

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional De Ingeniería Civil



TESIS

Influencia de la adición de hidróxido de calcio en la resistencia a la compresión por unidad y en pilas de adobe Abancay, 2019.

Presentado por:

DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

Para optar el título de:

INGENIERO CIVIL

Abancay- Apurímac – Perú

2022

Tesis

Influencia de la adición de hidróxido de calcio en la resistencia a la compresión por unidad y en pilas de adobe Abancay, 2019.

Línea de investigación:

Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible.

Asesor:

Ing. Ángel Maldonado Mendivil



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**“INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA
RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE
ABANCAY, 2019”**

Presentado por: **DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO**, Para optar el título profesional de ingeniero civil.

Sustentado y aprobado el 14 de enero del 2022, ante el jurado:

Presidente: Mg. Calixto Cañari Otero

Primer dictaminante: PhD. Abbon Alex Vásquez Ramírez

Segundo dictaminante: Ing. Mauro Samuel Altamirano Camacho

Asesor: Ing. Ángel Maldonado Mendívil

DEDICATORIA:

A mis padres Edwin y Elvira por todo el apoyo que me brindaron durante toda mi vida, su esfuerzo y aliento fueron parte importante para poder lograr este objetivo.

A mis hermanos María Fernanda y Alexánder por ser una motivación para poder seguir y lograr mis metas y sueños.

A la memoria de mi tío Ing. Jóseph ESPINOZA ASTO por ser la persona que me animó y enseñó a ser perseverante para poder hoy estar aquí cumpliendo una de mis metas.

Diego Alberto

AGRADECIMIENTOS:

A mis familiares y amigos por todo el apoyo brindando durante todos estos años.

A todos los docentes de la escuela profesional de ingeniería civil por compartir sus conocimientos y experiencias.

A mi asesor Ing. Ángel MALDONADO MENDÍVIL por su compromiso y apoyo a lo largo de este proceso.

Diego Alberto

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----------|
| PORTADA..... | I |
| POSPORTADA..... | II |
| PAGINA DE JURADOS | III |
| DEDICATORIA: | IV |
| AGRADECIMIENTOS:..... | V |
| ACRÓNIMOS..... | XX |
| RESUMEN | XXI |
| ABSTRACT..... | XXII |
| 1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.1. Realidad problemática..... | 1 |
| 1.2. Planteamiento del problema. | 3 |
| 1.2.1. Formulación de problemas..... | 3 |
| 1.2.2. Problema general. | 3 |
| 1.2.3. Problemas específicos:..... | 3 |
| 1.3. Justificación de la investigación..... | 3 |

| | |
|---|-----------|
| 1.4. Objetivos de la investigación..... | 5 |
| 1.4.1. Objetivo general..... | 5 |
| 1.4.2. Objetivos específicos: | 5 |
| 1.5. Delimitación de la investigación. | 5 |
| 1.5.1. Espacial..... | 5 |
| 1.5.2. Temporal..... | 5 |
| 1.5.3. Social..... | 6 |
| 1.5.4. Conceptual | 6 |
| 1.6. Viabilidad de la investigación. | 6 |
| 1.7. Limitaciones..... | 7 |
| 2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO..... | 8 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación..... | 8 |
| 2.1.1. A nivel internacional..... | 8 |
| 2.1.2. A nivel nacional. | 11 |
| 2.1.3. A nivel local..... | 14 |
| 2.2. Bases teóricas..... | 15 |
| 2.2.1. Adobe rustico convencional..... | 15 |
| 2.2.1.1. Materiales para la edificación de adobe..... | 15 |
| 2.2.1.1.1. Suelos..... | 15 |
| 2.2.1.1.2. Paja | 18 |
| 2.2.2. Selección de tierras. | 19 |
| 2.2.2.1. Pruebas de selección. | 19 |

| | | |
|------------|---|----|
| 2.2.2.2. | Límites de Atterberg. | 22 |
| 2.2.2.3. | Estabilización de suelos. | 24 |
| 2.2.2.4. | Granulometría | 24 |
| 2.2.3. | Elaboración del adobe. | 25 |
| 2.2.3.1. | Tamaño o módulo del adobe. | 25 |
| 2.2.3.2. | Preparación del barro. | 26 |
| 2.2.3.3. | Mezclado. | 26 |
| 2.2.3.4. | Moldeo. | 28 |
| 2.2.3.5. | Secado y almacenamiento. | 30 |
| 2.2.3.6. | Control de calidad. | 31 |
| 2.2.4. | Propiedades físicas del adobe. | 32 |
| 2.2.4.1. | Alabeo | 32 |
| 2.2.4.2. | Variación dimensional. | 32 |
| 2.2.4.3. | Succión. | 33 |
| 2.2.5. | Ensayos de laboratorio. | 34 |
| 2.2.5.1. | Ensayo de alabeo. | 34 |
| 2.2.5.2. | Ensayo de variabilidad dimensional. | 35 |
| 2.2.5.3. | Prueba de succión. | 35 |
| 2.2.6. | Adobe con adición de hidróxido de calcio. | 37 |
| 2.2.6.1. | Adobe estabilizado. | 37 |
| 2.2.6.2. | Elaboración de adobe con hidróxido de cal. | 37 |
| 2.2.6.2.1. | Cal. | 38 |
| 2.2.6.2.2. | Ciclo de la cal. | 38 |
| 2.2.6.2.3. | Componentes de los tipos de cal de forma genérica. | 41 |
| 2.2.7. | Características mecánicas del adobe. | 43 |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| 2.2.7.1. | Resistencia a la compresión de la unidad. | 43 |
| 2.2.7.2. | Pruebas de laboratorio..... | 44 |
| 2.2.7.2.1. | Ensayo de resistencia a la compresión. | 44 |
| 2.2.7.2.2. | Resistencia a la compresión de la albañilería. | 44 |
| 2.2.7.2.3. | Ensayo de compresión diagonal. | 46 |
| 2.3. | Marco conceptual..... | 47 |
| 3. | CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN | 49 |
| 3.1. | Hipótesis..... | 49 |
| 3.1.1. | Hipótesis general..... | 49 |
| 3.1.2. | Hipótesis específicas:..... | 49 |
| 3.2. | Método. | 49 |
| 3.3. | Tipo de investigación. | 50 |
| 3.4. | Nivel o alcance de investigación..... | 50 |
| 3.5. | Diseño de investigación..... | 50 |
| 3.5.1. | Diseño metodológico. | 50 |
| 3.6. | Operacionalización de variables..... | 51 |
| 3.6.1. | Variable independiente. | 51 |
| 3.6.2. | Variable dependiente. | 51 |
| 3.6.3. | Cuadro de operacionalización de variables..... | 52 |
| 3.7. | Población, muestra y muestreo..... | 53 |
| 3.7.1. | Población..... | 53 |

| | |
|--|-----------|
| 3.7.1.1. Descripción de la población..... | 53 |
| 3.7.2. Muestra | 53 |
| 3.7.2.1. Descripción de la muestra..... | 53 |
| 3.7.3. Muestreo | 53 |
| 3.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 55 |
| 3.8.1. Técnicas | 55 |
| 3.8.2. Instrumentos..... | 55 |
| 3.9. Consideraciones éticas..... | 56 |
| 3.10. Procesamiento de datos estadísticos..... | 56 |
| 4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 58 |
| 4.1. RESULTADOS..... | 58 |
| 4.1.1. Ensayos de laboratorio..... | 58 |
| 4.1.1.1. Muestreo del suelo..... | 58 |
| 4.1.1.1.1. Equipos y materiales..... | 58 |
| 4.1.1.1.2. Procedimiento:..... | 58 |
| 4.1.1.1.3. Toma de datos..... | 58 |
| 4.1.1.1.4. Análisis de prueba..... | 58 |
| 4.1.1.1.5. Resultados..... | 59 |
| 4.1.1.2. Límites de Atterberg..... | 59 |
| 4.1.1.2.1. Equipo y materiales | 59 |
| 4.1.1.2.2. Procedimiento:..... | 60 |
| 4.1.1.2.3. Toma de datos..... | 63 |
| 4.1.1.2.4. Análisis de prueba..... | 64 |

| | |
|---|----|
| 4.1.1.2.5. Resultados..... | 65 |
| 4.1.1.3. Ensayo de granulometría..... | 65 |
| 4.1.1.3.1. Equipos y materiales:..... | 65 |
| 4.1.1.3.2. Procedimiento:..... | 66 |
| 4.1.1.3.3. Procesamiento:..... | 67 |
| 4.1.1.3.4. Toma y análisis de datos..... | 67 |
| 4.1.1.3.5. Resultados:..... | 69 |
| 4.1.1.4. Ensayo de alabeo..... | 70 |
| 4.1.1.4.1. Equipos y materiales:..... | 70 |
| 4.1.1.4.2. Procedimiento:..... | 70 |
| 4.1.1.4.3. Toma y análisis de datos:..... | 71 |
| 4.1.1.4.4. Análisis de prueba. | 74 |
| 4.1.1.4.5. Resultados:..... | 74 |
| 4.1.1.5. Ensayo de variación dimensional..... | 75 |
| 4.1.1.5.1. Equipos y materiales..... | 75 |
| 4.1.1.5.2. Procedimiento:..... | 75 |
| 4.1.1.5.3. Toma y análisis de datos:..... | 76 |
| 4.1.1.5.4. Análisis de prueba. | 82 |
| 4.1.1.5.5. Resultados:..... | 82 |
| 4.1.1.6. Ensayo de succión..... | 83 |
| 4.1.1.6.1. Equipos y materiales:..... | 83 |
| 4.1.1.6.2. Procedimiento:..... | 83 |
| 4.1.1.6.3. Toma y análisis de datos:..... | 84 |
| 4.1.1.6.4. Análisis de prueba. | 89 |
| 4.1.1.6.5. Resultados:..... | 90 |

| | | |
|-------------|--|------------|
| 4.1.1.7. | Ensayo de compresión de unidades. | 90 |
| 4.1.1.7.1. | Equipos y materiales:..... | 90 |
| 4.1.1.7.2. | Procedimiento:..... | 91 |
| 4.1.1.7.3. | Toma y análisis de datos:..... | 92 |
| 4.1.1.7.4. | Análisis de prueba. | 95 |
| 4.1.1.7.5. | Resultados:..... | 95 |
| 4.1.1.8. | Ensayo de compresión de pilas. | 96 |
| 4.1.1.8.1. | Equipos y materiales:..... | 96 |
| 4.1.1.8.2. | Procedimiento:..... | 96 |
| 4.1.1.8.3. | Toma y análisis de datos:..... | 98 |
| 4.1.1.8.4. | Resultados:..... | 101 |
| 4.1.1.9. | Ensayo de compresión diagonal..... | 101 |
| 4.1.1.9.1. | Equipos y materiales:..... | 101 |
| 4.1.1.9.2. | Procedimiento:..... | 102 |
| 4.1.1.9.3. | Toma y análisis de datos:..... | 103 |
| 4.1.1.9.4. | Resultados:..... | 106 |
| 4.2. | Discusión de resultados..... | 107 |
| 5. | CONCLUSIONES..... | 110 |
| 6. | RECOMENDACIONES: | 112 |
| 7. | BIBLIOGRAFÍA..... | 113 |
| 8. | ANEXOS..... | 117 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Tabla de operacionalización por variables..... | 52 |
| Tabla 2. Cantidad de ensayos y adobes | 54 |
| Tabla 3. Adobe con adición de hidróxido de calcio al 13 % | 54 |
| Tabla 4. Adobe con adición de hidróxido de calcio al 17% | 55 |
| Tabla 5: Análisis de Datos – Muestreo (propia, 2021) | 58 |
| Tabla 6: toma de datos de límite líquido..... | 63 |
| Tabla 7: toma de datos de límite plástico..... | 63 |
| Tabla 8: Análisis de datos – Límites de Atterberg (propia, 2021)..... | 64 |
| Tabla 9: resultados – límites de Atterberg | 65 |
| Tabla 10: Resultados – tipo de suelo según SUCS. | 65 |
| Tabla 11: Toma y análisis de datos – Granulometría. | 67 |
| Tabla 12: Sistema De Clasificación AASHTO..... | 68 |
| Tabla 13: ensayo de Granulometría. | 69 |
| Tabla 14: Resultados – Granulometría | 69 |
| Tabla 15: porcentaje de: Gravas, Arenas y Finos | 70 |
| Tabla 16: Análisis de datos – Alabeo Adobe Tradicional. | 72 |
| Tabla 17: Análisis de datos – Alabeo adobe mejorado al 13%..... | 72 |
| Tabla 18: Análisis de datos – Alabeo adobe mejorado al 17%..... | 73 |
| Tabla 19: Análisis de datos para los promedios de alabeo. | 73 |
| Tabla 20: resultados ensayo de Alabeo..... | 74 |
| Tabla 21: Análisis de datos – Variabilidad Dimensional Adobe Tradicional | 77 |
| Tabla 22: Análisis de datos – Variabilidad Dimensional adobe mejorado al 13%..... | 78 |
| Tabla 23: Análisis de datos – Variabilidad dimensional adobe mejorado al 17%..... | 79 |
| Tabla 24: Análisis de datos – Promedio de variación dimensional | 81 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 25: Resultados - variación dimensional | 82 |
| Tabla 26: Análisis de datos – succión adobe tradicional | 86 |
| Tabla 27: Análisis de datos – succión adobe mejorado al 13% | 87 |
| Tabla 28: Análisis de datos – succión adobe mejorado al 17% | 88 |
| Tabla 29: Análisis de Datos – Succión | 89 |
| Tabla 30: Resultados – succión..... | 90 |
| Tabla 31: Análisis de datos – resistencia a la compresión adobe tradicional | 93 |
| Tabla 32: Análisis de datos – resistencia a la compresión adobe mejorado al 13% | 93 |
| Tabla 33: Análisis de datos – resistencia a la compresión adobe mejorado al 17% | 94 |
| Tabla 34 : Análisis de datos - resistencia a la compresión de unidades | 95 |
| Tabla 35: Resultados – compresión de unidades | 96 |
| Tabla 36: Análisis de datos – compresión de pilas de adobe tradicional..... | 98 |
| Tabla 37: Análisis de datos – compresión de pilas de adobe mejorado al 13% | 99 |
| Tabla 38: Análisis de datos – compresión de pilas de adobe mejorado al 17% | 99 |
| Tabla 39: Análisis de datos - ensayo de compresión de pilas..... | 100 |
| Tabla 40: Resultados - compresión de pilas | 101 |
| Tabla 41: Análisis de datos – resistencia de compresión diagonal para adobe tradicional ... | 104 |
| Tabla 42: Análisis de datos – resistencia de compresión diagonal para adobe mejorado al 13% | 104 |
| Tabla 43: Análisis de datos – resistencia de compresión diagonal para adobe mejorado al 17% | 105 |
| Tabla 44: Análisis de datos – resistencia a la compresión diagonal | 106 |
| Tabla 45: Resultados – resistencia a compresión diagonal..... | 106 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Suelos con composición y las condiciones idóneas para la elaboración de adobe... | 19 |
| Figura 2. Prueba granulométrica, prueba de la botella. | 20 |
| Figura 3. Prácticas de Resistencia, prueba de disco. Morales, (2000)..... | 22 |
| Figura 4. Dimensiones del adobe..... | 25 |
| Figura 5. Dimensiones con Mortero. | 26 |
| Figura 6. Mezclad. Morales, (2000)..... | 27 |
| Figura 7. Verificación de humedad correcta. | 27 |
| Figura 8. Moldeo..... | 28 |
| Figura 9. Pasos del moldeo. Morales, (2000) | 29 |
| Figura 10. Desmoldeo. Morales, (2000) | 29 |
| Figura 11. Secado y almacenamiento. | 30 |
| Figura 12. Control de calidad (Grietas). | 31 |
| Figura 13. Control de calidad (Resistencia)..... | 31 |
| Figura 14. Alabeo..... | 32 |
| Figura 15: Variación dimensional. Seminario (2013)..... | 33 |
| Figura 16. Ensayo de alabeo. | 34 |
| Figura 17. Ensayo de succión. | 36 |
| Figura 18: Ciclo de la cal. | 40 |
| Figura 19. Ensayo de resistencia a la compresión. | 44 |
| Figura 20. Ensayo de Compresión Axial. Norma E-080 (2006)..... | 46 |
| Figura 21: cargas actuando en el muro, luego del ensayo de compresión diagonal. Norma E – 0.80 (2006)..... | 46 |
| Figura 22: colocación de muestra en la cuchara casa grande. | 61 |
| Figura 23: con el uso del Acanalador, creación de abertura en la muestra..... | 61 |

| | |
|---|----|
| Figura 24: inicio de golpeo, para cerrar la ranura generada. | 61 |
| Figura 25: extracción de muestras para colocar al horno. | 61 |
| Figura 26: elaboración de bolitas esféricas con nuestra muestra. | 62 |
| Figura 27: obtención de tiras de aprox. 3mm de diámetro. | 62 |
| Figura 28: colocación de las tiras en las taras. | 62 |
| Figura 29: pesado de la muestra en la balanza. | 62 |
| Figura 30: toma de muestras para el ensayo de granulometría. | 66 |
| Figura 31: pesado de cada cantidad retenida luego del tamizaje. | 66 |
| Figura 32: obtención de grupos de acuerdo a gradación de tamaño de partículas. | 66 |
| Figura 33: obtención de los pesos, para la realización de la curva granulométrica. | 66 |
| Figura 34: reunión de materiales para realizar el ensayo. | 71 |
| Figura 35: toma de medidas para obtención de datos. | 71 |
| Figura 36: toma de medidas para obtención de valores. | 71 |
| Figura 37: control de mediciones concluidas, en todas las muestras. | 71 |
| Figura 38: reunión de materiales y muestra para realizar el ensayo. | 75 |
| Figura 39: toma de medidas de cada unidad de adobe. | 75 |
| Figura 40: Toma de medidas en las demás dimensiones. | 76 |
| Figura 41: en ensayo de variación dimensional ha sido concluido para todas las muestras. | 76 |
| Figura 42: pesado de la unidad de adobe en la balanza electrónica. | 84 |
| Figura 43: colocación de agua en el recipiente hasta la altura indicada. | 84 |
| Figura 44: pesado de la muestra, luego de la succión. | 84 |
| Figura 45: el ensayo ha sido realizado para todas las muestras. | 84 |
| Figura 46: colocación de la unidad de adobe en la máquina de compresión. | 91 |
| Figura 47: El adobe, está siendo sometido a las cargas axiales. | 91 |
| Figura 48: toma de resultados de la máquina de compresión Axial. | 92 |

| | |
|---|-----|
| Figura 49: las unidades de adobe han sido llevadas hasta el fallo. | 92 |
| Figura 50: Elaboración de pilas de adobe. | 97 |
| Figura 51: Colocación de las pilas de adobe en la máquina compresora..... | 97 |
| Figura 52: Toma de medidas de la pila de adobe antes de ser sometida a cargas. | 97 |
| Figura 53: La pila de adobe ha sufrido el fallo total. | 97 |
| Figura 54: Elaboración de los muros de adobe para el ensayo. | 102 |
| Figura 55: Colocación del muro de adobe en a máquina compresora. | 102 |
| Figura 56: Toma de medidas del muro antes de ser sometido a carga. | 103 |
| Figura 57: El muro de adobe ha sido sometido a cargas hasta el fallo total. | 103 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|-----|
| Gráfico 1 Carta de plasticidad de casa grande (SUCS) | 64 |
| Gráfico 2 curva granulométrica (propia, 2021) | 68 |
| Gráfico 3 análisis de datos – Promedio de concavidades | 73 |
| Gráfico 4 Análisis de datos – promedio de alabeos | 74 |
| Gráfico 5 Análisis de datos – promedio de la variación dimensional..... | 80 |
| Gráfico 6 Resultados – variación dimensional | 82 |
| Gráfico 7 Análisis de datos – succión..... | 89 |
| Gráfico 8 Resultados - succión | 90 |
| Gráfico 9 Análisis de datos - resistencia a la compresión de unidades | 94 |
| Gráfico 10 Resultados – compresión de unidades | 95 |
| Gráfico 11 Análisis de datos - ensayo de compresión de pilas..... | 100 |
| Gráfico 12 Resultados – ensayo de compresión de pilas (Propia, 2021)..... | 101 |
| Gráfico 13 Análisis de datos – resistencia a la compresión diagonal | 105 |
| Gráfico 14 Resultados – promedio de resistencias de compresión diagonal. | 106 |

ACRÓNIMOS

1. LATAM: Denominación que se le da a Latinoamérica.
2. INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
3. SAET: Ensayo de erosión acelerada. Por sus siglas en inglés.
4. SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. Por sus siglas en inglés.
5. Neoformados: formaciones de rocas nuevamente formados a partir de otra anterior.
6. UNI: Universidad Nacional de Ingeniería
7. UTEA: Universidad Tecnológica de los Andes
8. UNSAAC: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
9. UAC: Universidad Andina del Cusco.
10. Hidróxido: proveniente de la unión de las palabras hidrógeno y óxido.
11. AASHTO: Asociación Estadounidense de funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte. Por sus siglas en inglés.

RESUMEN

El trabajo de investigación, aborda la problemática que ocurre con la seguridad en edificaciones construidas con adobe, lo cual es bastante común en muchas localidades, centros poblados sobre todo en la sierra. Entonces siendo una práctica ancestral, es necesario investigar el asunto, ya que por estudios hechos acerca del adobe, se conoce que cuando es fabricado de forma tradicional, no ofrece la seguridad necesaria, por ejemplo, eventos sísmicos, una edificación de adobe es vulnerable, poniendo en riesgo la vida de nuestra población.

Conociendo esa problemática la presente tesis plantea alternativas para mejorar la calidad, propiedades y resistencia de adobes, adicionando hidróxido de calcio en porcentajes de 13 % y 17% pudiendo mejorar dichas características de cada adobe, siendo el principal aporte de la investigación dando las garantías de seguridad que ofrecerán las unidades de adobe mejorado.

Para demostrar que han mejorado las características y resistencia de los adobes al ser adicionadas con hidróxido de calcio, se hicieron pruebas tanto a nivel físico externo, como el alabeo, variación dimensional y succión. Y para demostrar su mejora a la resistencia se hizo pruebas para determinar el esfuerzo a cargas axiales, por cada unidad de adobe, en pilas y la resistencia diagonal que se realizó para muros de adobe. Con lo expuesto se ha visto que específicamente el adobe mejorado al 13% con hidróxido de calcio es el que mejores resultados ha arrojado, demostrando todas nuestras hipótesis en comparación al adobe tradicional.

Palabras clave: Adobe tradicional, adobe mejorado con hidróxido de calcio, propiedades físicas y propiedades mecánicas.

ABSTRACT

This research work addresses the problem that occurs with security in buildings built with adobe units, which is quite common in many localities, populated centers or communities in the country, especially in the mountains. Therefore, since it is an ancestral practice, it is necessary to shed more light on the matter, since previous studies made about this material known as adobe unit, it is widely known that when it is manufactured in a traditional way, it does not offer all the guarantees. necessary security, and for example, seismic events, an adobe building is quite vulnerable, putting at risk the lives of our population belonging to those areas of the Peruvian coast.

Knowing this problem, this thesis raises some alternatives to improve the quality, properties and resistance of adobe units, being that by adding some compounds, and specifically, by adding calcium hydroxide in defined percentages such as 13% and 17% Said characteristics of each adobe unit can be improved, with which the main contribution of the research is given in terms of the new security guarantees that the improved adobe units will offer.

To demonstrate that the characteristics and resistance of adobe units have been improved when added with calcium hydroxide, various tests have been carried out both at an external physical level, such as warping, dimensional variation and suction. And to demonstrate its improvement in terms of resistance, tests have been carried out to determine the stress at axial loads, both for each unit of adobe, in piles and the diagonal resistance that has been carried out for adobe walls. With all the above, it has been seen that specifically the adobe improved to a 13% concentration of calcium hydroxide is the one that has produced the best results, demonstrating all our hypotheses compared to the traditional adobe.

1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Realidad problemática.

Como se conoce desde tiempos inmemoriales el cubo de adobe es usado como materia preponderante dentro del ámbito de viviendas en una buena parte considerable de LATAM. En la parte central y nororiental de Chile como evidencia de la importancia de este material se observa que la gran mayoría de viviendas se han construido con el uso del mismo, debido a los bajos costos que esta demanda. Nuestros antepasados descubrieron que la aglutinación de barro con paja o pasto seco en bloques rectangulares da como resultado un material que ofrece una excelente resistencia a los efectos climáticos, las presiones, además de no tener una tendencia a agrietarse a lo largo de su vida útil.

Es importante mencionar también que rol ha cumplido el adobe en el Perú. En nuestro país hay ingente evidencia que muestra como nuestros antepasados tomaron este material para construir sus viviendas. Tenemos como ejemplos representativos a ciudadelas enteras como la de Chan Chan (aprox. Entre 1200 y 1480 d.c.) Creada por la cultura Chimú, siendo considerada como la ciudad de barro de mayor tamaño en todo el continente americano; Tenemos también el ejemplo de Caral (3000 a. C. - 1800 a. C.) la ciudad más antigua de LATAM que fue enteramente construida con adobes. De acuerdo a las estadísticas que se tienen del INEI, cuyos datos se han obtenido del último censo, el Perú cuenta con 3 688 452 viviendas hechas de diversos materiales entre los que predomina el adobe, además de otros materiales como la quincha, estera, calamina, etc. lo cual hace que todo ese número de familias permanezcan en riesgo constante ante los movimientos telúricos, puesto que estos materiales no ofrecen seguridad sísmo resistente, no obstante, el adobe sigue siendo un material importante, arraigado en nuestra cultura desde mucho tiempo atrás, como se ha visto, con lo cual es necesario proponer mejoras a su resistencia y de esa forma mejorar también la seguridad en las viviendas que lo usen.

Siendo dicho material un elemento que se emplea en casi todas partes del mundo ya que es relativamente fácil de elaborar y, muy utilizado en nuestra región de Apurímac, mayormente en provincias, centros poblados y también en la ciudad de Abancay como en el sector de Aymas, su precio es relativamente bajo en comparación a unidades como el ladrillo y la bloqueta.

El Perú es denotado como un país en el cual la informalidad abarca la mayoría de la actividad económica y, sobre todo, en la sierra, la elaboración del adobe como material de construcción no está separada de esta realidad, ya que las unidades son creadas de forma empírica y artesanal sin mayores mediciones, controles o estudios que muestren la calidad que presentan, por tanto, es de cuidado ver que las viviendas resultantes en su gran mayoría no ofrezcan los estándares sismo resistentes, con viviendas susceptibles incluso a temblores de baja intensidad, posibles desmoronamientos por lluvias ya que no se conoce el nivel de permeabilidad del material, así como otras situaciones que también se relacionan con la informalidad en la construcción de viviendas que no tienen licencias por parte de los gobiernos locales, es decir, se observa que el problema tiene múltiples dimensiones.

Como se ha notado, el adobe tiene bastante importancia y está muy presente en la realidad cultural de nuestra patria, lo cual hace que sea necesario pensar e investigar nuevas opciones de mejora tecnológica que se unan al adobe como material de construcción, para mejorar sus características internas y externas, lo cual subsecuentemente permitirá optimizar el desempeño que pueda ofrecernos, dando una respuesta más idónea a posibles eventos sísmicos y climáticos futuros.

1.2. Planteamiento del problema.

1.2.1. Formulación de problemas.

Ante el problema de calidad que presenta el adobe y buscando mejoras, sobre todo en cuanto a su resistencia a la compresión, las unidades de análisis serán sometidas a pruebas que determinen ciertos valores cuantitativos, para lo cual se necesitan plantear los problemas a modo de interrogantes, los cuales se presentan en los siguientes subtítulos.

1.2.2. Problema general.

¿De qué forma la adición de hidróxido de calcio influye en la resistencia a la compresión en pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay?

1.2.3. Problemas específicos:

- a) ¿De qué forma la adición de hidróxido de calcio influye en el alabeo de las pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay?
- b) ¿De qué forma la adición de hidróxido de calcio influye en la variación dimensional de las pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay?
- c) ¿De qué forma la adición de hidróxido de calcio influye en el índice de succión de las pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay?
- d) ¿De qué forma la adición de hidróxido de calcio influye en la capacidad de resistencia por unidad de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay?
- e) ¿De qué forma la adición de hidróxido de calcio influye en la capacidad de resistencia diagonal del murete de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay?

1.3. Justificación de la investigación.

El propósito que tiene esta investigación por delante, es el de ofrecer a la comunidad científica información relevante acerca de un nuevo tipo de adobe que es añadido con hidróxido de calcio para cambiar las propiedades físicas y mecánicas que tiene el mismo, teniendo en cuenta que los adobes tradicionales tienen un rendimiento con múltiples falencias en su

resistencia a la comprensión, lo cual tiene también una importancia relevante en el ámbito social, sobre todo en las zonas más pobres del país, lo cual es motivación suficiente con la cual se prioriza la presente investigación.

En línea con lo antes expuesto, lo que se quiere conseguir con la añadidura de hidróxido de calcio en las unidades de adobe, es la mejora sustantiva de la situación y estado físico en que se encuentra una unidad típica de adobe tradicionalmente elaborada, lo cual se espera, que garantice la seguridad y eficiencia en las casas o viviendas sobre todo de las zonas rurales que es donde se hace más frecuente la utilización del mismo. Como bien indicaba Sotomayor Quintana (2018) el adobe como elemento constructivo es muy importante, por lo cual expuso el proceso constructivo, los materiales que intervienen en su elaboración y los tipos de viviendas que se construyen haciendo uso del mismo. El autor da ejemplos de cómo varía de localidad en localidad la elaboración de cada prisma de adobe, aunque por lo general los pobladores usan materia prima, materia prima que se encuentra en su entorno.

Como se ha venido exponiendo, en gran parte del globo terráqueo todavía se viene haciendo uso de cada unidad de adobe como elemento para viviendas. Aunque las técnicas de elaboración sigan variando de acuerdo a la ubicación geográfica, casi en todas las situaciones se observa que se busca la mejora a través del tiempo de: la calidad, seguridad y desempeño que tenga el adobe ante los fenómenos naturales que se puedan presentar. Ante ello, se ha coleccionado un conjunto de estudios, métodos, herramientas y la ayuda prudente para poder elaborar unidades de adobe con una eficiencia y seguridad óptimas. Con la investigación presente se recomienda la mejor forma de elaborar cada bloque de adobe, debido a que se considera que cumpla los estándares adecuados de seguridad, resistencia a ser comprimida, además de considerar el mayor rendimiento y aprovechamiento de los recursos que la naturaleza brinda para la elaboración de adobes para viviendas.

1.4. Objetivos de la investigación.

1.4.1. Objetivo general.

Determinar la influencia de la adición de hidróxido de calcio en la resistencia a la compresión en pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay.

1.4.2. Objetivos específicos:

- a) Determinar la influencia de la adición de hidróxido de calcio en el alabeo de pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay.
- b) Determinar la influencia de la adición de hidróxido de calcio en el nivel de variación dimensional de las pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay.
- c) Determinar la influencia de la adición de hidróxido de calcio en el índice de succión de las pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay.
- d) Determinar la influencia de la adición de hidróxido de calcio en la capacidad de resistencia por unidad de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay.
- e) Determinar la influencia de la adición de hidróxido de calcio en la capacidad de resistencia diagonal del murete de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay.

1.5. Delimitación de la investigación.

1.5.1. Espacial

El presente trabajo investigativo será elaborado en Perú, departamento de Apurímac, provincia de Abancay, distrito de Abancay - sector de Aymas.

1.5.2. Temporal

Los datos recogidos para dicha investigación se recolectarán, analizarán, y presentarán en el año 2021.

1.5.3. Social

La sociedad en general podrá hacer uso del presente estudio de investigación y, de manera especial los habitantes de la provincia de Abancay, distrito de Abancay – sector de Aymas. Quienes podrán, mediante este estudio para la elaboración de primas de adobe que estén dentro del rango de calidad y seguridad necesarias.

1.5.4. Conceptual

Se realizarán estudios de la adición de hidróxido de calcio en elementos de adobe donde se ve su capacidad de resistencia a la compresión en pilas de adobe, dichos estudios se realizarán por que los adobes elaborados tradicionalmente no presentan mayor rendimiento de resistencia a la compresión por lo cual adicionando hidróxido de calcio se pretende mejorar su resistencia a la compresión.

1.6. Viabilidad de la investigación.

El presente estudio es factible porque las unidades de adobe con aditivos para mejorar su calidad cuentan con suficiente investigación que se puede usar como apoyo, además de métodos establecidos en una cantidad considerable de casos.

Se pretende agregar hidróxido de calcio a las unidades de adobe para mejorar su resistencia a la compresión, para lo cual existe también una ingente cantidad de bibliografía de la que se puede hacer uso.

Desde el punto de vista económico también es viable ya que se tienen a disposición diferentes laboratorios para analizar el material con el que se elaborarán las unidades de adobe, además de que la universidad cuenta también con un laboratorio de suelos que se espera usar. Todo lo cual se encuentra dentro de las posibilidades de gasto del tesista que realiza dicha investigación.

Viendo a nivel logístico el trabajo de investigación también es viable ya que se tiene determinado el lugar de donde se tomarán las muestras de material para elaborar las unidades de adobe, a lo cual es posible el acceso de forma sencilla e incluso con ayuda de un vehículo.

1.7. Limitaciones

La investigación tiene como primera limitación que las unidades de adobe que se elaborarán y realizarán son únicamente unidades añadidas con hidróxido de calcio y cuyo material pertenece al sector de Aymas con materiales de la zona.

Como otra limitante se tiene que la proporción de hidróxido de calcio que se piensa adicionar está dentro de un margen establecido que va desde el 13% al 17%

Por otro lado, el presente estudio se limita a la obtención de características externas que son: la resistencia a la compresión, el cambio o variación dimensional, el alabeo de las unidades de adobe, la succión que presente el material, y la resistencia a la compresión en pilas de adobe).

La norma E.080 muestra una información poco precisa y tenue que sólo indica lo concerniente a la elaboración y calidad de unidades de adobe tradicionales, más no considera unidades de adobe con mejorías o aditivos para albañilería como sí se observa que consideran sendas normas internacionales al respecto.

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.

De acuerdo a bibliografía literaria, se han encontrado diversos estudios realizados en otros contextos, los cuales mencionamos a continuación:

2.1.1. A nivel internacional.

Llumitasig, S. y Sisa, A. (2017) en la investigación *El estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala,*). Tesis de pregrado en la Universidad Técnica Nacional, Ambato – Ecuador, la cual tiene como objetivos: encontrar la resistencia a la compresión del adobe artesanal que fue cohesionado para mayor estabilidad con excremento de ganado vacuno, savia obtenida de las cáscaras de tuna e ichu; y segundo, la observación de su funcionamiento con un modelo sísmico a escala. Las muestras fueron ensayadas a las 4 semanas de haber sido creadas, en donde la metodología fue experimental, de enfoque cuantitativo y de tipo básico; y de nivel explicativo causal y predictivo. Para dicho estudio, como bien lo expresan los autores, se han elaborado un total de 60 adobes de población de la cual se han extraído 6 muestras y, sobre estas muestras se determinará la media aritmética de los 4 resultados más óptimos conseguir la fórmula que determine la proporción necesaria para tener un adobe de mayor resistencia a la compresión. La investigación ha conseguido llegar a la siguiente conclusión:

Como bien se ha mencionado: se han registrado y sobre todo se ha tomado en cuenta a los 4 modelos que mostraron mejores resultados, en donde se ha determinado que el primer modelo, cuya composición fue la del adobe tradicional, es decir, de barro dormido más agua, ha mostrado una resistencia a la compresión de 9.84 Kg/cm² a los 30 días de haber sido sometido a prueba. El segundo modelo fue de adobe estabilizado con sangre de toro y obtuvo una resistencia a la compresión de 10.36 Kg/cm² a los 30 días de ser probado, lo cual significa un

incremento de su capacidad resistente en 5.28% con respecto al adobe tradicional del primer modelo. El tercer modelo ha sido elaborado con el barro dormido, agua, sangre de toro y estiércol de ganado vacuno, lo cual ha dado como resultado un adobe que al ser sometido a pruebas de compresión mostró una resistencia a la compresión de 11.29 Kg/cm² y lo cual significa un incremento de 14.74% respecto al adobe tradicional de barro dormido más agua. Se ha tenido un cuarto modelo que ha sido elaborado con barro dormitado, agua, sangre de toro, eses de ganado vacuno y adicionalmente una malla de plástico de refuerzo. Dicho modelo ha presentado una aceleración estructural de 0.620 m/s², que es de nivel en intensidad sísmica de VIII en la escala de Mercalli, siendo este cuarto modelo el mejor de los 4 frente a eventos sísmicos.

Sotomayor, L. (2018) en su trabajo de investigación: *El Adobe: Diseño y proceso constructivo de una vivienda de adobe en Cauquenes*. tesis de pregrado en la Universidad Andrés Bello, Santiago – Chile. El estudio se ha planteado como principal objetivo el de proporcionar el diseño arquitectónico y metodología de implementación de una edificación familiar de adobe en cauquenes, la metodología fue no experimental; de nivel explicativo causal; de enfoque cuantitativo y de tipo básico se realizaron 7 muestras que serán consideradas para en la construcción de una casa íntegramente conformada con adobe, de los cuales se obtuvo una población que serán ensayadas al término de su construcción para comprobar su diseño y proceso constructivo. El estudio arribó a la siguiente conclusión:

El elemento social ha sido un factor preponderante en la metodología y diseño de construcción empleados, puesto que la gran mayoría de casas de adobe existentes en el país, se observan en las zonas rurales y como es ampliamente conocido, la migración como fenómeno social, ha hecho que el conocimiento tradicional que se tenía sobre el adobe y los procesos constructivos se ha ido perdiendo y mezclando con otras corrientes constructivas provenientes de la ciudad. Se tiene como otro factor influyente el hecho de que en las zonas rurales existe

mucha mayor colaboración voluntaria entre los habitantes, lo que hace que muchas veces no sea necesario mucho dinero ni recursos para poder construir la vivienda de una familia, lo cual presenta marcadas diferencias respecto a la ciudad.

De La Peña, D. (1997) en su estudio: *Adobe, características y sus principales usos en la construcción*, tesis de pregrado presentada en el instituto tecnológico de la construcción, D.F. México – México. Se ha tenido como principal objetivo mostrar cómo ha ido evolucionando el proceso constructivo del adobe en concordancia al avance tecnológico, como también presentar una receta de fácil entendimiento para la elaboración del adobe, tanto para personal técnico calificado como para personas naturales sin mayor formación técnica. La metodología fue experimental; de nivel explicativo, descriptivo y causal; de enfoque cuantitativo y de tipo básico. Se realizaron 5 muestras de las cuales se tendrá consideración únicamente a sus características más importantes de la cual se obtuvo una población de 15 pruebas que serán ensayadas para determinar las principales características y usos en la construcción. El estudio arribó a la siguiente conclusión:

Se necesita y es indispensable el cuidado y mantenimiento constante de la estructura de adobe, lo cual la protegerá del intemperismo. Como se ha indicado, algunas de las causas que dan inicio a los fenómenos que luego resultan en deterioros más visibles, son de fácil identificación, y que presentan medidas de corrección más sencillas como la reparación de goteras o ampliar el alero de los techos para mayor protección frente a la socavación de la base de las edificaciones, sin embargo, problemas más complejos que involucran, por ejemplo, que los cimientos sean impermeabilizados no son tan fáciles de solucionar; en estos casos, como lógicamente sucede, la mejor herramienta para dar soluciones idóneas es el conocimiento y, sobre todo, el conocimiento para comprender al adobe como material de construcción, lo cual tomará en cuenta sus ventajas y desventajas en los procesos de deterioro para determinar qué cosas eliminar o cambiar y cuales solamente deben ser reparadas. Se debe de conocer los tipos

de fisuras que aparecen en los adobes, para de acuerdo a ello determinar si es una falla estructural o superficial, cual es la mejor forma de reparar las bases y protegerlas y así evitar la socavación de la parte inferior de las viviendas, lo cual podría originar planos inclinados que orienten el agua pluvial incluso de forma más frontal hacia ellos.

García, I. (2017) en su trabajo de investigación *Estudio de permeabilidad en el adobe implementando agregados naturales*. Tesis de pregrado, en la Universidad Tecnológica de la Mixteca, Oaxaca - México. El objetivo principal que se ha tenido, es el de habituar las condiciones de permeabilidad y propiedades del adobe mediante el análisis de diferentes agregados naturales que combinados con el suelo nos den una proporción y materiales adecuados para ser adicionados, la metodología fue experimental, siendo la población 11 pruebas de laboratorio y 3 muestras seleccionando de estas la combinación de ideal para la elaboración del adobe con agregados naturales. El estudio arribó a la siguiente conclusión:

Se ha experimentado con diferentes proporciones de la resina como material aditivo a las unidades de adobe en donde al ser sometidas a la prueba de permeabilidad, las muestras que más resistieron al desgaste y demoraron más en deshacerse fueron las que contenían resina al 20% en primer lugar, al 25% en segundo lugar, y al 15% en tercer lugar; en el caso del cuarto lugar, fue de la misma concentración de resina con la única diferencia de tener además excremento de burro. Por otro lado, si observamos los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión, los cubos de suelo que mejor comportamiento han mostrado son aquellos con: 15% de resina en el primer lugar, 10% de resina en el segundo lugar, y 15% de resina adicionado con excremento de burro en el tercer lugar.

2.1.2. A nivel nacional.

Romero, V. y Callasi, C. (2017) en su informe de investigación *Estudio comparativo de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto*. Tesis de pregrado en la Universidad Andina del Cusco,

Cusco – Perú. El objetivo principal de la investigación fue obtener el estudio diferencial de las propiedades del adobe tradicional con respecto a las propiedades de adobe estabilizado con asfalto. Se tiene como método investigativo que es hipotético deductivo con un diseño cuasi experimental de tipo cuantitativo y nivel descriptivo la población está integrada por las unidades de adobe tradicional y adobe estabilizado y la muestra será de 6 especímenes por cada ensayo. Al finalizar la investigación se obtuvieron los siguientes resultados:

Al comparar el adobe básico frente al adobe adicionado con asfalto esta última presenta menor nivel alabeo, poseen mayor resistencia a la compresión, presentar un inferior porcentaje de absorción, poseen menor índice de succión de agua. Además, el autor obtiene que las unidades de adobe adicionado con asfalto presentan un nivel elevado de resistencia en comparación al ensayo de erosión acelerada (SAET) que las unidades del adobe básico y finalmente mayor nivel de resistencia en relación con el ensayo de desgaste por goteo que las propiedades del adobe básico.

Mamani, R (2009) en su proyecto de investigación *Prototipo de vivienda con adobe mejorado en el Distrito de Chupa – Azángaro*. correspondiente a una tesis de pregrado en la Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú. El objetivo principal fue hacer un estudio de las edificaciones existentes y determinar un modelo de edificaciones con adobe variado en sus componentes en el distrito de Chupa – Azángaro.

La metodología es de tipo hipotética – deductiva. La población fue el distrito de Azángaro – Puno y se obtuvieron muestras de 3 tipos de vivienda de adobe mejorado para el mejor confort bioclimático de la población. El estudio arribó a la siguiente conclusión:

Se han analizado y mejorado los adobes para el prototipo de vivienda cumpliendo las disposiciones físico-mecánicas, estipulados en la norma E.080. También se ha disminuido su volumen, y se obtuvo mayor resistencia y de buena calidad, se ha efectuado en laboratorio para el mejoramiento del adobe con el PET y porcentaje de cemento, y se logró la resistencia mayor

de 12kg/cm^2 según la norma E.080 del RNE; Se alcanzó un promedio de 21.68 kg/cm^2 , la solución para las épocas de helada en invierno se solucionó con la ayuda de claraboyas, considerando la orientación adecuada. La utilización del programa ECOTECT no funciona muy bien si su base de datos no es alimentado correctamente, el uso de los materiales de la zona es muy primordial, ya que abaratan el costo de la construcción y también las propiedades térmicas de dichos materiales son muy buenas.

Gómez, H. (2015) en su trabajo de investigación *Evaluación técnica de las construcciones de adobe, según la norma E.080 del RNE; en la localidad de Ranca, Ayacucho – 2013*. Tesis correspondiente a pregrado en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho – Perú. El objetivo principal de la investigación fue estudiar la actitud (desenvolvimiento) de las edificaciones de adobe, tomando como referencia la norma peruana e.080 de la disposición edificaciones del Perú, el método de la investigación que se empleo es hipotético deductivo con un diseño cuasi experimental de tipo cuantitativo y nivel descriptivo, la población está compuesta por 593 viviendas construidas de adobe en ranca, y la muestra será las evaluaciones de viviendas de adobe según el RNE. Los resultados de estudio han arribado a las siguientes conclusiones:

El tipo de evaluación que se empleó para el diseño estructural y arquitectónico fue descriptivo sobre las edificaciones de adobe ubicado en el C.C.P.P. de Ranca, tomando como referencia el reglamento E – 0.80, a partir de ello se obtuvo que el 30,97% de las edificaciones manifiestan daños y fallas de carácter estructural y representan vulnerabilidad ya que no están basadas técnicamente en el reglamento, causadas por el desconocimiento y la falta de una supervisión técnica necesario para la población que construye tradicionalmente sus viviendas frente a ello se propone un prototipo de modelo tecnificado para viviendas en el centro poblado de Ranca, el modelo de vivienda que se plantea cumple con las disposiciones de la norma técnica E.080 del reglamento de edificaciones del Perú, y con una característica adicional que

es la resistencia ante un evento sísmico, cumpliendo todas las disposiciones del proceso constructivo que necesariamente deben ser empleadas por los maestros y albañiles de autoconstrucción de Rancho.

Bolaños, J. (2016) en su investigación científica *Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna*. Tesis correspondiente al pregrado en la Universidad Privada del Norte, Cajamarca – Perú. El objetivo principal ha sido fijar la capacidad de resistencia a compresión, flexión y la posibilidad de absorción del adobe compactado incluyendo la goma de tuna en proporciones variadas, el método aplicado en esta investigación es de carácter experimental. La población empleada ha sido 96 bloques de tierra, y la cantidad mínima será 6 cubos para cada ensayo. Se arribó a las siguientes conclusiones:

La hipótesis no ha sido demostrada a nivel global sino de forma parcial, ya que el adobe compactado con propiedades adicionadas de goma de tuna en porcentajes de 5%, 10% y 15% presenta aumento en la resistencia a compresión y flexión hasta en un 43% y 42% respectivamente frente a la muestra patrón sin aditivo. Sin embargo, para la muestra donde se incluye la absorción del agua, la muestra no superó la prueba. Pero las muestras de adobe donde se incluye el 10% de aditivo se incrementan hasta en un 15% a diferencia de las muestras de adobe con un 5% de goma de tuna, también se observó que la resistencia a de los bloques de adobe compactados y practicados en mitades se obtiene una resistencia de 19.19 kg/cm^2 para la muestra patrón y para los porcentajes de 5%, 10% y 15% presentan valores de 6.47 kg/cm^2 , $6,81 \text{ kg/cm}^2$, $6,11 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente.

2.1.3. A nivel local.

López, J. (2018). En su labor de investigación *“Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización san Luis de la ciudad de Abancay*. Tesis de pregrado en la Universidad Tecnológica de los Andes, Apurímac – Perú.

El objetivo general de la investigación fue encauzar el suelo ubicado en los jirones de Molinopata y Santo Domingo de la urbanización San Luis, incorporando un porcentaje de cal y finalmente se logre usarlo como capa subrasante de un pavimento tomando como referencia las normas y especificaciones vigentes en nuestro país, el método de la investigación es exploratorio de nivel analítica, para esta investigación se eligió como población la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay y como muestra la subrasante de los jirones molinopata y Santo Domingo de la urbanización San Luis localizado en la ciudad de Abancay. Los resultados de la investigación arribaron a las siguientes conclusiones:

Es 8% del peso seco de suelo la cantidad adecuada de cal para lograr un mejor índice de BCR en ambos suelos y se obtiene que al aplicar el ensayo de Eades y Grim y al agregarle cal al suelo, el pH del suelo aumento en un nivel superior a los 10.5 lo que permite romper las moléculas de las arcillas y así formar productos cementantes que aportan a que el suelo tenga mayor resistencia, por otra parte, tomando como fuentes los ensayos de Eades y Grim.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Adobe rustico convencional.

2.2.1.1. Materiales para la edificación de adobe.

En este primer ítem abordaremos sobre los materiales que son necesarios para fabricar de forma correcta los adobes y construir viviendas con ellos. En un apartado inicial se describirá los materiales básicos con detalles mínimos y en otro apartado los materiales de categoría industrial, solo se les mencionará.

2.2.1.1.1. Suelos

Para obtener adobes de buena formación en primera instancia se debe hacer una correcta selección de suelos. Para ello existen una variedad de ensayos de laboratorio y aplicaciones en mediciones de campo. Con los primeros se logra tener confianza con respecto al suelo

elegido para planificar todo el proceso de elaboración de adobes, pero con ello se genera una pequeña dificultad debido a que pueden ser de elevado costo y difíciles de aplicar por la ubicación lejana de las canteras debido a eso su puesta en práctica será validable económicamente si se diera el caso de que se trate de una estructura grande, lo cual no es muy habitual.

Para obras con recursos financieros escasos o las autoconstrucciones, hay un nivel de seguridad con respecto a la selección de suelos mediante las prácticas de campo, los cuales que tienen relación directa en forma habitual son con las pruebas de laboratorio, lo cual representa un rango de confianza.

Para lograr la fabricación de unidades de adobe de calidad, el suelo a escoger debe poseer arena y arcilla en su composición. Es relevante que se incorpore la arcilla debido a que tiene componentes adhesivos y pegantes, y se comporta como un cemento de arenas, las que componen los factores inmóviles del suelo que propician la capacidad de resistencia.

De forma global, los suelos con un segmento del total de arena que varíen de 55% a 75% son estimadas como aceptables y la porción de fines sea de 25% a 45% (limón y arcillas), caso contrario en ninguna circunstancia se aceptan suelos que contengan más de 18% de arcilla, con respecto al sistema unificado de suelos (SUCS). Se observó en algunos casos que la incorporación de una cantidad mayor de arcillas puede generar modificaciones volumétricas no deseadas en los adobes. En relación a este punto la norma sugiere que el suelo esta gradado y repartido en porcentaje de: Arcillas 10 – 20%. Arena 55- 70% y Limos del 15 al 25%. Los porcentajes indicados podrían sufrir modificaciones para los adobes estabilizados.

En relación con los límites de Atterberg, se sugiere que el límite líquido puede sufrir variaciones de 20 y 40 debido a que, por debajo de 20 se refiere de suelos no cohesivos y en el caso que supere 40 representa deficiencia en cuanto a la cantidad de agua. Es sugerible

que el índice plástico (IP) sea inferior a 20. Por otro lado, la cantidad porcentual de minerales salinos solubles de deben exceder el 0,2%, de manera que si se diera el caso de que supere, provocaría a la larga la deformación del adobe y también se puede dar el hecho de que se pulverice, formación que se origina ante la acción de humedad presente. La integración de sales solubles puede evidenciarse en varios casos como en el suelo al adicionarle unas gotas de ácido nítrico al 5%, y de presentar burbujeo, ello evidenciará que está integrada componente de sales y será recomendable adentrarse aún más en los ensayos de laboratorio.

También es relevante prevenir la presencia de materia viva u orgánica en el suelo indicado para el proceso de elaboración del adobe, debido a que presenta como resultado la superación en buena parte de la disminución del tamaño de los adobes y eso limita la capacidad de poseer mayor resistencia causada por los vacíos y descomposición. En varios casos es recomendable contar con canteras de las áreas de cultivo, pero se corre el riesgo de que se incorpore materia orgánica, debido a ello, se debe retirar la capa más expuesta ya que contiene materia orgánica y hacer uso de capas más profundas, ubicadas como mínimo a setenta centímetros de la superficie terrestre.

Otro aspecto importante para considerar es el comportamiento del suelo puede variar en mayor proporción de su contenido fino, presentando variaciones bastante evidentes de acuerdo con una formación de componentes mineralógica. Debido a ello se puede observar que los suelos de similitudes en su granulometría evidencian distintos comportamientos. Para salvar este tipo de problemas se sugiere analizar los suelos en estudio o laboratorio, haciendo prácticas de adobes relativamente similares en su forma y dimensión tomando como referencia los adobes que utilicen en la obra. La posibilidad de observar este tipo de especímenes resulta como el método más efectivo para identificar las características del

material suelo que se usará para la elaboración de adobes y los atributos de una cantera. (Seminario tesis I, 2008)

2.2.1.1.2. Paja

El empleo de la paja para el adobe es considerado como una costumbre tradicional, es decir la utilización de la paja en el proceso de elaboración del adobe y de la misma forma en el mortero como asiento. Haciendo un análisis de las investigaciones anteriores, se observó que el ichu disminuye de forma efectiva las contracciones de manera que se seca de forma libre con la incorporación de otros se logra una mejor adherencia. En conclusión, es indispensable la incorporación de la paja en la albañilería, mortero, tortas de barro debido a que se consiguen mejores resultados, mayor adherencia y reduce agrietamientos.

Hay que indicar también que la paja varía de acuerdo a cada localidad y se puede obtener de: arroz, gras corriente, residuos de caña, de trigo, en ciertos lugares también emplean guano, crines y otros materiales similares. Sin embargo, en todo caso las normas recomiendan que se debe utilizar la paja cortada en 10cm, en un porcentaje de alrededor del 1% en peso, si se excede en cantidad puede concretar un barro poco removible disminuyendo la capacidad de aguante de los adobes.

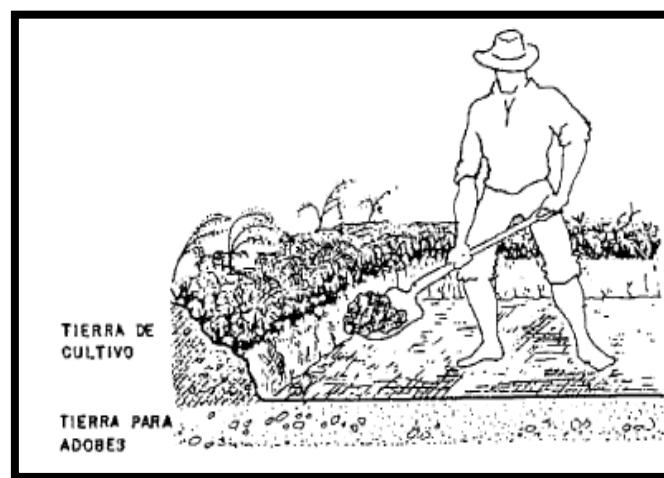
Cabe indicar que, en algunas zonas costeras, los insectos como avispas pueden adentrarse dentro de la paja para anidar en el interior de los adobes, generando como consecuencia la creación de unos pequeños túneles, que con el pasar del tiempo debilitan el adobe.

Hay casos en los que no es necesario el empleo de la paja como por ejemplo en el adobe mejorado con cal para tener control de fisuraciones. Pero su incorporación puede mejorar la interacción en el mortero – adobe, en este caso en particular la paja se debe emplearse al suelo mojado posterior a que sea juntado a la cal para su mezcla. O caso contrario se podría obtener como resultado la adhesión en mayor proporción a la paja, consecuentemente impidiendo lograr las propiedades estabilizantes que le proporciona el material.

2.2.2. Selección de tierras.

El tipo de tierra recomendable para la elaboración del adobe que debe ser compuesta por 25 a 45% de materiales finos como el limo y arcilla y la diferencia de arena. La cantidad máxima admisible de arcilla que se debe emplear es de 15 al 17%. Indispensable que el suelo no provenga de tierra de cultivo.

Figura 1. Suelos con composición y las condiciones idóneas para la elaboración de adobe



En la imagen se aprecia la no utilización de tierra de cultivo para la elaboración de adobe.

Fuente: Roberto Morales (2000)

Las tierras inadecuadas son fáciles de identificar por la coloración que presentan:

- Tierras con composición de material orgánico: color oscuro negruzco.
- Tierra con composición de sales: de color claro y sabor salado.

2.2.2.1. Pruebas de selección.

Son las aplicaciones prácticas y de laboratorio con los cuales permiten identificar el tipo de tierra y si es adecuada para la conformación de unidades de adobe.

Una vez superada la fase de selección de la cantera, el proceso que sigue es elaborar unidades prismáticas de adobe a ser probado y tener control de la calidad y si cumple con los requerimientos, antes de tener producciones masivas de adobe.

a) Prueba granulométrica (Prueba de la botella).

Esta prueba es aplicada para definir la proporción exacta de las propiedades los componentes principales, los cuales son, las arcillas, limos y arenas de la tierra.

Para ello se debe proseguir las pautas indicadas a continuación:

Contener con material tamizado, usando el tamiz número 4, además de una botella con capacidad de 1litro y abertura ancha, cabida hasta la parte media de su altura.

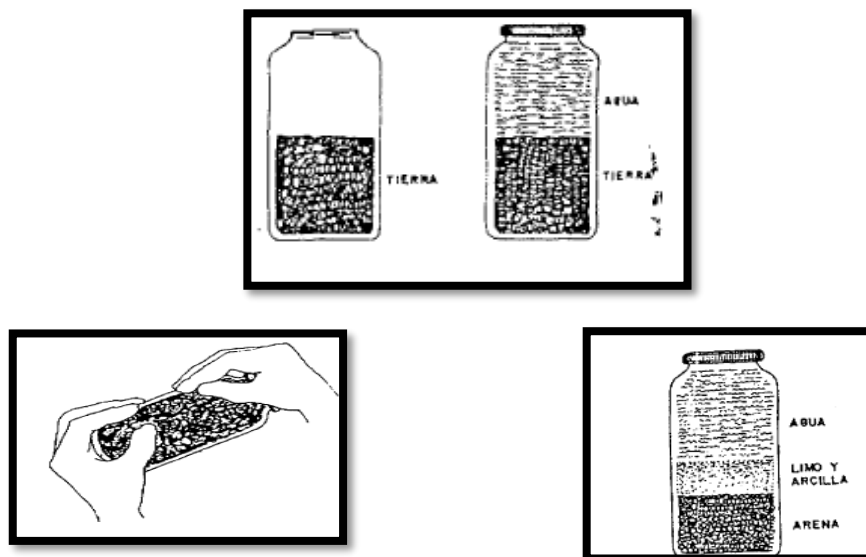
Ocupar la parte sobrante con agua libre de impurezas.

Sacudir fuertemente la botella hasta comprobar que los compuestos del suelo se encuentren suspendidos.

Esperar que los compuestos de arena reposen en el interior de la botella, para ello es recomendable dejar sobre una mesa. Se observó que los compuestos de arena reposan al instante, sin embargo, los compuestos de limón y arcilla tardaran algunas horas.

Para finalizar el procedimiento calcular fases que determinaran la cantidad de arena y limos con arcilla. Es aceptable que la proporción de arena oscile en un rango de 1.5 a 3 veces las concentraciones de limos y arcillas.

Figura 2. Prueba granulométrica, prueba de la botella.



Podemos apreciar en la imagen la forma correcta en la que se realiza la prueba de la botella

Fuente: Roberto Morales (2000)

b) Prueba de plasticidad.

Se emplea para fijar la categoría de tierras y determinar su tipo de suelo, como arcillas o arenas.

El procedimiento consiste en hacer con tierra mojada una tira de 1.5cm de diámetro dejarlo en el aire y con ello cuantificar el tamaño o dimensión del extremo que se romperá.

Para ello se analizan 3 casos:

- Tierra con arenas: lo cual es inadecuado, y sucede cuando la tira se rompe sin llegar a los 5 cm.
- Tierra con arcillas y arenas: se comporta de forma adecuada, y sucede cuando el rollo se rompe en el rango de longitudes de entre 5 cm y 15 cm.
- Tierra con arcillas: no es adecuada, cuando el rollo es muy elástico y se rompe recién sobrepasando los 15 cm.

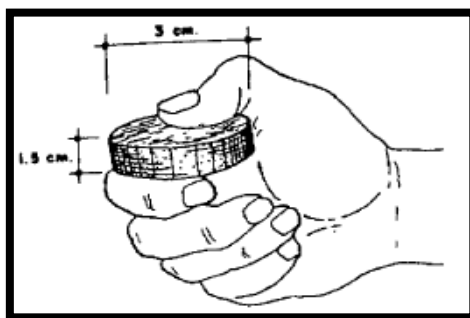
c) Prueba de resistencia.

Se basa en batir tierra agregada con agua y fabricar 5 círculos sólidos de 1.5 cm de radio con 1.5 cm de altura o espesor. Esperar a que se seque en 48 horas y posteriormente intentar romperlos.

Se manifiestan dos casos:

- Resistencia baja: no es adecuada, con bastante facilidad se aplasta el disco.
- Resistencia de media a alta: es adecuada, con mayor dificultad se aplasta el disco y se quiebra con un sonido seco.

Figura 3. Prácticas de Resistencia, prueba de disco. Morales, (2000)



2.2.2.2. Límites de Atterberg.

a) Límite líquido.

Está basado en hallar una cantidad porcentual de humedad en el suelo y con ello obtener un comportamiento similar a un material de plástico, Es válido decir que en este estado el suelo tener mayor capacidad de resistir deformaciones instantáneas, sin sufrir variaciones de volumen, presentar grietas y sin erosionarse. En estas condiciones el material tiene lo máximo de humedad posible, debido a ello variará su funcionalidad con tendencia a presentar un flujo viscoso. En resumen, el límite líquido hace referencia a la frontera entre la situación plástica del suelo y el estado semilíquido del mismo.

En el procedimiento del ensayo inicialmente se pulveriza proporción adecuada del material suelo que ha sido secado a la intemperie para conseguir una muestra significativa del material que más adelante será suministrado a través del tamiz N° 40 con una cantidad aproximada de 250 gramos. Posteriormente se debe evaluar la altura de la cuchara de casa grande debido a que esta debe ser de un centímetro con esto el ranurador tiene en su parte delantera un material similar a un dado el cual esta calibrado para el logro del fin. Después de la verificación el siguiente paso es colocar un aproximado de 250 gramos de una proporción del suelo a una capsula de porcelana, se agrega una mínima cantidad de agua como para ser mezclada con el suelo para finalmente poseer un color similar a este.

Posterior a ello se realiza la ejecución de la prueba en el cual se incorpora la muestra de manera llana sobre la cuchara de casa grande, después se le hace un corte utilizando el ranurador en la parte media de la muestra.

Una vez realizada esta acción el siguiente paso es soltar la cuchara del equipo a través de su manilla a una velocidad promedio de 2 golpes por cada segundo, en esta primera práctica inicial, el suelo debe de sellar su abertura en 12 mm en una cantidad aproximada de 40 golpes, si se diera el caso de que la muestra se cierre en una cantidad superior a 40 se le debe adicionar agua a la misma.

Para el desarrollo del ensayo se debe aproximar a que se dé el primer cierre de la muestra entre los 25 y 30 golpes, después entre los 20 y 25 golpes y finalmente en relación de los puntos identificados se elabora una gráfica de contenido de humedad frente a la cantidad de golpes hallados como resultado para el cierre de la ranura de esta forma con la representación del gráfico y hallar la cantidad de agua introducida a los 25 golpes que luego de finalizado sería el resultado referente al límite líquido. (Bowles, 1978)

b) Límite plástico.

Hace referencias a la cantidad de agua dentro de la mezcla que esté por debajo y se puede determinar al suelo como un tipo de material no plástico.

En el procedimiento de la prueba se basa en separar en varias proporciones o divisiones diminutas al material que van desde los 20 a 39 gr de suelo que fue seleccionada anteriormente en el proceso de preparación de muestra para limite líquido.

Después es recomendable que, sobre una superficie lisa, un trozo de vidrio o papel, enrollar el suelo con la mano extendida, logrando un molde en forma de tiras cilíndricas de diámetro constante debido a la acción de golpes con velocidades de 80 a 90 revoluciones por minuto. Cuando se logre tener un diámetro del hilo o cilindro en 3mm se debe descomponer en diminutos pedazos, y con ello hacer un nuevo molde de bolas o masas que después tienen

que ser enrollados. Se debe realizar de manera alternativa el procedimiento de la elaboración de bolas o masas hasta lograr que el hilo o tira de material suelo, se fracture bajo la presión de la agitación al enrollar, evitando que se siga extendiendo la tira. (Bowles, 1978)

2.2.2.3. Estabilización de suelos.

Se evidencio que la arcilla en contacto con la humedad presenta modificaciones de volumen que son indispensables de tener bajo control de ello, en contacto con el agua este disminuye cuando se seca, se intensifica.

A raíz de esto se produce la erosión los adobes y como consecuencia, la inestabilidad y perdida de resistencia en las edificaciones. + (Morales, Manual para construcción de viviendas de adobe, 2000).

2.2.2.4. Granulometría

Este ensayo está basado en que una porción de muestra seca de masa conocida sea desligada mediante una secuencia de equipos de tamizaje que están estructurados secuencialmente de un orificio mayor a uno menor, para hallar la repartición de las dimensiones de cada partícula.

En cuanto a su procedimiento, la muestra escogida previamente por cuarteo, es sometida a un secado en temperaturas de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta obtener un peso constante de la misma. Posterior a ello se selecciona los tamices de abertura de $\frac{3}{4}$ ", $\frac{3}{8}$ ", Nro. 4, Nro. 8, Nro. 16, Nro. 30, Nro. 50, Nro. 100, Nro 200. y fondo. Luego de la selección se procede a poner una cantidad limitada de material sobre los tamices utilizados de forma que todos los compuestos tengan la posibilidad de obtener la abertura del tamiz, una cantidad de veces durante la ejecución del tamizado. Ya puesta la muestra en la serie de tamices, se continúa con poner la secuencia de tamices en la tamizadora durante 5 minutos en promedio. Una vez hecho esto, se procede a pesar los pesos obtenidos en cada tamiz, luego este mismo

procedimiento se repite para la parte faltante de la muestra. Cabe resaltar y mencionar que se debe cuidar de que bajo ninguna circunstancia se debe presentar la pérdida de más del 2% frente al peso original. Una vez acabado esto, se desarrolla la valoración de los datos en gabinete de la cantidad porcentual que pasa en cada tamiz, para así obtener la curva de gradación de los tamaños de partículas. (Norma Técnica Peruana, 2001)

2.2.3. Elaboración del adobe.

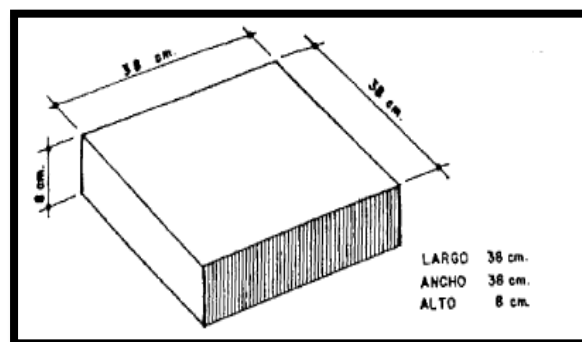
2.2.3.1. Tamaño o módulo del adobe.

Tomando como referencia la variedad de dimensiones de los adobes, en este apartado se indicarán algunas sugerencias adecuadas, pero no suficientes.

El tamaño o módulo en cuanto a su largo, en todo adobe, no debe ser mayor al doble de su ancho, lo cual también indica que el adobe no debe tener una longitud mayor de 40cm.

Para facilitar las edificaciones y el comportamiento mecánico, es recomendable la elaboración de adobes en forma cuadrada y las dimensiones más precisas son:

Figura 4. Dimensiones del adobe.

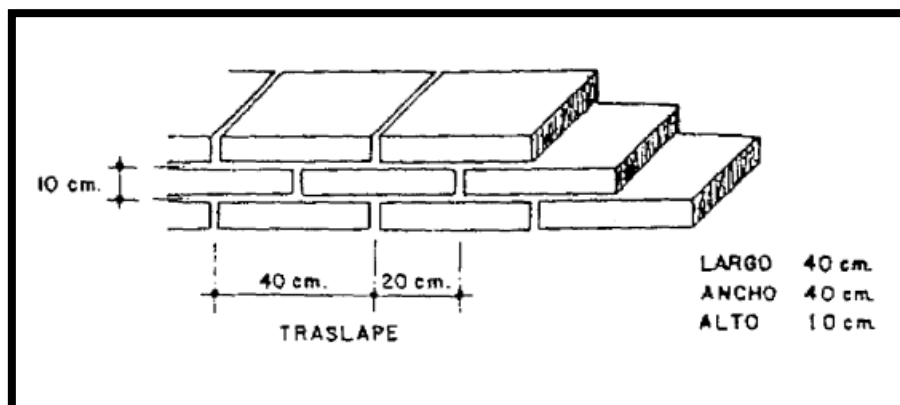


La imagen nos muestra la forma y dimensiones del adobe recomendada para construir.

Fuente: Roberto Morales (2000)

Debido a que al añadir el mortero se adhiere a la junta con un grosor de 2 cm que, suele ser el más frecuente, por lo que sus medidas finales vienen a ser:

Figura 5. Dimensiones con Mortero.



La imagen muestra las dimensiones recomendadas para la construcción en adobe.

Fuente: Roberto Morales (2000)

2.2.3.2. Preparación del barro.

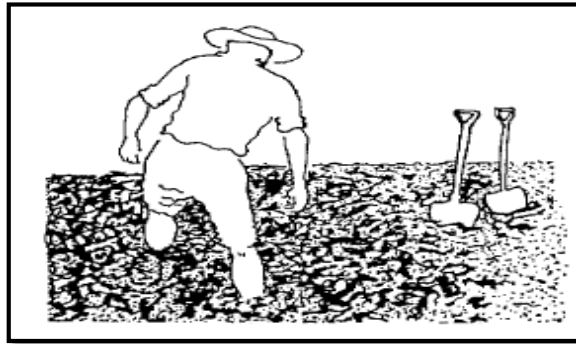
En un primer momento se debe hacer la limpieza del entorno, ahogar el material suelo en agua y retirar todo elemento dimensiones mayores a 5 mm y demás materiales extraños, dejar el suelo en estado húmedo y reposando por 1 día completo, esta serie de pasos, hará más manejable el mezclado (Morales, Manual para construcción de viviendas de adobe, 2000)

2.2.3.3. Mezclado

Para facilitar el mezclado y obtener una masa adecuada, se puede adicionar agua de acuerdo a la cantidad requerida y para el proceso de mezclado utilizar lampas y rastrillos o utilizando las extremidades inferiores pisando y caminando energéticamente.

Proporcionar al conglomerado de mezcla materiales inertes que tengan una composición de fibras de paja o pasto ya secado con cantidad del 20% de ocupación espacial en volumen.

Figura 6. Mezclad. Morales, (2000)

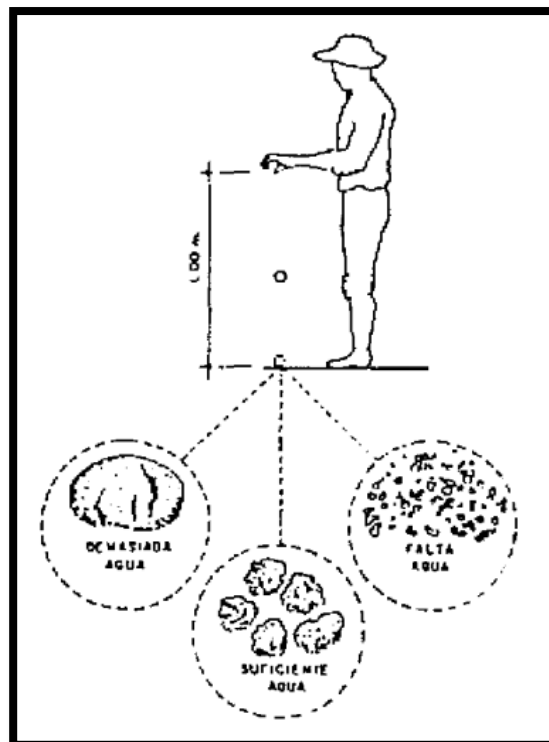


La imagen muestra la forma correcta de realizar el mezclado de tierra, paja y agua.

El siguiente paso es el moldeo, pero anterior a ello, es recomendable verificar la humedad y que sea la adecuada aplicando el ensayo empírico siguiente:

- Agarrar un puño del conglomerado y moldear un sólido esférico.
- Soltar la bolita esférica desde 1 metro del nivel de referencia y dejar caer al suelo.

Figura 7. Verificación de humedad correcta.



La imagen muestra la manera empírica de hacer el control de agua en adobe

Fuente: Roberto Morales (2000)

Si se obtiene como resultado porciones grandes, es un indicador de que hay suficiente agua, si se observa que se aplasta, pero no se rompe es un indicador de que hay demasiada agua o de lo contrario se observa pulverizaciones en varias partículas diminutas, falta agua.

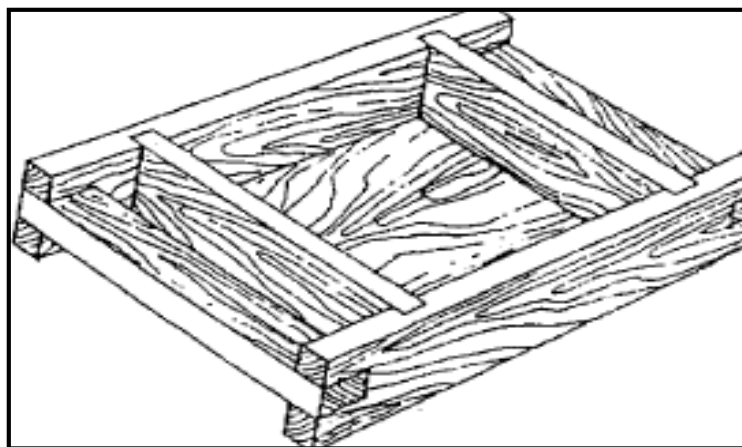
2.2.3.4. Moldeo.

Es posible hacer uso del moldeo tradicional, los cuales son moldes sin fondo y prácticamente introduciendo la mezcla directamente en el molde o también haciendo uso de los moldes con fondo, con los cuales se puede obtener una mejor calidad de adobes, más uniformes, con mayor resistencia y con una presentación impecable.

Los moldes deben ser elaborados de una buena calidad de madera y cepillados, recomienda proteger los extremos con elementos laminares metálicos.

Para la elaboración de los moldes se debe tener muy en cuenta la disminución de tamaño del adobe durante el proceso de fraguado y para obtener un resultado exacto se pueden hacer adobes de prueba para que finalmente se puedan determinar las medidas y dimensiones planteadas en el diseño (Morales, Manual para la construcción de viviendas de adobe, 2000)

Figura 8. Moldeo.



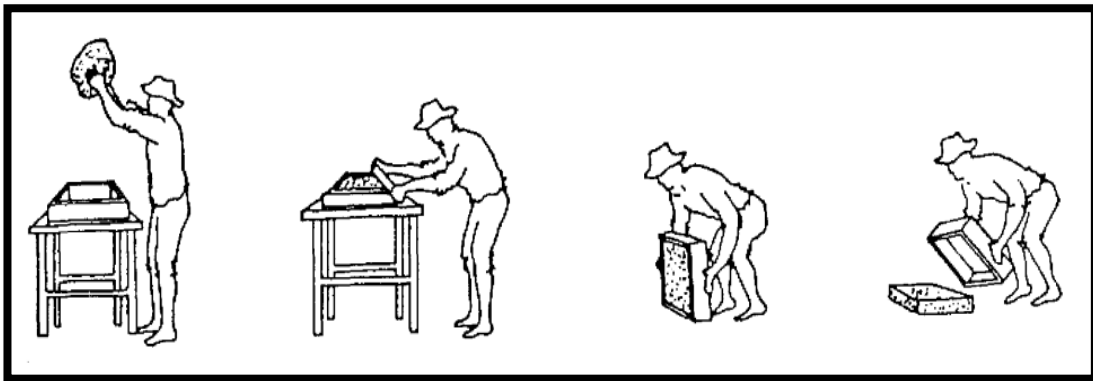
Se aprecia el molde de madera para darle forma al adobe.

Fuente: Roberto Morales (2000)

El procedimiento que se seguirá para el moldeo es el siguiente:

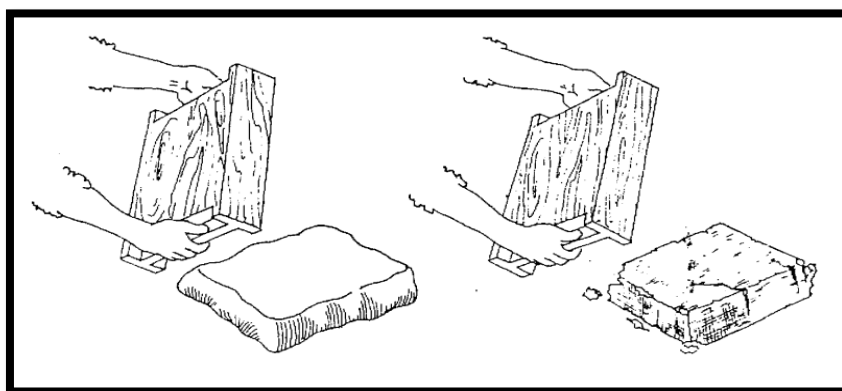
- Humedecer y lavar el molde, luego esparcir arena en el interior del molde, repetir el procedimiento para cada uso.
- En el caso de que se utilice el molde tradicional (equipos de molde) introducir el conglomerado en el interior del molde encima de la base que se pueden utilizar los moldes con fondo con los que se consiguen unidades de adobe, más estables, fortalecidos y sin alabeos o variaciones que otorgan mejor forma.

Figura 9. Pasos del moldeo. Morales, (2000)



- En el caso de que haya exceso de mezcla en el molde utilizar una regla de madera y con eso retirar la parte sobrante.
- Retirar el molde con suaves sacudidas verticales.

Figura 10. Desmoldeo. Morales, (2000)



Se muestra la forma correcta de desmoldar para que no sufra fisuras el adobe.

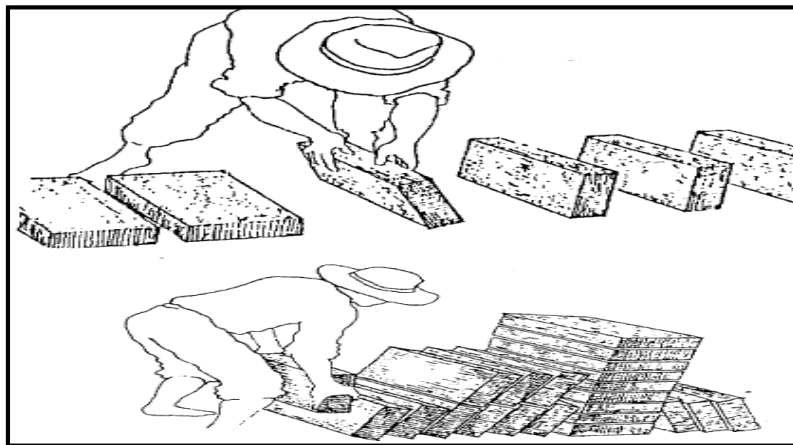
2.2.3.5. Secado y almacenamiento.

Para el proceso de secado, se recomienda hacerlo sobre una base plana y totalmente libre de la presencia de materiales contaminantes como sales y elementos orgánicos. El Tendal debe proporcionar una producción semanal para las cubiertas o techos que serán realizados en temporadas de altas lluvias.

Para prevenir que los adobes se peguen se sugiere espolvorear arena fina sobre el interior del tendal.

Tras superar los tres días de secado los adobes, deben ser puestas de canto y después de una semana deben ser apiladas. (Morales, Manual para la construcción de viviendas de adobe, 2000)

Figura 11. Secado y almacenamiento.



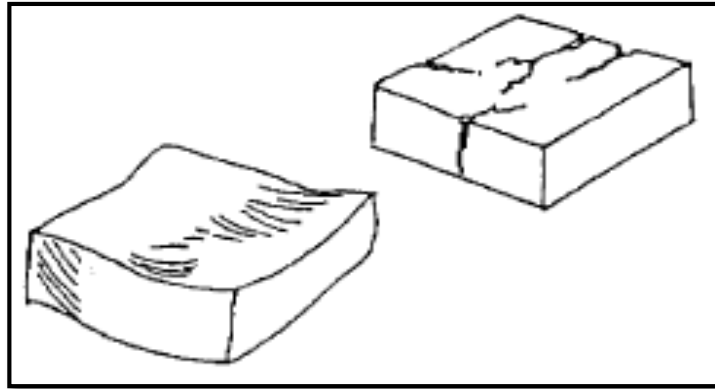
La figura muestra la forma correcta de realizar el secado de los adobes después de 24 hrs.

Fuente: Roberto Morales (2000)

2.2.3.6. Control de calidad.

Si se observa que al superar 1mes de secado, nuestras unidades de adobe muestran deformaciones o grietas, se recomienda agregar una cantidad adicional de paja a la mezcla de suelo y agua. (Morales, Manual para construcción de viviendas de adobe, 2000).

Figura 12. Control de calidad (Grietas).

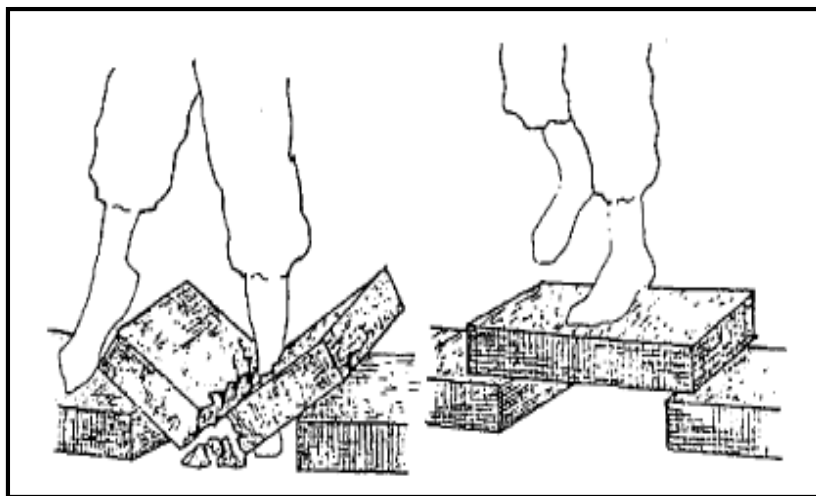


Se muestra las fisuras, concavidad y agrietamientos a la hora del secado

Fuente: Roberto Morales (2000)

Si al superar el mes de secado el adobe no supera la prueba de resistir la cantidad de masa de un hombre promedio, se debe incorporar material arcilloso al barro.

Figura 13. Control de calidad (Resistencia).



Se aprecia la forma empírica de saber la resistencia del adobe

Fuente: Roberto Morales (2000)

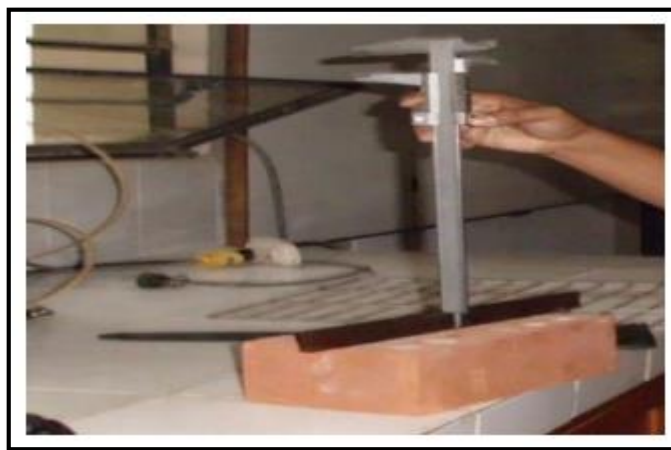
2.2.4. Propiedades físicas del adobe.

2.2.4.1. Alabeo

Se denomina alabeo, a las deformaciones o grietas que se presentan en las caras opuestas del adobe o partes, áreas vacías (no convexo) que son resaltantes o escapan de la forma regular (Convexo) (Parró, 2015). La apariencia del alabeo es similar a la variación dimensional. Es válido decir que genera aumentos o disminuciones en el espesor del mortero, que finalmente afecta al esfuerzo de carga máxima y la fuerza diagonal de albañilería.

La presencia mayor de alabeo (concavidad o convexidad) del adobe trae como consecuencias: mayor espesor de la junta, disminución de la adherencia, formación de vacíos en las zonas con presencia de mayor alabeo o peor aún generar fallas de tensión o compresión por flexionar las unidades (Saenz Lulichac, 2015).

Figura 14. Alabeo.



Se observa la manera correcta de obtener el alabeo de unidades de albañilería.

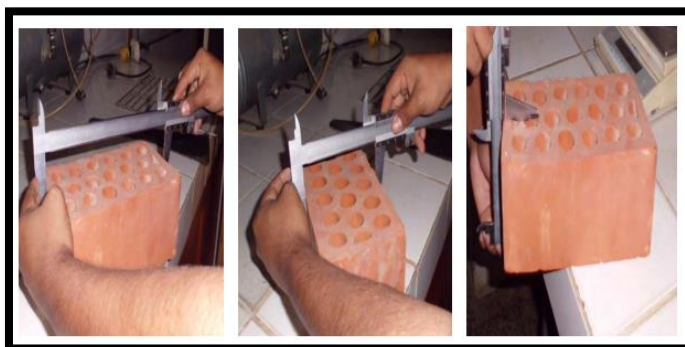
Fuente: Seminario (2013)

2.2.4.2. Variación dimensional.

Hace referencia a la modificación que se evidencia en las dimensiones del adobe ya sea caras opuestas, ancho, largo o altura. Las variaciones dimensionales a rasgos generales

hacen hincapié a las características geométricas que ningún ladrillo posee perfectas. Siempre se evidencia la presencia de imperfecciones de largo, ancho y alto. Estas imperfecciones son aún más visibles en la construcción de albañilería en las juntas de mortero mayores a las requeridas (Lulichac Saenz, 2015)

Figura 15: Variación dimensional. Seminario (2013)



Se observa la manera de obtener la variación dimensional de las unidades de albañilería.

2.2.4.3. Succión

Se denomina succión a una proporción de avidez de agua que se presenta en la unidad de adobe en el lado en donde se juntará con otras unidades y como propiedad necesaria para determinar la relación entre el mortero y el material denominado adobe, lo cual da información de la capacidad con la que un adobe resiste a la tracción.

Está comprobado que la presencia de materia denominada adobe con succión que sobrepase los valores adecuados hará que, en el proceso de juntado con demás unidades de adobe, no se obtiene haciendo uso de métodos tradicionales de edificación sino con formaciones de unión con el mortero. Cuando la presencia es evidente de absorción intensa, el aglutinante o unión, a causa del rápido secado del líquido que es succionada por el adobe en unidad, que hace endurecer y deformar el mismo, consecuentemente no posibilita un total contacto y pegado y exacto con el siguiente ladrillo. Cuando sucede lo antes mencionado, no se consigue una formación y unión que sea adecuada, más bien es parcializado, lo que no proporciona buena resistencia e impermeabilidad a la humedad y agua en sí.

Se estima que en el caso de que las succiones superan los 45 gramos por minuto en una superficie de 200 cm², es una acción necesaria, el que los adobes como unidades de materiales se remojen con agua, de acuerdo a normas y técnicas establecidas, para corregir la succión del asentado.

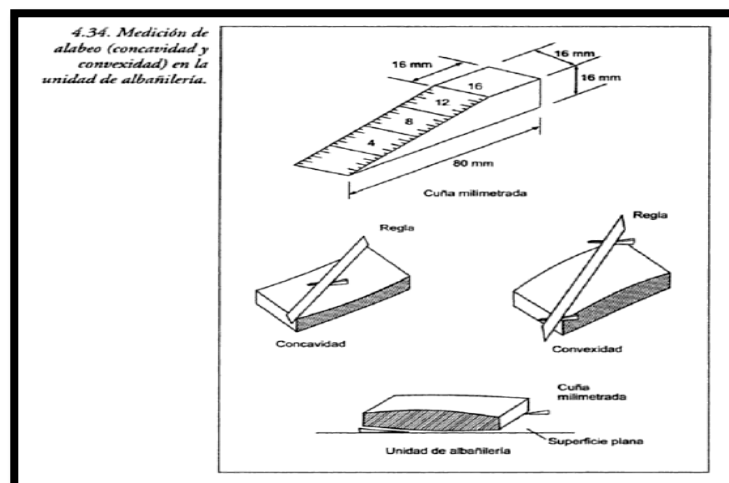
Se ha aceptado que la capacidad de succión es determinante en la adhesión de cada adobe con el aglutinante. Podemos poner como ejemplo que, sin perjudicar o afectar a la materia prima para fabricar los adobes, se posee una succión entre 15 y 40 gramos, lo cual nos indica que se obtiene una mayor conexión con el mortero (Gallegos, 2005)

2.2.5. Ensayos de laboratorio.

2.2.5.1. Ensayo de alabeo.

El instrumento que se usa para comparar y medir la concavidad y la convexidad son una regla y una cuña calibrada. Se visualiza como unidad de medida a los milímetros (Gallegos, 2005)

Figura 16. Ensayo de alabeo.



Se observa la concavidades y convexidades de las unidades de albañilería.

Fuente: Gallegos (2005)

2.2.5.2. Ensayo de variabilidad dimensional.

En el procedimiento para definir la variación dimensional se debe incluir como dato las dimensiones promedio. Se realizará como una muestra representativa, tomando como mínimo veinte unidades. Se calculan las dimensiones en milímetros y proporciona o halla el promedio aritmético de los resultados, representados por los valores P (P1, P2 y P3).

Posteriormente se apartan los valores de las medidas especificadas para cada punto o eje dimensional: En un frente, las que superan a P y en otro lado, las que son inferiores a P. Después se promedia cada equipo obteniéndose Pmin (P1min, P2min y P3min) y Pmax (P1max, P2max y P3max).

Se observa a los resultados que manifiestan de la siguiente forma:

Promedio aritmético de las dimensiones: $P_i \times P_2 \times P_3$

Variación en %: $+V = ((P - P_{min}) / (P)) \times 100$; $-V = ((P_{min} - P) / (P)) \times 100$

(Gallegos, 2005)

2.2.5.3. Prueba de succión.

En el procedimiento del ensayo de succión, se empleará el secado al horno en el caso de ensayos de investigación, y muestras en estado natural y el proceso aplicado es constructivo.

El procedimiento de la prueba se observa en la figura 17. La muestra primero debe ser pesada (P_s), se coloca encima de soportes alrededor de 1 minuto, luego se extrae, se seca el área con un trapo y es pesado nuevamente (P_m). La succión se consigue mediante la siguiente fórmula:

Succión = $((P_m - P_s) \times 200) / A$

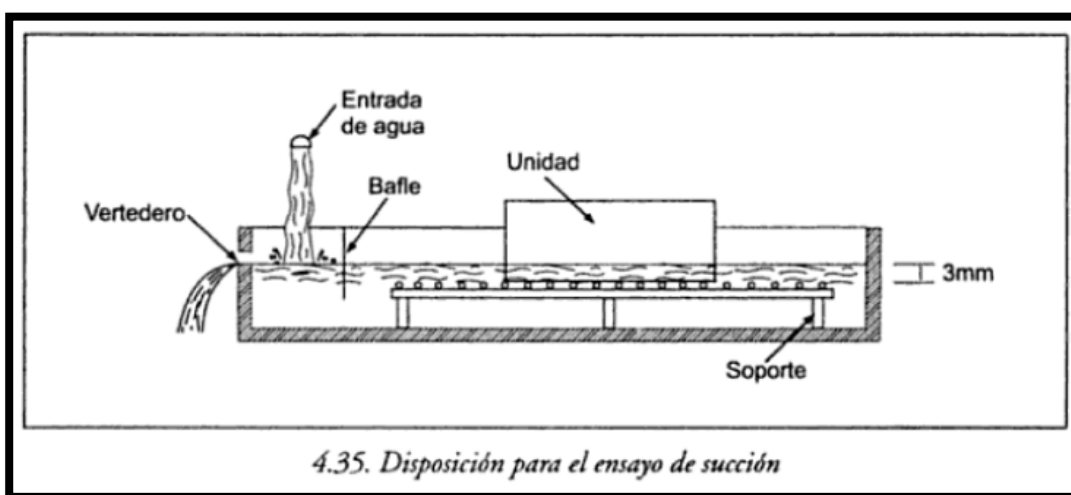
En donde se conoce que P_m y P_s vienen a ser los pesos que antes de mencionaron en gramos y la superficie de contacto entre el agua y una unidad de adobe en centímetros cuadrados

está representada por A. La succión se puede expresar simplemente en gramos o en: gramos/200cm²/minuto.

En la situación de que sea requerido que se aplique un ensayo insitu en obra, es posible omitir la incorporación de agua para conseguir el ahogo de 3mm de la unidad. Suficiente con incorporar una magnitud de agua necesaria para que se inicie la introducción, luego se debe calibrar en un picnómetro, después de superar los 60 segundos de contacto del adobe con el agua, repetir el vaciado en el picnómetro.

En el momento en que se desee hacer la prueba de la que se está tratando, dentro de la obra, o sea de forma in situ en campo, se puede prescindir del agua con la cual se mantenían inmersos de forma estable los 3 mm de cada adobe. Se subsana el impase con una inmersión de entrada de forma correcta, que se mide en un picnómetro, y cada minuto que suceda de inmersión en contacto con el adobe, volver a vaciar la misma en el picnómetro. La diferencia entre los 200 cm² que es medida patrón, y el volumen medido será el resultado de la conocida succión.

Figura 17. Ensayo de succión.



Se muestra la forma correcta del ensayo de succión de las unidades de albañilería.

Fuente: Gallegos (2005)

2.2.6. Adobe con adición de hidróxido de calcio.

2.2.6.1. Adobe estabilizado.

De acuerdo al Reglamento nacional de edificaciones, norma E – 0.80 (2006), Se presenta como adobe estabilizado al adobe que ha sido modificado en su composición interna con elementos aditivos, y cuyo fin es del de mejorar las capacidades de resistencia y estabilidad que tenga el adobe, para hacer frente, de mejor manera, a efectos negativos que ocasionan diversos factores externos como por ejemplo el intemperismo.

2.2.6.2. Elaboración de adobe con hidróxido de cal.

Estos bloques se hacen con tierra arenosa, mezclada con arcilla inorgánica y agua, básicamente como un adobe tradicional con excepción de que se agrega a la mezcla una porción de cal en proporción a 3 o 4 porciones de tierra, mientras más arcilla y cal se encuentren en la mezcla respetando las proporciones aumenta la resistencia del bloque. Finalmente se coloca la mezcla en el molde de madera humedecido, se hace un poco de presión a la masa para que rellene todo el molde y se vierte fuera del molde para el secado correspondiente. (Lizeth Eliana, 2018)

a) Procedimiento:

1. Para iniciar, se ha de formar la masa de barro que resulta de la mezcla de materia prima con agua.
2. Para un correcto y uniforme mezclado del barro, se realiza el pisado del mismo, técnica usada de forma tradicional por los pobladores de la zona.
3. Posteriormente se deja reposar la mezcla a la intemperie por un mínimo de 24 horas para obtener lo que se conoce como masa de barro dormido.
4. Como siguiente paso se introduce en la masa de barro dormido el hidróxido de calcio para conseguir unidades de adobe mejorado, las cantidades de concentración van del 13% al 17%.

5. Posteriormente se procederá a mezclar los componentes hasta conseguir una mezcla uniforme, lo cual también se hará con la técnica del pisado.
6. Finalmente, para conseguir las unidades de adobe mejorado que tengan la forma prismática esperada, se introduce la mezcla en el molde de madera hasta que quede totalmente lleno, se compacta para tapar todos los posibles vacíos y se extrae el molde de abajo hacia arriba, con lo cual una vez obtenida la forma deseada se la deja secando por lo menos 01 semana a la intemperie.

2.2.6.2.1. Cal

Las cales son el producto de las rocas calizas y en donde sin importar su composición, proporción de componentes, aspecto físico o forma, basta que contengan compuestos químicos que pueden ser: el óxido de calcio, los hidróxidos de calcio y magnesio y el óxido de magnesio, dicha materia prima es conocida de forma genérica como “Cal”.

2.2.6.2.2. Ciclo de la cal.

El conocido ciclo del material conocido como cal viene a ser la formación de los de los conglomerados de cal que se produce por la dilatación de piedras calizas al ser sometidas a temperaturas que están alrededor de los 900°C, lo cual se puede expresar mediante la siguiente reacción:

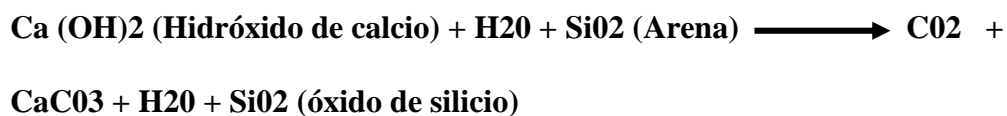
Carbonato de calcio (CaCO₃), es decir, piedra caliza, más energía produce: óxido de calcio (CaO) más dióxido de carbono (CO₂).

Como se ha visto, luego de ocurrir la reacción química, se consigue el CaO, óxido de calcio, cuyo nombre común es “cal viva”, a lo cual posteriormente se le adiciona agua para que mediante una nueva reacción química se produzca lo que se conoce como cal dormida o apagada, es decir el hidróxido de calcio.

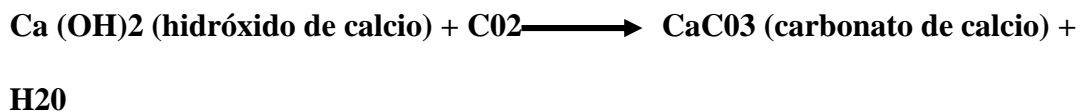


Gracias a la adición del agua la cal adquiere mayor elasticidad, lo cual genera una pasta que es más manejable para usos constructivos.

Posteriormente se busca que el Ca(OH)_2 reaccione con el CO_2 que se encuentra en el medio ambiente, con el fin de que ésta al ser carbonatada vaya adquiriendo endurecimiento. Lo anterior se consigue fácilmente al mezclar la cal apagada con agua y arena en diferentes proporciones. La reacción química ocurre de la forma siguiente:

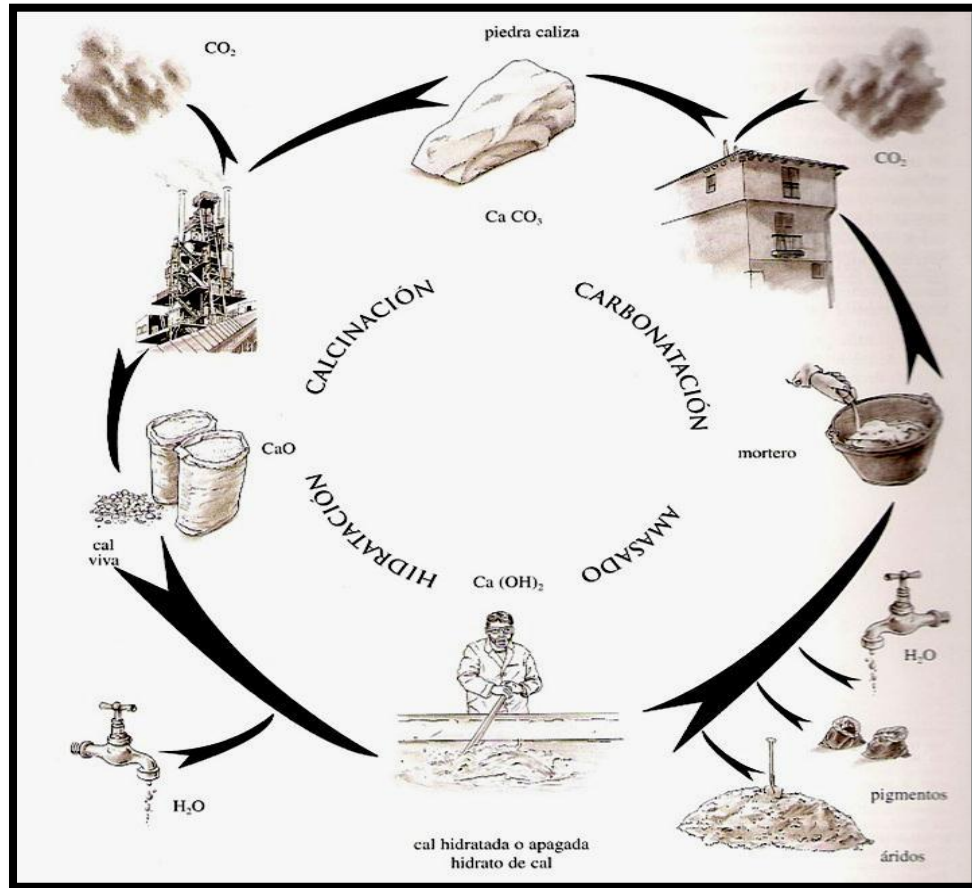


Luego de esta mezcla, se obtiene un mortero endurecido, por acción de la arena. Dicha mezcla fragua, lo cual se puede acelerar si se extrae el agua excedente de forma adrede para facilitar el secado, endureciéndose el mortero cada vez más debido a la acción de dióxido de carbono (CO_2) presente en el medio ambiente, proceso que se conoce como carbonización. Mediante la siguiente reacción se puede observar lo mencionado.



De esta manera es que se culmina con el ciclo, quedando como producto final el carbonato de calcio (CaCO_3).

Figura 18: Ciclo de la cal.



Se observa los procesos a los cuales la cal es sometida para poder ser utilizada en la construcción.

Fuente: Dullinger (2011)

Es necesario indicar que terminar el ciclo de la cal completo, proceso que se conoce de mejor manera como carbonización, no es un proceso rápido, por el contrario, es un ciclo lento que inicia luego de 1 día de fraguado aproximadamente, y culmina a los 6 meses, momento en el cual el mortero recién adquiere su mayor solidez.

2.2.6.2.3. Componentes de los tipos de cal de forma genérica.

Se tienen diferentes tipos de cal, pero esto no se debe al hidróxido de calcio, sino más bien a otros subproductos que se encuentran en las rocas calizas que han sido usadas para su fabricación, ya que en términos reales las conformaciones rocosas de tipo calcita en estado libre de impurezas, sino que presentan otros materiales a manera de impurezas, como por ejemplo la arcilla, el óxido de magnesio, óxido de hierro, etc. De acuerdo a estas impurezas, es que la cal resultante presenta características diferentes. En la construcción, si bien es cierto que se utiliza un tipo de cal apagada en general, se tienen diferentes variantes, las cuales son:

- **Cal aérea (L):** Tiene como característica fundamental es que se endurece al contacto con el contacto con el aire. Su origen se da en rocas calizas que tienen como un máximo 5% de arcillas y hasta un 5% como máximo de otras materias. Quedando así un 90% de material calcita. Sus características son que es más fina que otros tipos, gracias a ello esta posee una gran trabajabilidad, pero como una desventaja se podría indicar que este tipo de cal presenta una resistencia muy baja a la compresión, lo cual hace que su uso sea generalmente para trabajos de acabado.
- **Cal hidráulica:** Se ha visto que este tipo de cal se consigue cuando la roca caliza que pasará el proceso de calcinación presenta una cantidad de arcilla que varía entre el 5% y 25%. Su composición es elástica, lo cual la hace un buen aglomerante y además suele presentar aluminatos y silicatos.

Este tipo de cal es muy trabajable para todo tipo de trabajos de construcción, y con el tiempo, en el proceso de secado, adquiere resistencia a la compresión bastante alta, ayudado por un fraguado rápido, sin embargo, para que se produzca

esta cal es necesario la calcinación en los hornos a temperaturas superiores a los 1200°C.

- **Cal hidráulica natural (NHL):** estas se obtienen mediante el quemado en hornos a temperaturas superiores a los 900°C de rocas calizas que contengan entre un 5 y un 25% de arcilla. Se observa que mayoritariamente son destinadas a la construcción, puesto que presentan alta resistencia a la compresión. Al calentarse los conglomerados de arcilla que se encuentran dentro de la roca caliza, éstos sufren alteraciones internas profundas tanto en su composición como la conformación de nuevas fases, lo cual da espacio a la creación de nuevos minerales de temperaturas extremas.

Cuando una roca caliza que contiene arcilla es sometida a temperaturas altas, lo que ocurre es que ésta se deshidrata a tal punto en que la estructura interna colapse y los cristales se deformen, y de esa manera, se cree una sustancia conocida como silicato de alúmina, lo cual hace que la cal tenga mejores propiedades.

Con la eliminación y descomposición de todas las fases anteriores se propicia la formación de una sustancia en fase vítreo. En este momento la roca caliza arcillosa, básicamente es un material deforme con presencia de calcitas, cuarzo, hematitas y de neoformados. Luego conforme la temperatura va aumentando, al llegar a los 900°C aproximadamente, partiendo del material en fase vítreo o vitrificado, se crean otros elementos como la gehlenita, wollastonita y lamite, los cuales se van manteniendo hasta llegar a los 1100°C aproximadamente. Normalmente la wollastonita y gehlenita, son considerados compuestos intermedios, los cuales al ser expuestos a rastros de SiO₂, reaccionan de forma

súbita dando lugar a compuestos inestables que concluyen en Anortitas ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$).

- **Cales hidráulicas artificiales (HL):** son cales considerablemente más hidratadas que las cales hidráulicas naturales, además de contener aditivos tales como el polvo de roca volcánica, cenizas, trozos de material arcilloso, fragmentos de cerámicas, residuos de la combustión de petróleo que reaccionan con el hidróxido de calcio, lo cual producen compuestos aglomerantes que luego tienen buena dureza y propiedades cementantes. Las cales hidráulicas artificiales tienen ciertas ventajas importantes ya que por la naturaleza de sus componentes su capacidad de resistencia mecánica es mayor respecto a otras cales, también son mucha más impermeables, esto a razón de que existe mayor cohesión entre sus aglomerantes y el árido. (Bermúdez, 2012).

2.2.7. Características mecánicas del adobe.

2.2.7.1. Resistencia a la compresión de la unidad.

La prueba para determinar la resistencia a la compresión es bajo un ensayo de cubos labrados en el cual la arista será equivalente a la arista de menor dimensión de la unidad del adobe.

El resultado del esfuerzo resistente en compresión se hallará en relación con el área de la sección transversal, aplicándose el ensayo en una cantidad mínima de 6 cubos, expresando la resistencia última ($f'c$) tomando como un valor que exceda en el 80% de las unidades ensayadas.

Los ensayos se efectuarán empleando unidades secas en su totalidad, expresado en el valor $f'c$ mínimo aceptable de 12kg/cm^2 (Universidad Nacional de Ingeniería, 2008)

2.2.7.2. Pruebas de laboratorio.

2.2.7.2.1. Ensayo de resistencia a la compresión.

A partir del mismo se hallará la resistencia a compresión de las muestras de adobe, lo cual nos dice que será inferior o igual a 12kg/cm^2 , tal como se indica en la Norma E.080. Para ejecutar este ensayo se hace uso de una máquina compresora para medir la resistencia axial.

El valor de resistencia a la compresión se consigue como la división de la carga máxima soportada (P) y el área de contacto (A). Con los valores obtenidos de cada muestra, se consigue el valor de media aritmética y la desviación estándar de la misma. (Ramírez Torres, 2012)

Figura 19. Ensayo de resistencia a la compresión.



Se observa la máquina de compresión axial a la cual es sometida las unidades de albañilería

Fuente: Ramírez Torres (2012).

2.2.7.2.2. Resistencia a la compresión de la albañilería.

Para determinar la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería existen varios procedimientos indicados a continuación:

a) Ensayos de pilas con materiales y tecnología a usar en obra.

Las pilas estarán integradas por la cantidad entero de adobes requeridos para hallar un valor de esbeltez (altura / espesor) de una secuencia cercano a tres (3), tratando de mantener la correcta verticalidad.

La cantidad mínima de adobes debe ser de cuatro (4) y el grosor de las juntas de 2 cm como se observa en la figura número 20.

El tiempo previsto para el proceso de secado será 30 días y la cantidad mínima de pilas que se someterán al ensayo será de tres (3).

A partir de este ensayo se hallará el esfuerzo ultimo $f'm$ de la pila comprimida, tomando como referencia el valor que excede en 2 de las 3 pilas ensayadas.

La expresión con el cual se hallará el valor del esfuerzo de compresión de muros($f'm$) se denota en la siguiente fórmula:

$$f_m = 0.25 f'm$$

Donde:

$f'm$ = esfuerzo de compresión último de la pila

b) Paralelamente cuando no se ejecuten las pruebas de pilas, se podrá hacer uso del siguiente esfuerzo admisible:

$$f'm = 2.0 \text{ kg / cm}^2$$

(Norma E-080, 2006)

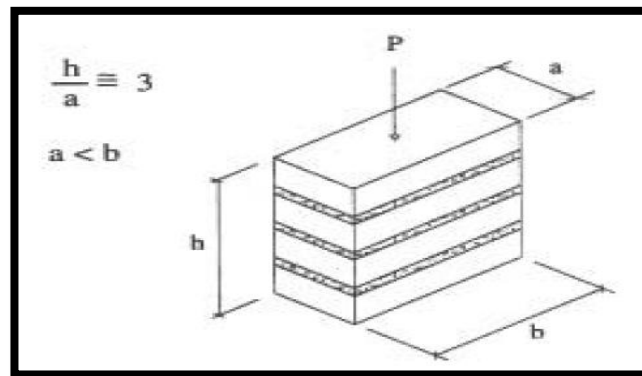
c) Esfuerzo de compresión medible por aplastamiento.

El esfuerzo de compresión aceptable será: $1.25 f_m$. (Norma E-080, 2006)

d) Anteproyecto de muros longitudinales.

La puesta en práctica de la resistencia V_m se desarrollará en el área de contacto de cada muro. (Norma E-080, 2006)

Figura 20. Ensayo de Compresión Axial. Norma E-080 (2006).



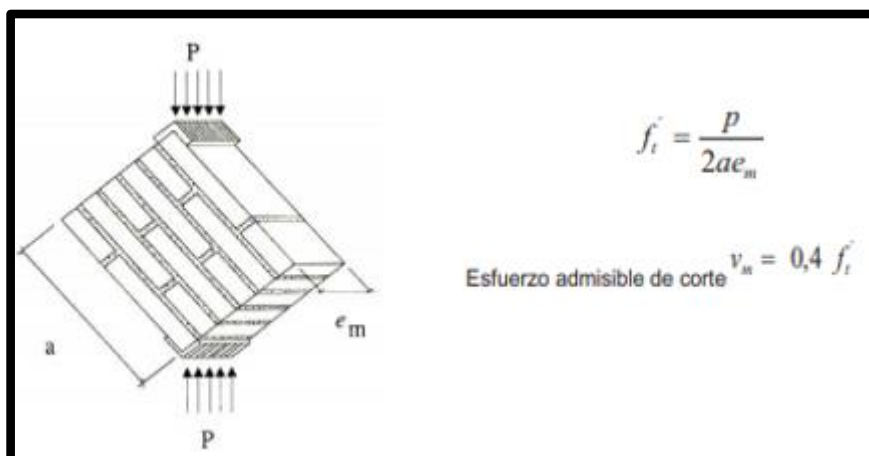
Se aprecia el ensayo de compresión axial a las cuales es sometida las pilas de adobe.

2.2.7.2.3. Ensayo de compresión diagonal.

Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del murete a la tracción indirecta, se realiza conforme al procedimiento siguiente:

- La resistencia última es de $0.025 \text{ MPa} = 0.25 \text{ kgf/cm}^2$.
- El ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta de muretes de adobe o tapial de aproximadamente $0,65 \text{ m.} \times 0,65 \text{ m.} \times \text{em}$.
- Se debe cumplir con que el promedio de las dos mejores muestras (de tres muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada, después de 28 días de secado.

Figura 21: cargas actuando en el muro, luego del ensayo de compresión diagonal. Norma E-0.80 (2006)



Se aprecia el muro de adobe el cual es sometido a cargas diagonales.

2.3. Marco conceptual.

Adobe: conglomerado de suelo y agua que por medio de la formación de barro y agregando cantidad de ligantes que favorecen la cohesión como pueden ser, la paja, pasto y otros, hacen que se forme un bloque prismático rectangular que se usa para edificaciones.

Alabeo: Deformación que se presenta en toda estructura sólida, y en el caso de los adobes se presenta en sus 3 dimensiones, y puede ser convexa o no convexa, o llamada también, cóncava.

Barro: mezcla de los suelos, en sus diferentes tipos, como pueden ser; la arena, la arcilla o los limos y que se juntan con el agua y los agentes estabilizantes como la paja o ichu; que, en un estado fluido, son la combinación que luego de moldeada y secada da lugar a una unidad de adobe.

Cementante: cualquier mezcla, componente o material que tenga la capacidad de unir diferentes materiales en un solo conglomerado, es decir, que sea el medio que une o cohesiona los demás elementos del conglomerado, como, por ejemplo: el cemento en una mezcla de concreto.

Infiltración: acción de introducir un líquido, por decaimiento u otros movimientos de forma suave y que se da entre los poros de un sólido.

Juntas: espacio que queda entre unidades de albañilería en una construcción, que tienen que ser sellados con algún elemento ligante que se conoce como mortero, en el caso de los adobes el material de relleno de las juntas suele ser el barro en estado fluido.

Limo: es un tipo de suelo que se encuentra entre lo más fino, ya que su graduación en cuanto a tamaño de partículas es perteneciente a rango que va desde los 0.0039 mm hasta los 0.0625 mm de longitud. Normalmente es un sedimento que se transporta en tipo polvo mediante el viento y el agua.

Piedra caliza: Es una roca de tipo proveniente de sedimentos que luego de todo un proceso de transformación complejo y de ser sometido a temperaturas altas, se forma la piedra caliza.

Tiene como componentes a distintos tipos de carbonatos como el carbonato de magnesio seis ($MgCO_3$) o magnetita, pero, sin embargo, el mayor componente es el carbonato de calcio ($CaCO_3$).

Cuarzo: Es un tipo de mineral, que normalmente se encuentra presente en gran variedad de rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas. Su principal componente es el Sílice, es decir, óxido de silicio (SiO_2).

Plasticidad: todo material presenta cierto grado de plasticidad, algunos materiales por lo tanto son más plásticos que otros. La plasticidad viene a ser la propiedad que todo material tiene de ser moldeado y adaptado a una forma determinada, es decir, de ser moldeado de acuerdo al recipiente que se usa como molde, según sea el caso.

Cohesión: Es una propiedad esencial en la formación de cuerpos cada vez mayores, lo cual nos indica que gracias a ella actúan fuerzas de atracción entre las moléculas para así de esa forma unirlos y formar partículas que a su vez se juntan con otras partículas.

Espacios intersticiales: Son aquellos espacios vacíos en teoría, o, mejor dicho, llenos de aire que no permiten que el conglomerado formado sea más compacto, por lo que existen métodos diversos para extraer las burbujas de aire, los huecos internos y demás espacios intersticiales.

3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general.

La adición de hidróxido de calcio influye en la resistencia a la compresión en pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay.

3.1.2. Hipótesis específicas:

- a) La Adición de hidróxido de calcio influye en el alabeo de las pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay.
- b) La Adición de hidróxido de calcio influye en la variación dimensional de las pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay.
- c) La Adición de hidróxido de calcio influye en el índice de succión de las pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay.
- d) La Adición de hidróxido de calcio influye en la capacidad de resistencia por unidad de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay.
- e) La Adición de hidróxido de calcio influye en la capacidad de resistencia diagonal en muros de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay.

3.2. Método.

El presente estudio abarca o engloba la investigación de campo y/o observación. Lo cual es muy necesario para poder realizar el presente estudio satisfactoriamente. (Sampieri, 2010) Con lo antes expuesto, como método y en cuanto a la investigación de campo, se hará uso de la síntesis de la observación, que, a su vez, mediante la técnica de observación ordinaria y/o participante, recolectará la información en guías de observación o tablas estadísticas para un correcto análisis de la misma.

Así mismo podemos decir que el enfoque de acuerdo a las condiciones de metodología que se encuentran reunidas en la presente investigación, se puede afirmar que nos encontramos

frente a una investigación de enfoque cuantitativo, ya que en base datos numéricos y estadísticos se demostrará la veracidad o falsedad de las hipótesis planteadas para el estudio, por otro lado, se podrán deducir los resultados tentativos de nuestra investigación. (Sampieri, 2010)

La adición de hidróxido de calcio sobre la resistencia a la compresión. Además, la variable resistencia a la compresión se medirá siguiendo el proceso de manipulación estadística.

3.3. Tipo de investigación.

El presente estudio, de acuerdo a las condiciones que muestra, tiene las características de ser una investigación de tipo descriptivo y correlacional, ya que esta investigación recopilará información con el propósito de medir el nivel correlacional de las variables, cuantificando y analizando dicha vinculación en hipótesis sometidas a prueba. (Sampieri, 2010).

3.4. Nivel o alcance de investigación.

El estudio será de análisis descriptivo, en lo cual se aplicarán técnicas de observación y documentación analítica, para ello se usarán formatos adecuados para la recolección de los datos, además de cuadros comparativos. Todo lo cual permitirá conocer, luego de una evaluación, los principales fenómenos que se presenten en el camino de la demostración de nuestras hipótesis. . (Sampieri, 2010)

3.5. Diseño de investigación.

3.5.1. Diseño metodológico.

Según Hernández Sampieri (2010) se considerará un diseño metodológico Cuasiexperimental, esto por cuanto al realizar las pruebas o ensayos de las unidades de adobe, entran a tallar agentes externos que no pueden ser cuantificados, los cuales suelen ser: el clima, la temperatura que presenta el medio o entorno, la humedad atmosférica, la presión atmosférica, el nivel de precisión que tienen los equipos a ser usados, etc.

3.6. Operacionalización de variables.

3.6.1. Variable independiente.

Adición hidróxido de calcio

Dimensiones:

- a) Adición de hidróxido de calcio al 13% (%).
- b) Adición de hidróxido de calcio al 17% (%).

3.6.2. Variable dependiente.

Resistencia a la compresión.

Dimensiones:

- c) Capacidad de resistencia a la compresión de la unidad (kg/cm^2)
- d) Capacidad de resistencia a la compresión por pilas de adobe (kg/cm^2)
- e) Capacidad de resistencia a la compresión diagonal (Kg/cm^2)

3.6.3. Cuadro de operacionalización de variables.

Tabla 1 Tabla de operacionalización por variables

| CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN | | | | | |
|-------------------------------------|---|-------------------------|--|---|---|
| VARIABLES INDEPENDIENTES | | | | | |
| VARIABLE | DESCRIPCIÓN | NIVEL | DIMENSIONES | INDICADOR | INSTRUMENTO |
| ADICIÓN DE HIDRÓXIDO DE CALCIO | El hidróxido de calcio, con fórmula $\text{Ca}(\text{OH})_2$, es el resultado de la reacción química por hidratación del óxido de calcio (cal viva) para lo cual se hace uso de equipos llamados hidratadores. | tipo: material calcáreo | Adición de hidróxido de calcio al 13% | Porcentaje (%) | RNE E080 |
| | | | Adición de hidróxido de calcio al 17% | Porcentaje (%) | RNE E080 |
| VARIABLES DEPENDIENTES | | | | | |
| VARIABLE | DESCRIPCIÓN | NIVEL | INDICADOR | INDICADOR | INSTRUMENTO |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | La resistencia a la compresión de la unidad se determinará probando cubos construidos cuya arista será igual a las de menor dimensión del adobe. | tipo: pilas de adobe | Capacidad de Resistencia a la compresión de la unidad (kg/cm^2) | Resistencia a la compresión axial | Norma E080 diseño y construcción con tierra reforzada |
| | | | Capacidad de resistencia a la compresión por pilas de adobe (kg/cm^2). | -Resistencia a la compresión axial. -Resistencia a la compresión diagonal. | Norma E080 diseño y construcción con tierra reforzada |

Fuente: Propia 2019

3.7. Población, muestra y muestreo.

3.7.1. Población

3.7.1.1. Descripción de la población.

El tipo de población a utilizar en la investigación es de tipo accesible, ya que contaremos con una población disponible y que servirá para la investigación. (Ñaupas, 2019)

La población está conformada por el conjunto de unidades de adobe tradicional y, por consiguiente, las unidades de adobe mejorado con hidróxido de calcio que serán elaboradas propiamente, para la elección de la población se tomaron en consideración las recomendaciones de la RNE E080 para su apropiada elaboración.

3.7.2. Muestra

3.7.2.1. Descripción de la muestra.

El tipo de muestra a utilizarse es intencional porque nos permitirá seleccionar rasgos comunes de una población, lo cual delimita la muestra sólo a nuestros casos. (Otzen, t. y Manterola, c. técnicas de muestreo sobre una población)

3.7.3. Muestreo

Las unidades de adobe serán elaboradas con tierra del sector de Aymas. Se elaborarán unidades de adobe básico (barro dormido unido con agua) y los adobes mejorados con hidróxido de calcio en porcentajes de 13% y 17% para lo cual se utilizará la cal de obra de la marca Martell. Se tomó en consideración la RNE E080 la cual recomienda la cantidad de 6 muestras como mínimo para las pruebas de alabeo, variación dimensional, succión y compresión de unidades, sim embargo, en cuanto al ensayo de compresión de pilas axial y diagonal se recomienda usar 3 muestras en dicha norma.

Tabla 2. Cantidad de ensayos y adobes

| ADOBE SIN MODIFICAR | | | |
|------------------------------|----------------------------|---|--|
| ENSAYO | CANTIDAD DE ENSAYOS | CANT. DE ADOBE PARA ENSAYOS SEGÚN LA NORMA | CANT. ADOBES ELABORADOS IN SITU |
| Alabeo | 6 | 6 | 12 |
| variación dimensional | 6 | 6 | 12 |
| succión | 6 | 6 | 12 |
| compresión de unidades | 6 | 6 | 12 |
| compresión en pilas axial | 3 | 12 | 20 |
| compresión en pilas diagonal | 3 | 78 | 82 |
| | Total de adobes | 114 | 150 |

Fuente: Propia 2019

Tabla 3. Adobe con adición de hidróxido de calcio al 13 %

| ADOBE CON ADICIÓN DE HIDRÓXIDO DE CALCIO AL 13 % | | | |
|---|----------------------------|---|--|
| ENSAYO | CANTIDAD DE ENSAYOS | CANT. DE ADOBE PARA ENSAYOS SEGÚN LA NORMA | CANT. ADOBES ELABORADOS IN SITU |
| Alabeo | 6 | 6 | 12 |
| variación dimensional | 6 | 6 | 12 |
| succión | 6 | 6 | 12 |
| compresión de unidades | 6 | 6 | 12 |
| compresión en pilas axial | 3 | 12 | 20 |
| compresión en pilas diagonal | 3 | 78 | 82 |
| | Total de adobes | 114 | 150 |

Fuente: Propia 2019.

Tabla 4. Adobe con adición de hidróxido de calcio al 17%

| ADOBE CON ADICIÓN DE HIDRÓXIDO DE CALCIO AL 17 % | | | |
|---|----------------------------|---|--|
| ENSAYO | CANTIDAD DE ENSAYOS | CANT. DE ADOBE PARA ENSAYOS SEGÚN LA NORMA | CANT. ADOBES ELABORADOS IN SITU |
| Alabeo | 6 | 6 | 12 |
| variación dimensional | 6 | 6 | 12 |
| succión | 6 | 6 | 12 |
| compresión de unidades | 6 | 6 | 12 |
| compresión en pilas axial | 3 | 12 | 20 |
| compresión en pilas diagonal | 3 | 78 | 82 |
| | Total de adobes | 114 | 150 |

Fuente: Propia 2019.

3.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.8.1. Técnicas

El estudio será de análisis descriptivo, en lo cual se aplicarán técnicas de observación y documentación analítica, para ello se usarán formatos adecuados para la recolección de los datos, además de cuadros comparativos. Todo lo cual permitirá conocer, luego de una evaluación, los principales fenómenos que se presenten en el camino de la demostración de nuestras hipótesis.

3.8.2. Instrumentos

Como instrumento se utilizará las fichas de observación.

- Recolección de datos para ensayo de límite líquido. (Anexo 2. U.A.C. 2018)
- Recolección de datos para ensayo de límite plástico. (Anexo 3. U.A.C. 2018)
- Recolección de datos para ensayo de granulometría. (Anexo 4. U.A.C. 2018)

- Recolección de datos para la prueba de variabilidad dimensional. (Anexo 5. U.A.C. 2018)
- Recolección de datos para ensayo de alabeo. (Anexo 6. U.A.C. 2018)
- Recolección de datos para ensayo de succión. (Anexo 7. U.A.C. 2018)
- Recolección de datos para la prueba a la compresión de unidades. (Anexo 8. U.A.C. 2018)
- Recolección de datos para la prueba de resistencia a la compresión de pilas. (Anexo 9. U.A.C. 2018)

Todas las tablas de recolección de datos mencionadas se incluirán en los anexos.

3.9. Consideraciones éticas.

Un punto importante al respecto es la responsabilidad, de esa manera la investigación espera ser realizada de acuerdo al cronograma. En cuanto a la precisión de la información las normas, fuentes e instrumentos con los que se realizaron los ensayos, se siguen de forma escrupulosa para obtener resultados de calidad.

Por otro lado, la honestidad es vital, y ha sido considerada en todo momento de la producción de esta investigación, siempre con un enfoque social acorde a la problemática de la zona, haciendo uso de materiales propios de dicha zona y por lo mismo, el trabajo es totalmente original y único.

3.10. Procesamiento de datos estadísticos.

Al ser este un estudio comparativo respecto de un tipo de adobe tradicional con el adobe mejorado con hidróxido de calcio, con el afán de mostrar resultados de calidad y llegar a conclusiones fidedignas como se obtendrán en los ensayos correspondientes, su explicación y análisis se efectuará en base al RNE.

El procesamiento de datos se efectuará con el uso del programa Excel, la presentación de los datos se hará en tablas y figuras estadísticas que permitirán analizar según se exigen en los

objetivos de la investigación. Finalmente, los datos permitirán contrastar con la hipótesis de la investigación.

4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS.

4.1.1. Ensayos de laboratorio

4.1.1.1. Muestreo del suelo.

4.1.1.1.1. Equipos y materiales.

- Materia prima
- Bandeja
- Espátula
- Recipiente

4.1.1.1.2. Procedimiento:

- a. Se ha hecho acopio de la muestra con el fin de luego expandirla circularmente
- b. Seguidamente se ha usado el método del cuarteo, dividiendo la muestra en 4 partes
- c. Se usa como muestra a dos de las partes, que sean opuestas y además presenten similitud en su composición.
- d. Seguidamente se hace el mismo proceso hasta conseguir la cantidad de muestra representativa que se necesita.

4.1.1.1.3. Toma de datos.

Tabla 5: Análisis de Datos – Muestreo (propia, 2021)

| Descripción | Cantidad |
|-----------------------------|-----------------|
| Muestra representativa (Kg) | 5.004 |

4.1.1.1.4. Análisis de prueba.

Se ha tenido una cantidad de muestra representativa de aproximadamente 5.00 kilogramos.

Dicha cantidad es más que suficiente para poder realizar el ensayo de granulometría.

4.1.1.1.5. Resultados

La cantidad de muestra obtenida fue de 5.004 Kg.

4.1.1.2. Límites de Atterberg.

4.1.1.2.1. Equipo y materiales

A. Ensayo de límite líquido:

- Taras
- Cuchara casa grande
- Acanalador
- Espátula
- Mortero
- Probeta
- Balanza electrónica con 0.1 gr de precisión
- Tamiz #40
- Horno regulable a 110°C

B. Ensayo de límite plástico:

- Taras
- Placa de vidrio
- Espátula
- Mortero
- Probeta
- Balanza electrónica de sensibilidad 0.1 gr.
- Tamiz #40
- Horno regulable a 110° C

4.1.1.2.2. Procedimiento:**A. Ensayo de límite líquido.**

- a. Se inicia el ensayo preparando en el mortero una muestra que tenga una cantidad de humedad mayor al límite líquido.
- b. Se obtiene el límite líquido con la cuchara de casa grande.
- c. Se pone en la cuchara de casa grande una muestra de 50 a 70 gr a una altura de 1 cm de espesor aproximadamente.
- d. Haciendo uso del acanalador se procede a separar la muestra en la espátula en dos partes iguales.
- e. Se gira la manija de la cuchara casa grande hasta que se cierre la abertura generada en el anterior paso. La velocidad de giro es de 2 revoluciones por segundo y debe ser constante.
- f. Tomamos nota de la cantidad de golpes necesarios, además de tomar la muestra para de inmediato conseguir el contenido de humedad de la misma.



Figura 22: colocación de muestra en la cuchara casa grande.



Figura 23: con el uso del Acanalador, creación de abertura en la muestra.



Figura 24: inicio de golpeo, para cerrar la ranura generada.



Figura 25: extracción de muestras para colocar al horno.

B. Ensayo de límite plástico.

- a. Se utiliza una porción del material restante del ensayo de límite líquido.
- b. Se forman bolitas esféricas de 1 cm^3 de volumen aproximadamente que luego se aplastan contra la lámina de vidrio, formando cilindros delgados de 3 mm de diámetro, justo en ese momento se espera que la muestra comience a tener fallas y grietas.

- c. Luego de repetir lo anterior por 2 veces, ya que se necesita como mínimo 2 muestras para la realización del ensayo.
- d. Las 2 muestras se han pesado previamente de forma encapsulada en sendas taras cada una.
- e. Se necesita el peso de la muestra seca, es por ello que se hace secar la misma en el horno por 24 horas.

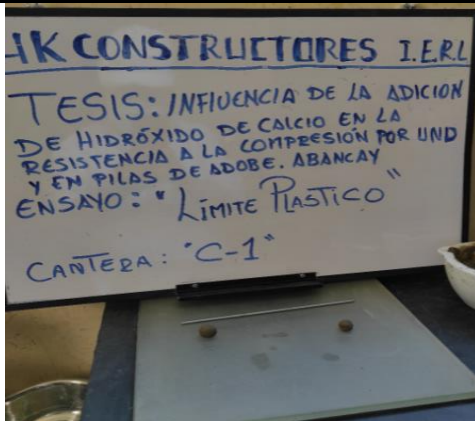


Figura 26: elaboración de bolitas esféricas con nuestra muestra.



Figura 27: obtención de tiras de aprox. 3mm de diámetro.



Figura 28: colocación de las tiras en las taras.




Figura 29: pesado de la muestra en la balanza.

4.1.1.2.3. Toma de datos.

A. Ensayo de límite líquido.


Tabla 6: toma de datos de límite líquido

| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | |
|--|---------------------------------------|----------|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | | |  |
| FECHA: | 27/04/2021 | | |
| LUGAR: | Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L. | | |
| ENSAYO: | LIMITE LIQUIDO | | |
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| MUESTRA | 1 | 2 | 3 |
| NUMERO DE GOLPES | 30 | 25 | 18 |
| RECIPIENTE (Gr.) | 18.5 | 22.3 | 17 |
| PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (Gr.) | 46.8 | 51.5 | 39.3 |
| PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (Gr.) | 41.6 | 45.8 | 34.9 |
| PESO DEL AGUA (Gr.) | 5.20 | 5.70 | 4.40 |
| PESO DEL RECIPIENTE (Gr.) | 18.5 | 22.3 | 17 |
| PESO DEL SUELO SECO (Gr.) | 23.1 | 23.5 | 17.9 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD (%) | 22.51 | 24.26 | 24.58 |

Fuente: Propia 2021.

B. Ensayo de límite plástico.

Tabla 7: toma de datos de límite plástico.

| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | |
|--|---------------------------------------|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | |
| RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | |  |
| FECHA: | 27/04/2021 | |
| LUGAR: | Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L. | |
| ENSAYO: | LIMITE PLASTICO | |
| LIMITE PLÁSTICO | | |
| MUESTRA | 1 | 2 |
| RECIPIENTE (Gr.) | C-4 | C-5 |
| PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (Gr.) | 28.1 | 27.7 |
| PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (Gr.) | 27.2 | 26.9 |
| PESO DEL AGUA (Gr.) | 0.9 | 0.8 |
| PESO DEL RECIPIENTE (Gr.) | 21.9 | 21.7 |
| PESO DEL SUELO SECO (Gr.) | 5.3 | 5.2 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD (%) | 16.98 | 15.38 |

Fuente: Propia 2021.

4.1.1.2.4. Análisis de prueba.

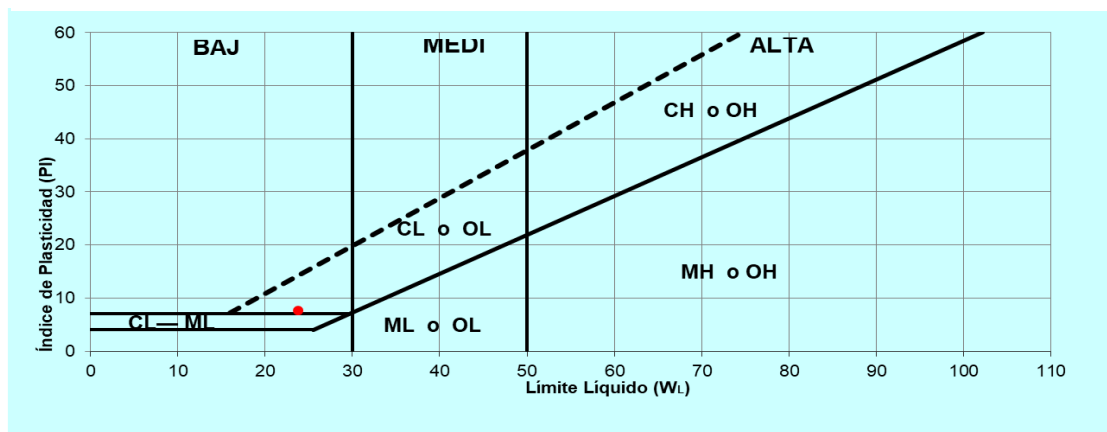
- Con los datos obtenidos de los ensayos de Atterberg, se procede a calcular los contenidos de humedad con el fin de conseguir el índice de plasticidad de nuestra muestra que no es otra cosa que la diferencia numérica del límite líquido y límite plástico.
- Como paso siguiente, se ha procedido a determinar qué tipo de material tenemos, para lo cual se hizo uso de la GRÁFICA DE PLASTICIDAD SUCS, lo cual necesita como datos previos, al índice de plasticidad (IP) y el límite líquido (LL).

Tabla 8: Análisis de datos – Límites de Atterberg (propia, 2021)

| PROCESAMIENTO DE RESULTADOS LIMITES DE ATTERBERG | | | | | | | | |
|--|----------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|-------------------------|--------|
| Tara Número | Unidades | LÍMITE LÍQUIDO | | | LÍMITE PLÁSTICO | | Límites de Consistencia | |
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | LL = | |
| Peso Tara + Muestra Húmeda | Gr | 46.80 | 51.50 | 39.30 | 28.10 | 27.70 | LL = | 23.60% |
| Peso Tara + Muestra Seca | Gr | 41.60 | 45.80 | 34.90 | 27.20 | 26.90 | LP = | 16.18% |
| Peso de la Tara | Gr | 18.50 | 22.30 | 17.00 | 21.90 | 21.70 | IP = | 7.42% |
| Peso de la Muestra Seca | Gr | 23.10 | 23.50 | 17.90 | 5.30 | 5.20 | Wn = | 23.78% |
| Peso del Agua | Gr | 5.20 | 5.70 | 4.40 | 0.90 | 0.80 | Kw = | -2.42% |
| Contenido de Humedad | % | 22.51 | 24.26 | 24.58 | 16.98 | 15.38 | Consistencia Líquida | |
| Número de Golpes | | 30 | 25 | 18 | Promedio : | | 16.18 | |

| Número de Golpes | Contenido de Humedad (%) |
|------------------|--------------------------|
| 30 | 22.51 |
| 25 | 24.26 |
| 18 | 24.58 |
| 25 | 23.603 |

Gráfico 1 Carta de plasticidad de casa grande (SUCS)



4.1.1.2.5. Resultados

Tabla 9: resultados – límites de Atterberg

| LIMITES DE ATTERBERG | |
|-----------------------|--------|
| Límite Líquido | 23.60% |
| Límite Plástico | 16.18% |
| Índice de Plasticidad | 7.42% |

Fuente: Propia 2021

Como ahora se tienen los resultados de los límites de Atterberg y con lo cual el índice de plasticidad, adicionalmente se puede determinar el tipo de suelo, que viene a ser no plástico, puesto que nuestro índice de plasticidad es menor al 10 %.

Tabla 10: Resultados – tipo de suelo según SUCS.

| TIPO DE MATERIAL | SC |
|--|----|
| arena arcillosa - mezclas arena-arcillas | |

Fuente: Propia 2021

El material que tenemos, se puede observar que es del tipo de **Arenas Arcillosas De Baja Plasticidad**.

4.1.1.3. Ensayo de granulometría.

4.1.1.3.1. Equipos y materiales:

- Balanza de precisión
- Brocha
- Recipientes
- Tamices (3/4 ,3/8, #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200)

4.1.1.3.2. Procedimiento:

- Se hizo una selección de los tamices necesarios a requerir con el fin de realizar el tamizado del material de muestra, para lo cual, se colocan los tamices en forma de decreciente, conforme a los tamaños de abertura de sus mallas.
- Se colocan los tamices en el orden obtenido en la máquina tamizadora a una velocidad de 150 veces por minuto.
- Como operación final se pesan de forma cuidadosa y sin desperdiciar nada, las cantidades de material retenidas en cada tamiz.



Figura 30: toma de muestras para el ensayo de granulometría.



Figura 31: pesado de cada cantidad retenida luego del tamizaje.



Figura 32: obtención de grupos de acuerdo a gradación de tamaño de partículas.




Figura 33: obtención de los pesos, para la realización de la curva granulométrica.

4.1.1.3.3. Procesamiento:

- Luego de tener los pesos retenidos en cada tamiz de numeración específica, se ha procedido a calcular el porcentaje de los mismos respecto del total, para hacer la comparación con el sistema de clasificación de suelos AASHTO.
- Finalmente se ha procedido a determinar el tipo de material concerniente a nuestra muestra, según el sistema de clasificación de suelos AASHTO.

4.1.1.3.4. Toma y análisis de datos.

Tabla 11: Toma y análisis de datos – Granulometría.

| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | | | |
|--|----------|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | | | | |  |
| FECHA: | | 28/04/2021 | | | |
| LUGAR: | | Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L. | | | |
| ENSAYO: | | GRANULOMETRÍA | | | |
| GRANULOMETRÍA | | | | | |
| P1 (Gr.) | | 2000 | | P2 (Gr.) | 1291.7 |
| TAMIZ | ABERTURA | PESO RETENIDO | PORCENTAJE DE PESO RETENIDO | PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO | PORCENTAJE QUE PASA |
| (Pulg.) | (mm.) | (Gr.) | (%) | (%) | (%) |
| 1 1/2" | 38.1 | 0 | 0.00 | 0 | 100 |
| 1" | 25.4 | 29.8 | 1.49 | 1.49 | 98.51 |
| 3/4" | 19.05 | 30.1 | 1.51 | 3.00 | 97.01 |
| 1/2" | 12.7 | 15.2 | 0.76 | 3.76 | 96.25 |
| 3/8" | 9.5 | 28.9 | 1.45 | 5.20 | 94.80 |
| 1/4" | 6.35 | 64.4 | 3.22 | 8.42 | 91.58 |
| # 4 | 4.76 | 67.9 | 3.40 | 11.82 | 88.19 |
| # 10 | 2 | 265.1 | 13.26 | 25.07 | 74.93 |
| 20 | 0.84 | 274.7 | 13.74 | 38.81 | 61.20 |
| 30 | 0.59 | 100.1 | 5.01 | 43.81 | 56.19 |
| 40 | 0.42 | 94.5 | 4.73 | 48.54 | 51.47 |
| 60 | 0.25 | 123.1 | 6.16 | 54.69 | 45.31 |
| 100 | 0.149 | 96.8 | 4.84 | 59.53 | 40.47 |
| 200 | 0.074 | 95.7 | 4.79 | 64.32 | 35.69 |
| FONDO | | 5.4 | 0.27 | 64.59 | 35.42 |
| W-Wo | | 708.3 | 35.42 | 100.00 | 0.00 |

Fuente: Propia 2021.

Gráfico 2 curva granulométrica (propia, 2021)

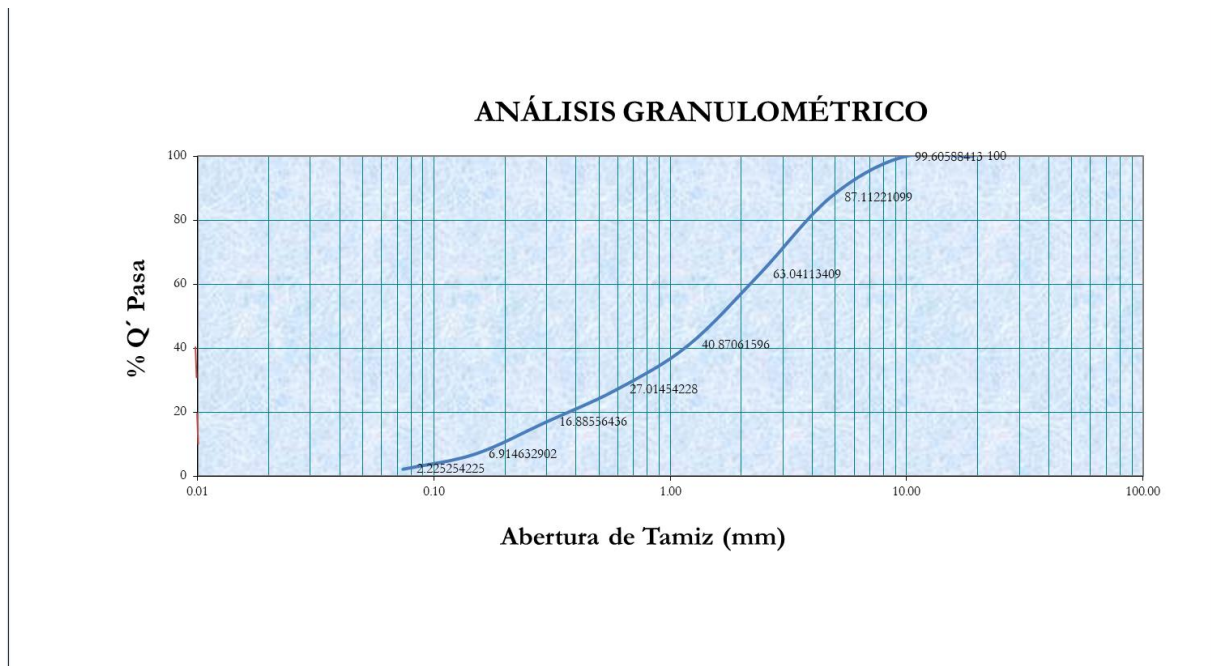


Tabla 12: Sistema De Clasificación AASHTO

(AASHTO M 145, 2000)

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO

| Clasificación general | Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200) | | | | | | | Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200) | | | |
|--|---|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|--------|--------|--------|---|-------------------|--------|----------------|
| | A-1 | | A-3 | A-2 | | | | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 |
| Grupo: | A-1-a | A-1-b | A-3 | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 | A-4 | A-5 | A-6 | A-7-5 A-7-6 |
| Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm) | 50 máx 30 máx 15 máx | - 50 máx 25 máx | - 51 mín 10 máx | - - 35 máx | | | | - - 36 min | | | |
| Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40 | | | | | | | | | | | |
| Límite líquido | - | | - | 40 máx | 41 mín | 40 máx | 41 mín | 40 máx | 41 mín | 40 máx | 41 mín (2) |
| Índice de plasticidad | 6 máx | | NP (1) | 10 máx | 10 máx | 11 mín | 11 mín | 10 máx | 10 máx | 11 mín | 11 mín |
| Constituyentes principales | Fracmentos de roca, grava y arena | | Arena fina | Grava y arena arcillosa o limosa | | | | Suelos limosos | Suelos arcillosos | | |
| Características como subgrado | Excelente a bueno | | | | | | | Pobre a malo | | | |

(1): No plástico
(2): El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30
El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30

Fuente: Propia 2021.

- Como se puede observar, en la tabla de clasificación de suelos de AASHTO, se aprecia que nuestro material es del tipo A-4, es decir, material limoso arcilloso.

Tabla 13: ensayo de Granulometría.

| TAMIZ | ABERTURA | PORCENTAJE QUE PASA | |
|---------|----------|---------------------|--------|
| (Pulg.) | (mm.) | (%) | |
| 1 1/2" | 38.1 | 100.00 | GRAVA |
| 1" | 25.4 | 98.51 | |
| 3/4" | 19.05 | 97.01 | |
| 1/2" | 12.7 | 96.25 | |
| 3/8" | 9.5 | 94.80 | |
| 1/4" | 6.35 | 91.58 | |
| #4 | 4.76 | 88.19 | |
| # 10 | 2 | 74.93 | ARENAS |
| 20 | 0.84 | 61.20 | |
| 30 | 0.59 | 56.19 | |
| 40 | 0.42 | 51.47 | |
| 60 | 0.25 | 45.31 | |
| 100 | 0.149 | 40.47 | |
| 200 | 0.074 | 35.69 | FINOS |
| FONDO | | 35.42 | |

Fuente: Propia 2021.

- De acuerdo a los valores mostrados en la anterior tabla, podemos ver que los materiales predominantes son las arenas y los finos.

4.1.1.3.5. Resultados:

Tabla 14: Resultados – Granulometría

| | |
|--|-----|
| TIPO DE MATERIAL SEGÚN CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO | A-4 |
| SUELO LIMOSO | |

Fuente: Propia 2021.

- Se presentan los resultados obtenidos de acuerdo al sistema de clasificación de suelos AASHTO, en donde se puede apreciar que nuestra muestra de suelo es del tipo A – 4, lo cual nos quiere decir, que es del tipo de **Suelo Limoso**.

Tabla 15: porcentaje de: Gravas, Arenas y Finos

| | |
|--------|----------|
| GRAVA | 11.82 % |
| ARENAS | 52.50 % |
| FINOS | 35.69 % |
| TOTAL | 100.00 % |

Fuente: Propia 2021.

- Como se puede apreciar en la anterior tabla, los porcentajes presentes en nuestra de material, son los siguientes: Grava en un 11.82%, Arena en un 52.50% y Finos en un 35.69%.

4.1.1.4. Ensayo de alabeo.

4.1.1.4.1. Equipos y materiales:

- Regla metálica 60 cm
- Escuadra

4.1.1.4.2. Procedimiento:

- a. Se hizo la limpieza de polvo y demás suciedad de cada unidad.
- b. Se coloca la escuadra en la arista que a simple vista presente la mayor desviación respecto a una línea recta.
- c. Con el apoyo de otra regla metálica se calcula la distancia de distorsión presente entre la línea curva del adobe y la línea recta de la primera regla metálica.



Figura 34: reunión de materiales para realizar el ensayo.



Figura 35: toma de medidas para obtención de datos.



Figura 36: toma de medidas para obtención de valores.



Figura 37: control de mediciones concluidas, en todas las muestras.

4.1.1.4.3. Toma y análisis de datos:

- Con la toma de datos previa de nuestros datos tomados al realizar el ensayo de Alabeo, se procede a calcular los promedios de la convexidad y concavidad presentes de cada unidad de adobe.
- Como parte final tenemos el promedio del alabeo que posee cada tipo de unidad de adobe.

Tabla 16: Análisis de datos – Alabeo Adobe Tradicional.

| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | | | | |
|---|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---|---------------------------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | |
| RESPONSABLES: | DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | | | |  | |
| FECHA: | 15/06/2021 | | | | | |
| LUGAR: | Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L. | | | | | |
| ENSAYO: | ALABEO | | | | | |
| ALABEO ADOBE TRADICIONAL | | | | | | |
| ESPÉCIMEN | CARA A | | CARA B | | PROMEDIO (mm.) | DESVIACIÓN ESTANDAR (σ^2) |
| | CÓNCAVO (mm.) | CONVEXO (mm.) | CÓNCAVO (mm.) | CONVEXO (mm.) | | |
| 1 | 5.00 | - | 8.00 | - | 6.50 | 0.94 |
| 2 | 7.50 | - | 4.00 | - | 5.75 | |
| 3 | 5.50 | - | 5.00 | - | 5.25 | |
| 4 | 4.50 | - | 3.50 | - | 4.00 | |
| 5 | 5.00 | - | 6.00 | - | 5.50 | |
| 6 | 5.50 | - | 3.00 | - | 4.25 | |
| PROMEDIO (mm.) | 5.500 | - | 4.917 | - | | |
| CONCAVIDAD PROMEDIO (mm.) | 5.21 | | | | | |
| CONVEXIDAD PROMEDIO (mm.) | - | | | | | |
| ALABEO PROMEDIO (mm.) | 5.21 | | | | | |


Fuente: Propia 2021.

Tabla 17: Análisis de datos – Alabeo adobe mejorado al 13%

| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | | | | |
|---|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---|---------------------------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | |
| RESPONSABLES: | DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | | | |  | |
| FECHA: | 15/06/2021 | | | | | |
| LUGAR: | Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L. | | | | | |
| ENSAYO: | ALABEO | | | | | |
| ALABEO MEJORADO AL 13% | | | | | | |
| ESPÉCIMEN | CARA A | | CARA B | | PROMEDIO (mm.) | DESVIACIÓN ESTANDAR (σ^2) |
| | CÓNCAVO (mm.) | CONVEXO (mm.) | CÓNCAVO (mm.) | CONVEXO (mm.) | | |
| 1 | 8.00 | - | 4.00 | - | 6.00 | 1.68 |
| 2 | 4.50 | - | 6.50 | - | 5.50 | |
| 3 | 4.50 | - | 3.50 | - | 4.00 | |
| 4 | 5.50 | - | 3.00 | - | 4.25 | |
| 5 | 3.00 | - | 2.00 | - | 2.50 | |
| 6 | 8.50 | - | 6.00 | - | 7.25 | |
| PROMEDIO (mm.) | 5.667 | - | 4.167 | - | | |
| CONCAVIDAD PROMEDIO (mm.) | 4.92 | | | | | |
| CONVEXIDAD PROMEDIO (mm.) | - | | | | | |
| ALABEO PROMEDIO (mm.) | 4.92 | | | | | |

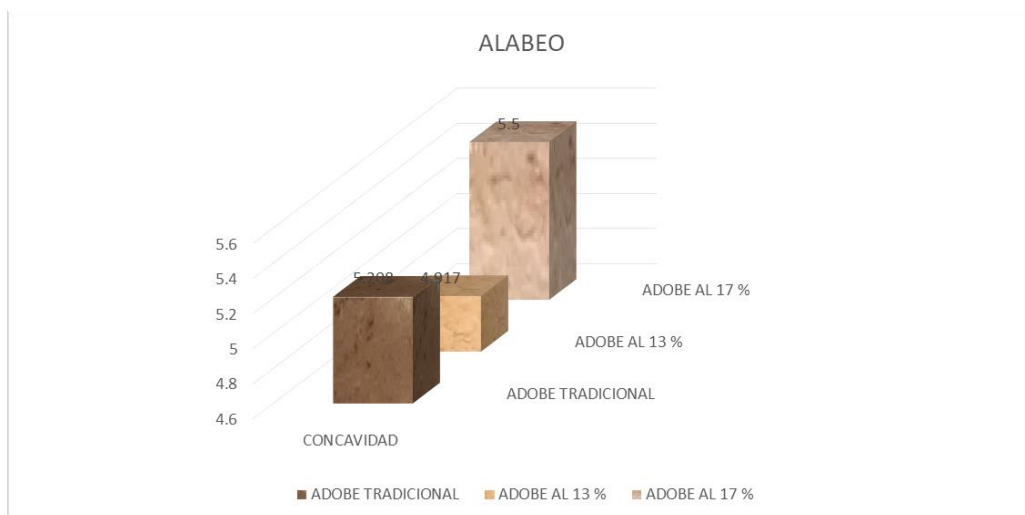
Fuente: Propia 2021.

Tabla 18: Análisis de datos – Alabeo adobe mejorado al 17%

| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | | | | |
|---|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---|------------------------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | |
| RESPONSABLES: | DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | | | |  | |
| FECHA: | 15/06/2021 | | | | | |
| LUGAR: | Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L. | | | | | |
| ENSAYO: | ALABEO | | | | | |
| ALABEO MEJORADO AL 17% | | | | | | |
| ESPÉCIMEN | CARA A | | CARA B | | PROMEDIO (mm.) | DESVIACIÓN ESTANDAR (σ_2) |
| | CÓNCAVO (mm.) | CONVEXO (mm.) | CÓNCAVO (mm.) | CONVEXO (mm.) | | |
| 1 | 2.50 | - | 4.00 | - | 3.25 | 1.18 |
| 2 | 6.00 | - | 4.50 | - | 5.25 | |
| 3 | 6.50 | - | 6.50 | - | 6.50 | |
| 4 | 5.00 | - | 6.50 | - | 5.75 | |
| 5 | 7.00 | - | 5.00 | - | 6.00 | |
| 6 | 8.00 | - | 4.50 | - | 6.25 | |
| PROMEDIO (mm.) | 5.833 | - | 5.167 | - | | |
| CONCAVIDAD PROMEDIO (mm.) | 5.50 | | | | | |
| CONVEXIDAD PROMEDIO (mm.) | - | | | | | |
| ALABEO PROMEDIO (mm.) | 5.50 | | | | | |

Fuente: Propia 2021.

Gráfico 3 análisis de datos – Promedio de concavidades



Fuente: Propia 2021.

Tabla 19: Análisis de datos para los promedios de alabeo.

| ESPÉCIMEN | ENSAYO DE ALABEO (mm.) | | |
|-------------------|------------------------|------------|-----------------|
| | CONCAVIDAD | CONVEXIDAD | ALABEO PROMEDIO |
| ADOBE TRADICIONAL | 5.208 | 0.00 | 5.208 |
| ADOBE AL 13 % | 4.917 | 0.00 | 4.917 |
| ADOBE AL 17 % | 5.500 | 0.00 | 5.500 |

Fuente: Propia 2021.

4.1.1.4.4. Análisis de prueba.

Como se puede observar, nuestras unidades de adobe, tanto mejorado como tradicional no presentan variación en cuanto a la convexidad, esto es debido principalmente a que, al ser desmoldadas, las unidades de adobe son extraídas de abajo hacia arriba, lo cual sólo genera concavidades en los especímenes.

4.1.1.4.5. Resultados:

Gráfico 4 Análisis de datos – promedio de alabeos



Fuente: Propia 2021.

Tabla 20: resultados ensayo de Alabeo.

| ENSAYO DE ALABEO (mm.) | |
|------------------------|-----------------|
| ESPÉCIMEN | ALABEO PROMEDIO |
| ADOBE TRADICIONAL | 5.208 |
| ADOBE AL 13 % | 4.917 |
| ADOBE AL 17 % | 5.500 |

Fuente: Propia 2021.

- Como se ha expuesto antes, nuestras unidades de adobe no presentan convexidad, por lo que los resultados del promedio de alabeo y de concavidad son los mismos, al no tener convexidad.

- Se ha observado que el adobe tradicional ha presentado un alabeo promedio de 5.208 mm, el adobe mejorado al 13% un alabeo promedio de 4.917 mm, y el adobe mejorado al 17% ha presentado un alabeo promedio de 5.50 mm.

4.1.1.5. Ensayo de variación dimensional.

4.1.1.5.1. Equipos y materiales.

- Vernier
- Regla metálica

4.1.1.5.2. Procedimiento:

- Se empieza el ensayo con la medición de las 3 dimensiones de todo prisma, que corresponden al largo, ancho y altura de cada unidad de adobe. El proceso se realiza por 3 veces consecutivas de cada unidad.



Figura 38: reunión de materiales y muestra para realizar el ensayo.



Figura 39: toma de medidas de cada unidad de adobe.



Figura 40: Toma de medidas en las demás dimensiones.




Figura 41: en ensayo de variación dimensional ha sido concluido para todas las muestras.

4.1.1.5.3. Toma y análisis de datos:

- Con los datos obtenidos de las 3 dimensiones de cada adobe, se procede a calcular el promedio de datos.
- Como paso siguiente se compara este promedio con los mínimos valores de medición que se tienen del largo, ancho y altura, y así obtener el porcentaje de variación dimensional.
- Como dato adicional se calcula el área promedio de cada unidad ensayada.

Tabla 21: Análisis de datos – Variabilidad Dimensional Adobe Tradicional

| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|-------|-------|---------------------------------------|---------------------|-----------------------------|-------|-------|---------------|---------------------|-----------------------------|------|------|---|---------------------|-----------------|--|--|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | | | | | | | | | | | | | |  | | | | |
| FECHA: | | | | 14/06/2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| LUGAR: | | | | Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L. | | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAYO: | | | | VARIABILIDAD DIMENSIONAL | | | | | | | | | | | | | | |
| VARIABILIDAD DIMENSIONAL ADOBE TRADICIONAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MUESTRA | LARGO (Cm) | | | | DESVIACIÓN ESTANDAR | ANCHO (Cm) | | | | DESVIACIÓN ESTANDAR | ALTURA (Cm) | | | | DESVIACIÓN ESTANDAR | ÁREA (PROMEDIO) | | |
| | L1 | L2 | L3 | PROM. | | L1 | L2 | L3 | PROM. | | L1 | L2 | L3 | PROM. | | | | |
| 1 | 30.10 | 30.10 | 30.00 | 30.067 | 0.37 | 15.20 | 15.50 | 15.40 | 15.367 | 0.19 | 7.80 | 8.00 | 7.90 | 7.900 | 0.25 | 237.527 | | |
| 2 | 31.00 | 31.00 | 30.90 | 30.967 | | 15.70 | 15.60 | 15.70 | 15.667 | | 7.80 | 7.90 | 8.00 | 7.900 | | 244.637 | | |
| 3 | 30.40 | 30.30 | 30.20 | 30.300 | | 15.30 | 15.40 | 15.30 | 15.333 | | 7.30 | 7.30 | 7.40 | 7.333 | | 222.200 | | |
| 4 | 30.70 | 30.80 | 30.60 | 30.700 | | 15.40 | 15.30 | 15.30 | 15.333 | | 7.80 | 7.70 | 7.90 | 7.800 | | 239.460 | | |
| 5 | 31.00 | 30.90 | 31.10 | 31.000 | | 15.50 | 15.80 | 15.90 | 15.733 | | 7.80 | 7.85 | 7.70 | 7.783 | | 241.283 | | |
| 6 | 31.10 | 31.10 | 30.05 | 30.750 | | 15.70 | 15.60 | 15.60 | 15.633 | | 7.95 | 8.20 | 8.10 | 8.083 | | 248.563 | | |
| | LARGO PROMEDIO (cm.) | | | 30.631 | | ANCHO PROMEDIO (cm.) | | | 15.511 | | ALTURA PROMEDIO (cm.) | | | 7.800 | | | | |
| | LARGO MÍNIMO (cm.) | | | 30.000 | | ANCHO MÍNIMO (cm.) | | | 15.200 | | ALTURA MÍNIMA (cm.) | | | 7.300 | | | | |
| | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | 3.591 | | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | 4.513 | | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | 11.5385 | | | | |

Fuente: Propia 2021.

Tabla 22: Análisis de datos – Variabilidad Dimensional adobe mejorado al 13%

(Propia, 2021)


| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|-------|-------|---------------------------------------|------------------------|-----------------------------|-------|-------|---------------|------------------------|-----------------------------|------|------|---|------------------------|-----------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | | | | | | | | | | | | | |  | | |
| FECHA: | | | | 14/06/2021 | | | | | | | | | | | | |
| LUGAR: | | | | Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L. | | | | | | | | | | | | |
| ENSAYO: | | | | VARIABILIDAD DIMENSIONAL | | | | | | | | | | | | |
| VARIABILIDAD DIMENSIONAL ADOBE MEJORADO CON MATERIAL CALACAREO AL 13% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MUESTRA | LARGO (Cm) | | | | DESVIACIÓN ESTANDAR | ANCHO (Cm) | | | | DESVIACIÓN ESTANDAR | ALTURA (Cm) | | | | DESVIACIÓN ESTANDAR | ÁREA (PROMEDIO) |
| | L1 | L2 | L3 | PROM. | | L1 | L2 | L3 | PROM. | | L1 | L2 | L3 | PROM. | | |
| 1 | 30.60 | 30.80 | 31.00 | 30.800 | 0.17 | 15.50 | 15.40 | 15.50 | 15.467 | 0.07 | 7.70 | 8.10 | 8.10 | 7.967 | 0.18 | 245.373 |
| 2 | 30.60 | 30.50 | 30.60 | 30.567 | | 15.30 | 15.50 | 15.50 | 15.433 | | 7.60 | 7.90 | 7.40 | 7.633 | | 233.326 |
| 3 | 30.90 | 30.80 | 31.00 | 30.900 | | 15.50 | 15.60 | 15.70 | 15.600 | | 8.00 | 8.00 | 7.80 | 7.933 | | 245.140 |
| 4 | 30.50 | 30.60 | 30.50 | 30.533 | | 15.50 | 15.40 | 15.50 | 15.467 | | 7.50 | 7.70 | 7.60 | 7.600 | | 232.053 |
| 5 | 30.60 | 30.40 | 30.30 | 30.433 | | 15.50 | 15.40 | 15.30 | 15.400 | | 8.00 | 7.80 | 7.80 | 7.867 | | 239.409 |
| 6 | 30.30 | 30.80 | 30.80 | 30.633 | | 15.50 | 15.40 | 15.30 | 15.400 | | 8.20 | 8.00 | 7.90 | 8.033 | | 246.088 |
| | LARGO PROMEDIO (cm.) | | | 30.644 | | ANCHO PROMEDIO (cm.) | | | 15.461 | | ALTURA PROMEDIO (cm.) | | | 7.839 | | |
| | LARGO MÍNIMO (cm.) | | | 30.300 | | ANCHO MÍNIMO (cm.) | | | 15.300 | | ALTURA MÍNIMA (cm.) | | | 7.400 | | |
| | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | 2.284 | | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | 2.587 | | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | 10.206 | | |

Tabla 23: Análisis de datos – Variabilidad dimensional adobe mejorado al 17%

(Propia, 2018)


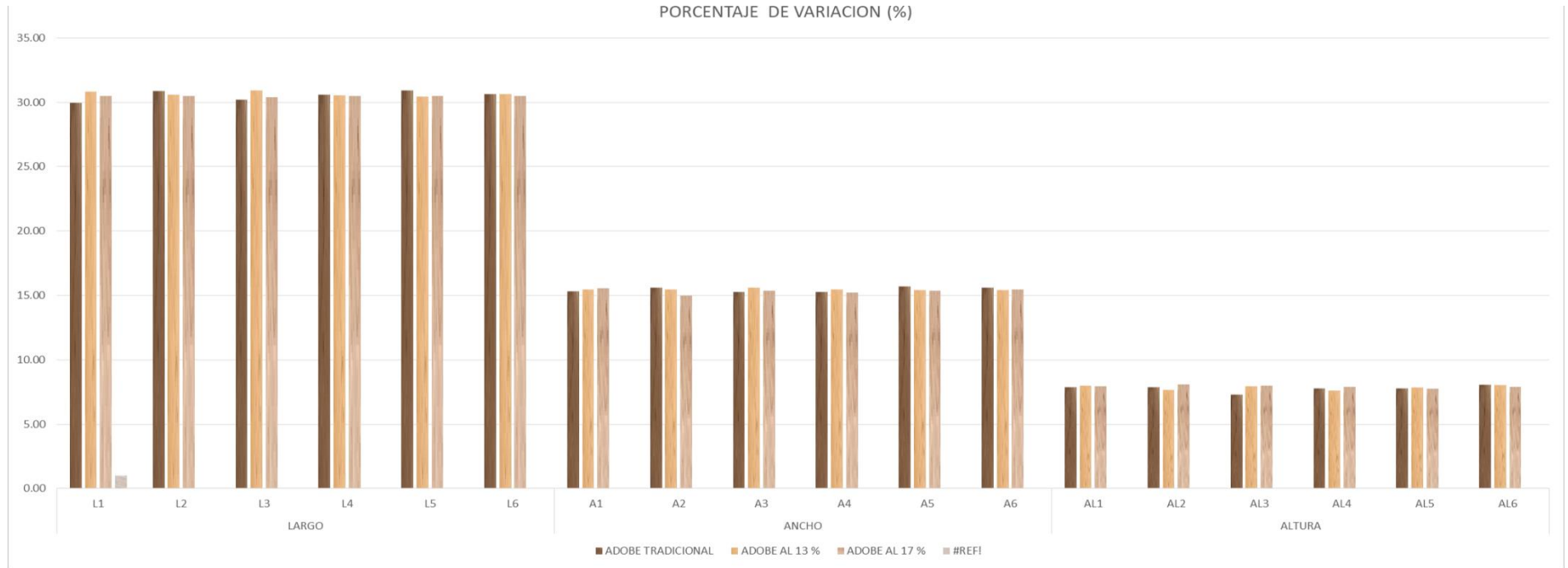
| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|---------------------------------------|-------|---------------|------------------------|-----------------------------|-------|-------|---------------|------------------------|-----------------------------|------|------|---|------------------------|-----------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | | | | | | | | | | | | | |  | | |
| FECHA: | | 14/06/2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| LUGAR: | | Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L. | | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAYO: | | VARIABILIDAD DIMENSIONAL | | | | | | | | | | | | | | |
| VARIABILIDAD DIMENSIONAL ADOBE MEJORADO CON MATERIAL CALCAREO 17% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MUESTRA | LARGO (Cm) | | | | DESVIACIÓN ESTANDAR | ANCHO (Cm) | | | | DESVIACIÓN ESTANDAR | ALTURA (Cm) | | | | DESVIACIÓN ESTANDAR | ÁREA (PROMEDIO) |
| | L1 | L2 | L3 | PROM. | | L1 | L2 | L3 | PROM. | | L1 | L2 | L3 | PROM. | | |
| 1 | 30.50 | 30.50 | 30.40 | 30.467 | 0.04 | 15.60 | 15.60 | 15.50 | 15.567 | 0.21 | 7.90 | 8.00 | 7.90 | 7.933 | 0.11 | 241.702 |
| 2 | 30.40 | 30.50 | 30.60 | 30.500 | | 15.00 | 14.90 | 15.00 | 14.967 | | 8.10 | 8.10 | 8.00 | 8.067 | | 246.033 |
| 3 | 30.50 | 30.30 | 30.40 | 30.400 | | 15.40 | 15.40 | 15.30 | 15.367 | | 7.90 | 8.00 | 8.00 | 7.967 | | 242.187 |
| 4 | 30.50 | 30.40 | 30.60 | 30.500 | | 15.30 | 15.20 | 15.20 | 15.233 | | 8.00 | 7.80 | 7.90 | 7.900 | | 240.950 |
| 5 | 30.60 | 30.50 | 30.40 | 30.500 | | 15.30 | 15.30 | 15.50 | 15.367 | | 7.70 | 7.80 | 7.70 | 7.733 | | 235.867 |
| 6 | 30.40 | 30.50 | 30.60 | 30.500 | | 15.70 | 15.40 | 15.20 | 15.433 | | 7.90 | 8.00 | 7.80 | 7.900 | | 240.950 |
| | LARGO PROMEDIO (cm.) | | | 30.478 | | ANCHO PROMEDIO (cm.) | | | 15.322 | | ALTURA PROMEDIO (cm.) | | | 7.917 | | |
| | LARGO MÍNIMO (cm.) | | | 30.300 | | ANCHO MÍNIMO (cm.) | | | 14.900 | | ALTURA MÍNIMA (cm.) | | | 7.700 | | |
| | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | 0.984 | | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | 5.221 | | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | 5.053 | | |

Gráfico 5 Análisis de datos – promedio de la variación dimensional



(Propia, 2021)

Tabla 24: Análisis de datos – Promedio de variación dimensional

(Propia, 2021)

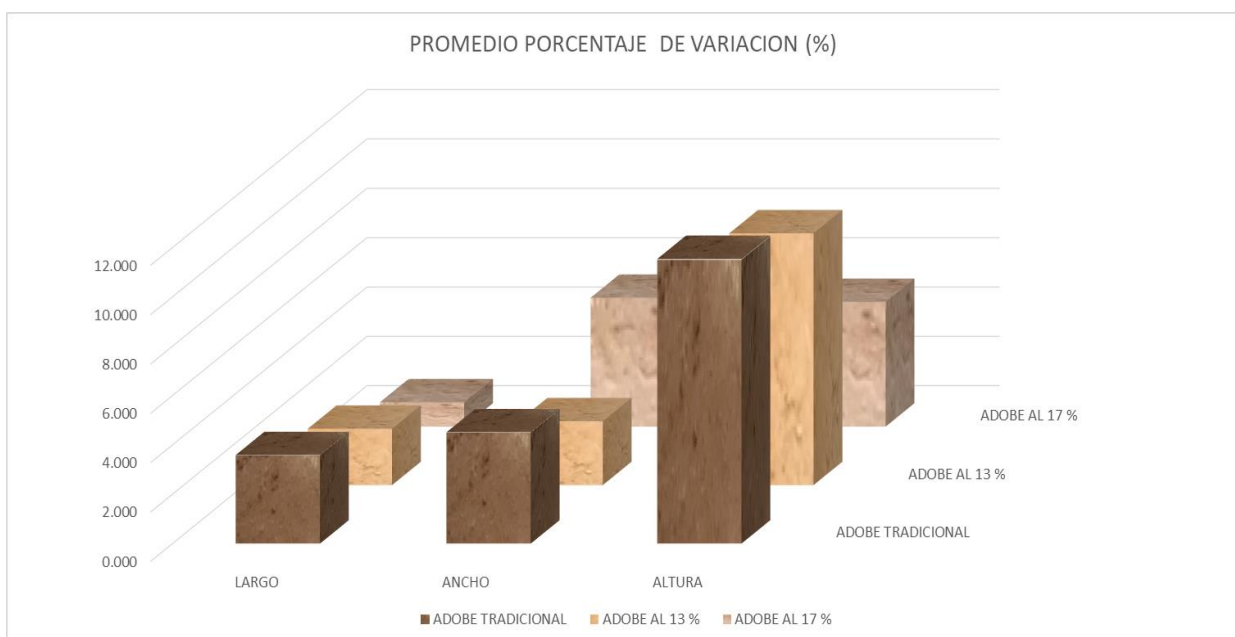
| | PORCENTAJE DE VARIACION (%) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------|------|------|------|------|
| | LARGO | | | | | | ANCHO | | | | | | ALTURA | | | | | |
| | L1 | L2 | L3 | L4 | L5 | L6 | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | AL1 | AL2 | AL3 | AL4 | AL5 | AL6 |
| ADOBE TRADICIONAL | 30.07 | 30.97 | 30.30 | 30.70 | 31.00 | 30.75 | 15.37 | 15.67 | 15.33 | 15.33 | 15.73 | 15.63 | 7.90 | 7.90 | 7.33 | 7.80 | 7.78 | 8.08 |
| ADOBE AL 13 % | 30.80 | 30.57 | 30.90 | 30.53 | 30.43 | 30.63 | 15.47 | 15.43 | 15.60 | 15.47 | 15.40 | 15.40 | 7.97 | 7.63 | 7.93 | 7.60 | 7.87 | 8.03 |
| ADOBE AL 17 % | 30.47 | 30.50 | 30.40 | 30.50 | 30.50 | 30.50 | 15.57 | 14.97 | 15.37 | 15.23 | 15.37 | 15.43 | 7.93 | 8.07 | 7.97 | 7.90 | 7.73 | 7.90 |

4.1.1.5.4. Análisis de prueba.

- Como se ha podido observar, la variación dimensional se ha presentado y la principal causa de la misma es la deformación que sufren los moldes para fabricar las unidades de adobe, que al ser de madera y estar en contacto continuo con el agua, sufren deformaciones.

4.1.1.5.5. Resultados:

Gráfico 6 Resultados – variación dimensional



Fuente: Propia 2021.

Tabla 25: Resultados - variación dimensional

| PROMEDIO PORCENTAJE DE VARIACION (%) | | | |
|--------------------------------------|-------|-------|--------|
| ESPÉCIMEN | LARGO | ANCHO | ALTURA |
| ADOBE TRADICIONAL | 3.591 | 4.513 | 11.538 |
| ADOBE AL 13 % | 2.284 | 2.587 | 10.206 |
| ADOBE AL 17 % | 0.984 | 5.221 | 5.053 |

Fuente: Propia 2021.

- Como se observa, los resultados muestran que existe menor variación dimensional en el largo y ancho de las unidades de adobe, en donde, el adobe mejorado al 17% es el que presenta mayor variación dimensional en cuanto al ancho, con un valor de 5.221%. El adobe tradicional presenta la mayor variación dimensional en cuanto al largo, con un valor de 3.591%.
- En cuanto a la altura, en esta dimensión es en donde se encuentra mayor variación dimensional, llegando a su máximo valor en el adobe tradicional con un 11.538%.

4.1.1.6. Ensayo de succión.

4.1.1.6.1. Equipos y materiales:

- Adobe
- Bandeja
- Agua
- Balanza

4.1.1.6.2. Procedimiento:

- a. Se llena una bandeja con agua que sobrepase en 3 mm el área de contacto.
- b. Se ha registrado el peso seco de los especímenes.
- c. Se toma medidas en la prueba de succión.



Figura 42: pesado de la unidad de adobe en la balanza electrónica.



Figura 43: colocación de agua en el recipiente hasta la altura indicada.



Figura 44: pesado de la muestra, luego de la succión.



Figura 45: el ensayo ha sido realizado para todas las muestras.

4.1.1.6.3. Toma y análisis de datos:

- Una vez realizada la prueba de succión, se procede a medir la cantidad de agua que succiona cada adobe.
- La succión se puede cuantificar, mediante la siguiente fórmula, la cual esta consignada en la norma.

$$S = \frac{200W}{LB}$$

Donde:


- S = Succión normalizada a un área de 200 cm².
- W = Diferencia de pesos del espécimen entre el estado húmedo y seco (gr).
- L = Longitud del espécimen (cm).
- B = Ancho del espécimen (cm).

Tabla 26: Análisis de datos – succión adobe tradicional

| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------------------|---|--------------------------------|--|---------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | |
| RESPONSABLES: | DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | | | |  | | | |
| FECHA: | 18/06/2021 | | | | | | | |
| LUGAR: | Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L. | | | | | | | |
| ENSAYO: | SUCCIÓN | | | | | | | |
| SUCCIÓN ADOBE TRADICIONAL | | | | | | | | |
| ESPÉCIMEN | PESO SECO (gr.) | LARGO (cm.) | ANCHO (cm.) | ÁREA (cm ²) | TIEMPO DE SUCCIÓN (min.) | PESO CON AGUA SUCCIONADA (gr.) | SUCCIÓN (gr./min./200cm ²) | DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 1 | 7709.00 | 31.30 | 15.70 | 491.41 | 1.00 | 7777.50 | 27.88 | 5.12 |
| 2 | 7958.50 | 31.10 | 15.50 | 482.05 | 1.00 | 8056.50 | 40.66 | |
| 3 | 7522.50 | 31.00 | 15.50 | 480.50 | 1.00 | 7622.50 | 41.62 | |
| 4 | 7896.00 | 30.80 | 15.60 | 480.48 | 1.00 | 7968.50 | 30.18 | |
| 5 | 7773.00 | 30.70 | 15.80 | 485.06 | 1.00 | 7851.50 | 32.37 | |
| 6 | 7925.00 | 31.00 | 15.40 | 477.40 | 1.00 | 8011.00 | 36.03 | |
| PROMEDIO | 7797.33 | 30.98 | 15.58 | 482.82 | 1.00 | 7881.25 | 34.79 | |

Fuente: Propia 2021.

Tabla 27: Análisis de datos – succión adobe mejorado al 13%

| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------------------|---|--------------------------------|--|---------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | |
| RESPONSABLES: | DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | | | |  | | | |
| FECHA: | 18/06/2021 | | | | | | | |
| LUGAR: | Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L. | | | | | | | |
| ENSAYO: | SUCCIÓN | | | | | | | |
| SUCCIÓN ADOBE MEJORADO AL 13% | | | | | | | | |
| ESPÉCIMEN | PESO SECO (gr.) | LARGO (cm.) | ANCHO (cm.) | ÁREA (cm ²) | TIEMPO DE SUCCIÓN (min.) | PESO CON AGUA SUCCIONADA (gr.) | SUCCIÓN (gr./min./200cm ²) | DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 1 | 8124.00 | 30.90 | 15.50 | 478.95 | 1.00 | 8154.50 | 12.74 | 3.31 |
| 2 | 7707.50 | 30.90 | 15.30 | 472.77 | 1.00 | 7761.00 | 22.63 | |
| 3 | 7530.00 | 31.20 | 15.40 | 480.48 | 1.00 | 7581.50 | 21.44 | |
| 4 | 7767.00 | 30.90 | 15.50 | 478.95 | 1.00 | 7814.50 | 19.84 | |
| 5 | 8215.00 | 30.80 | 15.60 | 480.48 | 1.00 | 8256.00 | 17.07 | |
| 6 | 7494.00 | 30.50 | 15.40 | 469.70 | 1.00 | 7533.50 | 16.82 | |
| PROMEDIO | 7806.25 | 30.87 | 15.45 | 476.89 | 1.00 | 7850.17 | 18.42 | |

Fuente: Propia 2021.

Tabla 28: Análisis de datos – succión adobe mejorado al 17%

(Propia, 2021)


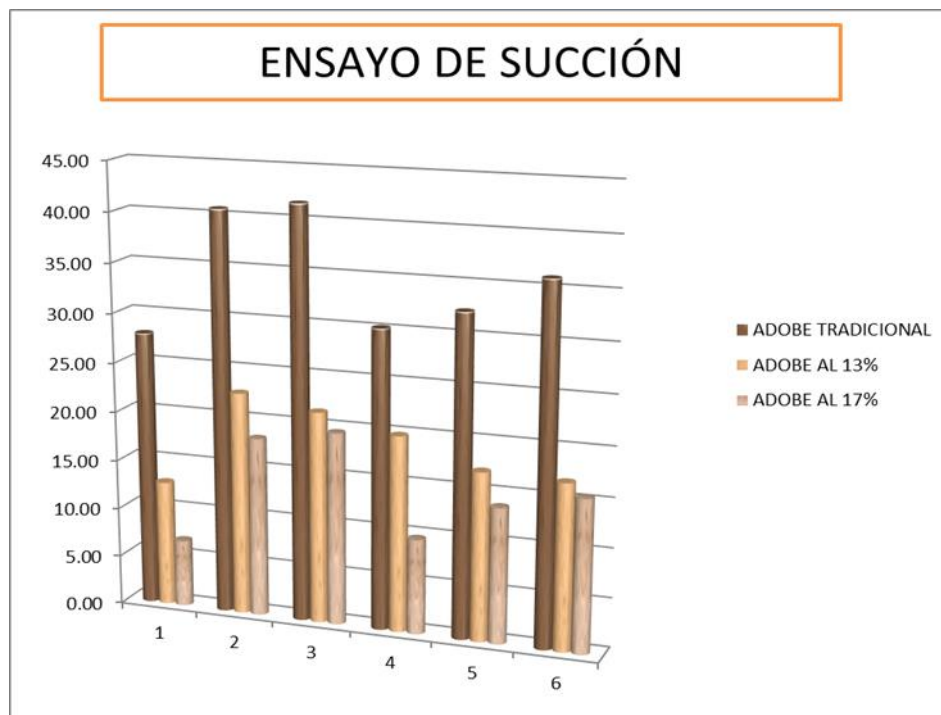
| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | | | | | | |
|--|-----------------|---------------------------------------|-------------|-------------------------|---|--------------------------------|--|---------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | |
| RESPONSABLES: | | DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | | |  | | | |
| FECHA: | | 18/06/2021 | | | | | | |
| LUGAR: | | Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L. | | | | | | |
| ENSAYO: | | SUCCIÓN | | | | | | |
| SUCCIÓN ADOBE MEJORADO AL 17% | | | | | | | | |
| ESPÉCIMEN | PESO SECO (gr.) | LARGO (cm.) | ANCHO (cm.) | ÁREA (cm ²) | TIEMPO DE SUCCIÓN (min.) | PESO CON AGUA SUCCIONADA (gr.) | SUCCIÓN (gr./min./200cm ²) | DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 1 | 7618.50 | 30.40 | 15.50 | 471.20 | 1.00 | 7634.50 | 6.79 | 4.50 |
| 2 | 8013.00 | 30.50 | 15.50 | 472.75 | 1.00 | 8056.00 | 18.19 | |
| 3 | 7386.00 | 30.60 | 15.40 | 471.24 | 1.00 | 7432.00 | 19.52 | |
| 4 | 7688.50 | 30.50 | 15.30 | 466.65 | 1.00 | 7711.00 | 9.64 | |
| 5 | 7570.50 | 30.50 | 15.30 | 466.65 | 1.00 | 7602.50 | 13.71 | |
| 6 | 7675.00 | 30.80 | 15.50 | 477.40 | 1.00 | 7712.00 | 15.50 | |
| PROMEDIO | 7658.58 | 30.55 | 15.42 | 470.98 | 1.00 | 7691.33 | 13.89 | |

Gráfico 7 Análisis de datos – succión



Fuente: Propia 2021.

Tabla 29: Análisis de Datos – Succión

(Propia, 2021)

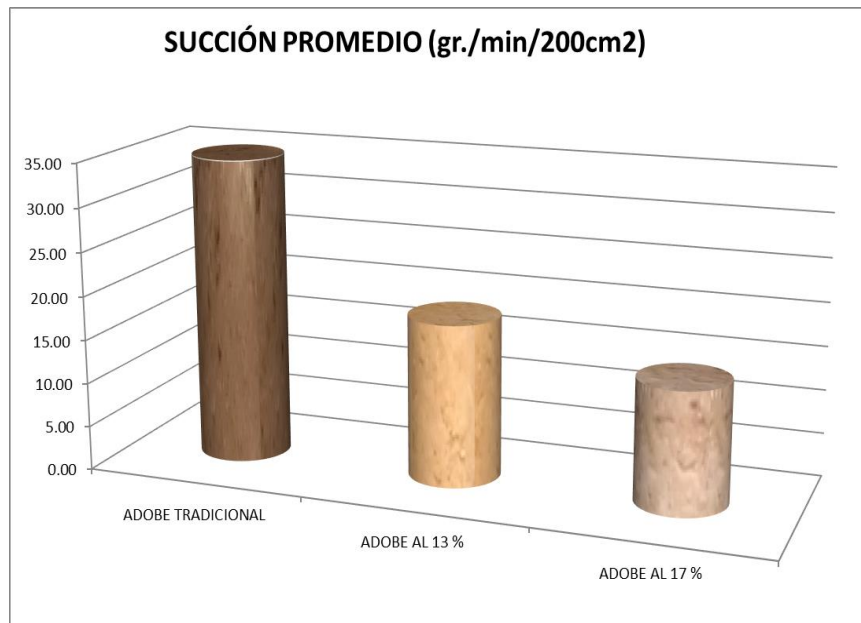
| ESPÉCIMEN | SUCCIÓN (gr./min/200cm²) | | |
|-----------|--------------------------|--------------|--------------|
| | ADOBE TRADICIONAL | ADOBE AL 13% | ADOBE AL 17% |
| 1 | 27.88 | 12.74 | 6.79 |
| 2 | 40.66 | 22.63 | 18.19 |
| 3 | 41.62 | 21.44 | 19.52 |
| 4 | 30.18 | 19.84 | 9.64 |
| 5 | 32.37 | 17.07 | 13.71 |
| 6 | 36.03 | 16.82 | 15.50 |

4.1.1.6.4. Análisis de prueba.

- Con el ensayo de succión se pudo determinar que las unidades de adobe tradicional son las que han presentado mayor succión, mientras que las unidades de adobe mejorado al 13% y 17%, presentan menor succión por las propiedades impermeabilizantes que han adquirido.

4.1.1.6.5. Resultados:

Gráfico 8 Resultados - succión



Fuente: Propia 2021.

Tabla 30: Resultados – succión

| ANÁLISIS ENSAYO DE SUCCIÓN | |
|----------------------------|--|
| ESPÉCIMEN | SUCCIÓN PROMEDIO (gr./min/200cm ²) |
| ADOBE TRADICIONAL | 34.79 |
| ADOBE AL 13 % | 18.42 |
| ADOBE AL 17 % | 13.89 |

Fuente: Propia 2021.

- Se tiene como resultados, que de forma bastante diferenciada el adobe tradicional presenta mayor succión respecto a los adobes mejorados al 13% y 17%, en donde el adobe tradicional tiene como succión promedio 34.79 % y los adobes mejorados al 13% y 17%, tienen como succión promedio 18.42% y 13.89% respectivamente

4.1.1.7. Ensayo de compresión de unidades.

4.1.1.7.1. Equipos y materiales:

- Unidades de Adobe (Muestras)

- Láminas de Neopreno
- Máquina de Resistencia a la Compresión
- Regla Metálica

4.1.1.7.2. Procedimiento:

- comienza escogiendo las unidades de adobe que serán sometidas al ensayo de compresión, para lo cual, previamente calculamos el área de la superficie de contacto entre la unidad de adobe y la máquina de compresión.
- Luego se colocan las láminas de neopreno a la máquina y de esa forma colocar las unidades de adobe.
- Finalmente se somete a la compresión con la máquina, hasta que dicho adobe llegue al fallo total.



Figura 46: colocación de la unidad de adobe en la máquina de compresión.



Figura 47: El adobe, está siendo sometido a las cargas axiales.



Figura 48: toma de resultados de la máquina de compresión Axial.



Figura 49: las unidades de adobe han sido llevadas hasta el fallo.

4.1.1.7.3. Toma y análisis de datos:

- Una vez realizada la prueba de compresión de unidades, se procede a calcular la resistencia a la compresión ($f'o$) de cuya unidad se mide en Kg/cm^2 .
- El valor de la resistencia se calcula como el cociente entre la carga máxima aplicada (Kgf) y el área de contacto de la unidad de adobe y la máquina compresora.
- Finalmente se procede a calcular el promedio de las resistencias obtenidas.

Tabla 31: Análisis de datos – resistencia a la compresión adobe tradicional

| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | | |
|--|---------------------------------------|--|--------------------------|---------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | |  | | |
| FECHA: | 05/06/2021 | | | |
| LUGAR: | Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L. | | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL | | | | |
| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm ²) | Fo (Kg/Cm ²) | DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 1 | 13280.6 | 475.85 | 27.91 | 3.07 |
| 2 | 14877.62 | 486.70 | 30.57 | |
| 3 | 13463.82 | 477.40 | 28.20 | |
| 4 | 16502.54 | 466.65 | 35.36 | |
| 5 | 15364.93 | 474.30 | 32.39 | |
| 6 | 12826.58 | 463.57 | 27.67 | |
| PROMEDIO | 14386.02 | 474.08 | 30.35 | |

Fuente: Propia 2021.

Tabla 32: Análisis de datos – resistencia a la compresión adobe mejorado al 13%

| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | | |
|--|---------------------------------------|--|--------------------------|---------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | |  | | |
| FECHA: | 07/06/2021 | | | |
| LUGAR: | Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L. | | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE MEJORADO AL 13% | | | | |
| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm ²) | Fo (Kg/Cm ²) | DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 1 | 21347.6 | 477.40 | 44.72 | 4.51 |
| 2 | 22331.29 | 475.85 | 46.93 | |
| 3 | 21621.81 | 477.40 | 45.29 | |
| 4 | 18506.62 | 472.75 | 39.15 | |
| 5 | 17558.61 | 475.85 | 36.90 | |
| 6 | 17561.67 | 475.85 | 36.91 | |
| PROMEDIO | 19821.27 | 475.85 | 41.65 | |

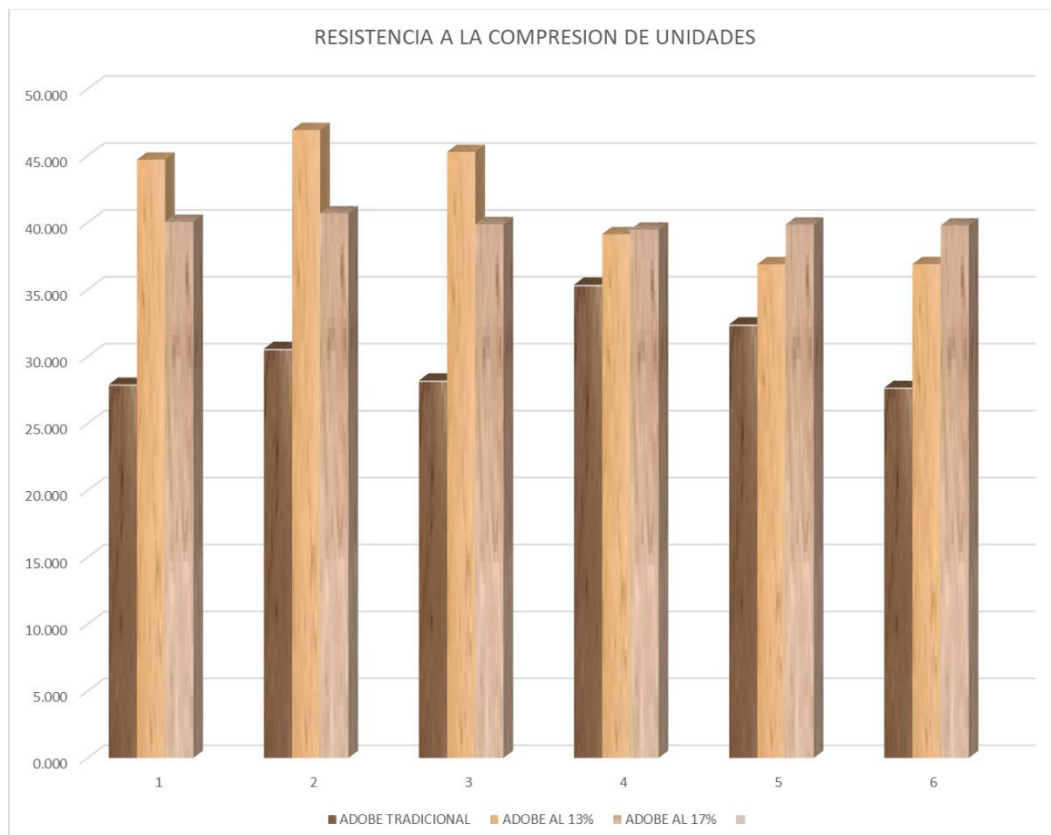
Fuente: Propia 2021.

Tabla 33: Análisis de datos – resistencia a la compresión adobe mejorado al 17%

| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | | |
|---|---------------------------------------|------------|--|---------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | | |  | |
| FECHA: | 08/06/2021 | | | |
| LUGAR: | Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L. | | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE MEJORADO AL 17% | | | | |
| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm2) | Fo (Kg/Cm2) | DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 1 | 18575.94 | 463.60 | 40.07 | 0.41 |
| 2 | 18745.16 | 460.55 | 40.70 | |
| 3 | 18677.88 | 468.18 | 39.89 | |
| 4 | 18426.1 | 466.62 | 39.49 | |
| 5 | 18596.33 | 466.55 | 39.86 | |
| 6 | 18689.09 | 469.68 | 39.79 | |
| PROMEDIO | 18618.42 | 465.86 | 39.97 | |

Fuente: Propia 2021.

Gráfico 9 Análisis de datos - resistencia a la compresión de unidades



Fuente: Propia 2021.

Tabla 34 : Análisis de datos - resistencia a la compresión de unidades

(Propia, 2021)

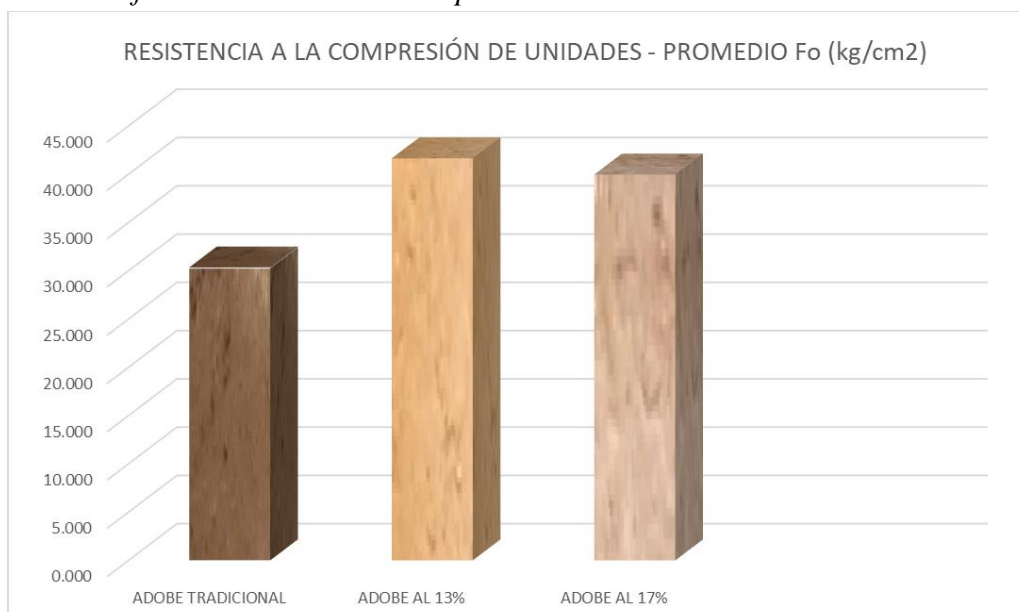
| ESPÉCIMEN | RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UNIDADES (Kg/cm ²) | | |
|-----------|---|--------------|--------------|
| | ADOBE TRADICIONAL | ADOBE AL 13% | ADOBE AL 17% |
| 1 | 27.909 | 44.716 | 40.069 |
| 2 | 30.568 | 46.929 | 40.702 |
| 3 | 28.202 | 45.291 | 39.895 |
| 4 | 35.364 | 39.147 | 39.488 |
| 5 | 32.395 | 36.899 | 39.859 |
| 6 | 27.669 | 36.906 | 39.791 |

4.1.1.7.4. Análisis de prueba.

- Como se conoce, la norma E – 080 exige una resistencia mínima de 12 Kg/cm² a la compresión de unidades, y en el caso de nuestros especímenes de adobe tradicional, todos han superados con creces esa resistencia, sin embargo, las unidades de adobe mejorado al 13 y 17 % han tenido una mejor resistencia a la compresión frente al adobe tradicional.

4.1.1.7.5. Resultados:

Gráfico 10 Resultados – compresión de unidades



Fuente: Propia 2021.

Tabla 35: Resultados – compresión de unidades

(Propia, 2021)

| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES - PROMEDIO Fo (kg/cm ²) | | |
|--|--------------|--------------|
| ADOBE TRADICIONAL | ADOBE AL 13% | ADOBE AL 17% |
| 30.351 | 41.648 | 39.967 |

- Los resultados nos muestran que, en cuanto a la resistencia a la compresión por unidades, sí hay un comportamiento más adecuado con el adobe mejorado con hidróxido de calcio, siendo que el adobe tradicional ha alcanzado una resistencia promedio de 30.351 Kg/cm², el adobe mejorado al 13% alcanzó una resistencia de 41.648 Kg/cm² y el adobe mejorado al 17% alcanzó una resistencia de 39.967 Kg/cm².

4.1.1.8. Ensayo de compresión de pilas.

4.1.1.8.1. Equipos y materiales:

- Pilas de Adobe (Muestras)
- Láminas de neopreno.
- Máquina de resistencia a la compresión.
- Regla metálica.

4.1.1.8.2. Procedimiento:

- a. Para iniciar el proceso se escogen las unidades de adobe para formar las pilas que serán sometidas a compresión.
- b. Posteriormente se colocan las láminas de neopreno en la base y cabecera de la pila de adobes y se calcula el área de contacto del adobe con la máquina compresora.

- c. Finalmente se enciende la máquina y se somete la pila de adobes a cada vez mayor compresión hasta que suceda el fallo total.



Figura 50: Elaboración de pilas de adobe.



Figura 51: Colocación de las pilas de adobe en la máquina compresora.



Figura 52: Toma de medidas de la pila de adobe antes de ser sometida a cargas.




Figura 53: La pila de adobe ha sufrido el fallo total.

4.1.1.8.3. Toma y análisis de datos:

- Una vez sometida pila al ensayo de compresión se procede a realizar el cálculo de la resistencia última a la compresión ($f'm$), la cual se mide en Kg/cm^2 como unidad.
- El valor de la resistencia última a la compresión ($f'm$) se calcula como el cociente entre la carga máxima aplicada en KgF y el área de contacto entre la máquina y la pila de adobes.
- Luego se ha calculado la resistencia admisible (f_m) que viene a ser el 25% de la resistencia última a la compresión.

Tabla 36: Análisis de datos – compresión de pilas de adobe tradicional

| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | | |
|---|---|-------------------------|--|---------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | | |  | |
| FECHA: | 17/07/2021 | | | |
| LUGAR: | H&H INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L | | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS | | | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ADOBE TRADICIONAL | | | | |
| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm ²) | F'm (Kg/Cm ²) | DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 1 | 5877 | 480.50 | 12.23 | 1.02 |
| 2 | 6321 | 472.78 | 13.37 | |
| 3 | 5549 | 489.80 | 11.33 | |
| PROMEDIO | 5915.67 | 481.03 | 12.31 | |


Fuente: Propia 2021.

Tabla 37: Análisis de datos – compresión de pilas de adobe mejorado al 13%

| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | | |
|---|---|-------------------------|---------------------------|--|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | | | |  |
| FECHA: | 17/07/2021 | | | |
| LUGAR: | H&H INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L | | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS | | | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ADOBE MEJORADO AL 13% | | | | |
| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm ²) | F'm (Kg/Cm ²) | DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 1 | 7113 | 478.95 | 14.85 | 0.29 |
| 2 | 6727 | 468.18 | 14.37 | |
| 3 | 6881 | 480.50 | 14.32 | |
| PROMEDIO | 6907.00 | 475.88 | 14.51 | |

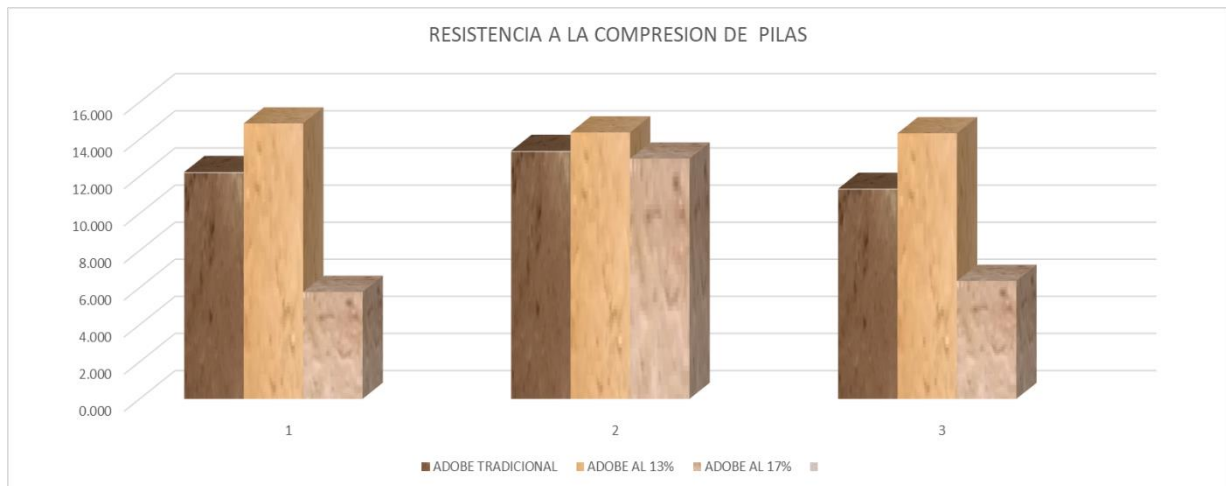
Fuente: Propia 2021.

Tabla 38: Análisis de datos – compresión de pilas de adobe mejorado al 17%

| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | | |
|---|---|-------------------------|---------------------------|--|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | | | |  |
| FECHA: | 17/07/2021 | | | |
| LUGAR: | H&H INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L | | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS | | | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBE MEJORADO AL 17% | | | | |
| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm ²) | F'm (Kg/Cm ²) | DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 1 | 2807 | 486.70 | 5.77 | 3.99 |
| 2 | 6225 | 480.50 | 12.96 | |
| 3 | 3077 | 483.60 | 6.36 | |
| PROMEDIO | 4036.33 | 483.60 | 8.36 | |

Fuente: Propia 2021.

Gráfico 11 Análisis de datos - ensayo de compresión de pilas



Fuente: Propia 2021.

Tabla 39: Análisis de datos - ensayo de compresión de pilas

| ESPÉCIMEN | RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PILAS (fm) | | |
|-----------|---|--------------|--------------|
| | ADOBE TRADICIONAL | ADOBE AL 13% | ADOBE AL 17% |
| 1 | 12.231 | 14.851 | 5.767 |
| 2 | 13.370 | 14.368 | 12.955 |
| 3 | 11.329 | 14.320 | 6.363 |

Fuente: Propia 2021.

4.1.1.8.4. Resultados:

Gráfico 12 Resultados – ensayo de compresión de pilas (Propia, 2021)

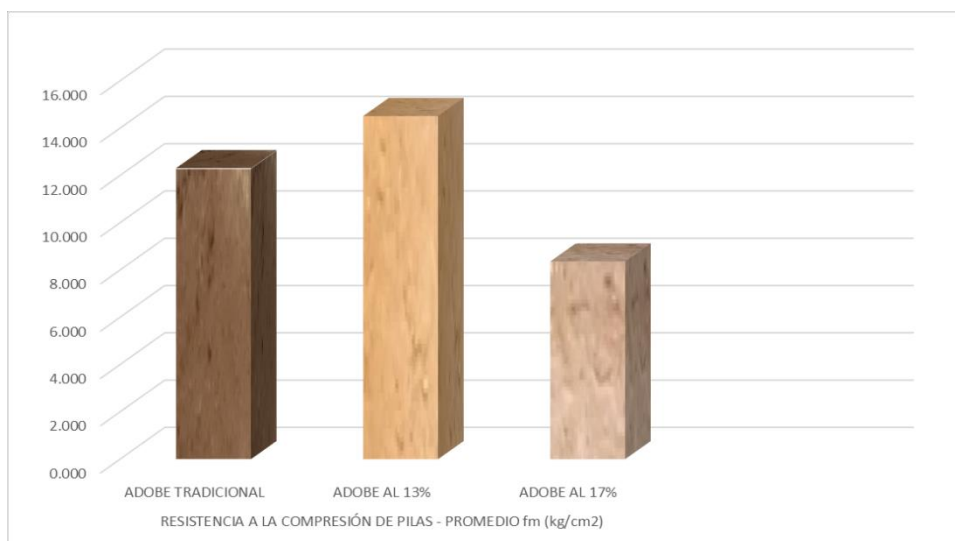


Tabla 40: Resultados - compresión de pilas

| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS - PROMEDIO fm (kg/cm2) | | |
|---|--------------|--------------|
| ADOBE TRADICIONAL | ADOBE AL 13% | ADOBE AL 17% |
| 12.310 | 14.513 | 8.362 |

Fuente: Propia 2021.

- Las unidades de adobe mejorado al 13% son las que mejor comportamiento han tenido con una resistencia a la compresión por pilas de 14.513 Kg/cm². Las unidades de adobe tradicional han quedado en segundo lugar, con una resistencia promedio a la compresión por pilas de 12.310 Kg/cm². En tercer lugar, han quedado las unidades de adobe mejoradas al 17% con una resistencia promedio a la compresión por pilas de 8.362 Kg/cm².

4.1.1.9. Ensayo de compresión diagonal.

4.1.1.9.1. Equipos y materiales:

- Láminas de Neopreno

- Máquina de resistencia a la compresión
- Regla Metálica
- Muros de adobe

4.1.1.9.2. Procedimiento:

- a. Se forman los muros con las unidades de adobe fabricadas anteriormente, escogiendo especímenes adecuados para realizar el ensayo.
 - b. Se coloca la lámina de neopreno en la base y cima del muro de adobe a ser ensayado.
 - c. Se somete a presión con la máquina de compresión, para lo cual previamente se ha obtenido el área de contacto entre las unidades de adobe y la máquina de compresión.
- Se detiene el proceso de compresión, una vez los muros de adobe lleguen al fallo total.



Figura 54: Elaboración de los muros de adobe para el ensayo.



Figura 55: Colocación del muro de adobe en a máquina compresora.



Figura 56: Toma de medidas del muro antes de ser sometido a carga.



Figura 57: El muro de adobe ha sido sometido a cargas hasta el fallo total.

4.1.1.9.3. Toma y análisis de datos:

- Una vez realizada la prueba de compresión, se calcula el valor de la resistencia a la compresión diagonal (V_m) expresada en (Kg/cm^2) como unidad de medida.
- La resistencia a la compresión diagonal (V_m) se calcula como el cociente entre la carga máxima aplicada en Kgf , y el área de contacto de la máquina compresora con el muro de adobe.
- Finalmente calculamos el promedio de las resistencias diagonales para cada tipo de adobes.

Tabla 41: Análisis de datos – resistencia de compresión diagonal para adobe tradicional

| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | | |
|--|--------------------|-------------------------|--|---------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | | |  | |
| FECHA: 09/08/2021 | | | | |
| LUGAR: H&H INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L | | | | |
| ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL | | | | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE ADOBE TRADICIONAL | | | | |
| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm ²) | V _m (Kg/Cm ²) | DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 1 | 1629 | 2480.00 | 0.66 | 0.18 |
| 2 | 2517 | 2543.80 | 0.99 | |
| 3 | 1726 | 2517.84 | 0.69 | |
| PROMEDIO | 1957.33 | 2513.88 | 0.78 | |

Fuente: Propia 2021.

Tabla 42: Análisis de datos – resistencia de compresión diagonal para adobe mejorado al

13%

| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | | |
|--|--------------------|-------------------------|--|---------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | | |  | |
| FECHA: 09/08/2021 | | | | |
| LUGAR: H&H INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L | | | | |
| ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL | | | | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE ADOBE MEJORADO AL 13% | | | | |
| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm ²) | V _m (Kg/Cm ²) | DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 1 | 1629 | 2434.12 | 0.67 | 0.12 |
| 2 | 2035 | 2527.70 | 0.81 | |
| 3 | 2247 | 2464.00 | 0.91 | |
| PROMEDIO | 1970.33 | 2475.27 | 0.80 | |

Fuente: Propia 2021.

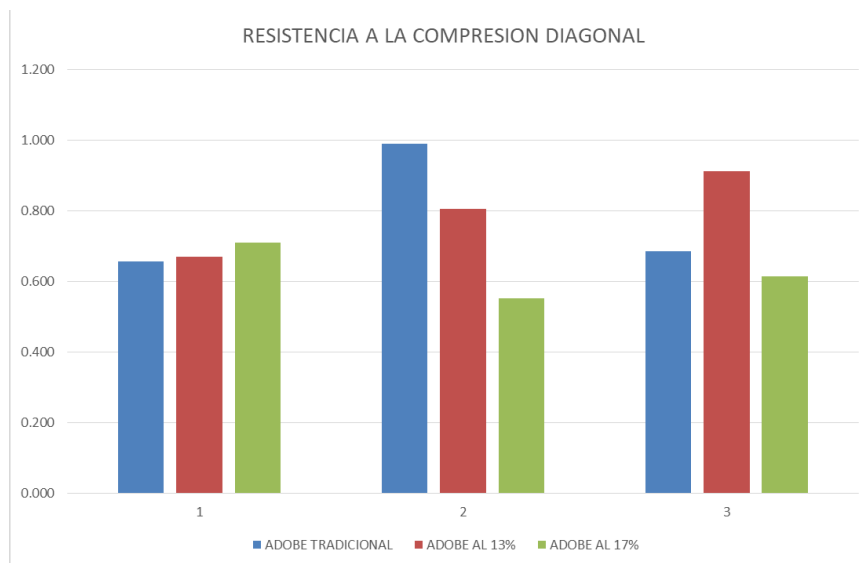
Tabla 43: Análisis de datos – resistencia de compresión diagonal para adobe mejorado al

17%

| UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES | | | | |
|---|--------------------|-------------------------|--|---------------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO | | |  | |
| FECHA: 10/08/2021 | | | | |
| LUGAR: H&H INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L | | | | |
| ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL | | | | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE ADOBE MEJORADO AL 17% | | | | |
| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm ²) | V _m (Kg/Cm ²) | DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 1 | 1822 | 2569.44 | 0.71 | 0.08 |
| 2 | 1398 | 2534.32 | 0.55 | |
| 3 | 1552 | 2527.70 | 0.61 | |
| PROMEDIO | 1590.67 | 2543.82 | 0.62 | |

Fuente: Propia 2021.

Gráfico 13 Análisis de datos – resistencia a la compresión diagonal



Fuente: Propia 2021.

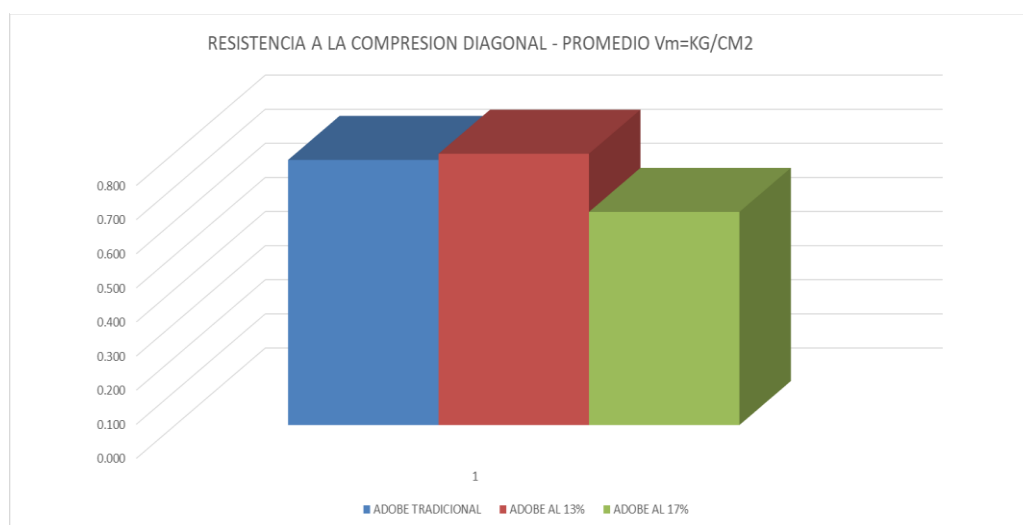
Tabla 44: Análisis de datos – resistencia a la compresión diagonal

| ESPÉCIMEN | RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL (Vm) | | |
|-----------|---|--------------|--------------|
| | ADOBE TRADICIONAL | ADOBE AL 13% | ADOBE AL 17% |
| 1 | 0.657 | 0.669 | 0.709 |
| 2 | 0.989 | 0.805 | 0.552 |
| 3 | 0.686 | 0.912 | 0.614 |

Fuente: Propia 2021.

4.1.1.9.4. Resultados:

Gráfico 14 Resultados – promedio de resistencias de compresión diagonal.



Fuente: Propia 2021.

Tabla 45: Resultados – resistencia a compresión diagonal

| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL - PROMEDIO Vm (kg/cm2) | | |
|---|--------------|--------------|
| ADOBE TRADICIONAL | ADOBE AL 13% | ADOBE AL 17% |
| 0.777 | 0.795 | 0.625 |

Fuente: Propia 2021.

- Como se observa, el adobe tradicional y los adobes mejorados al 13% y 17% han sobrepasado en umbral mínimo que exige la norma E – 080 en cuanto a la resistencia a la compresión.
- Las unidades de adobe mejoradas al 13% son las que mejor comportamiento han presentado, quedando en segundo lugar las unidades de adobe tradicional y en tercer lugar las unidades de adobe mejorado al 17%. El adobe mejorado al 13% ha tenido una resistencia promedio de 0.795 Kg/cm^2 , el adobe mejorado al 17% ha tenido una resistencia promedio de 0.625 Kg/cm^2 y el adobe tradicional ha presentado una resistencia promedio de 0.777 Kg/cm^2 .

4.2. Discusión de resultados.

Discusión 1:

En cuanto a la resistencia por compresión de pilas de unidades de adobe también se ha evidenciado una mejoría de los adobes adicionados con hidróxido de calcio, respecto del adobe elaborado tradicionalmente, sin embargo, esa mejoría solo se ha visto en el adobe mejorado al 13% con un 17.89% de mejora del mismo respecto del adobe tradicional. En cambio, en el adobe mejorado al 17% se ha presentado una pérdida de la resistencia de 32.07%.

Discusión 2:

En cuanto a pruebas que son de nivel físico, como son el alabeo, los resultados nos indica que el adobe mejorado al 13 % ha tenido menor nivel de alabeo en un 5.6% respecto del adobe tradicional que presentaba mayores valores de alabeo. Así mismo según Romero, V. y Callasi, C. de la universidad andina del cusco sus adobes mejorados con asfalto obtuvieron menor nivel de alabeo respecto al adobe tradicional. Podemos decir finalmente que los adobes mejorados con hidróxido de calcio y asfalto presentan menor nivel de alabeo respecto al adobe tradicional.

Discusión 3:

En el caso de la variación dimensional, el adobe mejorado al 13 % también ha mostrado mejor performance en cuanto a menor variación, ya que, en cuanto al largo promedio de las unidades de adobe, hubo una reducción de 36.39% de variación, en comparación al adobe tradicional, en cuanto al ancho se calculó una reducción de 42.67% de la variación dimensional y respecto a la altura la reducción fue de 11.55% menos de variación dimensional entre el adobe mejorado al 13 % y el adobe tradicional. Así mismo según Romero, V. y Callasi, C. de la universidad andina del cusco sus adobes mejorados con asfalto obtuvieron menor porcentaje de variación dimensional respecto al adobe tradicional. Finalmente podemos decir que tanto los adobes mejorados con hidróxido de calcio y asfalto presentan menor porcentaje de variación dimensional respecto al adobe tradicional.

Discusión 4:

Si mencionamos el ensayo de Succión, también podemos ver que hay mejoras, ya que en adobe mejorado al 13 % presenta – de acuerdo a los resultados obtenidos- una cantidad de succión que menor que significa el 52.95% de la succión que tiene el adobe tradicional. Lo mismo ocurre con el adobe mejorado al 17 %, cuya cantidad de succión es solo el 39.94% de la succión que tiene el adobe tradicional. Así mismo según García, I en la universidad tecnológica de mixteca de México, se logró mejor permeabilidad del adobe utilizando resina como aditivo en un 20%, 25% y al 15% respectivamente sobre el adobe tradicional también Según Romero, V. y Callasi, C. de la universidad andina del cusco sus adobes mejorados con asfalto obtuvieron menor índice de succión respecto al adobe tradicional. Finalmente podemos decir que los adobes mejorados con resina, asfalto e hidróxido de calcio presentan menor índice de succión respecto al adobe tradicional.

Discusión 5:

En cuanto a la resistencia a la compresión que presentan las unidades de adobe, se puede afirmar, que las unidades de adobe que han sido mejoradas con hidróxido de calcio al 13 % y 17% han mejorado dicha resistencia - respecto de la resistencia a la compresión que ofrecen las unidades de adobe tradicionales en 37.22 % y 31.68 % respectivamente. Así mismo Según Romero, V. y Callasi, C. de la universidad andina del cusco sus adobes mejorados con asfalto obtuvieron mayor resistencia por unidad respecto al adobe tradicional, del mismo modo Mamani, R. de la universidad nacional del antiplano – puno indica que sus adobes mejorados con cemento obtuvieron una resistencia de 21.68 kg/cm² superando de forma evidente al adobe tradicional. Obteniendo estos datos podemos decir que los adobes mejorados con hidróxido de calcio, asfalto y cemento obtuvieron mayor resistencia a la compresión por unidad respecto al adobe tradicional.

Discusión 6:

Viendo la resistencia a la compresión de muro, la mejora de la capacidad de resistencia no ha sido clara ya que el adobe mejorado al 13% solo ha mejorado la misma en 2.33% y el adobe mejorado al 17% al contrario, incluso ha disminuido su resistencia en 19,60, ambos respecto del adobe tradicional.

5. CONCLUSIONES

Conclusión 1:

La hipótesis general ha sido demostrada de forma parcial, ya que se refiere a la resistencia a la compresión por pilas de adobe, y se dice que ha sido demostrada parcialmente debido a que sólo se han presentado mejores resultados de resistencia a la compresión por pilas para el caso del adobe mejorado al 13% con la adición del hidróxido de calcio, no siendo así para el caso del adobe mejorado al 17% en donde los resultados han sido menores en comparación con el adobe tradicional.

Conclusión 2:

La hipótesis ha sido parcialmente demostrada puesto que, sólo se han presentado mejoras en cuanto a la prueba de alabeo, para el adobe mejorado con hidróxido de calcio al 13% en comparación al adobe fabricado tradicionalmente, sin embargo, el adobe mejorado al 17% ha presentado resultados menores que el adobe tradicional quedando demostrada su poca eficiencia en cuanto al alabeo.

Conclusión 3:

La hipótesis ha quedado totalmente demostrada, a razón de que para ambos casos de mejoría del adobe con la adición de hidróxido de calcio al 13 % y 17%, los porcentajes de variación dimensional han sido menores en comparación al adobe tradicional, es decir, se presenta menor variación dimensional y mayor estabilidad en los casos del adobe mejorado al 13% y al 17%.

Conclusión 4:

La hipótesis ha sido totalmente demostrada en vista de que los adobes mejorados al 13% y 17% de concentración de hidróxido de calcio, han presentado menor succión respecto del adobe tradicional.

Conclusión 5:

La hipótesis ha quedado totalmente demostrada ya que sí se han evidenciado mejoras sustanciales en cuanto a la capacidad de resistencia por unidades de adobe, para los adobes con adición de hidróxido de calcio al 13% y 17% respecto del adobe tradicional, en donde el adobe mejorado al 13% ha presentado una resistencia promedio de 41.648 Kg/cm², siendo el de mejor comportamiento de los tipos de adobe expuestos.

Conclusión 6:

La presente hipótesis ha quedado parcialmente demostrada ya que sólo en un caso de los dos adobes mejorados con hidróxido de calcio, se han visto mejores resultados en cuanto a la resistencia por compresión diagonal de muretes de adobe, y es para el caso del adobe mejorado al 13% en comparación al adobe tradicional. No habiéndose demostrado lo mismo para el adobe mejorado al 17%, ya que ha presentado menor resistencia por compresión diagonal de muretes de adobe que el adobe tradicional.

6. RECOMENDACIONES:

1. Se recomienda realizar todos los ensayos o pruebas realizadas en el presente trabajo de tesis con el fin de determinar la calidad de las unidades de adobe, y de esa forma conseguir una edificación más segura frente a agentes externos nocivos.
2. Se recomienda usar una muestra de suelo adecuada para la fabricación de las unidades de adobe, que cumpla con las estipulaciones de la norma E – 0.80, para así conseguir muestras de calidad y obtener mejores resultados en las pruebas mecánicas y físicas.
3. Se recomienda hacer una planificación para la fabricación de las unidades de adobe, puesto que, de acuerdo a la época del año, puede que los agentes climáticos hagan variar las propiedades y características del mismo.
4. De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente tesis, en donde se ha visto que el tipo de adobe que presenta mejor rendimiento y mayor resistencia es el adobe mejorado con hidróxido de calcio al 13%, se recomienda, usar esa concentración para tener edificaciones de mejor calidad.
5. Se recomienda depositar los adobes que serán fabricados en una región amplia, libre de suciedad y sobre todo totalmente horizontal ya que sobre todo en cuanto al alabeo y la variación dimensional, el terreno pudiera causar variaciones no previstas y considerables.
6. Se recomienda usar una brocha y un trapo para limpiar las unidades de adobe antes de realizar los ensayos, ya que esas impurezas pueden ocasionar variaciones considerables.
7. Al depositar la pasta de barro en los moldes, se recomienda previamente, limpiar bien con la ayuda de un trapo dicho molde, lo cual debe hacerse para cada vez que se haga uso del mismo.
8. Para que las unidades de adobe adquieran su máxima resistencia se recomienda dejar secando cada unidad durante 30 días, que es el tiempo aproximado para conseguir la mayor resistencia de cada unidad.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Asociacion de productores y pavimentadores asfalticos de Colombia, A. (2004). *Cartilla del Pavimento Asfáltico*. Bogotá.
- Bermúdez, J. D. (2012). *Caracterización Fisico - Química y Mineralógica de Morteros de Cal Empleados en Puentes Históricos de Arco de Ladrillo en la Región del Alto Cauca (Colombia)*. Bogotá - Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Blondeth, M. (2005). *Manual para la construcción de viviendas de adobe*. Lima: UNI.
- Blondeth, M. (2005). *Manual para la construcción de viviendas de adobe*. LIMA.
- Bowles, J. E. (1978). *Manual de Laboratorio De Suelos En Ingeniería Civil*. Mexico DF: Poligrafo S.A.
- Brostow , W. (1981). *Introducción a la Ciencia de los Materiales*. México D. F.: Limusa.
- Cabrera Arias, D., & Huaynate Granados, W. (2010). *Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones*. Lima.
- Caycho Pérez, D., & Paredes Castro, J. (2009). *Control de la trituración de los ladrillos huecos en muros de albañilería confinada sujetos a carga lateral cíclica*. Lima.
- Comercio, D. E. (29 de septiembre de 2014). *Diario el Comercio* . Obtenido de <http://elcomercio.pe/sociedad/cusco/cusco-70-casas-inhabitables-y-575-damnificados-sismo-noticia-1760267>
- Cymper. (12 de Agosto de 2015). *Cymper.com*. Obtenido de <https://www.cymper.com/blog/tipos-de-cal-utilizadas-en-la-construccion/>
- Del la Peña Estrada, D. (1997). *Adobe, características y sus principales usos en la construcción*. Mexico D.F.: ICC.
- Diario Correo. (25 de enero de 2010). *blogg "Globalizado"*. Obtenido de <http://arellanojuan.com/cusco-los-bloggers-opinan-cuentan-e-informan/>

- Dullinger. (2011). *Dullinger*. Obtenido de <http://www.kalk.at/es/kalkfarben/>
- Gallegos, C. (2005). *Albañilería Estructural*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Hernán, C. (2015). *el adobe*. cusco, peru: UAC.
- Hernández, A. (2008). *Ética e investigación. Hacia una política de integridad en la investigación tecno científica*. Universidad Autónoma del Estado de México: NTR.
- <http://www.naturllar.com/la-cal/>. (2016). *La cal: características y propiedades*. natullar.
- ICG. (2006). *Norma E.080*. Lima: El Peruano.
- ICG. (2006). *Norma E-080*. LIMA.
- ICG. (2017). *Norma E.08 actualizada* Lima: El Peruano.
- Irala C., Carlos (1985). *Structural Performance of Adobe: Building Buffeting of International Institute of Seismology and Earthquake Engineering Tsukuba, Japón*.
- Lulichac Sáenz, C. (2015). *Determinación de las Propiedades Físico Mecánicas de Unidades de Albañilería en la Provincia de Cajamarca*. Cajamarca.
- Map-Perú.com, ©. (28 de febrero de 2010). *map-peru*. Obtenido de <http://www.map-peru.com>
- Martell. (s.f.). *Cal de Obra Linea Construcción*. Lima - Peru: Martell.
- Ministerio de Vivienda (1971). *Manual para la Construcción de Vivienda de Adobe*: Lima, Perú.
- Hays, Alain (1979). *Tecnologías de Construcción con Tierra son cocer, Albañilería Armada de Bloques de Tierra prensados*: Lima, Perú.
- Morales, R. (2000). *Manual Para Construcción de Viviendas de Adobe*. Lima: PUCP.
- Morales, R. (2000). *Manual para la construccion de viviendas de adobe*. Lima: PUCP.
- Morales, R. (2000). *Manual para la construccion de viviendas de adobe*. Lima: PUCP.
- Morales, R. (2000). *Manual Para la Construcción de Viviendas de Adobe*. Lima: PUCP.
- Norma E-080, A. (2006). *Norma E-080 Adobe*.

- Norma E-080, A. (2006). *NORMA E-080 ADOBE*.
- Norma Técnica Peruana. (2001). *NTP 400.012*. Lima: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales.
- NTP 399.613, N. T. (2005). *Normas de unidades*. lima.
- Parro, C. (2015). *Diccionario de arquitectura y constrcción* . LIMA.
- Parro, C. (2015). *Diccionario de Arquitectura y Construcción*. Lima.
- Propia, F. (s.f.).
- Ramírez Torres, A. (2012). *Comportamiento Sísmico del Adobe Confinado: Variable Refuerzo Horizontal*. Lima.
- Ramírez Torres, A. (2012). *comportamiento sísmico del adobe confinado: variable refuerzo horizontal*. LIMA.
- Ramírez Torres, A. (2012). *Comportamiento Sísmico del Adobe Confinado: Variable Refuerzo Horizontal*. Lima.
- Rengifo Z., Luis (1985). *La Construcción con Tierra. Trabajo de investigación: el Adobe, la Quincha y el Tapial*: Universidad Nacional de Ingeniería Lima, Perú
- Sáenz Lulichac, C. (2015). *Determinación de las Propiedades físico mecánicas de unidades de albañilería en la provincia de cajamarca*. cajamarca.
- Sáenz Lulichac, C. (2015). *Determinación de las Propiedades Físico Mecánicas de Unidades de Albañilería en la Provincia de Cajamarca*. Cajamarca.
- Sampieri, H. (2010). *metodología de la investigacion*. mexico: mc. draw hill.
- Sampieri, H. (2010). *metodología de la investigacion*. Mexico: MC Draw Hill.
- Sampieri, H. (2010). *Metodología de la Investigación*. Mexico: MC. Draw Hill.
- Seminario, R. (2013). *Variabilidad de las Propiedades de los ladrillos Industriales de 18 huecos en la ciudad de Piura*. Piura: Pirhua.

SeminariotesisI. (Martes de Julio de 2008). *Blogger.com*. Obtenido de Blogger.com:

<http://viviendaruralpuno.blogspot.pe/2008/07/>

Sotomayor Quintana (2018). El Adobe Diseño y proceso constructivo de una vivienda de adobe en Cauquenes. Tesis sustentada Universidad Andrés Bello, Facultad de Ingeniería en Construcción. Santiago – Chile-

UNI. (2008). *Construcción de Viviendas Económicas con adobe estabilizado*. Lima: UNI.

UNI, U. N. (2008). *Construcción de viviendas económicas con adobe estabilizado*. Lima.

Universidad Nacional de Ingeniería. (2008). *Construcción de Viviendas Económicas con Adobe Estabilizado*. Lima.

8. ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1: Matriz de consistencia..... | 119 |
| Anexo 2: Recolección de datos para límite líquido u.a.c. 2018..... | 120 |
| Anexo 3: Recolección de datos para límite plástico u.a.c. 2018..... | 120 |
| Anexo 4: Recolección de datos para ensayo de granulometría u.a.c. 2018. | 120 |
| Anexo 5: Recolección de datos para ensayo de variabilidad dimensional u.a.c. 2018..... | 122 |
| Anexo 6: Recolección de datos para ensayo de alabeo u.a.c. 2018. | 123 |
| Anexo 7: Recolección de datos para ensayo de succión (u.a.c. 2018)..... | 123 |
| Anexo 8: Recolección de datos para ensayo a la compresión de unidades (u.a.c. 2018) | 124 |
| Anexo 9: Recolección de datos para ensayo de resistencia a la compresión de pilas (u.a.c. 2018) | 124 |
| Anexo 10: toma de datos de pruebas de laboratorio para el adobe tradicional, adobe mejorado al 13% y adobe mejorado al 17%. | 125 |
| Anexo 11: Resultados de los ensayos de límite líquido y límite plástico..... | 147 |
| Anexo 12: Resultados del ensayo de granulometría para la muestra 1..... | 148 |
| Anexo 13: Resultados de la prueba de resistencia a la compresión axial para el adobe tradicional. | 149 |
| Anexo 14: Resultados de la prueba de compresión axial para el adobe mejorado al 13 % ... | 157 |

| | |
|--|-----|
| Anexo 15: Resultados de la prueba de compresión axial para el adobe mejorado al 17% | 164 |
| Anexo 16: Resultados de los ensayos de compresión de pilas de adobe y compresión diagonal de muros de adobe, para los adobes tradicional, mejorado al 13% y mejorado al 17%..... | 171 |
| Anexo 17: Certificado de calibración de equipo – prensa hidráulica con manómetro | 188 |
| Anexo 18: Informe de calibración de equipos – máquina de ensayos cbr manual | 200 |
| Anexo 19: Informe de calibración de equipo – instrumento de pesaje no automático | 207 |
| Anexo 20: Informe de calibración de equipos – horno eléctrico | 212 |
| Anexo 21: Declaración jurada autenticidad de proyecto de tesis | 216 |

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES |
|---|--|--|--|--|
| Problema general. | Objetivo general. | Hipótesis general | | |
| ¿De qué manera la adición de hidróxido de calcio influye en la resistencia a la compresión en pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay, 2019? | ¿Determinar la influencia de la adición de hidróxido de calcio y la resistencia a la compresión en pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay, 2019? | La adición de hidróxido de calcio influye en la resistencia a la compresión en pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay, 2019. | Variable independiente: Adición de hidróxido de calcio | a) Adición de hidróxido de calcio al 13% (%). |
| | | | | b) Adición de hidróxido de calcio al 17% (%). |
| Problemas específicos. | Objetivos específicos. | Hipótesis específicas. | | |
| ¿De qué manera la Adición de hidróxido de calcio influye en el alabeo en la resistencia a la compresión en pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay? | Determinar la influencia de la adición de hidróxido de calcio y el alabeo en la resistencia a la compresión en pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay. | La Adición de hidróxido de calcio influye en el alabeo en la resistencia a la compresión en pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay. | Variable dependiente: Resistencia a la compresión | a) Capacidad de Resistencia a la compresión de la unidad (kg/cm ²) |
| ¿De qué manera la Adición de hidróxido de calcio influye en la variación dimensional en la resistencia a la compresión en pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay? | Determinar la influencia de la adición de hidróxido de calcio y el nivel de variación dimensional en la resistencia a la compresión en pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay. | La Adición de hidróxido de calcio influye en la variación dimensional en la resistencia a la compresión en pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay. | | b) Capacidad de resistencia a la compresión axial por pilas de adobe (kg/cm ²). |
| ¿De qué manera la Adición de hidróxido de calcio influye en el índice de succión en la resistencia a la compresión en pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay? | Determinar la influencia de la adición de hidróxido de calcio y el índice de succión en la resistencia a la compresión en pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay. | La Adición de hidróxido de calcio influye en el índice de succión en la resistencia a la compresión en pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay. | | |
| ¿De qué manera la Adición de hidróxido de calcio influye en la capacidad de resistencia por unidad de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay? | Determinar la influencia de la adición de hidróxido de calcio y la capacidad de resistencia por unidad de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay. | La Adición de hidróxido de calcio influye en la capacidad de resistencia por unidad de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay. | | c) Capacidad de resistencia a la compresión diagonal por pilas de adobe (kg/cm ²). |
| ¿De qué manera la Adición de hidróxido de calcio influye en la capacidad de resistencia diagonal del murete de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay? | Determinar la influencia de la adición de hidróxido de calcio y la capacidad de resistencia diagonal del murete de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay. | La Adición de hidróxido de calcio influye en la capacidad de resistencia diagonal por murete de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay. | | |
| | | | | |

Anexo 1: Matriz de consistencia


Anexo 2. Recolección de datos para límite líquido U.A.C. 2018.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | |
|--|-----------------------------|----------|----------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| RESPONSABLES: | YAMANDU WILLY POZO ZANABRIA | | |
| | ALEXIS DAVID DIAZ FLORES | | |
| FECHA: | | | |
| LUGAR: | | | |
| ENSAYO: | LIMITE LIQUIDO | | |
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| MUESTRA | 1 | 2 | 3 |
| NUMERO DE GOLPES | | | |
| RECIPIENTE (Gr.) | | | |
| PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (Gr.) | | | |
| PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (Gr.) | | | |
| PESO DEL AGUA (Gr.) | | | |
| PESO DEL RECIPIENTE (Gr.) | | | |
| PESO DEL SUELO SECO (Gr.) | | | |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD (%) | | | |

Anexo 3. Recolección de datos para límite plástico U.A.C. 2018

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | |
|--|-----------------------------|----------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | |
| RESPONSABLES: | YAMANDU WILLY POZO ZANABRIA | |
| | ALEXIS DAVID DIAZ FLORES | |
| FECHA: | | |
| LUGAR: | | |
| ENSAYO: | LIMITE PLASTICO | |
| LIMITE PLÁSTICO | | |
| MUESTRA | 1 | 2 |
| RECIPIENTE (Gr.) | | |
| PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (Gr.) | | |
| PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (Gr.) | | |
| PESO DEL AGUA (Gr.) | | |
| PESO DEL RECIPIENTE (Gr.) | | |
| PESO DEL SUELO SECO (Gr.) | | |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD (%) | | |


Anexo 4. Recolección de datos para ensayo de granulometría U.A.C. 2018.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | |
|---|----------------------|---------------|-----------------------------|-------------------------------|---|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | |
| RESPONSABLES: Y | <input type="text"/> | | | |  |
| | <input type="text"/> | | | | |
| FECHA: | <input type="text"/> | | | | |
| LUGAR: | <input type="text"/> | | | | |
| ENSAYO: | GRANULOMETRÍA | | | | |
| GRANULOMETRÍA | | | | | |
| P1 (Gr.) | | | | P2 (Gr.) | |
| TAMIZ | ABERTURA | PESO RETENIDO | PORCENTAJE DE PESO RETENIDO | PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO | PORCENTAJE QUE PASA |
| (Pulg.) | (mm.) | (Gr.) | (%) | (%) | (%) |
| 3/4" | 19.05 | | | | |
| 3/8" | 9.5 | | | | |
| # 4 | 4.76 | | | | |
| # 8 | 2.38 | | | | |
| 16 | 1.19 | | | | |
| 30 | 0.59 | | | | |
| 50 | 0.297 | | | | |
| 100 | 0.149 | | | | |
| 200 | 0.074 | | | | |
| FONDO | | | | | |


Anexo 5. Recolección de datos para ensayo de variabilidad dimensional U.A.C. 2018.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|----|----|-------|------------|-----------------------------|----|-------|-------------|----|-----------------------------|--|--|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | | | |
| RESPONSABLES: | <input type="text"/> | | | | | | | | | | | | |
| | <input type="text"/> | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: | | | | | | | | | | | | | |
| LUGAR: | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAYO: | VARIABILIDAD DIMENSIONAL | | | | | | | | | | | | |
| VARIABILIDAD DIMENSIONAL | | | | | | | | | | | | | |
| MUESTRA | LARGO (Cm) | | | | ANCHO (Cm) | | | | ALTURA (Cm) | | | | |
| | L1 | L2 | L3 | PROM. | L1 | L2 | L3 | PROM. | L1 | L2 | L3 | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | |
| | LARGO PROMEDIO (cm.) | | | | | ANCHO PROMEDIO (cm.) | | | | | ALTURA PROMEDIO (cm.) | | |
| | LARGO MÍNIMO (cm.) | | | | | ANCHO MÍNIMO (cm.) | | | | | ALTURA MÍNIMA (cm.) | | |
| | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | | | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | | | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | |

Anexo 6. Recolección de datos para ensayo de alabeo U.A.C. 2018.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | |
|---|---------------|---------------|---|---------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
| RESPONSABLES: YAMAND <input type="text"/> | | |  | |
| ALEXIS D <input type="text"/> | | | | |
| FECHA: | | | | |
| LUGAR: | | | | |
| ENSAYO: ALABEO | | | | |
| ALABEO | | | | |
| ESPÉCIMEN | CARA A | | CARA B | |
| | CÓNCAVO (mm.) | CONVEXO (mm.) | CÓNCAVO (mm.) | CONVEXO (mm.) |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| PROMEDIO (mm.) | | | | |
| CONCAVIDAD PROMEDIO (mm.) | | | | |
| CONVEXIDAD PROMEDIO (mm.) | | | | |
| ALABEO PROMEDIO (mm.) | | | | |

Anexo 7. Recolección de datos para ensayo de succión (U.A.C. 2018)

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | | | | | |
|---|-----------------|---|-------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|--|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | |
| RESPONSABLES: YAMA <input type="text"/> | |  | | | | | |
| ALEX <input type="text"/> | | | | | | | |
| FECHA: | | | | | | | |
| LUGAR: | | | | | | | |
| ENSAYO: SUCCIÓN | | | | | | | |
| SUCCIÓN | | | | | | | |
| ESPÉCIMEN | PESO SECO (gr.) | LARGO (cm.) | ANCHO (cm.) | ÁREA (cm ²) | TIEMPO DE SUCCIÓN (min.) | PESO CON AGUA SUCCIONADA (gr.) | SUCCIÓN (gr./min./200cm ²) |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| PROMEDIO | | | | | | | |

Anexo 8. Recolección de datos para ensayo a la compresión de unidades (U.A.C. 2018)

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | |
|--|--------------------------------------|---|-------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| RESPONSABLES: YAMANDU WILLY POZO ZANABRIA | |  | |
| ALEXIS DAVID DIAZ FLORES | | | |
| FECHA: | | | |
| LUGAR: | | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS | | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS | | | |
| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm2) | fm (Kg/Cm2) |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| PROMEDIO | | | |

Anexo 9. Recolección de datos para ensayo de resistencia a la compresión de pilas (U.A.C.

2018)

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO | | | |
|--|-----------------------------|---|-------------|
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| RESPONSABLES: YAMANDU WILLY POZO ZANABRIA | |  | |
| ALEXIS DAVID DIAZ FLORES | | | |
| FECHA: | | | |
| LUGAR: | | | |
| ENSAYO: | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | |
| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm2) | Fo (Kg/Cm2) |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| PROMEDIO | | | |

Anexo 10: toma de datos de pruebas de laboratorio para el adobe tradicional, adobe mejorado al 13% y adobe mejorado al 17%.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

RESPONSABLE: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO
 FECHA: 28/04/2021
 LUGAR: Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L.
 ENSAYO: GRANULOMETRÍA



GRANULOMETRÍA

| P1 (Gr.) | | 2000 | | P2 (Gr.) | |
|------------------|-------------------|------------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------|
| TAMIZ (Pulg.) | ABERTURA (mm.) | PESO RETENIDO (Gr.) | PORCENTAJE DE PESO RETENIDO (%) | PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%) | PORCENTAJE QUE PASA (%) |
| 1 1/2" | 38.1 | 0 | | | |
| 1" | 25.4 | 29.8 | | | |
| 3/4" | 19.05 | 30.1 | | | |
| 1/2" | 12.7 | 15.2 | | | |
| 3/8" | 9.525 | 28.9 | | | |
| 1/4" | 6.35 | 64.4 | | | |
| # 4 | 4.76 | 67.9 | | | |
| # 10 | 2 | 265.1 | | | |
| #20 | 0.84 | 274.7 | | | |
| #30 | 0.59 | 100.1 | | | |
| #40 | 0.42 | 94.5 | | | |
| #60 | 0.25 | 123.1 | | | |
| #100 | 0.149 | 96.8 | | | |
| #200 | 0.074 | 95.7 | | | |
| FONDO | | 5.4 | | | |


 CONSTRUCTORES E.I.R.L.
Ing. Kenny Huamán
 GERENTE GENERAL
 CIP.: 130033

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA: 27/04/2021

LUGAR: Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L.

ENSAYO: LIMITE PLASTICO

**LIMITE PLÁSTICO**

| MUESTRA | 1 | 2 |
|--------------------------------------|----------|----------|
| RECIPIENTE (Gr.) | C-4 | C-5 |
| PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (Gr.) | 28.1 | 27.7 |
| PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (Gr.) | 27.2 | 26.9 |
| PESO DEL AGUA (Gr.) | | |
| PESO DEL RECIPIENTE (Gr.) | 21.9 | 26.7 |
| PESO DEL SUELO SECO (Gr.) | | |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD (%) | | |



ing. Kenny Huamani Gamarra
GERENTE GENERAL
CIP.: 130033

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA: 27/04/2021

LUGAR: Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L.

ENSAYO: LIMITE LIQUIDO

**LIMITE LIQUIDO**

| MUESTRA | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------------|------|------|------|
| NUMERO DE GOLPES | 30 | 18 | 25 |
| RECIPIENTE (Gr.) | B-06 | B-11 | C-2 |
| PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (Gr.) | 46.8 | 39.3 | 51.1 |
| PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (Gr.) | 41.6 | 34.9 | 45.8 |
| PESO DEL AGUA (Gr.) | | | |
| PESO DEL RECIPIENTE (Gr.) | 18.5 | 17.0 | 22.3 |
| PESO DEL SUELO SECO (Gr.) | | | |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD (%) | | | |



CONSTRUCTORES E.I.R.L.
Ing. Kenny Huamani Gamarra
GERENTE GENERAL
CIP.: 130033

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA: 14/09/2021

LUGAR: Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L.

ENSAYO: VARIABILIDAD DIMENSIONAL



VARIABILIDAD DIMENSIONAL ADOBE TRADICIONAL

| MUESTRA | LARGO (cm) | | | DESVIACIÓN ESTANDAR | ANCHO (cm) | | | DESVIACIÓN ESTANDAR | ALTURA (cm) | | | DESVIACIÓN ESTANDAR | ÁREA (PROMEDIO) |
|---------|-----------------------------|------|------|---------------------|-----------------------------|------|------|---------------------|-----------------------------|-------|-----|---------------------|-----------------|
| | L1 | L2 | L3 | | PROM. | L1 | L2 | | L3 | PROM. | L1 | | |
| 1 | 30.1 | 30.1 | 30.0 | | 15.2 | 15.5 | 15.4 | | 7.8 | 8.0 | 7.9 | | |
| 2 | 31.0 | 31.0 | 30.9 | | 15.7 | 15.6 | 15.7 | | 7.8 | 7.9 | 8.0 | | |
| 3 | 30.4 | 30.3 | 30.2 | | 15.3 | 15.4 | 15.3 | | 7.3 | 7.3 | 7.4 | | |
| 4 | 30.7 | 30.8 | 30.6 | | 15.4 | 15.3 | 15.3 | | 7.8 | 7.7 | 7.9 | | |
| 5 | 31.0 | 30.9 | 31.1 | | 15.5 | 15.8 | 15.9 | | 7.8 | 7.85 | 7.7 | | |
| 6 | 31.1 | 31.1 | 30.5 | | 15.7 | 15.6 | 15.6 | | 7.95 | 8.2 | 8.1 | | |
| | LARGO PROMEDIO (cm.) | | | | ANCHO PROMEDIO (cm.) | | | | ALTURA PROMEDIO (cm.) | | | | |
| | LARGO MÍNIMO (cm.) | | | | ANCHO MÍNIMO (cm.) | | | | ALTURA MÍNIMO (cm.) | | | | |
| | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | | |



 Ing. Kenny Huamani Gamatta
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 130033

RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA: 14/06/2021

LUGAR: Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L.

ENSAYO: VARIABILIDAD DIMENSIONAL



VARIABILIDAD DIMENSIONAL ADOBE MEJORADO CON HIDROXIDO DE CALCIO AL 13%

| MUESTRA | LARGO (cm) | | | DESVIACIÓN ESTANDAR | ANCHO (cm) | | | DESVIACIÓN ESTANDAR | ALTURA (cm) | | | DESVIACIÓN ESTANDAR | ÁREA (PROMEDIO) |
|---------|-----------------------------|------|------|---------------------|-----------------------------|------|------|---------------------|-----------------------------|-------|-----|---------------------|-----------------|
| | L1 | L2 | L3 | | PROM. | L1 | L2 | | L3 | PROM. | L1 | | |
| 1 | 30.6 | 30.8 | 31.0 | | 15.5 | 15.4 | 15.5 | | 7.7 | 8.1 | 8.1 | | |
| 2 | 30.6 | 30.5 | 30.6 | | 15.3 | 15.5 | 15.5 | | 7.6 | 7.9 | 7.4 | | |
| 3 | 30.9 | 30.8 | 31.0 | | 15.5 | 15.6 | 15.7 | | 8.0 | 8.0 | 7.8 | | |
| 4 | 30.5 | 30.6 | 30.5 | | 15.5 | 15.4 | 15.5 | | 7.5 | 7.7 | 7.6 | | |
| 5 | 30.6 | 30.4 | 30.3 | | 15.5 | 15.4 | 15.3 | | 8.0 | 7.8 | 7.8 | | |
| 6 | 30.3 | 30.8 | 30.8 | | 15.5 | 15.4 | 15.3 | | 8.2 | 8.0 | 7.9 | | |
| | LARGO PROMEDIO (cm.) | | | | ANCHO PROMEDIO (cm.) | | | | ALTURA PROMEDIO (cm.) | | | | |
| | LARGO MÍNIMO (cm.) | | | | ANCHO MÍNIMO (cm.) | | | | ALTURA MÍNIMA (cm.) | | | | |
| | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | | |


 Ing. Kenny Huamani Gamarra
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 130033



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA: 14/06/2021

LUGAR: Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L.

ENSAYO: VARIABILIDAD DIMENSIONAL



VARIABILIDAD DIMENSIONAL ADOBE MEJORADO CON HIDROXIDO DE CALCIO AL 17%

| MUESTRA | LARGO (cm) | | | DESVIACIÓN ESTANDAR | ANCHO (cm) | | | DESVIACIÓN ESTANDAR | ALTURA (cm) | | | DESVIACIÓN ESTANDAR | ÁREA (PROMEDIO) | |
|-----------------------------|------------|------|------|---------------------|-----------------------------|------|------|---------------------|-------------|-----------------------------|-----|---------------------|-----------------|----|
| | L1 | L2 | L3 | | PROM. | L1 | L2 | | L3 | PROM. | L1 | | | L2 |
| 1 | 30.5 | 30.5 | 30.4 | | 15.6 | 15.6 | 15.5 | | 7.9 | 8.0 | 7.9 | | | |
| 2 | 30.4 | 30.5 | 30.6 | | 15.0 | 14.9 | 15.0 | | 8.1 | 8.1 | 8.0 | | | |
| 3 | 30.5 | 30.3 | 30.4 | | 15.4 | 15.4 | 15.3 | | 7.9 | 8.0 | 8.0 | | | |
| 4 | 30.5 | 30.4 | 30.6 | | 15.3 | 15.2 | 15.2 | | 8.0 | 7.8 | 7.9 | | | |
| 5 | 30.6 | 30.5 | 30.4 | | 15.3 | 15.3 | 15.5 | | 7.7 | 7.8 | 7.7 | | | |
| 6 | 30.4 | 30.5 | 30.6 | | 15.7 | 15.4 | 15.2 | | 7.9 | 8.0 | 7.8 | | | |
| LARGO PROMEDIO (cm.) | | | | | ANCHO PROMEDIO (cm.) | | | | | ALTURA PROMEDIO (cm.) | | | | |
| LARGO MÍNIMO (cm.) | | | | | ANCHO MÍNIMO (cm.) | | | | | ALTURA MÍNIMA (cm.) | | | | |
| PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | | | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | | | PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) | | | | |


 Ing. Kenny Huamani Gamatto
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 130033

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

RESPONSABLES:

DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

15/06/2021

Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L.

FECHA:

LUGAR:

ALABEO

ENSAYO:



ALABEO ADOBE TRADICIONAL

| ESPÉCIMEN | CARA A | | CARA B | | PROMEDIO (mm.) | DSVIACIÓN ESTANDAR (σ) |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|------------------------|
| | CÓNCAVO (mm.) | CONVEJO (mm.) | CÓNCAVO (mm.) | CONVEJO (mm.) | | |
| 1 | 5.00 | | 8.00 | | | |
| 2 | 7.50 | | 4.00 | | | |
| 3 | 5.50 | | 5.00 | | | |
| 4 | 4.50 | | 3.50 | | | |
| 5 | 5.00 | | 6.00 | | | |
| 6 | 5.50 | | 3.00 | | | |
| PROMEDIO (mm.) | | | | | | |
| CONCAVIDAD PROMEDIO (mm.) | | | | | | |
| CONVEXIDAD PROMEDIO (mm.) | | | | | | |
| ALABEO PROMEDIO (mm.) | | | | | | |


 Ing. Kenny Huamani Gamarra
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 130033



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



RESPONSABLES:

DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

15/06/2021

Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L.

FECHA:

ALABEO

ENSAYO:

ALABEO MEJORADO AL 13%

| ESPECÍMEN | CARA A | | CARA B | | PROMEDIO (mm.) | DSVIACIÓN ESTANDAR (σ_2) |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|-----------------------------------|
| | CÓNCAVO (mm.) | CONVEJO (mm.) | CÓNCAVO (mm.) | CONVEJO (mm.) | | |
| 1 | 8.00 | | 4.00 | | | |
| 2 | 4.50 | | 6.50 | | | |
| 3 | 4.50 | | 3.50 | | | |
| 4 | 5.50 | | 3.00 | | | |
| 5 | 3.00 | | 2.00 | | | |
| 6 | 8.50 | | 6.00 | | | |
| PROMEDIO (mm.) | | | | | | |
| CONCAVIDAD PROMEDIO (mm.) | | | | | | |
| CONVEXIDAD PROMEDIO (mm.) | | | | | | |
| ALABEO PROMEDIO (mm.) | | | | | | |

Ing. Kenny Huamani Gomarro
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 130033



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

RESPONSABLES:

DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

15/06/2021

Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L.

ALABEO



ALABEO MEJORADO AL 17%

| ESPÉCIMEN | CARA A | | CARA B | | PROMEDIO (mm.) | DSVIACIÓN ESTANDAR (σ2) |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|-------------------------|
| | CÓNCAVO (mm.) | CONVEXO (mm.) | CÓNCAVO (mm.) | CONVEXO (mm.) | | |
| 1 | 2.50 | | 4.00 | | | |
| 2 | 6.00 | | 4.50 | | | |
| 3 | 6.50 | | 6.50 | | | |
| 4 | 5.00 | | 6.50 | | | |
| 5 | 7.00 | | 5.00 | | | |
| 6 | 8.00 | | 4.50 | | | |
| PROMEDIO (mm.) | | | | | | |
| CONCAVIDAD PROMEDIO (mm.) | | | | | | |
| CONVEXIDAD PROMEDIO (mm.) | | | | | | |
| ALABEO PROMEDIO (mm.) | | | | | | |


 Ing. Kenny Huamani Gamarra
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 130033

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO
 FECHA: 18/06/2021
 LUGAR: Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L.
 ENSAYO: SUCCIÓN

SUCCIÓN ADOBE TRADICIONAL

| ESPÉCIMEN | PESO SECO (gr.) | LARGO (cm.) | ANCHO (cm.) | ÁREA (cm ²) | TIEMPO DE SUCCIÓN (min.) | PESO CON AGUA SUCCIONADA (gr.) | SUCCIÓN (gr./min./200cm ²) |
|-----------|-----------------|-------------|-------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|--|
| 1 | 7709.0 | 31.3 | 15.7 | | 1.00 | 7777.5 | |
| 2 | 7958.5 | 31.1 | 15.5 | | 1.00 | 8056.5 | |
| 3 | 7522.5 | 31.0 | 15.5 | | 1.00 | 7622.5 | |
| 4 | 7886.0 | 30.8 | 15.6 | | 1.00 | 7968.5 | |
| 5 | 7773.0 | 30.7 | 15.8 | | 1.00 | 7851.5 | |
| 6 | 7925.0 | 31.0 | 15.4 | | 1.00 | 8011.0 | |
| PROMEDIO | | | | | | | |



 Ing. Kenny Huamani Gamarra
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 130033

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO
 FECHA: 18/06/2021
 LUGAR: Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L.
 ENSAYO: SUCCIÓN

SUCCIÓN ADOBE MEJORADO AL 13%

| ESPECIMEN | PESO SECO (gr.) | LARGO (cm.) | ANCHO (cm.) | ÁREA (cm ²) | TIEMPO DE SUCCIÓN (min.) | PESO CON AGUA SUCCIONADA (gr.) | SUCCIÓN (gr./min./200cm ²) |
|-----------|-----------------|-------------|-------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|--|
| 1 | 8124.0 | 30.9 | 15.5 | | 3.00 | 8154.5 | |
| 2 | 7707.5 | 30.9 | 15.3 | | 3.00 | 7761.0 | |
| 3 | 7530.0 | 31.2 | 15.4 | | 3.00 | 7581.5 | |
| 4 | 7767.0 | 30.9 | 15.5 | | 3.00 | 7814.5 | |
| 5 | 8215.0 | 30.8 | 15.6 | | 3.00 | 8256.0 | |
| 6 | 7494.0 | 30.5 | 15.4 | | 3.00 | 7533.5 | |
| PROMEDIO | | | | | | | |


 Ing. Kenny Huamani Gamarras
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 130033



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO
 FECHA: 18/06/2021
 LUGAR: Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L.
 ENSAYO: SUCCIÓN

SUCCIÓN ADOBE MEJORADO AL 17%

| ESPECÍMEN | PESO SECO (gr.) | LARGO (cm.) | ANCHO (cm.) | ÁREA (cm ²) | TIEMPO DE SUCCIÓN (min.) | PESO CON AGUA SUCCIONADA (gr.) | SUCCIÓN (gr./min./200cm ²) |
|-----------|-----------------|-------------|-------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|--|
| 1 | 7618.5 | 30.4 | 15.5 | | 1.00 | 7634.5 | |
| 2 | 8013.0 | 30.5 | 15.5 | | 1.00 | 8036.0 | |
| 3 | 7386.0 | 30.6 | 15.4 | | 1.00 | 7432.0 | |
| 4 | 7688.5 | 30.5 | 15.3 | | 1.00 | 7711.0 | |
| 5 | 7570.5 | 30.5 | 15.3 | | 1.00 | 7602.5 | |
| 6 | 7695.0 | 30.8 | 15.5 | | 1.00 | 7712.0 | |
| PROMEDIO | | | | | | | |


 Ing. Kenny Huamani Gamarra
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 130033

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA: 05/06/2021

LUGAR: Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L.

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBE TRADICIONAL

| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm2) | Fo (Kg/Cm2) |
|-----------|--------------------|--------------|-------------|
| 1 | 13280.60 | 155 x 30.7 | |
| 2 | 14877.62 | 157 x 31.0 | |
| 3 | 13463.82 | 15.4 x 31.00 | |
| 4 | 16502.54 | 15.3 x 30.5 | |
| 5 | 15364.93 | 15.3 x 31.00 | |
| 6 | 12826.58 | 15.1 x 30.7 | |
| PROMEDIO | | | |



 Ing. Kenny Huamani Camarra
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 130033

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA: 07/06/2021

LUGAR: Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L.

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBE MEJORADO AL 13%

| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm ²) | Fo (Kg/Cm ²) |
|-----------|--------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1 | 21347.60 | 15.5 x 30.8 | |
| 2 | 22331.29 | 15.5 x 30.7 | |
| 3 | 21621.81 | 15.5 x 30.8 | |
| 4 | 18506.62 | 15.5 x 30.5 | |
| 5 | 17558.61 | 15.5 x 30.7 | |
| 6 | 17561.67 | 15.5 x 30.7 | |
| PROMEDIO | | | |


 Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA: 08/06/2021

LUGAR: Laboratorio HK CONSTRUCTORES E.I.R.L.

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBE MEJORADO AL 17%**

| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm ²) | Fo (Kg/Cm ²) |
|-----------|--------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1 | 18575.94 | 15.2 x 30.5 | |
| 2 | 18745.16 | 15.1 x 30.5 | |
| 3 | 18677.88 | 15.3 x 30.6 | |
| 4 | 18426.10 | 15.4 x 30.3 | |
| 5 | 18596.33 | 15.5 x 30.1 | |
| 6 | 18689.09 | 15.2 x 30.9 | |
| PROMEDIO | | | |




Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA: 17/07/2021

LUGAR: H&H INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ADOBE TRADICIONAL

| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (PSI) | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm ²) | F'm (Kg/Cm ²) |
|-----------|--------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|
| T-1 | 298 | 5877 | 15.5 x 31.0 | |
| T-2 | 321 | 6321 | 15.4 x 30.9 | |
| T-3 | 281 | 5549 | 15.8 x 31.0 | |

**H&H INGENIEROS**
CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.
Fray Miguel Maldonado Huaranca
GERENTE GENERAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA: 17/07/2021

LUGAR: H&H INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ADOBE MEJORADO AL 13%

| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (PSI) | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm ²) | F'm (Kg/Cm ²) |
|-----------|--------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|
| M-1 | 362 | 7113 | 15.5 x 30.9 | |
| M-2 | 342 | 6927 | 15.3 x 30.6 | |
| M-3 | 350 | 6881 | 15.5 x 31.0 | |

**H&H INGENIEROS**
CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.
Fray Miguel Maldonado Huaranca
GERENTE GENERAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA: 17/07/2021

LUGAR: H&H INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ADOBE MEJORADO AL 17%**

| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (PSI) | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm ²) | F'm (Kg/Cm ²) |
|-----------|--------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|
| M-1 | 139 | 2807 | 15.7 x 31.0 | |
| M-2 | 316 | 6225 | 15.5 x 31.0 | |
| M-3 | 153 | 3077 | 15.6 x 31.0 | |

**H&H INGENIEROS**
CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.
Fray Miguel Maldonado Huaranca
GERENTE GENERAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA: 09/08/2021

LUGAR: H&H INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE ADOBE TRADICIONAL**

| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (PSI) | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm ²) | Vm (Kg/Cm ²) |
|-----------|--------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------|
| M-1 | 78 | 1629 | 15.5 x 80.0 | |
| M-2 | 124 | 2517 | 15.8 x 80.5 | |
| M-3 | 83 | 1726 | 15.6 x 80.7 | |

**H&H INGENIEROS**
CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.

Fray Miguel Maldonado Huaranca
GERENTE GENERAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA: 09/08/2021

LUGAR: H&H INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE ADOBE MEJORADO AL 13%

| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (PSI) | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm ²) | Vm (Kg/Cm ²) |
|-----------|--------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------|
| M-1 | 78 | 1629 | 15.1 x 80.6 | |
| M-2 | 99 | 2035 | 15.7 x 80.5 | |
| M-3 | 111 | 2247 | 15.4 x 80.0 | |

H&H INGENIEROS
CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.
Fray Miguel Maldonado Huaranca
GERENTE GENERAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

RESPONSABLES: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA: 10/08/2021

LUGAR: H&H INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE ADOBE MEJORADO AL 17%

| ESPÉCIMEN | CARGA MÁXIMA (PSI) | CARGA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA (Cm ²) | Vm (Kg/Cm ²) |
|-----------|--------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------|
| M-1 | 88 | 1822 | 15.9 x 80.8 | |
| M-2 | 66 | 1398 | 15.8 x 80.2 | |
| M-3 | 74 | 1552 | 15.7 x 80.5 | |

H&H INGENIEROS
CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.
Fray Miguel Maldonado/Huaranca
GERENTE GENERAL

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA
(MTC E 111 - 2000) Limite Plastico
(MTC E 111 - 2000) Limite Liquido

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE - ABANCAY"

SOLICITANTE : TESISISTA DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

UBICACION : SECTOR AYMAS - ABANCAY

N° MUESTRA : C -1

PROFUNDIDAD :

FECHA : 29/04/2021

Tec. Responsable : Armando Yauyo Gomez
Ing°. Responsable: Kenny Huamani Gamarra

| Nro. DE CAPSULA | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | |
|-------------------------------|----------------|--------|--------|-----------------|-------|
| | B06 | C2 | B11 | C4 | C5 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (A) | 46.80 | 51.50 | 39.30 | 28.10 | 27.70 |
| PESO TARA + SUELO SECO (B) | 41.60 | 45.80 | 34.90 | 27.20 | 26.90 |
| PESO DE LA TARA (C) | 18.50 | 22.30 | 17.00 | 21.90 | 21.70 |
| PESO DEL AGUA (A-B) | 5.20 | 5.70 | 4.40 | 0.90 | 0.80 |
| PESO SUELO SECO (B-C) | 23.10 | 23.50 | 17.90 | 5.30 | 5.20 |
| HUMEDAD $[W=(A-B)/(B-C)*100]$ | 22.51% | 24.28% | 24.58% | 18.98% | 15.4% |
| HUMEDAD PROMEDIO | 17.84% | | | 16.18% | |
| Nro. DE GOLPES | 30 | 25 | 18 | I | II |



| LIMITE LIQUIDO | LIMITE PLASTICO | INDICE PLASTICO |
|----------------|-----------------|-----------------|
| LL : 23.78% | LP : 16.18% | IP : 7.60% |
| OBSERVACIONES: | | |

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS(S.U.C.S)

 ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (Método MTC E - 107 - 99)

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE - ABANCAY"

SOLICITANTE : TESISTA DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

UBICACION : SECTOR AYMAS - ABANCAY

N° MUESTRA : C -1

PROFUNDIDAD :
FECHA : 29/04/2021

Tec. Responsable : Armando Yauyo Gomez

Ing°. Responsable: Kenny Huamani Gamarra

| TAMICES ASTM | ABERTURA mm | PESO RETENIDO | %RETENIDO PARCIAL | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | TAMAÑO MAXIMO: P.I.= 2000.00 % Grava= 11.82 % Arena= 52.50 % Finos= 35.69 |
|--------------|-------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|---|
| 3" | 76.200 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 2" | 50.600 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1" | 25.400 | 29.80 | 1.49 | 1.49 | 98.51 | |
| 3/4" | 19.050 | 30.10 | 1.51 | 3.00 | 97.01 | |
| 1/2" | 12.700 | 15.20 | 0.76 | 3.76 | 96.25 | |
| 3/8" | 9.525 | 28.90 | 1.45 | 5.20 | 94.80 | |
| 1/4" | 6.350 | 64.40 | 3.22 | 8.42 | 91.58 | |
| No4 | 4.760 | 67.90 | 3.40 | 11.82 | 88.19 | |
| No10 | 2.000 | 265.10 | 13.26 | 25.07 | 74.93 | |
| No20 | 0.840 | 274.70 | 13.74 | 38.81 | 61.20 | |
| No30 | 0.590 | 100.10 | 5.01 | 43.81 | 56.19 | |
| No40 | 0.420 | 94.50 | 4.73 | 48.54 | 51.47 | |
| No60 | 0.250 | 123.10 | 6.16 | 54.69 | 45.31 | |
| No100 | 0.149 | 96.80 | 4.84 | 59.53 | 40.47 | |
| No200 | 0.074 | 95.70 | 4.79 | 64.32 | 35.69 | |
| BASE | | 5.400 | 0.27 | 64.59 | 35.42 | |
| W-Wo | | 708.300 | 35.42 | 100.00 | 0.00 | |

| LIMITES DE CONSISTENCIA: | |
|--------------------------|-------|
| L.L.= | 23.78 |
| L.P.= | 16.18 |
| I.P.= | 7.60 |

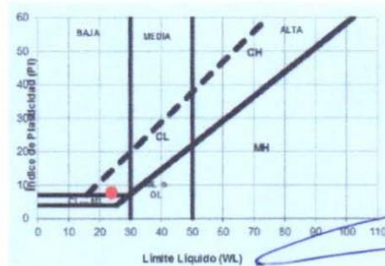
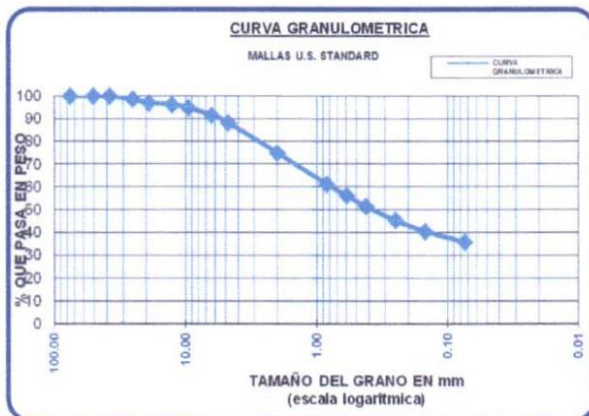
| CARACT. GRANULOMETRICAS | |
|-------------------------|--------|
| D10= | Cu= NP |
| D30= | Cc= NP |
| D60= | 0.780 |

| Valor del Indice de Grupo (IG) | |
|--------------------------------|--|
| (0) | |

| CLASIFICACION: | |
|-----------------|--|
| AASHTO: A-4 (0) | |

| | |
|-----------------------------|---------|
| Pasa tamiz N°4 (4.76mm): | 88.19 % |
| Pasa tamiz N°200 (0.074mm): | 35.69 % |

| CLASIFICACION (S.U.C.S) |
|-------------------------|
| SC |


 Ing. Kenny Huamani Gamarra
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 130033

| | | |
|--|---------|-----------|
| Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla | SC | (S.U.C.S) |
| Suelos limosos | A-4 (0) | AASHTO |

Anexo 13: Resultados de la prueba de resistencia a la compresión axial para el adobe tradicional.

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION NORMA E.080

PROYECTO:

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY".



UBICACIÓN : SECTOR AYMAS.

DISTRITO : ABANCAY.

PROVINCIA : ABANCAY.

DEPARTAMENTO : APURIMAC.

SOLICITANTE : DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO.



JULIO - 2021

INFORME N° - 01

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

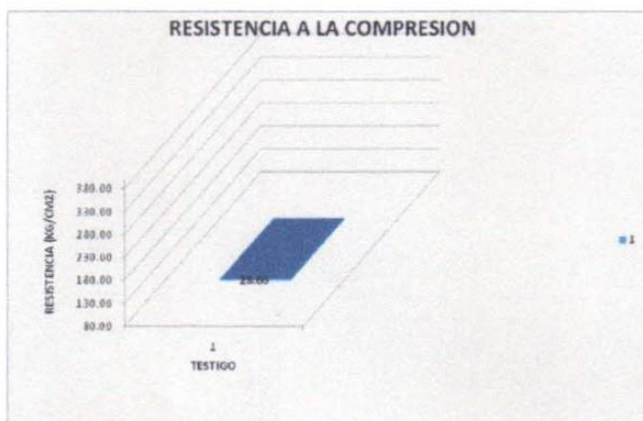
TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY".

UBICACIÓN: SECTOR AYMAS - ABANCAY - APURIMAC
SOLICITANTE: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO
FECHA DE RECEPCION: 05/06/2021
FECHA DE EMISION: 05/06/2021 Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

| N° DE BRIQUETA | ESTRUCTURA/ELEMENTO | FECHA | | EDAD (días) | DISEÑO(F'c) kg/cm2 | DIAL (KN) | AREA (cm2) | RESISTENCIA | | OBSERVACION |
|----------------|---------------------|------------|------------|-------------|--------------------|-----------|------------|-------------|--------|-------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | (kg/cm2) | % | |
| M1 | ABODE TRADICIONAL | 08/05/2021 | 05/06/2021 | 28 | 12 | 130.28 | 463.60 | 28.66 | 238.8% | SI CUMPLE |




Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
 C.O. 130033

INFORME N° - 02

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY".

UBICACIÓN: SECTOR AYMAS - ABANCAY - APURIMAC

SOLICITANTE: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA DE RECEPCION: 05/06/2021

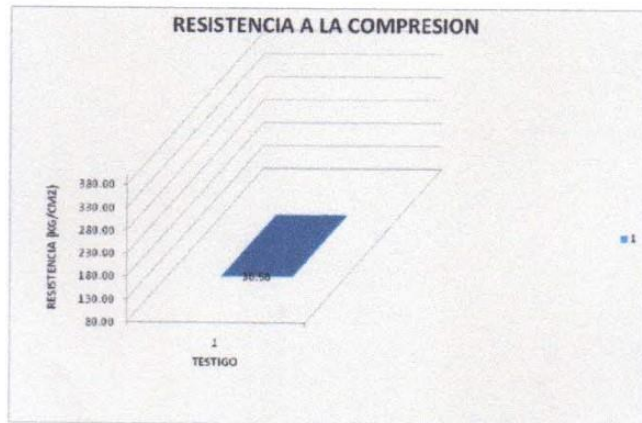
FECHA DE EMISION: 05/06/2021

Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

| N° DE BRIQUETA | ESTRUCTURA/ELEMENTO | FECHA | | EDAD (días) | DISEÑO (F'c) (kg/cm2) | DIAL (KN) | AREA (cm2) | RESISTENCIA | | OBSERVACION |
|----------------|---------------------|------------|------------|-------------|-----------------------|-----------|------------|-------------|--------|-------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | (kg/cm2) | % | |
| M2 | ADOBE TRADICIONAL | 08/05/2021 | 05/06/2021 | 28 | 12 | 145.95 | 486.70 | 30.58 | 254.8% | SI CUMPLE |




Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

INFORME N° - 03

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

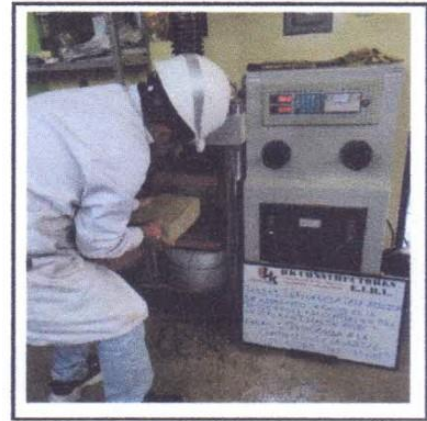
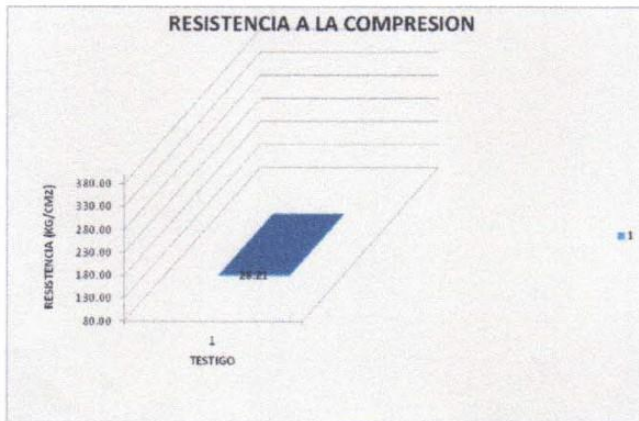
TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY".

UBICACIÓN: SECTOR AYMAS - ABANCAY - APURIMAC
SOLICITANTE: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO
FECHA DE RECEPCION: 05/06/2021
FECHA DE EMISION: 05/06/2021
Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

| N° DE BRIQUETA | ESTRUCTURA/ELEMENTO | FECHA | | EDAD (días) | DISEÑO (F' C) kg/cm2 | DIAL (KN) | AREA (cm2) | RESISTENCIA | | OBSERVACION |
|----------------|---------------------|------------|------------|-------------|----------------------|-----------|------------|-------------|--------|-------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | (kg/cm2) | % | |
| M3 | ABODE TRADICIONAL | 08/05/2021 | 05/06/2021 | 28 | 12 | 132.08 | 477.40 | 28.21 | 235.1% | SI CUMPLE |




 **Ing. Kenny Huamani Gamarra**
INGENIERO CIVIL
130033

INFORME N° - 04

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.000

TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY".

UBICACIÓN: SECTOR AYMAS - ABANCAY - APURIMAC

SOLICITANTE: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA DE RECEPCION: 05/06/2021

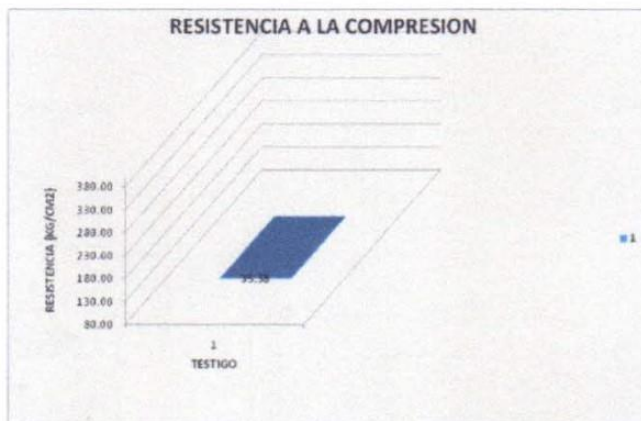
FECHA DE EMISION: 05/06/2021

Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

| N° DE BRIQUETA | ESTRUCTURA/ELEMENTO | FECHA | | EDAD (dias) | DISEÑO(F'c) kg/cm2 | DIAL (KN) | AREA (cm2) | RESISTENCIA | | OBSERVACION |
|----------------|---------------------|------------|------------|-------------|--------------------|-----------|------------|-------------|--------|-------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | (kg/cm2) | % | |
| M4 | ABODE TRADICIONAL | 08/05/2021 | 05/06/2021 | 28 | 12 | 161.89 | 466.65 | 35.38 | 294.8% | SI CUMPLE |





Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

INFORME N° - 05

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

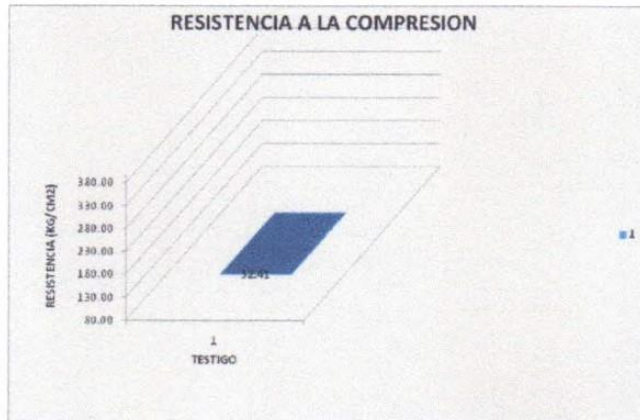
TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY".

UBICACIÓN: SECTOR AYMAS - ABANCAY - APURIMAC
SOLICITANTE: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO
FECHA DE RECEPCION: 05/06/2021
FECHA DE EMISION: 05/06/2021 **Responsable:** Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

| N° DE BRIQUETA | ESTRUCTURA/ELEMENTO | FECHA | | EDAD (días) | DISEÑO(F'c) (kg/cm2) | DIAL (kN) | AREA (cm2) | RESISTENCIA (kg/cm2) | | OBSERVACION |
|----------------|---------------------|------------|------------|-------------|----------------------|-----------|------------|----------------------|--------|-------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | (kg/cm2) | % | |
| M5 | ABODE TRADICIONAL | 08/05/2021 | 05/06/2021 | 28 | 12 | 150.73 | 474.30 | 32.41 | 270.1% | SI CUMPLE |



Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

INFORME N° - 06

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

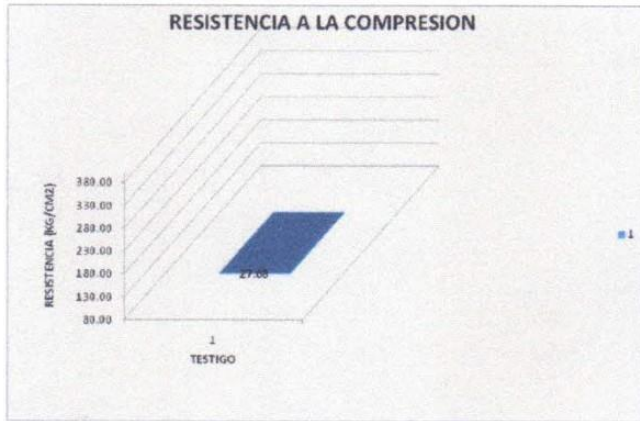
TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY".

UBICACIÓN: SECTOR AYMAS - ABANCAY - APURIMAC
SOLICITANTE: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO
FECHA DE RECEPCION: 05/06/2021
FECHA DE EMISION: 05/06/2021 **Responsable:** Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

| N° DE BRIQUETA | ESTRUCTURA/ELEMENTO | FECHA | | EDAD (días) | DISEÑO (F' C) kg/cm2 | DIAL (KN) | AREA (cm2) | RESISTENCIA | | OBSERVACION |
|----------------|---------------------|------------|------------|-------------|----------------------|-----------|------------|-------------|--------|-------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | (kg/cm2) | % | |
| M6 | ABODE TRADICIONAL | 08/05/2021 | 05/06/2021 | 28 | 12 | 125.83 | 463.57 | 27.58 | 230.7% | SI CUMPLE |



Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

Anexo 14: Resultados de la prueba de compresión axial para el adobe mejorado al 13 %

INFORME N° - 01

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY".

UBICACIÓN: SECTOR AYMAS - ABANCAY - APURIMAC

SOLICITANTE: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA DE RECEPCION: 07/06/2021

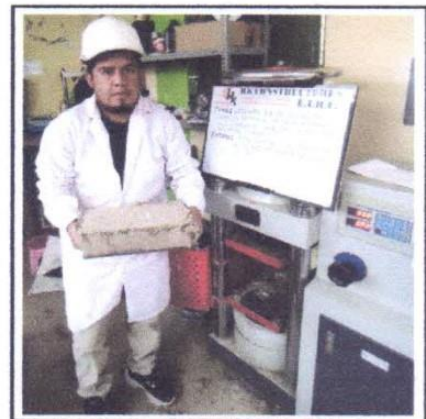
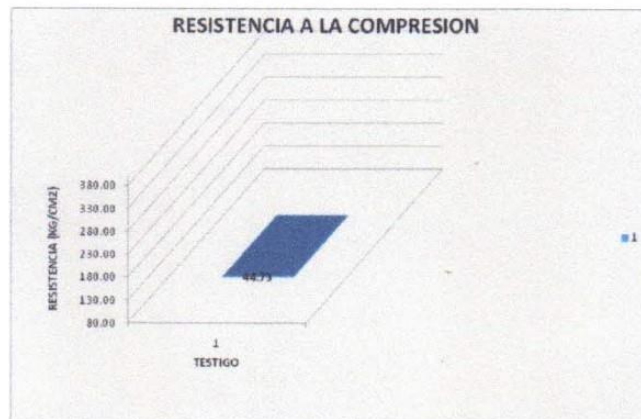
FECHA DE EMISION: 07/06/2021

Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

| N° DE BRIQUETA | ESTRUCTURA/ELEMENTO | FECHA | | EDAD (dias) | DISEÑO(F'c) kg/cm2 | DIAL (KN) | AREA (cm2) | RESISTENCIA | | OBSERVACION |
|----------------|-----------------------|------------|------------|-------------|--------------------|-----------|------------|-------------|--------|-------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | (kg/cm2) | % | |
| M1 | ADOBE MEJORADO AL 13% | 10/05/2021 | 07/06/2021 | 28 | 12 | 209.42 | 477.40 | 44.73 | 372.8% | SI CUMPLE |




Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
130033

INFORME N° - 02

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY".

UBICACIÓN: SECTOR AYMAS - ABANCAY - APURIMAC

SOLICITANTE: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA DE RECEPCION: 07/06/2021

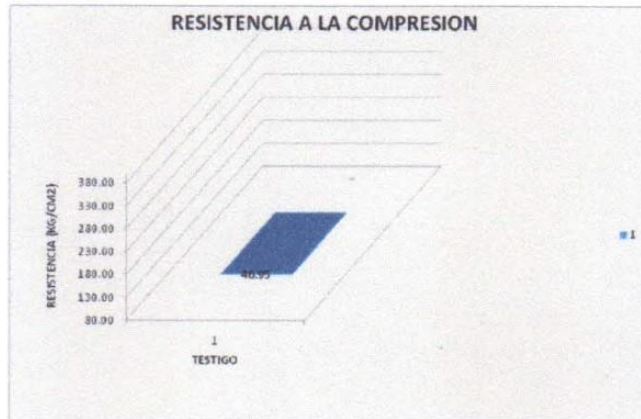
FECHA DE EMISION: 07/06/2021

Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

| N° DE BRIQUETA | ESTRUCTURA/ELEMENTO | FECHA | | EDAD (días) | DISEÑO(F'c) (kg/cm2) | DIAL (KN) | AREA (cm2) | RESISTENCIA | | OBSERVACION |
|----------------|-----------------------|------------|------------|-------------|----------------------|-----------|------------|-------------|--------|-------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | (kg/cm2) | % | |
| M2 | ADOBE MEJORADO AL 13% | 10/05/2021 | 07/06/2021 | 28 | 12 | 219.07 | 475.85 | 46.95 | 391.2% | SI CUMPLE |




 Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

INFORME N° - 03

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY".

UBICACIÓN: SECTOR AYMAS - ABANCAY - APURIMAC

SOLICITANTE: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA DE RECEPCION: 07/06/2021

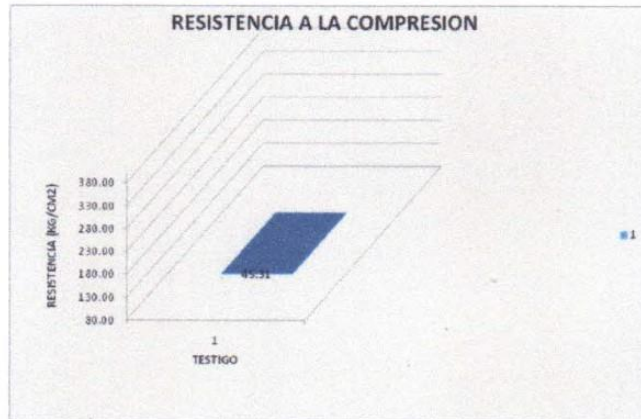
FECHA DE EMISION: 07/06/2021

Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

| N° DE BRIQUETA | ESTRUCTURA/ELEMENTO | FECHA | | EDAD (dias) | DISEÑO(F'c) kg/cm2 | DIAL (KN) | AREA (cm2) | RESISTENCIA | | OBSERVACION |
|----------------|-----------------------|------------|------------|----------------|-----------------------|--------------|---------------|-------------|--------|-------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | (kg/cm2) | % | |
| M3 | ADOBE MEJORADO AL 13% | 10/05/2021 | 07/06/2021 | 28 | 12 | 212.11 | 477.40 | 45.31 | 377.6% | SI CUMPLE |




Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

INFORME N° - 04

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY".

UBICACIÓN: SECTOR AYMAS - ABANCAY - APURIMAC

SOLICITANTE: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA DE RECEPCION: 07/06/2021

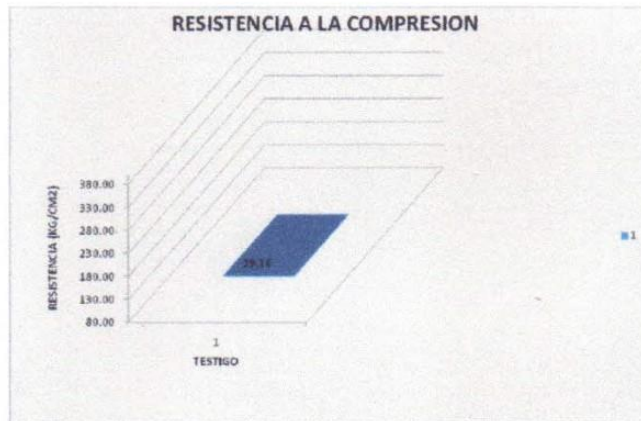
FECHA DE EMISION: 07/06/2021

Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

| N° DE BRIQUETA | ESTRUCTURA/ELEMENTO | FECHA | | EDAD (días) | DISEÑO(F'c) kg/cm2 | DIAL (KN) | AREA (cm2) | RESISTENCIA | | OBSERVACION |
|----------------|-----------------------|------------|------------|-------------|--------------------|-----------|------------|-------------|--------|-------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | (kg/cm2) | % | |
| M4 | ADOBE MEJORADO AL 13% | 10/05/2021 | 07/06/2021 | 28 | 12 | 181.55 | 472.75 | 39.16 | 326.3% | SI CUMPLE |





 Ing. Kenny Huamani Gamarra
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 130033

INFORME N° - 05

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

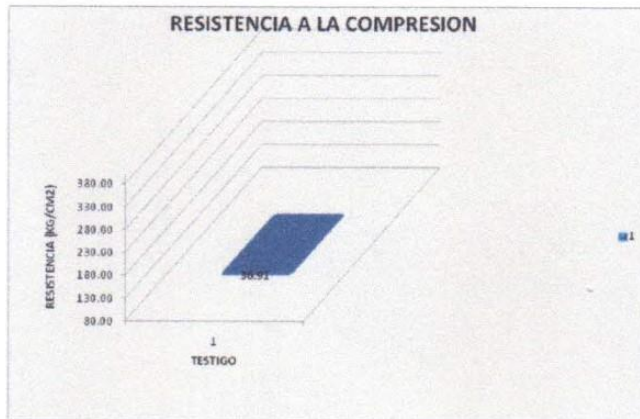
TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY".

UBICACIÓN: SECTOR AYMAS - ABANCAY - APURIMAC
SOLICITANTE: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO
FECHA DE RECEPCION: 07/06/2021
FECHA DE EMISION: 07/06/2021 **Responsable:** Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

| N° DE BRIQUETA | ESTRUCTURA/ELEMENTO | FECHA | | EDAD | DISEÑO(F' C) | DIAL | AREA | RESISTENCIA | | OBSERVACION |
|----------------|-----------------------|------------|------------|--------|--------------|--------|--------|-------------|--------|-------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | (dias) | kg/cm2 | (KN) | (cm2) | (kg/cm2) | % | |
| M5 | ADOBE MEJORADO AL 13% | 10/05/2021 | 07/06/2021 | 28 | 12 | 172.25 | 475.85 | 36.91 | 307.6% | SI CUMPLE |



Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
C.P. 130033

INFORME N° - 06

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY".

UBICACIÓN: SECTOR AYMAS - ABANCAY - APURIMAC

SOLICITANTE: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA DE RECEPCION: 07/06/2021

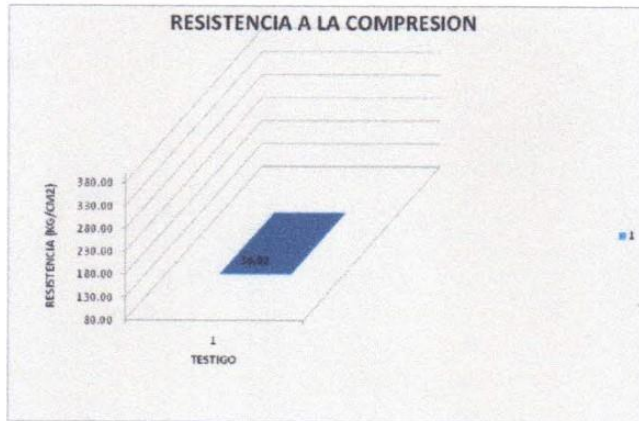
FECHA DE EMISION: 07/06/2021

Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

| N° DE BRIQUETA | ESTRUCTURA/ELEMENTO | FECHA | | EDAD (días) | DISEÑO(F' C) kg/cm2 | DIAL (KN) | AREA (cm2) | RESISTENCIA | | OBSERVACION |
|----------------|-----------------------|------------|------------|-------------|---------------------|-----------|------------|-------------|--------|-------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | (kg/cm2) | % | |
| M6 | ADOBE MEJORADO AL 13% | 10/05/2021 | 07/06/2021 | 28 | 12 | 172.28 | 475.85 | 36.92 | 307.7% | SI CUMPLE |




 Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

Anexo 15: Resultados de la prueba de compresión Axial para el adobe mejorado
al 17%

INFORME N° - 01

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

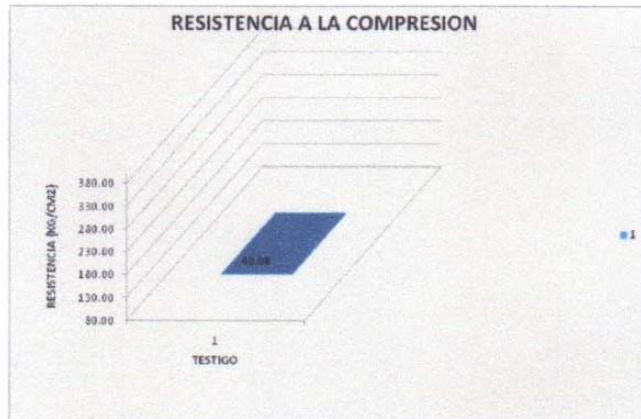
TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY".

UBICACIÓN: SECTOR AYMAS - ABANCAY - APURIMAC
SOLICITANTE: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO
FECHA DE RECEPCION: 08/06/2021
FECHA DE EMISION: 08/06/2021 **Responsable:** Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

| N° DE BRIQUETA | ESTRUCTURA/ELEMENTO | FECHA | | EDAD (días) | DISEÑO(F'c) kg/cm2 | DIAL (KN) | AREA (cm2) | RESISTENCIA | | OBSERVACION |
|----------------|-----------------------|------------|------------|-------------|--------------------|-----------|------------|-------------|--------|-------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | (kg/cm2) | % | |
| M1 | ADOBE MEJORADO AL 17% | 11/05/2021 | 08/06/2021 | 28 | 12 | 182.23 | 463.60 | 40.08 | 334.0% | SI CUMPLE |





Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

INFORME N° - 02

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY".

UBICACIÓN: SECTOR AYMAS - ABANCAY - APURIMAC

SOLICITANTE: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA DE RECEPCION: 08/06/2021

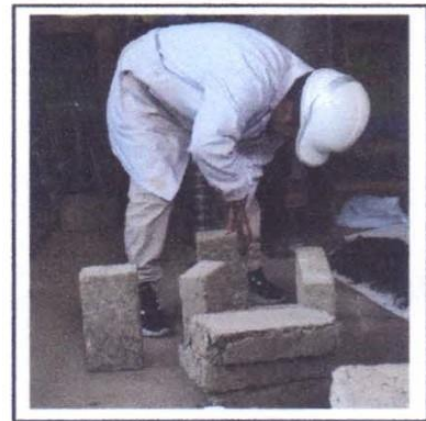
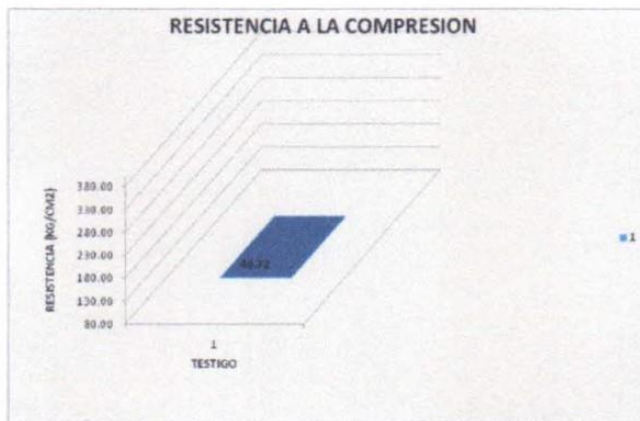
FECHA DE EMISION: 08/06/2021

Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

| N° DE BRIQUETA | ESTRUCTURA/ELEMENTO | FECHA | | EDAD (días) | DISEÑO (F' C) kg/cm2 | DIAL (KN) | AREA (cm2) | RESISTENCIA | | OBSERVACION |
|----------------|-----------------------|------------|------------|-------------|----------------------|-----------|------------|-------------|--------|-------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | (kg/cm2) | % | |
| M2 | ADOBE MEJORADO AL 17% | 11/05/2021 | 08/06/2021 | 28 | 12 | 183.89 | 460.55 | 40.72 | 339.3% | SI CUMPLE |




Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

INFORME N° - 03

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY".

UBICACIÓN: SECTOR AYMAS - ABANCAY - APURIMAC

SOLICITANTE: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA DE RECEPCION: 08/06/2021

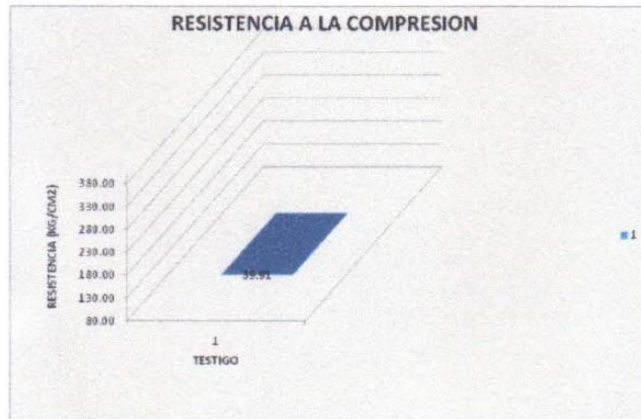
FECHA DE EMISION: 08/06/2021

Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

| N° DE BRIQUETA | ESTRUCTURA/ELEMENTO | FECHA | | EDAD (dias) | DISEÑO(F'c) kg/cm2 | DIAL (KN) | AREA (cm2) | RESISTENCIA | | OBSERVACION |
|----------------|-----------------------|------------|------------|-------------|--------------------|-----------|------------|-------------|--------|-------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | (kg/cm2) | % | |
| M3 | ADOBE MEJORADO AL 17% | 11/05/2021 | 08/06/2021 | 28 | 12 | 183.23 | 468.18 | 39.91 | 332.6% | SI CUMPLE |



Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

INFORME N° - 04

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY".

UBICACIÓN: SECTOR AYMAS - ABANCAY - APURIMAC

SOLICITANTE: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO

FECHA DE RECEPCION: 08/06/2021

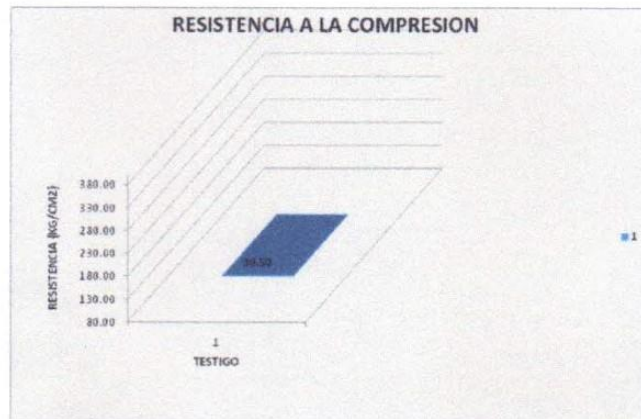
FECHA DE EMISION: 08/06/2021

Responsable: Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

| N° DE BRIQUETA | ESTRUCTURA/ELEMENTO | FECHA | | EDAD (días) | DISEÑO(F°C) kg/cm2 | DIAL (KN) | AREA (cm2) | RESISTENCIA | | OBSERVACION |
|----------------|-----------------------|------------|------------|-------------|--------------------|-----------|------------|-------------|--------|-------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | (kg/cm2) | % | |
| M4 | ADOBE MEJORADO AL 17% | 11/05/2021 | 08/06/2021 | 28 | 12 | 180.76 | 466.62 | 39.50 | 329.2% | SI CUMPLE |




Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
130033

INFORME N° - 05

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

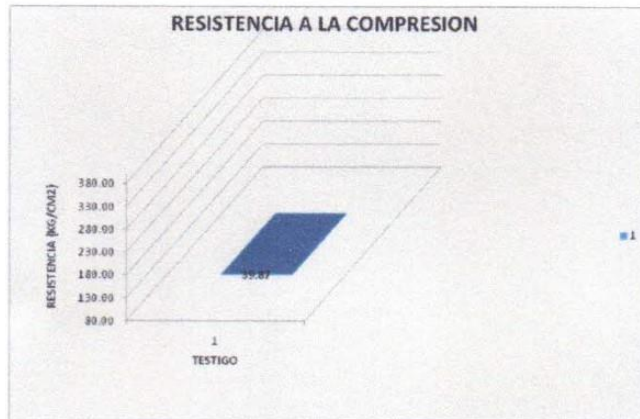
TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY".

UBICACIÓN: SECTOR AYMAS - ABANCAY - APURIMAC
SOLICITANTE: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO
FECHA DE RECEPCION: 08/06/2021
FECHA DE EMISION: 08/06/2021 **Responsable:** Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

| N° DE BRIQUETA | ESTRUCTURA/ELEMENTO | FECHA | | EDAD (días) | DISEÑO (F' C) (kg/cm2) | DIAL (KN) | AREA (cm2) | RESISTENCIA | | OBSERVACION |
|----------------|-----------------------|------------|------------|-------------|------------------------|-----------|------------|-------------|--------|-------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | (kg/cm2) | % | |
| M5 | ADOBE MEJORADO AL 17% | 11/05/2021 | 08/06/2021 | 28 | 12 | 182.43 | 466.55 | 39.87 | 332.3% | SI CUMPLE |





Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

INFORME N° - 06

ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

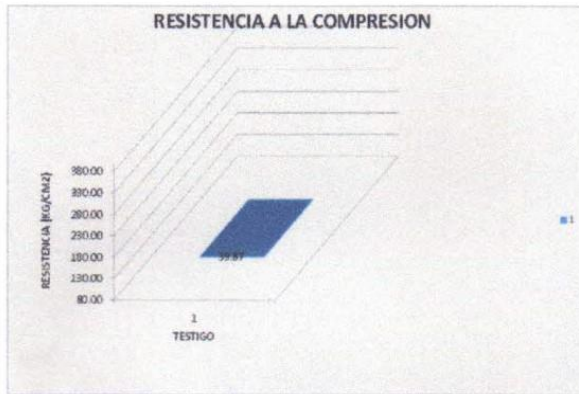
TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY".

UBICACIÓN: SECTOR AYMAS - ABANCAY - APURIMAC
SOLICITANTE: DIEGO ALBERTO ESPINOZA CARRASCO
FECHA DE RECEPCION: 08/06/2021
FECHA DE EMISION: 08/06/2021 **Responsable:** Ing. KENNY HUAMANI GAMARRA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - NORMA E.080

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL NTP - 339.034

| N° DE BRIQUETA | ESTRUCTURA/ELEMENTO | FECHA | | EDAD (días) | DISEÑO(F'c) kg/cm2 | DIAL (KN) | AREA (cm2) | RESISTENCIA | | OBSERVACION |
|----------------|-----------------------|------------|------------|-------------|--------------------|-----------|------------|-------------|--------|-------------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | (kg/cm2) | % | |
| M6 | ADOBE MEJORADO AL 17% | 11/05/2021 | 08/06/2021 | 28 | 12 | 182.43 | 466.55 | 39.87 | 332.3% | SI CUMPLE |



Ing. Kenny Huamani Gamarra
INGENIERO CIVIL
CIP. 130033

Anexo 16: Resultados de los ensayos de compresión de pilas de adobe y compresión Diagonal de muros de adobe, para los adobes tradicional, mejorado al 13% y mejorado al 17%.



H&H INGENIEROS

CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.
URB. SAN JOSE II ETAPA MZ A LOTE 1-ABANCAY-APURIMAC

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

**ENSAYO A COMPRESION AXIAL DE PILAS DE ADOBE Y COMPRESION
DIAGONAL DE MUROS DE ADOBE.**



PROYECTO : Influencia de la Adición de Hidróxido de Calcio en la Resistencia a la Compresión por Unidad Y en Pilas de Adobe Abancay – 2019.

SOLICITANTE : Diego Alberto Espinoza Carrasco (TESISTA- UTEA-EPIC).

UBICACIÓN : Abancay – Apurímac

ABANCAY – JULIO -2021

H&H INGENIEROS
CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.
Fray Miguel Maldonado Huaranca
GERENTE GENERAL

Contenido

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCION..... | 2 |
| 1.1 OBJETIVO DEL ENSAYO. | 2 |
| 2. MEMORIA DESCRIPTIVA..... | 3 |
| 2.1 GENERALIDADES..... | 3 |
| 3. ENSAYOS DE LABORATORIO..... | 4 |
| 3.1 EQUIPO UTILIZADO: | 4 |
| 4. RESULTADOS DEL ENSAYO..... | 4 |
| 4.1 RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION AXIAL EN PILAS | 4 |
| 4.2 RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION DIAGONAL EN MUROS DE ADOBE..... | 5 |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 7 |
| 6. REFERENCIAS..... | 7 |
| ANEXO 1: ENSAYOS DE LABORATORIO | 8 |
| ANEXO 2: VISTAS FOTOGRAFICAS AL MOMENTO DEL ENSAYO..... | 11 |
| ANEXO 3: CERTIFICADO DE CALIBRACION DEL EQUIPO – PRENSA HIDRAULICA DE 60TN. | 16 |

1. INTRODUCCION.

Atendido a la solicitud del tesista **Diego Alberto Espinoza Carrasco** quien culmino el pregrado y viene realizo su proyecto de tesis denominado **Influencia de la Adición de Hidróxido de Calcio en la Resistencia a la Compresión por Unidad Y en Pilas de Adobe Abancay – 2019.**

La metodología seguida es por el método destructivo para poder determinar la el ensayo de compresión axial y ensayo de compresión diagonal de los muretes, cabe mencionar que las unidades de adobe fueron **fabricadas** en el **sector Aymas** del distrito de Abancay - Apurímac.

1.1 OBJETIVO DEL ENSAYO.

El objetivo del presente ensayo es determinar la resistencia a compresión axial y compresión diagonal de prismas de albañilería de adobe, construidas tradicionalmente y con adición de hidróxido de calcio al 13% y 17%.

2. MEMORIA DESCRIPTIVA.

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE HIDRÓXIDO DE CALCIO EN LA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD Y EN PILAS DE
ADOBE ABANCAY – 2019.

SOLICITANTE : Diego Alberto Espinoza Carrasco.

PROVINCIA : ABANCAY.

DEPARTAMENTO : APURIMAC.

2.1 GENERALIDADES.

El presente informe es elaborado por **HYH INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.** quien documenta los resultados de los ensayos a compresión axial y ensayo a compresión diagonal de prismas de adobe.

3. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Las muestras representativas de los diferentes elementos de albañilería fueron sometidos a ensayos de compresión axial y ensayo de compresión diagonal para evaluar el cumplimiento del con la resistencia requerida según el RNE E080.

3.1 EQUIPO UTILIZADO:

- Prensa hidráulica de 60tn.
- Almohadillas de neopreno.
- Wincha metálica.

4. RESULTADOS DEL ENSAYO.

Los resultados de rotura de los testigos de muretes en general alcanzaron valores de resistencia aceptables. A continuación, se detalla las resistencias de los diferentes elementos de albañilería.

4.1 RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION AXIAL EN PILAS

Cuadro N° 01: Resistencia a compresión axial en Pilas de adobe tradicional.

| Espécimen | Dimensiones (Cm) | | Área de contacto | Carga Máxima (PSI) | Carga Calibrada P(Kg) | f'_m (Kg/cm ²) |
|-----------|------------------|---------|------------------|--------------------|-----------------------|------------------------------|
| | Largo | Espesor | | | | |
| T-01 | 31.00 | 15.50 | 480.5 | 298 | 5877 | 12.23 |
| T-02 | 30.70 | 15.40 | 472.78 | 321 | 6321 | 13.37 |
| T-03 | 31.00 | 15.80 | 489.8 | 281 | 5549 | 11.33 |

Cuadro N° 02: resistencia a compresión axial en Pilas de adobe adicionado al 13% con hidróxido de calcio.

| Especimen | Dimensiones (Cm) | | Área de contacto | Carga Máxima (PSI) | Carga Calibrada P(Kg) | f'_m (Kg/cm ²) |
|-----------|------------------|---------|------------------|--------------------|-----------------------|------------------------------|
| | Largo | Espesor | | | | |
| T-01 | 30.90 | 15.50 | 478.95 | 362 | 7113 | 14.85 |
| T-02 | 30.60 | 15.30 | 468.18 | 342 | 6727 | 14.37 |
| T-03 | 31.00 | 15.50 | 480.5 | 350 | 6881 | 14.32 |

Cuadro N° 03: resistencia a compresión axial en pilas de adobe adicionado al 17% con hidróxido de calcio.

| Especimen | Dimensiones (Cm) | | Área de contacto | Carga Máxima (PSI) | Carga Calibrada P(Kg) | f'_m (Kg/cm ²) |
|-----------|------------------|---------|------------------|--------------------|-----------------------|------------------------------|
| | Largo | Espesor | | | | |
| T-01 | 31.00 | 15.70 | 486.7 | 139 | 2807 | 5.77 |
| T-02 | 31.00 | 15.50 | 480.5 | 316 | 6225 | 12.96 |
| T-03 | 31.00 | 15.60 | 483.6 | 153 | 3077 | 6.36 |

4.2 RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION DIAGONAL EN MUROS DE ADOBE.

Cuadro N° 04: resistencia a compresión diagonal en muros de adobe tradicional.

| Especimen | Dimensiones (Cm) | | Área de contacto | Carga Máxima (PSI) | Carga Calibrada (Kg) | f'_t |
|-----------|------------------|---------|------------------|--------------------|----------------------|--------|
| | Largo | Espesor | | | | |
| M-1 | 80.00 | 15.50 | 1240 | 78 | 1629 | 0.66 |
| M-2 | 80.50 | 15.80 | 1271.9 | 124 | 2517 | 0.99 |
| M-3 | 80.70 | 15.60 | 1258.92 | 83 | 1726 | 0.69 |

Cuadro N° 05: resistencia a compresión diagonal, en muros de adobe adicionado al 13% con hidróxido de calcio.

| Espécimen | Dimensiones (Cm) | | Área de contacto | Carga Máxima (PSI) | Carga Calibrada (Kg) | f'_t |
|-----------|------------------|---------|------------------|--------------------|----------------------|--------|
| | Largo | Espesor | | | | |
| M-1 | 80.60 | 15.10 | 1217.06 | 78 | 1629 | 0.67 |
| M-2 | 80.50 | 15.70 | 1263.85 | 99 | 2035 | 0.81 |
| M-3 | 80.00 | 15.40 | 1232 | 111 | 2247 | 0.91 |

Cuadro N° 06: resistencia a compresión diagonal, en muros de adobe adicionado al 17% con hidróxido de calcio.

| Espécimen | Dimensiones (Cm) | | Área de contacto | Carga Máxima (PSI) | Carga Calibrada (Kg) | f'_t |
|-----------|------------------|---------|------------------|--------------------|----------------------|--------|
| | Largo | Espesor | | | | |
| M-1 | 80.80 | 15.90 | 1284.72 | 88 | 1822 | 0.71 |
| M-2 | 80.20 | 15.80 | 1267.16 | 66 | 1398 | 0.55 |
| M-3 | 80.50 | 15.70 | 1263.85 | 74 | 1552 | 0.61 |

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones:

- Se observa que la resistencia de los diferentes testigos de prismas de albañilería de adobe cumple con la resistencia requerida.
- Las muestras de testigos de prismas de albañilería de adobe fueron proporcionadas por el solicitante.
- Las roturas de testigos de prismas de albañilería de adobe se han realizado en presencia del solicitante.
- Los resultados brindados por el laboratorio son acreditados por estar certificada el equipo con el cual se realizó los ensayos.
- Los ensayos fueron realizados de acuerdo el RNE E-080 Y NTP.

Recomendaciones:

- Se recomienda al tesista que para determinar el esfuerzo a compresión de pilas usar el RNE E- 80.
- Se recomienda al tesista que para determinar la cortante diagonal usar las formulas mencionadas en el RNE E-80.

6. REFERENCIAS.

- RNE E-80. ADOBE.
- LIBRO DE ANGEL SAN BARTOLOME ENSAYOS DE PRISMAS DE ALBAÑILERIA.

ANEXO 1: ENSAYOS DE LABORATORIO



HYH INGENIEROS

CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.
URB. SAN JOSE II ETAPA MZ A LOTE 1-ABANCAY-APURIMAC

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

ENSAYO : COMPRESION AXIAL DE PILAS DE ADOBE

TIPO DE MUESTRA : PILAS DE ADOBE DE 04 UNIDADES.
 REFUERZO ELASTICO : REFUERZO INTERIOR DEL ADOBE CON PAJA (ICHU)
 TIPO DE SUELO :
 AGUA : POTABLE.
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE HIDRÓXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY – 2019.
 SOLICITADO : Alberto Espinoza Carrasco (TESISTA-UTEA-EPIC).
 UBICACIÓN : ABANCAY - APURIMAC



| N° REGISTRO | ELEMENTO | FECHA DE MUESTRA | FECHA DE ROTURA | EDAD (DIAS) | PRESION LEIDA (PSI) | FUERZA CALIBRADA (Kg) | LARGO (cm) | ESPESOR (cm) | AREA (cm ²) | f _m (kg/cm ²) |
|---|----------------|------------------|-----------------|-------------|---------------------|-----------------------|------------|--------------|-------------------------|--------------------------------------|
| PILAS DE 04 UNIDADES DE ADOBE TRADICIONAL | | | | | | | | | | |
| T-01 | PILAS DE ADOBE | 18-Jun-21 | 17-Jul-21 | 30 | 298 | 5877 | 31.00 | 15.50 | 480.5 | 12.23 |
| T-02 | PILAS DE ADOBE | 18-Jun-21 | 17-Jul-21 | 30 | 321 | 6321 | 30.70 | 15.40 | 472.78 | 13.37 |
| T-03 | PILAS DE ADOBE | 18-Jun-21 | 17-Jul-21 | 30 | 281 | 5549 | 31.00 | 15.80 | 489.8 | 11.33 |
| PILAS DE 04 UNIDADES DE ADOBE CON ADICION AL 13% DE HIDROXIDO DE CALCIO. | | | | | | | | | | |
| T-01 | PILAS DE ADOBE | 18-Jun-21 | 17-Jul-21 | 30 | 362 | 7113 | 30.90 | 15.50 | 478.95 | 14.85 |
| T-02 | PILAS DE ADOBE | 18-Jun-21 | 17-Jul-21 | 30 | 342 | 6727 | 30.60 | 15.30 | 468.18 | 14.37 |
| T-03 | PILAS DE ADOBE | 18-Jun-21 | 17-Jul-21 | 30 | 350 | 6881 | 31.00 | 15.50 | 480.5 | 14.32 |
| PILAS DE 04 UNIDADES DE ADOBE CON ADICION AL 17% DE HIDROXIDO DE CALCIO. | | | | | | | | | | |
| T-01 | PILAS DE ADOBE | 18-Jun-21 | 17-Jul-21 | 30 | 139 | 2807 | 31.00 | 15.70 | 486.7 | 5.77 |
| T-02 | PILAS DE ADOBE | 18-Jun-21 | 17-Jul-21 | 30 | 316 | 6225 | 31.00 | 15.50 | 480.5 | 12.96 |
| T-03 | PILAS DE ADOBE | 18-Jun-21 | 17-Jul-21 | 30 | 153 | 3077 | 31.00 | 15.60 | 483.6 | 6.36 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

H&H INGENIEROS
CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.
Fray Miguel Maldonado Huaranca
GÉRENTE GENERAL

LABORATORISTA

URB. SAN JOSE II ETAPA
Abancay - Apurímac – Perú.
Email: hyhingenieros@outlook.com
Cel: 958147344

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

ENSAYO : COMPRESION DIAGONAL DE MUROS DE ADOBE.

TIPO DE MUESTRA : PILAS DE ADOBE DE 04 UNIDADES.
 REFUERZO ELASTICO : REFUERZO INTERIOR DEL ADOBE CON PAJA (ICHU)
 TIPO DE SUELO :
 AGUA : POTABLE.
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE HIDRÓXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD Y EN PILAS DE ADOBE ABANCAY – 2019.
 SOLICITADO : Alberto Espinoza Carrasco (TESISTA-UTEA-EPIC).
 UBICACIÓN : ABANCAY - APURIMAC



| N° REGISTRO | ELEMENTO | FECHA DE MUESTRA | FECHA DE ROTURA | EDAD (DIAS) | PRESION LEIDA (PSI) | FUERZA CALIBRADA (Kg) | LARGO (cm) | ESPESOR (cm) | AREA (cm ²) | f _t (kg/cm ²) |
|---|----------------|------------------|-----------------|-------------|---------------------|-----------------------|------------|--------------|-------------------------|--------------------------------------|
| MUROS DE ADOBE TRADICIONAL | | | | | | | | | | |
| M-01 | MUROS DE ADOBE | 11-Jul-21 | 09-Ago-21 | 29 | 78 | 1629 | 80.00 | 15.50 | 1240 | 0.66 |
| M-02 | MUROS DE ADOBE | 11-Jul-21 | 09-Ago-21 | 29 | 124 | 2517 | 80.50 | 15.80 | 1271.9 | 0.99 |
| M-03 | MUROS DE ADOBE | 11-Jul-21 | 09-Ago-21 | 29 | 83 | 1726 | 80.70 | 15.60 | 1258.92 | 0.69 |
| MUROS DE ADOBE CON ADICION DE HIDROXIDO DE CLORO AL 13%. | | | | | | | | | | |
| M-01 | MUROS DE ADOBE | 11-Jul-21 | 09-Ago-21 | 29 | 78 | 1629 | 80.60 | 15.10 | 1217.06 | 0.67 |
| M-02 | MUROS DE ADOBE | 11-Jul-21 | 09-Ago-21 | 29 | 99 | 2035 | 80.50 | 15.70 | 1263.85 | 0.81 |
| M-03 | MUROS DE ADOBE | 11-Jul-21 | 09-Ago-21 | 29 | 111 | 2247 | 80.00 | 15.40 | 1232 | 0.91 |
| MUROS DE ADOBE CON ADICION DE HIDROXIDO DE CLORO AL 17%. | | | | | | | | | | |
| M-01 | MUROS DE ADOBE | 11-Jul-21 | 10-Ago-21 | 30 | 88 | 1822 | 80.80 | 15.90 | 1284.72 | 0.71 |
| M-02 | MUROS DE ADOBE | 11-Jul-21 | 10-Ago-21 | 30 | 66 | 1398 | 80.20 | 15.80 | 1267.16 | 0.55 |
| M-03 | MUROS DE ADOBE | 11-Jul-21 | 10-Ago-21 | 30 | 74 | 1552 | 80.50 | 15.70 | 1263.85 | 0.61 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |



H&H INGENIEROS
CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.
Fray Miguel Maldonado Huaranca
GERENTE GENERAL
LABORATORISTA



INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE HIDRÓXIDO DE CALCIO EN LA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD Y EN PILAS DE
ADOBE ABANCAY – 2019.

H&H INGENIEROS

CONSULTORES Y
EJECUTORES

ANEXO 2: VISTAS FOTOGRAFICAS AL MOMENTO DEL ENSAYO.

URB. SAN JOSE II ETAPA
Abancay -Apurímac – Perú.
Email: hyhingenieros@outlook.com
Cel: 958147344


H&H INGENIEROS
CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.
Fray Miguel Maldonado Huaranca
GERENTE GENERAL

VISTAS FOTOGRAFICAS DE ENSAYO A COMPRESION AXIAL DE PILAS DE ADOBE

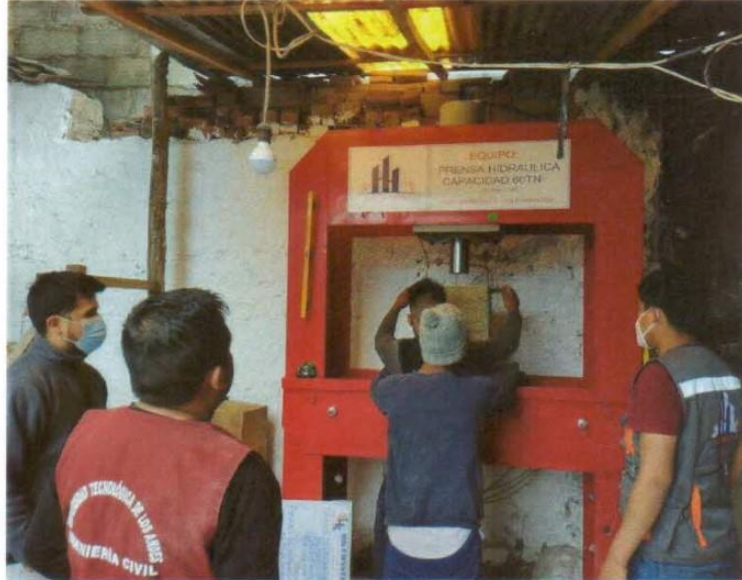


Imagen 01: proceso de puesta de muros sobre la plataforma de apoyo de la prensa hidráulica.

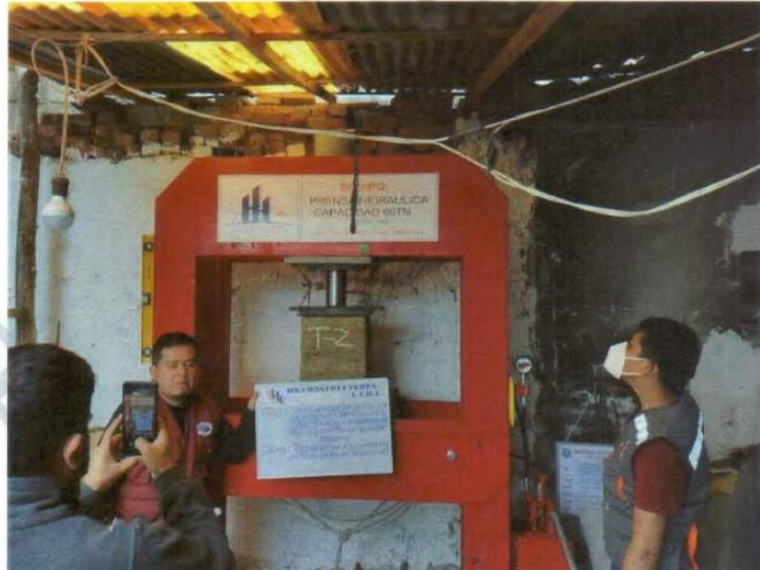


Imagen 02: proceso de toma de panel fotográfico de las muestras para el sustento de la tesis.



Imagen 03: Proceso de compresión de muestra y toma de datos del comportamiento.



Imagen 04: muestra el tipo de falla luego de resistir la carga máxima, aplastamiento de las unidades, descascaramiento de las paredes de la unidad y los cortes verticales.

VISTAS FOTOGRAFICAS DE ENSAYO A COMPRESION DIAGONAL DE MUROS DE ADOBE.



Imagen 05: muestra el proceso de colocación de los muros de adobe al equipo.



Imagen 06: muestra la toma de datos para el panel fotográfico para la tesis.



Imagen 07: Proceso de sometimiento a carga diagonal al muro.



Imagen 08: muestra el tipo de falla que tiene el muro, se ve una falla mixta inicia con fallas en las juntas escalonadamente y luego diagonalmente.



Imagen 09: toma de datos del tipo de falla, el comportamiento que manifiesta el muro en el proceso de compresión.

Anexo 17: Certificado de calibración de equipo – Prensa hidráulica con Manómetro

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Nº 0015-COE-2021

PRENSA HIDRÁULICA CON MANÓMETRO

CLIENTE : H Y H INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.
DIRECCIÓN : MZA. A LOTE. 1 URB. SAN JOSE II ETAPA (DETRAS DEL
QUINTA SOL, ESTRELLA, ARENA C2P) APURIMAC - ABANCAY
- ABANCAY

DATOS DEL EQUIPO

Prensa Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
Serie : 1245
Capacidad : 60 TN
Procedencia : PERÚ
Identificación : NO INDICA
Ubicación : LABORATORIO DE CONCRETO

Fecha de emisión:

Lima, 08 de Junio del 2021



Firmado digitalmente
por Diego Moreno Prado
Fecha: 2021-06-11 09:
35:55

Gerente General



H&H INGENIEROS
CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.
Fray Miguel Maldonado
GERENTE GENERAL

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

VERIFICACIÓN

1.- GENERALIDADES.

A solicitud de H Y H INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L., se procedió a verificar una Prensa hidráulica. La calibración se realizó en las Instalaciones de Laboratorio de H Y H INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.

2.- DEL SISTEMA A VERIFICAR.

PRENSA HIDRAULICA CON MANÓMETRO

| | | | |
|----------------|---------------------------|--------|--------------|
| Prensa Marca | : NO INDICA | Dial | |
| Modelo/Serie | : NO INDICA / 1245 | Marca | : WINTERS |
| Capacidad | : 60 TN | Modelo | : DPG SERIES |
| Procedencia | : PERU | Serie | : NO INDICA |
| Identificación | : NO INDICA | | |
| Ubicación | : LABORATORIO DE CONCRETO | | |

3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN.

| | | | |
|----------------|--------------|-----------|--------------|
| Celda de Carga | : ANYLOAD | Indicador | : ANYLOAD |
| Modelo | : 101BH | Serie | : 4917000036 |
| Serie | : 201825 | División | : 0,1 kgf |
| Carga Nominal | : 120 TN | | |
| Modalidad | : COMPRESIÓN | | |

4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

| | |
|-------|--|
| Fecha | : 2021-05-29 |
| Lugar | : Instalaciones de Laboratorio de H Y H INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L. . |

5.- PROCEDIMIENTO.

El procedimiento toma como referencia al Método C de la norma ISO 7500-1 y la norma ASTM E4-16, Se aplicaron tres series de carga al Anillo mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

6.- CONDICIONES AMBIENTALES.

| | |
|---------------------|-----------|
| Temperatura Inicial | : 20,7 °C |
| Temperatura Final | : 20,6 °C |
| Humedad Relativa | : 64 % |



H&H INGENIEROS
CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.
Fray Miguel Maldonado Huaranca
GERENTE GENERAL

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

7.- TRAZABILIDAD.

Certificado de Calibración 112-21. Con trazabilidad en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica.

8.- RESULTADOS

- En la Tabla N° 01 se muestran los promedios de las series de verificación y los errores correspondientes.
- En el Gráfico N°01 se muestra la curva de regresión y la ecuación de ajuste correspondientes a la presente calibración.
- Con fines de identificación se ha colocado etiquetas con el número del certificado.

8.1.- INSPECCIÓN VISUAL

- El equipo no presenta ninguna observación.



H&H INGENIEROS
CONSULTORES Y EJECUCIONES S.R.L.
Fray Miguel Maldonado
GERENTE GENERAL

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

9.- DATOS DE MEDICIÓN

TABLA N° 01
CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA
Prensa Marca: NO INDICA; Modelo: NO INDICA; Serie: 1245

| SISTEMA ANALÓGICO PSI | PRENSA HIDRÁULICA | | | PROMEDIO kg |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| | SERIE (1) kg | SERIE (2) kg | SERIE (3) kg | |
| 43 | 723,0 | 723,0 | 721,9 | 722,3 |
| 89 | 2 039,0 | 2 038,0 | 2 039,1 | 2 038,70 |
| 107 | 2 390,0 | 2 390,0 | 2 388,9 | 2 389,63 |
| 162 | 2 947,0 | 2 947,1 | 2 946,9 | 2 947,00 |
| 229 | 4 580,0 | 4 581,2 | 4 579,5 | 4 580,23 |
| 263 | 5 095,0 | 5 094,5 | 5 095,1 | 5 094,87 |
| 330 | 6 666,0 | 6 669,0 | 6 666,4 | 6 667,13 |
| 371 | 7 243,0 | 7 244,5 | 7 244,1 | 7 243,87 |
| 438 | 8 994,0 | 8 994,1 | 8 994,2 | 8 994,10 |
| 469 | 8 962,0 | 8 962,5 | 8 961,9 | 8 962,13 |
| 481 | 9 727,0 | 9 728,1 | 9 727,5 | 9 727,53 |
| 536 | 10 038,0 | 10 038,1 | 10 038,4 | 10 038,17 |

Coefficiente
Correlación:

$R^2 = 0,9934$

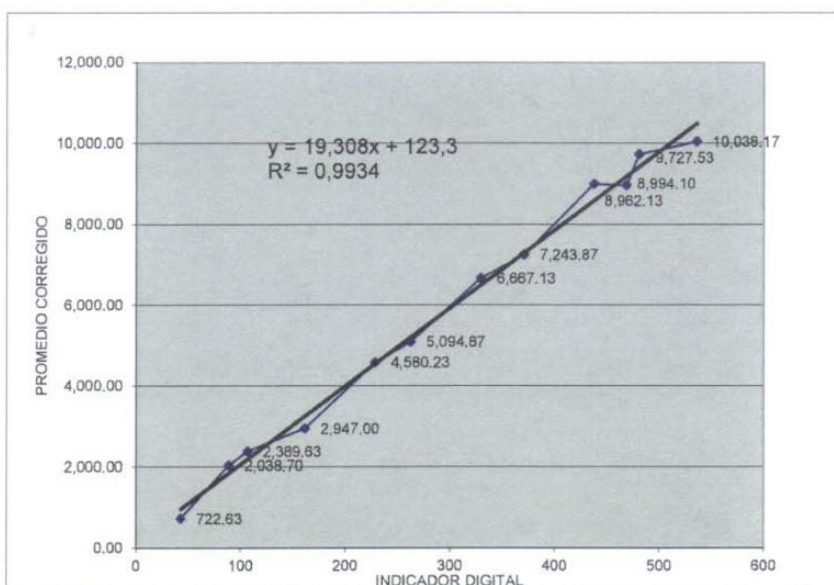
Ecuación de ajuste:
Donde:

$y = 19,308x + 123,3$

X : Lectura del Dial (PSI)

10.- GRÁFICA (Coeficiente de Correlación y Ecuación de Ajuste)

GRÁFICO N° 01



"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadentsac.com.pe

cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

web: www.cadentsac.com.pe

10.- **CARTA DE CALIBRACIÓN**

Fecha de calibración: 2021-05-29

| PSI | Kilogramos | | | | | | | | | |
|-----|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10 | 316 | 336 | 355 | 374 | 394 | 413 | 432 | 452 | 471 | 490 |
| 20 | 509 | 529 | 548 | 567 | 587 | 606 | 625 | 645 | 664 | 683 |
| 30 | 703 | 722 | 741 | 760 | 780 | 799 | 818 | 838 | 857 | 876 |
| 40 | 896 | 915 | 934 | 954 | 973 | 992 | 1011 | 1031 | 1050 | 1069 |
| 50 | 1089 | 1108 | 1127 | 1147 | 1166 | 1185 | 1205 | 1224 | 1243 | 1262 |
| 60 | 1282 | 1301 | 1320 | 1340 | 1359 | 1378 | 1398 | 1417 | 1436 | 1456 |
| 70 | 1475 | 1494 | 1513 | 1533 | 1552 | 1571 | 1591 | 1610 | 1629 | 1649 |
| 80 | 1668 | 1687 | 1707 | 1726 | 1745 | 1764 | 1784 | 1803 | 1822 | 1842 |
| 90 | 1861 | 1880 | 1900 | 1919 | 1938 | 1958 | 1977 | 1996 | 2015 | 2035 |
| 100 | 2054 | 2073 | 2093 | 2112 | 2131 | 2151 | 2170 | 2189 | 2209 | 2228 |
| 110 | 2247 | 2266 | 2286 | 2305 | 2324 | 2344 | 2363 | 2382 | 2402 | 2421 |
| 120 | 2440 | 2460 | 2479 | 2498 | 2517 | 2537 | 2556 | 2575 | 2595 | 2614 |
| 130 | 2633 | 2653 | 2672 | 2691 | 2711 | 2730 | 2749 | 2768 | 2788 | 2807 |
| 140 | 2826 | 2846 | 2865 | 2884 | 2904 | 2923 | 2942 | 2962 | 2981 | 3000 |
| 150 | 3020 | 3039 | 3058 | 3077 | 3097 | 3116 | 3135 | 3155 | 3174 | 3193 |
| 160 | 3213 | 3232 | 3251 | 3271 | 3290 | 3309 | 3328 | 3348 | 3367 | 3386 |
| 170 | 3406 | 3425 | 3444 | 3464 | 3483 | 3502 | 3522 | 3541 | 3560 | 3579 |
| 180 | 3599 | 3618 | 3637 | 3657 | 3676 | 3695 | 3715 | 3734 | 3753 | 3773 |
| 190 | 3792 | 3811 | 3830 | 3850 | 3869 | 3888 | 3908 | 3927 | 3946 | 3966 |
| 200 | 3985 | 4004 | 4024 | 4043 | 4062 | 4081 | 4101 | 4120 | 4139 | 4159 |
| 210 | 4178 | 4197 | 4217 | 4236 | 4255 | 4275 | 4294 | 4313 | 4332 | 4352 |
| 220 | 4371 | 4390 | 4410 | 4429 | 4448 | 4468 | 4487 | 4506 | 4526 | 4545 |
| 230 | 4564 | 4583 | 4603 | 4622 | 4641 | 4661 | 4680 | 4699 | 4719 | 4738 |
| 240 | 4757 | 4777 | 4796 | 4815 | 4834 | 4854 | 4873 | 4892 | 4912 | 4931 |
| 250 | 4950 | 4970 | 4989 | 5008 | 5028 | 5047 | 5066 | 5085 | 5105 | 5124 |
| 260 | 5143 | 5163 | 5182 | 5201 | 5221 | 5240 | 5259 | 5279 | 5298 | 5317 |
| 270 | 5336 | 5356 | 5375 | 5394 | 5414 | 5433 | 5452 | 5472 | 5491 | 5510 |
| 280 | 5530 | 5549 | 5568 | 5587 | 5607 | 5626 | 5645 | 5665 | 5684 | 5703 |
| 290 | 5723 | 5742 | 5761 | 5781 | 5800 | 5819 | 5838 | 5858 | 5877 | 5896 |
| 300 | 5916 | 5935 | 5954 | 5974 | 5993 | 6012 | 6032 | 6051 | 6070 | 6089 |
| 310 | 6109 | 6128 | 6147 | 6167 | 6186 | 6205 | 6225 | 6244 | 6263 | 6283 |
| 320 | 6302 | 6321 | 6340 | 6360 | 6379 | 6398 | 6418 | 6437 | 6456 | 6476 |
| 330 | 6495 | 6514 | 6534 | 6553 | 6572 | 6591 | 6611 | 6630 | 6649 | 6669 |
| 340 | 6688 | 6707 | 6727 | 6746 | 6765 | 6785 | 6804 | 6823 | 6842 | 6862 |
| 350 | 6881 | 6900 | 6920 | 6939 | 6958 | 6978 | 6997 | 7016 | 7036 | 7055 |
| 360 | 7074 | 7093 | 7113 | 7132 | 7151 | 7171 | 7190 | 7209 | 7229 | 7248 |
| 370 | 7267 | 7287 | 7306 | 7325 | 7344 | 7364 | 7383 | 7402 | 7422 | 7441 |
| 380 | 7460 | 7480 | 7499 | 7518 | 7538 | 7557 | 7576 | 7595 | 7615 | 7634 |
| 390 | 7653 | 7673 | 7692 | 7711 | 7731 | 7750 | 7769 | 7789 | 7808 | 7827 |
| 400 | 7847 | 7866 | 7885 | 7904 | 7924 | 7943 | 7962 | 7982 | 8001 | 8020 |

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadentsac.com.pe

cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

web: www.cadentsac.com.pe

H&H INGENIEROS
CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.
Fray Miguel Maldonado Huaranca
GERENTE GENERAL

| PSI | Kilogramos | | | | | | | | | |
|-----|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 410 | 8040 | 8059 | 8078 | 8098 | 8117 | 8136 | 8155 | 8175 | 8194 | 8213 |
| 420 | 8233 | 8252 | 8271 | 8291 | 8310 | 8329 | 8349 | 8368 | 8387 | 8406 |
| 430 | 8426 | 8445 | 8464 | 8484 | 8503 | 8522 | 8542 | 8561 | 8580 | 8600 |
| 440 | 8619 | 8638 | 8657 | 8677 | 8696 | 8715 | 8735 | 8754 | 8773 | 8793 |
| 450 | 8812 | 8831 | 8851 | 8870 | 8889 | 8908 | 8928 | 8947 | 8966 | 8986 |
| 460 | 9005 | 9024 | 9044 | 9063 | 9082 | 9102 | 9121 | 9140 | 9159 | 9179 |
| 470 | 9198 | 9217 | 9237 | 9256 | 9275 | 9295 | 9314 | 9333 | 9353 | 9372 |
| 480 | 9391 | 9410 | 9430 | 9449 | 9468 | 9488 | 9507 | 9526 | 9546 | 9565 |
| 490 | 9584 | 9604 | 9623 | 9642 | 9661 | 9681 | 9700 | 9719 | 9739 | 9758 |
| 500 | 9777 | 9797 | 9816 | 9835 | 9855 | 9874 | 9893 | 9912 | 9932 | 9951 |
| 510 | 9970 | 9990 | 10009 | 10028 | 10048 | 10067 | 10086 | 10106 | 10125 | 10144 |
| 520 | 10163 | 10183 | 10202 | 10221 | 10241 | 10260 | 10279 | 10299 | 10318 | 10337 |
| 530 | 10357 | 10376 | 10395 | 10414 | 10434 | 10453 | 10472 | 10492 | 10511 | 10530 |
| 540 | 10550 | 10569 | 10588 | 10608 | 10627 | 10646 | 10665 | 10685 | 10704 | 10723 |
| 550 | 10743 | 10762 | 10781 | 10801 | 10820 | 10839 | 10859 | 10878 | 10897 | 10916 |
| 560 | 10936 | 10955 | 10974 | 10994 | 11013 | 11032 | 11052 | 11071 | 11090 | 11110 |
| 570 | 11129 | 11148 | 11167 | 11187 | 11206 | 11225 | 11245 | 11264 | 11283 | 11303 |
| 580 | 11322 | 11341 | 11361 | 11380 | 11399 | 11418 | 11438 | 11457 | 11476 | 11496 |
| 590 | 11515 | 11534 | 11554 | 11573 | 11592 | 11612 | 11631 | 11650 | 11669 | 11689 |
| 600 | 11708 | 11727 | 11747 | 11766 | 11785 | 11805 | 11824 | 11843 | 11863 | 11882 |
| 610 | 11901 | 11920 | 11940 | 11959 | 11978 | 11998 | 12017 | 12036 | 12056 | 12075 |
| 620 | 12094 | 12114 | 12133 | 12152 | 12171 | 12191 | 12210 | 12229 | 12249 | 12268 |
| 630 | 12287 | 12307 | 12326 | 12345 | 12365 | 12384 | 12403 | 12422 | 12442 | 12461 |
| 640 | 12480 | 12500 | 12519 | 12538 | 12558 | 12577 | 12596 | 12616 | 12635 | 12654 |
| 650 | 12674 | 12693 | 12712 | 12731 | 12751 | 12770 | 12789 | 12809 | 12828 | 12847 |
| 660 | 12867 | 12886 | 12905 | 12925 | 12944 | 12963 | 12982 | 13002 | 13021 | 13040 |
| 670 | 13060 | 13079 | 13098 | 13118 | 13137 | 13156 | 13176 | 13195 | 13214 | 13233 |
| 680 | 13253 | 13272 | 13291 | 13311 | 13330 | 13349 | 13369 | 13388 | 13407 | 13427 |
| 690 | 13446 | 13465 | 13484 | 13504 | 13523 | 13542 | 13562 | 13581 | 13600 | 13620 |
| 700 | 13639 | 13658 | 13678 | 13697 | 13716 | 13735 | 13755 | 13774 | 13793 | 13813 |
| 710 | 13832 | 13851 | 13871 | 13890 | 13909 | 13929 | 13948 | 13967 | 13986 | 14006 |
| 720 | 14025 | 14044 | 14064 | 14083 | 14102 | 14122 | 14141 | 14160 | 14180 | 14199 |
| 730 | 14218 | 14237 | 14257 | 14276 | 14295 | 14315 | 14334 | 14353 | 14373 | 14392 |
| 740 | 14411 | 14431 | 14450 | 14469 | 14488 | 14508 | 14527 | 14546 | 14566 | 14585 |
| 750 | 14604 | 14624 | 14643 | 14662 | 14682 | 14701 | 14720 | 14739 | 14759 | 14778 |
| 760 | 14797 | 14817 | 14836 | 14855 | 14875 | 14894 | 14913 | 14933 | 14952 | 14971 |
| 770 | 14990 | 15010 | 15029 | 15048 | 15068 | 15087 | 15106 | 15126 | 15145 | 15164 |
| 780 | 15184 | 15203 | 15222 | 15241 | 15261 | 15280 | 15299 | 15319 | 15338 | 15357 |
| 790 | 15377 | 15396 | 15415 | 15435 | 15454 | 15473 | 15492 | 15512 | 15531 | 15550 |
| 800 | 15570 | 15589 | 15608 | 15628 | 15647 | 15666 | 15686 | 15705 | 15724 | 15743 |
| 810 | 15763 | 15782 | 15801 | 15821 | 15840 | 15859 | 15879 | 15898 | 15917 | 15937 |
| 820 | 15956 | 15975 | 15994 | 16014 | 16033 | 16052 | 16072 | 16091 | 16110 | 16130 |
| 830 | 16149 | 16168 | 16188 | 16207 | 16226 | 16245 | 16265 | 16284 | 16303 | 16323 |
| 840 | 16342 | 16361 | 16381 | 16400 | 16419 | 16439 | 16458 | 16477 | 16496 | 16516 |
| 850 | 16535 | 16554 | 16574 | 16593 | 16612 | 16632 | 16651 | 16670 | 16690 | 16709 |
| 860 | 16728 | 16747 | 16767 | 16786 | 16805 | 16825 | 16844 | 16863 | 16883 | 16902 |
| 870 | 16921 | 16941 | 16960 | 16979 | 16998 | 17018 | 17037 | 17056 | 17076 | 17095 |
| 880 | 17114 | 17134 | 17153 | 17172 | 17192 | 17211 | 17230 | 17249 | 17269 | 17288 |
| 890 | 17307 | 17327 | 17346 | 17365 | 17385 | 17404 | 17423 | 17443 | 17462 | 17481 |
| 900 | 17501 | 17520 | 17539 | 17558 | 17578 | 17597 | 17616 | 17636 | 17655 | 17674 |
| 910 | 17694 | 17713 | 17732 | 17752 | 17771 | 17790 | 17809 | 17829 | 17848 | 17867 |
| 920 | 17887 | 17906 | 17925 | 17945 | 17964 | 17983 | 18003 | 18022 | 18041 | 18060 |

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadentsac.com.pe

cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

web: www.cadentsac.com.pe

H&H INGENIEROS
CONSULTORES Y EJECUTIVOS S.R.L.
Fray Miguel Maldonado
GERENTE GENERAL

| PSI | Kilogramos | | | | | | | | | |
|------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 930 | 18080 | 18099 | 18118 | 18138 | 18157 | 18176 | 18196 | 18215 | 18234 | 18254 |
| 940 | 18273 | 18292 | 18311 | 18331 | 18350 | 18369 | 18389 | 18408 | 18427 | 18447 |
| 950 | 18466 | 18485 | 18505 | 18524 | 18543 | 18562 | 18582 | 18601 | 18620 | 18640 |
| 960 | 18659 | 18678 | 18698 | 18717 | 18736 | 18756 | 18775 | 18794 | 18813 | 18833 |
| 970 | 18852 | 18871 | 18891 | 18910 | 18929 | 18949 | 18968 | 18987 | 19007 | 19026 |
| 980 | 19045 | 19064 | 19084 | 19103 | 19122 | 19142 | 19161 | 19180 | 19200 | 19219 |
| 990 | 19238 | 19258 | 19277 | 19296 | 19315 | 19335 | 19354 | 19373 | 19393 | 19412 |
| 1000 | 19431 | 19451 | 19470 | 19489 | 19509 | 19528 | 19547 | 19566 | 19586 | 19605 |
| 1010 | 19624 | 19644 | 19663 | 19682 | 19702 | 19721 | 19740 | 19760 | 19779 | 19798 |
| 1020 | 19817 | 19837 | 19856 | 19875 | 19895 | 19914 | 19933 | 19953 | 19972 | 19991 |
| 1030 | 20011 | 20030 | 20049 | 20068 | 20088 | 20107 | 20126 | 20146 | 20165 | 20184 |
| 1040 | 20204 | 20223 | 20242 | 20262 | 20281 | 20300 | 20319 | 20339 | 20358 | 20377 |
| 1050 | 20397 | 20416 | 20435 | 20455 | 20474 | 20493 | 20513 | 20532 | 20551 | 20570 |
| 1060 | 20590 | 20609 | 20628 | 20648 | 20667 | 20686 | 20706 | 20725 | 20744 | 20764 |
| 1070 | 20783 | 20802 | 20821 | 20841 | 20860 | 20879 | 20899 | 20918 | 20937 | 20957 |
| 1080 | 20976 | 20995 | 21015 | 21034 | 21053 | 21072 | 21092 | 21111 | 21130 | 21150 |
| 1090 | 21169 | 21188 | 21208 | 21227 | 21246 | 21266 | 21285 | 21304 | 21323 | 21343 |
| 1100 | 21362 | 21381 | 21401 | 21420 | 21439 | 21459 | 21478 | 21497 | 21517 | 21536 |
| 1110 | 21555 | 21574 | 21594 | 21613 | 21632 | 21652 | 21671 | 21690 | 21710 | 21729 |
| 1120 | 21748 | 21768 | 21787 | 21806 | 21825 | 21845 | 21864 | 21883 | 21903 | 21922 |
| 1130 | 21941 | 21961 | 21980 | 21999 | 22019 | 22038 | 22057 | 22076 | 22096 | 22115 |
| 1140 | 22134 | 22154 | 22173 | 22192 | 22212 | 22231 | 22250 | 22270 | 22289 | 22308 |
| 1150 | 22328 | 22347 | 22366 | 22385 | 22405 | 22424 | 22443 | 22463 | 22482 | 22501 |
| 1160 | 22521 | 22540 | 22559 | 22579 | 22598 | 22617 | 22636 | 22656 | 22675 | 22694 |
| 1170 | 22714 | 22733 | 22752 | 22772 | 22791 | 22810 | 22830 | 22849 | 22868 | 22887 |
| 1180 | 22907 | 22926 | 22945 | 22965 | 22984 | 23003 | 23023 | 23042 | 23061 | 23081 |
| 1190 | 23100 | 23119 | 23138 | 23158 | 23177 | 23196 | 23216 | 23235 | 23254 | 23274 |
| 1200 | 23293 | 23312 | 23332 | 23351 | 23370 | 23389 | 23409 | 23428 | 23447 | 23467 |
| 1210 | 23486 | 23505 | 23525 | 23544 | 23563 | 23583 | 23602 | 23621 | 23640 | 23660 |
| 1220 | 23679 | 23698 | 23718 | 23737 | 23756 | 23776 | 23795 | 23814 | 23834 | 23853 |
| 1230 | 23872 | 23891 | 23911 | 23930 | 23949 | 23969 | 23988 | 24007 | 24027 | 24046 |
| 1240 | 24065 | 24085 | 24104 | 24123 | 24142 | 24162 | 24181 | 24200 | 24220 | 24239 |
| 1250 | 24258 | 24278 | 24297 | 24316 | 24336 | 24355 | 24374 | 24393 | 24413 | 24432 |
| 1260 | 24451 | 24471 | 24490 | 24509 | 24529 | 24548 | 24567 | 24587 | 24606 | 24625 |
| 1270 | 24644 | 24664 | 24683 | 24702 | 24722 | 24741 | 24760 | 24780 | 24799 | 24818 |
| 1280 | 24838 | 24857 | 24876 | 24895 | 24915 | 24934 | 24953 | 24973 | 24992 | 25011 |
| 1290 | 25031 | 25050 | 25069 | 25089 | 25108 | 25127 | 25146 | 25166 | 25185 | 25204 |
| 1300 | 25224 | 25243 | 25262 | 25282 | 25301 | 25320 | 25340 | 25359 | 25378 | 25397 |
| 1310 | 25417 | 25436 | 25455 | 25475 | 25494 | 25513 | 25533 | 25552 | 25571 | 25591 |
| 1320 | 25610 | 25629 | 25648 | 25668 | 25687 | 25706 | 25726 | 25745 | 25764 | 25784 |
| 1330 | 25803 | 25822 | 25842 | 25861 | 25880 | 25899 | 25919 | 25938 | 25957 | 25977 |
| 1340 | 25996 | 26015 | 26035 | 26054 | 26073 | 26093 | 26112 | 26131 | 26150 | 26170 |
| 1350 | 26189 | 26208 | 26228 | 26247 | 26266 | 26286 | 26305 | 26324 | 26344 | 26363 |
| 1360 | 26382 | 26401 | 26421 | 26440 | 26459 | 26479 | 26498 | 26517 | 26537 | 26556 |
| 1370 | 26575 | 26595 | 26614 | 26633 | 26652 | 26672 | 26691 | 26710 | 26730 | 26749 |
| 1380 | 26768 | 26788 | 26807 | 26826 | 26846 | 26865 | 26884 | 26903 | 26923 | 26942 |
| 1390 | 26961 | 26981 | 27000 | 27019 | 27039 | 27058 | 27077 | 27097 | 27116 | 27135 |
| 1400 | 27155 | 27174 | 27193 | 27212 | 27232 | 27251 | 27270 | 27290 | 27309 | 27328 |
| 1410 | 27348 | 27367 | 27386 | 27406 | 27425 | 27444 | 27463 | 27483 | 27502 | 27521 |
| 1420 | 27541 | 27560 | 27579 | 27599 | 27618 | 27637 | 27657 | 27676 | 27695 | 27714 |
| 1430 | 27734 | 27753 | 27772 | 27792 | 27811 | 27830 | 27850 | 27869 | 27888 | 27908 |
| 1440 | 27927 | 27946 | 27965 | 27985 | 28004 | 28023 | 28043 | 28062 | 28081 | 28101 |
| 1450 | 28120 | 28139 | 28159 | 28178 | 28197 | 28216 | 28236 | 28255 | 28274 | 28294 |

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadentsac.com.pe

cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

web: www.cadentsac.com.pe

H&H INGENIEROS
CONSULTORES Y EJECUTIVOS S.R.L.
Fray Miguel Maldonado
GÉRENTE GENERAL

| PSI | Kilogramos | | | | | | | | | |
|------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1460 | 28313 | 28332 | 28352 | 28371 | 28390 | 28410 | 28429 | 28448 | 28467 | 28487 |
| 1470 | 28506 | 28525 | 28545 | 28564 | 28583 | 28603 | 28622 | 28641 | 28661 | 28680 |
| 1480 | 28699 | 28718 | 28738 | 28757 | 28776 | 28796 | 28815 | 28834 | 28854 | 28873 |
| 1490 | 28892 | 28912 | 28931 | 28950 | 28969 | 28989 | 29008 | 29027 | 29047 | 29066 |
| 1500 | 29085 | 29105 | 29124 | 29143 | 29163 | 29182 | 29201 | 29220 | 29240 | 29259 |
| 1510 | 29278 | 29298 | 29317 | 29336 | 29356 | 29375 | 29394 | 29414 | 29433 | 29452 |
| 1520 | 29471 | 29491 | 29510 | 29529 | 29549 | 29568 | 29587 | 29607 | 29626 | 29645 |
| 1530 | 29665 | 29684 | 29703 | 29722 | 29742 | 29761 | 29780 | 29800 | 29819 | 29838 |
| 1540 | 29858 | 29877 | 29896 | 29916 | 29935 | 29954 | 29973 | 29993 | 30012 | 30031 |
| 1550 | 30051 | 30070 | 30089 | 30109 | 30128 | 30147 | 30167 | 30186 | 30205 | 30224 |
| 1560 | 30244 | 30263 | 30282 | 30302 | 30321 | 30340 | 30360 | 30379 | 30398 | 30418 |
| 1570 | 30437 | 30456 | 30475 | 30495 | 30514 | 30533 | 30553 | 30572 | 30591 | 30611 |
| 1580 | 30630 | 30649 | 30669 | 30688 | 30707 | 30726 | 30746 | 30765 | 30784 | 30804 |
| 1590 | 30823 | 30842 | 30862 | 30881 | 30900 | 30920 | 30939 | 30958 | 30977 | 30997 |
| 1600 | 31016 | 31035 | 31055 | 31074 | 31093 | 31113 | 31132 | 31151 | 31171 | 31190 |
| 1610 | 31209 | 31228 | 31248 | 31267 | 31286 | 31306 | 31325 | 31344 | 31364 | 31383 |
| 1620 | 31402 | 31422 | 31441 | 31460 | 31479 | 31499 | 31518 | 31537 | 31557 | 31576 |
| 1630 | 31595 | 31615 | 31634 | 31653 | 31673 | 31692 | 31711 | 31730 | 31750 | 31769 |
| 1640 | 31788 | 31808 | 31827 | 31846 | 31866 | 31885 | 31904 | 31924 | 31943 | 31962 |
| 1650 | 31982 | 32001 | 32020 | 32039 | 32059 | 32078 | 32097 | 32117 | 32136 | 32155 |
| 1660 | 32175 | 32194 | 32213 | 32233 | 32252 | 32271 | 32290 | 32310 | 32329 | 32348 |
| 1670 | 32368 | 32387 | 32406 | 32426 | 32445 | 32464 | 32484 | 32503 | 32522 | 32541 |
| 1680 | 32561 | 32580 | 32599 | 32619 | 32638 | 32657 | 32677 | 32696 | 32715 | 32735 |
| 1690 | 32754 | 32773 | 32792 | 32812 | 32831 | 32850 | 32870 | 32889 | 32908 | 32928 |
| 1700 | 32947 | 32966 | 32986 | 33005 | 33024 | 33043 | 33063 | 33082 | 33101 | 33121 |
| 1710 | 33140 | 33159 | 33179 | 33198 | 33217 | 33237 | 33256 | 33275 | 33294 | 33314 |
| 1720 | 33333 | 33352 | 33372 | 33391 | 33410 | 33430 | 33449 | 33468 | 33488 | 33507 |
| 1730 | 33526 | 33545 | 33565 | 33584 | 33603 | 33623 | 33642 | 33661 | 33681 | 33700 |
| 1740 | 33719 | 33739 | 33758 | 33777 | 33796 | 33816 | 33835 | 33854 | 33874 | 33893 |
| 1750 | 33912 | 33932 | 33951 | 33970 | 33990 | 34009 | 34028 | 34047 | 34067 | 34086 |
| 1760 | 34105 | 34125 | 34144 | 34163 | 34183 | 34202 | 34221 | 34241 | 34260 | 34279 |
| 1770 | 34298 | 34318 | 34337 | 34356 | 34376 | 34395 | 34414 | 34434 | 34453 | 34472 |
| 1780 | 34492 | 34511 | 34530 | 34549 | 34569 | 34588 | 34607 | 34627 | 34646 | 34665 |
| 1790 | 34685 | 34704 | 34723 | 34743 | 34762 | 34781 | 34800 | 34820 | 34839 | 34858 |
| 1800 | 34878 | 34897 | 34916 | 34936 | 34955 | 34974 | 34994 | 35013 | 35032 | 35051 |
| 1810 | 35071 | 35090 | 35109 | 35129 | 35148 | 35167 | 35187 | 35206 | 35225 | 35245 |
| 1820 | 35264 | 35283 | 35302 | 35322 | 35341 | 35360 | 35380 | 35399 | 35418 | 35438 |
| 1830 | 35457 | 35476 | 35496 | 35515 | 35534 | 35553 | 35573 | 35592 | 35611 | 35631 |
| 1840 | 35650 | 35669 | 35689 | 35708 | 35727 | 35747 | 35766 | 35785 | 35804 | 35824 |
| 1850 | 35843 | 35862 | 35882 | 35901 | 35920 | 35940 | 35959 | 35978 | 35998 | 36017 |
| 1860 | 36036 | 36055 | 36075 | 36094 | 36113 | 36133 | 36152 | 36171 | 36191 | 36210 |
| 1870 | 36229 | 36249 | 36268 | 36287 | 36306 | 36326 | 36345 | 36364 | 36384 | 36403 |
| 1880 | 36422 | 36442 | 36461 | 36480 | 36500 | 36519 | 36538 | 36557 | 36577 | 36596 |
| 1890 | 36615 | 36635 | 36654 | 36673 | 36693 | 36712 | 36731 | 36751 | 36770 | 36789 |
| 1900 | 36809 | 36828 | 36847 | 36866 | 36886 | 36905 | 36924 | 36944 | 36963 | 36982 |
| 1910 | 37002 | 37021 | 37040 | 37060 | 37079 | 37098 | 37117 | 37137 | 37156 | 37175 |
| 1920 | 37195 | 37214 | 37233 | 37253 | 37272 | 37291 | 37311 | 37330 | 37349 | 37368 |
| 1930 | 37388 | 37407 | 37426 | 37446 | 37465 | 37484 | 37504 | 37523 | 37542 | 37562 |
| 1940 | 37581 | 37600 | 37619 | 37639 | 37658 | 37677 | 37697 | 37716 | 37735 | 37755 |
| 1950 | 37774 | 37793 | 37813 | 37832 | 37851 | 37870 | 37890 | 37909 | 37928 | 37948 |
| 1960 | 37967 | 37986 | 38006 | 38025 | 38044 | 38064 | 38083 | 38102 | 38121 | 38141 |
| 1970 | 38160 | 38179 | 38199 | 38218 | 38237 | 38257 | 38276 | 38295 | 38315 | 38334 |
| 1980 | 38353 | 38372 | 38392 | 38411 | 38430 | 38450 | 38469 | 38488 | 38508 | 38527 |

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadentsac.com.pe

cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

web: www.cadentsac.com.pe

H&H INGENIEROS
CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.
Fray Miguel Maldonado Huaranca
GERENTE GENERAL

| PSI | Kilogramos | | | | | | | | | |
|------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1990 | 38546 | 38566 | 38585 | 38604 | 38623 | 38643 | 38662 | 38681 | 38701 | 38720 |
| 2000 | 38739 | 38759 | 38778 | 38797 | 38817 | 38836 | 38855 | 38874 | 38894 | 38913 |
| 2010 | 38932 | 38952 | 38971 | 38990 | 39010 | 39029 | 39048 | 39068 | 39087 | 39106 |
| 2020 | 39125 | 39145 | 39164 | 39183 | 39203 | 39222 | 39241 | 39261 | 39280 | 39299 |
| 2030 | 39319 | 39338 | 39357 | 39376 | 39396 | 39415 | 39434 | 39454 | 39473 | 39492 |
| 2040 | 39512 | 39531 | 39550 | 39570 | 39589 | 39608 | 39627 | 39647 | 39666 | 39685 |
| 2050 | 39705 | 39724 | 39743 | 39763 | 39782 | 39801 | 39821 | 39840 | 39859 | 39878 |
| 2060 | 39898 | 39917 | 39936 | 39956 | 39975 | 39994 | 40014 | 40033 | 40052 | 40072 |
| 2070 | 40091 | 40110 | 40129 | 40149 | 40168 | 40187 | 40207 | 40226 | 40245 | 40265 |
| 2080 | 40284 | 40303 | 40323 | 40342 | 40361 | 40380 | 40400 | 40419 | 40438 | 40458 |
| 2090 | 40477 | 40496 | 40516 | 40535 | 40554 | 40574 | 40593 | 40612 | 40631 | 40651 |
| 2100 | 40670 | 40689 | 40709 | 40728 | 40747 | 40767 | 40786 | 40805 | 40825 | 40844 |
| 2110 | 40863 | 40882 | 40902 | 40921 | 40940 | 40960 | 40979 | 40998 | 41018 | 41037 |
| 2120 | 41056 | 41076 | 41095 | 41114 | 41133 | 41153 | 41172 | 41191 | 41211 | 41230 |
| 2130 | 41249 | 41269 | 41288 | 41307 | 41327 | 41346 | 41365 | 41384 | 41404 | 41423 |
| 2140 | 41442 | 41462 | 41481 | 41500 | 41520 | 41539 | 41558 | 41578 | 41597 | 41616 |
| 2150 | 41636 | 41655 | 41674 | 41693 | 41713 | 41732 | 41751 | 41771 | 41790 | 41809 |
| 2160 | 41829 | 41848 | 41867 | 41887 | 41906 | 41925 | 41944 | 41964 | 41983 | 42002 |
| 2170 | 42022 | 42041 | 42060 | 42080 | 42099 | 42118 | 42138 | 42157 | 42176 | 42195 |
| 2180 | 42215 | 42234 | 42253 | 42273 | 42292 | 42311 | 42331 | 42350 | 42369 | 42389 |
| 2190 | 42408 | 42427 | 42446 | 42466 | 42485 | 42504 | 42524 | 42543 | 42562 | 42582 |
| 2200 | 42601 | 42620 | 42640 | 42659 | 42678 | 42697 | 42717 | 42736 | 42755 | 42775 |
| 2210 | 42794 | 42813 | 42833 | 42852 | 42871 | 42891 | 42910 | 42929 | 42948 | 42968 |
| 2220 | 42987 | 43006 | 43026 | 43045 | 43064 | 43084 | 43103 | 43122 | 43142 | 43161 |
| 2230 | 43180 | 43199 | 43219 | 43238 | 43257 | 43277 | 43296 | 43315 | 43335 | 43354 |
| 2240 | 43373 | 43393 | 43412 | 43431 | 43450 | 43470 | 43489 | 43508 | 43528 | 43547 |
| 2250 | 43566 | 43586 | 43605 | 43624 | 43644 | 43663 | 43682 | 43701 | 43721 | 43740 |
| 2260 | 43759 | 43779 | 43798 | 43817 | 43837 | 43856 | 43875 | 43895 | 43914 | 43933 |
| 2270 | 43952 | 43972 | 43991 | 44010 | 44030 | 44049 | 44068 | 44088 | 44107 | 44126 |
| 2280 | 44146 | 44165 | 44184 | 44203 | 44223 | 44242 | 44261 | 44281 | 44300 | 44319 |
| 2290 | 44339 | 44358 | 44377 | 44397 | 44416 | 44435 | 44454 | 44474 | 44493 | 44512 |
| 2300 | 44532 | 44551 | 44570 | 44590 | 44609 | 44628 | 44648 | 44667 | 44686 | 44705 |
| 2310 | 44725 | 44744 | 44763 | 44783 | 44802 | 44821 | 44841 | 44860 | 44879 | 44899 |
| 2320 | 44918 | 44937 | 44956 | 44976 | 44995 | 45014 | 45034 | 45053 | 45072 | 45092 |
| 2330 | 45111 | 45130 | 45150 | 45169 | 45188 | 45207 | 45227 | 45246 | 45265 | 45285 |
| 2340 | 45304 | 45323 | 45343 | 45362 | 45381 | 45401 | 45420 | 45439 | 45458 | 45478 |
| 2350 | 45497 | 45516 | 45536 | 45555 | 45574 | 45594 | 45613 | 45632 | 45652 | 45671 |
| 2360 | 45690 | 45709 | 45729 | 45748 | 45767 | 45787 | 45806 | 45825 | 45845 | 45864 |
| 2370 | 45883 | 45903 | 45922 | 45941 | 45960 | 45980 | 45999 | 46018 | 46038 | 46057 |
| 2380 | 46076 | 46096 | 46115 | 46134 | 46154 | 46173 | 46192 | 46211 | 46231 | 46250 |
| 2390 | 46269 | 46289 | 46308 | 46327 | 46347 | 46366 | 46385 | 46405 | 46424 | 46443 |
| 2400 | 46463 | 46482 | 46501 | 46520 | 46540 | 46559 | 46578 | 46598 | 46617 | 46636 |
| 2410 | 46656 | 46675 | 46694 | 46714 | 46733 | 46752 | 46771 | 46791 | 46810 | 46829 |
| 2420 | 46849 | 46868 | 46887 | 46907 | 46926 | 46945 | 46965 | 46984 | 47003 | 47022 |
| 2430 | 47042 | 47061 | 47080 | 47100 | 47119 | 47138 | 47158 | 47177 | 47196 | 47216 |
| 2440 | 47235 | 47254 | 47273 | 47293 | 47312 | 47331 | 47351 | 47370 | 47389 | 47409 |
| 2450 | 47428 | 47447 | 47467 | 47486 | 47505 | 47524 | 47544 | 47563 | 47582 | 47602 |
| 2460 | 47621 | 47640 | 47660 | 47679 | 47698 | 47718 | 47737 | 47756 | 47775 | 47795 |
| 2470 | 47814 | 47833 | 47853 | 47872 | 47891 | 47911 | 47930 | 47949 | 47969 | 47988 |
| 2480 | 48007 | 48026 | 48046 | 48065 | 48084 | 48104 | 48123 | 48142 | 48162 | 48181 |
| 2490 | 48200 | 48220 | 48239 | 48258 | 48277 | 48297 | 48316 | 48335 | 48355 | 48374 |
| 2500 | 48393 | 48413 | 48432 | 48451 | 48471 | 48490 | 48509 | 48528 | 48548 | 48567 |
| 2510 | 48586 | 48606 | 48625 | 48644 | 48664 | 48683 | 48702 | 48722 | 48741 | 48760 |

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadentsac.com.pe

cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

web: www.cadentsac.com.pe



**H&H ING-
CONSULTORES Y**
Fray Miguel Maldonado
GÉRENTE GENERAL

| PSI | Kilogramos | | | | | | | | | |
|------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 2520 | 48779 | 48799 | 48818 | 48837 | 48857 | 48876 | 48895 | 48915 | 48934 | 48953 |
| 2530 | 48973 | 48992 | 49011 | 49030 | 49050 | 49069 | 49088 | 49108 | 49127 | 49146 |
| 2540 | 49166 | 49185 | 49204 | 49224 | 49243 | 49262 | 49281 | 49301 | 49320 | 49339 |
| 2550 | 49359 | 49378 | 49397 | 49417 | 49436 | 49455 | 49475 | 49494 | 49513 | 49532 |
| 2560 | 49552 | 49571 | 49590 | 49610 | 49629 | 49648 | 49668 | 49687 | 49706 | 49726 |
| 2570 | 49745 | 49764 | 49783 | 49803 | 49822 | 49841 | 49861 | 49880 | 49899 | 49919 |
| 2580 | 49938 | 49957 | 49977 | 49996 | 50015 | 50034 | 50054 | 50073 | 50092 | 50112 |
| 2590 | 50131 | 50150 | 50170 | 50189 | 50208 | 50228 | 50247 | 50266 | 50285 | 50305 |
| 2600 | 50324 | 50343 | 50363 | 50382 | 50401 | 50421 | 50440 | 50459 | 50479 | 50498 |
| 2610 | 50517 | 50536 | 50556 | 50575 | 50594 | 50614 | 50633 | 50652 | 50672 | 50691 |
| 2620 | 50710 | 50730 | 50749 | 50768 | 50787 | 50807 | 50826 | 50845 | 50865 | 50884 |
| 2630 | 50903 | 50923 | 50942 | 50961 | 50981 | 51000 | 51019 | 51038 | 51058 | 51077 |
| 2640 | 51096 | 51116 | 51135 | 51154 | 51174 | 51193 | 51212 | 51232 | 51251 | 51270 |
| 2650 | 51290 | 51309 | 51328 | 51347 | 51367 | 51386 | 51405 | 51425 | 51444 | 51463 |
| 2660 | 51483 | 51502 | 51521 | 51541 | 51560 | 51579 | 51598 | 51618 | 51637 | 51656 |
| 2670 | 51676 | 51695 | 51714 | 51734 | 51753 | 51772 | 51792 | 51811 | 51830 | 51849 |
| 2680 | 51869 | 51888 | 51907 | 51927 | 51946 | 51965 | 51985 | 52004 | 52023 | 52043 |
| 2690 | 52062 | 52081 | 52100 | 52120 | 52139 | 52158 | 52178 | 52197 | 52216 | 52236 |
| 2700 | 52255 | 52274 | 52294 | 52313 | 52332 | 52351 | 52371 | 52390 | 52409 | 52429 |
| 2710 | 52448 | 52467 | 52487 | 52506 | 52525 | 52545 | 52564 | 52583 | 52602 | 52622 |
| 2720 | 52641 | 52660 | 52680 | 52699 | 52718 | 52738 | 52757 | 52776 | 52796 | 52815 |
| 2730 | 52834 | 52853 | 52873 | 52892 | 52911 | 52931 | 52950 | 52969 | 52989 | 53008 |
| 2740 | 53027 | 53047 | 53066 | 53085 | 53104 | 53124 | 53143 | 53162 | 53182 | 53201 |
| 2750 | 53220 | 53240 | 53259 | 53278 | 53298 | 53317 | 53336 | 53355 | 53375 | 53394 |
| 2760 | 53413 | 53433 | 53452 | 53471 | 53491 | 53510 | 53529 | 53549 | 53568 | 53587 |
| 2770 | 53606 | 53626 | 53645 | 53664 | 53684 | 53703 | 53722 | 53742 | 53761 | 53780 |
| 2780 | 53800 | 53819 | 53838 | 53857 | 53877 | 53896 | 53915 | 53935 | 53954 | 53973 |
| 2790 | 53993 | 54012 | 54031 | 54051 | 54070 | 54089 | 54108 | 54128 | 54147 | 54166 |
| 2800 | 54186 | 54205 | 54224 | 54244 | 54263 | 54282 | 54302 | 54321 | 54340 | 54359 |
| 2810 | 54379 | 54398 | 54417 | 54437 | 54456 | 54475 | 54495 | 54514 | 54533 | 54553 |
| 2820 | 54572 | 54591 | 54610 | 54630 | 54649 | 54668 | 54688 | 54707 | 54726 | 54746 |
| 2830 | 54765 | 54784 | 54804 | 54823 | 54842 | 54861 | 54881 | 54900 | 54919 | 54939 |
| 2840 | 54958 | 54977 | 54997 | 55016 | 55035 | 55055 | 55074 | 55093 | 55112 | 55132 |
| 2850 | 55151 | 55170 | 55190 | 55209 | 55228 | 55248 | 55267 | 55286 | 55306 | 55325 |
| 2860 | 55344 | 55363 | 55383 | 55402 | 55421 | 55441 | 55460 | 55479 | 55499 | 55518 |
| 2870 | 55537 | 55557 | 55576 | 55595 | 55614 | 55634 | 55653 | 55672 | 55692 | 55711 |
| 2880 | 55730 | 55750 | 55769 | 55788 | 55808 | 55827 | 55846 | 55865 | 55885 | 55904 |
| 2890 | 55923 | 55943 | 55962 | 55981 | 56001 | 56020 | 56039 | 56059 | 56078 | 56097 |
| 2900 | 56117 | 56136 | 56155 | 56174 | 56194 | 56213 | 56232 | 56252 | 56271 | 56290 |
| 2910 | 56310 | 56329 | 56348 | 56368 | 56387 | 56406 | 56425 | 56445 | 56464 | 56483 |
| 2920 | 56503 | 56522 | 56541 | 56561 | 56580 | 56599 | 56619 | 56638 | 56657 | 56676 |
| 2930 | 56696 | 56715 | 56734 | 56754 | 56773 | 56792 | 56812 | 56831 | 56850 | 56870 |
| 2940 | 56889 | 56908 | 56927 | 56947 | 56966 | 56985 | 57005 | 57024 | 57043 | 57063 |
| 2950 | 57082 | 57101 | 57121 | 57140 | 57159 | 57178 | 57198 | 57217 | 57236 | 57256 |
| 2960 | 57275 | 57294 | 57314 | 57333 | 57352 | 57372 | 57391 | 57410 | 57429 | 57449 |
| 2970 | 57468 | 57487 | 57507 | 57526 | 57545 | 57565 | 57584 | 57603 | 57623 | 57642 |
| 2980 | 57661 | 57680 | 57700 | 57719 | 57738 | 57758 | 57777 | 57796 | 57816 | 57835 |
| 2990 | 57854 | 57874 | 57893 | 57912 | 57931 | 57951 | 57970 | 57989 | 58009 | 58028 |
| 3000 | 58047 | 58067 | 58086 | 58105 | 58125 | 58144 | 58163 | 58182 | 58202 | 58221 |
| 3010 | 58240 | 58260 | 58279 | 58298 | 58318 | 58337 | 58356 | 58376 | 58395 | 58414 |
| 3020 | 58433 | 58453 | 58472 | 58491 | 58511 | 58530 | 58549 | 58569 | 58588 | 58607 |
| 3030 | 58627 | 58646 | 58665 | 58684 | 58704 | 58723 | 58742 | 58762 | 58781 | 58800 |
| 3040 | 58820 | 58839 | 58858 | 58878 | 58897 | 58916 | 58935 | 58955 | 58974 | 58993 |

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadentsac.com.pe

cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

web: www.cadentsac.com.pe



H&H INGENIERIA
CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.
Fray Miguel Maldonado Huaran
GERENTE GENERAL

| PSI | Kilogramos | | | | | | | | | |
|------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 3050 | 59013 | 59032 | 59051 | 59071 | 59090 | 59109 | 59129 | 59148 | 59167 | 59186 |
| 3060 | 59206 | 59225 | 59244 | 59264 | 59283 | 59302 | 59322 | 59341 | 59360 | 59380 |
| 3070 | 59399 | 59418 | 59437 | 59457 | 59476 | 59495 | 59515 | 59534 | 59553 | 59573 |
| 3080 | 59592 | 59611 | 59631 | 59650 | 59669 | 59688 | 59708 | 59727 | 59746 | 59766 |
| 3090 | 59785 | 59804 | 59824 | 59843 | 59862 | 59882 | 59901 | 59920 | 59939 | 59959 |
| 3100 | 59978 | 59997 | 60017 | 60036 | 60055 | 60075 | 60094 | 60113 | 60133 | 60152 |



H&H INGENIEROS
CONSULTORES Y EJECUCIONES S.R.L.
Fray Miguel Maldonado Huaranca
GERENTE GENERAL

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

Anexo 18: Informe de calibración de equipos – Máquina de ensayos CBR manual



Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-23312-001 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Page / Pág. 1 de 6

| | | |
|---|---|--|
| Equipo <i>Instrument</i> | MÁQUINA DE ENSAYOS CBR MANUAL | <p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p> |
| Fabricante <i>Manufacturer</i> | PINZUAR | |
| Modelo <i>Model</i> | PS-9 | |
| Número de Serie <i>Serial Number</i> | PE-1001 | |
| Identificación Interna <i>Internal Identification</i> | NO INDICA | |
| Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i> | 774 Unidad Dial | |
| Solicitante <i>Customer</i> | HK CONSTRUCTORES EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA | |
| Dirección <i>Address</i> | JR.LAS AZUCENAS NRO. S/N ASC. SANTA ROSA(1 CDR. CLINAC. SAN BORJA C4P PORTON PLOM) APURIMAC- ABANCAIY- ABANCAIY | |
| Ciudad <i>City</i> | ABANCAIY | |
| Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i> | 2021 - 04 - 27 | |
| Fecha de Emisión <i>Date of issue</i> | 2021 - 05 - 12 | |
| Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i> | 06 | |

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Métrólogo Laboratorio de Metrología



DATOS TÉCNICOS

| Máquina de Ensayo Bajo Calibración | | Instrumento(s) de Referencia | |
|------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Clase | 2,0 | Instrumento | Transductor de Fuerza de 50 kN |
| Dirección de Carga | Compresión | Modelo | 14711 |
| Tipo de Indicación | Analógica | Clase | 0.0 |
| División de Escala | 1 Unidad Dial | Número de Serie | 620 |
| Resolución | 1 Unidad Dial | Certificado de Calibración | 4277 del INM |
| Intervalo de Medición Calibrado | Del 10 % al 100 % de la carga máxima. | Próxima Calibración | 2021-12-11 |
| Límite Inferior de la Escala | 50 Unidad Dial | | |

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.

Indicaciones como se recibió y se entregó la máquina después de ajuste

| Indicación del IBC | Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie | | | | | | Promedio $S_{1,2 y 3}$ kN |
|--------------------|--|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|-----|---------------------------|
| | S_1 Ascendente kN | S_2 Ascendente kN | S_2' No Aplica --- | S_3 Ascendente kN | S_4 No Aplica --- | | |
| 10 | 77 | 4,610 0 | 4,610 0 | --- | 4,561 8 | --- | 4,593 9 |
| 20 | 155 | 9,119 3 | 9,109 2 | --- | 9,113 2 | --- | 9,113 9 |
| 30 | 232 | 13,658 | 13,656 | --- | 13,658 | --- | 13,657 |
| 40 | 310 | 18,257 | 18,259 | --- | 18,257 | --- | 18,258 |
| 50 | 387 | 22,808 | 22,816 | --- | 22,812 | --- | 22,812 |
| 60 | 464 | 27,222 | 27,263 | --- | 27,242 | --- | 27,242 |
| 70 | 542 | 31,757 | 31,765 | --- | 31,437 | --- | 31,653 |
| 80 | 619 | 36,379 | 36,377 | --- | 36,379 | --- | 36,379 |
| 90 | 697 | 40,781 | 40,797 | --- | 40,787 | --- | 40,789 |
| 100 | 774 | 45,142 | 45,150 | --- | 45,146 | --- | 45,146 |

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continúa...
Tabla 2.

 Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

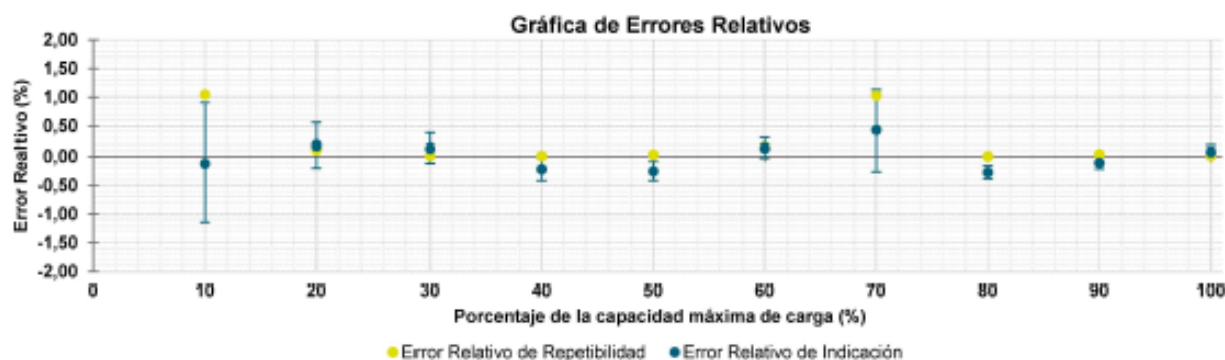
| $f_{0,S1}$ % | $f_{0,S2}$ % | $f_{0,S2'}$ % | $f_{0,S3}$ % | $f_{0,S4}$ % |
|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|
| 0,000 | 0,000 | ---- | 0,000 | ---- |

Tabla 3.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

| Indicación Ajustada del IBC (*) | Errores Relativos | | | Resolución Relativa | Incertidumbre Expandida | | $k_{p=95\%}$ | |
|------------------------------------|-------------------|---------------|----------------|------------------------|----------------------------|---------|--------------|------|
| | Indicación | Repetibilidad | Reversibilidad | | U | | | |
| | q % | b % | v % | | a % | kN % | | |
| 10 | 4,588 5 | -0,1 | 1,0 | ---- | 1,27 | 0,047 | 1,0 | 2,01 |
| 20 | 9,130 4 | 0,18 | 0,11 | ---- | 0,64 | 0,035 | 0,38 | 2,01 |
| 30 | 13,675 | 0,13 | 0,01 | ---- | 0,43 | 0,035 | 0,26 | 2,01 |
| 40 | 18,218 | -0,22 | 0,01 | ---- | 0,32 | 0,036 | 0,20 | 2,01 |
| 50 | 22,755 | -0,25 | 0,04 | ---- | 0,26 | 0,037 | 0,16 | 2,01 |
| 60 | 27,280 | 0,14 | 0,15 | ---- | 0,21 | 0,044 | 0,16 | 2,01 |
| 70 | 31,791 | 0,43 | 1,03 | ---- | 0,18 | 0,22 | 0,70 | 2,01 |
| 80 | 36,281 | -0,27 | 0,01 | ---- | 0,16 | 0,040 | 0,11 | 2,01 |
| 90 | 40,746 | -0,11 | 0,04 | ---- | 0,14 | 0,043 | 0,11 | 2,01 |
| 100 | 45,182 | 0,079 | 0,018 | ---- | 0,13 | 0,044 | 0,097 | 2,01 |

(*) Se utilizó la función de regresión polinomial mostrada en la página 4 de este certificado para convertir el valor de unidades del dial a unidades de fuerza.


CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue LABORATORIO de la empresa HK CONSTRUCTORES EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA ubicada en ABANCA Y. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

 Temperatura Ambiente Máxima: 17,2 °C
 Humedad Relativa Máxima: 59 % HR

 Temperatura Ambiente Mínima: 16,8 °C
 Humedad Relativa Mínima: 58 % HR

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

 Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R^2 , el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

| A_0 | A_1 | A_2 | A_3 | --- | R^2 |
|--------------|--------------|--------------|---------------|-----|-----------|
| 5,41000 E-02 | 5,85200 E-02 | 1,00388 E-06 | -1,65099 E-09 | | 1,000 E00 |

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$
Tabla 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada

| Indicación Unidad | 0 | 8 | 15 | 23 | 31 |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 77 | 4,588 8 | 5,042 8 | 5,498 8 | 5,950 9 | 6,405 0 |
| 116 | 6,859 2 | 7,313 5 | 7,767 8 | 8,222 1 | 8,676 5 |
| 155 | 9,130 9 | 9,585 4 | 10,040 | 10,494 | 10,949 |
| 194 | 11,403 | 11,858 | 12,312 | 12,767 | 13,221 |
| 232 | 13,676 | 14,130 | 14,585 | 15,039 | 15,494 |
| 271 | 15,948 | 16,402 | 16,857 | 17,311 | 17,765 |
| 310 | 18,219 | 18,673 | 19,127 | 19,581 | 20,035 |
| 348 | 20,489 | 20,942 | 21,396 | 21,849 | 22,303 |
| 387 | 22,756 | 23,209 | 23,662 | 24,115 | 24,568 |
| 426 | 25,021 | 25,473 | 25,926 | 26,378 | 26,830 |
| 464 | 27,282 | 27,734 | 28,185 | 28,637 | 29,088 |
| 503 | 29,539 | 29,990 | 30,441 | 30,892 | 31,342 |
| 542 | 31,792 | 32,242 | 32,692 | 33,142 | 33,591 |
| 581 | 34,040 | 34,489 | 34,938 | 35,386 | 35,835 |
| 619 | 36,283 | 36,730 | 37,178 | 37,625 | 38,072 |
| 658 | 38,519 | 38,965 | 39,411 | 39,857 | 40,303 |
| 697 | 40,748 | 41,193 | 41,638 | 42,082 | 42,526 |
| 735 | 42,970 | 43,414 | 43,857 | 44,300 | 44,742 |
| 774 | 45,184 | | | | |

Tabla 6.

Valores Residuales

| Indicación del IBC Unidad Dial | Promedio S1, 2 y 3 kN (*) | Por Interpolación kN (*) | Residuales kN (*) |
|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| 77 | 4,593 9 | 4,588 8 | 0 |
| 155 | 9,113 9 | 9,130 9 | 0 |
| 232 | 13,657 | 13,676 | 0 |
| 310 | 18,258 | 18,219 | 0 |
| 387 | 22,812 | 22,756 | 0 |
| 464 | 27,242 | 27,282 | 0 |
| 542 | 31,653 | 31,792 | 0 |
| 619 | 36,379 | 36,283 | 0 |
| 697 | 40,789 | 40,748 | 0 |
| 774 | 45,146 | 45,184 | 0 |



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

La Tabla 7 y Tabla 8 de este Certificado de Calibración se generan debido a que las unidades de la indicación del equipo bajo Calibración no coinciden con los Newton que son las unidades definidas en el Sistema Internacional de Unidades para la magnitud derivada fuerza. Los valores aquí presentados corresponden a la multiplicación de los resultados plasmados en la Tabla 1 y Tabla 3 de este Certificado de Calibración por el factor de conversión correspondiente. Cabe aclarar que los resultados mostrados como valores relativos no se modifican al realizar la conversión de unidades.

El factor de conversión utilizado para los cálculos fue: kgf a N = 9,806 65, tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guide for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

Tabla 7.

Indicaciones obtenidas durante la Calibración para cada valor de carga aplicado en kgf

| Indicación del IBC | Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie | | | | | | |
|--------------------|--|-------------------|------------------|-------------------|------------------|---------------------------|---------|
| | S_1 | S_2 | S_2' | S_3 | S_4 | Promedio $S_{1,2 y 3}$ | |
| | Ascendente kgf | Ascendente kgf | No Aplica --- | Ascendente kgf | No Aplica --- | | |
| % | kgf | kgf | kgf | kgf | kgf | kgf | |
| 10 | 467,90 | 470,09 | 470,09 | --- | 465,18 | --- | 468,45 |
| 20 | 931,04 | 929,90 | 928,88 | --- | 929,29 | --- | 929,36 |
| 30 | 1 394,5 | 1 392,7 | 1 392,5 | --- | 1 392,7 | --- | 1 392,6 |
| 40 | 1 857,7 | 1 861,7 | 1 861,9 | --- | 1 861,7 | --- | 1 861,8 |
| 50 | 2 320,3 | 2 325,8 | 2 326,6 | --- | 2 326,2 | --- | 2 326,2 |
| 60 | 2 781,8 | 2 775,9 | 2 780,0 | --- | 2 778,0 | --- | 2 778,0 |
| 70 | 3 241,7 | 3 238,3 | 3 239,1 | --- | 3 205,7 | --- | 3 227,7 |
| 80 | 3 699,6 | 3 709,6 | 3 709,4 | --- | 3 709,6 | --- | 3 709,6 |
| 90 | 4 154,9 | 4 158,5 | 4 160,2 | --- | 4 159,2 | --- | 4 159,3 |
| 100 | 4 607,3 | 4 603,2 | 4 604,0 | --- | 4 603,6 | --- | 4 603,6 |

Tabla 8.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

| Indicación Ajustada del IBC | Errores Relativos | | | | Resolución Relativa | Incertidumbre Expandida | | $k_{p=95\%}$ |
|-----------------------------|-------------------|---------------|----------------|-----|---------------------|-------------------------|-------|--------------|
| | Indicación | Repetibilidad | Reversibilidad | a | | U | | |
| | q | b | v | | | kgf | % | |
| % | kgf | % | % | % | kgf | % | --- | |
| 10 | 467,90 | -0,1 | 1,048 | --- | 1,27 | 4,8 | 1,0 | 2,01 |
| 20 | 931,04 | 0,18 | 0,110 | --- | 0,64 | 3,6 | 0,38 | 2,01 |
| 30 | 1 394,5 | 0,13 | 0,015 | --- | 0,43 | 3,6 | 0,26 | 2,01 |
| 40 | 1 857,7 | -0,22 | 0,011 | --- | 0,32 | 3,6 | 0,20 | 2,01 |
| 50 | 2 320,3 | -0,25 | 0,035 | --- | 0,26 | 3,8 | 0,16 | 2,01 |
| 60 | 2 781,8 | 0,14 | 0,147 | --- | 0,21 | 4,5 | 0,16 | 2,01 |
| 70 | 3 241,7 | 0,43 | 1,034 | --- | 0,18 | 23 | 0,70 | 2,01 |
| 80 | 3 699,6 | -0,27 | 0,006 | --- | 0,16 | 4,1 | 0,11 | 2,01 |
| 90 | 4 154,9 | -0,11 | 0,039 | --- | 0,14 | 4,4 | 0,11 | 2,01 |
| 100 | 4 607,3 | 0,079 | 0,018 | --- | 0,13 | 4,5 | 0,097 | 2,01 |

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.3), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k = 2,013$ y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

**CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO**

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza

| Clase de la escala de la máquina | Indicación | Repetibilidad | Reversibilidad* | Cero | Resolución relativa |
|----------------------------------|------------|---------------|-----------------|------|---------------------|
| 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,75 | 0,05 | 0,25 |
| 1 | 1 | 1 | 1,5 | 0,1 | 0,5 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 0,2 | 1 |
| 3 | 3 | 3 | 4,5 | 0,3 | 1,5 |

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. NTC-ISO 7500-1:2007
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-23312-001

Fin del Certificado

Anexo 19: informe de calibración de equipo – Instrumento de pesaje no automático



Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-23312-003 R0
Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory
Page / Pág 1 de 4

| | | |
|---|--|---|
| Equipo <i>Instrument</i> | INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO | <p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p> |
| Fabricante <i>Manufacturer</i> | OHAUS | |
| Modelo <i>Model</i> | R31P3 | |
| Número de Serie <i>Serial Number</i> | 8335510092 | |
| Identificación Interna <i>Internal Identification</i> | NO INDICA | |
| Carga Máxima <i>Maximum load</i> | 3000 g | |
| Solicitante <i>Customer</i> | HK CONSTRUCTORES EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA | |
| Dirección <i>Address</i> | JR.LAS AZUCENAS NRO. S/N ASC. SANTA ROSA(1 CDR. CLINAC. SAN BORJA C4P PORTON PLOM) | |
| Ciudad <i>City</i> | APURIMAC- ABANCAY- ABANCAY | |
| Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i> | 2021 - 04 - 27 | |
| Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i> | 2021 - 05 - 10 | |
| Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i> | 04 | |

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el Informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología



DATOS TÉCNICOS

| | |
|-----------------------------------|---|
| Método Empleado | Comparación Directa |
| Número de Serie | 8335510092 |
| Identificación Interna | NO INDICA |
| Resolución | 0,1 g |
| Intervalo Calibrado | 1 g a 3000 g |
| Instrumentos de Referencia | Pesas cilíndricas y tipo láminas |
| Clase de exactitud | F1 / F1 |
| Certificado No. | M-4689 Unión Metrológica / M-20632-001 PINZUAR / CAP-938-20 WR Laboratorios |

| | |
|--------------------------------|--|
| Documento de Referencia | Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático. |
|--------------------------------|--|

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados del ensayo de exactitud

| Carga g | Indicación Ascendente g | Indicación Descendente g | Error Ascendente g | Error Descendente g | Incertidumbre Expandida ±g | k ¹ , p=95,45% |
|------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| 1,000 | 1,0 | 1,0 | 0,000 | 0,000 | 0,082 | 2,01 |
| 10,000 | 10,0 | 10,0 | 0,000 | 0,000 | 0,082 | 2,01 |
| 50,000 | 50,0 | 50,0 | 0,000 | 0,000 | 0,082 | 2,01 |
| 100,000 | 100,0 | 100,0 | 0,000 | 0,000 | 0,082 | 2,01 |
| 500,000 | 500,0 | 500,0 | 0,000 | 0,000 | 0,087 | 2,01 |
| 1 000,00 | 1 000,0 | 1 000,0 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 2,00 |
| 1 500,00 | 1 500,0 | 1 500,0 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 2,00 |
| 2 000,00 | 2 000,0 | 1 999,9 | 0,00 | -0,10 | 0,14 | 2,01 |
| 2 500,00 | 2 500,0 | 2 499,9 | 0,00 | -0,10 | 0,17 | 2,01 |
| 3 000,00 | 2 999,9 | 2 999,9 | -0,10 | -0,10 | 0,19 | 2,01 |

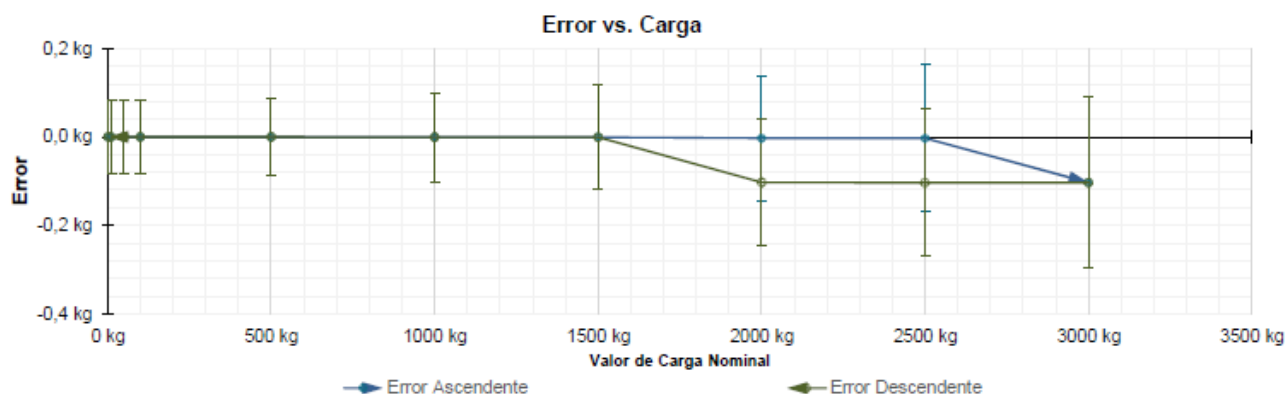


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

¹ Factor de cobertura

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

| Valor Nominal de la Carga 1000 g | | |
|---|----------------------------|-------------------------------|
| Posición | Indicación del Instrumento | Diferencia Respecto al Centro |
| ---- | g | g |
| 1 | 1 000,1 | ----- |
| 2 | 1 000,1 | 0,0 |
| 3 | 1 000,1 | 0,0 |
| 4 | 1 000,0 | - 0,1 |
| 5 | 1 000,0 | - 0,1 |
| Diferencia máxima respecto al centro | | 0,1 |

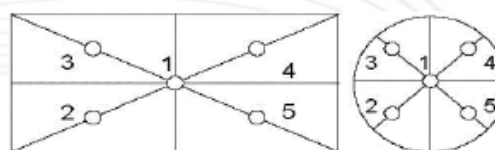


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

| Cantidad de Repeticiones | Valor Nominal de las Cargas | |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | 1500 g | 3000 g |
| | Indicación del Instrumento | Indicación del Instrumento |
| 1 | 1 500,0 | 3 000,0 |
| 2 | 1 500,0 | 3 000,0 |
| 3 | 1 500,0 | 3 000,0 |
| 4 | 1 500,0 | 3 000,0 |
| 5 | 1 500,0 | 3 000,0 |
| 6 | 1 500,0 | 3 000,0 |
| 7 | 1 500,0 | 3 000,0 |
| 8 | 1 500,0 | 3 000,0 |
| 9 | 1 500,0 | 3 000,0 |
| 10 | 1 500,0 | 3 000,0 |
| Desviación Estándar | 0,000 g | 0,000 g |

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue LABORATORIO, HK CONSTRUCTORES EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA.; ABANCAY. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

| | | | |
|------------------------------------|-----------|------------------------------------|-----------|
| Temperatura Máxima: | 19,0 °C | Temperatura Mínima: | 18,5 °C |
| Humedad Máxima: | 53 % HR | Humedad Mínima: | 52 % HR |
| Presión Barométrica Máxima: | 997,0 hPa | Presión Barométrica Mínima: | 994,0 hPa |

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R , y también obtener su incertidumbre expandida U_R .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = -9,42 \text{ E-}06 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 1,67 \text{ E-}03 + 1,01 \text{ E-}08 R^2$$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor $k = 2$, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-23312-003**

 Fin del Certificado

Anexo 20: informe de calibración de equipos – Horno Eléctrico



Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

T-23312-004 R0

Page / Pág 1 de 3

| | | |
|---|--|---|
| Equipo <i>Instrument</i> | HORNO ELÉCTRICO | <p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p> |
| Fabricante <i>Manufacturer</i> | PINZUAR | |
| Modelo <i>Model</i> | PT-1901 | |
| Número de Serie <i>Serial Number</i> | 107 | |
| Identificación Interna <i>Internal Identification</i> | NO INDICA | |
| Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i> | 40 °C a 200 °C | |
| Solicitante <i>Customer</i> | HK CONSTRUCTORES EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA | <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> |
| Dirección <i>Address</i> | JR.LAS AZUCENAS NRO. SIN ASC. SANTA ROSA(1 CDR. CLINAC. SAN BORJA C4P PORTON PLOM)APURIMAC- ABANCAY- ABANCAY | |
| Ciudad <i>City</i> | APURIMAC - ABANCAY | |
| Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i> | 2021 - 04 - 27 | <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> |
| Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i> | 2021 - 05 - 12 | |
| Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i> | 03 | |

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Teco Oscar Eduardo Briceño
Métrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado Comparación Directa
 Documento de Referencia DAKKS DKD-R 5 - 7 Kalibrierung von Klimaschränken 1. Neuauflage 2010
 Resolución 0,01 °C
 Patrón(es) de referencia Termómetro Digital
 Certificado de Calibración T-21368-001 R0 de Pinzuar
 Volumen útil 80

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al medio isotermo en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se determinó que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas estabilidad temporal y la uniformidad espacial.

| Indicación del Patrón °C | Indicación del Equipo °C | Corrección °C | Incertidumbre Expandida °C | $k_{p=95,45} \%$ |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|
| 109,9 | 110,0 | -0,1 | 4,0 | 2,0 |

Tabla 1. Resultados de la calibración



Gráfico 1. Ubicación de los sensores

Resultados de la Caracterización para 110 °C

| Set Point ¹ °C | Estabilidad del Medio ² °C | Uniformidad del Medio ³ °C | Efecto de Radiación ⁴ °C | Efecto de Carga ⁵ °C |
|------------------------------|--|--|--|------------------------------------|
| 110,00 | 0,87 | 3,30 | 0,60 | ---- |

Tabla 2. Resultados de la caracterización

| Sensor 1 °C | Sensor 2 °C | Sensor 3 °C | Sensor 4 °C | Sensor 5 °C | Sensor 6 °C | Sensor 7 °C | Sensor 8 °C | Sensor de Referencia °C |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------|
| 107,39 | 107,40 | 108,01 | 107,61 | 108,79 | 109,55 | 113,16 | 111,70 | 109,86 |

Tabla 3. Valor promedio de los sensores

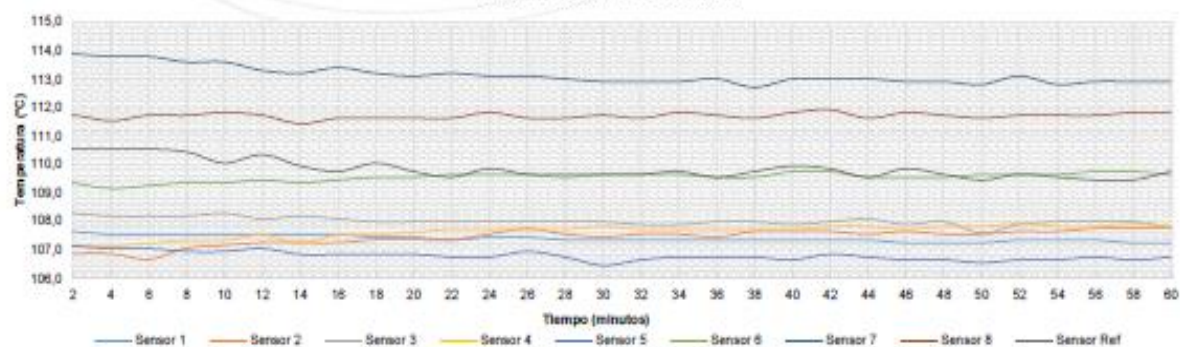


Gráfico 2. Estabilidad y uniformidad del medio



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Definiciones

- ¹ Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- ² Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ³ Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ⁴ Intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencian a la temperatura del aire. Medida con un termómetro que está protegido contra la influencia de la pared con un escudo de radiación.
- ⁵ Máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Prueba ejecutada a petición del cliente.

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de calibración fue LABORATORIO DE HKCONSTRUCTORES E.I.R.L.. Durante la calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima 17,5 °C
Temperatura Mínima 17,0 °C

Humedad Máxima 59 %HR
Humedad Mínima 58 %HR

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CONTACTO

Funcionario con quien se estableció comunicación de manera directa para tratar temas relacionados con la solicitud de servicio.

Nombre KENNY GAMARRA
Organización GERENTE GENERAL
Correo Electrónico HKCONSTRUCTORA@HOTMAIL.COM

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la etiqueta de calibración No. T-23312-004

Fin del Documento

Anexo 21: Declaración Jurada Autenticidad De Proyecto De Tesis

DECLARACION JURADA

Yo, Diego Alberto Espinoza Carrasco, con número de identidad 70654764,
domiciliado en ir Juan Espinoza Medrano N°121.

DECLARO BAJO JURAMENTO:

Que, el proyecto de tesis denominado: “Adición de hidróxido de calcio influye en la resistencia a la compresión en pilas de adobe en el distrito de Abancay, provincia de Abancay, 2019” es de elaboración propia.

Por lo antes mencionado, firmo para mayor validez.

Abancay, 22 de septiembre del 2021

.....

Diego A. Espinoza Carrasco