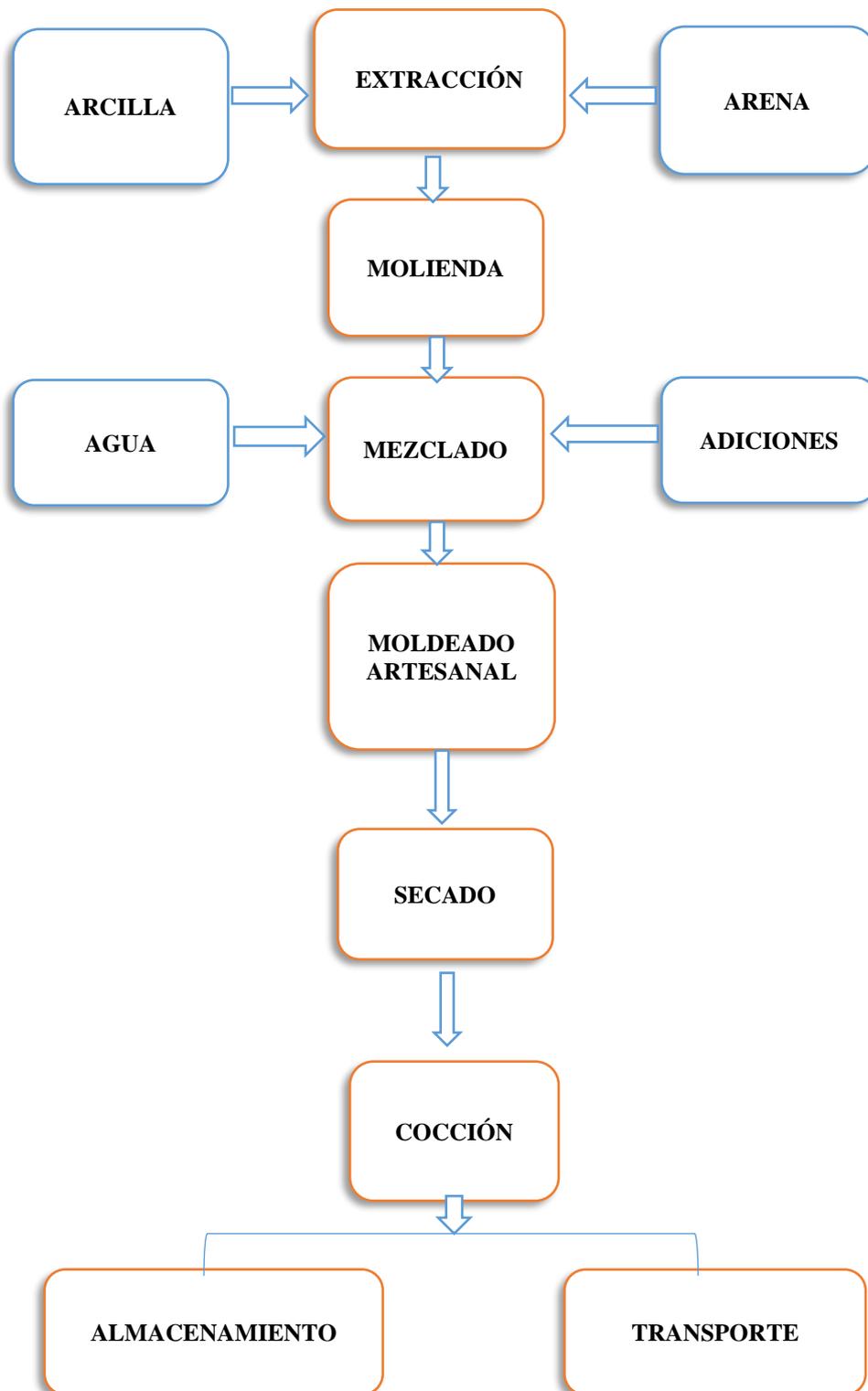


Figura 27

Procedimiento para hacer Ladrillos en El Frutillo Bajo, con Residuos de Coco como Sustituto de la Arena

Extracción de suelo



Extracción de residuos de coco



Mezclado y molienda



Moldeado



Secado



Cocción



Nota: Se han elaborado ladrillos con insumos de arcilla de El Frutillo, Bambamarca, reemplazando parte de la arena en porcentajes de 0, 3, 5, 10 y 15% del peso, por residuos de coco.

3.6.1.8. Ensayos en ladrillos

NTP 339.613 Variación dimensional (INACAL, 2018b)

- Se mide el largo, ancho y alto del ladrillo en medio de las cuatro caras.

NTP 339.613 Alabeo (INACAL, 2018b)

- Se mide la concavidad y convexidad en superficie y en borde.

NTP 339.613 Peso específico y absorción (INACAL, 2018b)

- Se deja los ladrillos en horno/estufa a 110 °C +/- 5 °C por 1 día.
- Se deja enfriar por un tiempo de 2 horas
- Se registra el peso en la balanza
- Se sumerge los ladrillos secos a la tina llena de agua limpia por 24 horas
- Se retira y peso las muestras luego de 5 minutos de ser retiradas de la tina llena de agua.

NTP 339.613 Eflorescencia (INACAL, 2018b)

- Se colocan los ladrillos en una bandeja, en dos grupos, a 5 cm.
- Se coloca grupo agua destilada a 2,5 cm de profundidad en ambos grupos y se lleva a la cámara de humedad por siete días.
- Se verifica si hay presencia de manchas blancas.

NTP 339.613 Resistencia a compresión en unidad (INACAL, 2018b)

- Luego de 28 días, de sacados los ladrillos del horno.
- Se pesan los ladrillos a ser ensayados.
- Se hace el refrentado del ladrillo en ambas caras, 1 día antes del ensayo
- Se llevan a la máquina de compresión.
- Se registra la carga máxima aplicada a cada muestra.

3.6.1.9. Dosificación adecuada

Se ha considerado como dosificación adecuada al máximo porcentaje de residuos de coco que se puede colocar en la mezcla, como sustituto de la arena, manteniendo las características en unidad tipo I, según la norma E.070 (MVCS, 2006), tal como absorción menor a 22% y f^b mayor a 50 kg/cm².

3.6.1.10. Construcción de pilas y muretes de albañilería

Se construyeron pilas y muretes con ladrillos sin y con residuos de coco en la dosificación adecuada, para, determinar si cumplen con la E.070 (MVCS, 2006). Las pilas se construyeron con 5 ladrillos asentado uno sobre otro con mortero de 1,5 cm de espesor. Cada murete estuvo conformado por 3 ladrillos en la base y 7 ladrillos de altura, asentadas con mortero de 1,5 cm de juntas verticales y horizontales. En ambos casos el mortero fue 1:4 cemento: arena, según E.070 (MVCS, 2006).

3.6.1.11. Ensayos en albañilería

NTP 339.605 Resistencia a compresión en pilas (INACAL, 2018a)

- Se realiza el refrentado un día antes del ensayo
- Se mide el largo y ancho para obtener el área neta
- Se lleva la pila a la máquina de prueba
- Se registra la carga máxima aplicada a cada muestra.

NTP 339.621 Resistencia a corte diagonal en muretes (INACAL, 2015)

- Se realiza el refrentado 1 día antes de la prueba.
- Se mide el murete en alto, largo, diagonal y espesor.
- Se coloca el murete en la máquina de ensayo, y se registra la carga máxima

3.6.2. *Procesamiento de datos*

Se han utilizado programas, tales como: ArcGIS para la localización de las fuentes de material (suelo y residuos de coco), y Microsoft Excel para la presentación de tablas y gráficos de datos de laboratorio.

3.6.3. *Análisis de datos*

Se han analizado los datos para verificar que cumpla con los requisitos de los ladrillos de arcilla NTP 331.017 (INACAL, 2016), y E.070 (MVCS, 2006) para un ladrillo tipo I. Se ha utilizado el programa Minitab 19, para verificar la aceptación o rechazo de la hipótesis nula (H_0) y/o alternativa (H_1), con 0,05 de nivel de significancia, para 95% de nivel de confianza.

3.7. Aspectos éticos

De acuerdo con Parra y Briceño (2013), para que la investigación sea de calidad, es forzoso que los investigadores sigan los lineamientos del rigor científico y, además, que contribuyan no sólo a la generación de conocimiento sino a la solución de problemas. Los criterios de rigor científico incluyen.

- Innovación, intuición, lenidad y capacidad de reacción del investigador ante lo que ocurre en la investigación.
- Coherencia metodológica, congruencia en el método usado.
- El muestreo apropiado, para obtener información de calidad.
- Recogida y análisis coherente de la información para garantizar su validez y fiabilidad.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. *Propiedades físicas del suelo de la cantera Frutillo Bajo*

El suelo de la cantera Frutillo bajo tiene humedad de 11,01%, el agua de la matriz del suelo es alta; el peso específico del suelo es 2,51 g/cm³. El suelo está exento de grava, presenta 42,4% de suelo arenoso y 57,6% de suelo fino, tal como, se puede distinguir en la Fig. 28 (curva granulométrica); con 57,6% de límite líquido (LL), 21,5% de límite plástico (LP) y 9% de índice de plasticidad (IP) (Fig. 29). Siendo así, con los datos de gradación y plasticidad se ha determinado la clasificación del suelo, según SUCS es una arcilla de baja plasticidad (CL), mientras que, según AASHTO, se encuentra dentro del grupo A-4 (5), por tanto, tiene calidad media.

Tabla 24

Suelo de El Frutillo Bajo

| Propiedades | Arcilla |
|-----------------------------------|---------|
| Humedad | 11,01 |
| Peso específico g/cm ³ | 2,51 |
| % Grava | 0 |
| % Arena | 42,4 |
| % Finos | 57,6 |
| LL (%) | 30,5 |
| LP (%) | 21,5 |
| IP (%) | 9 |
| SUCS | CL |
| AASHTO | A-4 (5) |

Figura 28

Curva de Gradación del Suelo

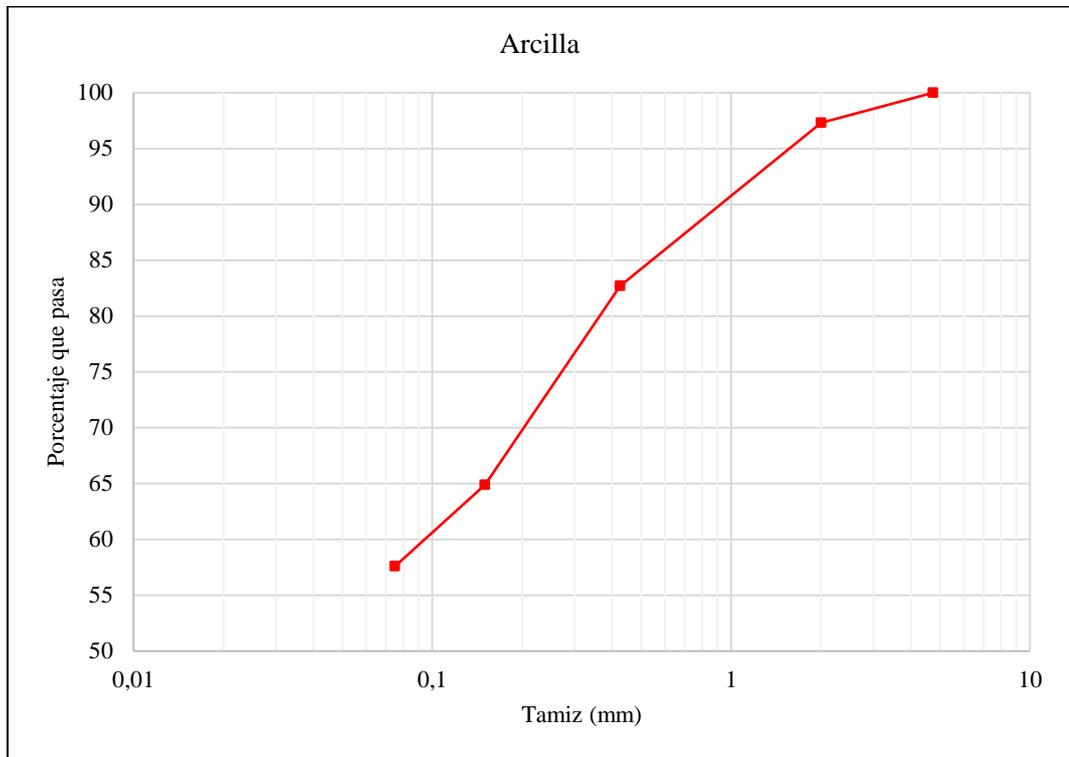
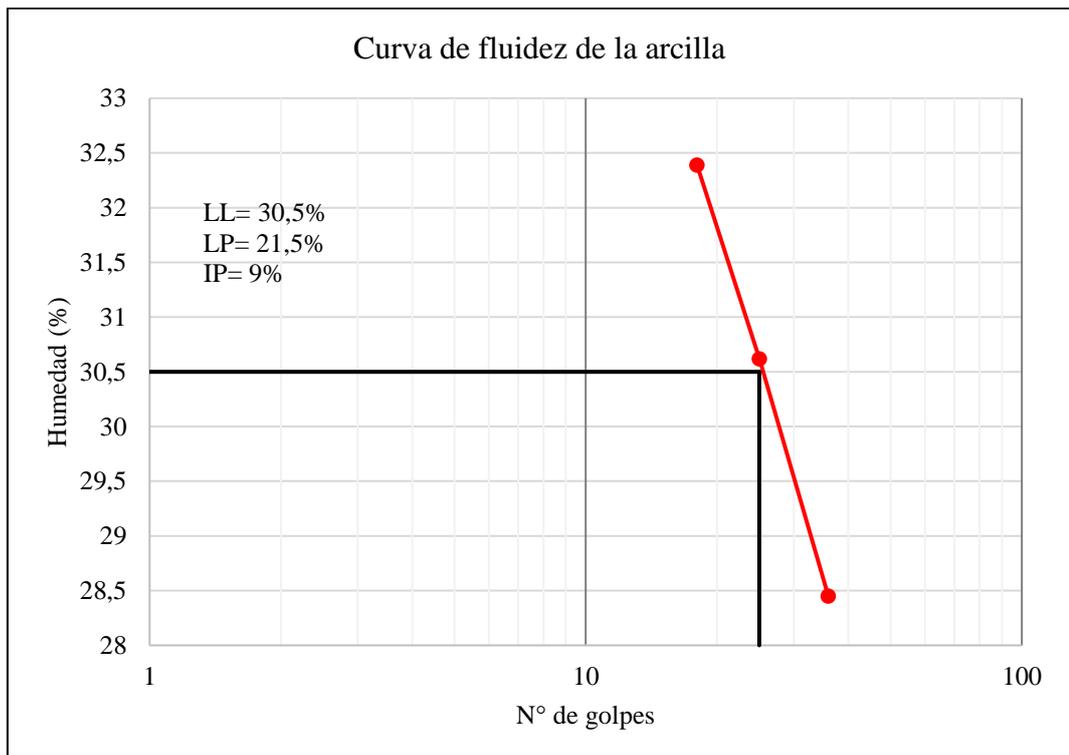


Figura 29

Curva de Fluidez del Suelo



4.1.2. *Propiedades físicas de los agregados*

Los residuos de coco triturados presentan menor humedad 3,36%, en comparación con la arena (7,42%), es decir los residuos de coco están más secos o tienen menor cantidad de agua en su matriz que el árido; el peso específico de masa (Pem), saturado superficialmente seco (Pe SSS) y aparente (Pea) de los residuos de coco es 2,209, 2,302 y 2,600 g/cm³, respectivamente, siendo menor a la arena que tiene 2,487, 2,538 y 2,600 g/cm³; por tanto, los residuos de coco tienen menor peso en una misma unidad de volumen que la arena; la absorción de los residuos de coco 4,2% es mayor que, la arena 2%, debido a que, los residuos orgánicos de coco son fibras orgánicas cuya matriz puede asimilar mayor cantidad de agua; el módulo de finura (MF) de los residuos de coco 2,94 es mayor que el de la arena 2,53, por tanto su gradación es más gruesa en comparación con la arena, pero ambos cumplen el huso de gradación dado por la NTP 400.037 (INACAL, 2018c) para árido fino. Finalmente, se verificó los límites de consistencia del árido, determinando que presenta límite líquido de 14,41% (Fig. 31), pero no presenta (NP) plasticidad.

Tabla 25

Propiedades Físicas de los Agregados

| Propiedades | Arena | Residuos de coco |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------|
| Humedad | 7,42 | 3,36 |
| Peso específico g/cm ³ | 2,487 | 2,209 |
| Pe SSS g/cm ³ | 2,538 | 2,302 |
| Pea g/cm ³ | 2,6 | 2,6 |
| Absorción (%) | 2 | 4,2 |
| MF | 2,53 | 2,94 |
| LL (%) | 14,41 | |
| LP (%) | NP | |
| IP (%) | NP | |

Figura 30

Curva Granulométrica de los Agregados

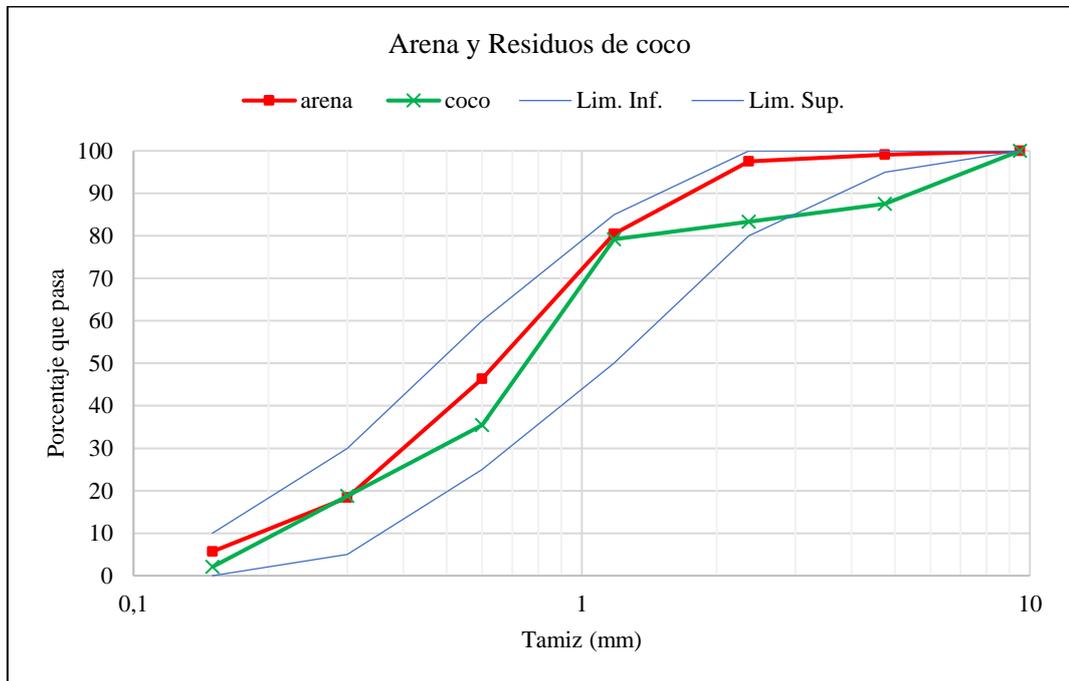
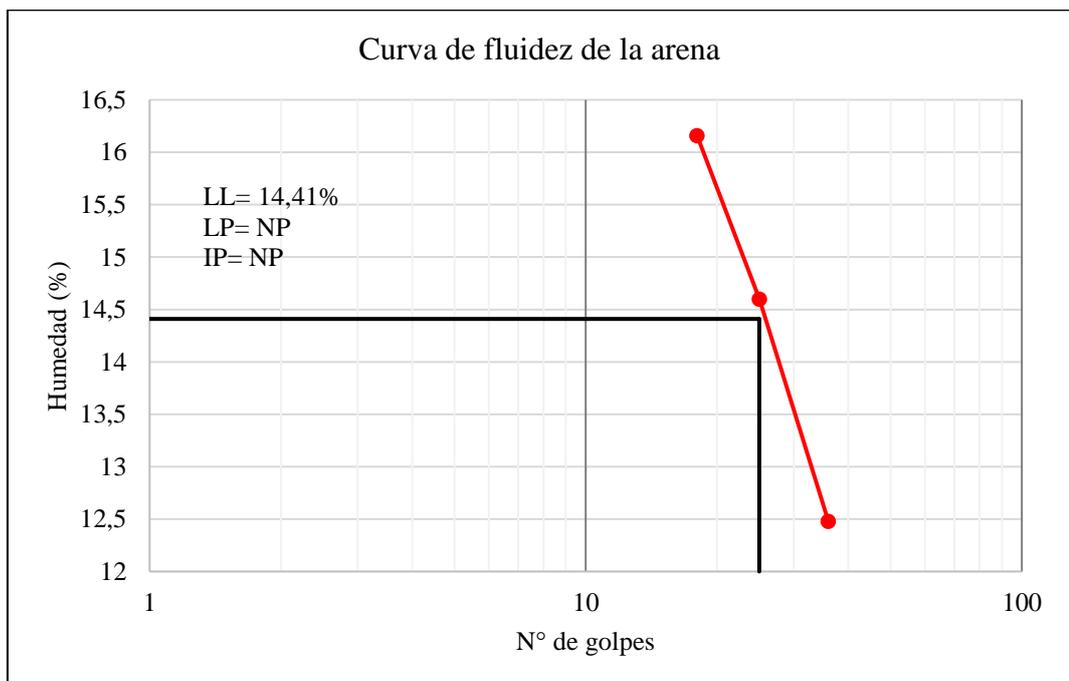


Figura 31

Curva de Fluidez de la Arena



4.1.3. *Propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos en unidad*

4.1.3.1. **Variación dimensional**

La variabilidad de dimensiones de los ladrillos artesanales hechos con arcilla de la cantera El Frutillo sustituyendo parcialmente la arena por residuos de coco, promedio en largo ancho y alto es menor para los ladrillos con 3% de residuos de coco con 0,039%, y es mayor para los ladrillos con 5% de residuos de coco con 0,075%, sin embargo, en todos los casos las unidades de albañilería con 0%, 3%, 5%, 10% y 15% de residuos de coco como sustituto de la arena, cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006), que especifica que, para ladrillos tipo I no debe ser superior a 4.00%. Por tanto, se puede afirmar que, el uso de residuos de coco en la mezcla no causa variación en las dimensiones finales del ladrillo, sino que dichas diferencias se deben al procedimiento artesanal de construcción.

Tabla 26

Variabilidad de Dimensiones de los Ladrillos con Residuos de Coco

| Variación dimensional (%) | % de residuos de coco | | | | |
|------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 3 | 5 | 10 | 15 |
| Largo | 0,042 | 0,046 | 0,046 | 0,044 | 0,056 |
| Ancho | 0,044 | 0,040 | 0,032 | 0,044 | 0,058 |
| Alto | 0,052 | 0,032 | 0,148 | 0,042 | 0,056 |
| Promedio | 0,046 | 0,039 | 0,075 | 0,043 | 0,057 |
| Desv. Estándar | 0,005 | 0,007 | 0,063 | 0,001 | 0,001 |
| Máximo | 0,052 | 0,046 | 0,148 | 0,044 | 0,058 |
| Norma E.070 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

Figura 32

Variación Dimensión, Ladrillos con 0% de Residuos de Coco

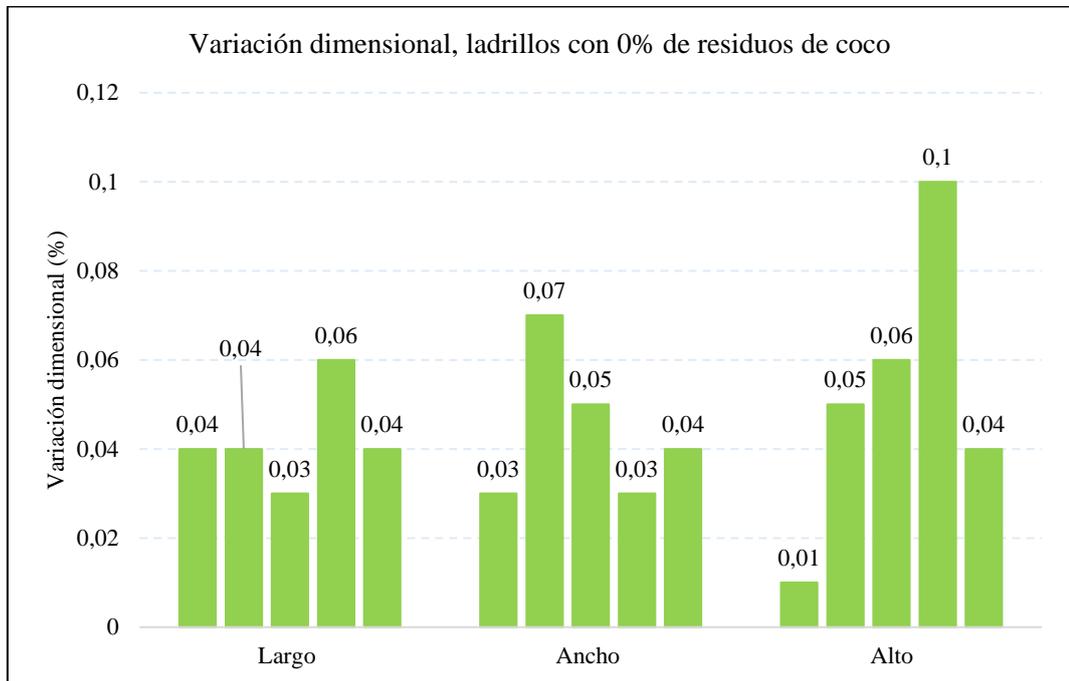


Figura 33

Variación Dimensión, Ladrillos con 3% de Residuos de Coco

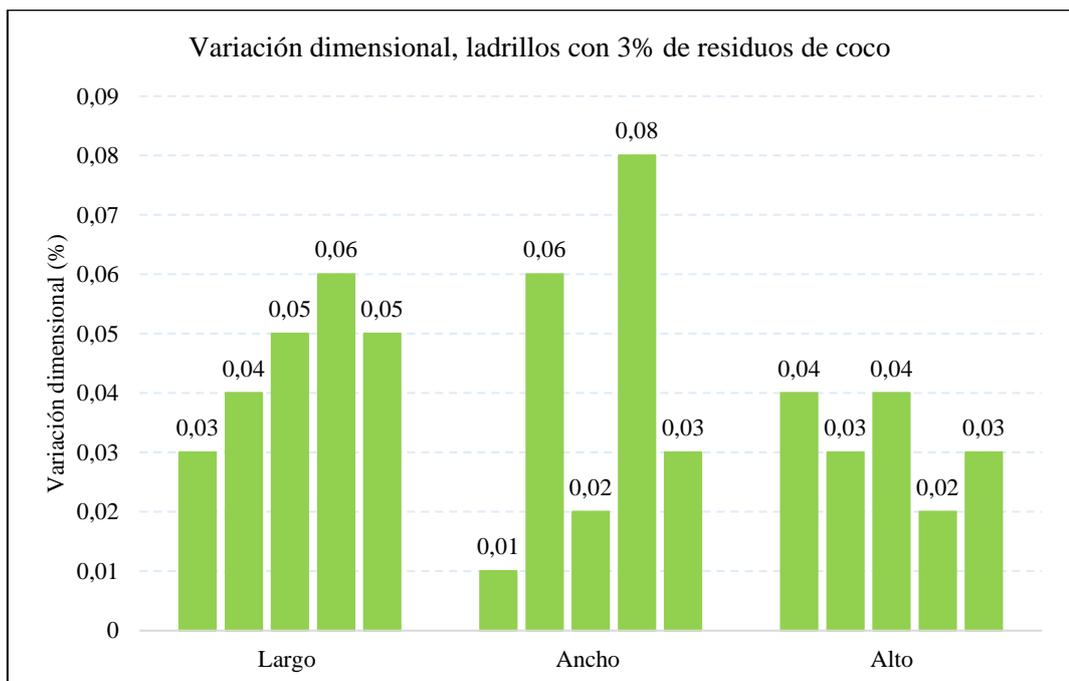


Figura 34

Variación Dimensión, Ladrillos con 5% de Residuos de Coco

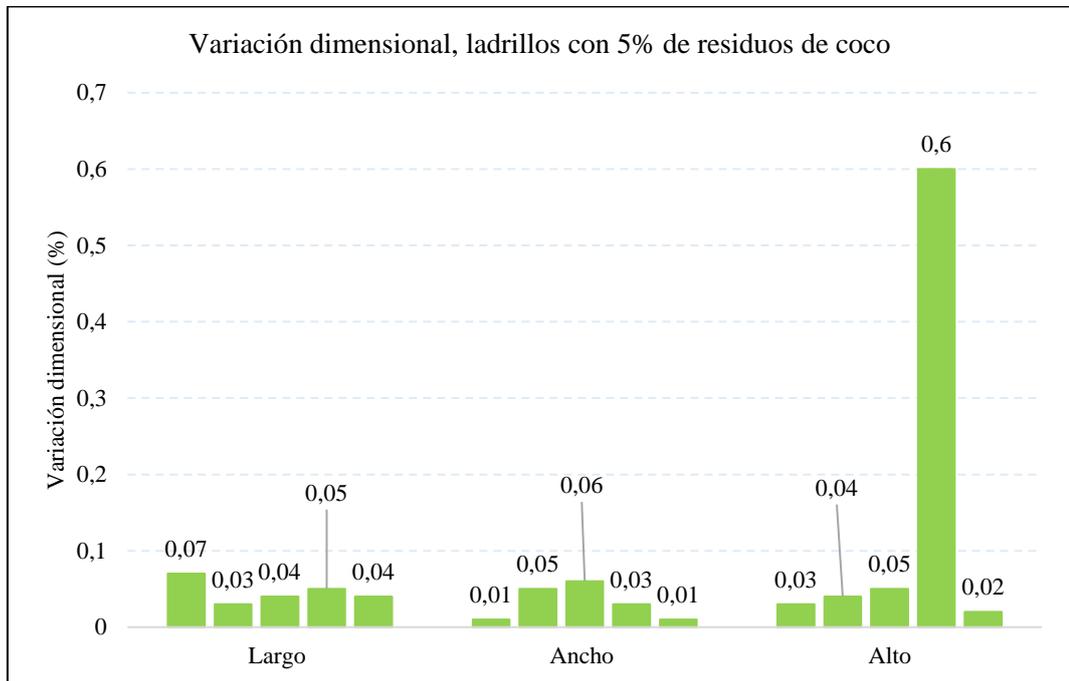


Figura 35

Variación Dimensión, Ladrillos con 10% de Residuos de Coco

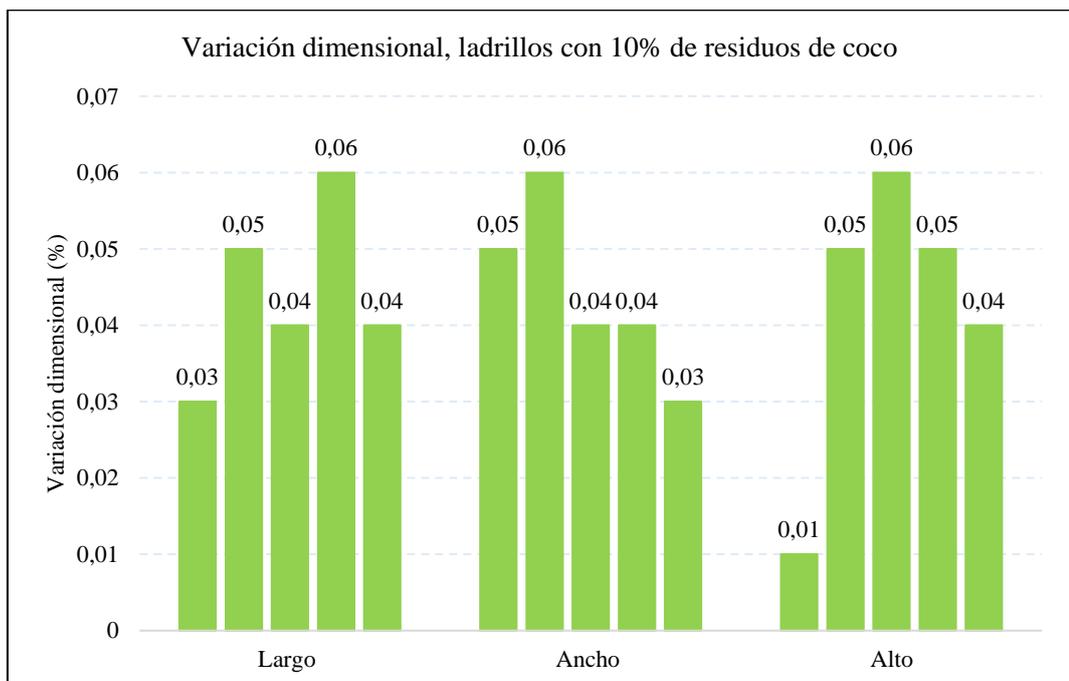


Figura 36

Variación Dimensión, Ladrillos con 15% de Residuos de Coco



4.1.3.2. Alabeo

El alabeo promedio de los ladrillos elaborados con suelo de la cantera Frutillo Bajo, reemplazando la arena por residuos de coco, en concavidad y convexidad de superficie y de borde es mayor para los ladrillos con 15% de residuos de coco, con 0,930 mm, y menor para los ladrillos con 5% de residuos de coco, con 0,580 mm; sin embargo, todos los ladrillos sin importar la cuantía de remplazo de la arena por residuos de coco (0%, 3%, 5%, 10% y 15%) cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006) que especifica que los ladrillos tipo I no deben presentar alabeo mayor a 10 mm; por tanto, el uso de residuos de coco no causa deformaciones por concavidad o convexidad, más bien los mismos, son producto del proceso constructivo artesanal.

Tabla 27

Alabeo de los Ladrillos con Residuos de Coco

| Alabeo (mm) | % de residuos de coco | | | | |
|--------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 3 | 5 | 10 | 15 |
| Cóncavo superficie | 0,92 | 0,66 | 0,42 | 0,58 | 0,86 |
| Convexo superficie | 0,72 | 0,68 | 0,48 | 0,84 | 0,9 |
| Cóncavo borde | 1,00 | 0,74 | 0,64 | 0,6 | 1 |
| Convexo borde | 0,9 | 0,52 | 0,78 | 1,06 | 0,96 |
| Media | 0,885 | 0,650 | 0,580 | 0,770 | 0,930 |
| DE σ | 0,118 | 0,093 | 0,162 | 0,227 | 0,062 |
| Máximo | 1 | 0,74 | 0,78 | 1,06 | 1 |
| Norma E.070 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

Figura 37

Alabeo, Ladrillos con 0% de Residuos de Coco

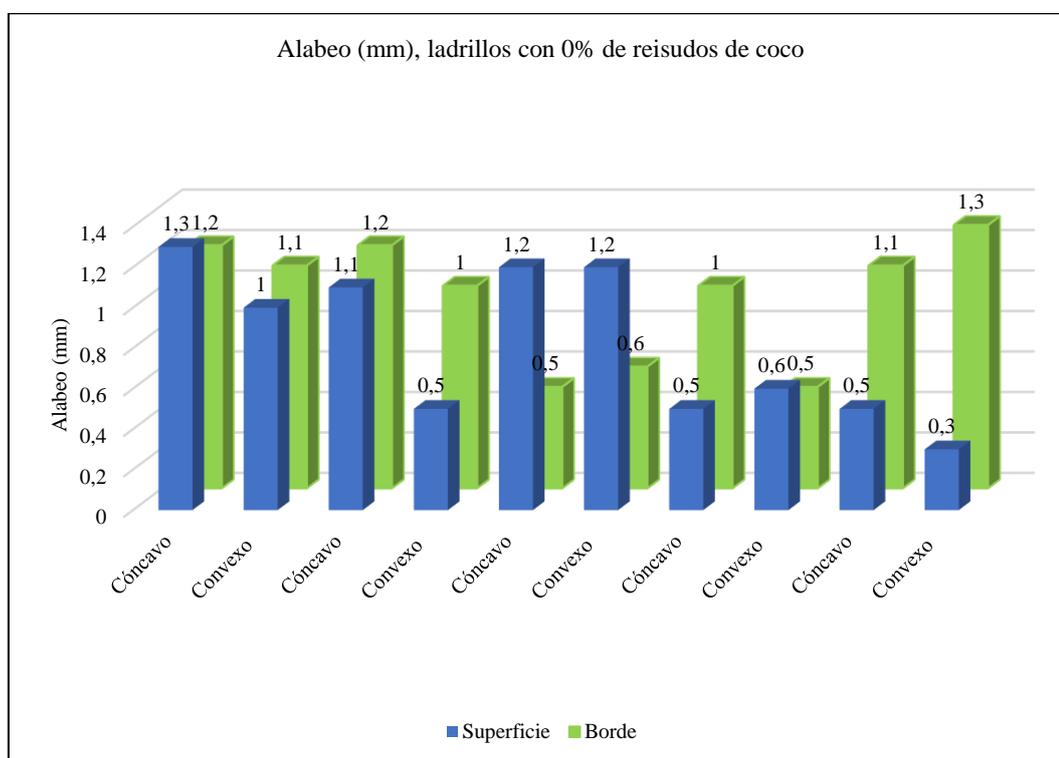


Figura 38

Alabeo, Ladrillos con 3% de Residuos de Coco

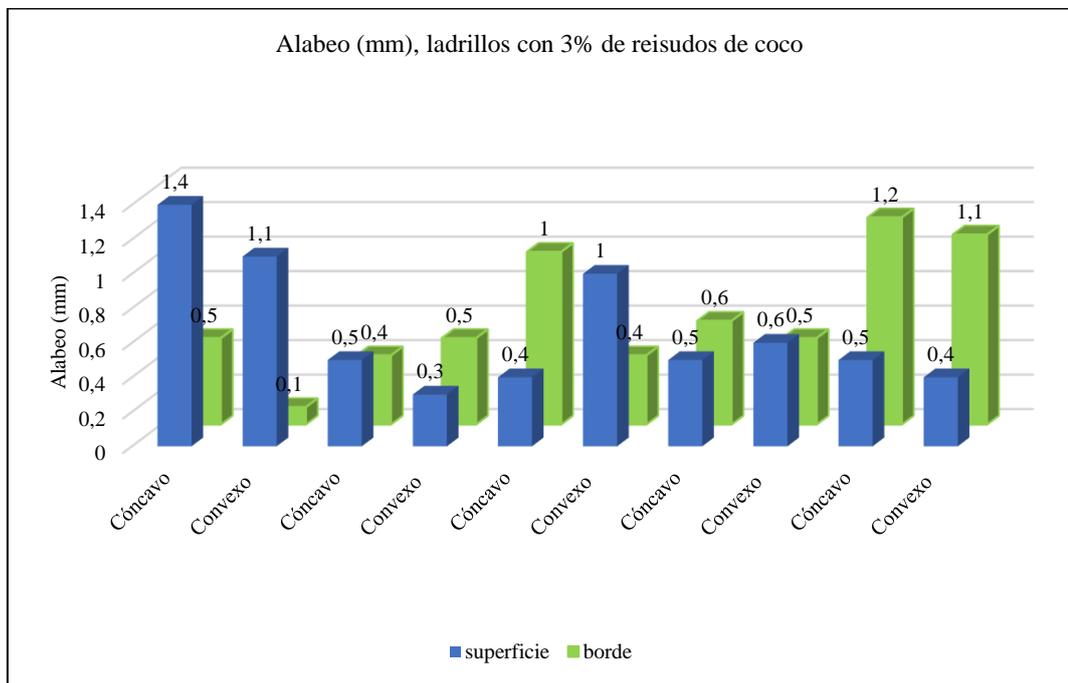


Figura 39

Alabeo, Ladrillos con 5% de Residuos de Coco

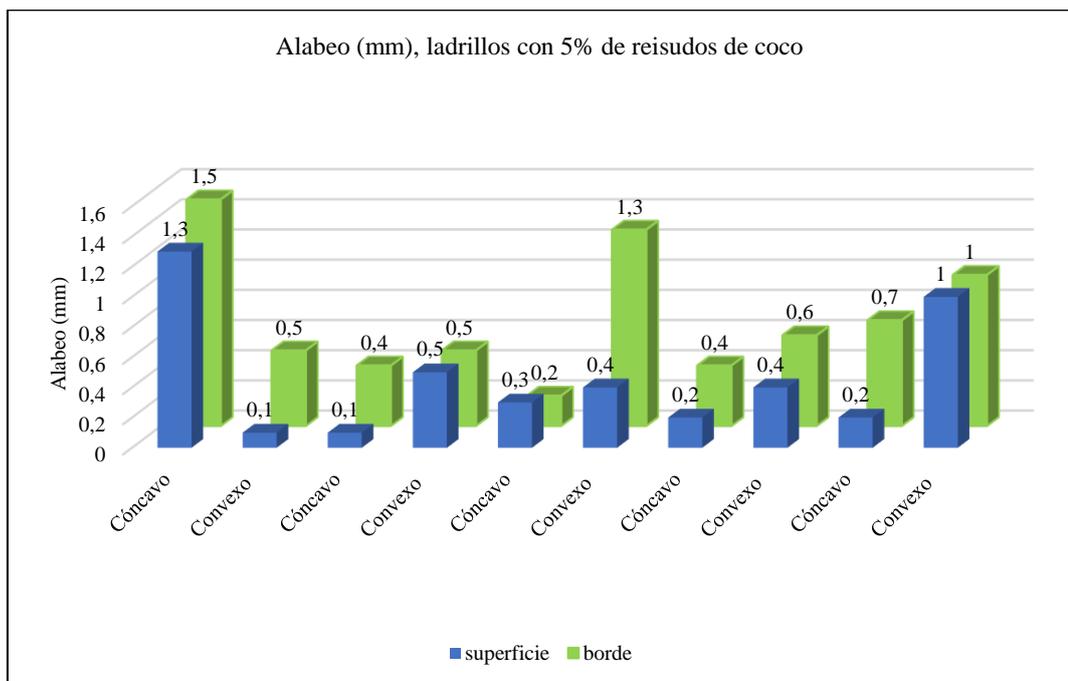


Figura 40

Alabeo, Ladrillos con 10% de Residuos de Coco

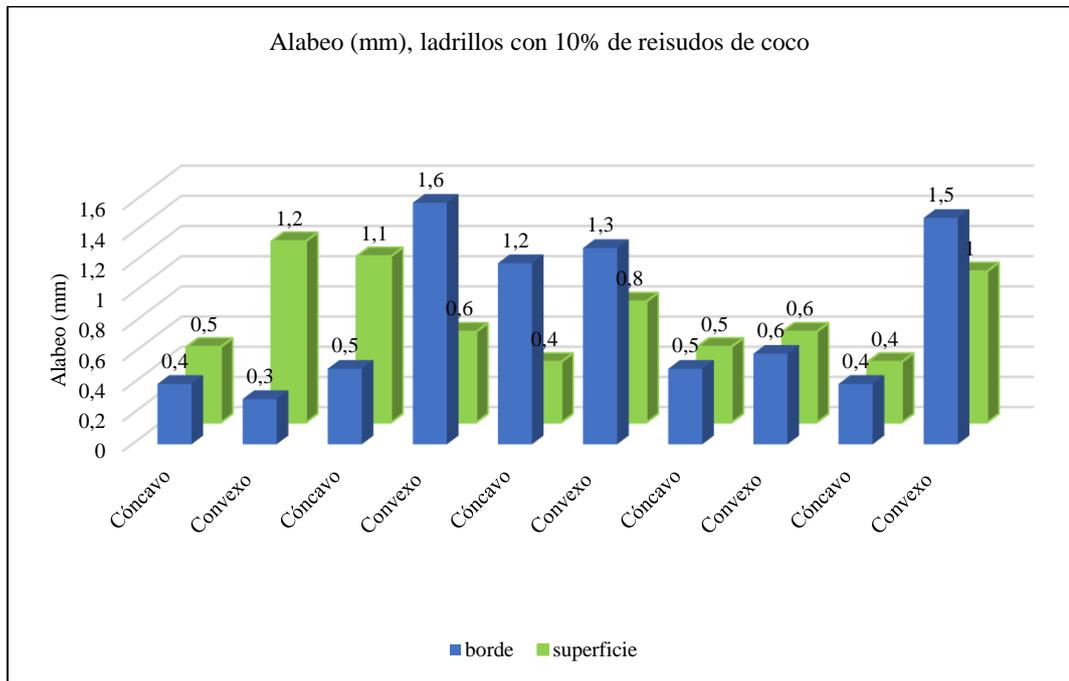
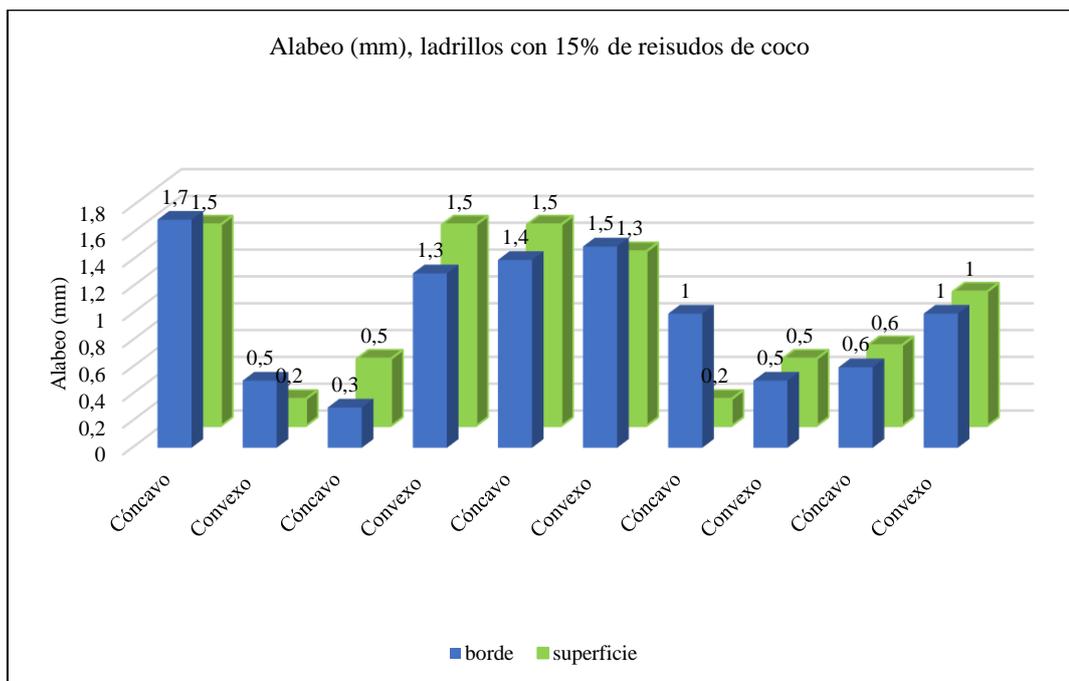


Figura 41

Alabeo, Ladrillos con 15% de Residuos de Coco



4.1.3.3. Eflorescencia

Los ladrillos elaborados con suelo de la cantera Frutillo Bajo, reemplazando la arena por residuos de coco, al 0%, 3%, 5%, 10% y 15% del peso, no tienen rasgos de eflorescencia, cumpliendo con la norma E.070 (MVCS, 2006), que detalla que, los ladrillos no deben presentar manchas blancas.

Tabla 28

Eflorescencia de los Ladrillos con Residuos de Coco

| Eflorescencia | % de residuos de coco | | | | |
|----------------|-----------------------|---|----|----|----|
| | 0 | 3 | 5 | 10 | 15 |
| N° de muestras | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Eflorescencia | ← | | NP | → | |

Nota: NP no presenta.

4.1.3.4. Peso específico

Los ladrillos elaborados con suelo de la cantera Frutillo Bajo, reemplazando la arena por residuos de coco, tienden a disminuir su peso específico de masa (Pem), peso específico saturado superficialmente seco (Pe SSS) y peso específico aparente (Pea), al tener mayor cantidad de residuos de coco en su matriz o mezcla, siendo así el Pem de los ladrillos con 0%, 3%, 5%, 10% y 15% de residuos de coco es igual a 1,651, 1,574, 1,489, 1,473, y 1,262 g/cm³; el Pe SSS es 1,939, 1,872, 1,802, 1,797, y 1,642 g/cm³, el Pea es 2,319, 2,242, 2,17, 2,179, y 2,036 g/cm³, respectivamente. Por tanto, se puede inferir que el uso de residuos de coco incide en el peso específico de los ladrillos, siendo positivo debido a que, ocupan menos peso por unidad de volumen, lo que facilita su manejo para el proceso de asentado de muros.

Tabla 29

Peso Específico de los Ladrillos con Residuos de Coco

| Peso específico (g/cm ³) | % de residuos de coco | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 3 | 5 | 10 | 15 |
| Pem | 1,651 | 1,574 | 1,489 | 1,473 | 1,262 |
| Pe SSS | 1,939 | 1,872 | 1,802 | 1,797 | 1,642 |
| Pea | 2,319 | 2,242 | 2,17 | 2,179 | 2,036 |

Figura 42

Pem, Pe SSS, Pea, Ladrillos 0% de Residuos de Coco

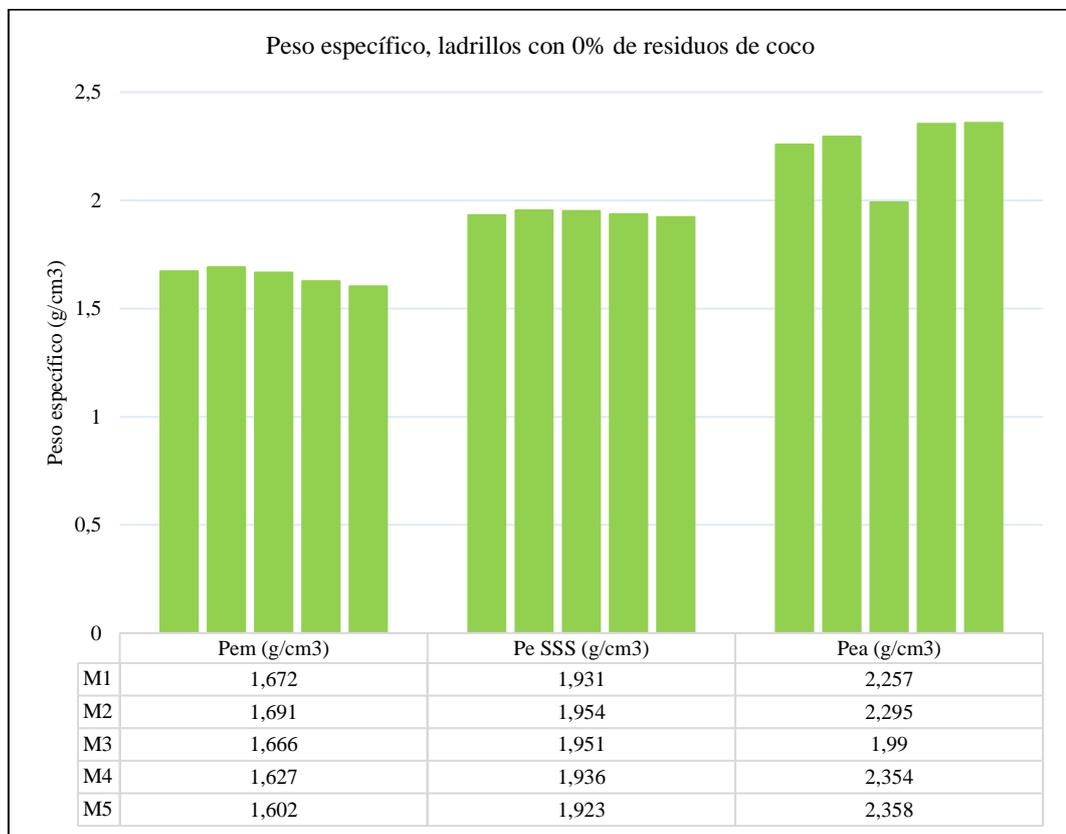


Figura 43

Pem, Pe SSS, Pea, Ladrillos con 3% de Residuos de Coco

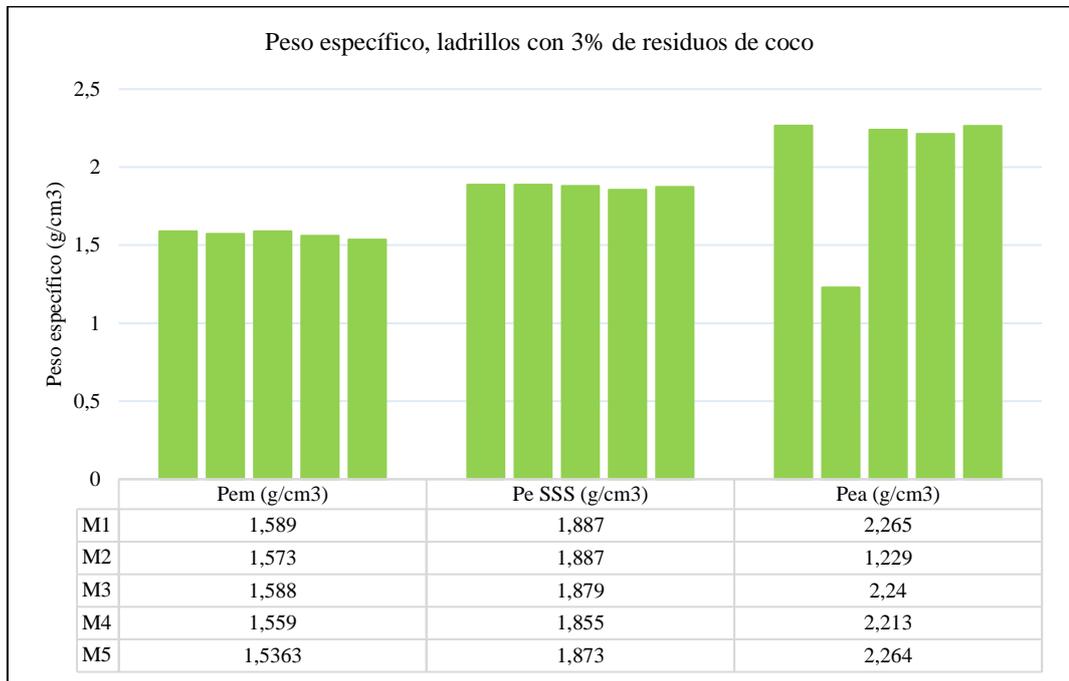


Figura 44

Pem, Pe SSS, Pea, Ladrillos con 5% de Residuos de Coco

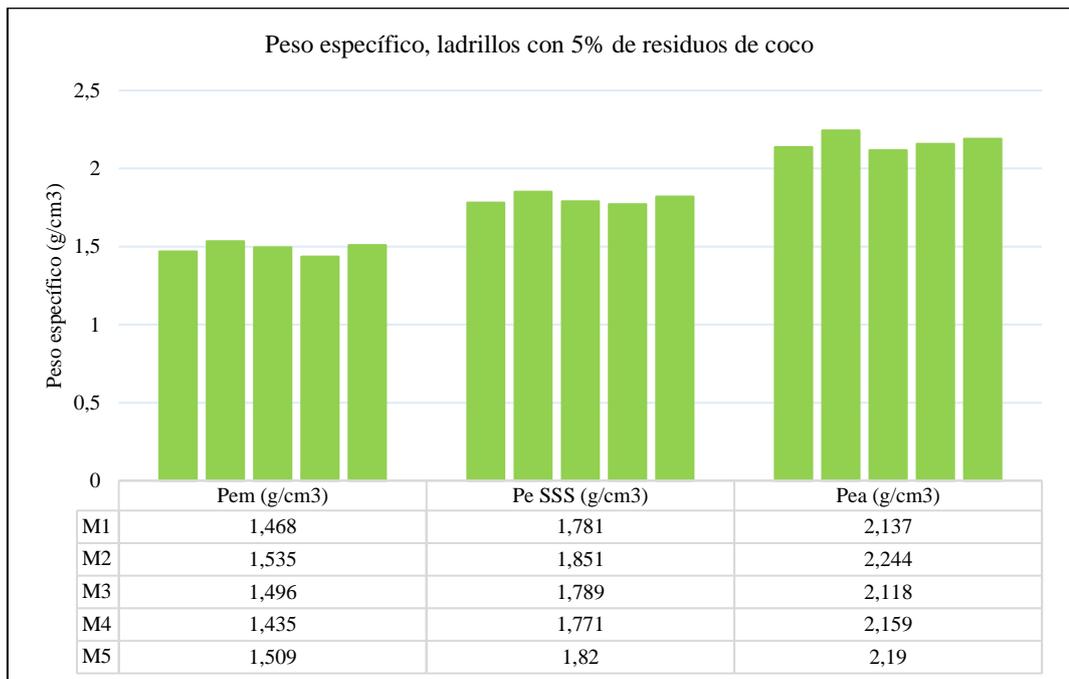


Figura 45

Pem, Pe SSS, Pea, Ladrillos con 10% de Residuos de Coco

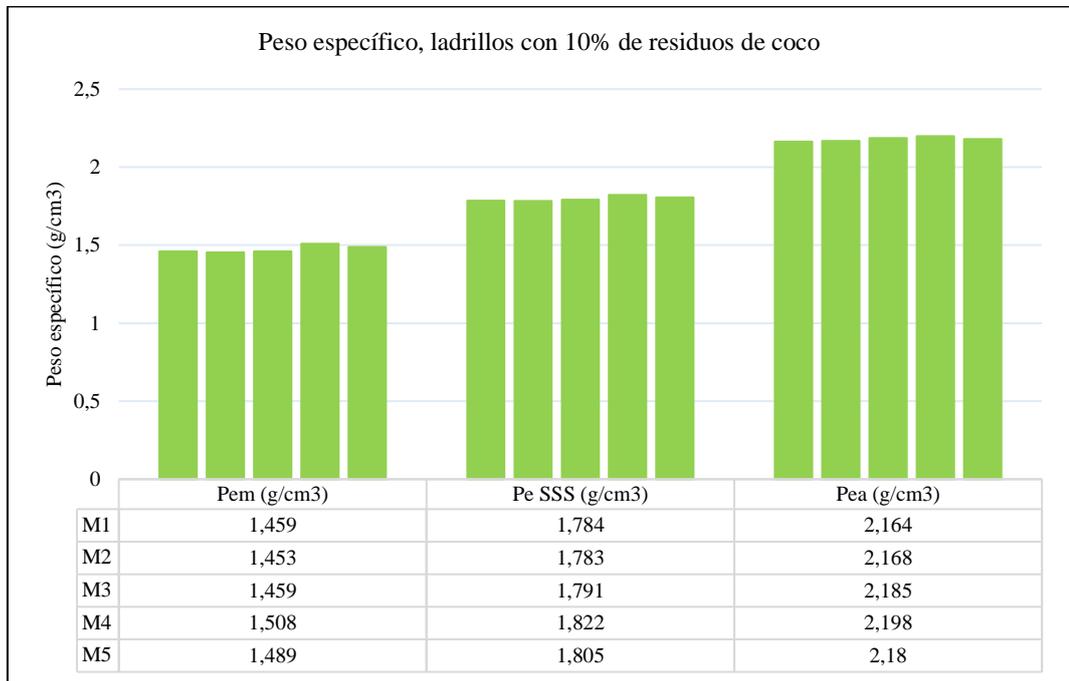


Figura 46

Pem, Pe SSS, Pea, Ladrillos con 15% de Residuos de Coco



4.1.3.5. Absorción

La absorción de los ladrillos aumenta a mayor porcentaje de residuos de coco, alcanzando en promedio 17,4%, 18,9%, 21,1%, 22%, 30,2% para ladrillos con 0%, 3%, 5%, 10% y 15% de residuos de coco, respectivamente, los ladrillos con más de 10% de residuos de coco no cumplen con la E.070-2006, superan la absorción máxima de 22%. Por tanto, se puede afirmar que el uso de residuos de coco incide en la absorción de los ladrillos.

Tabla 30

Absorción de los Ladrillos con Residuos de Coco

| Absorción (%) | % de residuos de coco | | | | |
|----------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 3 | 5 | 10 | 15 |
| Promedio | 17,4 | 18,9 | 21,1 | 22 | 30,2 |
| Desv. Estándar | 2,04 | 0,55 | 1,42 | 0,89 | 1,80 |
| Máximo | 20,00 | 19,80 | 23,40 | 22,80 | 32,30 |
| Mínimo | 15,50 | 18,30 | 19,60 | 20,80 | 27,50 |
| Norma E.070 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |

Figura 47

Absorción, Ladrillos con 0% Residuos de Coco

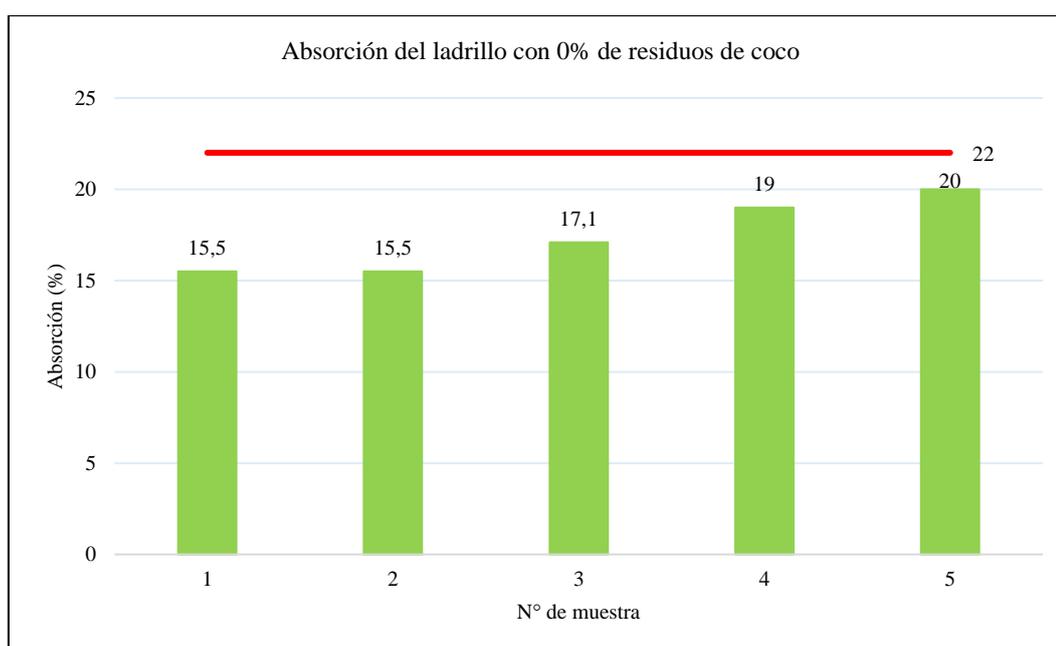


Figura 48

Absorción, Ladrillos con 3% Residuos de Coco

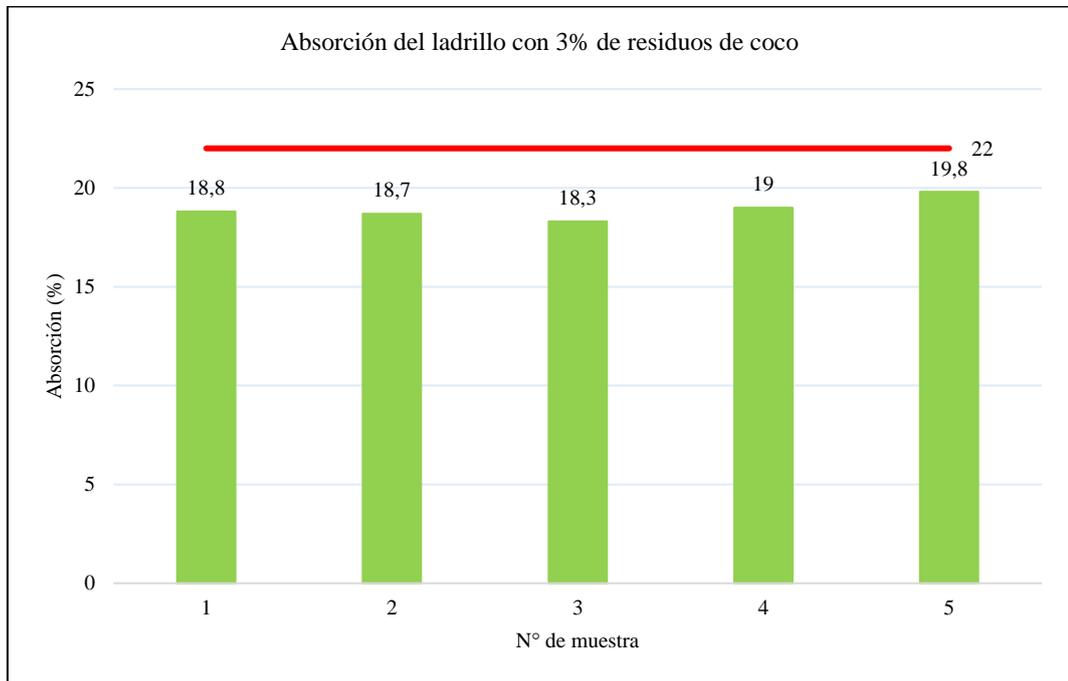


Figura 49

Absorción, Ladrillos con 5% Residuos de Coco

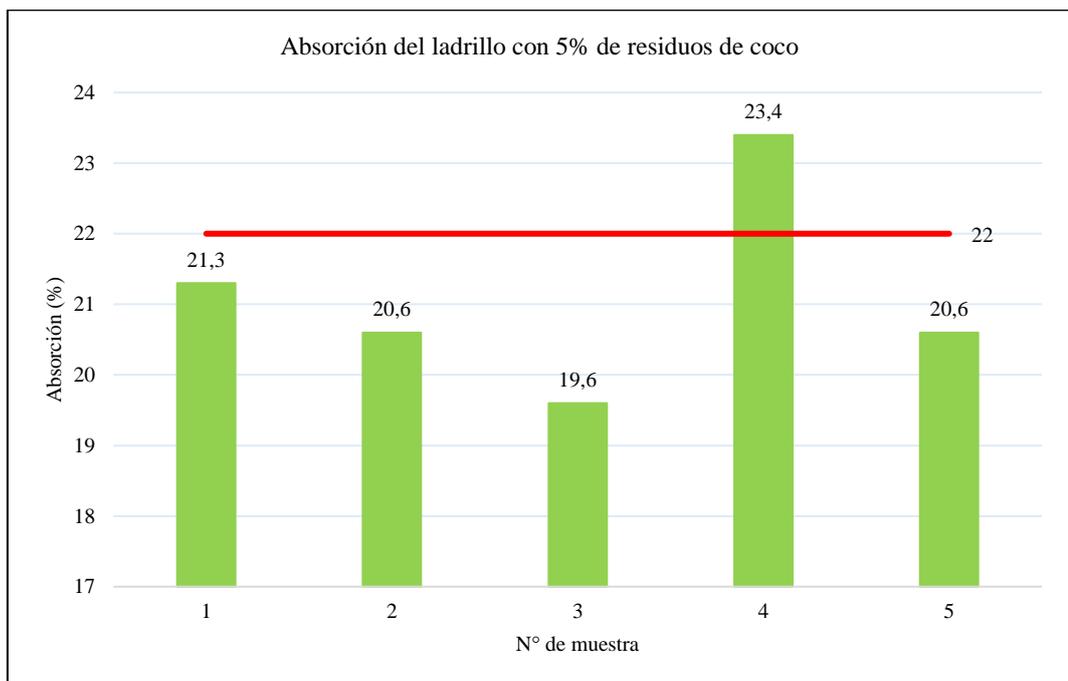


Figura 50

Absorción, Ladrillos con 10% Residuos de Coco

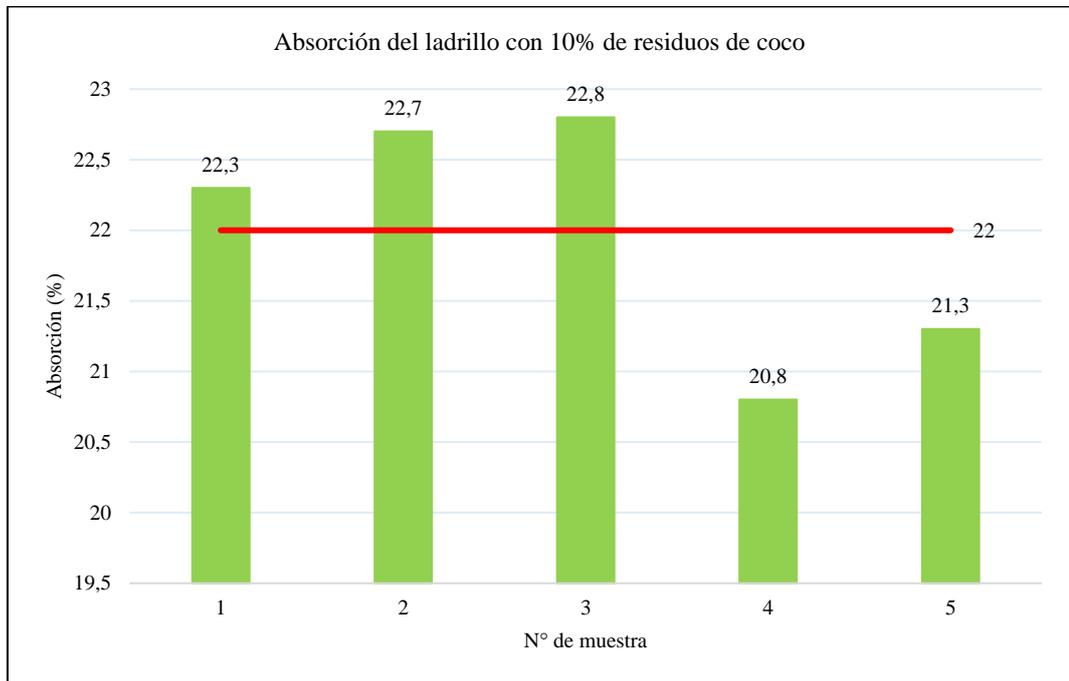
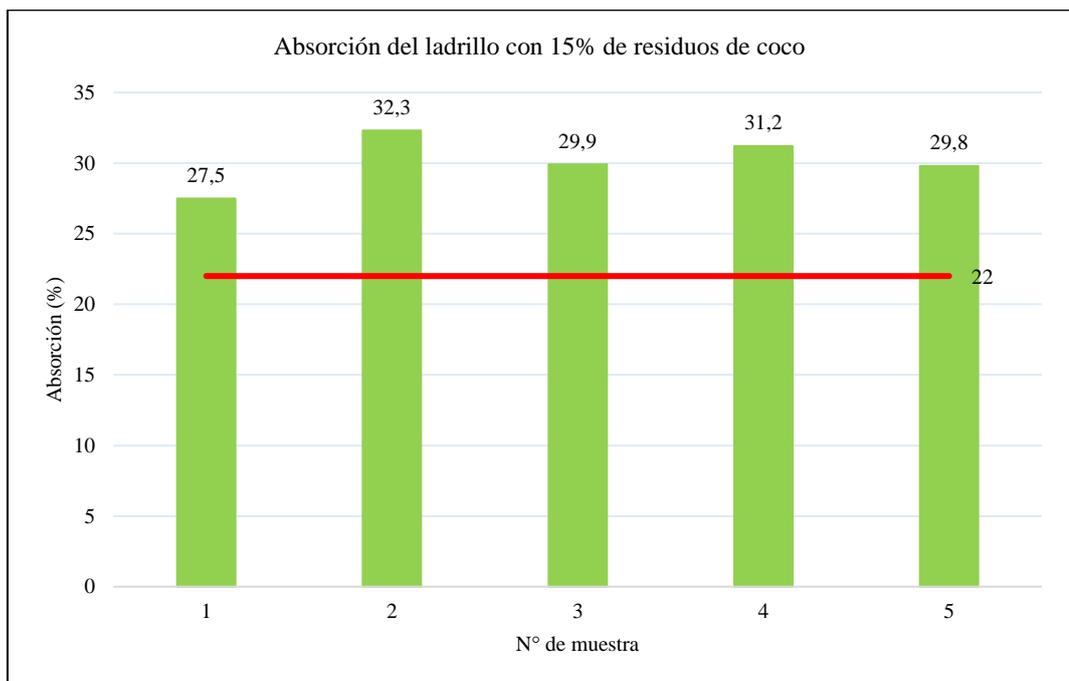


Figura 51

Absorción, Ladrillos con 15% Residuos de Coco



4.1.3.6. Peso por unidad

El peso de los ladrillos disminuye a mayor cantidad de residuos de coco como remplazo de la arena; los ladrillos con 0%, 3%, 5%, 10% y 15% de residuos de coco tienen en promedio 3288,60 g, 3114,40 g, 2993,00 g, 2798,00 g, 2579,80 g, respectivamente, siendo así, a mayor porcentaje de residuos de coco se obtienen unidades de albañilería más livianas, lo que facilitará su proceso de traslado y asentado en obra.

Tabla 31

Peso de los Ladrillos con Residuos de Coco

| Peso (g) | % de residuos de coco | | | | |
|----------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 0 | 3 | 5 | 10 | 15 |
| Promedio | 3288,60 | 3114,40 | 2993,00 | 2798,00 | 2579,80 |
| Desv. Estandar | 45,44 | 51,40 | 25,88 | 42,11 | 76,19 |
| Máximo | 3350,00 | 3152,00 | 3025,00 | 2852,00 | 2675,00 |
| Mínimo | 3252,00 | 3025,00 | 2965,00 | 2756,00 | 2485,00 |

Figura 52

Peso, Ladrillos con 0% Residuos de Coco

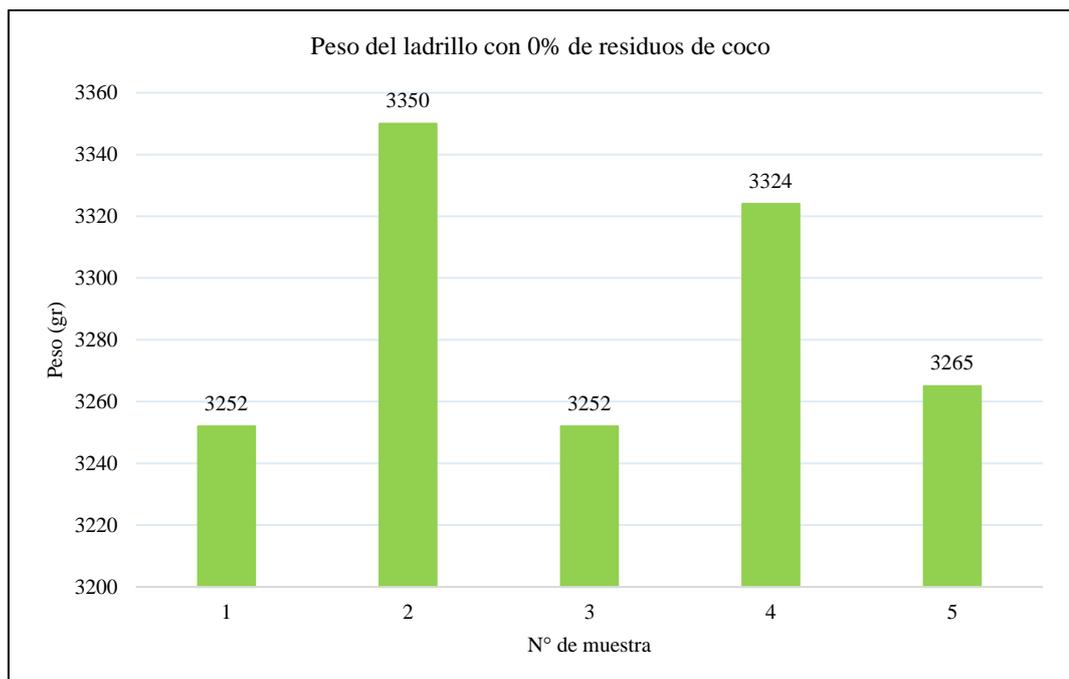


Figura 53

Peso, Ladrillos con 3% Residuos de Coco

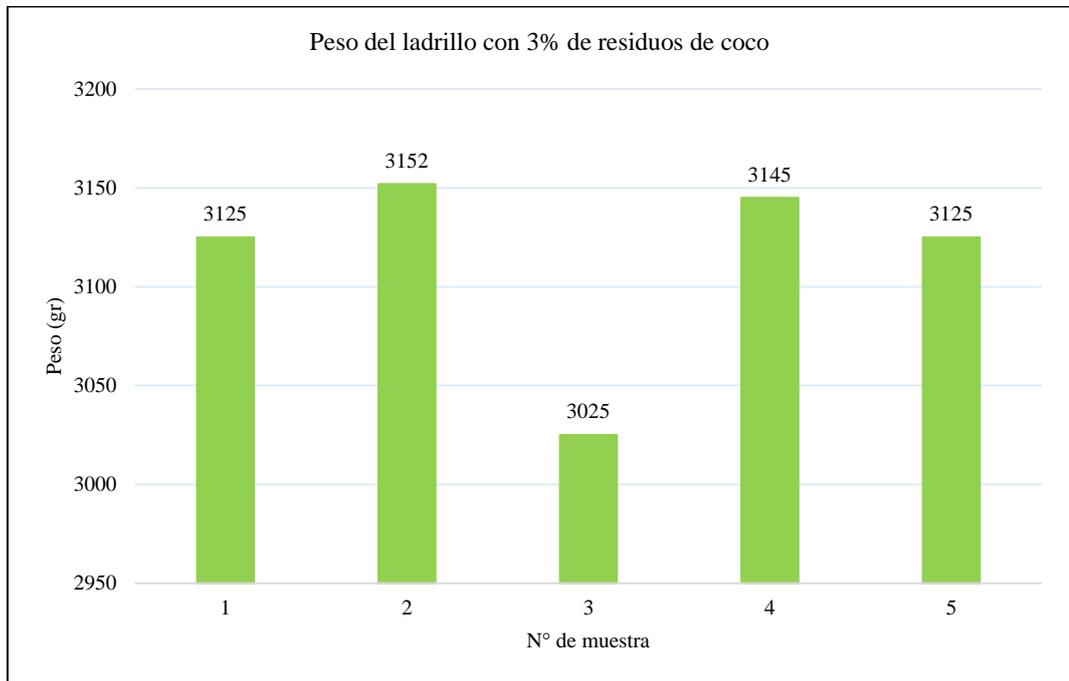


Figura 54

Peso, Ladrillos con 5% Residuos de Coco

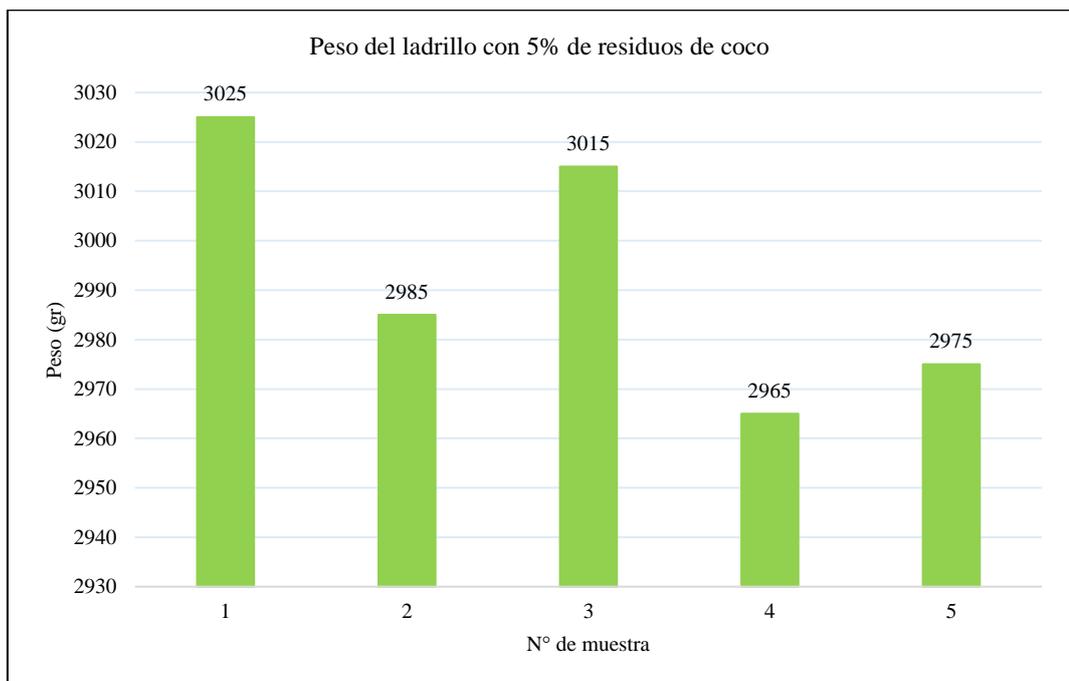


Figura 55

Peso, Ladrillos con 10% Residuos de Coco

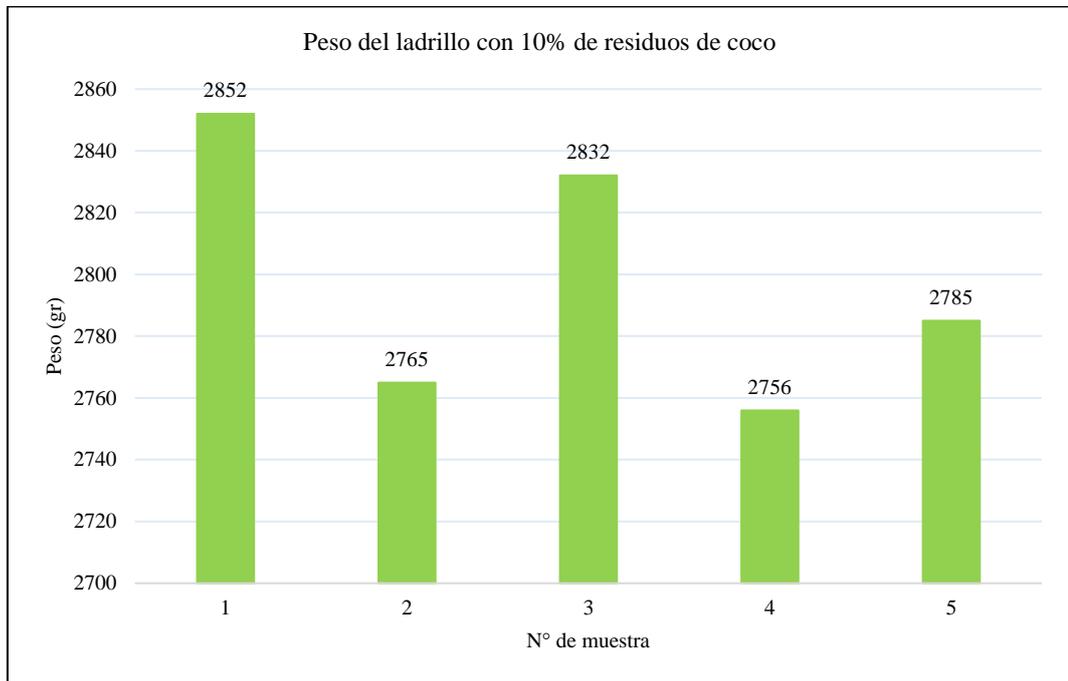
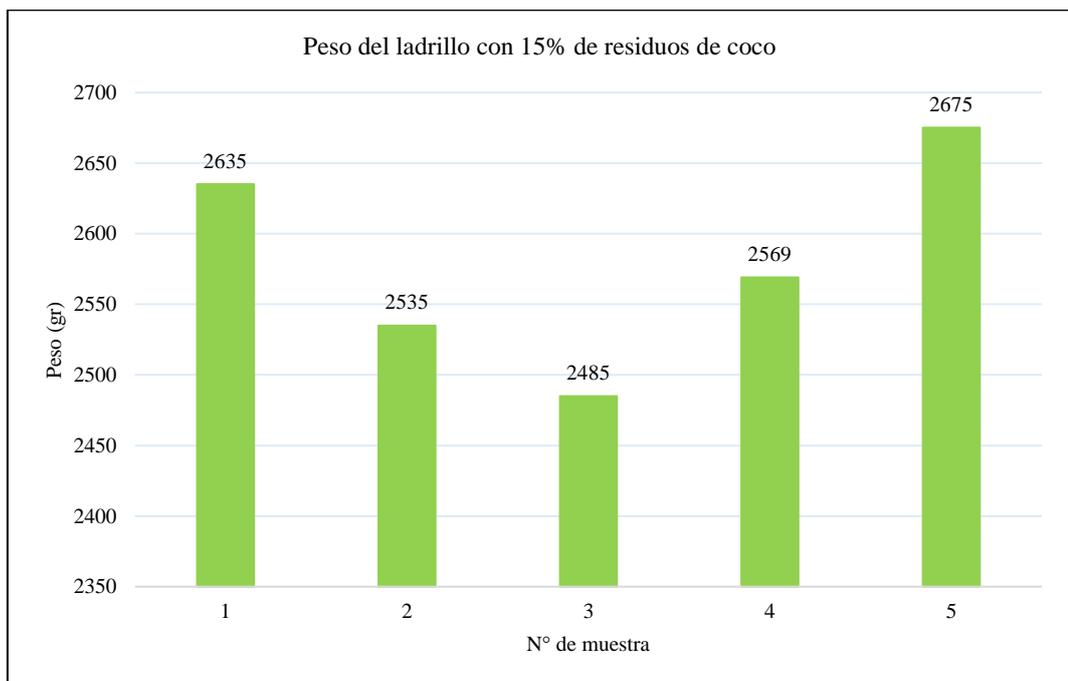


Figura 56

Peso, Ladrillos con 15% Residuos de Coco



4.1.3.7. Resistencia a compresión

La resistencia a compresión de los ladrillos disminuye al aumentar la dosificación de residuos de coco como sustituto de la arena. Los ladrillos con 0%, 3%, 5%, 10% y 15% de residuos de coco alcanzan en promedio 118,57, 82,7, 52,05, 39,51, 23,05 kg/cm². Los ladrillos con más de 5% de residuos de coco no cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006), que solicita resistencias superiores a 50 kg/cm² para ladrillos tipo I.

Tabla 32

Resistencia a Compresión de los Ladrillos con Residuos de Coco

| Resistencia a compresión (kg/cm ²) | % de residuos de coco | | | | |
|---|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 3 | 5 | 10 | 15 |
| Promedio | 124,20 | 83,80 | 52,60 | 40,40 | 23,60 |
| Desv. Estandar | 5,63 | 1,10 | 0,55 | 0,89 | 0,55 |
| F'b | 118,57 | 82,70 | 52,05 | 39,51 | 23,05 |
| Máximo | 134,00 | 85,00 | 53,00 | 41,00 | 24,00 |
| Mínimo | 120,00 | 83,00 | 52,00 | 39,00 | 23,00 |
| Norma E.070 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |

Figura 57

Resistencia a Compresión, Ladrillos con 0% Residuos de Coco

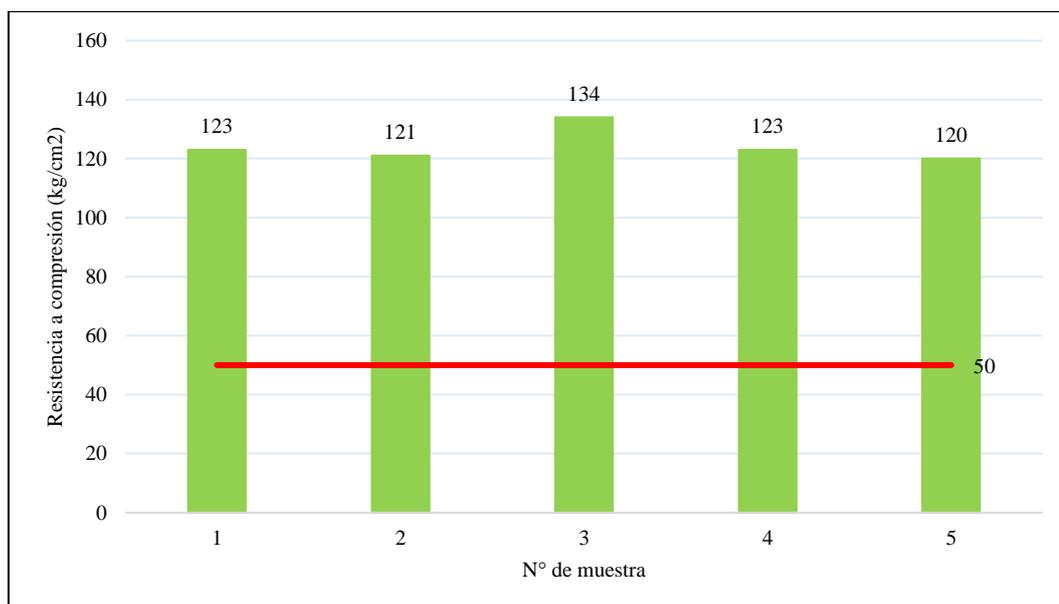


Figura 58

Resistencia a Compresión, Ladrillos con 3% Residuos de Coco

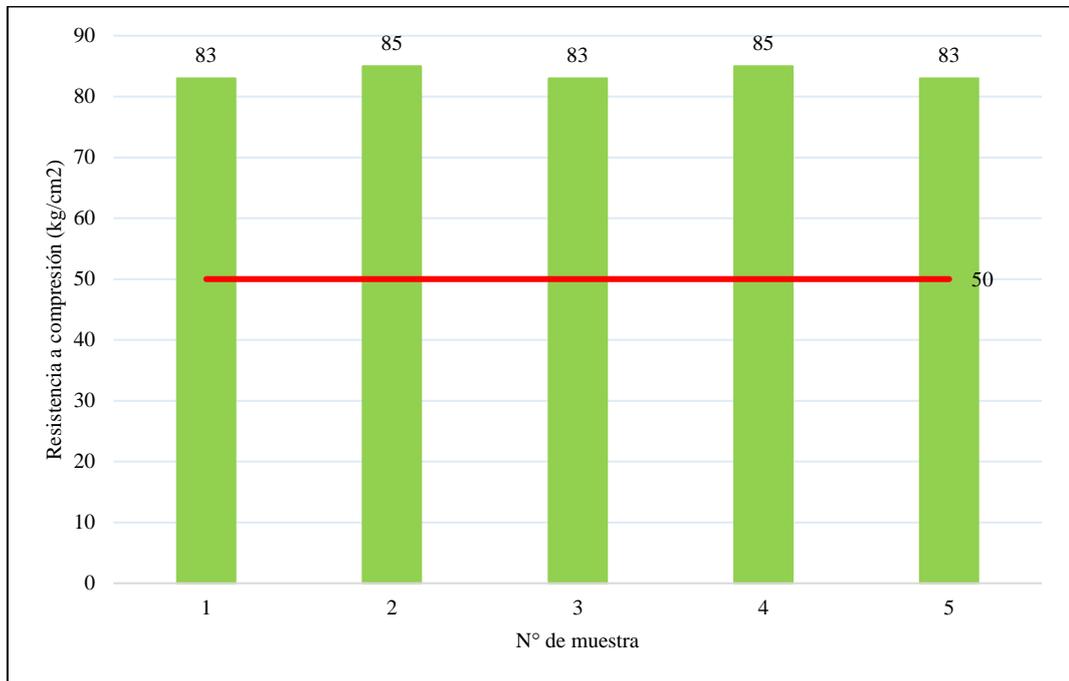


Figura 59

Resistencia a Compresión, Ladrillos con 5% Residuos de Coco

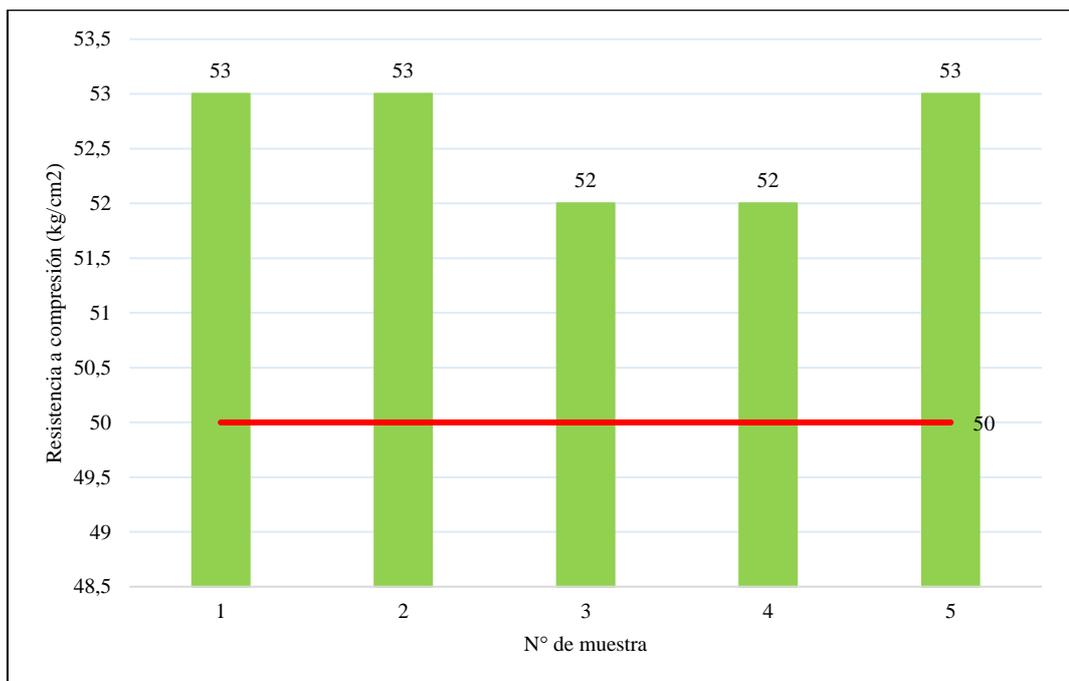


Figura 60

Resistencia a Compresión, Ladrillos con 10% Residuos de Coco

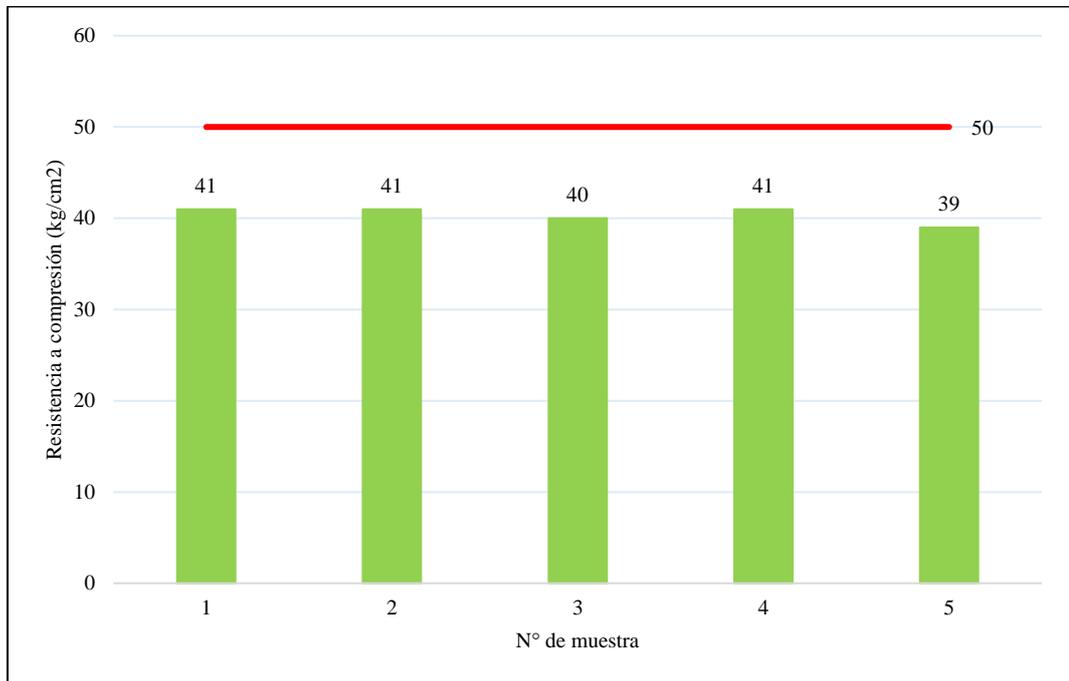
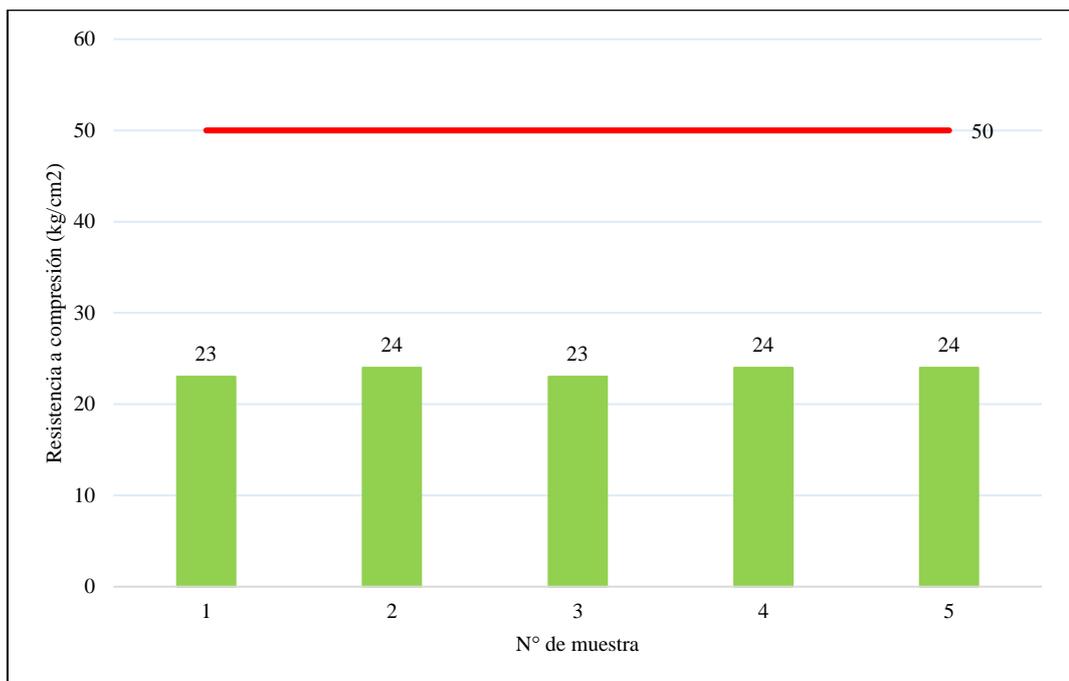


Figura 61

Resistencia a Compresión, Ladrillos con 15% Residuos de Coco



4.1.3.8. Dosificación adecuada

Las propiedades de los ladrillos artesanales elaborados con arcilla de la cantera Frutillo Bajo reemplazando en parte la arena por residuos de coco al 0%, 3%, 5%, 10% y 15% del peso, se muestran en la Tabla 33, en ella se puede observar que, todos los ladrillos cumplen con la variación dimensional, alabeo y no presentan eflorescencia según la norma E.070 (MVCS, 2006), así mismo, los residuos de coco no inciden en las características geométricas del ladrillo, las variaciones se deben al proceso de manufactura. En cambio, el porcentaje de residuos de coco incide en el peso específico, absorción, peso en unidad y resistencia a compresión. El peso específico disminuye a mayor cantidad de residuos de coco, el peso específico de masa (Pem) disminuyen en, 4,66%, 9,81%, 10,78% y 23,56%; el peso específico saturado superficialmente seco (Pe SSS) disminuye en 3,46%, 7,07%, 7,32%, y 15,32%; el peso específico aparente (Pea) disminuye en 3,32%, 6,43%, 6,04%, 12,20% para los ladrillos con 3%, 5%, 10% y 15% de residuos de coco, respecto a los ladrillos sin residuos de coco. La absorción aumenta a mayor cantidad de residuos de coco, en 8,62%, 21,26%, 26,44% y 73,56% para los ladrillos con 3%, 5%, 10% y 15% de residuos de coco, respecto a los ladrillos sin residuos de coco, así mismo, los ladrillos con más de 10% de residuos de coco no cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006) debido a que, superan la absorción máxima de 22%, esto se debe a que, al adicionar mayor cantidad de residuos de coco, la matriz del ladrillo se vuelve más porosa, por la falta de adherencia entre las partículas, en futuros estudios se podría suplir esto con gradaciones menores (menor módulo de finura). El peso por unidad disminuye a mayor cantidad de residuos de coco, en 5,30%, 8,99%, 14,92% y 21,55% para los ladrillos con 3%, 5%, 10% y 15% de residuos de coco, respecto

a los ladrillos sin residuos de coco, lo que es favorable debido a que, se tendrán unidades de albañilería más livianas, facilitando su traslado y proceso de asentado en obra. La compresión en unidad disminuye a mayor cuantía de residuos de coco; en 32,53%, 57,65%, 67,47%, y 81,00% para los ladrillos con 3%, 5%, 10% y 15% de residuos de coco, respecto a los ladrillos sin residuos de coco, por tanto, al aumentar la cantidad del material residual el ladrillo va perdiendo fuerza debido a que está sustituyendo al material granular que le da consistencia al ladrillo “la arena”; siendo así, los ladrillos con más de 5% de residuos de coco no cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006), tienen resistencia menor a 50 kg/cm². Finalmente, se ha optado como dosificación óptima en unidad según la absorción y resistencia a los ladrillos con 3% y 5% de residuos de coco (Fig. 67).

Tabla 33

Características en Unidad de los Ladrillos con Residuos de Coco

| Características del ladrillo | Porcentajes de residuos de coco | | | | | Norma E.070 (MVCS, 2006) |
|--|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------------------------|
| | 0 | 3 | 5 | 10 | 15 | |
| <i>Variabilidad de dimensiones (%)</i> | | | | | | |
| Largo | 0,042 | 0,046 | 0,046 | 0,044 | 0,056 | 4 |
| Ancho | 0,044 | 0,04 | 0,032 | 0,044 | 0,058 | 6 |
| Alto | 0,052 | 0,032 | 0,148 | 0,042 | 0,056 | 8 |
| <i>Alabeo (mm)</i> | | | | | | |
| Concavidad | 0,96 | 0,7 | 0,53 | 0,59 | 0,93 | 10 |
| Convexidad | 0,81 | 0,6 | 0,63 | 0,95 | 0,93 | 10 |
| <i>Peso específico (g/cm³)</i> | | | | | | |
| Pem (g/cm ³) | 1,651 | 1,574 | 1,489 | 1,473 | 1,262 | |
| Pe SSS (g/cm ³) | 1,939 | 1,872 | 1,802 | 1,797 | 1,642 | |
| Pea (g/cm ³) | 2,319 | 2,242 | 2,17 | 2,179 | 2,036 | |
| <i>Absorción (%)</i> | 17,4 | 18,9 | 21,1 | 22 | 30,2 | 22 |
| <i>Eflorescencia</i> | NP | NP | NP | NP | NP | NP |
| <i>Peso (g)</i> | 3288,60 | 3114,40 | 2993,00 | 2798,00 | 2579,80 | |
| <i>Resistencia a compresión (kg/m²)</i> | 124,20 | 83,80 | 52,60 | 40,40 | 23,60 | 50 |

Figura 62

Variabilidad de Dimensiones, Ladrillos con Residuos de Coco

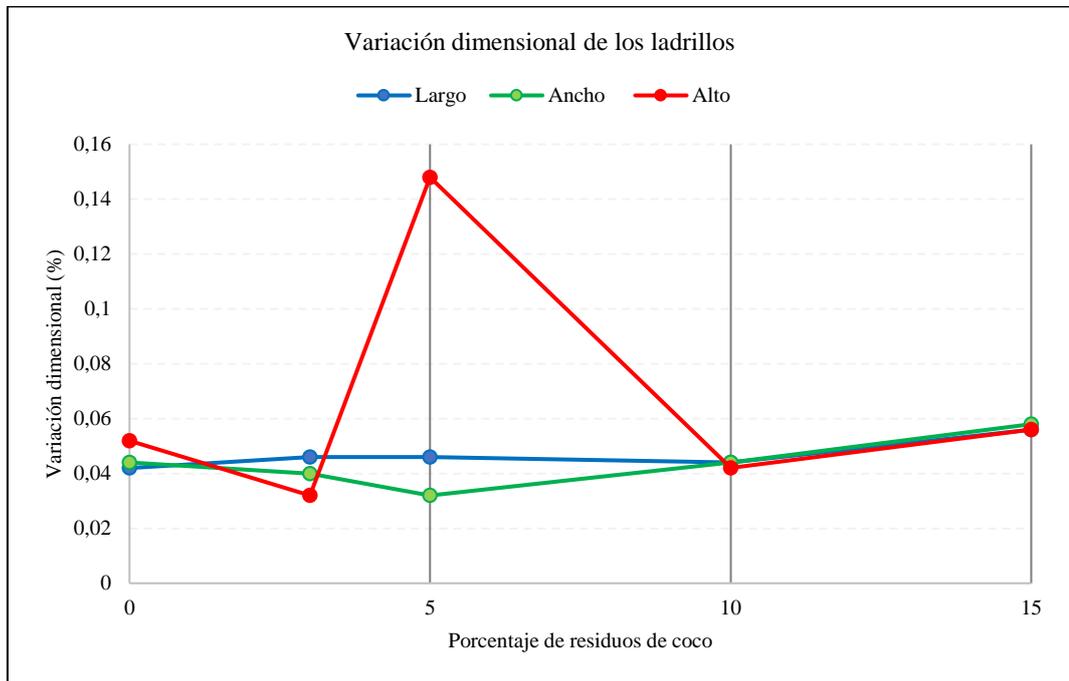


Figura 63

Alabeo de los Ladrillos con Residuos de Coco

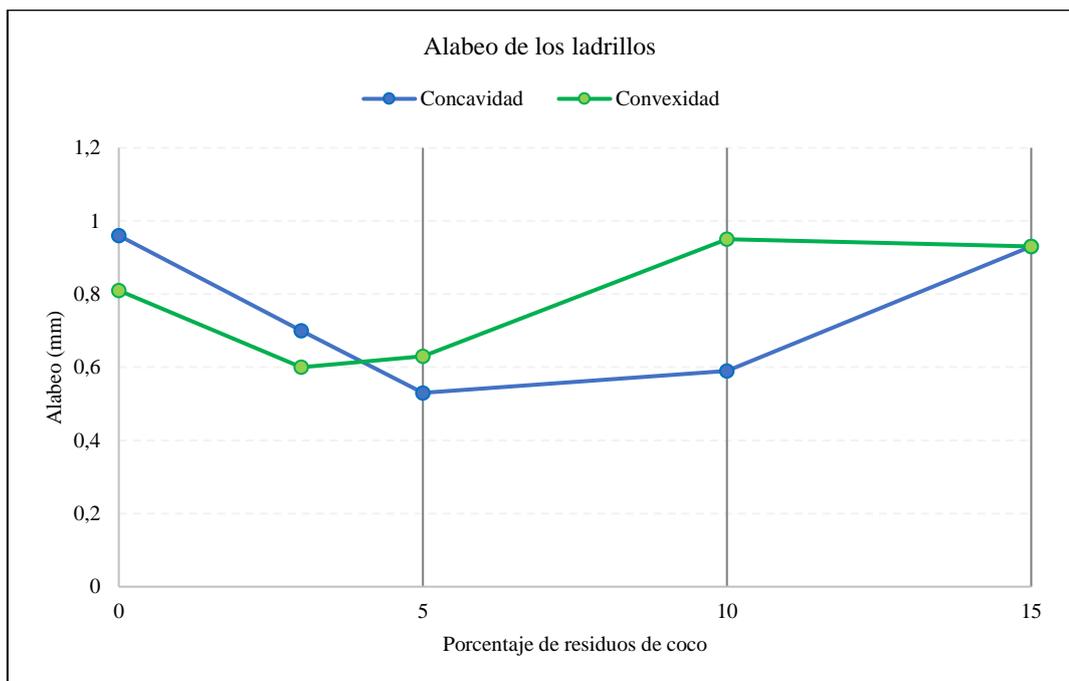


Figura 64

Peso Específico de los Ladrillos con Residuos de Coco

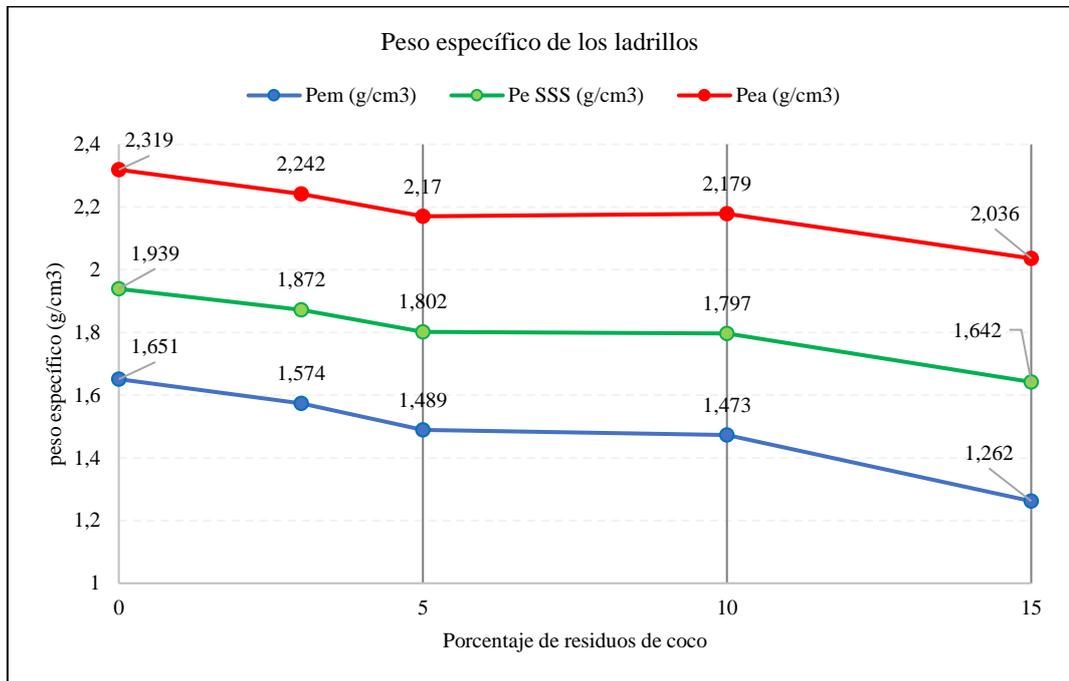


Figura 65

Absorción de los Ladrillos con Residuos de Coco

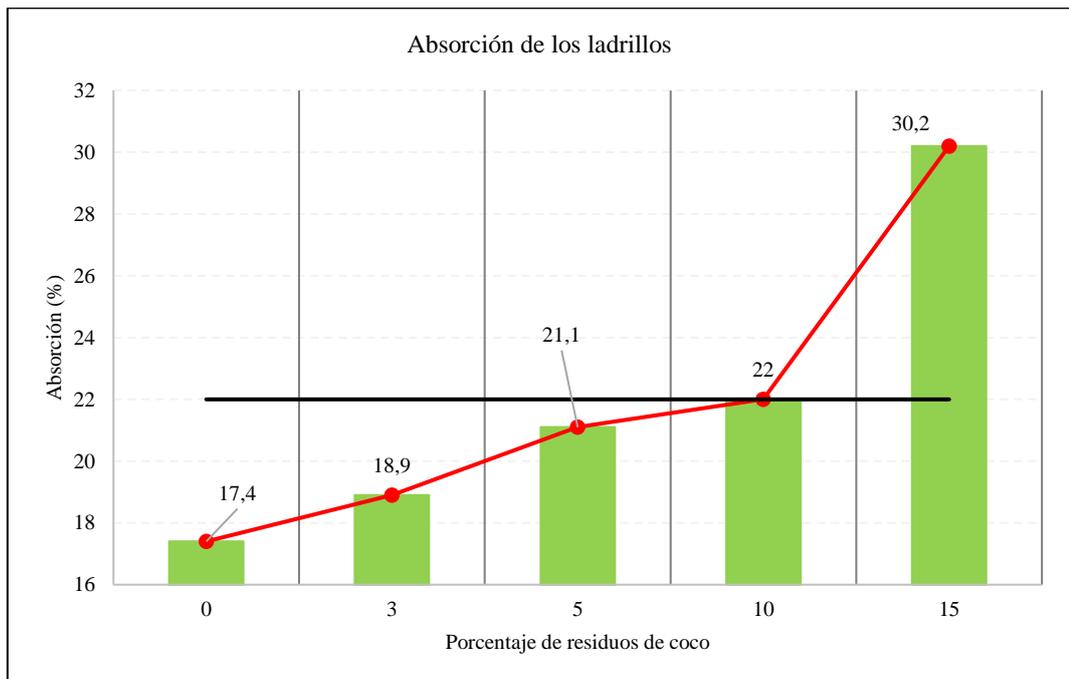


Figura 66

Resistencia en Unidad de los Ladrillos con Residuos de Coco

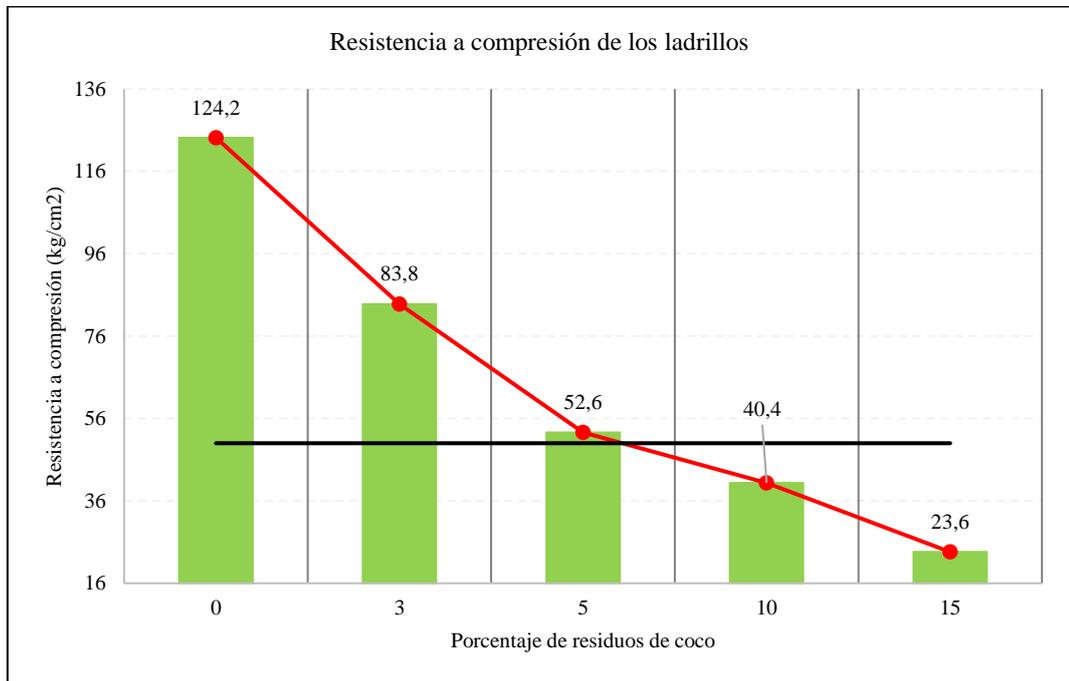
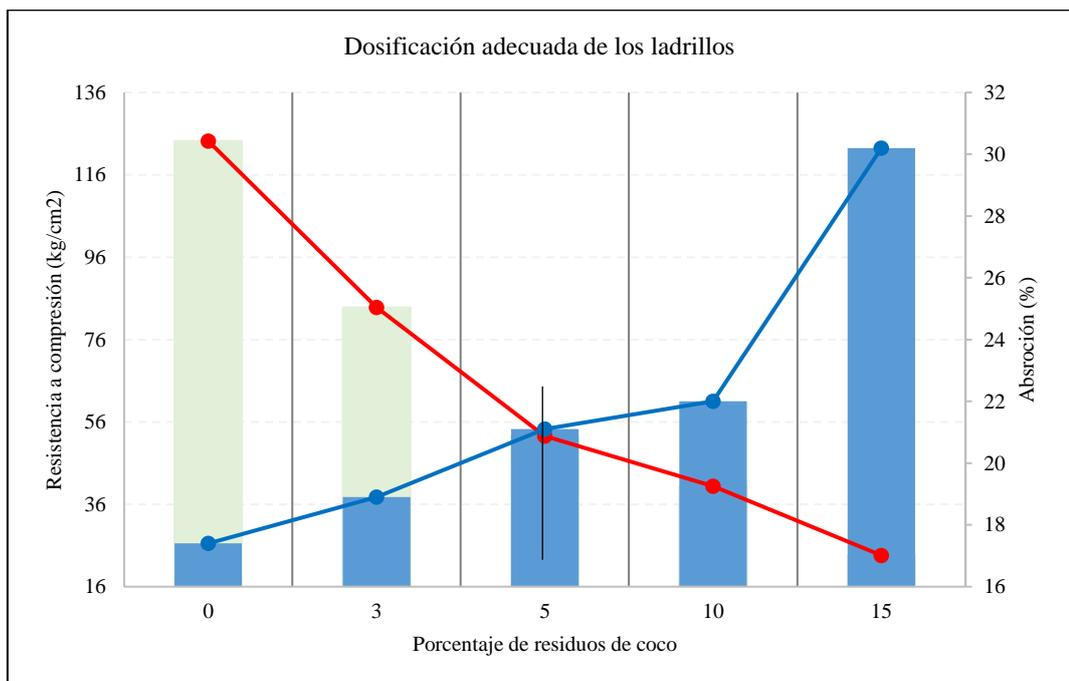


Figura 67

Dosificación Adecuada de los Ladrillos con Residuos de Coco



4.1.4. Propiedades mecánicas de la albañilería

Se ha tomado como dosificación adecuada en unidad a 5% de residuos de coco para la elaboración de ladrillos, por tanto, se han hecho pilas y muretes con ladrillos con 0%, 3% y 5% de residuos de coco. En pilas todas las muestras superan la resistencia a compresión axial mínima de 35 kg/cm² (MVCS, 2006) para ladrillos artesanales.

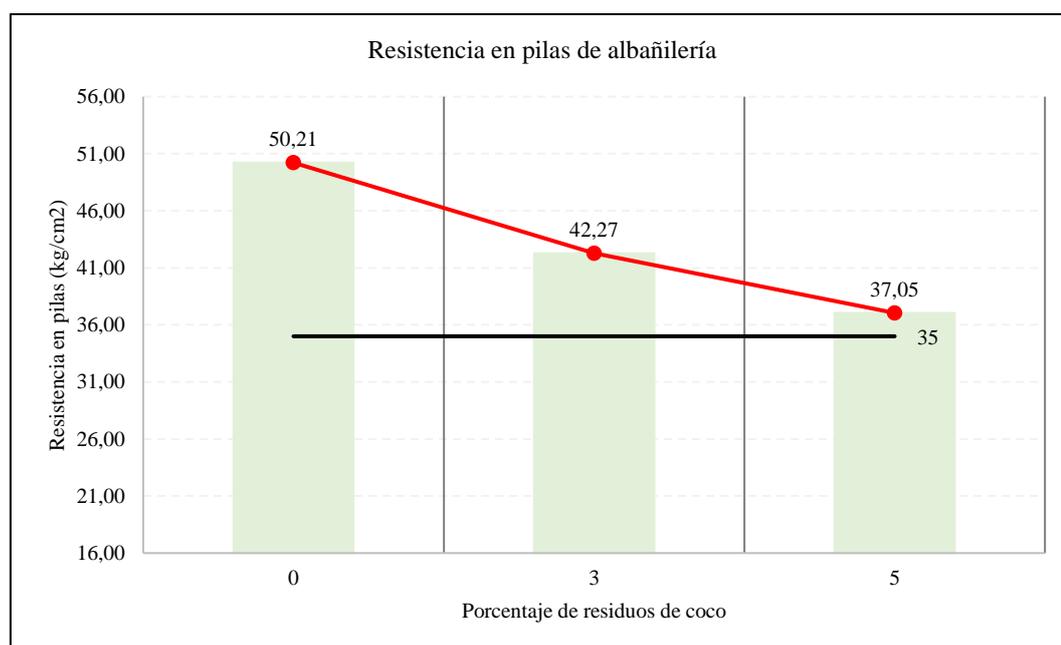
Tabla 34

Pilas de Ladrillos con Residuos de Coco

| Pilas | Porcentaje de residuos de coco | | |
|--------------------------|--------------------------------|-------|-------|
| | 0 | 3 | 5 |
| 1 | 50,59 | 42,5 | 37,11 |
| 2 | 50,19 | 42,33 | 37,09 |
| 3 | 50,84 | 42,97 | 37,31 |
| Promedio | 50,54 | 42,60 | 37,17 |
| Dev. Estándar | 0,33 | 0,33 | 0,12 |
| F'm | 50,21 | 42,27 | 37,05 |
| Norma E.070 (MVCS, 2006) | 35 | 35 | 35 |

Figura 68

Pilas de Ladrillos con Residuos de Coco



Los muretes construidos con ladrillos con 0%, 3% y 5% de residuos de coco alcanzan resistencias al corte diagonal de 5,88, 5,21 y 4,74 kg/cm², por tanto, solamente los ladrillos sin y con 3% de residuos de coco cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006) que detalla la resistencia al corte diagonal mínima de 5,1 kg/cm² para ladrillos artesanales.

Tabla 35

Muretes de Ladrillos con Residuos de Coco

| Muretes | Porcentaje de residuos de coco | | |
|--------------------------|--------------------------------|------|------|
| | 0 | 3 | 5 |
| 1 | 6 | 5,3 | 4,83 |
| 2 | 5,9 | 5,3 | 4,90 |
| 3 | 5,9 | 5,2 | 4,73 |
| Promedio | 5,93 | 5,27 | 4,82 |
| Dev. Estándar | 0,06 | 0,06 | 0,08 |
| F'v | 5,88 | 5,21 | 4,74 |
| Norma E.070 (MVCS, 2006) | 5,1 | 5,1 | 5,1 |

Figura 69

Muretes de Ladrillos con Residuos de Coco



4.2. Discusión de resultados

Se ha utilizado suelo arcillosos de la cantera Frutillo Bajo, con humedad 11,01%, peso específico de 2,51 g/cm³, exento de gravas, con 42,5% de arena, 57,6% de finos, límite líquido de 30,5%, límite plástico de 21,5% e IP de 9%; por lo que según SUCS se clasifica como arcilla de baja plasticidad (CL) en el grupo A-4(5) según AASHTO, tal como, Obidiegwu, et al. (2019), Bebhe y Daton (2021) quienes utilizaron suelo arcilloso para la elaboración de ladrillos con fibra de coco; pero difiere del estudio de Navarro y Surichaqui (2021) quienes utilizaron mezcla de suelo limoso de baja plasticidad con 23% de LL y 5% de IP, y arena limo arcillosa, no obstante, concuerdan en el uso de dos tipos de suelo para elaborar la mezcla, un suelo fino y un suelo granular como la arena.

En el estudio se ha utilizado residuos de coco triturados con TMN 2,00 mm (Tamiz N° 10), en cambio Adesoji et al. (2021) utilizaron cáscara de coco triturada en dimensiones menores a 0,075 mm (agregado fino) a fin de que, se adicionará a la cantidad de arcilla y no como sustituto de la arena; así mismo, Obidiegwu, et al. (2019) utilizaron partículas de cáscara de coco con tamaños de grano de 212 a 600 μ m; siendo mucho menores a la gradación utilizada en la presente investigación. Los residuos de coco sustituyen a la arena por ello, se ha coteja sus propiedades físico mecánicas, verificando que, la arena presenta 54,72% más humedad que, los residuos de coco, es decir los residuos de coco están en estado más seco que la arena; pero la absorción de los residuos de coco es 110% mayor que el de la arena, es decir tiene mayor capacidad de asimilar agua al estar en contacto con esta, lo que influirá en la cuantía de agua que, se requiera para el amasado de a mezcla de arcilla – arena – residuos de coco, para hacer ladrillos. El peso específico de masa es mayor en la arena que en los residuos de

coco en 11,18%, es decir los residuos de coco son 11,18% menos pesados que la arena al sostener el mismo volumen, así mismo, el peso específico saturado superficialmente seco de la arena también es mayor que el de los residuos de coco en 9,30%. El módulo de finura de los residuos de coco es mayor que el de la arena en 16,21%, por tanto, los residuos de coco son más gruesos que la arena, pero en ambos casos cumplen con la gradación de la NTP 400.037 (INACAL, 2018c), por lo que, también podrían usarse como árido fino en concreto. La arena también se analizó a fluidez y plasticidad, verificando que, el límite líquido era 14,41%, pero no tenía límite de plasticidad, y por ende no presentaba IP, esto se debe a que las arenas son suelos no plásticos, que dan consistencia a la mezcla en la elaboración de ladrillos según Guadalupe (2019).

Tabla 36

Características de las Materias Primas

| Propiedades | Arcilla | Arena | Residuos de coco |
|-----------------------------------|----------------|--------------|-------------------------|
| Humedad | 11,01 | 7,42 | 3,36 |
| Peso específico g/cm ³ | 2,51 | 2,487 | 2,209 |
| Pe SSS g/cm ³ | | 2,538 | 2,302 |
| Pea g/cm ³ | | 2,6 | 2,6 |
| Absorción (%) | | 2 | 4,2 |
| MF | | 2,53 | 2,94 |
| % Grava | 0 | 0,91 | 12,5 |
| % Arena | 42,4 | 93,41 | 85,42 |
| % Finos | 57,6 | 5,68 | 2,08 |
| LL (%) | 30,5 | 14,41 | |
| LP (%) | 21,5 | NP | |
| IP (%) | 9 | NP | |
| SUCS | CL | | |
| AASHTO | A-4 (5) | | |

Se elaboraron ladrillos artesanales con arcilla de la cantera El Frutillo con la dosificación inicial de arcilla – arena era de 90% - 10% en peso, dicha dosificación fue modificada con la sustitución de la arena por residuos de coco al 0%, 3%, 5%, 10% y 15% del peso. Los ladrillos fueron ensayados para determinar sus propiedades según la norma E.070 (MVCS, 2006), verificando que, no presentan rasgos de eflorescencia, es decir no tienen manchas blancas por humedad, así mismo, no tienen agrietamientos, cambios de color u otras patologías; las unidades están exentas de patologías, así mismo, la variabilidad de dimensiones en largo, ancho, y alto es menor que 4% por tanto cumple con el MVCS (2006) para ladrillo tipo I, e incluso cumple para un ladrillo tipo V; el alabeo por concavidad y convexidad también es menor a 10 mm, límite para un ladrillo tipo I, pero incluso es menor a 2 mm por lo que cumple, para un ladrillo tipo V según la norma E.070 (MVCS, 2006). En otras palabras, se puede decir que los ladrillos sin importar la cuantía de sustitución de arena por residuos de coco, presentan buenas características geométricas, a pesar de haber sido construidas por proceso artesanal.

Los ladrillos elaborados con suelo de El Frutillo presentan menor peso específico conforme se adiciona mayor cantidad de residuos de coco, alcanzando 1651, 1574, 1489, 1473, y 1262 kg/m³ para ladrillos con 0%, 3%, 5%, 10% y 15% de residuos de coco, valores similares a Kumar et al. (2022) quienes alcanzaron pesos específicos de 1700, 1620, y 1510 kg/m³ para ladrillos con 5%, 10% y 15% de desechos de coco; y a los de Kizinievič, et al. (2018), quienes adquirieron pesos específicos de 1300 a 1800 kg/m³ para ladrillos de arcilla con 5% a 20% de cáscara de avena o cebada, verificando así, que diferentes tipos de residuos orgánicos, pueden conseguir disminución similar en el peso específico

de los ladrillos, lo que, a la vez facilitará su manipulación, y aplicación en obra, con menores tiempos de asentado y traslado de los mismos.

Los ladrillos elaborados con suelo de El Frutillo presentan mayor absorción conforme se adiciona mayor cantidad de residuos de coco, alcanzando en promedio 17,4%, 18,9%, 21,1%, 22% y 30,2% para ladrillos con 0%, 3%, 5%, 10% y 15% de residuos de coco, valores mucho mayores a los alcanzados por Kumar et al. (2022) quienes determinaron que, los ladrillos con 5%, 10% y 15% de desechos de coco tenían 9%, 9,5%, y 10% de absorción, si bien en ambos casos la absorción aumenta, es menor el porcentaje de incremento de Kumar et al. (2022) debido a que, han utilizado no solamente fibras de desecho de coco para la elaboración de los ladrillos, sino también paja de trigo. Así mismo, el porcentaje de incremento de la absorción de los ladrillos de Navarro y Surichahui (2021) es menor que, en el presente estudio, con 13,7%, 13,3%, 13,68% y 13,73% para ladrillos con 0%, 5%, 10% y 20% de coronas de piña molida, no obstante, hay que, tomar en cuenta que, utilizaron diferentes tipos de residuos orgánicos.

Los ladrillos elaborados con suelo de El Frutillo presentan menor resistencia a compresión en unidad, conforme se acrecienta el aditamento de residuos de coco, alcanzando en promedio 124,20, 83,80, 52,60, 40,40, y 23,60 kg/cm², para ladrillos con 0%, 3%, 5%, 10% y 15% de residuos de coco, valores superiores a los alcanzados por Kumar et al. (2022) quienes determinaron que, los ladrillos con 5%, 10% y 15% de desechos de coco tenían 30,5, 29,0 y 26,0 kg/cm² de resistencia a compresión, en ambos casos la firmeza disminuye pero es mayor el porcentaje de disminución de firmeza de Kumar et al. (2022) debido a que, no han utilizado solamente desecho de coco sino también residuos de paja de trigo en la producción de los ladrillos. Pero similares a los alcanzados por Isidro (2022)

quien a pesar de usar otro tipo de residuo orgánico “ichu” obtuvo ladrillos con resistencias a compresión de 51,01 y 37,03 kg/cm² para 5% y 2,5% de fibra orgánica; así como, Latorre-Lorite (2018), que utilizando 15% de volumen de cáscara de almendra obtuvo ladrillos no portantes con 25 kg/cm², tal como en la investigación cuyos ladrillos con 15% de residuos de coco tienen resistencia de 23,60 kg/cm². En cambio, Bebhe y Daton (2021) obtuvieron ladrillos con resistencia de 147 kg/cm², utilizando residuos de coco al 5%, sin embargo, esta diferencia se debe a que, utilizaron al cemento como estabilizante de la tierra, lo que permitió que alcanzaran mayores resistencias. Así mismo, Kanna y Dhanalakshmi (2018) determinaron que, con el uso de fibras de coco como sustituto en la mezcla, se pueden fabricar ladrillos con 10% menos resistencia que, los convencionales, pero que cumplen con la normatividad, en el caso del estudio los ladrillos con 3% de residuos de coco tienden a disminuir en 32,53% la resistencia respecto a los ladrillos convencionales, esta diferencia se debe a que, Kanna y Dhanalakshmi (2018) utilizaron un proceso industrial para hacer sus ladrillos, mientras que, en el estudio se han utilizado procesos artesanales, aun así, en ambos casos los ladrillos cumplen con la normatividad de su localidad.

Los ladrillos con suelo de El Frutillo sustituyendo la arena por residuos de coco, presentan dimensiones geométricas, alabeo y eflorescencia igual en todos los casos, tal como en el estudio de Kadir et al. (2016), pero el uso de residuos de coco genera menor peso específico, peso en unidad, y resistencia a compresión, a la vez que aumenta la absorción de la unidad, siendo contrario a lo determinado por Adesoji et al. (2021) quienes verificaron que el ladrillo con partículas de cáscara de coco, producía ladrillos con menor porosidad, absorción y desgaste, además de mayor resistencia a compresión; esta diferencia se debe a que, Adesoji

et al. (2021) no reemplazó el árido como en el presente estudio sino adicionó los residuos de coco, además que, estos presentaban una gradación menor a 0,075 mm (suelos finos) mientras que, en esta investigación se ha utilizado una gradación similar a la de la arena (menor a 4,75 mm), así mismo, Adesoji et al. (2021) no solamente utilizan las fibras de coco, sino que, también aplican residuos de vidrio en dosificación fija de 25%, siendo este componente el que da mayor adhesión por el sílice de su contenido.

Tabla 37

Características de los Ladrillos con Residuos de Coco

| Características del ladrillo | Porcentajes de residuos de coco | | | | | Norma E.070 (MVCS, 2006) |
|--|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------------------------|
| | 0 | 3 | 5 | 10 | 15 | |
| <i>Variabilidad de dimensiones (%)</i> | | | | | | |
| Largo | 0,042 | 0,046 | 0,046 | 0,044 | 0,056 | 4 |
| Ancho | 0,044 | 0,04 | 0,032 | 0,044 | 0,058 | 6 |
| Alto | 0,052 | 0,032 | 0,148 | 0,042 | 0,056 | 8 |
| <i>Alabeo (mm)</i> | | | | | | |
| Concavidad | 0,96 | 0,7 | 0,53 | 0,59 | 0,93 | 10 |
| Convexidad | 0,81 | 0,6 | 0,63 | 0,95 | 0,93 | 10 |
| <i>Peso específico (g/cm3)</i> | | | | | | |
| Pem (g/cm3) | 1,651 | 1,574 | 1,489 | 1,473 | 1,262 | |
| Pe SSS (g/cm3) | 1,939 | 1,872 | 1,802 | 1,797 | 1,642 | |
| Pea (g/cm3) | 2,319 | 2,242 | 2,17 | 2,179 | 2,036 | |
| <i>Absorción (%)</i> | 17,4 | 18,9 | 21,1 | 22 | 30,2 | 22 |
| <i>Eflorescencia</i> | NP | NP | NP | NP | NP | NP |
| <i>Peso (g)</i> | 3288,60 | 3114,40 | 2993,00 | 2798,00 | 2579,80 | |
| <i>Compresión (kg/m2)</i> | 124,20 | 83,80 | 52,60 | 40,40 | 23,60 | 50 |
| <i>Resistencia en pilas (kg/m2)</i> | 50,21 | 42,27 | 37,05 | | | 35 |
| <i>Resistencia en muretes (kg/m2)</i> | 5,88 | 5,21 | 4,74 | | | 5,1 |

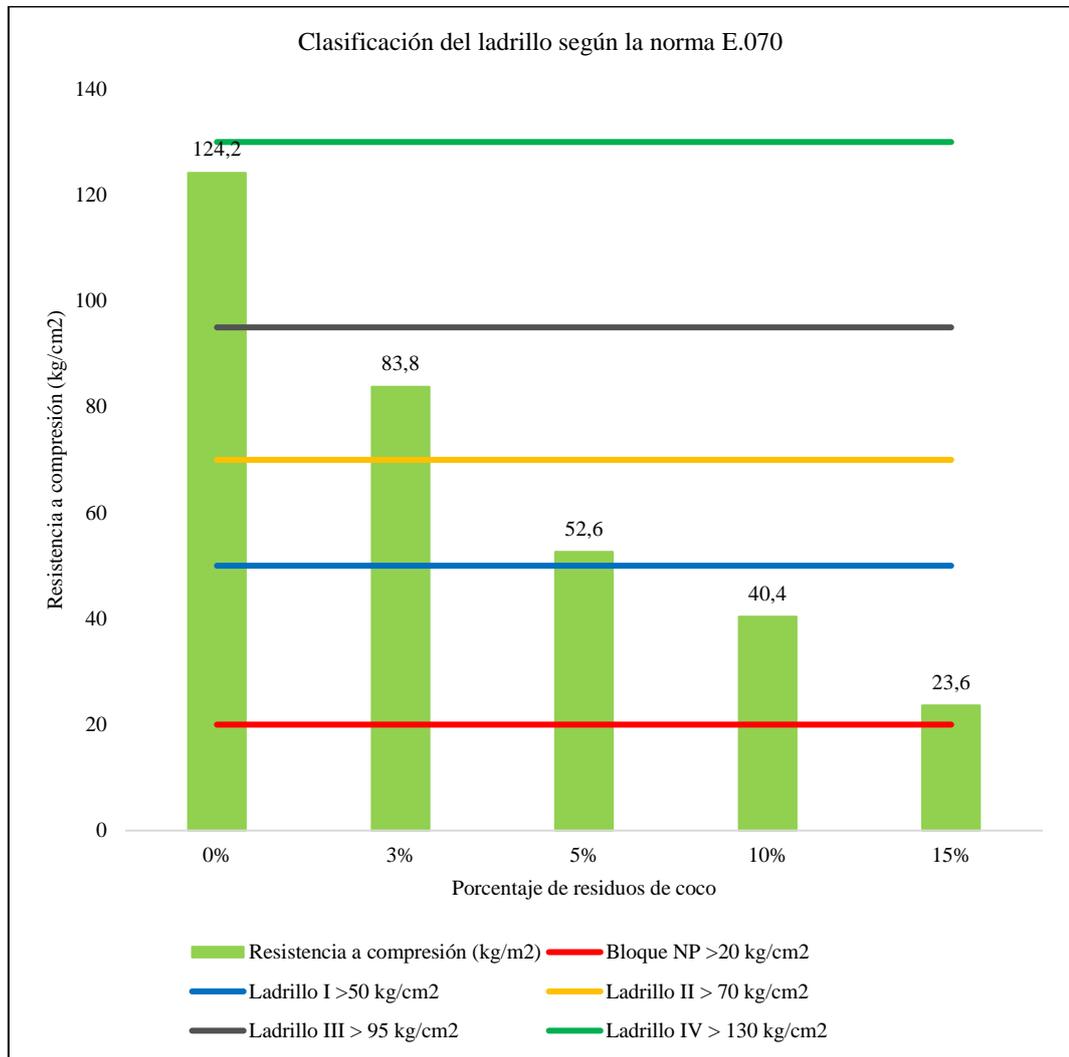
Los pilas construidas con ladrillos con 0%, 3% y 5% de residuos de coco alcanzan resistencias de 50,21, 42,27, y 37,05 kg/cm², firmezas similares a las alcanzadas por Navarro y Surichaqui (2021) cuyo ladrillos con 0%, 5%, 10% y 20% de coronas de piña molida, adquirirían resistencias en pilas de 36,21, 39,41,

33,51 y 30,38 kg/cm². Los muretes construidos con ladrillos con 0%, 3% y 5% de residuos de coco alcanzan resistencias al corte diagonal de 5,88, 5,21, y 4,74 kg/cm², resistencias superiores a las alcanzadas por Kumar et al. (2022) para ladrillos con 5% de residuos de coco de 3 kg/cm²; más en ambos casos no cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006) que sugiere una firmeza al corte diagonal mínima de 5,1 kg/cm², para ladrillos artesanales; aun así Kumar et al. (2022) han elegido como dosificación más adecuada a 5% de fibras de trigo y coco; así mismo, Navarro y Surichaqui (2021) determinaron que, la resistencia en muretes para ladrillos con adición de 0%, 5%, 10% y 20% de coronas de piña molida, era 5,21, 5,81, 4,92, y 4,41 kg/cm², por lo que, también concluyeron como dosificación más adecuada a 5%, pero hay que tomar en cuenta que utilizaron otro tipo de residuo orgánico “coronas de piña molida”, lo que explica la diferencia en los resultados, pero en el caso del estudio se sugiere el uso de 3% de residuos de coco para asegurar las características idóneas de los ladrillos, para su uso en la construcción de muros portantes.

En base a los rasgos mecánicos en unidad de los ladrillos con residuos de coco como sustituto de la arena, el ladrillo sin residuos de coco se clasifica como tipo III, el ladrillo con 3% de residuos de coco como tipo II, el ladrillo con 5% de residuos de coco como tipo I, y los ladrillos con 10% y 15% de residuos de coco como bloques no portantes, según la norma E.070 (MVCS, 2006). Siendo así, aparentemente hasta con 5% de residuos de coco se cumplía con los requerimientos normativos, no obstante, al hacer pruebas en pilas y muretes se determinó que, con los ladrillos con 5% de residuos de coco, los muretes no alcanzaban la firmeza al corte diagonal suficiente según el MVCS (2006).

Figura 70

Clasificación del Ladrillo de El Frutillo



La dosificación más adecuada en unidad es 5% de residuos de coco como sustituto de la arena, mientras que, según Bakhaleed et al. (2021) la dosificación más adecuada de fibras es 12%, esta diferencia se debe a que, Bakhaleed et al. (2021) adicionaron las fibras a la mezcla, mientras que, en el estudio se ha reemplazado al árido, así mismo, se ha utilizado fibra de coco, mientras que, los investigadores utilizaron fibra de palmera datilera, siendo dos tipos de residuos orgánicos distintos. En cambio, Arunraj et al. (2019) determinaron como dosificación óptima de fibras de coco a 0,5% del volumen para la elaboración de

ladrillos, siendo similar, al porcentaje determinado en el presente estudio, con la diferencia de que, se ha trabajado en peso, mientras que, Arunraj et al. (2019) han trabajado en volumen de la mezcla. No obstante, Kadir et al. (2016) determinaron que, al usar fibras de coco la dosificación más adecuada es 3% debido a que, con ese porcentaje se obtienen unidades de albañilería que cumplen todos los estándares físicos y mecánicos, mientras que, los ladrillos con 5% de fibra de coco, tienen menor resistencia mecánica en albañilería, tal como se ha determinado en el presente estudio, por tanto, se a concluido que la dosificación más adecuada en unidad y albañilería para la elaboración de ladrillos con residuos orgánicos de coco es 3% en sustitución de la arena.

Finalmente, según la discusión de resultados se ha llegado a comprender que, los ladrillos a base de residuos agrícolas brindan variedad de uso de residuos agroindustriales que se desechan, que pueden llegar a cumplir con la resistencia mecánica, pero que dependerá del tipo, dimensión y forma del residuo orgánico que se adicione, así como, de los procesos de fabricación (artesanal o industrial) que se sigan en campo, considerando que, se obtienen mayores resistencias cuando se adiciona el residuo orgánico que cuando este sustituye a alguna materia prima, tal como afirma Garcia (2021), además Camino y Camino (2017) argumentan que, es importante regular cuidadosamente la cantidad de residuos que se adicione o sustituya en la mezcla, para la producción de ladrillos que cumplan con los requerimientos de la norma E.070 (MVCS, 2006), siendo así, en este estudio se, recomienda hasta un máximo de 4% de incorporación de residuos orgánicos en la mezcla como sustituto de la arena.

4.3. Contrastación de hipótesis

El análisis estadístico se hizo en el programa Minitab 19, con el objetivo de aceptar o rechazar la hipótesis nula (H_0) o la hipótesis alternativa (H_1). Se rechaza H_0 cuando el valor p es menor que el nivel de significancia 0,05 para un nivel de confianza del 95%. Primero se ha realizado la prueba de normalidad, verificando que, los datos no siguen la tendencia normal, por tanto, se ha empleado la prueba no paramétrica, test de la suma de rangos de Wilcoxon (también llamado test de la U de Mann-Whitney). Las hipótesis generales fueron:

- H_1 : El ladrillo artesanal elaborado con reemplazo parcial de arena por residuos orgánicos de coco, elaborado bajo condiciones de la cantera el Frutillo, califica como ladrillo Tipo I, según la Norma E.070.
- H_0 : El ladrillo artesanal elaborado con reemplazo parcial de arena por residuos orgánicos de coco, elaborado bajo condiciones de la cantera el Frutillo, no califica como ladrillo Tipo I, según la Norma E.070.

a. Absorción en unidad

Se han utilizado los datos de la Tabla 38, concluyendo según la Tabla 39 que, los ladrillos con 0%, 3% y 5% de residuos de coco como sustituto de la arena, tienen absorción menor a 22% por tanto, cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006), en cambio, los ladrillos con 10% y 15% de residuos de coco tienen absorción mayor a 22% y no cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006).

- H_0 : Los ladrillos no tienen absorción menor a 22% ($n > 22\%$).
- H_{1a} : Los ladrillos tienen absorción menor a 22% ($n < 22\%$).

Tabla 38*Datos Estadísticos para Absorción según Porcentaje de Residuos de Coco*

| Ladrillo | 0% | 3% | 5% | 10% | 15% |
|----------|------|------|------|------|------|
| 1 | 15,5 | 18,8 | 21,3 | 22,3 | 27,5 |
| 2 | 15,5 | 18,7 | 20,6 | 22,7 | 32,3 |
| 3 | 17,1 | 18,3 | 19,6 | 22,8 | 29,9 |
| 4 | 19 | 19 | 23,4 | 20,8 | 31,2 |
| 5 | 20 | 19,8 | 20,6 | 21,3 | 29,8 |

Tabla 39*Análisis Estadístico para Absorción según Porcentaje de Residuos de Coco*

| Muestra (% de residuos de coco) | Número de prueba | Estadística de Wilcoxon | Valor p |
|---------------------------------|------------------|-------------------------|----------|
| 0 | 5 | 0,00 | 0,030* |
| 3 | 5 | 0,00 | 0,030* |
| 5 | 5 | 3,00 | 0,040* |
| 10 | 5 | 7,50 | 0,0554** |
| 15 | 5 | 15,00 | 0,985** |

Nota: * Se Rechaza Hipótesis Nula; ** Se acepta hipótesis Nula.

b. Resistencia a compresión en unidad

Se han utilizado los datos de la Tabla 40, concluyendo según la Tabla 41 que, los ladrillos con 0%, 3% y 5% de residuos de coco como sustituto de la arena, tienen resistencia a compresión mayor a 50 kg/cm², por tanto, cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006), en cambio, los ladrillos con 10% y 15% de residuos de coco tienen resistencia a compresión menor a 50 kg/cm² y no cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006).

- Hob: Los ladrillos no tienen resistencia mayor a 50 kg/cm² ($n < 50$ kg/cm²).
- H1b: Los ladrillos tienen resistencia mayor a 50 kg/cm² ($n > 50$ kg/cm²).

Tabla 40

Datos Estadísticos para Resistencia a Compresión según Porcentaje de Residuos de Coco

| Ladrillo | 0% | 3% | 5% | 10% | 15% |
|----------|-----|----|----|-----|-----|
| 1 | 123 | 83 | 53 | 41 | 23 |
| 2 | 121 | 85 | 53 | 41 | 24 |
| 3 | 134 | 83 | 52 | 40 | 23 |
| 4 | 123 | 85 | 52 | 41 | 24 |
| 5 | 120 | 83 | 53 | 39 | 24 |

Tabla 41

Análisis Estadístico para Resistencia a Compresión según Porcentaje de Residuos de Coco

| Muestra (% de residuos de coco) | Número de prueba | Estadística de Wilcoxon | Valor p |
|---------------------------------|------------------|-------------------------|---------|
| 0 | 5 | 15,00 | 0,030* |
| 3 | 5 | 15,00 | 0,030* |
| 5 | 5 | 15,00 | 0,030* |
| 10 | 5 | 0,00 | 0,985** |
| 15 | 5 | 0,00 | 0,985** |

Nota: * Se Rechaza Hipótesis Nula; ** Se acepta hipótesis Nula.

c. Resistencia a compresión en pilas

Se han utilizado los datos de la Tabla 42, concluyendo según la Tabla 43 que, los ladrillos con 0%, 3% y 5% de residuos de coco como sustituto de la arena, tienen resistencia en pilas mayor a 35 kg/cm², por tanto, cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006).

- Hoc: Las pilas no tienen resistencia mayor a 35 kg/cm² ($n < 35$ kg/cm²).
- H1c: Las pilas tienen resistencia mayor a 35 kg/cm² ($n > 35$ kg/cm²).

Tabla 42

Datos Estadísticos para Resistencia en Pilas según Porcentaje de Residuos de Coco

| Pilas | 0% | 3% | 5% |
|----------|-------|-------|-------|
| 1 | 50,59 | 42,5 | 37,11 |
| 2 | 50,19 | 42,33 | 37,09 |
| 3 | 50,84 | 42,97 | 37,31 |
| Promedio | 50,54 | 42,60 | 37,17 |
| F'm | 50,21 | 42,27 | 37,05 |

Tabla 43

Análisis Estadístico para Resistencia en Pilas según Porcentaje de Residuos de Coco

| Muestra (% de residuos de coco) | Número de prueba | Estadística de Wilcoxon | Valor p |
|---------------------------------|------------------|-------------------------|---------|
| 0 | 5 | 15,00 | 0,030* |
| 3 | 5 | 15,00 | 0,030* |
| 5 | 5 | 15,00 | 0,030* |

Nota: * Se Rechaza Hipótesis Nula; ** Se acepta hipótesis Nula.

d. Resistencia a compresión en muretes

Se han utilizado los datos de la Tabla 44, concluyendo según la Tabla 45 que, los ladrillos con 0% y 3% de residuos de coco como sustituto de la arena, tienen resistencia en muretes mayor a 5,1 kg/cm², por tanto, cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006), en cambio, los muretes elaborados con ladrillos con 5% de residuos de coco no tienen resistencia al corte diagonal mayor a 35 kg/cm², por tanto, no cumplen con la norma E.070.

- H₀: Los muretes no tienen resistencia mayor a 5.1 kg/cm² (n<5,1 kg/cm²).
- H₁: Los muretes tienen resistencia mayor a 5.1 kg/cm² (n>5,1 kg/cm²).

Tabla 44

Datos Estadísticos para Resistencia en Muretes según Porcentaje de Residuos de Coco

| Pilas | 0% | 3% | 5% |
|----------|------|------|------|
| 1 | 6 | 5,3 | 4,83 |
| 2 | 5,9 | 5,3 | 4,90 |
| 3 | 5,9 | 5,2 | 4,73 |
| Promedio | 5,93 | 5,27 | 4,82 |
| F'v | 5,88 | 5,21 | 4,74 |

Tabla 45

Análisis Estadístico para Resistencia en Muretes según Porcentaje de Residuos de Coco

| Muestra (% de residuos de coco) | Número de prueba | Estadística de Wilcoxon | Valor p |
|---------------------------------|------------------|-------------------------|---------|
| 0 | 5 | 15,00 | 0,030* |
| 3 | 5 | 15,00 | 0,030* |
| 5 | 5 | 0,00 | 0,985** |

Nota: * Se Rechaza Hipótesis Nula; ** Se acepta hipótesis Nula.

e. Análisis estadístico general

Se acepta H1 El ladrillo artesanal elaborado con reemplazo parcial de arena por residuos orgánicos de coco al 3% del peso, elaborado bajo condiciones de la cantera el Frutillo, califica como ladrillo Tipo I, según la Norma E.070.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Al evaluar la incidencia del remplazo parcial de arena por residuos orgánicos de coco en las propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal Tipo I, bajo condiciones de la cantera Frutillo Bajo, según la norma E.070 (MVCS, 2006), se ha determinado que el ladrillo con 3% de residuos de coco como remplazo de la arena en peso, cumple con las exigencias normativas para su uso en la construcción de muros portantes, tal como, se detalla en las conclusiones específicas:

- (1) El suelo de la cantera Frutillo Bajo tiene humedad de 11,01%, peso específico de 2,51 g/cm³; el suelo está exento de grava, con 42,4% de suelo arenoso y 57,6% de suelo fino; su límite líquido es 57,6% e índice de plasticidad de 9%. Según SUCS es arcilla de baja plasticidad (CL), según AASHTO está en el grupo A-4
- (5). El suelo de la cantera Frutillo bajo presenta las propiedades físicas típicas de las arcillas.
- (2) Los residuos de coco triturados con TMN 2,00 mm tienen menor humedad 3,36%, que, la arena (7,42%), es decir están más secos que el árido; el peso específico de masa de los residuos de coco es 2,209 g/cm³, siendo menor a la arena que, tiene 2,487 g/cm³; la absorción de los residuos de coco 4,2% es mayor que, la arena 2%, debido a que, los residuos de coco son fibras orgánicas cuya matriz puede asimilar mayor cantidad de agua; el módulo de finura de los residuos de coco 2,94 es mayor que el de la arena 2,53, por tanto su gradación es más gruesa en comparación con la árido, pero ambos cumplen el huso de gradación dado por la NTP 400.037 (INACAL, 2018c) para árido fino.

- (3) Las propiedades de los ladrillos artesanales elaborados con arcilla de la cantera El Frutillo sustituyendo parcialmente la arena por residuos de coco al 0%, 3%, 5%, 10% y 15% del peso, se muestran en la Tabla 32. Donde se puede observar que, todos los ladrillos cumplen con la variación dimensional, alabeo y con no presentar eflorescencia según la norma E.070 (MVCS, 2006). El porcentaje de residuos de coco incide en el peso específico, absorción, peso en unidad y resistencia a compresión de los ladrillos. El peso específico disminuye a mayor cantidad de residuos de coco, lo que facilita su traslado en obra. En cambio, la absorción aumenta a mayor porcentaje de residuos de coco, los ladrillos con más de 10% de residuos de coco superan la absorción máxima de 22% (MVCS, 2006). La resistencia a compresión en unidad disminuye a mayor cantidad de residuos de coco; siendo 124,2 kg/cm², 83,8 kg/cm², 52,6 kg/cm², 40,4 kg/cm², 23,6 kg/cm² para los ladrillos con 0%, 3%, 5%, 10% y 15% de residuos de coco, por tanto, los ladrillos con más de 5% de residuos de coco no cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006), tienen resistencia a compresión menor a 50 kg/cm².
- (4) Todas las pilas construidas con ladrillos de suelo de El Frutillo, remplazando la arena por 0%, 3% y 5% de residuos de coco, superan la resistencia a compresión axial mínima de 35 kg/cm², dada por la norma E.070 (MVCS, 2006) para ladrillos artesanales, con f_m de 50,54 kg/cm², 42,60 kg/cm² y 37,7 kg/cm², respectivamente. En cambio, los muretes construidos con ladrillos con 0%, 3% y 5% de residuos de coco alcanzan resistencias al corte diagonal de 5,88 kg/cm², 5,21 kg/cm², y 4,74 kg/cm², por tanto, solamente los ladrillos sin y con 3% de residuos de coco superan la resistencia al corte diagonal mínima de 5,1 kg/cm² para ladrillos artesanales según la norma E.070 (MVCS, 2006).

5.2. Recomendaciones y/o sugerencias

Se recomienda utilizar el suelo de la cantera Frutillo Bajo, de propiedad del Sr. Víctor Campos Pérez, en dosificación en peso de 90% de arcilla y 10% de arena, sustituyendo el 3% del peso de la arena por residuos de coco de TMN 2,00 (Tamiz N° 10), para la producción y comercialización de ladrillos artesanales de dimensiones 24,00 cm x 13,00 cm x 9,00 cm, debido a que, cumplen con las exigencias de la norma E.070 (MVCS, 2006) para ladrillo tipo I. Así mismo, se espera que, este sea el inicio para nuevas investigaciones que busquen generar un aporte ambiental además de resolver problemas técnicos – científicos, siendo así, se sugiere realizar estudios con residuos triturados de coco con menor módulo de finura, como adicinante, o en remplazo de la arcilla, también, se pueden utilizar otro tipo de residuos agrícolas, que funcionen como fibras vegetales.

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adesoji Adediran, A., Abiodun Balogun, O., Adewale Akinwande, A., Seun Adesina, O., & Samson Bello, O. (2021). Influence of waste glass and particulate coconut shells as reinforcement materials in the production of masonry bricks. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 33(10), 04021276. <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29MT.1943-5533.0003903>
- Arias, F. G. (2006). *El proyecto de investigación* (5a ed.). Episteme.
- Arunraj, E., Vincent Sam Jebadurai, S., Daniel, C., Joel Shelton, J., & Hemalatha, G. (2019). Experimental study on compressive strength of brick using natural fibres. *International Journal of Engineering*, 32(6), 799-804. https://www.ije.ir/article_89310.html
- Artaraz, M. (2002). Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible. *Ecosistemas*, 11(2), 1-6. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/614>
- Ávila Vera, D. H., & Jiménez Vásquez, L. E. (2020). *Características del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con el agregado global roca cuarcita de la cantera el Inca y cemento portland tipo Ms e ico del centro poblado santa clara de tulpo-Santiago de Chuco*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/7020>
- Bakhaled, M. L., Bentchikou, M., Belarbi, R., & Maliki, M. (2021). Elaboration and characterization of extruded clay bricks with light weight date palm fibers. *Materials Testing*, 63(9), 872-877. <https://doi.org/10.1515/mt-2021-0011>
- Barranzuela, J.E. (2014). *Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la Región Piura* [Tesis de pregrado, Universidad de Piura].
- Bebhe, K., & Daton, R. (2021). White Land Bricks Coconut Fiber As Alternative Building Materials In Kupang NTT. *International Journal Of Multi Science*, 2(09), 36-49. <https://multisciencejournal.com/index.php/ijm/article/view/217>
- Besoain, E. (1985). *Mineralogía de arcillas de suelo*. IICA.
- Bianucci, M. A. (2009). *El ladrillo – Orígenes y Desarrollo*. FAU-UNNE. <https://arquitectnologicofau.files.wordpress.com/2012/02/el-ladrillo-2009.pdf>

- Bordoloi, S., Garg, A., & Sekharan, S. (2017). A review of physio-biochemical properties of natural fibers and their application in soil reinforcement. *Advances in Civil Engineering Materials*, 6(1), 323-359. <https://www.astm.org/acem20160076.html>
- Bordoloi, S., Garg, A., & Sreedeeep, S. (2016). Potential of uncultivated, harmful and abundant weed as a natural geo-reinforcement material. *Advances in Civil Engineering Materials*, 5(1), 276-288. <https://www.astm.org/acem20160012.html>
- Camino Quispe, R. & Camino Quispe, R. (2017). *Evaluación de la conductividad térmica, propiedades físico - mecánicas del ladrillo King-Kong 18 huecos adicionando con puzolana de la cantera Raqchi en diferentes porcentajes, con respecto a un ladrillo tradicional* [Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco].
- Camey, V. M. (2008). *Evaluación de la calidad de agregados para concreto, en el departamento de Totonicapán*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.].
- Celik, E., & Nalbantoglu, Z. (2013). Effects of ground granulated blastfurnace slag (GGBS) on the swelling properties of lime-stabilized sulfate-bearing soils. *Engineering Geology*, 163, 20-25. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2013.05.016>
- Cruzado, J.W. (2017). *Estudio de las propiedades físico –mecánicas del ladrillo elaborado artesanalmente en los caseríos: el Frutillo, La Lúcumá, Agomarca y Mayhuasi del distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Delgado, A. J., & Legarda, P. (2011). *Correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a compresión del concreto fabricado con materiales pétreos de la mina “Las Terrazas” y cantera “La Victoria” del municipio de Pasto*. [Trabajo de grado para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad de Nariño]. <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblio...>
- Del Rio, J. (1975). *Materiales de construcción* (4a ed.). Juan Bruguer.
- Dilrukshi, R. A. N., Watanabe, J., & Kawasaki, S. (2016). Strengthening of sand cemented with calcium phosphate compounds using plant-derived urease. *GEOMATE Journal*, 11(25), 2461-2467.

- Fagone, M., Loccarini, F., & Ranocchiali, G. (2017). Strength evaluation of jute fabric for the reinforcement of rammed earth structures. *Composites Part B: Engineering*, 113, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.12.054>
- Gallegos, H., y Casabonne, C. (2005). *Albañilería Estructural* (3ª ed.). Pontificia Universidad Católica del Perú.
- García, C.A. (2021). *Influencia del tipo de fibra en las propiedades mecánicas de los ladrillos en edificaciones urbanas. Una revisión sistemática entre 2010-2020*. [Trabajo de investigación, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/26158>
- García, S.P. (2015). *Estudio de Factibilidad para la Industrialización de la fibra de coco en el Recinto La Tolita, Pampa de Oro – Esmeralda* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana].
- Gómez, S.A. (2009). *Diseño, experimentación y evaluación del sistema constructivo Sam (sistema de bloques fibrorreforzados con fibra del desecho del fruto del coco, para la construcción de vivienda)* [Trabajo de Graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Gowthaman, S., Nakashima, K., & Kawasaki, S. (2018). A state-of-the-art review on soil reinforcement technology using natural plant fiber materials: Past findings, present trends and future directions. *Materials*, 11(4), 553. <https://doi.org/10.3390/ma11040553>
- Guadalupe, J. Y. (2019). *Diseño de ladrillo artesanal con vidrio triturado y puzolana para mejorar sus propiedades físico-mecánicas* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana los Andes].
- Hejazi, S. M., Sheikhzadeh, M., Abtahi, S. M., & Zadhoush, A. (2012). A simple review of soil reinforcement by using natural and synthetic fibers. *Construction and building materials*, 30, 100-116. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.11.045>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (7a ed.). Mc Grill.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI, 2018). *Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares, Acceso a servicios básicos. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. INEI.

Instituto Nacional de la Calidad. (2016). *NTP 331.017. Unidades de albañilería. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos.* INACAL.

Instituto Nacional de la Calidad. (2018a). *NTP 399.605. Unidades de albañilería. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería, 3a Ed.* INACAL.

Instituto Nacional de la Calidad. (2018b). *NTP 399.613. Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería, 2ª ed.* INACAL.

Instituto Nacional de la Calidad. (2015). *NTP 399.621. Unidades de albañilería. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.* INACAL.

Instituto Nacional de la Calidad. (2019a). *NTP 339.127. Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª Ed.* INACAL.

Instituto Nacional de la Calidad. (2019b). *NTP 339.128. Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico.* INACAL.

Instituto Nacional de la Calidad. (2019c). *NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.* INACAL.

Instituto Nacional de la Calidad. (2019d). *NTP 339.131. Suelos. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo. 1ª Ed.* INACAL.

Instituto Nacional de la Calidad. (2019e). *NTP 339.134. Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Ed.* INACAL.

Instituto Nacional de la Calidad. (2021a). *NTP 339.185. Agregados. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo. 3a Ed.* INACAL.

Instituto Nacional de la Calidad. (2021b). *NTP 400.012. Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo.* INACAL.

Instituto Nacional de la Calidad. (2021b). *NTP 400.017. Agregados. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.* INACAL.

Instituto Nacional de la Calidad. (2021d). *NTP 400.022. Agregados. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo.* INACAL.

- Instituto Nacional de la Calidad. (2018c). *NTP 400.037. Agregados. Agregados para concreto. Requisitos, 4ª Ed.* INACAL.
- Iorliam, A. Y., Agbede, I. O., & Joel, M. (2012). Effect of bamboo leaf ash on cement stabilization of Makurdi shale for use as flexible pavement construction material. *American Journal of Scientific and Industrial Research*, 3(3), 166-174. <https://www.scihub.org/AJSIR/PDF/2012/3/AJSIR-3-3-166-174.pdf>
- Isidro, W.E. (2022). *Relación de la Variación de Forma e Inclusión de Ichu en la Resistencia a Compresión del Ladrillo Artesanal – Huancayo*. [Tesis de grado, Universidad Peruana Los Andes]. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/3813>
- John, M. J., & Thomas, S. (2008). Biofibres and biocomposites. *Carbohydrate polymers*, 71(3), 343-364. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.05.040>
- Jovanović, M., Mujkanović, A., Tutić, E., & Volkov-Husović, T. (2019). Effects of cigarette butts addition on thermal conductivity and ceramic properties of brick clay. *International Journal of Energy and Environment*, 10(5), 281-290.
- Kadir, A. A., Mohd Zulkifly, S. N., Al Bakri, M. M. A., & Sarani, N. A. (2016). The utilization of coconut fibre into fired clay brick. In *Key Engineering Materials* (Vol. 673, pp. 213-222). Trans Tech Publications Ltd. <https://www.scientific.net/KEM.673.213>
- Kanna, G. V., & Dhanalakshmi, G. (2018). Experimental Investigations on Bricks with the replacement of Coconut Fibre. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5(02).
- Kizinievič, O., Kizinievič, V., Pundiene, I., & Molotokas, D. (2018). Eco-friendly fired clay brick manufactured with agricultural solid waste. *Archives of civil and mechanical engineering*, 18(4), 1156-1165. <https://doi.org/10.1016/j.acme.2018.03.003>
- Kumar, N., Gaur, P., Kaliappan, S., Natrayan, L., Socrates, S., Patil, P. P., & Thanappan, S. (2022). Processing and Characterization of Novel Bio-Waste Hybrid Brick Composites for Pollution Control. *Bioinorganic Chemistry and Applications*, 2022(1),1-8. <https://doi.org/10.1155/2022/3127135>
- Lainez, W. J., & Villacis S. A. (2015). *Hormigón liviano con desecho de coco como sustituto parcial de agregado grueso* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena].

- Latorre-Lorite, M. (2017). *Reciclado de cáscara de almendra como materia prima secundaria en la fabricación de ladrillos de arcilla* [Trabajo Fin de Grado, Universidad de Jaén]. <https://hdl.handle.net/10953.1/6591>
- Lekha, B. M., Goutham, S., & Shankar, A. R. (2015). Evaluation of lateritic soil stabilized with Arecanut coir for low volume pavements. *Transportation Geotechnics*, 2, 20-29. <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2014.09.001>
- Limay, E. O., & Vásquez H. U. (2019). *Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de ichu (Stipa ichu)* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte].
- Loor, R. C., & Menoscal, A. D. (2013). *Análisis comparativo de las características físico-químicas y petrográficas del agregado grueso de las canteras de los sectores de picoazá, cerro guayabal, el chorrillo que abastecen a la ciudad de manta y sus influencias en la resistencia del hormigón*. [Tesis de grado para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad Laica Eloy Alfaro, Ecuador]. <http://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/1485>
- Lozano-Miralles, J. A., Hermoso-Orzáez, M. J., Martínez-García, C., & Rojas-Sola, J. I. (2018). Comparative study on the environmental impact of traditional clay bricks mixed with organic waste using life cycle analysis. *Sustainability*, 10(8), 2917. <https://doi.org/10.3390/su10082917>
- Maslinda, A. B., Majid, M. A., Ridzuan, M. J. M., Afendi, M., & Gibson, A. G. (2017). Effect of water absorption on the mechanical properties of hybrid interwoven cellulosic-cellulosic fibre reinforced epoxy composites. *Composite Structures*, 167, 227-237. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2017.02.023>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2018). *Anuario estadístico “Producción Agrícola 2018”*. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2803225/Compendio%20del%20anuario%20%22PRODUCCI%C3%93N%20AGR%C3%8DCOLA%22%202018.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (MVCS, 2006). *Norma E.070 “Albañilería”*. Reglamento Nacional de Edificaciones. MVCS.
- Molocho, J. A. (2019). *Propiedades físico-mecánicas de unidades de albañilería de tres ladrilleras artesanales en función de la norma E.070 “Albañilería”, distrito de Bambamarca – Cajamarca – 2018*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. <http://hdl.handle.net/11537/22323>

- Moreno, F. (1981). *El ladrillo en la construcción*. CEAC.
- Navarro, R.R. y Surichaqui, J. (2021). *Incidencia de la incorporación de las coronas de piña molida en ladrillos de arcilla para muros no portantes, Chosica-2021*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/93207>
- Obidiegwu, E. O., Ochulor, E. F., & Mgbemere, H. E. (2019). Model for predicting mix formulation in the production of insulating refractory bricks using Nigerian fire-clays and coconut shell. *Nigerian Journal of Technology*, 38(3), 654-659.
- Parra Domínguez, M. L., & Briceño Rodríguez, I. I. (2013). Aspectos éticos en la investigación cualitativa. *Revista De Enfermería Neurológica*, 12(3), 118–121. <https://doi.org/10.37976/enfermeria.v12i3.167>
- Paulino Fierro, J. C., & Espino Almeyda, R. A. (2017). *Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/621457>
- Peñaranda, L. V., Montenegro, S. P., y Giraldo Abad, P. A. (2017). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia*. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 8(2).
- Quintanilla, M. E. (2010). *Industrialización de la Fibra de Estopa de Coco* [Trabajo de Graduación, Universidad de El Salvador].
- Quinteros, R.D. (2014). *Modelización del comportamiento de estructuras de mampostería mediante la teoría de homogeneización*. [Tesis para acceder al grado de Doctor en Ingeniería, Universidad Nacional de Salta]. <http://www.cimne.com/PLCd/cvdata/cntr1/dtos/img/mdia/Files-for-download/1-Thesis/2014---R-Quinteros.pdf>
- Quito, A. J. (2016). *Aprovechamiento de los residuos de coco para su uso interno y exportación* [Tesis de postgrado, Universidad de Guayaquil].
- Raut S.P., Ralegaonkar R.V., Mandavgane S.A. (2011). *Development of sustainable construction material using industrial and agricultural solid wastes: A review of waste-create bricks*. *Construction and Building Materials*, 25, 4037-4042.
- Reinoso, M.J. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de ladrillos tradicionales y ladrillos elaborados a base de lodos de la planta de tratamiento de agua potable de la red Casigana, como sustituto parcial de la arcilla*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato].

- Rhodes, D. (1990). *Arcilla y vidriado para el ceramista*. CEAC.
- Ricciardi, P., Cillari, G., Carnevale Miino, M., & Collivignarelli, M. C. (2020). Valorization of agro-industry residues in the building and environmental sector: A review. *Waste Management & Research*, 38(5), 487-513. <https://doi.org/10.1177/0734242X20904426>
- Rincón Reyna J.F., Rincón Reyna P. G., Torres Maravilla E., Mondragón Rojas A. G., Sánchez Pardo M. E., Arana Cuenca A., Ortiz Moreno A., Jiménez García E. (2016). *Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra de mesocarpio de coco (Cocos nucifera L.)*. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 279-284.
- Ríos, J. J., y Rojas, X. R. M. (2021). *Influencia de la fibra de vidrio en las características físicas y mecánicas del concreto, cemento-arena Iquitos 2020*. [Tesis de grado, Universidad Científica del Perú]. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1324>
- Rocha, D.E., Pérez, C., y Villanueva, J. (2020). Material ecológico para construcción en vidrio, arena y poliplásticos (VAPoli). *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 30(2), 49-65. <https://doi.org/10.18359/rcin.4643>
- Rodríguez, W., (2018). *El origen del coco en la región San Martín*. <http://ensayosamazonicos.blogspot.com>
- Ruíz Rivera, S. J. (2015a). *Estudio de las propiedades físico-mecánicas del ladrillo de arcilla elaborado en el centro poblado menor de Otuzco y ladrillos industriales Rex* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Ruíz, Fernández, D. M. (2015b). *Influencia de la Adición de Vidrio Triturado en la Resistencia a la Compresión Axial de un Ladrillo de Arcilla Artesanal de Cajamarca*, 2015 [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]
- Sáiz, P. (2015). *Utilización de arenas procedentes de Residuos de Construcción y Demolición, RCD, en la fabricación de morteros de albañilería*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. <https://oa.upm.es/39585/>
- Sangay, A., & Régulo, A. (2014). *Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la comprensión sobre el concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$* . [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/493>
- Sato, A., Kawasaki, S., Hata, T., & Hayashi, T. (2016). Possibility for solidification of peaty soil by using microbes. *GEOMATE Journal*, 10(22), 2071-2076.

- Sharma, V., Vinayak, H. K., & Marwaha, B. M. (2015). Enhancing compressive strength of soil using natural fibers. *Construction and Building Materials*, 93, 943-949. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.05.065>
- Silva, J. C. (2019). *Bases teóricas para evaluar la influencia de la adición de la mezcla ceniza volante de cascarilla de maní con cal en las propiedades físicas y mecánicas en el suelo de buenos aires distrito de Víctor Larco Herrera-Trujillo-La Libertad*, 2018. [Tesis de grado, Universidad Privada de Trujillo].
- Tangboriboon, N., Moonsri, S., Netthip, A., Sangwan, W., & Sirivat, A. (2019). Enhancing physical-thermal-mechanical properties of fired clay bricks by eggshell as a bio-filler and flux. *Science of Sintering*, 51(1).
- Tonconi Quispe, J. (2015). Producción agrícola alimentaria y cambio climático: un análisis económico en el departamento de Puno, Perú. *Idesia (Arica)*, 33(2), 119-136.
- USAID Colombia. (2015). *Plan de negocios para coco (cocus nucifera)*. Consultores en Estrategia y Desarrollo S.A.S. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00M52M.pdf
- Valencia-Pérez, N. S., Yañez-Fernández, J., Castro-Rodríguez, D. C., & Zubirán, N. S. (2021). El agua de coco: no solo el agua de coco: no solo una bebida refrescante, sino una bebida refrescante, sino una bebida con beneficios una bebida con beneficios para la salud para la salud. *Frontera Biotecnológica*, 1(1), 1-6. <https://www.revistafronterabiotecnologica.cibatlaxcala.ipn.mx/volumen/vol20/pdf/vol-20-2.pdf>
- Vargas, P., Castellanos, J. Z., Sánchez, P., Tijerina L., López, R. M., y Ojodeagua, José L. (2008). *Caracterización física, química y biológica de sustratos de polvo de coco*. *Fitotec*, 31(4), 375-381.
- Yepes Piqueras, V. (2011). *Peso específico seco de un suelo*. Universitat Politècnica de Valencia. <http://hdl.handle.net/10251/10730>
- Yepes, V. (2021). *Procedimientos de construcción para la compactación y mejora del terreno*. Colección Manual de Referencia, 1ª edición. Editorial Universitat Politècnica de València, 426 pp. Ref. 428. ISBN: 978-84-9048-603-0. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2015/04/10/laboratorio-virtual-peso-especifico-de-un-suelo/>
- Yirijor, J., Arhin, E., Agyepong, L., Badu, G., & McBagonluri, F. (2022). Investigation of the mechanical and combustion characteristics of cocoa pod and coconut husk

- composite briquette. *Journal of Materials Science Research and Reviews*, 9(3), 29-38. <https://www.sdiarticle5.com/review-history/88968>
- Zakikhani, P., Zahari, R., Sultan, M. T. H., & Majid, D. L. (2014). Extraction and preparation of bamboo fibre-reinforced composites. *Materials & Design*, 63, 820-828. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.06.058>
- Zapata, R. (2018). *Geología y Geotecnia, Tipos de suelos: Caracterización de suelos arcillosos y limosos*. Universidad Nacional de Rosario. <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/TIPOS%20DE%20SUELO.pdf>
- Zea, N. L. (2005). *Caracterización de las arcillas para la fabricación de ladrillos artesanales* [Trabajo de Graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Zorrilla Rodríguez, C. E. (2018). *Estudio de la influencia del curado acelerado del concreto para un $F' C = 280 \text{ kg/cm}^2$* . [Tesis para obtener el título de ingeniero civil, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2075>

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo A. Glosario de términos básicos

Albañilería confinada: Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel (MVCS, 2006, p. 2).

Arcilla: Es el agregado mineral terroso o pétreo que contiene esencialmente silicatos de aluminio hidratados. La arcilla es plástica cuando está suficientemente pulverizada y saturada, es rígida cuando está seca y es vidriosa cuando se quema a temperatura de 1000 °C (INACAL, 2016).

Arena: Según Paulino y Espino (2017), la arena es una composición granular de origen natural o artificial que pasa a través del tamiz de 9,51 mm (3/8”) pero que queda retenida en un tamiz de 0,075 mm (N° 200).

Coco: El coco es un fruto de la familia Arecaceae, de nombre científico “Cocos Nucífera”, que crece en una palmera (Quito, 2016).

Cáscara de coco: La cáscara del coco es fibrosa, con una cáscara fina y una membrana muy dura por debajo. A continuación, aparece una pulpa blanca, muy compacta, cuyo centro es un líquido blanco lechoso caracterizado por su alto contenido en electrolitos y minerales (Quito, 2016).

Estopa de coco: Fibra multicelular de celulosa y madera, con excelente rigidez y dureza, baja conductividad térmica, alta resistencia al impacto, resistencia a bacterias y agua, antiséptico, antifúngico y no vulnerable al ataque de roedores o termitas (Quintanilla, 2010, p. 20).

Fibra de coco: Compuestos naturales de fibrillas de celulosa huecas arraigadas entre sí por lignina y hemicelulosa (Maslinda et al., 2017)

Ladrillo: Se denomina ladrillo a aquella unidad cuyas dimensiones permitan que pueda ser manipulada con una sola mano; y bloque, a aquella que requiera de ambas manos para su manipulación (MVCS, 2006).

Ladrillo artesanal: Fabricado con procedimientos predominantemente anuales. El amasado o moldeado es hecho a mano o con maquinaria elemental que en ciertos casos extruye, a baja presión, la pasta de arcilla. El procedimiento de moldaje exige que se use arena o agua para evitar que la arcilla se adhiera a los moldes dando un acabado característico al ladrillo (INACAL, 2016).

Pilas: Las pilas de albañilería con prismas compuestas por dos o más unidades de albañilería una sobre otra unidad mediante un mortero (Guadalupe, 2019, p. 54).

Residuos orgánicos:

Resistencia: La capacidad de un sólido para soportar presiones y fuerzas aplicadas sin quebrarse, deformarse o sufrir deterioros (Guadalupe, 2019, p. 53).

Unidad de albañilería: Define a los ladrillos o bloques de albañilería. Un ladrillo es una pieza lo suficientemente grande y pesado para llevarlo en una mano, mientras que, los bloques por su tamaño y peso se llevan con las dos manos (MVCS, 2006).

Anexo B. Matriz de consistencia

Título: Incidencia del remplazo parcial de arena por residuos orgánicos de coco en las propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal Tipo I, bajo condiciones de la cantera El Frutillo Bajo, Chota, 2022

Tesista: Luis Angel Ruiz Rubio

| Formulación del problema | Objetivos | Hipótesis | Variables | Dimensiones | Indicadores | Metodología |
|--|---|--|---|--|--|---|
| ¿Cómo incidirá el reemplazo parcial de la arena por residuos orgánicos de coco en las propiedades físico-mecánicas de un ladrillo artesanal Tipo I, elaborado bajo condiciones de la cantera el Frutillo Bajo, para muros portantes? | <p>Objetivo general Evaluar la incidencia del remplazo parcial de arena por residuos orgánicos de coco en las propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal Tipo I, bajo condiciones de la cantera El Frutillo Bajo, según la norma E.070 (MVCS, 2006).</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Determinar las propiedades físicas del suelo de la cantera Frutillo bajo. <input type="checkbox"/> Determinar las propiedades físicas de los residuos de coco triturados con TMN 2,00 mm (Tamiz N° 10). <input type="checkbox"/> Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales elaborados con arcilla de la cantera El Frutillo sustituyendo parcialmente la arena por residuos de coco al 0%, 3%, 5%, 10% y 15% del peso. <input type="checkbox"/> Comparar la resistencia a compresión axial en pilas y al corte diagonal en muretes de ladrillos artesanales con y sin residuos de coco. | <p>H1: El ladrillo artesanal elaborado con reemplazo parcial de arena por residuos orgánicos de coco, elaborado bajo condiciones de la cantera el Frutillo, califica como ladrillo Tipo I, según la Norma E.070.</p> <p>Ho: El ladrillo artesanal elaborado con reemplazo parcial de arena por residuos orgánicos de coco, elaborado bajo condiciones de la cantera el Frutillo, no califica como ladrillo Tipo I, según la Norma E.070.</p> | <p>Variable independiente</p> <p>Residuos de coco como sustituto parcial de la arena</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal</p> | <p>Propiedades físicas del residuo de coco</p> <p>Propiedades físicas de la arena</p> <p>Propiedades físicas del suelo de la cantera Frutillo Bajo</p> <p>Propiedades físicas</p> <p>Propiedades mecánicas</p> | <p>Granulometría</p> <p>Densidad específica</p> <p>Contenido de humedad</p> <p>Granulometría</p> <p>Densidad específica</p> <p>Contenido de humedad</p> <p>Límites de consistencia</p> <p>Granulometría</p> <p>Densidad específica</p> <p>Contenido de humedad</p> <p>Límites de consistencia</p> <p>Variación dimensional</p> <p>Alabeo</p> <p>Absorción</p> <p>Peso específico</p> <p>Eflorescencia</p> <p>Resistencia a compresión</p> <p>Resistencia axial en pilas</p> <p>Resistencia al corte diagonal</p> | <p>Enfoque: cuantitativo</p> <p>Tipo de investigación: aplicada</p> <p>Nivel de investigación: descriptivo comparativo</p> <p>Diseño de investigación: descriptivo causal simple</p> <p>Muestra: 150 ladrillos de 240 x 130 x 90 mm, hechos a base de arcilla de la cantera El Frutillo propiedad del Sr. Victor Campos Perez, del distrito de Bambamarca y residuos de coco (de TMN 2,00 mm, tamiz N° 10) del distrito de Bagua Grande, como sustituto de la arena en porcentajes de 0%, 3%, 5%, 10% y 15% del peso.</p> |

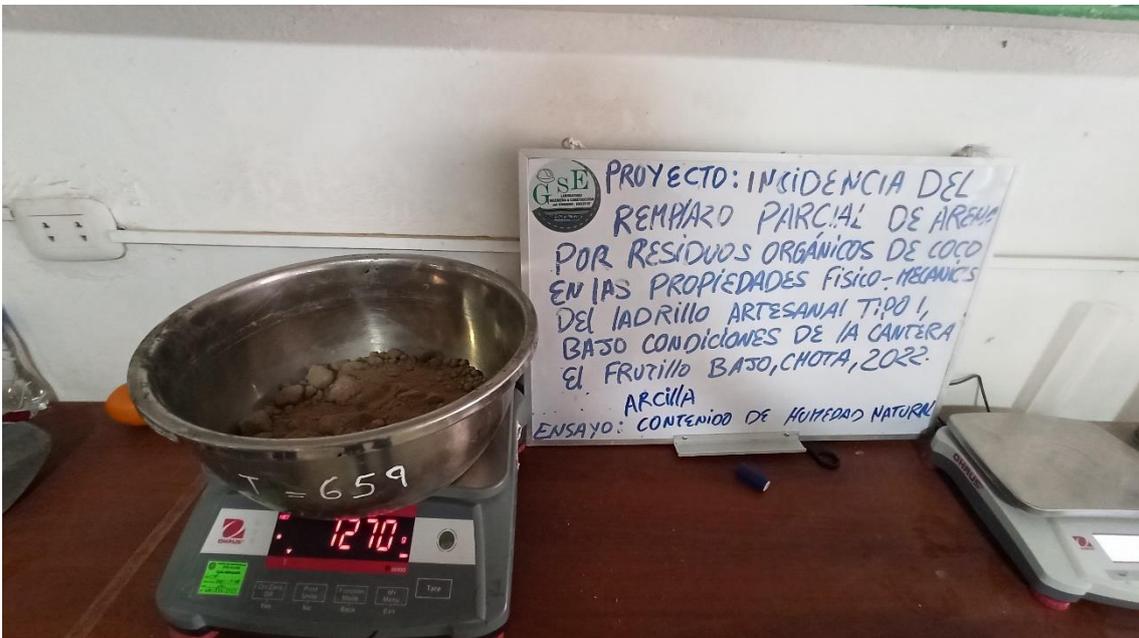
Anexo C. Panel fotográfico

C.1. Arcilla

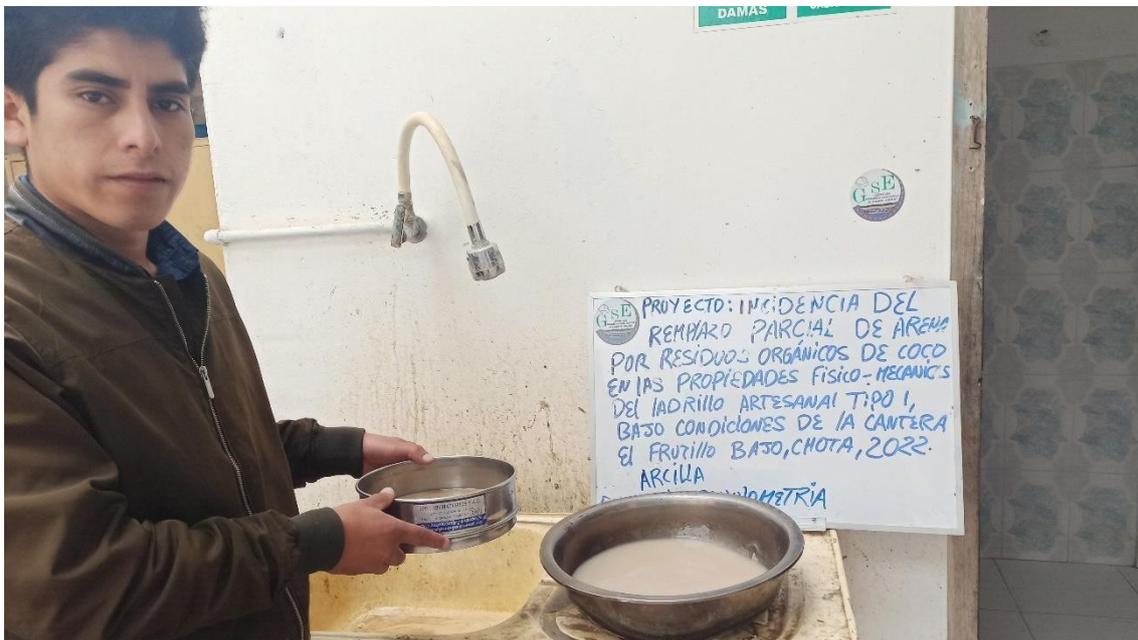
Fotografía 1. Extracción de arcilla en la cantera El Frutillo Bajo



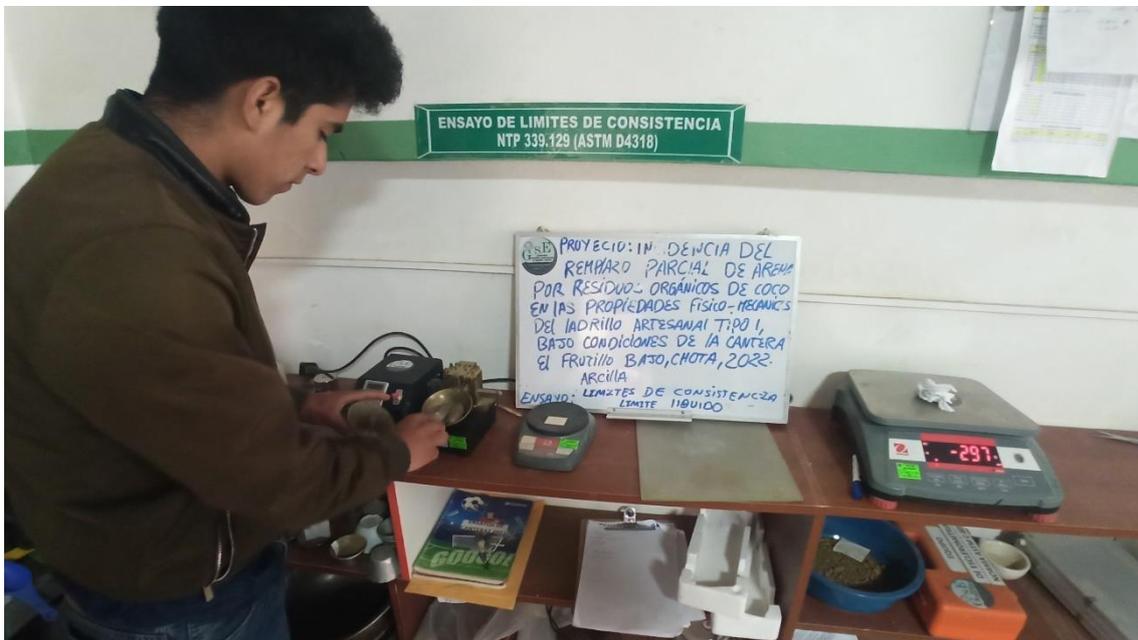
Fotografía 2. Contenido de humedad de la arcilla



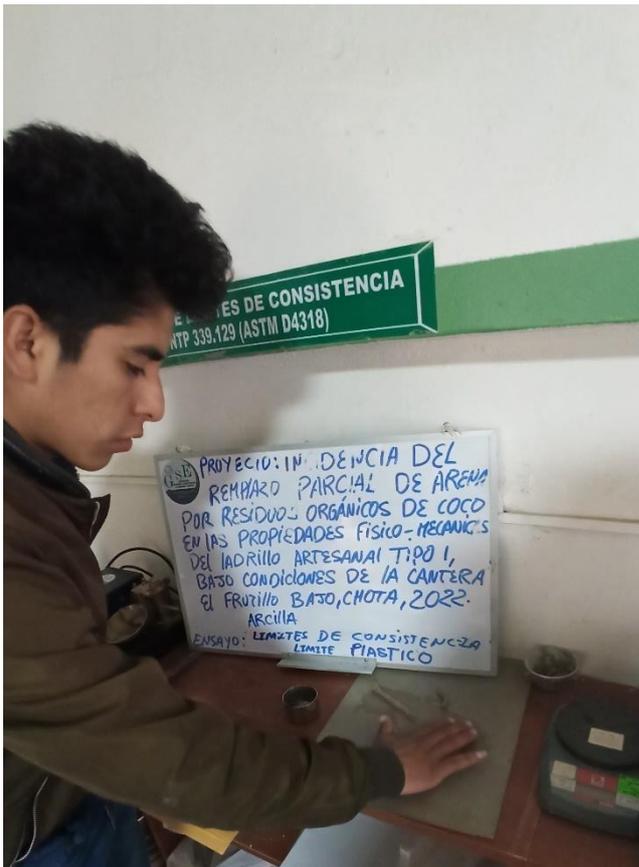
Fotografía 3. Granulometría de la arcilla



Fotografía 4. Límite líquido de la arcilla

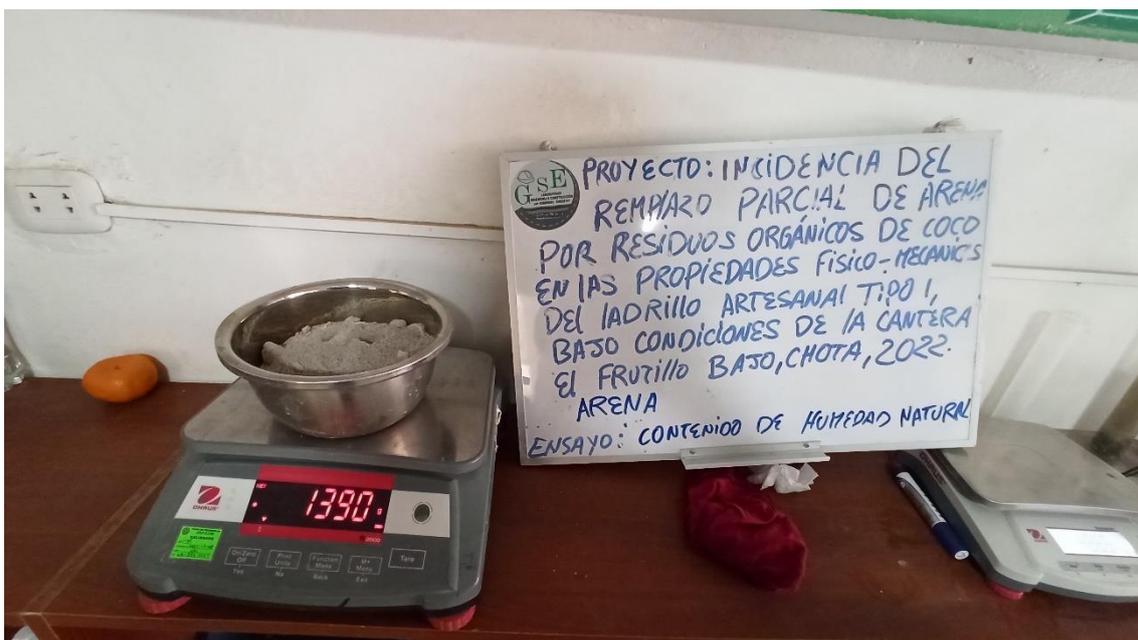


Fotografía 5. Límite plástico de la arcilla



C.2. Arena

Fotografía 6. Contenido de humedad de la arena



Fotografía 7. Granulometría de la arena



Fotografía 8. Límite líquido de la arena



C.3. Residuos de Coco

Fotografía 9. Recolección de los residuos de coco



Fotografía 10. Traslado de los residuos de coco



Fotografía 11. Limpieza de los residuos de coco



Fotografía 12. Trituración de los residuos de coco



Fotografía 13. Ensayos a los residuos de coco



C.4. Ladrillos con residuos de coco

Fotografía 14. Mezclado de materias primas



Fotografía 15. Molienda de materias primas



Fotografía 16. Moldeado de ladrillos



Fotografía 17. Secado de ladrillos



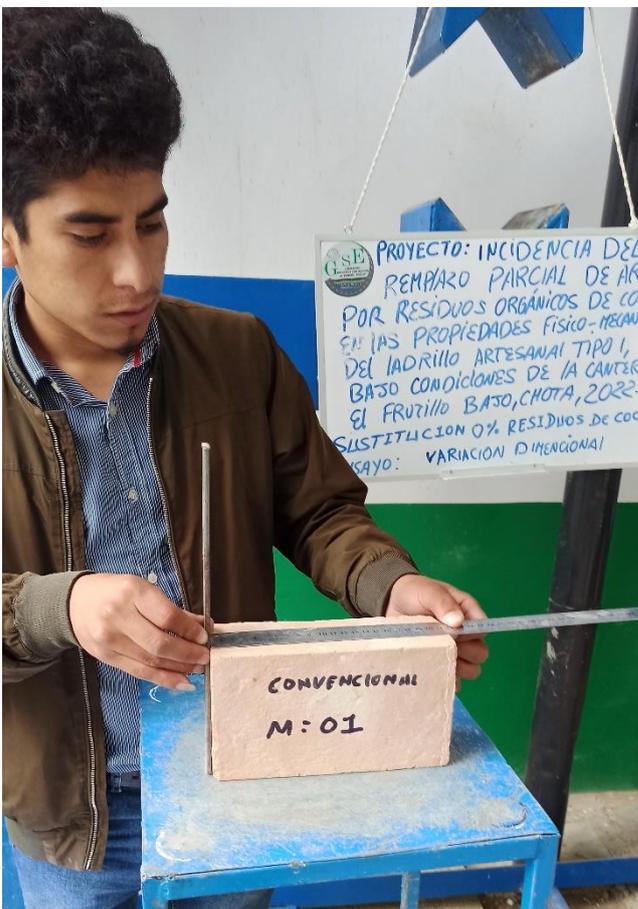
Fotografía 18. Cocción de ladrillos



Fotografía 19. Ensayo de alabeo en ladrillos



Fotografía 20. Ensayo de variación dimensional en ladrillos



Fotografía 21. Ensayo de peso específico en ladrillos



Fotografía 22. Ensayo de absorción en ladrillos



Fotografía 23. Pesaje de los ladrillos



Fotografía 24. Ensayo de resistencia a compresión en ladrillos



Fotografía 25. Ensayo de resistencia en pilas



Fotografía 26. Elaboración de muretes



Fotografía 27. Ensayo de resistencia en muretes



Anexo D. Estadísticas de la producción de coco en Perú

Tabla 46

Perú: Producción, superficie cosechada, rendimiento y precio en chacra de Coco, según región 2018

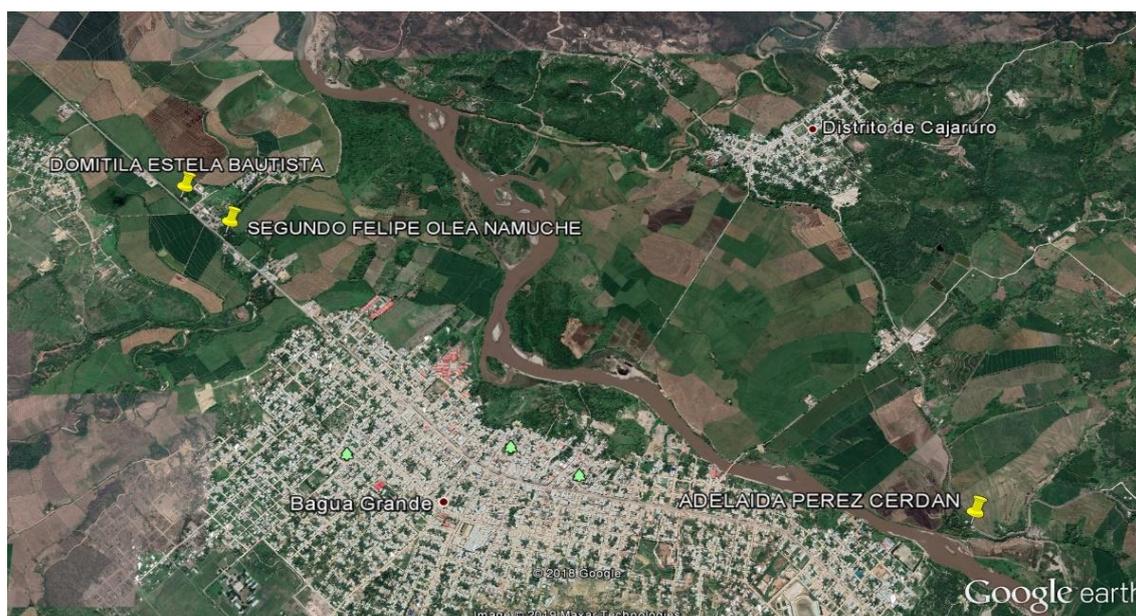
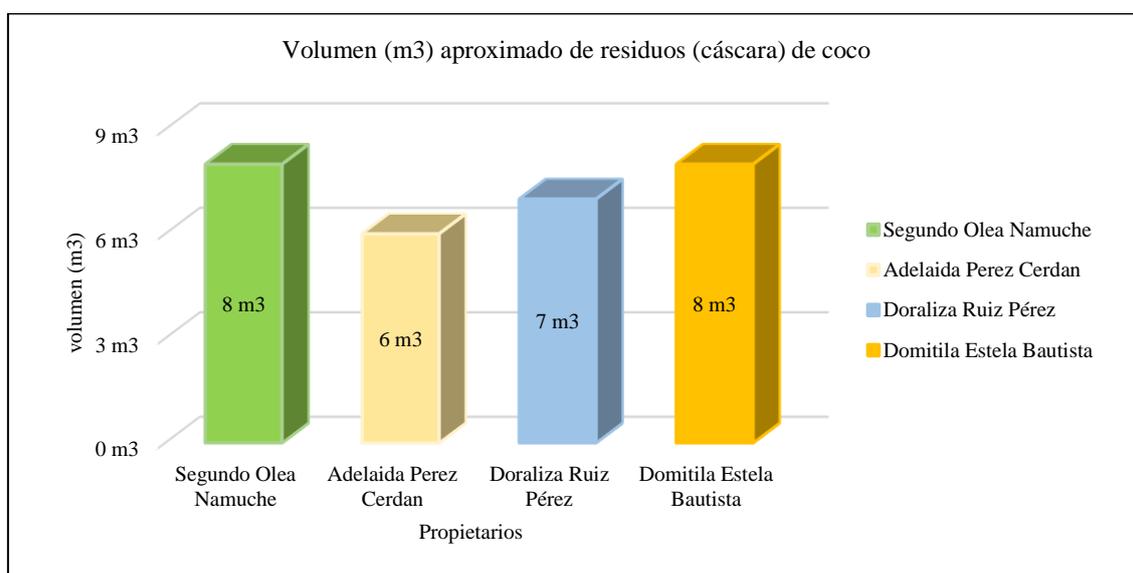
| Región | Producción (t) | Superficie (ha) | Rendimiento (kg/ha) | Precio en chacra (S/. / kg) |
|-----------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|--|
| Nacional | 32,923 | 2,383 | 13,815 | 0.47 |
| Amazonas | 654 | 52 | 12,556 | 0.72 |
| Ancash | 0 | 0 | - | - |
| Apurímac | 0 | 0 | - | - |
| Arequipa | 0 | 0 | - | - |
| Ayacucho | 103 | 15 | 6,867 | 0.99 |
| Cajamarca | 95 | 14 | 6,778 | 0.50 |
| Callao | 0 | 0 | - | - |
| Cusco | 0 | 0 | - | - |
| Huancavelica | 0 | 0 | - | - |
| Huánuco | 1,267 | 128 | 9,898 | 0.41 |
| Ica | 0 | 0 | - | - |
| Junín | 398 | 69 | 5,764 | 0.70 |
| La Libertad | 0 | 0 | - | - |
| Lambayeque | 32 | 25 | 1,280 | 0.61 |
| Lima | 0 | 0 | - | - |
| Lima Metropolitana | 0 | 0 | - | - |
| Loreto | 9,618 | 872 | 11,030 | 0.37 |
| Madre de Dios | 546 | 55 | 9,971 | 1.11 |
| Moquegua | 0 | 0 | - | - |
| Pasco | 0 | 0 | - | - |
| Piura | 1,552 | 106 | 14,642 | 0.66 |
| Puno | 0 | 0 | - | - |
| San Martín | 9,867 | 350 | 28,192 | 0.35 |
| Tacna | 0 | 0 | - | - |
| Tumbes | 173 | 7 | 25,190 | 0.46 |
| Ucayali | 8,619 | 690 | 12,482 | 0.63 |

Nota: (Ministerio de Agricultura y Riego, 2018).

Anexo E. Zonas con residuos de coco

Volumen Aproximado de Residuos de Coco

| Propietario | Coordenadas de ubicación | | Elevación | Volumen aproximado |
|--------------------------|--------------------------|------------|-----------|--------------------|
| | E | N | | |
| Segundo Olea Namuche | 781656.00 | 9364690.00 | 431 m | 8 m ³ |
| Adelaida Pérez Cerdán | 785779.10 | 9362844.03 | 437 m | 6 m ³ |
| Doraliza Ruiz Pérez | 788338.90 | 9366936.68 | 598 m | 7 m ³ |
| Domitila Estela Bautista | 781379.54 | 9364927.41 | 433 m | 8 m ³ |



Anexo F. Resultados de ensayos de laboratorio



“GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC”
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYOS DE ARENA NATURAL

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremio Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
REG. C.O. Nº 267870

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N^o 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

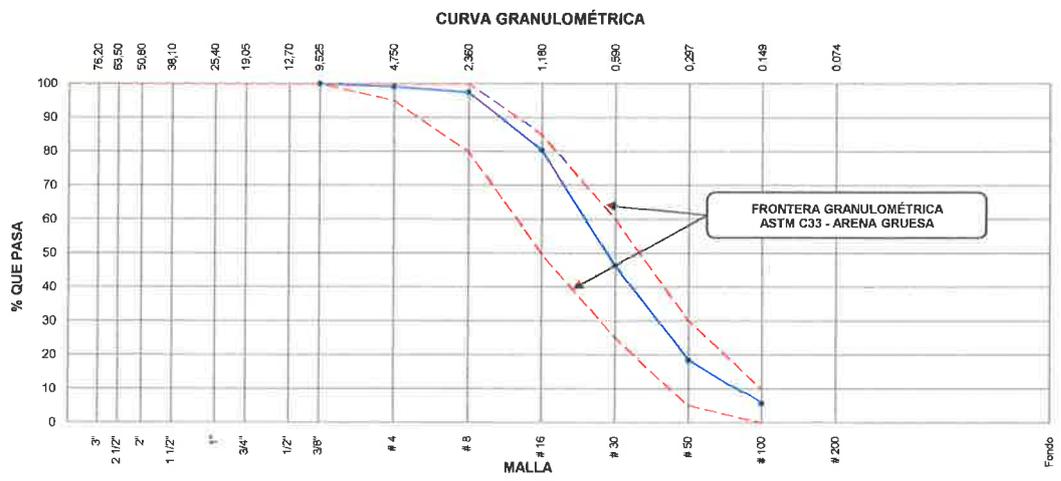
| | | | |
|---|---|---------|----------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-63 |
| | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136 | Versión | 01 |
| | | Fecha | |
| | | Página | 1 de 1 |

TESIS "INCIDENCIA DEL REPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO Muestreado por : L.A.R.R.
 Ensayado por : L.A.R.R.
 Ubicación de Proyecto : CHOTA Fecha de Ensayo: 3/06/2022
 Material : AGREGADO FINO Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
 Procedencia : CANTERA FRUTILLO BAMBAMARCA

| AGREGADO FINO ASTM C33/C33M-18 - ARENA NATURAL | | | | | | |
|--|-----------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------|----------------|
| Malla | Peso Retenido g | % Parcial Retenido | % Acumulado Retenido | % Acumulado que pasa | ASTM "LIM INF" | ASTM "LIM SUP" |
| 4" | 100.00 mm | | | | 100.00 | 100.00 |
| 3 1/2" | 90.00 mm | | | | 100.00 | 100.00 |
| 3" | 75.00 mm | | | | 100.00 | 100.00 |
| 2 1/2" | 63.00 mm | | | | 100.00 | 100.00 |
| 2" | 50.00 mm | | | | 100.00 | 100.00 |
| 1 1/2" | 37.50 mm | | | | 100.00 | 100.00 |
| 1" | 25.00 mm | | | | 100.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.00 mm | | | | 100.00 | 100.00 |
| 1/2" | 12.50 mm | | | | 100.00 | 100.00 |
| 3/8" | 9.50 mm | | | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| # 4 | 4.75 mm | 4.0 | 0.91 | 0.91 | 99.09 | 95.00 |
| # 8 | 2.36 mm | 7.0 | 1.59 | 2.50 | 97.50 | 80.00 |
| # 16 | 1.18 mm | 75.0 | 17.05 | 19.55 | 80.45 | 50.00 |
| # 30 | 600 µm | 150.0 | 34.09 | 53.64 | 46.36 | 25.00 |
| # 50 | 300 µm | 123.0 | 27.95 | 81.59 | 18.41 | 5.00 |
| # 100 | 150 µm | 56.0 | 12.73 | 94.32 | 5.68 | 0.00 |
| Fondo | - | 25.0 | 5.68 | 100.00 | 0.00 | - |
| | | | | | MF | 2.53 |
| | | | | | TMN | --- |



| GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC | | |
|--|--|--|
| <p>TECNICO LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO</p> | <p>JEFE LEM</p> <p>Nombre y firma:</p> | <p>CQC - LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  |



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

HUMEDAD NATURAL DE LOS AGREGADOS (ASTM D 2216, MTC E 108-2000)

TESIS : "INCIDENCIA DEL REPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

Cantera : FRUTILLO BAMBAMARCA **Realizado Por :** L.A.R.R.
Muestra : M-1 **Ing. Responsable :** G.R.R. **Fecha :** 03-06-22

DATOS DE LA MUESTRA

Material : ARENA NATURAL **Uso:**
Ubicación de la Muestra:
Tamaño Máximo: 3/8"

HUMEDAD NATURAL AGREGADO FINO

| TARRO | | | | PROMEDIO |
|----------------------|---------|--|--|----------|
| TARRO + SUELO HUMEDO | 1390.00 | | | |
| TARRO + SUELO SECO | 1294.00 | | | |
| AGUA | 96.00 | | | |
| PESO DEL TARRO | 0.00 | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | 1294.00 | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 7.42 | | | 7.42 |

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN S.
Geremio Vilanogallo Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 357870



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS: "INCIDENCIA DEL REPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

| | | | |
|-------------|-------------------------|------------|------------|
| UBICACIÓN | CHOTA | HECHO POR | : L.A.R.R |
| SOLICITANTE | : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO | ING. RESP. | : G.R.R |
| ESTRATO | | FECHA | : 3-jun-22 |

DATOS DE LA MUESTRA

| | | | |
|----------|-----------------|-------------|-------|
| MATERIAL | : ARENA NATURAL | CALICATA | : C-1 |
| CALICATA | : C-1 | MUESTRA | : M-1 |
| | | PROFUNDIDAD | : |

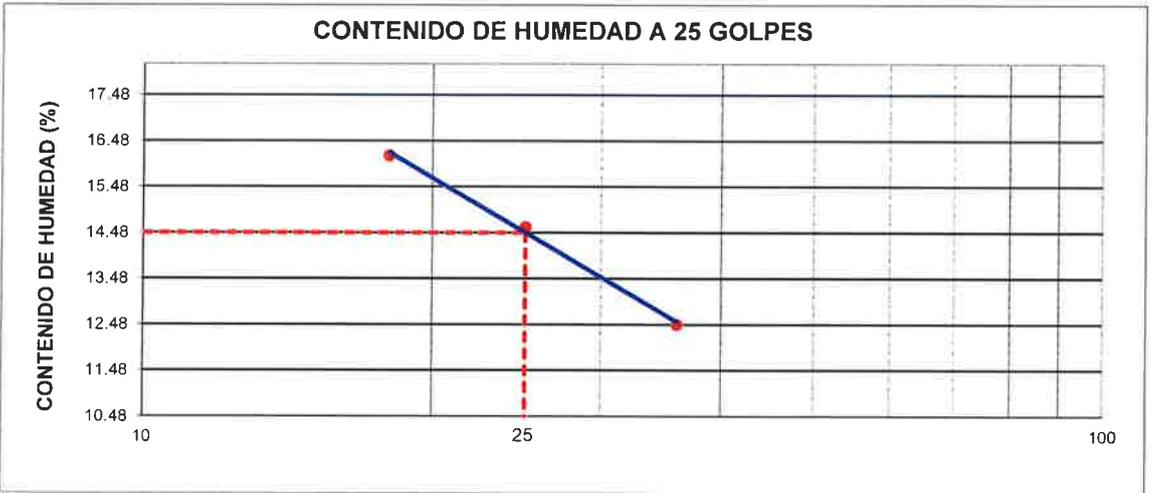
LIMITE LIQUIDO

| Nº TARRO | | 1 | 2 | 3 | |
|---------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | (g) | 49.00 | 49.80 | 50.10 | |
| PESO TARRO + SUELO SECO | (g) | 46.02 | 46.30 | 46.25 | |
| PESO DE AGUA | (g) | 2.98 | 3.50 | 3.85 | |
| PESO DEL TARRO | (g) | 22.15 | 22.32 | 22.42 | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | 23.87 | 23.98 | 23.83 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 12.48 | 14.60 | 16.16 | 14.41 |
| NUMERO DE GOLPES | | 36 | 25 | 18 | 26.33 |

LIMITE PLASTICO

| Nº TARRO | | | | |
|---------------------------|-----|-----------|--|--|
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | (g) | NP | | |
| PESO TARRO + SUELO SECO | (g) | | | |
| PESO DE AGUA | (g) | | | |
| PESO DEL TARRO | (g) | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | |
| CONTENIDO DE DE HUMEDAD | (%) | | | |

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

| | |
|-----------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 14.4 |
| LIMITE PLASTICO | NP |
| INDICE DE PLASTICIDAD | NP |

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP 137067170



INFORME

**DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
ASTM C128-15**

| | |
|---------|------------|
| Código | AE-FO-67 |
| Versión | 01 |
| Fecha | 30-04-2018 |
| Página | 1 de 1 |

Tesis "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO
Atención : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO
Ubicación del Proyecto
Material : ARENA NATURAL

Muestreado por : L.A.R.R
Ensayado por : L.A.R.R
Fecha de Ensayo: 3/06/2022
Turno: Diurno

Código de Muestra : --
Procedencia : CANTERA FRUTILLO BAMBAMARCA
N° de Muestra : --
Progresiva : --

| IDENTIFICACIÓN | | 1 | | |
|--|----------------------------------|-------|--|-------|
| A | Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS) | 100.0 | | |
| B | Peso Frasco + agua | 642.0 | | |
| C | Peso Frasco + agua + muestra SSS | 702.6 | | |
| D | Peso del Mat. Seco | 98.0 | | |
| Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C) | | 2.487 | | 2.487 |
| Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C) | | 2.538 | | 2.538 |
| Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C) | | 2.600 | | 2.600 |
| % Absorción = 100*((A-D)/D) | | 2.0 | | 2.0 |

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM

Nombre y firma:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

JEFE LEM

Nombre y firma:

CQC - LEM

Nombre y firma:

LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 GERENTE DE INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN
 INGENIERO CIVIL
 REG. OF. N° 267870



“GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC”
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYOS DE ARCILLAS

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremí Rimarachin
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 207870

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS: "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

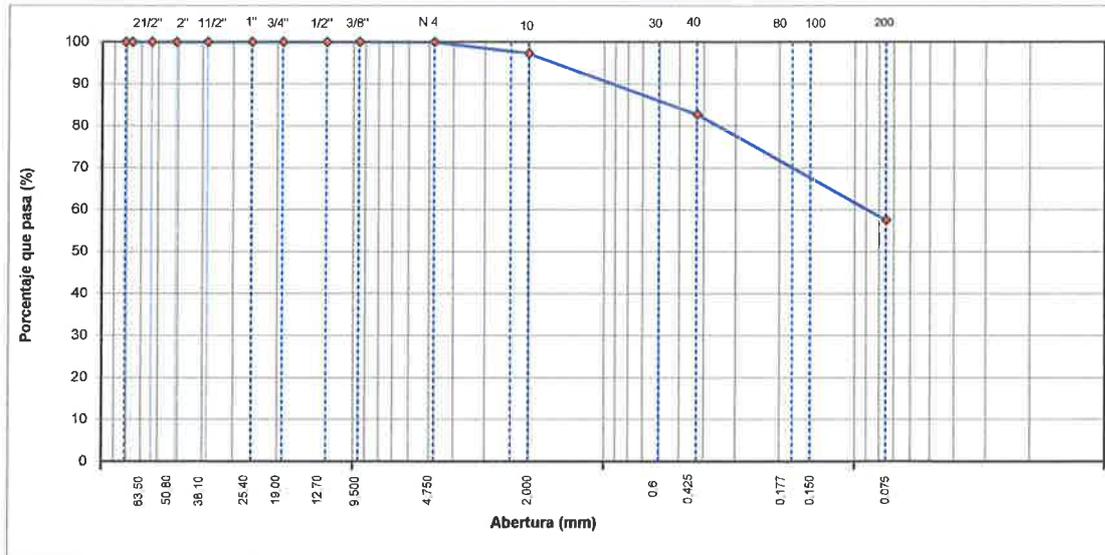
| | | | |
|---------------|-----------------------|--------------|-----------|
| UBICACIÓN : | CHOTA | HECHO POR : | L.A.R.R |
| SOLICITANTE : | LUIS ANGEL RUIZ RUBIO | ING. RESP. : | G.R.R |
| ESTRATO : | | FECHA : | 3/06/2022 |

DATOS DE LA MUESTRA

| | | | | |
|------------|--|-----------------|-------|---|
| MATERIAL : | ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD - PARA LADRILLOS ARTESANALES | PESO INICIAL : | 700.0 | g |
| CALICATA : | C-1 | FRACCIÓN SECA : | 700.0 | g |
| MUESTRA : | M - 1 | PROFUND. (M.) : | | |

| TAMIZ | AASHTO T-27 (mm) | PESO RETENIDO | PORCENTAJE RETENIDO | RETENIDO ACUMULADO | PORCENTAJE QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|----------|------------------|---------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------|----------------------------------|
| 3 1/2" | 80.89 | | | | | A | |
| 3" | 76.200 | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | %Peso Material >4: 0.0% |
| 2" | 50.800 | | | | | | % Peso Material <4 100.0% |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | | Límite Líquido (LL) : 30.5 |
| 1" | 25.400 | | | | | | Límite Plástico (LP) : 21.5 |
| 3/4" | 19.000 | | | | | | Índice Plástico (IP) : 9.0 |
| 1/2" | 12.700 | | | | | | Clasificación(SUCS) : CL |
| 3/8" | 9.500 | | | | | | Clasific. (AASHTO) : A-4 (5) |
| Nº 4 | 4.750 | | | | 100.0 | | |
| Nº 8 | 2.360 | | | | | | |
| Nº 10 | 2.000 | 19.0 | 2.7 | 2.7 | 97.3 | | Contenido de Humedad (%) : 11.01 |
| Nº 16 | 1.190 | | | | | | Materia Orgánica : |
| Nº 20 | 0.840 | | | | | | Índice de Consistencia : |
| Nº 30 | 0.600 | | | | | | Índice de Líquidez : |
| Nº 40 | 0.425 | 102.00 | 14.6 | 17.3 | 82.7 | | Descripción del (IC) : |
| Nº 50 | 0.300 | | | | | | |
| Nº 80 | 0.177 | | | | | | |
| Nº 100 | 0.150 | 125.00 | 17.9 | 35.1 | 64.9 | | OBSERVACIONES : |
| Nº 200 | 0.075 | 51.00 | 7.3 | 42.4 | 57.6 | | |
| < Nº 200 | FONDO | 403.00 | 57.6 | 100.0 | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
INGENIERO CIVIL
REG. CIVIL 202170



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS: "INCIDENCIA DEL REPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
|---|-------------------------|------------|-------------|
| UBICACIÓN | CHOTA | HECHO POR | : L.A.R.R |
| SOLICITANTE | : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO | ING. RESP. | : G.R.R |
| ESTRATO | | FECHA | : 3-jun.-22 |

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|--|-------------|-------|
| MATERIAL | : ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD - PARA LADRILLOS ARTESANALES | CALICATA | : C-1 |
| CALICATA | : C-1 | MUESTRA | : M-1 |
| | | PROFUNDIDAD | : |

| LIMITE LIQUIDO | | | | | |
|---------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| Nº TARRO | | 1 | 2 | 3 | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | (g) | 53.00 | 53.80 | 54.10 | |
| PESO TARRO + SUELO SECO | (g) | 46.25 | 46.42 | 46.35 | |
| PESO DE AGUA | (g) | 6.75 | 7.38 | 7.75 | |
| PESO DEL TARRO | (g) | 22.52 | 22.32 | 22.42 | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | 23.73 | 24.10 | 23.93 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 28.45 | 30.62 | 32.39 | 30.49 |
| NUMERO DE GOLPES | | 36 | 25 | 18 | 26.33 |

| LIMITE PLASTICO | | | | | |
|---------------------------|-----|-------|-------|--|--|
| Nº TARRO | | 4 | 5 | | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | (g) | 24.75 | 25.20 | | |
| PESO TARRO + SUELO SECO | (g) | 23.25 | 23.63 | | |
| PESO DE AGUA | (g) | 1.50 | 1.57 | | |
| PESO DEL TARRO | (g) | 16.25 | 16.32 | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | 7.00 | 7.31 | | |
| CONTENIDO DE DE HUMEDAD | (%) | 21.43 | 21.48 | | |



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|------|
| LIMITE LIQUIDO | 30.5 |
| LIMITE PLASTICO | 21.5 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 9.0 |

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremías Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP Nº 267770



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS: "INCIDENCIA DEL REPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
|--|-------------------------|------------|-------------|
| UBICACIÓN | CHOTA | HECHO POR | : L.A.R.R |
| SOLICITANTE | : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO | ING. RESP. | : G.R.R |
| ESTRATO | - | FECHA | : 3-jun.-22 |

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|--|-------------|-------|
| MATERIAL | : ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD - PARA LADRILLOS ARTESANALES | CALICATA | : C-1 |
| CALICATA | : C-1 | MUESTRA | : M-1 |
| | | PROF. (M.): | |

| MUESTRA | 1 | | | |
|---------------------------------|--------|--|--|--|
| SUELO HUMEDO + CAPSULA | 1270.0 | | | |
| PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.) | 1144.0 | | | |
| PESO DE CAPSULA (gr.) | 0.0 | | | |
| PESO DEL AGUA | 126.0 | | | |
| PESO DE SUELO SECO | 1144.0 | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 11.01 | | | |

PROMEDIO % DE HUMEDAD : 11.0

Observaciones: -

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
Gerente
INGENIERO CIVIL
REG. C.O.F. 14 227070



FORMATO

| | |
|---------|----------|
| Código | AE-FO-11 |
| Versión | 01 |
| Fecha | |
| Página | 1 de 1 |

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA
ASTM D854

TESIS: : "INCIDENCIA DEL REPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

| | | | |
|-----------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| SOLICITANTE | : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO | MUESTREO POR | : L.A.R.R |
| CÓDIGO DE PROYECTO | : --- | ING. RESPONSABLE | : G.R.R |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : CHOTA | FECHA DE ENSAYO | : 3/06/2022 |
| ATENCIÓN | : TERRENO NATURAL | TURNO | : Diurno |

| | | | |
|---------------|-----------|--------------|-----|
| Material | : ARCILLA | Profundidad: | |
| Sondaje | : C-01 | Norte: | --- |
| N° de Muestra | : M-1 | Este: | --- |
| | | Cota: | --- |

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA
ASTM D854

MÉTODO DE ENSAYO "B"

| DATOS | | |
|---|---------|------|
| Número de fiola | A | |
| Masa de suelo seco (gr) | 74.62 | |
| Masa de fiola + agua destilada (gr) | 654.00 | |
| Masa de fiola + agua destilada + suelo (gr) | 698.90 | |
| Temperatura del agua c° | 24.5 | |
| Coefficiente de corrección a 20°C (K) | 0.99897 | |
| Peso específico de sólidos (gr) | 2.51 | |
| Gravedad específica de los sólidos (gr) | 2.51 | 2.51 |

OBSERVACIONES:

- * Muestra tomada en campo por el SOLICITANTE
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y COSNTRUCCION

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC

| | | | | | |
|--|----|-----------------------------|----|--|----|
| TECNICO LEM Nombre y firma: Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | D: | JEFE LEM Nombre y firma: | D: | ODC - LEM Nombre y firma: Geremías Rimarachin INGENIERO CIVIL REG. C. N. 267370 | D: |
|--|----|-----------------------------|----|--|----|

| | | | |
|--|--|---------|----------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-11 |
| | ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA ASTM D854 | Versión | 01 |
| | | Fecha | |
| | | Página | 1 de 1 |

Tesis : "INCIDENCIA DEL REPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

| | |
|--|------------------------------------|
| SOLICITANTE : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO | MUESTREADO POR : L.A.R.R |
| CÓDIGO DE PROYECTO : --- | ING. RESPONSABLE : R.C..R |
| UBICACIÓN DE PROYECTO : CHOTA | FECHA DE ENSAYO : 3/06/2022 |
| | TURNO : Diurno |

| | |
|----------------------------|----------------------|
| Material : ARCILLA | Profundidad : |
| Sondaje : C-01 | Norte : --- |
| N° de Muestra : M-1 | Este : --- |
| Progresiva : --- | Cota : --- |

**ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS
ASTM D854**

MÉTODO DE ENSAYO "B"

| | | |
|--|----|---------|
| Gravedad específica de sólidos | gr | 2.51 |
| Temperatura del agua destilada durante el ensayo | °C | 24.5 |
| Coefficiente de Temperatura (K) | K | 0.99897 |
| Gravedad específica de sólidos corregida por T° | gr | 2.51 |

OBSERVACIONES:

- * Muestra tomada en campo por el SOLICITANTE
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y COSNTRUCCION

INGEOCONTROL SAC

| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
|--|-----------------|---|
| Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | Nombre y firma: | Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremio Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870 |



“GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC”
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYOS DE RESIDUOS ORGANICOS DE COCO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremio Rimarachin
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 267840

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

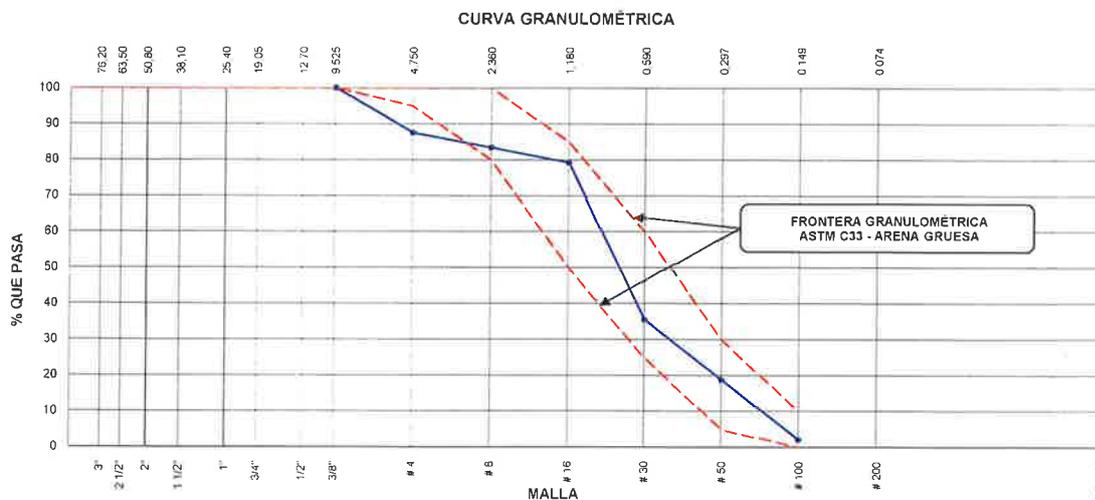


| | | | |
|---|--|---------|----------|
| INFORME | | Código | AE-FO-83 |
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO | | Versión | 01 |
| | | Fecha | |
| | | Página | 1 de 1 |

TESIS : "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"
 Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO
 Ubicación de Proyecto : CHOTA
 Material : RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO
 Código de Muestra : ---
 Procedencia : RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO

Muestreado por : SOLICITANTE
 Ensayado por : L A R R
 Fecha de Ensayo : 3/06/2022
 Turno : Diurno

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO | | | | | | | |
|---|-----------|-----------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------|----------------|
| Malla | | Peso Retenido g | % Parcial Retenido | % Acumulado Retenido | % Acumulado que pasa | ASTM "LIM INF" | ASTM "LIM SUP" |
| 4" | 100.00 mm | | | | | 100.00 | 100.00 |
| 3 1/2" | 90.00 mm | | | | | 100.00 | 100.00 |
| 3" | 75.00 mm | | | | | 100.00 | 100.00 |
| 2 1/2" | 63.00 mm | | | | | 100.00 | 100.00 |
| 2" | 50.00 mm | | | | | 100.00 | 100.00 |
| 1 1/2" | 37.50 mm | | | | | 100.00 | 100.00 |
| 1" | 25.00 mm | | | | | 100.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.00 mm | | | | | 100.00 | 100.00 |
| 1/2" | 12.50 mm | | | | | 100.00 | 100.00 |
| 3/8" | 9.50 mm | | | | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| # 4 | 4.75 mm | 6.0 | 12.50 | 12.50 | 87.50 | 95.00 | 100.00 |
| # 8 | 2.36 mm | 2.0 | 4.17 | 16.67 | 83.33 | 80.00 | 100.00 |
| # 16 | 1.18 mm | 2.0 | 4.17 | 20.83 | 79.17 | 50.00 | 85.00 |
| # 30 | 600 µm | 21.0 | 43.75 | 64.58 | 35.42 | 25.00 | 60.00 |
| # 50 | 300 µm | 8.0 | 16.67 | 81.25 | 18.75 | 5.00 | 30.00 |
| # 100 | 150 µm | 8.0 | 16.67 | 97.92 | 2.08 | 0.00 | 10.00 |
| Fondo | - | 1.0 | 2.08 | 100.00 | 0.00 | - | - |
| | | | | | | MF | 2.94 |
| | | | | | | TMN | --- |



| | | |
|---|------------------------------------|---|
| GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC | | |
| TECNICO LEM Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | JEFE LEM Nombre y firma: | CQC - LEM Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Compañía de Ingeniería y Construcción Ing. Erlin Clavo Rimarachin TITULO INGENIERO CIVIL REG. CIVIL N° 057140 |



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

HUMEDAD NATURAL DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO (ASTM D 2216, MTC E 108-2000)

TESIS : "INCIDENCIA DEL REPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

Realizado Por : L.A.R.R.

Cantera :

Ing. Responsable : H.C.R

Muestra : M-1

Fecha : 03-06-22

DATOS DE LA MUESTRA

Material : RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO

Uso:

Ubicación de la Muestra:

Tamaño Máximo:

HUMEDAD NATURAL DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO

| | | | | | |
|----------------------|--------|--|--|--|----------|
| TARRO | | | | | |
| TARRO + SUELO HUMEDO | 400.00 | | | | PROMEDIO |
| TARRO + SUELO SECO | 387.00 | | | | |
| AGUA | 13.00 | | | | |
| PESO DEL TARRO | 0.00 | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | 387.00 | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 3.36 | | | | 3.36 |

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
Gremio de Ingenieros Civiles Rimarachin
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 257670



INFORME
DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO
ASTM C128-15

| | |
|---------|------------|
| Código | AE-FO-67 |
| Versión | 01 |
| Fecha | 30-04-2018 |
| Página | 1 de 1 |

Tesis "INCIDENCIA DEL REPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO
Atención : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO
Ubicación del Proyecto
Material : RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO

Muestreado por : SOLICITANTE
Ensayado por : G R R
Fecha de Ensayo : 3/06/2022
Turno : Diurno

Código de Muestra :
Procedencia : RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO
N° de Muestra :
Progresiva :

| | IDENTIFICACIÓN | 1 | | |
|--|----------------------------------|-------|--|--------------|
| A | Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS) | 99.0 | | |
| B | Peso Frasco + agua | 646.0 | | |
| C | Peso Frasco + agua + muestra SSS | 702.0 | | |
| D | Peso del Mat. Seco | 95.0 | | |
| Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C) | | 2.209 | | 2.209 |
| Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C) | | 2.302 | | 2.302 |
| Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C) | | 2.600 | | 2.600 |
| % Absorción = 100*((A-D)/D) | | 4.2 | | 4.2 |

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
|---|-----------------|---|
| Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | Nombre y firma: | Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremio Rimarachin INGENIERO CIVIL REG. PROF. N° 207670 |



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYOS DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION DE PRISMAS DE ALBAÑILERIA

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremio Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
REG. OF. N° 207870

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME DE ENSAYO

Código SGC-F-28

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA NTP 399.605:2018

Versión 01

Página 5 de 5

Tesis : "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022" .

Ubicación : CHOTA

Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO

Fecha : 08/07/2022

Identificación : : PILAS DE LADRILLOS ARTESANALES TIPO I

| N° | CÓDIGO/ MUESTRA | DIMENSIONES PROMEDIO (cm) | | | ÁREA BRUTA (cm ²) (A) | CARGA MÁX. (kg) (W) | RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C) | ESBELTEZ (H/E) | FACTOR DE CORREC. ESBELTEZ - SENCICO | RESISTENCIA CORREGIDA kg/cm ² |
|----------------|--------------------|---------------------------|-----------|-------------|--|------------------------------|---|-------------------|---|--|
| | | ANCHO (A) | LARGO (L) | ALTO (H) | | | | | | |
| 1 | PILA N° 01 | 12.2 | 22.1 | 36.2 | 269.6 | 13321 | 49.4 | 3.0 | 1.02 | 50.59 |
| 2 | PILA N° 02 | 12.3 | 22.2 | 36.3 | 273.1 | 13385 | 49.0 | 2.9 | 1.02 | 50.19 |
| 3 | PILA N° 03 | 12.1 | 22.3 | 36.3 | 269.8 | 13396 | 49.6 | 3.0 | 1.02 | 50.84 |
| PROMEDIO | | | | | | | | | | 50.54 |
| DESV. ESTANDAR | | | | | | | | | | 0.32 |
| f'm | | | | | | | | | | 50.22 |

OBSERVAC.: Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.

Se ensayaron Pilas de albañilería refrentado con yeso cemento.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión de la Pila, (kg/cm²) (o Pa .10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
[Firma]
Gerencia Regional de Ingeniería y Construcción
Calle 10 de Agosto 1000
Bogotá, D.C. 110000

| | | | |
|---|--|---------|----------|
|  | INFORME DE ENSAYO | Código | SGC-F-28 |
| | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA | Versión | 01 |
| | NTP 399.605:2018 | Página | 5 de 5 |

Tesis : "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022".

Ubicación : CHOTA

Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO

Fecha : 08/07/2022

Identificación : LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO

| N° | CÓDIGO/ MUESTRA | DIMENSIONES PROMEDIO (cm) | | | ÁREA BRUTA (cm ²) | CARGA MÁX. (kg) | RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) | ESBELTEZ | FACTOR DE CORREC. ESBELTEZ - SENCICO | RESISTENCIA CORREGIDA |
|----------------|--------------------|---------------------------|-----------|----------|-------------------------------|-----------------|--|----------|--------------------------------------|-----------------------|
| | | ANCHO (A) | LARGO (L) | ALTO (H) | | | | | | |
| | | (A) | (W) | (C) | (A) | (W) | (C) | (H/E) | kg/cm ² | |
| 1 | PILA N° 01 | 12.3 | 22.5 | 36.2 | 275.9 | 11383 | 41.3 | 3.0 | 1.03 | 42.50 |
| 2 | PILA N° 02 | 12.4 | 22.4 | 36.3 | 277.3 | 11395 | 41.1 | 2.9 | 1.03 | 42.33 |
| 3 | PILA N° 03 | 12.2 | 22.4 | 36.4 | 273.4 | 11405 | 41.7 | 3.0 | 1.03 | 42.97 |
| PROMEDIO | | | | | | | | | | 42.60 |
| DESV. ESTANDAR | | | | | | | | | | 0.33 |
| f'm | | | | | | | | | | 42.27 |

OBSERVAC.: Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.

Se ensayaron Pilas de albañilería refrentado con yeso cemento.

Dónde: $C = W/A$

C = Resistencia a la compresión de la Pila, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.F. N° 207820

| | | | |
|---|--|---------|----------|
|  | INFORME DE ENSAYO | Código | SGC-F-28 |
| | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA | Versión | 01 |
| | NTP 399.605:2018 | Página | 5 de 5 |

Tesis : "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022".

Ubicación : CHOTA

Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO

Fecha : 08/07/2022

Identificación : LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO

| N° | CÓDIGO/ MUESTRA | DIMENSIONES PROMEDIO (cm) | | | ÁREA BRUTA (cm ²) | CARGA MÁX. (kg) | RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) | ESBELTEZ | FACTOR DE CORREC. ESBELTEZ - SENCICO | RESISTENCIA CORREGIDA |
|----------------|--------------------|---------------------------|-----------|-------------|-------------------------------------|-----------------------|--|----------|---|--------------------------|
| | | ANCHO (A) | LARGO (L) | ALTO (H) | | | | | | |
| 1 | PILA N° 01 | 12.3 | 22.5 | 36.2 | 275.9 | 9940 | 36.0 | 3.0 | 1.03 | 37.11 |
| 2 | PILA N° 02 | 12.4 | 22.4 | 36.3 | 277.3 | 9985 | 36.0 | 2.9 | 1.03 | 37.09 |
| 3 | PILA N° 03 | 12.2 | 22.4 | 36.4 | 273.4 | 9903 | 36.2 | 3.0 | 1.03 | 37.31 |
| PROMEDIO | | | | | | | | | | 37.17 |
| DESV. ESTANDAR | | | | | | | | | | 0.12 |
| f'm | | | | | | | | | | 37.05 |

OBSERVAC.: Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.

Se ensayaron Pilas de albañilería refrentado con yeso cemento.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión de la Pila, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².


**LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


**LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**
Gerardo...
 INGENIERO CIVIL
 RUC: URP N° 267870



“GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC”
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYOS DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION DIAGONAL DE MURETES DE ALBAÑILERIA

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremio Rimarachin
GERENTE
INGENIERO CIVIL
R.O.C. N° 287670

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

| | | | | |
|---|---|--|---------|----------|
|  | INFORME DE ENSAYO | | Código | SGC-F-28 |
| | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL MURETES DE ALBAÑILERÍA NTP 399.621:2015 | | Versión | 01 |
| | | | Página | 5 de 5 |

Tesis "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022".

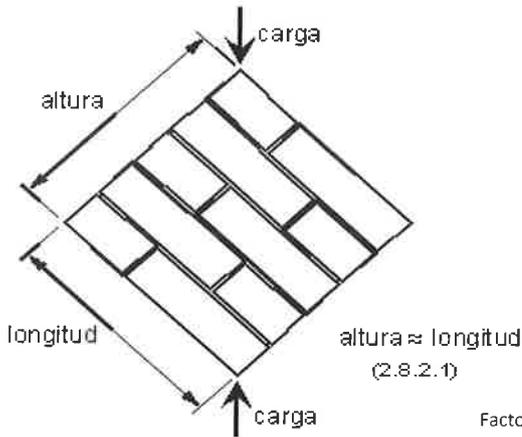
Ubicación CHOTA

Solicitante LUIS ANGEL RUIZ RUBIO

Fecha 08/07/2022

Identificación : MURETES DE LADRILLOS ARTESANALES TIPO I

| N° MUESTRA | UNIDAD DIMENSIONES PROMEDIO (cm) | | | Diagonal Principal (cm) | ÁREA DIAGONAL (cm²) (A diag.) | CARGA MÁX. (kg) (W) | RESISTENCIA AL CORTE OBTENIDA | |
|----------------------|----------------------------------|-------|-------|-------------------------|----------------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------|
| | LARGO | ANCHO | ALTO | | | | kg/cm² | Kpa |
| MURETE N° 01 | 60.25 | 12.20 | 60.52 | 84.00 | 1024.80 | 5326 | 6.0 | 5.86E+02 |
| MURETE N° 02 | 60.32 | 12.30 | 60.35 | 84.50 | 1039.35 | 5362 | 5.9 | 5.82E+02 |
| MURETE N° 03 | 60.42 | 12.40 | 60.42 | 84.60 | 1049.04 | 5365 | 5.9 | 5.77E+02 |
| PROMEDIO \bar{V}_m | | | | | | | 5.9 | 5.82E+02 |
| DESV. ESTANDAR (S) | | | | | | | 0.0 | 4.68 |
| V'm | | | | | | | 5.9 | 5.77E+02 |



Factor incremento por edad(28 días) = 1.15

FÓRMULAS:

$$V'm = \bar{V}_m - S \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$V_m = \frac{W * (F. Edad)}{A \text{ diag.}} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

DONDE:

- V'm = Resistencia a la Compresión Diagonal ó al Corte del espécimen, Kg/cm².
- Vm = Resistencia al Corte Puro del espécimen, Kg/cm²
- S = Desviación Estandar del espécimen, Kg/cm².
- W= Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.
- A diag. = Promedio del área Diagonal en cm².
- 1MPa = 10.2 kg/cm²

Observ. Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo de Resistencia ala corte. Se ensayaron Muretes, con esquinas refrentado con yeso cemento.



| | | |
|--|---------|----------|
| INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL MURETES DE ALBAÑILERÍA NTP 399.621: 2015 | Código | SGC-F-28 |
| | Versión | 01 |
| | Página | 5 de 5 |

Tesis "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022".

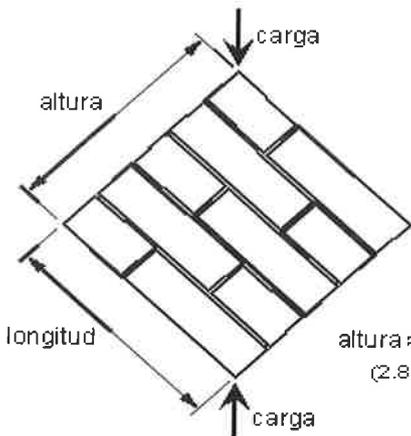
Ubicación CHOTA

Solicitante LUIS ANGEL RUIZ RUBIO

Fecha 08/07/2022

Identificación : MURETES DE LADRILLOS ARTESANALES SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO

| N° MUESTRA | UNIDAD DIMENSIONES PROMEDIO (cm) | | | Diagonal Principal (cm) | ÁREA DIAGONAL (cm ²) (A diag.) | CARGA MÁX. (kg) (W) | RESISTENCIA AL CORTE OBTENIDA | |
|----------------------|----------------------------------|-------|-------|-------------------------|---|------------------------|-------------------------------|-----------------|
| | LARGO | ANCHO | ALTO | | | | kg/cm ² | Kpa |
| MURETE N° 01 | 60.25 | 12.25 | 60.25 | 93.50 | 1145.38 | 5236 | 5.3 | 5.16E+02 |
| MURETE N° 02 | 60.32 | 12.32 | 60.52 | 94.00 | 1158.08 | 5326 | 5.3 | 5.19E+02 |
| MURETE N° 03 | 60.41 | 12.45 | 60.52 | 94.30 | 1174.04 | 5268 | 5.2 | 5.06E+02 |
| PROMEDIO \bar{V}_m | | | | | | | 5.2 | 5.13E+02 |
| DESV. ESTANDAR (S) | | | | | | | 0.1 | 6.58 |
| V'm | | | | | | | 5.2 | 5.07E+02 |



altura ≈ longitud
(2.8.2.1)

Factor Incremento por edad(28 días) = 1.15

FÓRMULAS:

$$V'm = \frac{\bar{V}_m - S}{1.15} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$V_m = \frac{W * (F. Edad)}{A \text{ diag.}} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

DONDE:

V'm = Resistencia a la Compresión Diagonal ó al Corte del espécimen, Kg/cm².

Vm = Resistencia al Corte Puro del espécimen, Kg/cm².

S = Desviación Estandar del espécimen, Kg/cm².

W= Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

A diag. = Promedio del área Diagonal en cm².

1MPa = 10.2 kg/cm²

Observ.

Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo de Resistencia ala corte.

Se ensayaron Muretes, con esquinas refrentado con yeso cemento.





| | | |
|--|---------|----------|
| INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL MURETES DE ALBAÑILERÍA NTP 399.621: 2015 | Código | SGC-F-28 |
| | Versión | 01 |
| | Página | 5 de 5 |

Tesis "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022".

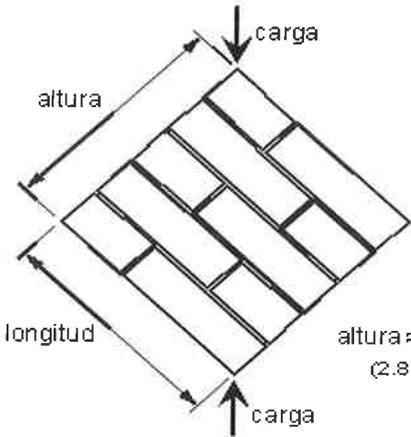
Ubicación CHOTA

Solicitante LUIS ANGEL RUIZ RUBIO

Fecha 08/07/2022

Identificación : MURETES DE LADRILLOS ARTESANALES SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO

| N° MUESTRA | UNIDAD DIMENSIONES PROMEDIO (cm) | | | Diagonal Principal (cm) | ÁREA DIAGONAL (cm²) (A diag.) | CARGA MÁX. (kg) (W) | RESISTENCIA AL CORTE OBTENIDA | |
|----------------------|----------------------------------|-------|-------|-------------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------|
| | LARGO | ANCHO | ALTO | | | | kg/cm² | Kpa |
| MURETE N° 01 | 60.21 | 12.12 | 60.32 | 93.21 | 1129.71 | 4745 | 4.83 | 4.74E+02 |
| MURETE N° 02 | 60.23 | 12.25 | 60.42 | 93.65 | 1147.21 | 4892 | 4.90 | 4.81E+02 |
| MURETE N° 03 | 60.42 | 12.32 | 60.32 | 93.85 | 1156.23 | 4760 | 4.73 | 4.64E+02 |
| PROMEDIO \bar{V}_m | | | | | | | 4.8 | 4.73E+02 |
| DESV. ESTANDAR (S) | | | | | | | 0.1 | 8.34 |
| V'm | | | | | | | 4.7 | 4.65E+02 |



altura ≈ longitud
(2.8.2.1)

Factor incremento por edad(28 días) = 1.15

FÓRMULAS:

$$V'm = \bar{V}_m - S \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$V_m = \frac{W * (F. Edad)}{A \text{ diag.}} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

DONDE:

V'm = Resistencia a la Compresión Diagonal ó al Corte del espécimen, Kg/cm².

\bar{V}_m = Resistencia al Corte Puro del espécimen, Kg/cm²

S = Desviación Estandar del espécimen, Kg/cm²

W= Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

A diag. = Promedio del área Diagonal en cm².

1MPa = 10.2 kg/cm²

Observ.

Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo de Resistencia ala corte.

Se ensayaron Muretes, con esquinas refrentado con yeso cemento.

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Gerardo Gerardo Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267770



“GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC”
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYOS DE PESO ESPECIFICO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
CONDOMINIO RIMARACHIN
INGENIERIA CIVIL
RUC: 20605442235

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

| | | | |
|--|---|----------------|-------------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-78 |
| | DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA ARTESANAL MÉTODO EXPERIMENTAL (REF ASTM C127) | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

TESIS : "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"
Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **Muestreado por** : Solicitante
Atención : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **Ensayado por** : G R R
Ubicación de Proyecto : CHOTA **Fecha de Ensayo**: 10/06/2022
Material : LADRILLO ARTESANAL TIPO I **Turno**: Diurno

Tipo de muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERIA
Procedencia : ELABORACIÓN PROPIA

| DATOS | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------|--|------|------|------|------|------|
| 1 | Peso de la muestra sss (g) | 3789 | 3752 | 3800 | 3858 | 3845 |
| 2 | Peso de la muestra sss sumergida (g) | 1827 | 1832 | 1852 | 1865 | 1845 |
| 3 | Peso de la muestra secada al horno (g) | 3280 | 3247 | 3245 | 3242 | 3204 |

| RESULTADOS | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | PROMEDIO |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| PESO ESPECIFICO DE MASA (g) | 1.672 | 1.691 | 1.666 | 1.627 | 1.602 | 1.651 |
| PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S (g/cm ³) | 1.931 | 1.954 | 1.951 | 1.936 | 1.923 | 1.939 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE (g) | 2.257 | 2.295 | 2.330 | 2.354 | 2.358 | 2.319 |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) | 15.5 | 15.6 | 17.1 | 19.0 | 20.0 | 17.4 |

| GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC | | |
|--|-----------------|---|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | Nombre y firma: | Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Gerardo Jaime RESPONSABLE |

| | | | |
|--|---|----------------|-------------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-78 |
| | DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA ARTESANAL MÉTODO EXPERIMENTAL (REF ASTM C127) | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

TESIS : "INCIDENCIA DEL REPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"
Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **Muestreado por** : Solicitante
Atención : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **Ensayado por** : G.R.R
Ubicación de Proyecto : CHOTA **Fecha de Ensayo**: 10/06/2022
Material : "LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO" **Turno**: Diurno

Tipo de muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA
Procedencia : ELABORACIÓN PROPIA

| DATOS | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|-------|--|------|------|------|------|------|--|
| 1 | Peso de la muestra sss (g) | 3722 | 3738 | 3730 | 3765 | 3745 | |
| 2 | Peso de la muestra sss sumergida (g) | 1750 | 1736 | 1745 | 1735 | 1745 | |
| 3 | Peso de la muestra secada al horno (g) | 3133 | 3149 | 3152 | 3165 | 3126 | |

| RESULTADOS | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | PROMEDIO |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|--|----------|
| PESO ESPECIFICO DE MASA (g) | 1.589 | 1.573 | 1.588 | 1.559 | 1.563 | | 1.574 |
| PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S (g/cm ³) | 1.887 | 1.867 | 1.879 | 1.855 | 1.873 | | 1.872 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE (g) | 2.265 | 2.229 | 2.240 | 2.213 | 2.264 | | 2.242 |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) | 18.8 | 18.7 | 18.3 | 19.0 | 19.8 | | 18.9 |

| GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC | | |
|--|-----------------|---|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erlin Clavo Rimarachin</i> LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | Nombre y firma: | Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>[Signature]</i> Generalista en Ingeniería y Construcción Reg. CC N° 267190 |

| | | | |
|--|---|----------------|-------------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-78 |
| | DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA ARTESANAL MÉTODO EXPERIMENTAL (REF ASTM C127) | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

TESIS : "INCIDENCIA DEL REPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"
Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **Muestreado por** : Solicitante
Atención : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **Ensayado por** : G.R.R
Ubicación de Proyecto : CHOTA **Fecha de Ensayo** : 10/06/2022
Material : "LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO" **Turno** : Diurno

Tipo de muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERIA
Procedencia : ELABORACIÓN PROPIA

| DATOS | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|-------|--|------|------|------|------|------|--|
| 1 | Peso de la muestra sss (g) | 3441 | 3676 | 3654 | 3642 | 3562 | |
| 2 | Peso de la muestra sss sumergida (g) | 1509 | 1690 | 1612 | 1585 | 1605 | |
| 3 | Peso de la muestra secada al horno (g) | 2836 | 3049 | 3054 | 2952 | 2954 | |

| RESULTADOS | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | PROMEDIO |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|--|-----------------|
| PESO ESPECIFICO DE MASA (g) | 1.468 | 1.535 | 1.496 | 1.435 | 1.509 | | 1.489 |
| PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S (g/cm ³) | 1.781 | 1.851 | 1.789 | 1.771 | 1.820 | | 1.802 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE (g) | 2.137 | 2.244 | 2.118 | 2.159 | 2.190 | | 2.170 |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) | 21.3 | 20.6 | 19.6 | 23.4 | 20.6 | | 21.1 |

| GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC | | |
|--|-----------------|--|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | Nombre y firma: | Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin Reg. ÚN N° 207870 |

| | | | |
|--|---|----------------|-------------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-78 |
| | DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA ARTESANAL MÉTODO EXPERIMENTAL (REF ASTM C127) | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

TESIS : "INCIDENCIA DEL REPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"
Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **Muestreado por** : Solicitante
Atención : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **Ensayado por** : G.R.R
Ubicación de Proyecto : CHOTA **Fecha de Ensayo**: 10/06/2022
Material : "LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO" **Turno**: Diurno

Tipo de muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERIA
Procedencia : ELABORACIÓN PROPIA

| DATOS | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|-------|--|------|------|------|------|------|--|
| 1 | Peso de la muestra sss (g) | 3444 | 3445 | 3452 | 3425 | 3416 | |
| 2 | Peso de la muestra sss sumergida (g) | 1514 | 1513 | 1525 | 1545 | 1524 | |
| 3 | Peso de la muestra secada al horno (g) | 2815 | 2807 | 2812 | 2835 | 2816 | |

| RESULTADOS | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | PROMEDIO |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|-----------------|
| PESO ESPECIFICO DE MASA (g) | 1.459 | 1.453 | 1.459 | 1.508 | 1.488 | | 1.473 |
| PESO ESPECIFICO DE MASA S S S (g/cm3) | 1.784 | 1.783 | 1.791 | 1.822 | 1.805 | | 1.797 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE (g) | 2.164 | 2.169 | 2.185 | 2.198 | 2.180 | | 2.179 |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) | 22.3 | 22.7 | 22.8 | 20.8 | 21.3 | | 22.0 |

| GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC | | |
|--|-----------------|--|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | Nombre y firma: | Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Gerardo Rimarachin Gerente General 10/06/2022 |

| | | | |
|--|---|----------------|-------------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-78 |
| | DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA ARTESANAL MÉTODO EXPERIMENTAL (REF ASTM C127) | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

TESIS : "INCIDENCIA DEL REPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"
Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **Muestreado por** : Solicitante
Atención : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **Ensayado por** : G.R.R
Ubicación de Proyecto : CHOTA **Fecha de Ensayo**: 10/06/2022
Material : LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO **Turno**: Diurno

Tipo de muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERIA
Procedencia : ELABORACIÓN PROPIA

| DATOS | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------|--|------|------|------|------|------|
| 1 | Peso de la muestra sss (g) | 3143 | 3143 | 3125 | 3115 | 3135 |
| 2 | Peso de la muestra sss sumergida (g) | 1249 | 1200 | 1215 | 1214 | 1245 |
| 3 | Peso de la muestra secada al horno (g) | 2465 | 2375 | 2405 | 2375 | 2415 |

| RESULTADOS | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | PROMEDIO |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| PESO ESPECIFICO DE MASA (g) | 1.301 | 1.222 | 1.259 | 1.249 | 1.278 | 1.262 |
| PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S (g/cm3) | 1.659 | 1.618 | 1.636 | 1.639 | 1.659 | 1.642 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE (g) | 2.027 | 2.021 | 2.021 | 2.046 | 2.064 | 2.036 |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) | 27.5 | 32.3 | 29.9 | 31.2 | 29.8 | 30.2 |

| GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC | | |
|--|-----------------|---|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CCC - LEM |
| Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | Nombre y firma: | Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Gerardo Rimarachin INGENIERO CIVIL R.O.S. CH N° 207840 |



“GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC”
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

| | | | | |
|---|--|--|---------|----------|
|  | INFORME DE ENSAYO | | Código | SGC-F-28 |
| | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017 | | Versión | 01 |
| | | | Página | 4 de 5 |

TESIS : "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

Ubicación : CHOTA

Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO

Fecha : 10-06-2022

Identificación : LADRILLO ARTESANAL TIPO I

Tipo de Muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

| N° | CÓDIGO/ MUESTRA | PESO (g) | DIMENSIONES PROMEDIO (mm) | | | ÁREA BRUTA (cm ²) (A) | CARGA MÁX. (kg) W | RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=W/A) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa) |
|------------------------------|--------------------|----------|---------------------------|-------|------|---|-------------------------|---|----------------------------------|
| | | | LARGO | ANCHO | ALTO | | | | |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I | LADRILLO -01 | 3252 | 210.7 | 120.2 | 70.3 | 253.3 | 31275 | 123 | 1.21E+04 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I | LADRILLO -02 | 3350 | 212.2 | 121.3 | 70.4 | 257.4 | 31226 | 121 | 1.19E+04 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I | LADRILLO -03 | 3252 | 209.5 | 122.5 | 70.3 | 256.7 | 34350 | 134 | 1.31E+04 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I | LADRILLO -04 | 3324 | 210.3 | 120.5 | 70.5 | 253.4 | 31256 | 123 | 1.21E+04 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I | LADRILLO -05 | 3265 | 211.2 | 120.4 | 70.4 | 254.3 | 30526 | 120 | 1.18E+04 |

| | | |
|----------------------|------------|-----------------|
| PROMEDIO | 124 | 1.22E+04 |
| DESV. ESTANDAR | 5 | 5.35E+02 |
| f_b | 119 | 1.17E+04 |

OBSERVAC: Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
Se ensayaron Ladrillos completos.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg, f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

| | | |
|--|-----------------|--|
| GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC | | |
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | Nombre y firma: | Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO |

| | | | | |
|---|--|--|---------|----------|
|  | INFORME DE ENSAYO | | Código | SGC-F-28 |
| | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017 | | Versión | 01 |
| | | | Página | 4 de 5 |

TESIS : "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

Ubicación : CHOTA

Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO

Fecha : 10-06-2022

Identificación : LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO

Tipo de Muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

| N° | CÓDIGO/ MUESTRA | PESO (g) | DIMENSIONES PROMEDIO (mm) | | | ÁREA BRUTA (cm ²) (A) | CARGA MÁX. (kg) W | RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=W/A) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa) |
|---|--------------------|----------|---------------------------|-------|------|---|-------------------------|---|----------------------------------|
| | | | LARGO | ANCHO | ALTO | | | | |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -01 | 3125 | 210.7 | 120.3 | 70.3 | 253.4 | 20955 | 83 | 8.11E+03 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -02 | 3152 | 210.9 | 120.2 | 70.3 | 253.4 | 21526 | 85 | 8.33E+03 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -03 | 3025 | 210.5 | 120.5 | 70.5 | 253.7 | 20956 | 83 | 8.10E+03 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -04 | 3145 | 220.3 | 120.4 | 70.7 | 265.2 | 22502 | 85 | 8.32E+03 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -05 | 3125 | 220.4 | 120.5 | 70.4 | 265.7 | 22032 | 83 | 8.13E+03 |

| | | |
|----------------|----|----------|
| PROMEDIO | 84 | 8.20E+03 |
| DESV. ESTANDAR | 1 | 1.16E+02 |
| f'b | 82 | 8.08E+03 |

OBSERVAC: Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
Se ensayaron Ladrillos completos.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg, f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

| GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC | | |
|---|------------------------------------|--|
| TECNICO LEM Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | JEFE LEM Nombre y firma: | CQC - LEM Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO |

| | | | | |
|---|--|--|---------|----------|
|  | INFORME DE ENSAYO | | Código | SGC-F-28 |
| | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA | | Versión | 01 |
| | NTP 339.613: 2017 | | Página | 4 de 5 |

TESIS : "INCIDENCIA DEL REPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

Ubicación : CHOTA

Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO

Fecha : 10-06-2022

Identificación : LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO

Tipo de Muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

| N° | CÓDIGO/ MUESTRA | PESO (g) | DIMENSIONES PROMEDIO (mm) | | | ÁREA BRUTA (cm ²) (A) | CARGA MÁX. (kg) W | RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=W/A) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa) |
|---|--------------------|----------|---------------------------|-------|------|---|-------------------------|---|----------------------------------|
| | | | LARGO | ANCHO | ALTO | | | | |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -01 | 3025 | 220.5 | 120.4 | 70.2 | 265.4 | 13969 | 53 | 5.16E+03 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -02 | 2985 | 220.3 | 120.4 | 70.3 | 265.3 | 14025 | 53 | 5.18E+03 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -03 | 3015 | 220.4 | 120.5 | 70.5 | 265.6 | 13902 | 52 | 5.13E+03 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -04 | 2965 | 220.6 | 120.6 | 70.2 | 266.0 | 13912 | 52 | 5.13E+03 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -05 | 2975 | 220.7 | 120.9 | 70.3 | 266.7 | 14052 | 53 | 5.17E+03 |

| | | |
|----------------|----|----------|
| PROMEDIO | 53 | 5.15E+03 |
| DESV. ESTANDAR | 0 | 2.37E+01 |
| f'b | 52 | 5.13E+03 |

OBSERVAC: Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión. Se ensayaron Ladrillos completos.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

| GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC | | |
|--|-----------------|--|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | Nombre y firma: | Nombre y firma:  |



INFORME DE ENSAYO

Código

SGC-F-28

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017

Versión

01

Página

4 de 5

TESIS : "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

Ubicación : CHOTA

Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO

Fecha : 10-06-2022

Identificación : LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO

Tipo de Muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERIA

| N° | CÓDIGO/ MUESTRA | PESO (g) | DIMENSIONES PROMEDIO (mm) | | | ÁREA BRUTA (cm ²) (A) | CARGA MÁX. (kg) W | RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=W/A) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa) |
|--|--------------------|----------|---------------------------|-------|------|---|-------------------------|---|----------------------------------|
| | | | LARGO | ANCHO | ALTO | | | | |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -01 | 2852 | 220.6 | 120.5 | 70.5 | 265.9 | 10910 | 41 | 4.02E+03 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -02 | 2765 | 220.5 | 120.6 | 70.4 | 265.9 | 10856 | 41 | 4.00E+03 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -03 | 2832 | 220.6 | 120.4 | 70.3 | 265.6 | 10685 | 40 | 3.95E+03 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -04 | 2756 | 220.5 | 120.3 | 70.8 | 265.2 | 10995 | 41 | 4.07E+03 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -05 | 2785 | 220.6 | 120.6 | 70.7 | 266.0 | 10326 | 39 | 3.81E+03 |

| | | |
|----------------|----|----------|
| PROMEDIO | 40 | 3.97E+03 |
| DESV. ESTANDAR | 1 | 1.01E+02 |
| f ^b | 39 | 3.87E+03 |

OBSERVAC: Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
Se ensayaron Ladrillos completos.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM

Nombre y firma:

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

JEFE LEM

Nombre y firma:

CQC - LEM

Nombre y firma:

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
[Firma]
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



INFORME DE ENSAYO

Código

SGC-F-28

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017

Versión

01

Página

4 de 5

TESIS : "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

Ubicación : CHOTA

Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO

Fecha : 10-06-2022

Identificación : LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO

Tipo de Muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

| N° | CÓDIGO/ MUESTRA | PESO (g) | DIMENSIONES PROMEDIO (mm) | | | ÁREA BRUTA (cm ²) (A) | CARGA MÁX. (kg) W | RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=W/A) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa) |
|--|--------------------|----------|---------------------------|-------|------|---|-------------------------|---|----------------------------------|
| | | | LARGO | ANCHO | ALTO | | | | |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -01 | 2635 | 220.2 | 120.4 | 70.3 | 265.2 | 6118 | 23 | 2.26E+03 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -02 | 2535 | 220.4 | 120.3 | 70.4 | 265.1 | 6232 | 24 | 2.31E+03 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -03 | 2485 | 220.5 | 120.6 | 70.3 | 265.9 | 6185 | 23 | 2.28E+03 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -04 | 2569 | 220.9 | 120.5 | 70.2 | 266.1 | 6254 | 24 | 2.30E+03 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO | LADRILLO -05 | 2675 | 220.6 | 120.4 | 70.2 | 265.6 | 6275 | 24 | 2.32E+03 |

| | | |
|---------------|----|----------|
| PROMEDIO | 23 | 2.29E+03 |
| DES. ESTANDAR | 0 | 2.19E+01 |
| f'b | 23 | 2.27E+03 |

OBSERVAC: Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
Se ensayaron Ladrillos completos.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg. f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM

Nombre y firma:

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

JEFE LEM

Nombre y firma:

CQC - LEM

Nombre y firma:

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN
[Firma]
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
CALLE 10 N° 2675/D



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYO DE EFLORESCENCIA

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME
DETERMINACIÓN DEL ENSAYO DE EFLORESCENCIA NTP 339.613 PARA ENSAYOS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

| | |
|---------|----------|
| Código | AE-FO-78 |
| Versión | 01 |
| Fecha | |
| Página | 1 de 1 |

Tesis : "INCIDENCIA DEL REPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO
Atención : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO
Ubicación de Proyecto : CHOTA
Tipo de Muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

Muestreado por : Solicitante
Ensayado por : G.R.R
Fecha de Ensayo: 17/06/2022
Turno: Diurno

Tipo de muestra : LADRILLO ARTESANAL TIPO I
Procedencia : Elaboración propia

| DOSIFICACIÓN | ENSAYO | Nº DE UNIDADES | UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE |
|---------------------------|---------------|----------------|-------------------------------------|
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I | EFLORESCENCIA | 1.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I | EFLORESCENCIA | 2.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I | EFLORESCENCIA | 3.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I | EFLORESCENCIA | 4.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I | EFLORESCENCIA | 5.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC | | |
|---|-----------------|---|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | QCQ - LEM |
| Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | Nombre y firma: | Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870 |



INFORME

Código

AE-FO-78

DETERMINACIÓN DEL ENSAYO DE EFLORESCENCIA NTP 339.613 PARA ENSAYOS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Versión

01

Fecha

Página

1 de 1

Tesis : "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO Muestreado por : Solicitante

Atención : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO Ensayado por : G.R.R

Ubicación de Proyecto : CHOTA Fecha de Ensayo: 17/06/2022

Tipo de Muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA Turno: Diurno

Tipo de muestra : LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO

Procedencia : Elaboración propia

| DOSIFICACIÓN | ENSAYO | Nº DE UNIDADES | UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE |
|---|---------------|----------------|-------------------------------------|
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 1.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 2.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 3.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 4.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 5.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
|---|-----------------|---|
| Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | Nombre y firma: | Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 257870 |

| | | | |
|--|--|----------------|-----------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-78 |
| | DETERMINACIÓN DEL ENSAYO DE EFLORESCENCIA NTP 339.613 PARA ENSAYOS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA | Versión | 01 |
| | | Fecha | |
| | | Página | 1 de 1 |

Tesis : "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO Muestreado por : Solicitante

Atención : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO Ensayado por : G.R.R

Ubicación de Proyecto : CHOTA Fecha de Ensayo: 17/06/2022

Tipo de Muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA Turno: Diurno

Tipo de muestra : LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO

Procedencia : Elaboración propia

| DOSIFICACIÓN | ENSAYO | Nº DE UNIDADES | UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE |
|---|---------------|----------------|-------------------------------------|
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 1.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 2.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 3.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 4.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 5.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC | | |
|--|------------------------------------|---|
| TECNICO LEM Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | JEFE LEM Nombre y firma: | CQC - LEM Nombre y firma:  Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. GP N° 267870 |

| | | | |
|--|--|----------------|-----------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-78 |
| | DETERMINACIÓN DEL ENSAYO DE EFLORESCENCIA NTP 339.613 PARA ENSAYOS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA | Versión | 01 |
| | | Fecha | |
| | | Página | 1 de 1 |

Tesis : "INCIDENCIA DEL REPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO Muestreado por : Solicitante

Atención : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO Ensayado por : G.R.R

Ubicación de Proyecto : CHOTA Fecha de Ensayo: 17/06/2022

Tipo de Muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA Turno: Diurno

Tipo de muestra : LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO

Procedencia : Elaboración propia

| DOSIFICACIÓN | ENSAYO | N° DE UNIDADES | UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE |
|--|---------------|----------------|-------------------------------------|
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 1.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 2.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 3.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 4.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 5.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC | | |
|---|-----------------|---|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | Nombre y firma: | Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267670 |

| | | | |
|--|--|---------|----------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-78 |
| | DETERMINACIÓN DEL ENSAYO DE EFLORESCENCIA NTP 339.613 PARA ENSAYOS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA | Versión | 01 |
| | | Fecha | |
| | | Página | 1 de 1 |

Tesis : "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO Muestreado por : Solicitante

Atención : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO Ensayado por : G.R.R

Ubicación de Proyecto : CHOTA Fecha de Ensayo: 17/06/2022

Tipo de Muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA Turno: Diurno

Tipo de muestra : LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO

Procedencia : Elaboración propia

| DOSIFICACIÓN | ENSAYO | Nº DE UNIDADES | UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE |
|--|---------------|----------------|-------------------------------------|
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 1.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 2.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 3.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 4.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO | EFLORESCENCIA | 5.0 | LA UNIDAD NO PRESENTA EFLORESCENCIA |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC | | |
|---|--|---|
| <p>TECNICO LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO</p> | <p>JEFE LEM</p> <p>Nombre y firma:</p> | <p>CQC - LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267970</p> |



“GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC”
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYO VARIACION DIMENSIONAL

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267870

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

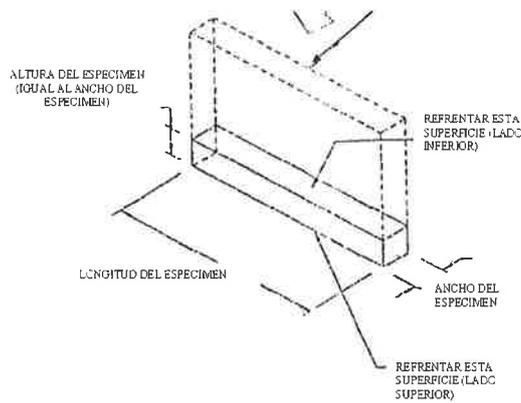


| | | |
|--|---------|-----------|
| INFORME | Código | AE-FO-182 |
| MÉTODO DE PRUEBA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA | Versión | 01 |
| | Fecha | |
| | Página | 1 de 1 |

TESIS : "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I. BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"
SOLICITANTE : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **REALIZADO POR:** Solicitante
ATENCION : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **REVISADO POR:** G. R. R
UBICACIÓN DE PROYECTO : CHOTA **FECHA DE ENSAYO:** 10/06/2022
FECHA DE EMISIÓN : 10/06/22 **TURNO:** Diurno
MATERIAL : LADRILLO ARTESANAL TIPO I
Tipo de muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA
Presentación : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

**VARIACION DIMENSIONAL
NTP 331.017.**

| IDENTIFICACIÓN | ESP | Largo (mm) | | | Ancho (mm) | | | Alto (mm) | | |
|---------------------------|-------|------------|-----------|---------|------------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|
| | | Prom | Var. (mm) | Var (%) | Prom | Var. (mm) | Var (%) | Prom | Var. (mm) | Var (%) |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I | N° 01 | 210.70 | 0.02 | 0.04 | 120.30 | 0.01 | 0.03 | 70.30 | 0.05 | 0.01 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I | N° 02 | 210.35 | 0.03 | 0.04 | 120.25 | 0.05 | 0.07 | 70.52 | 0.05 | 0.05 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I | N° 03 | 210.42 | 0.05 | 0.03 | 120.32 | 0.06 | 0.05 | 70.35 | 0.01 | 0.06 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I | N° 04 | 210.32 | 0.04 | 0.06 | 120.41 | 0.04 | 0.03 | 70.42 | 0.03 | 0.10 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I | N° 05 | 210.42 | 0.03 | 0.04 | 120.52 | 0.03 | 0.04 | 70.65 | 0.06 | 0.04 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |



- OBSERVACIONES:**
- * Muestras realizadas en el laboratorio de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
 - * Los insumos fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de GSE
 - * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE

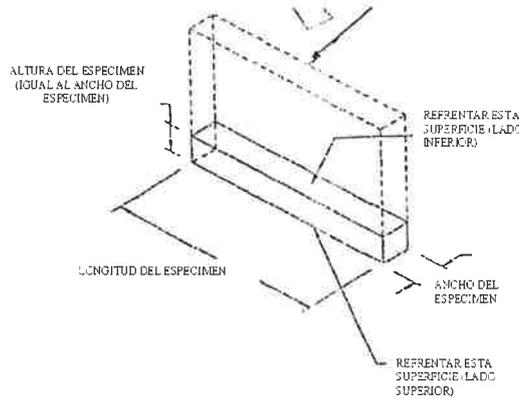
| | | |
|---|------------------------------------|---|
| GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC | | |
| TECNICO LEM Nombre y firma: Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | JEFE LEM Nombre y firma: | CQC - LEM Nombre y firma: Geremias Rimarachin Rimarachin (INGENIERO CIVIL) Reg. CIP N° 267870 |

| | | | |
|--|--|---------|-----------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-182 |
| | MÉTODO DE PRUEBA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA | Versión | 01 |
| | | Fecha | |
| | | Página | 1 de 1 |

TESIS : "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"
SOLICITANTE : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **REALIZADO POR:** Solicitante
ATENCIÓN : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **REVISADO POR:** G. R. R
UBICACIÓN DE PROYECTO : CHOTA **FECHA DE ENSAYO:** 10/06/2022
FECHA DE EMISIÓN : 10/06/22 **TURNO:** Diurno
MATERIAL : LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO
Tipo de muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA
Presentación : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

**VARIACION DIMENSIONAL
NTP 331.017.**

| IDENTIFICACIÓN | ESP. | Largo (mm) | | | Ancho (mm) | | | Alto (mm) | | |
|---|-------|------------|-----------|---------|------------|-----------|---------|-----------|----------|---------|
| | | Prom | Var. (mm) | Var (%) | Prom | Var. (mm) | Var (%) | Prom | Var (mm) | Var (%) |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO | N° 01 | 220.20 | 0.05 | 0.03 | 120.52 | 0.05 | 0.01 | 70.25 | 0.05 | 0.04 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO | N° 02 | 215.20 | 0.04 | 0.04 | 120.32 | 0.06 | 0.06 | 70.32 | 0.06 | 0.03 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO | N° 03 | 216.52 | 0.06 | 0.05 | 120.42 | 0.04 | 0.02 | 70.45 | 0.04 | 0.04 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO | N° 04 | 218.52 | 0.05 | 0.06 | 120.52 | 0.07 | 0.08 | 70.62 | 0.04 | 0.02 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO | N° 05 | 217.32 | 0.07 | 0.05 | 120.60 | 0.10 | 0.03 | 70.52 | 0.03 | 0.03 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |



OBSERVACIONES:

- Muestras realizadas en el laboratorio de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
- Los insumos fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de GSE
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE

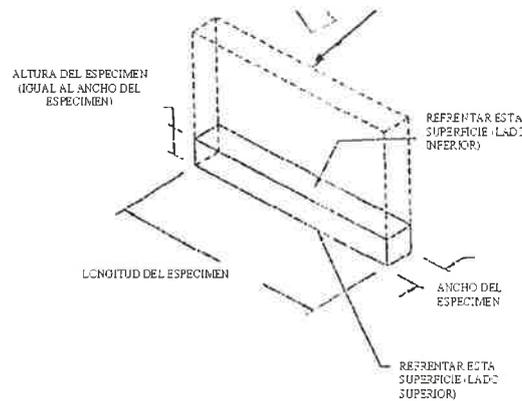
| GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC | | |
|--|-----------------|--|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | Nombre y firma: | Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. GIP N° 267870 |

| | | | |
|--|---|---------|-----------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-182 |
| | MÉTODO DE PRUEBA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA | Versión | 01 |
| | | Fecha | |
| | | Página | 1 de 1 |

TESIS : "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGANICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"
SOLICITANTE : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **REALIZADO POR:** Solicitante
ATENCION : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **REVISADO POR:** G. R. R
UBICACIÓN DE PROYECTO : CHOTA **FECHA DE ENSAYO:** 10/06/2022
FECHA DE EMISIÓN : 10/06/22 **TURNO:** Diurno
MATERIAL : LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO
Tipo de muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA
Presentación : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

**VARIACION DIMENSIONAL
NTP 331.017.**

| IDENTIFICACION | ESP. | Largo (mm) | | | Ancho (mm) | | | Alto (mm) | | |
|---|-------|------------|-----------|---------|------------|----------|---------|-----------|-----------|---------|
| | | Prom | Var. (mm) | Var (%) | Prom | Var (mm) | Var (%) | Prom | Var. (mm) | Var (%) |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO | N° 01 | 220.25 | 0.05 | 0.07 | 120.52 | 0.05 | 0.01 | 70.52 | 0.05 | 0.03 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO | N° 02 | 220.32 | 0.04 | 0.03 | 120.35 | 0.06 | 0.05 | 71.00 | 0.04 | 0.04 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO | N° 03 | 220.52 | 0.05 | 0.04 | 120.62 | 0.04 | 0.06 | 70.25 | 0.03 | 0.05 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO | N° 04 | 220.12 | 0.06 | 0.05 | 120.52 | 0.04 | 0.03 | 70.50 | 0.04 | 0.60 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO | N° 05 | 220.32 | 0.04 | 0.04 | 120.45 | 0.06 | 0.01 | 70.60 | 0.01 | 0.02 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |



OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
- * Los insumos fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de GSE
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE

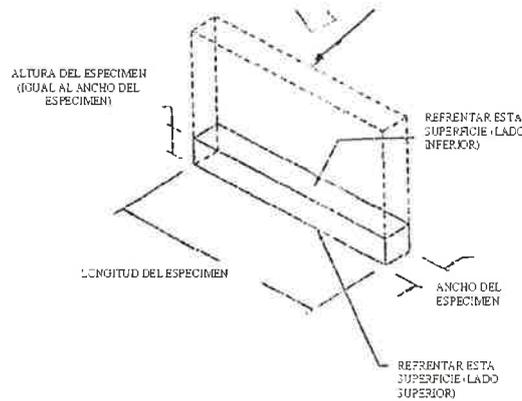
| GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC | | |
|--|-----------------|--|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | Nombre y firma: | Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870 |

| | | | |
|--|--|---------|-----------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-182 |
| | MÉTODO DE PRUEBA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA | Versión | 01 |
| | | Fecha | |
| | | Página | 1 de 1 |

TESIS : "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"
SOLICITANTE : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **REALIZADO POR:** Solicitante
ATENCIÓN : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **REVISADO POR:** G. R. R
UBICACIÓN DE PROYECTO : CHOTA **FECHA DE ENSAYO:** 10/06/2022
FECHA DE EMISIÓN : 10/06/22 **TURNO:** Diurno
MATERIAL : LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO
Tipo de muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA
Presentación : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

**VARIACION DIMENSIONAL
NTP 331.017.**

| IDENTIFICACIÓN | ESP. | Largo (mm) | | | Ancho (mm) | | | Alto (mm) | | |
|--|-------|------------|-----------|---------|------------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|
| | | Prom | Var. (mm) | Var (%) | Prom | Var. (mm) | Var (%) | Prom | Var. (mm) | Var (%) |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO | N° 01 | 218.52 | 0.06 | 0.03 | 120.52 | 0.04 | 0.05 | 70.50 | 0.06 | 0.01 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO | N° 02 | 220.32 | 0.01 | 0.05 | 120.35 | 0.06 | 0.06 | 70.25 | 0.05 | 0.05 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO | N° 03 | 219.52 | 0.05 | 0.04 | 120.85 | 0.03 | 0.04 | 69.90 | 0.04 | 0.06 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO | N° 04 | 220.25 | 0.02 | 0.06 | 119.52 | 0.02 | 0.04 | 70.58 | 0.06 | 0.05 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO | N° 05 | 217.52 | 0.03 | 0.04 | 120.52 | 0.04 | 0.03 | 70.52 | 0.07 | 0.04 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |



OBSERVACIONES:

- Muestras realizadas en el laboratorio de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
- Los insumos fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de GSE
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE

| | | |
|--|-----------------|--|
| GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC | | |
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | Nombre y firma: | Nombre y firma:  Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870 |

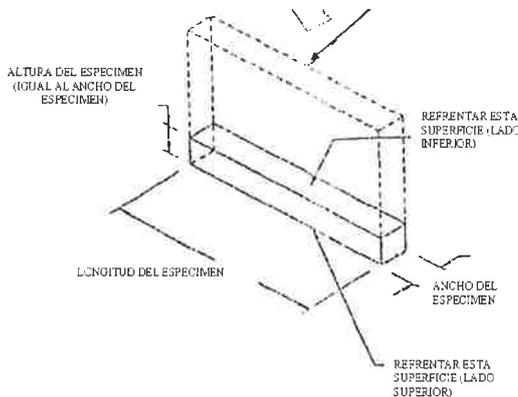


| | | |
|--|---------|-----------|
| INFORME | Código | AE-FO-182 |
| MÉTODO DE PRUEBA VARIACIÓN DIMENCIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA | Versión | 01 |
| | Fecha | |
| | Página | 1 de 1 |

TESIS : "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"
SOLICITANTE : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **REALIZADO POR:** Solicitante
ATENCION : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO **REVISADO POR:** G. R. R
UBICACIÓN DE PROYECTO : CHOTA **FECHA DE ENSAYO:** 10/06/2022
FECHA DE EMISIÓN : 10/06/22 **TURNO:** Diurno
MATERIAL : LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO
Tipo de muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA
Presentación : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

**VARIACION DIMENSIONAL
NTP 331.017.**

| IDENTIFICACIÓN | ESP. | Largo (mm) | | | Ancho (mm) | | | Alto (mm) | | |
|--|-------|------------|-----------|---------|------------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|
| | | Prom | Var. (mm) | Var (%) | Prom | Var. (mm) | Var (%) | Prom | Var. (mm) | Var (%) |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO | N° 01 | 220.52 | 0.05 | 0.02 | 119.25 | 0.05 | 0.03 | 70.25 | 0.05 | 0.04 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO | N° 02 | 219.52 | 0.04 | 0.10 | 120.52 | 0.06 | 0.05 | 70.85 | 0.07 | 0.06 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO | N° 03 | 219.63 | 0.08 | 0.05 | 119.65 | 0.04 | 0.08 | 70.65 | 0.06 | 0.10 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO | N° 04 | 219.52 | 0.05 | 0.06 | 120.32 | 0.02 | 0.06 | 69.35 | 0.04 | 0.05 |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO | N° 05 | 220.25 | 0.06 | 0.05 | 120.42 | 0.08 | 0.07 | 70.52 | 0.08 | 0.03 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |



- OBSERVACIONES:**
- * Muestras realizadas en el laboratorio de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
 - * Los insumos fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de GSE
 - * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE

| GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC | | |
|---|--|---|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma: Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO | Nombre y firma: (Empty space for signature) | Nombre y firma: Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870 |



“GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC”
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYO DE DETERMINACION DEL ALABEO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin-Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267871

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

| | | | |
|--|---|---------|----------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-84 |
| | DETERMINACIÓN DEL ALABEO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA NTP 399.613 | Versión | 01 |
| | | Fecha | |
| | | Página | 1 de 1 |

TESIS : "INCIDENCIA DEL REMPLAZO PARCIAL DE ARENA POR RESIDUOS ORGÁNICOS DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL TIPO I, BAJO CONDICIONES DE LA CANTERA EL FRUTILLO BAJO, CHOTA, 2022"

Solicitante : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO
 Atención : LUIS ANGEL RUIZ RUBIO
 Ubicación de Proyecto : CHOTA
 Material : LADRILLO ARTESANAL TIPO I

Muestreado por : Solicitante
 Ensayado por : G R R
 Fecha de Ensayo: 10/06/2022
 Turno: Diurno

Tipo de muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA
 Presentación : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

| DENOMINACIÓN | DATOS | MUESTRA 1 | | MUESTRA 2 | | MUESTRA 3 | | MUESTRA 4 | | MUESTRA 5 | | MÁXIMO OBTENIDO mm | TOLERANCIA |
|---------------------------|------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|--------------------|-------------|
| | | CONCAVO | CONVEXO | | |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I | SUPERFICIE | 1.3 | 1.0 | 1.1 | 0.5 | 1.2 | 1.2 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.3 | 1.3 | Máximo 4 mm |
| | BORDE | 1.2 | 1.1 | 1.2 | 1.0 | 0.5 | 0.6 | 1.0 | 0.5 | 1.1 | 1.3 | 1.3 | Máximo 4 mm |

| DENOMINACIÓN | DATOS | MUESTRA 1 | | MUESTRA 2 | | MUESTRA 3 | | MUESTRA 4 | | MUESTRA 5 | | MÁXIMO OBTENIDO mm | TOLERANCIA |
|---|------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|--------------------|-------------|
| | | CONCAVO | CONVEXO | | |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 3% DE RESIDUOS DE COCO | SUPERFICIE | 1.4 | 1.1 | 0.5 | 0.3 | 0.4 | 1.0 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 1.4 | Máximo 4 mm |
| | BORDE | 0.5 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 1.0 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 1.2 | 1.1 | 1.2 | Máximo 4 mm |

| DENOMINACIÓN | DATOS | MUESTRA 1 | | MUESTRA 2 | | MUESTRA 3 | | MUESTRA 4 | | MUESTRA 5 | | MÁXIMO OBTENIDO mm | TOLERANCIA |
|---|------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|--------------------|-------------|
| | | CONCAVO | CONVEXO | | |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 5% DE RESIDUOS DE COCO | SUPERFICIE | 1.3 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 1.0 | 1.3 | Máximo 4 mm |
| | BORDE | 1.5 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 1.3 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 1.0 | 1.5 | Máximo 4 mm |

| DENOMINACIÓN | DATOS | MUESTRA 6 | | MUESTRA 7 | | MUESTRA 8 | | MUESTRA 9 | | MUESTRA 10 | | MÁXIMO OBTENIDO mm | TOLERANCIA |
|--|------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|------------|---------|--------------------|-------------|
| | | CONCAVO | CONVEXO | CONCAVO | CONVEXO | CONCAVO | CONVEXO | CONCAVO | CONVEXO | CONCAVO | CONVEXO | | |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 10% DE RESIDUOS DE COCO | SUPERFICIE | 0.5 | 1.2 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 0.5 | 0.6 | 0.4 | 1.0 | 1.2 | Máximo 4 mm |
| | BORDE | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 1.6 | 1.2 | 1.3 | 0.5 | 0.6 | 0.4 | 1.5 | 1.6 | Máximo 4 mm |

| DENOMINACIÓN | DATOS | MUESTRA 1 | | MUESTRA 2 | | MUESTRA 3 | | MUESTRA 4 | | MUESTRA 5 | | MÁXIMO OBTENIDO mm | TOLERANCIA |
|--|------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|--------------------|-------------|
| | | CONCAVO | CONVEXO | | |
| LADRILLO ARTESANAL TIPO I, SUSTITUYENDO EL 15% DE RESIDUOS DE COCO | SUPERFICIE | 1.5 | 0.2 | 0.5 | 1.5 | 1.5 | 1.3 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 1.0 | 1.5 | Máximo 4 mm |
| | BORDE | 1.7 | 0.5 | 0.5 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.0 | 0.5 | 0.6 | 1.0 | 1.7 | Máximo 4 mm |

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC

TECNICO LEM

Nombre y firma:



LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Erlin Clavo Rimarachin

LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

JEFE LEM

Nombre y firma:

CQC - LEM

Nombre y firma:



LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION S.

Geremias Rimarachin Rimarachin

INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267870

Anexo G. Certificados de INDECOPI e INACAL



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

CERTIFICADO DE INDECOPI

LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION

 LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Ramarachin
GERENTE GENERAL

 LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
Henry David Clavio Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00122366

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 007029-2020/DSD - INDECOPI de fecha 23 de junio de 2020, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación GSE LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Servicio de construcción de obras, supervisión (dirección) de obras de construcción civil

Clase : 37 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0824970-2019

Titular : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 23 de junio de 2030

Tomo : 0612

Folio : 180



Firmado digitalmente por:
MELONI GARCIA Ray Augusto FAU
20133840533 Inad
Fecha: 02/07/2020 07:24:04-0500

Director
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL



LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAYO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Nº de CIP N° 77263

Pág. 1 de 1



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: **bwe12j806**



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Firmado digitalmente por
CAMPOS FRANCO Carlos Jose FAU
20133640633 soft
Fecha: 23/06/2020 13:28:29-0500

DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS

RESOLUCIÓN N° 007029-2020/DSD-INDECOPI

EXPEDIENTE: 824970-2019

SOLICITANTE: GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

Lima, 23 de junio de 2020

1. ANTECEDENTES:

Con fecha 08 de noviembre de 2019, GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C., de Perú, solicita el registro de marca de servicio constituida por la denominación GSE LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo, para distinguir servicios de la Clase 37 de la Clasificación Internacional.

2. EXAMEN DE REGISTRABILIDAD:

Realizado el examen de registrabilidad del signo solicitado con relación a los servicios que pretende distinguir, y habiendo tenido a la vista la totalidad de antecedentes fonéticos y figurativos en la clase solicitada, se concluye que cumple con los requisitos previstos en el artículo 134 de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, y no se encuentra comprendido en las prohibiciones señaladas en los artículos 135 y 136 del dispositivo legal referido.

La presente Resolución se emite en aplicación de las normas legales antes mencionadas y en uso de las facultades conferidas por los artículos 36, 40 y 41 de la Ley de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI sancionada por Decreto Legislativo N° 1033, concordante con el artículo 4.2 del Decreto Legislativo N° 1075, de acuerdo a las modificaciones introducidas al mismo por los Decretos Legislativos N°s 1309 y 1397.

3. DECISIÓN DE LA DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS:

INSCRIBIR en el Registro de Marcas de servicio de la Propiedad Industrial, a favor de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C., de Perú, la marca de servicio constituida por la denominación GSE LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo que se consignará en el certificado correspondiente; para distinguir servicio de construcción de obras, supervisión (dirección) de obras de construcción civil, de la Clase 37 de la Clasificación Internacional.

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremías Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Henry David Clavo Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: 142636602x

Pág. 1 de 2



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

El presente registro queda bajo el amparo de ley por el plazo de diez años, contado a partir de la fecha de la presente Resolución.

Regístrese y Comuníquese

CARLOS CAMPOS FRANCO
DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS
INDECOPI

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
MENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77462



RUC N° 20605442235

REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES

CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN PARA SER PARTICIPANTE, POSTOR Y CONTRATISTA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.

Domiciliado en: JR. CAJAMARCA NRO. 792 (ESQUINA CON JR PONCIANO VIGIL) CAJAMARCA
CHOTA CHOTA (Según información declarada en la SUNAT)

Se encuentra con inscripción vigente en los siguientes registros:

EJECUTOR DE OBRAS

Vigencia para ser participante, postor y contratista : Desde 31/10/2020
Capacidad Máxima de Contratación : 500,000.00 (QUINIENTOS MIL Y 00/100)

CONSULTOR DE OBRAS

Vigencia para ser participante, postor y contratista : Desde 31/10/2020
Especialidades Ley 30225 : 3 - Consultoría en obras de saneamiento y afines - Categoría A
4 - Consultoría en obras electromecánicas, energéticas, telecomunicaciones y afines - Categoría A
5 - Consultoría en obras de represas, irrigaciones y afines - Categoría A
1 - Consultoría en obras urbanas edificaciones y afines - Categoría A (*)
2 - Consultoría en obras viales, puertos y afines - Categoría A

FECHA IMPRESIÓN: 02/11/2020

Nota:

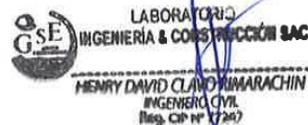
* De acuerdo al artículo 15 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, aprobado por D.S. N° 344-2018-EF, vigente a partir del 30/01/2019, la especialidad se denomina "Consultoría de obras en edificaciones y afines".

Para mayor información la Entidad deberá verificar el estado actual de la vigencia de inscripción del proveedor en la página web del RNP: www.rnp.gob.pe - opción [Verifique su Inscripción.](#)



Retornar

Imprimir





Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2104 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 126-2022
Fecha de emisión : 2022-07-15

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : NO INDICA
Modelo de Copa : NO INDICA
Serie de Copa : NO INDICA

Contómetro : DIGITAL
Marca de Contómetro : CHINT
Modelo de Contómetro : JDM1-48
Serie de Contómetro : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA
12 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM. Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|-------------|--------|------------------------|--------------|
| PIE DE REY | INSIZE | DM21 - C - 0136 - 2021 | INACAL - DM |

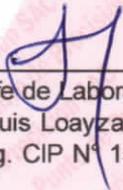
6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,3 | 21,1 |
| Humedad % | 60 | 60 |

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2104 - 2022

Página : 2 de 2

Medidas Verificadas

| COPA CASAGRANDE | | | | | | | | RANURADOR | | |
|------------------------|------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------|--------|--------|-----------------|----------------|-------|
| CONJUNTO DE LA CAZUELA | | | | | BASE | | | EXTREMO CURVADO | | |
| DIMENSIONES | A | B | C | N | K | L | M | a | b | c |
| DESCRIPCIÓN | RADIO DE LA COPA | ESPESOR DE LA COPA | PROFUNDIDA DE LA COPA | Copa desde la guía del espesor a base | ESPESOR | LARGO | ANCHO | ESPESOR | BORDE CORTANTE | ANCHO |
| MEDIDA TOMADA | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| | 55,42 | 2,51 | 26,84 | 47,92 | 47,05 | 147,37 | 123,48 | 10,13 | 2,16 | 12,99 |
| | 55,86 | 2,36 | 26,93 | 48,05 | 47,17 | 147,39 | 123,49 | 10,14 | 2,02 | 12,97 |
| | 55,29 | 2,31 | 26,75 | 47,89 | 47,10 | 147,14 | 122,91 | 10,15 | 2,06 | 12,96 |
| | 54,93 | 2,45 | 26,88 | 47,96 | 47,15 | 147,29 | 123,15 | 9,76 | 2,06 | 12,96 |
| | 54,62 | 2,50 | 27,07 | 48,05 | 47,27 | 147,30 | 123,28 | 9,80 | 1,96 | 13,04 |
| 55,76 | 2,39 | 26,90 | 47,84 | 47,19 | 147,21 | 123,31 | 9,81 | 2,07 | 13,03 | |
| PROMEDIO | 55,31 | 2,42 | 26,90 | 47,95 | 47,16 | 147,28 | 123,27 | 9,97 | 2,06 | 12,99 |
| MEDIDAS STANDARD | 54,00 | 2,00 | 27,00 | 47,00 | 50,00 | 150,00 | 125,00 | 10,00 | 2,00 | 13,50 |
| TOLERANCIA ± | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 0,05 | 0,1 | 0,1 |
| ERROR | 1,31 | 0,42 | -0,11 | 0,95 | -2,85 | -2,72 | -1,73 | -0,03 | 0,06 | -0,51 |

| | Rango según norma | Medida encontrada |
|------------|-------------------|-------------------|
| Resilencia | 77 % a 90 % | 65 % |

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-432-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 126-2022
Fecha de Emisión : 2022-07-18

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : OHAUS

Modelo : NO INDICA

Número de Serie : NO INDICA

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : 2

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-07-12

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-432-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

| | Mínima | Máxima |
|------------------|--------|--------|
| Temperatura | 20,0 | 20,0 |
| Humedad Relativa | 59,7 | 60,6 |

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|-------------------------------|----------------------------|
| INACAL - DM | Juego de pesas (exactitud F1) | PE21-C-0084-2021 |
| | Pesa (exactitud F1) | LM-C-018-2022 |
| | Pesa (exactitud F1) | 1AM-0055-2022 |
| | Pesa (exactitud F1) | 1AM-0056-2022 |

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 30 004 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

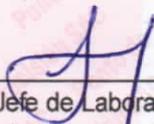
| INSPECCIÓN VISUAL | | | |
|-------------------|-------|----------------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| PLATAFORMA | TIENE | SIST. DE TRABA | NO TIENE |
| NIVELACIÓN | TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición N° | Temp. (°C) | | | | | |
|------------------------|----------------------|--------|-------|----------------------|--------|-------|
| | Inicial | | | Final | | |
| | 20,0 | | | 20,0 | | |
| | Carga L1= 15 000,0 g | | | Carga L2= 30 000,0 g | | |
| | l (g) | ΔL (g) | E (g) | l (g) | ΔL (g) | E (g) |
| 1 | 15 000 | 0,5 | 0,0 | 30 001 | 0,8 | 0,7 |
| 2 | 15 000 | 0,9 | -0,4 | 30 000 | 0,5 | 0,0 |
| 3 | 15 000 | 0,6 | -0,1 | 30 001 | 0,9 | 0,6 |
| 4 | 15 000 | 0,8 | -0,3 | 30 000 | 0,6 | -0,1 |
| 5 | 15 000 | 0,5 | 0,0 | 30 000 | 0,8 | -0,3 |
| 6 | 15 000 | 0,7 | -0,2 | 30 001 | 0,5 | 1,0 |
| 7 | 15 000 | 0,9 | -0,4 | 30 000 | 0,7 | -0,2 |
| 8 | 15 000 | 0,6 | -0,1 | 30 000 | 0,9 | -0,4 |
| 9 | 15 000 | 0,8 | -0,3 | 30 001 | 0,5 | 1,0 |
| 10 | 15 000 | 0,7 | -0,2 | 30 000 | 0,8 | -0,3 |
| Diferencia Máxima | | | | 0,4 | | |
| Error máximo permitido | ± 2 g | | | ± 3 g | | |



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-432-2022

Página: 3 de 3

| | |
|---|---|
| 2 | 5 |
| 1 | |
| 3 | 4 |

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| | | |
|------------|---------|-------|
| | Inicial | Final |
| Temp. (°C) | 20,0 | 20,0 |

| Posición de la Carga | Determinación de E ₀ | | | | Determinación del Error corregido | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|-------|--------|--------------------|-----------------------------------|--------|--------|-------|--------------------|
| | Carga mínima (g) | l (g) | ΔL (g) | E ₀ (g) | Carga L (g) | l (g) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) |
| 1 | 10,0 | 10 | 0,7 | -0,2 | 10 000,0 | 10 000 | 0,9 | -0,4 | -0,2 |
| 2 | | 10 | 0,9 | -0,4 | | 10 000 | 0,5 | 0,0 | 0,4 |
| 3 | | 9 | 0,4 | -0,9 | | 10 000 | 0,8 | -0,3 | 0,6 |
| 4 | | 10 | 0,8 | -0,3 | | 10 000 | 0,7 | -0,2 | 0,1 |
| 5 | | 10 | 0,6 | -0,1 | | 9 999 | 0,4 | -0,9 | -0,8 |
| Error máximo permitido : ± 2 g | | | | | | | | | |

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

| | | |
|------------|---------|-------|
| | Inicial | Final |
| Temp. (°C) | 20,0 | 20,0 |

| Carga L (g) | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | ± emp (g) |
|-------------|------------|--------|-------|--------------------|--------------|--------|-------|--------------------|-----------|
| | l (g) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) | l (g) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) | |
| 10,0 | 10 | 0,6 | -0,1 | | | | | | |
| 50,0 | 50 | 0,9 | -0,4 | -0,3 | 50 | 0,8 | -0,3 | -0,2 | 1 |
| 500,0 | 500 | 0,5 | 0,0 | 0,1 | 500 | 0,5 | 0,0 | 0,1 | 1 |
| 2 000,0 | 2 000 | 0,8 | -0,3 | -0,2 | 2 000 | 0,9 | -0,4 | -0,3 | 1 |
| 5 000,0 | 5 000 | 0,7 | -0,2 | -0,1 | 5 000 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 1 |
| 7 000,0 | 7 000 | 0,9 | -0,4 | -0,3 | 6 999 | 0,4 | -0,9 | -0,8 | 2 |
| 10 000,0 | 10 000 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 10 000 | 0,8 | -0,3 | -0,2 | 2 |
| 15 000,0 | 15 000 | 0,8 | -0,3 | -0,2 | 15 000 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 2 |
| 20 000,0 | 20 001 | 0,5 | 1,0 | 1,1 | 20 001 | 0,9 | 0,6 | 0,7 | 2 |
| 25 000,0 | 25 001 | 0,9 | 0,6 | 0,7 | 25 000 | 0,5 | 0,0 | 0,1 | 3 |
| 30 000,0 | 30 000 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 30 000 | 0,6 | -0,1 | 0,0 | 3 |

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 1,08 \times 10^{-7} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{5,12 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 1,22 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado

Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-433-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 126-2022
Fecha de Emisión : 2022-07-18

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y
CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : **OHAUS**
Modelo : **CL501T**
Número de Serie : **7131121053**
Alcance de Indicación : **500 g**
División de Escala de Verificación (e) : **0,1 g**
División de Escala Real (d) : **0,1 g**
Procedencia : **NO INDICA**
Identificación : **NO INDICA**
Tipo : **ELECTRÓNICA**
Ubicación : **LABORATORIO**
Fecha de Calibración : **2022-07-12**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

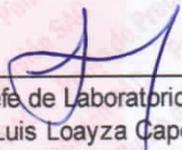
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-433-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

| | Mínima | Máxima |
|------------------|--------|--------|
| Temperatura | 19,8 | 19,9 |
| Humedad Relativa | 59,7 | 59,7 |

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|-------------------------------|----------------------------|
| INACAL - DM | Juego de pesas (exactitud F1) | PE21-C-0084-2021 |

7. Observaciones

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

| INSPECCIÓN VISUAL | | | |
|-------------------|----------|----------------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| PLATAFORMA | TIENE | SIST. DE TRABA | TIENE |
| NIVELACIÓN | NO TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición N° | Carga L1= 250,00 g | | | Carga L2= 500,00 g | | |
|--------------------------|--------------------|--------|-------|--------------------|--------|-------|
| | l (g) | ΔL (g) | E (g) | l (g) | ΔL (g) | E (g) |
| 1 | 250,0 | 0,08 | -0,03 | 500,0 | 0,06 | -0,01 |
| 2 | 250,0 | 0,06 | -0,01 | 500,0 | 0,09 | -0,04 |
| 3 | 250,0 | 0,09 | -0,04 | 500,0 | 0,07 | -0,02 |
| 4 | 250,0 | 0,05 | 0,00 | 499,9 | 0,04 | -0,09 |
| 5 | 250,0 | 0,08 | -0,03 | 500,0 | 0,09 | -0,04 |
| 6 | 250,0 | 0,06 | -0,01 | 500,0 | 0,05 | 0,00 |
| 7 | 250,0 | 0,08 | -0,03 | 500,0 | 0,07 | -0,02 |
| 8 | 250,0 | 0,05 | 0,00 | 500,0 | 0,09 | -0,04 |
| 9 | 250,0 | 0,07 | -0,02 | 500,0 | 0,05 | 0,00 |
| 10 | 250,0 | 0,09 | -0,04 | 500,0 | 0,08 | -0,03 |
| Diferencia Máxima | | | 0,04 | 0,09 | | |
| Error máximo permitido ± | | | 0,3 g | ± 0,3 g | | |



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 506 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 126-2022
Fecha de emisión : 2022-07-15

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : PERUTEST
Modelo de Prensa : STYE-2000
Serie de Prensa : 200910
Capacidad de Prensa : 2000 kN

Marca de indicador : MC
Modelo de Indicador : LM-02
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA
13 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración

La Calibracion se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO O INFORME | TRAZABILIDAD |
|----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|
| CELDA DE CARGA | AEP TRANSDUCERS | INF-LE 106-2021 | UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ |
| INDICADOR | AEP TRANSDUCERS | | |

6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 20,1 | 20,2 |
| Humedad % | 57 | 57 |

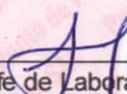
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 506 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

| SISTEMA DIGITAL "A" kN | SERIES DE VERIFICACIÓN (kN) | | | | PROMEDIO "B" kN | ERROR Ep % | RPTBLD Rp % |
|------------------------|-----------------------------|---------|-------------|-------------|-----------------|------------|-------------|
| | SERIE 1 | SERIE 2 | ERROR (1) % | ERROR (2) % | | | |
| 100 | 99,835 | 99,884 | 0,16 | 0,12 | 99,86 | 0,14 | -0,05 |
| 200 | 200,985 | 201,034 | -0,49 | -0,52 | 201,01 | -0,50 | -0,02 |
| 300 | 300,388 | 300,437 | -0,13 | -0,15 | 300,41 | -0,14 | -0,02 |
| 400 | 400,616 | 400,714 | -0,15 | -0,18 | 400,66 | -0,17 | -0,02 |
| 500 | 500,922 | 500,863 | -0,18 | -0,17 | 500,89 | -0,18 | 0,01 |
| 600 | 598,070 | 598,031 | 0,32 | 0,33 | 598,05 | 0,33 | 0,01 |
| 700 | 694,394 | 694,434 | 0,80 | 0,80 | 694,41 | 0,80 | -0,01 |

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación : $R^2 = 0,9999$

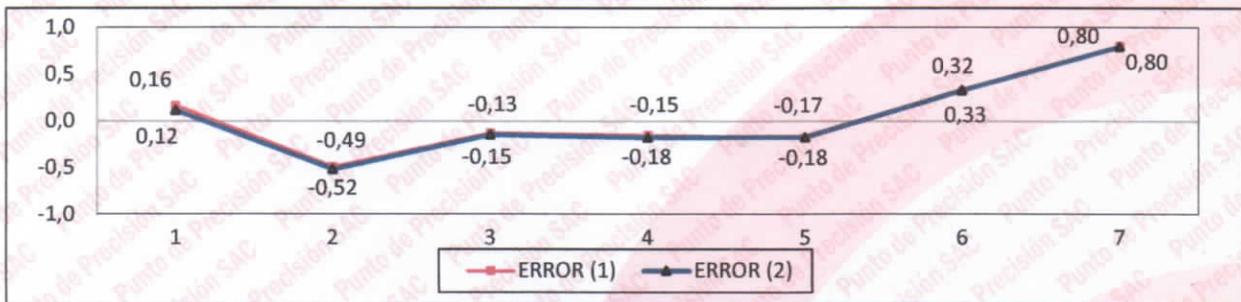
Ecuación de ajuste : $y = 1,0078x - 2,4336$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0194

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

| | |
|-------------------------|--|
| 1. Expediente | 2022-07-18 |
| 2. Solicitante | GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C. |
| 3. Dirección | JR. CAJAMARCA NRO. 792 (ESQUINA CON JR PONCIANO VIGIL) CAJAMARCA - CHOTA - CHOTA |
| 4. Equipo | PRENSA DE MURETES |
| Capacidad | 20000 kgf |
| Marca | PERUTEST |
| Modelo | PT-PM |
| Número de Serie | 102 |
| Procedencia | PERÚ |
| Identificación | NO INDICA |
| Indicación | DIGITAL |
| Marca | HIGH WEIGHT |
| Modelo | 315-X8 |
| Número de Serie | 102 |
| Resolución | 10 kgf |
| Ubicación | NO INDICA |
| 5. Fecha de Calibración | 2022-07-18 ; |

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-07-18

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0194

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Fuerza de CALIBRATEC S.A.C.
Avenida Chillon lote 50 B - Comas - Lima

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 21.9 °C | 21.6 °C |
| Humedad Relativa | 65 % HR | 65 % HR |

9. Patrones de referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Informe de calibración |
|--|---|------------------------|
| Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas | Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f | INF-LE -038 |
| Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas | Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f | INF-LE 038 |

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0194

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

| Indicación del Equipo | | Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia | | | |
|-----------------------|-------------|--|-------------|-------------|----------------------|
| % | F_1 (kgf) | F_1 (kgf) | F_2 (kgf) | F_3 (kgf) | $F_{promedio}$ (kgf) |
| 10 | 2000 | 1990 | 2000 | 2000 | 1996 |
| 20 | 4000 | 4001 | 4021 | 4001 | 4008 |
| 30 | 6000 | 6042 | 6042 | 6042 | 6042 |
| 40 | 8000 | 8044 | 8044 | 8044 | 8044 |
| 50 | 10000 | 10046 | 10046 | 10046 | 10046 |
| 60 | 12000 | 12048 | 12048 | 12048 | 12048 |
| 70 | 14000 | 14050 | 14050 | 14050 | 14050 |
| 80 | 16000 | 16052 | 16052 | 16052 | 16052 |
| 90 | 18000 | 18054 | 18054 | 18054 | 18054 |
| 100 | 20000 | 20057 | 20057 | 20057 | 20057 |
| Retorno a Cero | | 100.0 | 100.0 | 120.0 | |

| Indicación del Equipo F (kgf) | Errores Encontrados en el Sistema de Medición | | | | Incertidumbre U (k=2) (%) |
|----------------------------------|---|------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| | Exactitud a (%) | Repetibilidad b (%) | Reversibilidad v (%) | Resol. Relativa a (%) | |
| 2000 | 0.39 | 0.50 | 1.00 | 0.50 | 0.66 |
| 4000 | 0.36 | 0.50 | 2.56 | 0.25 | 1.20 |
| 6000 | -0.35 | 0.00 | 1.41 | 0.17 | 0.79 |
| 8000 | -0.27 | 0.00 | 1.10 | 0.13 | 0.65 |
| 10000 | -0.23 | 0.00 | 0.91 | 0.10 | 0.57 |
| 12000 | -0.20 | 0.00 | 0.79 | 0.08 | 0.52 |
| 14000 | -0.18 | 0.00 | 0.71 | 0.07 | 0.49 |
| 16000 | -0.16 | 0.00 | 0.65 | 0.06 | 0.47 |
| 18000 | -0.15 | 0.00 | 0.60 | 0.06 | 0.46 |
| 20000 | -0.14 | 0.00 | 0.57 | 0.05 | 0.44 |

| | |
|---|--------|
| MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) | 0.60 % |
|---|--------|

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

