

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

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



**DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO,
CHOTA**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por: JOSÉ DARWIN TICLLA GARCÍA

Asesor: Mg. Ing. MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO

Chota – Perú

2023



FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL – UNACH

1. DATOS DEL AUTOR:

Apellidos y nombres: Ticlla García José Darwin
Código del alumno: 2015052035
Correo electrónico: 2015052035@unach.edu.pe

Teléfono: 979883100
DNI: 70402319

2. MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico Tesis

3. TÍTULO PROFESIONAL O GRADO ACADÉMICO:

Bachiller Licenciado Título
 Magister Segunda especialidad Doctor

4. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Dosificación arena arcilla limo para aumentar la resistencia a compresión del adobe, Túnel Conchano, Chota

5. FACULTAD DE:

Ciencias de la Ingeniería

6. ESCUELA PROFESIONAL DE:

Ingeniería Civil

7. ASESOR:

Apellidos y Nombres: Mg. Ing. Silva Tarrillo Miguel Ángel
Correo electrónico: masilvat@unach.edu.pe

Teléfono: 967904967
D.N.I.: 45606229

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Autónoma de Chota publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNACH, versión digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

FIRMA José Darwin Ticlla García
DNI: 70402319

Chota 14 de junio 2023

**Dosificación arena arcilla limo para aumentar la resistencia a
compresión del adobe, Túnel Conchano, Chota**

POR:

José Darwin Tiella García

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

de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR



PRESIDENTE
Mg. Ing. José Luis Silva Tarrillo



Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales

SECRETARIA



Mg. Ing. Jefferson Ruiz Cachi

VOCAL

ACTA N° 01-2023/EPIC/UNACH

Siendo las 11:00 am horas, del día 25 de mayo, en la sala de profesores de la Facultad de ciencias de la Ingeniería, los miembros del Jurado de Tesis titulada:

“DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA”

integrado por:

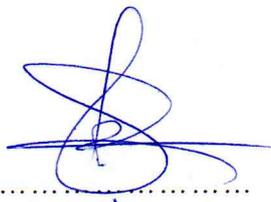
- | | | |
|----|--|------------|
| 1. | Mg. Ing. José Luis Silva Tarrillo | Presidente |
| 2. | Dra. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales | Secretario |
| 3. | Mg. Ing. Jefferson Ruíz Cachi. | Vocal |

Sustentado por Bach. José Darwin Ticlla García, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado, por el público asistente, y las respuestas contestadas por el Tesista, luego de la deliberación del Jurado Evaluador, se acordó Aprobar la tesis, calificándola con la nota de: **CATORCE (14)**. Asimismo se acordó elevar la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, a fin de que se le declare EXPEDITO para conferirle el TÍTULO de INGENIERO CIVIL.

Firmado en: Chota, 25 de mayo del 2023


.....
Presidente


.....
Secretario
CARMEN CORDERAS ROSALES


.....
Vocal



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/C

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la Tesis denominada: “DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA”, presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil JOSÉ DARWIN TICLLA GARCÍA y sustentada el día de 25 de mayo del 2023, por Resolución de Coordinación N°150-2023-FCI/UNACH, la declaramos **CONFORME**.

Chota, 25 de mayo del 2023

Mg. José Luis Silva Tarrillo
PRESIDENTE

Dra. Carmen Rosa Cárdenas Rosales
SECRETARIO

Mg. Jefferson Ruiz Cachi
VOCAL

Mg. Miguel Ángel Silva Tarrillo
ASESOR

DEDICATORIA

Quiero dedicarle mi proyecto de tesis principalmente a Dios que me ha dado la vida, por iluminarme y estar a lado mío en todo momento.

A mis Padres por estar ahí cuando más lo necesito, por su ayuda desinteresada brindada en cada obstáculo de mi vida.

A mis hermanos, a mi familia, amigos y compañeros que gracias a sus consejos me han sabido orientar por el sendero de la superación.

A mi compañero y a la vez un hermano para mi Cesar Fernando Rimarachín Bustamante y a mi abuelita María Jesús Rodrigo Cieza, sé que desde donde están me guían y se sienten alegre por cada logro que voy trazando en mi vida, gracias por cada momento vivido junto a ustedes y por cada enseñanza de superación un abrazo hasta el cielo.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres quienes a lo largo de toda mi vida me han apoyado en mi formación académica, creyeron en mi en todo momento y no dudaron de mis habilidades.

A esta prestigiosa universidad al cual abre sus puertas a jóvenes como yo, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como profesionales con sentido de serenidad, responsabilidad y rigor académico.

A mis docentes de la escuela de ingeniería civil a quien debo gran parte de mis conocimientos, enseñanzas y dedicación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	17
1.1. Planteamiento del problema.....	17
1.2. Formulación del problema	19
1.3. Justificación	19
1.4. Delimitación de la investigación.....	21
1.5. Limitaciones.....	21
1.6. Objetivos	22
1.6.1. Objetivo general.....	22
1.6.2. Objetivos específicos	22
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes	23
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	23
2.1.2. Antecedentes nacionales	26
2.1.3. Antecedentes regionales	27
2.2. Bases teórico – científicas	28
2.2.1. El adobe compactado como material compuesto.....	28
2.2.2. Teoría de homogeneización para materiales compuestos.....	29
2.2.3. Teoría de mezclas serie/paralelo.....	30
2.3. Marco conceptual	31
2.3.1. Suelo	31
2.3.2. Suelo para adobes	33
2.3.3. Propiedades físicas del suelo	35
2.3.4. Requisitos del suelo o mezcla de suelo para adobes.....	38
2.3.5. Adobe.....	41
2.3.6. Tipos de producción de adobes.....	42
2.3.7. Bloques de tierra comprimida.....	44

2.3.8. Propiedades de los adobes	45
2.3.9. Requisitos técnicos del bloque de adobe	48
2.4. Hipótesis	49
2.5. Operacionalización de variables	49
2.5.1. Variable independiente: Dosificación arena arcilla limo.....	49
2.5.2. Variable dependiente: Resistencia a compresión del adobe	50
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	52
3.1. Tipo y nivel de investigación	52
3.2. Diseño de investigación	53
3.3. Métodos de investigación.....	55
3.4. Población, muestra y muestreo	56
3.4.1. Población	56
3.4.2. Muestra	58
3.4.3. Muestreo	58
3.4.4. Unidad de análisis.....	59
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	59
3.5.1. Técnicas de recolección de datos.....	59
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos	60
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	61
3.6.1. Proceso de obtención de los datos	61
3.6.2. Procesamiento de datos.....	76
3.6.3. Análisis de datos	76
3.7. Aspectos éticos	77
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	78
4.1. Descripción de resultados	78
4.1.1. Propiedades físicas, mecánicas y químicas del suelo	78
4.1.2. Propiedades físicas de los adobes	85
4.1.3. Propiedades mecánicas de los adobes.....	106
4.1.4. Análisis técnico de los adobes según normas nacionales e internacionales	120
4.2. Contrastación de hipótesis.....	129

4.3. Discusión de resultados.....	136
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	146
5.1. Conclusiones	146
5.2. Recomendaciones y/o sugerencias	148
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	150
CAPÍTULO VII. ANEXOS	158
Anexo A. Matriz de consistencia.....	158
Anexo B. Glosario de términos	159
Anexo C. Datos INEI, viviendas de adobe o tapial	160
Anexo D. Resumen de datos de ciclos de humectación/secado de adobes	162
Anexo D. Datos para análisis estadístico.....	184
Anexo F. Panel fotográfico.....	185
Anexo G. Resultado de ensayos de mecánica de suelos.....	201
Anexo H. Resultado de ensayos en los adobes.....	202
Anexo I. Certificados INDECOPI e INACAL del laboratorio.....	203

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Símbolos de Designación de Suelos Granulares	32
Tabla 2 Símbolos de Designación de Suelos Finos	32
Tabla 3 Clasificación Granulométrica del Suelo.....	35
Tabla 4 Valores Típicos de Límites de Consistencia	36
Tabla 5 Dosificación Recomendada para Adobes en la Norma E.080.....	39
Tabla 6 Requisitos Técnicos del Adobe	48
Tabla 7 Requisitos Técnicos del Bloque Compactado de Suelo	48
Tabla 8 Cuadro de Operacionalización de Variables	51
Tabla 9 Tipo de Investigación según los Principales Criterios	53
Tabla 10 Dosificaciones de Arena-Arcilla Limo, para Adobes.....	56
Tabla 11 Número de Unidades de Adobe con Diferentes Dosis de Arena-Arcilla-Limo	58
Tabla 12 Fuentes, Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos	60
Tabla 13 Localización de las Canteras de Suelo	61
Tabla 14 Localización de las Calicatas en las Canteras de Suelo	65
Tabla 15 Resumen de Proporción de Materiales Utilizados por Dosificación.....	69
Tabla 16 Cálculo de Dosificaciones de Suelo para Adobes	70
Tabla 17 Propiedades Físicas, Mecánicas y Químicas del Suelo para Adobes	80
Tabla 18 Análisis Granulométrico del Suelo y las Mezclas de Suelo para Adobes	82
Tabla 19 Límites de Consistencia del Suelo y las Mezclas de Suelo para Adobes	82
Tabla 20 Variación Dimensional de Adobes.....	88
Tabla 21 Alabeo de Adobes	88
Tabla 22 Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes	99
Tabla 23 Peso de unidades de Adobes	105
Tabla 24 Resistencia a Compresión de Adobes	108
Tabla 25 N° de Veces que se da un Deterioro en el Ciclo Final de Humectación y Secado de Adobes.....	115
Tabla 26 N° de Grietas Aleatorias en los Ciclos de Humectación y Secado de Adobes.....	116
Tabla 27 N° de Grietas Estrella en los Ciclos de Humectación y Secado de Adobes.....	116
Tabla 28 Porcentaje de Hinchamiento Local en los Ciclos de Humectación y Secado de Adobes	117
Tabla 29 Número de Zonas de Picado en los Ciclos de Humectación y Secado de Adobes...	117
Tabla 30 Número de capas que se han Perdido en los Ciclos de Humectación y Secado de Adobes	118

Tabla 31 Porcentaje de Penetración de Agua en los Ciclos de Humectación y Secado de Adobes	118
Tabla 32 Número de Fragmentos Mayores a 50 mm Desprendidos en los Ciclos de Humectación y Secado de Adobes	119
Tabla 33 Área Eflorescente en los Ciclos de Humectación y Secado de Adobes	119
Tabla 34 Propiedades Físico Mecánicas de los Adobes Compactados Elaborados con Arena-Arcilla-Limo.....	122
Tabla 35 Información de Factores que, Componen el Análisis Estadístico	129
Tabla 36 Análisis ANOVA de Efectos Mixtos para Resistencia a Compresión en Adobes ...	130
Tabla 37 Análisis de Correlación del Suelo en la Resistencia a Compresión de los Adobes..	132
Tabla 38 Análisis de Varianza de las Mezclas de Suelo para Aumentar la Resistencia a Compresión de los Adobes (Proporciones del Componente).....	133
Tabla 39 Diseño Óptimo: Arena; Arcilla; Limo en Base al Tratamiento Estadístico	134
Tabla 40 Resumen de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Adobes	145
Tabla 41 N° de Grietas Aleatorias.....	162
Tabla 42 N° de Grietas en Estrella	162
Tabla 43 % de Hinchamiento Local	162
Tabla 44 N° de Zonas de Picado Local en al Menos 5 Zonas	163
Tabla 45 N° de Capas de Suelo que se han Perdido.....	163
Tabla 46 % de Penetración de Agua en Más del 70% de la Anchura del BTC (Visualmente por el Exterior)	163
Tabla 47 N° de Fragmentos Mayores a 50 mm.....	164
Tabla 48 Área Eflorescente en la Superficie (cm2).....	164
Tabla 49 N° de Grietas Aleatorias.....	164
Tabla 50 N° de Grietas en Estrella	165
Tabla 51 % de Hinchamiento Local	165
Tabla 52 N° de Zonas de Picado Local en al Menos 5 Zonas	165
Tabla 53 N° de Capas de Suelo que se han Perdido.....	166
Tabla 54 % de Penetración de Agua en Más del 70% de la Anchura del BTC (Visualmente por el Exterior)	166
Tabla 55 N° de Fragmentos Mayores a 50 mm.....	166
Tabla 56 Área Eflorescente en la Superficie (cm2).....	167
Tabla 57 N° de Grietas Aleatorias.....	167
Tabla 58 N° de Grietas en Estrella	167
Tabla 59 % de Hinchamiento Local	168
Tabla 60 N° de Zonas de Picado Local en al Menos 5 Zonas	168
Tabla 61 N° de Capas de Suelo que se han Perdido.....	168

Tabla 62 % de Penetración de Agua en Más del 70% de la Anchura del BTC (Visualmente por el Exterior)	169
Tabla 63 N° de Fragmentos Mayores a 50 mm.....	169
Tabla 64 Área Eflorescente en la Superficie (cm2).....	169
Tabla 65 N° de Grietas Aleatorias.....	170
Tabla 66 N° de Grietas en Estrella	170
Tabla 67 % de Hinchamiento Local	170
Tabla 68 N° de Zonas de Picado Local en al Menos 5 Zonas	171
Tabla 69 N° de Capas de Suelo que se han Perdido.....	171
Tabla 70 % de Penetración de Agua en Más del 70% de la Anchura del BTC (Visualmente por el Exterior)	171
Tabla 71 N° de Fragmentos Mayores a 50 mm.....	172
Tabla 72 Área Eflorescente en la Superficie (cm2).....	172
Tabla 73 N° de Grietas Aleatorias.....	172
Tabla 74 N° de Grietas en Estrella	173
Tabla 75 % de Hinchamiento Local	173
Tabla 76 N° de Zonas de Picado Local en al Menos 5 Zonas	173
Tabla 77 N° de Capas de Suelo que se han Perdido.....	174
Tabla 78 % de Penetración de Agua en Más del 70% de la Anchura del BTC (Visualmente por el Exterior)	174
Tabla 79 N° de Fragmentos Mayores a 50 mm.....	174
Tabla 80 Área Eflorescente en la Superficie (cm2).....	175
Tabla 81 N° de Grietas Aleatorias.....	175
Tabla 82 N° de Grietas en Estrella	175
Tabla 83 % de Hinchamiento Local	176
Tabla 84 N° de Zonas de Picado Local en al Menos 5 Zonas	176
Tabla 85 N° de Capas de Suelo que se han Perdido.....	176
Tabla 86 % de Penetración de Agua en Más del 70% de la Anchura del BTC (Visualmente por el Exterior)	177
Tabla 87 N° de Fragmentos Mayores a 50 mm.....	177
Tabla 88 Área Eflorescente en la Superficie (cm2).....	177
Tabla 89 N° de Grietas Aleatorias.....	178
Tabla 90 N° de Grietas en Estrella	178
Tabla 91 % de Hinchamiento Local	178
Tabla 92 N° de Zonas de Picado Local en al Menos 5 Zonas	179
Tabla 93 N° de Capas de Suelo que se han Perdido.....	179

Tabla 94 % de Penetración de Agua en Más del 70% de la Anchura del BTC (Visualmente por el Exterior)	179
Tabla 95 N° de Fragmentos Mayores a 50 mm.....	180
Tabla 96 Área Eflorescente en la Superficie (cm2).....	180
Tabla 97 N° de Grietas Aleatorias.....	180
Tabla 98 N° de Grietas en Estrella	181
Tabla 99 % de Hinchamiento Local	181
Tabla 100 N° de Zonas de Picado Local en al Menos 5 Zonas.....	181
Tabla 101 N° de Capas de Suelo que se han Perdido.....	182
Tabla 102 % de Penetración de Agua en Más del 70% de la Anchura del BTC (Visualmente por el Exterior)	182
Tabla 103 N° de Fragmentos Mayores a 50 mm.....	182
Tabla 104 Área Eflorescente en la Superficie (cm2).....	183
Tabla 105 Datos para Análisis Estadístico	184

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	(a)Fases del suelo y (b) Escala de Tamaño	31
Figura 2	Carta de Plasticidad para Clasificación de Suelos	32
Figura 3	Sistema de Clasificación para Suelos Arenosos	33
Figura 4	Sistema de Clasificación de Suelos Limosos y Arcillosos	34
Figura 5	Curva de Compactación para Diferentes Tipos de Suelo	37
Figura 6	Dosificaciones Dadas para (a) Adobe y (b) Tapial por Diversos Autores.....	39
Figura 7	Huso Granulométrico del Suelo.....	40
Figura 8	Huso de Plasticidad.....	40
Figura 9	Dimensiones Geométricas de Adobes y Gaveras para Adobes	41
Figura 10	Recomendaciones Durante la Elaboración de Adobes	42
Figura 11	Adobes Producidos con Prensa Manual y Automática.....	43
Figura 12	Formas Geométricas de un Bloque de Suelo Compactado.....	44
Figura 13	Dimensiones de un Bloque Compactado de Suelo	44
Figura 14	Análisis Dimensional de Bloques Compactados de Suelos.....	45
Figura 15	Análisis de Planeidad de Superficie (Alabeo)	46
Figura 16	Esquema del Ensayo de Absorción por Capilaridad.....	46
Figura 17	Unidad de Ensayo a Compresión.....	47
Figura 18	Ensayo a Tracción Indirecta	47
Figura 19	Esquema del Diseño Cuasiexperimental de Investigación	54
Figura 20	Ejemplo de Aplicación del Método Deductivo e Inductivo.....	55
Figura 21	Canteras en el C.P. Túnel Conchano, Distrito de Chota.....	57
Figura 22	Cantera en el C.P. Frutillo Bajo, Distrito de Bambamarca.....	57
Figura 23	Forma y Dimensiones de la Unidad de Adobe	59
Figura 24	Ubicación de las Canteras de Arcilla y Limo en Chota.....	62
Figura 25	Ubicación de la Cantera de Arena en Bambamarca.....	62
Figura 26	<i>Ensayo de Cinta de Barro</i>	63
Figura 27	Ensayo de Lavado del Suelo.....	64
Figura 28	Ensayo del Corte en Suelo.....	64
Figura 29	Ensayo de Resistencia In Situ del Suelo	65
Figura 30	Extracción de Suelo en Cantera El Frutillo	66
Figura 31	Extracción de Suelo en las Cantera, Túnel Conchano	66
Figura 32	Ensayos de Mecánica de Suelos	68
Figura 33	Mezclado de Suelo para la Producción de Adobes.....	71
Figura 34	Técnica de Lanzado y Apisonado para Producir Adobes Compactados	72

Figura 35	Adobes Apilados para su Secado al Aire Libre	72
Figura 36	Medición de Dimensiones y Alabeo en Adobes Compactados	73
Figura 37	Ensayo de Absorción de Agua por Capilaridad en Adobes Compactados	74
Figura 38	Ensayo de Resistencia a Compresión en Adobes Compactados.....	75
Figura 39	Ensayo de Resistencia a Ciclos de Humectación/Secado en Adobes Compactados	76
Figura 40	Curva de Compactación del Suelo para Adobes.....	80
Figura 41	Curva de Fluidez de las Canteras del Túnel Conchano	81
Figura 42	Curva de Fluidez de la Canteras El Frutillo Bajo	81
Figura 43	Huso Granulométrico del Suelo para Adobes.....	83
Figura 44	Huso Granulométrico de las Mezclas de Suelo para Adobes	83
Figura 45	Huso de Plasticidad del Suelo para Adobes.....	84
Figura 46	Huso de Plasticidad de las Mezclas de Suelo para Adobes	84
Figura 47	Variación Dimensional de Adobes	87
Figura 48	Alabeo de Adobes.....	87
Figura 49	Variación Dimensional de Adobes 70S10C20M.....	89
Figura 50	Variación Dimensional de Adobes 65S10C25M.....	89
Figura 51	Variación Dimensional de Adobes 70S15C15M.....	90
Figura 52	Variación Dimensional de Adobes 65S15C20M.....	90
Figura 53	Variación Dimensional de Adobes 60S15C25M.....	91
Figura 54	Variación Dimensional de Adobes 65S20C15M.....	91
Figura 55	Variación Dimensional de Adobes 60S20C20M.....	92
Figura 56	Variación Dimensional de Adobes 55S20C25M.....	92
Figura 57	Alabeo de Adobes 70S10C20M	93
Figura 58	Alabeo de Adobes 65S10C25M	93
Figura 59	Alabeo de Adobes 70S15C15M	94
Figura 60	Alabeo de Adobes 65S15C20M	94
Figura 61	Alabeo de Adobes 60S15C25M	95
Figura 62	Alabeo de Adobes 65S20C15M	95
Figura 63	Alabeo de Adobes 60S20C20M	96
Figura 64	Alabeo de Adobes 55S20C25M	96
Figura 65	Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes	98
Figura 66	Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes 70S10C20M.....	100
Figura 67	Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes 65S10C25M.....	100
Figura 68	Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes 70S15C15M.....	101
Figura 69	Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes 65S15C20M.....	101
Figura 70	Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes 60S15C25M.....	102
Figura 71	Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes 65S20C1 5M.....	102

Figura 72	Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes 60S20C20M.....	103
Figura 73	Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes 55S 20C25M.....	103
Figura 74	Peso de unidades de Adobes.....	104
Figura 75	Resistencia a Compresión de Adobes.....	107
Figura 76	Resistencia a Compresión de Adobes 70S10C20M.....	109
Figura 77	Resistencia a Compresión de Adobes 65S10C25M.....	109
Figura 78	Resistencia a Compresión de Adobes 70S15C15M.....	110
Figura 79	Resistencia a Compresión de Adobes 65S15C20M.....	110
Figura 80	Resistencia a Compresión de Adobes 60S15C25M.....	111
Figura 81	Resistencia a Compresión de Adobes 65S20C15M.....	111
Figura 82	Resistencia a Compresión de Adobes 60S20C20M.....	112
Figura 83	Resistencia a Compresión de Adobes 55S20C25M.....	112
Figura 84	N° de Veces que se da el Deterioro en el Ciclo Final de Humectación y Secado ..	114
Figura 85	Absorción por Capilaridad y Resistencia a Compresión de los Adobes.....	121
Figura 86	Peso de Adobes en Relación al Contenido de Arena en la Mezcla	124
Figura 87	Peso de Adobes en Relación al Contenido de Arcilla en la Mezcla	124
Figura 88	Peso de Adobes en Relación al Contenido de Limo en la Mezcla.....	125
Figura 89	Absorción de Adobes en Relación al Contenido de Arena en la Mezcla	125
Figura 90	Absorción de Adobes en Relación al Contenido de Arcilla en la Mezcla	126
Figura 91	Absorción de Adobes en Relación al Contenido de Limo en la Mezcla.....	126
Figura 92	Resistencia a Compresión en Relación al Contenido de Arena en la Mezcla.....	127
Figura 93	Resistencia a Compresión en Relación al Contenido de Arcilla en la Mezcla	127
Figura 94	Resistencia a Compresión en Relación al Contenido de Limo en la Mezcla.....	128
Figura 95	Relación entre la Resistencia a Compresión y el Contenido de Arena, Arcilla y Limo en la Mezcla para Producir Adobes.....	128
Figura 96	Gráfica de Intervalos de Resistencia a Compresión para Adobes Elaborados con Diferentes Dosificaciones de Arena Arcilla Limo	130
Figura 97	Prueba de Igualdad de Varianzas en Resistencia a Compresión de Adobes.....	131
Figura 98	Gráfica de Residuos del Análisis Estadístico de Resistencia a Compresión	131
Figura 99	Interacción de Mezclas en la Resistencia a Compresión de los Adobes.....	133
Figura 100	Gráfica de Diseño Simplex en Cantidades	135
Figura 101	Perú: Viviendas Particulares según Material Predominante en las Paredes Exteriores, 1993, 2007 y 2017.....	160
Figura 102	Perú: Viviendas Particulares con Material Noble Predominante en las Paredes Exteriores, según Departamento, 2007 y 2017.....	161

RESUMEN

La norma peruana E.080 no establecen una dosificación estándar para la producción de adobes sino un rango de 15-25% limo, 10-20% arcilla y 55-70% arena (MVCS, 2017), por ello, el objetivo de la investigación fue “Analizar la dosificación de arena-arcilla-limo para aumentar la resistencia a compresión del adobe de tierra comprimida del centro poblado Túnel Conchano, Chota”. Se ha utilizado arcilla (C) y limo (M) del centro poblado Túnel Conchano, distrito de Chota, y arena (S) de El Frutillo Bajo, distrito de Bambamarca, para elaborar 192 adobes compactados con las dosificaciones: 70S10C20M, 65S10C25M, 70S15C15M, 65S15C20M, 60S15C25M, 65S20C15M, 60S20C20M, 55S20C25M. Determinando que, todos los adobes cumplen con las propiedades físicas y mecánicas de la norma E.080 (MVCS, 2017) y la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), variación dimensional y alabeo máximo (<10mm), absorción por capilaridad (<22%), resistencia a ciclos de humectación-secado y a compresión (13.25 kg/cm² para BTC tipo 1 y/o 10.2 kg/cm² para adobes), pero se considera como dosificación adecuada a aquella que, presenta algún beneficio técnico para su uso, siendo así, los adobes 70S15C15M alcanzan la resistencia a compresión más alta (19.5 kg/cm²); los adobes 65S20C15M tienen la menor absorción (5.33%), y los adobes 55S20C25M tienen el menor porcentaje de arena por lo que, son más económicos, con resistencia a compresión de 19.23 kg/cm². Estas tres dosificaciones pueden usarse para la producción de adobes que, cumplan con los lineamientos técnicos y con las necesidades del constructor y/o propietario de viviendas del ámbito rural de la provincia de Chota.

Palabras clave: suelo, dosis, arena-arcilla-limo, adobe, absorción por capilaridad, resistencia a compresión.

ABSTRACT

The Peruvian standard E.080 does not establish a standard dosage for adobe production but a range of 15-25% silt, 10-20% clay and 55-70% sand (MVCS, 2017), therefore, the objective of the research was "To analyze the sand-clay-silt dosage to increase the compressive strength of compressed earth adobe from the Túnel Conchano population center, Chota". Clay (C) and silt (M) from Túnel Conchano village, district of Chota, and sand (S) from El Frutillo Bajo, district of Bambamarca, were used to produce 192 compacted adobes with the following dosages: 70S10C20M, 65S10C25M, 70S15C15M, 65S15C20M, 60S15C25M, 65S20C15M, 60S20C20M, 55S20C25M. Determining that, all adobes comply with the physical and mechanical properties of the E.080 standard. (MVCS, 2017) and UNE 41410 (AENOR, 2008), dimensional variation and maximum warping (<10mm), capillary absorption (<22%), resistance to wetting-drying cycles and compression (13.25 kg/cm² for BTC type 1 and/or 10. 2 kg/cm² for adobes), but the appropriate dosage is considered to be the one that presents some technical benefit for its use. Thus, 70S15C15M adobes have the highest compressive strength (19.5 kg/cm²); 65S20C15M adobes have the lowest absorption (5.33%), and 55S20C25M adobes have the lowest percentage of sand, so they are more economical, with a compressive strength of 19.23 kg/cm². These three dosages can be used for the production of adobe bricks that meet the technical guidelines and the needs of the builder and/or homeowner in the rural area of the province of Chota.

Key words: soil, dosage, sand-clay-silt, adobe, capillary absorption, compressive strength.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El adobe todavía se usa ampliamente en las construcciones de todo el mundo (Araya-Letelier et al., 2018), pero actualmente según la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) en su fabricación se utiliza una proporción estándar de suelo (arena-arcilla-limo) que, pasa por procesos de compactación, para obtener un material completamente beneficioso, económica, ambiental y socialmente, el cual se denomina como, “Bloque de Tierra Comprimida” (BTC), debido a que, tiene menores dimensiones que, un adobe convencional, y requiere menor costo y tiempo de construcción (Montes, 2018).

Un estudio en adobe debe partir de la identificación de una dosificación adecuada para la elaboración de estas unidades (Ammari et al., 2017), sin embargo, las normas peruanas no establecen una dosificación estándar sino un rango de proporción de cada tipo de suelo, dado por: 15-25% limo, 10-20% arcilla y 55-70% arena (MVCS, 2017), lo que ha generado que, para la elaboración de adobe en las regiones del país no se concuerde en una dosificación estándar, sino se usen diferentes proporciones indefinidas, frente a ello es necesario plantear un estudio científico que, establezca la dosificación o proporciones de suelo estandarizados para alcanzar un mayor soporte mecánico que, los adobes convencionales, con el fin de que, pueda ser utilizado en las construcciones rústicas de diferentes regiones del país.

Basándose en el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018) en el país, 2 148 494 viviendas tienen en sus paredes exteriores al adobe o tapia como material predominante (Fig. 101), con variaciones negativas en

algunas regiones; no obstante, en la región de Cajamarca (Fig. 102) la variación es positiva, es decir cada año se incrementa el número de edificaciones de adobe o tapial (INEI, 2018). Esto muestra el uso masivo de adobes en el medio local, sin embargo, también representa una exposición al peligro pues el adobe convencional posee baja resistencia sísmica (Henríquez et al., 2018), para disminuir la vulnerabilidad que, representa, es necesario elaborar adobes con mejores propiedades, con iguales dimensiones que un BTC, ya que un adobe de menor dimensión no solo representa un beneficio estético sino que, también tiene menor peso y densidad (Nadia et al., 2023), más aún si este adobe es compactado (Paulmakesh & Markos, 2021), pero el suelo que se utilice para elaborarlo debe tener una proporción adecuada (Nshimiyimana et al., 2020), lo que hace necesario estudiar dicha dosificación por medio de la experimentación.

El distrito de Chota en el año 2017, tenía 6 645 viviendas de adobe (INEI, 2018), esto califica al adobe como el material más utilizado en el distrito, y es en el ámbito rural donde el uso de este material tradicional aumenta, por ello, investigaciones locales (Soto, 2018; Mantilla, 2018; Antinori, 2018; Altamirano, 2019) han buscado mejorar al adobe estabilizándolo y/o compactándolo, pero ninguna plantea el uso de una dosificación de arena-arcilla-limo adecuada a la norma E.080 (MVCS, 2017) para incrementar la resistencia mecánica del adobe, además tampoco toman en cuenta que, al mejorar las características resistentes del adobe las dimensiones también pueden ser menores (Briceño y Marcos, 2019), es decir al conseguir mayores esfuerzos mecánicos el adobe puede cambiar de dimensiones y seguir manteniendo las mismas características (Montes, 2018), es más al lograr esto, Ammari et al. (2017), Araya-Letelier et al. (2018) y Teixeira et al. (2020) obvian la denominación adobe y la remplazan por ladrillo de adobe

o BTC, demostrando que, el adobe a pesar de su composición prima “tierra” al ser compactado en una dosificación estándar de arena, arcilla y limo, puede llegar a alcanzar mayores resistencias y menores dimensiones.

Sin embargo, en Chota, generalmente se utiliza una dosificación de suelo indefinida, sin conocer el efecto que tendría el cambio de proporción de arena arcilla limo, en las propiedades resistentes del adobe, por lo que la investigación se centra en resolver la interrogante **¿La dosificación limo arcilla arena logra incrementar la resistencia a compresión del adobe de tierra comprimida del centro poblado Túnel Conchano, Chota?** Con el fin de obtener adobes con una proporción estándar de suelo de menores dimensiones, pero con igual o mayor resistencia a compresión que un adobe tradicional, logrando así una unidad de mampostería más sustentable técnica y ambientalmente, que pueda ser utilizada para la edificación en los centros poblados de Chota y otras ciudades del país.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida la dosificación de arena-arcilla-limo logra aumentar la resistencia a compresión del adobe de tierra comprimida, Túnel Conchano, Chota?

1.3. Justificación

La construcción con adobes, es una tendencia de bajo impacto ambiental, pero en el medio local faltan investigaciones que, desarrollen las tendencias constructivas del adobe; a pesar de que, la tierra es el material más usado para las paredes de las viviendas rústicas de todo el distrito de Chota (INEI, 2018). Es decir, a nivel local las investigaciones en adobe son mínimas en comparación con los estudios en concreto, y si bien el concreto es el material más usado en todo el mundo, actualmente los estudios internacionales (Teixeira et al., 2020; Ammari et al., 2017; Nadia et al., 2023) están revalorando las propiedades del adobe por

su versatilidad y bajo impacto ambiental, e incluso se habla de que, se puede llegar a disminuir las dimensiones del adobe por medio de la compactación y uso de una dosificación adecuada (arena-arcilla-limo).

El estudio ha incrementado el conocimiento local sobre las propiedades de las materias primas usadas en la producción del adobe, las características de la unidad de adobe y las cantidades estándar de arcilla, limo y arena utilizadas para producir adobes mecánicamente más resistentes. Donde, los resultados obtenidos pueden extenderse a otras localidades de todo el país utilizando la proporción adecuada de suelo (arena-arcilla-limo) definida en base a la norma E.080 (MVCS, 2017). Si bien la producción de adobe prensado con una dosificación adecuada puede suponer mayores costes iniciales, tendrá mayores beneficios en cuanto a espacio libre, características técnicas y generación de industria, ya que puede convertirse en una nueva unidad de mampostería viviendas rústicas. Por tanto, el aporte teórico que, se ha logrado es la información fiable, en cuanto a la dosificación adecuada de arena arcilla limo para producir adobe prensado que conserve o aumente sus propiedades mecánicas en comparación con el adobe tradicional del centro poblado Túnel Conchano, Chota.

Siendo así, con el estudio se tiene material de formación científica y técnica sobre el comportamiento del adobe y sus materias primas, pero, sobre todo, el criterio óptimo sobre la cantidad de arena arcilla y limo a utilizar para producir adobes de tierra comprimida de menores dimensiones (29.5x14x9.5 cm) manteniendo sus propiedades físico mecánicas, de acuerdo con la norma E.080 (MVCS, 2017). También sirve de guía para estudios similares en otras provincias, por lo que puede ser utilizado por estudiantes, profesores, investigadores, constructores y público de todo el país.

1.4. Delimitación de la investigación

Previos ensayos de suelos in situ (verificación de la textura del suelo por simple inspección) y ex situ (humedad, granulometría, límites de consistencia, compactación, sales solubles, materia orgánica) de las materias primas. Se ha utilizado suelo arcilloso y limoso de dos canteras del centro poblado Túnel Conchano, distrito de Chota que, usualmente se utilizan para la producción de sus adobes convencionales, pero también se ha utilizado suelo arenoso de la cantera El Frutillo Bajo del distrito de Bambamarca (a 50 minutos de la ciudad de Chota en camioneta) para producir adobes compactados de 29.5 cm de largo, 14 cm de ancho, y 9.5 cm de alto, con dosificaciones de 55, 60, 65 y 70% de arena (S), 10%, 15% y 20% de arcilla (C), y 15%, 20% y 25% de limo (M), formando los ocho diseños: 70S10C20M (1), 65S10C25M (2), 70S15C15M (3), 65S15C20M (4), 60S15C25M (5), 65S20C15M (6), 60S20C20M (7), 55S20C25M (8). Los adobes compactados fueron sometidos a ensayos de variación dimensional, alabeo, ciclos de humectación secado y resistencia a compresión de acuerdo con la especificación técnica peruana de la norma E.080 (MVCS, 2017) y la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), llevando a cabo dichos ensayos en el laboratorio GSE de la ciudad de Chota.

1.5. Limitaciones

En el centro poblado Túnel Conchano, Chota, no se ha encontrado una cantera que, abastezca de material granular (arena) a los aldeanos para la fabricación de adobes, por lo que, se tuvo que, recurrir a la cantera de El Frutillo Bajo en el distrito de Bambamarca, canteras que, actualmente son utilizadas como fuente de material para la producción de adobes.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Analizar la dosificación de arena-arcilla-limo (SCM) para aumentar la resistencia a la compresión del adobe de tierra comprimida del centro poblado Túnel Conchano, Chota.

1.6.2. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas, mecánicas y químicas del suelo a utilizar para la producción de adobes de tierra comprimida.
- Determinar las propiedades físicas (variación dimensional, alabeo, absorción por capilaridad) del adobe de tierra comprimida elaborado con diferentes dosificaciones de arena-arcilla-limo SCM.
- Determinar la resistencia a compresión y a ciclos de humectación-secado del adobe compactado con diferentes dosificaciones de suelo SCM, Túnel Conchano, Chota.
- Analizar técnicamente los adobes de tierra compactada elaborados con dosificaciones SCM para su uso en viviendas rústicas de la provincia de Chota.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Befikadu (2023) tuvo como objetivo analizar el comportamiento mecánico de bloques de suelo comprimido con cal-cemento, utilizaron dos tipos de suelo Ay B, donde el suelo limo arcilloso (tipo A) conformado por 5.9% de arena, 57.82% de limo y 36.28% de arcilla, y el suelo areno limoso (tipo B) conformado por 72% de arena, 22.5% de limo y 5.5% de arcilla, mejorados con 2%, 3% y 4% de cal (L), y 6%, 8% y 10% de cemento (C) para producir bloques de tierra comprimida, determinado que, los bloques A con 2%L+6%C, 3%L+8%C, 4%L+10%C alcanzan absorción de 22.77, 20.68 y 19.56%, y resistencia a compresión de 1.8, 2.25 y 2.8 MPa; mientras que, los bloques B con 6%C, 8%C y 10%C alcanzan absorción de 20.5, 19.25 y 18.96%, y resistencia a compresión de 2.87, 3.38 y 4.2 MPa. Por lo que, concluyó que, los bloques de suelo producidos a partir de suelo de arena limosa estabilizada con cemento alcanzan una mayor resistencia a la compresión en más del 50% de la resistencia a la compresión de los bloques de suelo de arcilla limosa estabilizados con una combinación de cal y cemento, pero ambos casos cumplen con la norma africana.

Anglade et al. (2022) tuvieron como objetivo evaluar el desempeño de materiales de construcción de tierra fabricados con mezclas de arcilla y arena. Utilizaron proporciones de arena-arcilla de 0%-100%, 30%-70% y 60%-40% que presentaban LL de 64.6, 43.2 y 25.7% e IP de 29.2, 19.4 y 10.2%, MDS de 1.48, 1.66 y 1.91 g/cm³, y OCH de 25.4, 21 y 12.1% para producir bloques de tierra de 15 cm x 15 cm x 5 cm, que, resistían a compresión en condiciones húmeda 0.11,

0.22 y 0.33 Mpa, y en condiciones secas 0.99, 1.16 y 1.28 MPa, por lo que concluyeron que, con 60% de arena fina y 40% de arcilla lograban adobes más resistentes, sin problemas de contracción, y con buena conductividad térmica.

Nshimiyimana et al. (2020) tuvieron como objetivo caracterizar fisicoquímica y mineralógicamente los suelos para la producción de bloques de tierra comprimida estabilizada en Furkina Farso, Utilizaron 20-30% de arcilla y 40% de arena de Pabre; y 60-70% de arcilla y 40% de arena cuarzosa de Saaba, para producir bloques de tierra comprimida estabilizada con 20% de residuo de carburo de calcio (CCR), verificando que, los adobes de Saaba y Pabre alcanzaban resistencias a compresión de 0.8 y 2 MPa, pero al utilizar CCR aumentaba a 8.3 y 7.1 MPa, por lo que, concluyeron que, la resistencia a compresión se puede mejorar diez veces y 2.6 veces para Saaba y Pabre, respectivamente.

Abbou et al. (2020) tuvo como objetivo estabilizar bloques de tierra comprimida de Adrar (Argelia) de suelo arcilloso (LL 81% e IP 47%, con peso específico de 2.6 g/cm³, sulfatos 0.41%) y 30% de arena triturada (peso específico de 2.5 g/cm³) con 2%, 4% y 6% de cal de Ghardaia, obteniendo resistencias a compresión de 3.2, 4.59 y 5.6 MPa y absorción por capilaridad de 18.53, 17.56 y 16.92%. Concluyeron que, con 6% de cal logran BTC más resistentes.

Santos et al. (2020) y Santos et al. (2019) tuvieron como objetivo caracterizar física y mineralógicamente dos muestras de suelo color café (S1) y rojo (S2), con 26% y 42% de arcilla, LL de 25.8 y 31.2% e IP de 6 y 6.1% respectivamente, para la producción de adobes con 6%, 9% y 12% de cemento Portland en el suelo, determinando que, alcanzan valores de resistencia de 1.32, 3.45 y 4.76 MPa para S1, y 1.27, 2.56 y 3.67 MPa para S2, mientras que, la absorción fue 19.65, 18.94 y 18.52% para S1 y 24.75, 24.87 y 23.96% para S2,

por lo que, concluyeron que, para utilizar estos suelos en ladrillos de adobe es suficiente 9% de cemento para cumplir con la norma NBR 8491 (ABNT, 2012).

Morales et al. (2019) utilizaron mezclas de suelo-arena, al 100%-0%, 80%-20%, 60%-40%, que, tienen LL de 33%, 32%, 29% e IP de 10%, 9%, 9%, determinando que, cuando la mezcla presentaba humedad de 17 a 19%, alcanzaban resistencia a compresión mínima de 22.7, 32.2 y 25.8 kg/cm², y al adicionar cemento llegaban a 48.4, 41.5 y 49.8 kg/cm². Concluyeron que, la humedad incide en las propiedades mecánicas de los BTC e incluso a mayor humedad se ve afectada la estabilidad dimensional del adobe.

Ammari et al. (2017) tuvieron como objetivo analizar y cuantificar la influencia de la textura granular y los componentes mineralógicos de la arcilla en el óptimo técnico-económico uso de cemento para la producción de BTC. Tomaron muestras de suelo en M (Marruecos), B (Burkina Fasso), A (Argelia), determinando que, el suelo de M, B y A tenía 28, 2 y 7.7% de grava, 52, 60 y 30.3% de arena, 12, 26 y 62% de limos, y 8%, 12% y 0.1% de arcilla, respectivamente, por lo que, M se clasifica como grava arenoso, mientras que, A y B son arena limosos, con IP de 10.3, 19 y 15%, para la producción de BTC con cemento como estabilizador, con lo que, determinaron que, el valor de la resistencia a la compresión crece hasta alcanzar los 2.46 MPa. Concluyeron que, la resistencia a la compresión del BTC aumenta con la tasa de cemento, y cal que estabiliza la arcilla, antes de la interacción con el esqueleto: limo y arena.

de Araújo et al. (2016) determinaron que, el suelo del Sur de Piauí utilizado en la producción de BTC, presentaba 1% de materia orgánica, textura arcillo limosa con arena, y pH de 5.49 a 6.11, con límite de liquidez por encima del rango recomendado, pero controlado con la adición de cemento.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Briceño y Carrasco (2020) mejoraron el adobe con 0%, 10% y 20% Garbancillo en Piura, utilizaron suelo con 78.3% de finos (limo-arcilla) y 21.7% de arena, con LL 32% e IP 11.32%, obteniendo resistencia a compresión de 18.85, 23.59, y 32.49 kg/cm². Concluyendo que, el garbancillo incrementa la resistencia.

Briceño y Marcos (2019) elaboraron adobes con 0, 3, 5 y 7% fibra tipo E, y suelo arena limo – arcilloso con humedad 9.41%, 13.59%, 19.60% y 66.81% de arcilla, limo y arena, LL de 32% e IP 26%, obteniendo resistencia a compresión de 22.52, 16.42, 13.57, y 11.8 kg/cm², absorción de 8.3, 16.53, 20.72 y 24.15%, variación dimensional de 13.5, 13.2, 12.9 y 12.1%, y alabeo de 3.05, 3.94, 3.22 y 3.34 mm. Concluyendo que, el adobe es mecánicamente óptimo con fibra tipo E.

Florez y Limpe. (2019) elaboraron adobes con paja y fibra de maguey al 0.35-0%, 0.20-0%, 0.20-0.05%, 0.20-0.15% y 0.20-0.20%, utilizaron suelo areno arcilloso con humedad 39.79%, peso específico 2.22 g/cm³, finos (limo arcilla) de 41.30% y arena de 68.7%, con LL 40% e IP 24% para producir adobes de 25 x 13 x 9 cm, determinando que, su variación dimensional era 5.69, 5.67, 4.9, 4.59 y 5.25%, su resistencia a compresión era 4.82, 3.78, 4.92, 5.71, 6.09 kg/cm². Concluyeron que, ninguna de las dosis cumple con la norma E.080.

Nureña (2017) utilizó las proporciones (Moche) 55-70% arena y 30-45% arcilla-limo, (San Isidro) 50% arena y 50% arcilla-limo y (Villareal) 75% arena y 25% arcilla-limo, con 0, 3, 6, 9 y 12% de cemento, para hacer adobes en Trujillo. El suelo de Moche, San Isidro y Villareal tenía LL 26.2, NP y 23.1% e IP 15.7, NP y 8%, siendo SC, SM y SC, produciendo adobes con 12, 6.4 y 11.1 kg/cm², respectivamente que, al adicionar 12% de cemento alcanzaban 20.4, 20.1 y 26.2 kg/cm². Concluyendo que, el adobe con mayor capacidad es el de 75%S-25%C.

2.1.3. Antecedentes regionales

Gaitán (2022) utilizó suelo de las canteras La Laguna, Succhapampa y Cumpampa de Tacabamba, con humedad de 21, 19.51 y 21.63%, LL 57.5, 56.5 y 52.3%, e IP 27.49, 26.8 y 19.77%, clasificadas como CH, ML y CH respectivamente, para la producción de BTC, con 15% de cemento, verificando que, alcanzaban resistencias a compresión de 17.30, 17.31 y 17.35 kg/cm², variación dimensional de 0.14, 0.08 y 0.07%, con alabeo máximo de 1.45, 1.25 y 1.05 mm y absorción de 7.48, 5.38 y 9.54% cumpliendo con la norma E.080 y la norma UNE 41410, por lo que, concluyó que, a pesar de que, el suelo no cumple con la gradación dada en la norma UNE 41410 (2008) es factible producir BTC con suelo arcillo limoso, y cemento como estabilizador.

Hoyos e Inga (2022) utilizaron suelo SC con LL 26.43% e IP 13.76% en proporción de 65% de arena (9.2 kg) y 40% de arcilla (4.88 kg), obteniendo absorción de 7.49% y resistencia a compresión de 9.55, pero al adicionar con 2%, 4% y 6% de fibras de Tundo alcanzaba 8.5, 9.74 y 10.94% de absorción y 10.46, 9.17 y 6.9 kg/cm² de resistencia, y adicionándole 2%, 4% y 6% de cemento y cal alcanzaban 8.97, 8.29 y 7.30% de absorción y 12.77, 9.98 y 6.35 kg/cm² de resistencia a compresión. Concluyeron que, con 2% de cal y cemento logran mejor capacidad mecánica en las unidades de adobe, con un costo de 1.22 soles.

Cruzado (2018) utilizó suelo de la cantera Cruz Blanca en Cajamarca con humedad 9.86%, finos de 44.82%, LL 33.8% e IP 10.6%, MDS 1.93 g/cm³, OCH de 10.3%, adicionando 0%, 5%, 10% y 15% de residuos de ladrillo para producir adobes con resistencia a compresión de 19.97, 23.84, 15.37 y 11.57 kg/cm². Concluyó que, con 5% de residuos de ladrillo y suelo de Cruz Blanca puede producir adobes que, superen la capacidad mecánica de la norma E.080.

2.2. Bases teórico – científicas

2.2.1. *El adobe compactado como material compuesto*

La tierra es uno de los materiales de construcción naturales más utilizados en todo el mundo, y la tierra sin cocer es un material común utilizado para la construcción de casas en regiones cálidas y áridas, con estimaciones que indican que un tercio de la población mundial y el 50% de los países en desarrollo viven en casas hechas de materiales a base de tierra cruda. El ladrillo de barro sin cocer (adobe) es un material abundante y disponible localmente que se usa sin requerir habilidades extensas o herramientas costosas y se asocia principalmente con una construcción de bajo costo y ritmo rápido (Dormohamadi & Rahimnia, 2020). Sin embargo, además de la falta de normas y códigos para la caracterización del suelo y la preparación del adobe, el uso de la tierra en la construcción se ha visto limitado por cuestiones técnicas, que adolece de la débil resistencia mecánica (Aymerich et al., 2016), lo que, hace que, las construcciones de tierra sean particularmente vulnerables a los altos niveles de fuerzas sísmicas que se dan durante los sismos. Pero, algunas de las preocupaciones mencionadas se están abordando explorando el uso de bloques de tierra comprimida, que son más confiables y dimensionalmente más estables en comparación con los bloques de adobe tradicionales (Donkor & Obonyo, 2016) . El bloque de tierra comprimida es el descendiente moderno del adobe. La mayor densidad se logra a través de la compactación, que disminuye significativamente la porosidad de los ladrillos de tierra al aumentar los contactos entre los granos y aumenta la resistencia a la compresión de los bloques, así como su resistencia a la erosión y al daño por agua (Dormohamadi & Rahimnia, 2020).

No obstante, entendiendo que, se considera material compuesto a todos aquellos materiales que, se han formado por la unión de diversos tipos de materias primas sin importar el proceso que, se haya empleado para su producción (Car et al., 2000), tal como, el adobe compactado que, se integra por diferentes dosificaciones de arena-arcilla-limo; la cantidad y las características (físicas, mineralógicas, químicas y mecánicas) de las materias primas que, forman el material compuesto inciden en las características físico mecánicas finales de este material, tal como, lo fundamentan dos teorías: la teoría de homogenización y la teoría de mezclas serie/paralelo, por lo que, al momento de producir un material compuesto se debe tener un control de la cantidad de materiales a adicionar y las características de los mismos, es decir, se debe definir con anticipación una dosificación adecuada.

2.2.2. Teoría de homogeneización para materiales compuestos

La teoría de la homogeneización propone una solución diferente a otras teorías, basada en dividir el problema de los compuestos en dos escalas de diferente orden denominadas macroscópica o global y microscópica o local. La microescala se utiliza para analizar la estructura interna o microestructura de materiales compuestos y obtener variables de estado para problemas micro mecánicos. Estas variables de estado permiten entonces determinar las variables de marco del problema. La escala macro se utiliza para analizar problemas globales donde los materiales compuestos se consideran materiales homogéneos (Car et al., 2000). La representación del comportamiento homogéneo de los materiales se realiza mediante leyes o ecuaciones matemáticas formuladas a nivel macroscópico en el contexto de la mecánica del continuo. Por lo tanto, la mayoría de las ecuaciones se derivan de este concepto, y el comportamiento de los materiales compuestos se entiende desde el punto de vista macroscópico, aunque esto no siempre es posible.

Sin embargo, desde un punto de vista macroscópico, se descuida lo que ocurre a nivel de los materiales constitutivos (Quinteros, 2014). En el caso del estudio se han analizado las propiedades de los componentes: Arena-arcilla-limo, y las propiedades del material compuesto producido: Adobe compactado.

2.2.3. Teoría de mezclas serie/paralelo

Neamtu et al. (1995) describen una generalización de la teoría de mezclas clásica en pequeñas deformaciones para representar compuestos cuyos componentes participan según una combinación de comportamientos serie/paralelo lo que, implica un ajuste automático de las propiedades del compuesto teniendo en cuenta cada componente y su distribución topológica (Car et al., 2000). La teoría se basa en los siguientes supuestos: En cada volumen infinitesimal de un compuesto, todos sus constituyentes participan juntos, es decir, la distribución de los constituyentes es homogénea; los componentes tienen la misma deformación en la dirección paralela (condición de deformación equivalente); los componentes tienen la misma deformación en la dirección del tándem; la adherencia entre los componentes es perfecta; el volumen ocupado por cada uno de los materiales constituyentes es inferior al volumen total del composite. Esta formulación propone combinar el comportamiento de los materiales constituyentes para producir una respuesta compuesta. De este modo, la anisotropía global del compuesto se ve como resultado de la interacción de los componentes. Además, esta teoría permite analizar los materiales de los componentes que, presentan cualquier tipo de no linealidad, como el daño y la ductilidad (Molina et al., 2009). Siendo así, se plantea inicialmente el estudio de las características de los componentes arena-arcilla-limo por separado y como mezcla para tratar de explicar su efecto en el material compuesto “Adobe”.

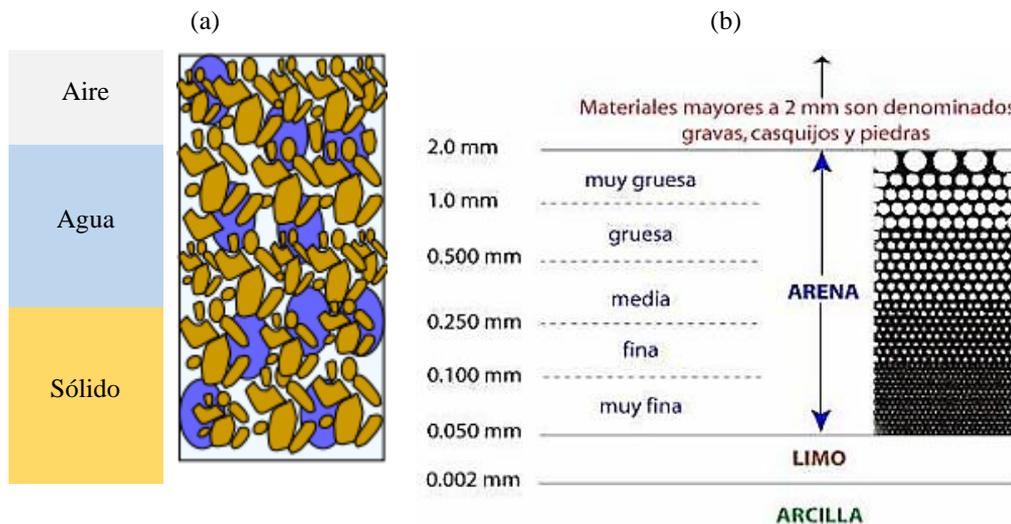
2.3. Marco conceptual

2.3.1. Suelo

Acumulación de partículas minerales y/o materia orgánica en forma de sedimento, que puede separarse por simple acción mecánica y que contiene cantidades variables de sólidos, agua y aire (Angelone & Garibay, 2014). El suelo es una colección de objetos naturales, modificados en lugares de la superficie de la tierra, que soporta o es capaz de soportar cargas. El suelo es la sustancia original que aparece en la superficie de la tierra, ocupa espacio, y tiene diferentes capas debido a cambios en el suelo, y por lo tanto tiene las características de ganancia, pérdida, transferencia y transformación de energía y materia (Jaramillo, 2002).

Figura 1

(a) Fases del suelo y (b) Escala de Tamaño



Nota: (Angelone & Garibay, 2014).

Las propiedades de los suelos de grano grueso y de grano fino varían ampliamente, pero no existe una división natural clara en ninguna clase de tamaño de partícula, sin embargo, a efectos prácticos, se han establecido algunas restricciones que, han generado los sistemas de clasificación (Rucks et al., 2004).

El suelo se puede clasificar según el sistema Unificado de Clasificación de Suelos

(SUCS), siendo este el enfoque más común en la construcción geotécnica, que, permite tipificar al suelo utilizando la abreviatura del tipo y nombrarlas en función de otras propiedades como granulometría y plasticidad (Arce, 2021).

Tabla 1

Símbolos de Designación de Suelos Granulares

Prefijos	Sufijos
G: Grava=El 50% o más es retenido en el T4.	W: Bien gradado=Depende del Cu y Cc
S: Arena=Sí más del 50% pasa el T4.	M: Mal gradado=Depende del Cu y Cc
	P: Limoso=Depende de WL y el IP
	C: Arcilloso= Depende de WL y el IP

Nota: (Bañón y Beviá, 2000).

Tabla 2

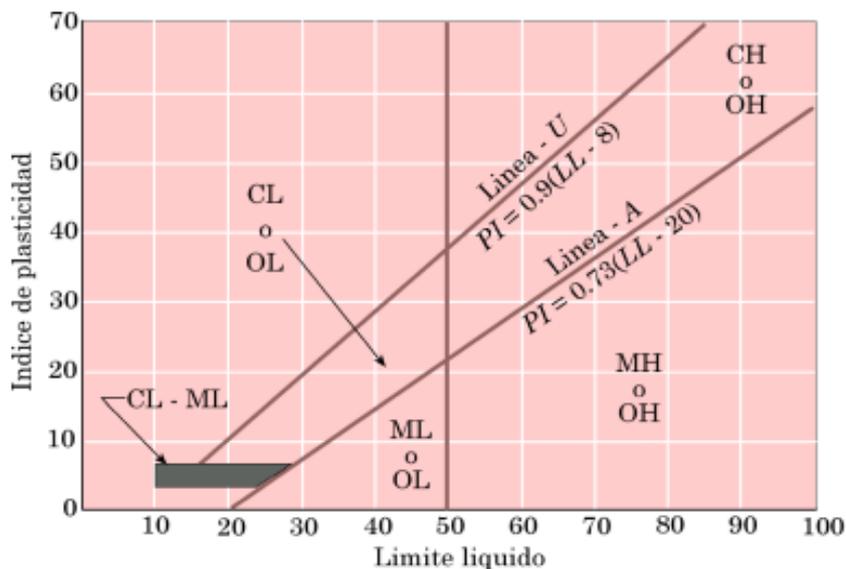
Símbolos de Designación de Suelos Finos

Prefijos	Sufijos
M: Limo	L: Grava= Baja plasticidad (WL < 50%)
C: Arcilla	H: Arena=Alta plasticidad (WL > 50%)
O: Orgánico	

Nota: (Bañón y Beviá, 2000).

Figura 2

Carta de Plasticidad para Clasificación de Suelos



Nota: Adaptado de (Arce, 2021).

2.3.2. Suelo para adobes

Por lo general, en los suelos, al menos hay tres categorías de suelo, estos están separados por tamaño y se conocen comúnmente como arena, limo y arcilla (Rucks et al., 2004). Para la fabricación de adobes se requieren proporciones de estos materiales, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2017) en la norma E.080, se especifica que, para la producción de adobes se requiere 55% a 70% de arena, 10% a 20% de arcilla y 15% a 25% de limo, mientras que, la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) establece una gradación que, debe cumplir el suelo para su uso en la fabricación de adobes, pero fundamentalmente son mezclas de arena-arcilla-limo, tal como, se describe:

Arena. La arena es un material de grano fino resultante de la descomposición o la trituración artificial de las rocas, con un diámetro de partícula de entre 2mm y 0.05mm. El origen de la arena es similar al de la grava: ambas suelen aparecer en el mismo sedimento. Las arenas fluviales suelen ser relativamente ricas en grava y arcilla. Las arenas puras no se encogen cuando se secan, no son plásticas y son mucho menos compresibles que las arcillas, que se encogen casi inmediatamente cuando se aplica una carga a su superficie (Briones e Irigoien, 2015).

Figura 3

Sistema de Clasificación para Suelos Arenosos

Símbolo de grupo	Criterio
SW	Menos del 5% pasa por el tamiz N°200; $C_u = D_{60}/D_{10}$ es mayor o igual a 6; $- (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3
SP	Menos del 5% pasa el tamiz N°200; no reúne los criterios para SW
SM	Más del 12% pasa el tamiz N°200; límites de Atterberg caen debajo de la línea-A (Figura 3.3) o $PI > 4$
SC	Más del 12% pasa el tamiz N°200; límites de Atterberg caen encima de la línea-A (Figura 3.3); $PI > 7$
SC-SM	Más del 12% pasa el tamiz N°200; límites de Atterberg caen en el área oscura marcada con Cl-ML en la Figura 3.3
SW-SM	El porcentaje que pasa el tamiz N°200 esta entre 5 a 12; Reúne criterios para SW y SM
SW-SC	El porcentaje que pasa el tamiz N°200 esta entre 5 a 12; Reúne criterios para SW y SC
SP-SM	El porcentaje que pasa el tamiz N°200 esta entre 5 a 12; Reúne criterios para SP y SM
SP-SC	El porcentaje que pasa el tamiz N°200 esta entre 5 a 12; Reúne criterios para SP y SC

Nota: (Arce, 2021).

Arcilla. Partículas sólidas con diámetro inferior a 0.005 mm, cuya masa se vuelve plástica al mezclarse con agua (Briones e Irigoin, 2015). En estos suelos suelen encontrarse varios minerales secundarios. Generalmente se pueden dividir en silicatos y no silicatos. Los silicatos incluyen caolinita, montmorillonita, ilita, vermiculita y alófana. Existen grandes diferencias entre estos grupos de arcilla en propiedades como plasticidad, adhesión y capacidad de intercambio catiónico, por lo tanto, es importante saber qué tipo de arcilla es dominante en el suelo (Rucks et al., 2004).

Limo. El limo es un sedimento incoherente compuesto de escombros suspendidos por ríos y vientos y depositados en lechos de arroyos o llanuras aluviales. Es el suelo de grano fino y baja plasticidad, que puede ser inorgánico, como el que se forma en las canteras, u orgánico, como el que suele encontrarse en los ríos, y que se caracteriza por su plasticidad. Los limos orgánicos tienen permeabilidad muy baja y alta compresibilidad. El diámetro de las partículas de limo oscila entre 0.05 mm y 0.005 mm. Su color varía del gris claro al gris muy oscuro. El limo, a menos que sea denso, se considera generalmente un suelo de cimentación pobre (Briones e Irigoin, 2015).

Figura 4

Sistema de Clasificación de Suelos Limosos y Arcillosos

Símbolo de grupo	Criterio
CL	Inorgánico; $LL < 50$; $PI > 7$; límites de Atterberg caen en o sobre la línea-A (ver zona CL en la Figura 3.3)
ML	Inorgánico; $LL < 50$; $PI < 4$; límites de Atterberg caen debajo de la línea-A (ver zona ML en la Figura 3.3)
OL	Orgánico; $(LL\text{—secado en horno}) / (LL\text{—no secado}) < 0.75$; $LL < 50$ (ver zona OL en la Figura 3.3)
CH	Inorgánico; $LL \geq 50$; límites de Atterberg caen en o sobre la línea-A (ver zona CH en la Figura 3.3)
MH	Inorgánico; $LL \geq 50$; límites de Atterberg caen debajo de la línea-A (ver zona MH en la Figura 3.3)
OH	Orgánico; $(LL\text{—secado en horno}) / (LL\text{—no secado}) < 0.75$; $LL \geq 50$ (ver zona OH en la Figura 3.3)
CL-ML	Inorgánico; límites de Atterberg caen en el área oscura en la Figura 3.3
Pt	Turba, Fango y otros suelos altamente orgánicos.

Nota: (Arce, 2021).

2.3.3. Propiedades físicas del suelo

Contenido de humedad. El contenido de humedad de un suelo es una de las propiedades más importantes que, explican su comportamiento al cambio de volumen, cohesión, estabilidad mecánica. Es la relación entre el peso de la muestra en su estado natural y el peso de la muestra tras el secado a 105 °C. Puede ir desde cero cuando está completamente seco hasta un valor máximo especificado, que no tiene que ser necesariamente el 100% (Terrones, 2019).

$$W = \frac{mh-ms}{ms} \times 100 \quad (1)$$

Donde, W es la humedad, mh muestra húmeda y ms muestra seca.

Granulometría. Tamaño máximo del material, determinada en base a las cantidades de finos y gruesos que, componen la masa de suelo (MTC, 2016).

$$\% \text{Retenido acumulado} = \frac{\text{Peso ret.acum.}}{PT} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Peso que pasa} = PT - \text{Peso ret.acum.} \quad (3)$$

$$\% \text{Que pasa} = \frac{\text{Peso que pasa}}{\text{Peso Total}} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{Finos} = \text{pasan tamiz N}^\circ 200 \quad (5)$$

$$\text{Gruesos} = \text{retienen tamiz N}^\circ 4 \quad (6)$$

$$\text{Arena} = 100 - (\text{finos} + \text{gruesos}) \quad (7)$$

Tabla 3

Clasificación Granulométrica del Suelo

Tamaño (mm)	Grava			Arena			Limo			Arcilla
	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	
Mín.	20	6	2	0.6	0.2	0.08	0.02	0.006	0.002	<
Máx.	60	20	6	2	0.6	0.2	0.08	0.02	0.006	0.002

Nota: (Bañón y Beviá, 2000).

Límite líquido (LL). Rango de fluidez del suelo. Contenido de agua necesario para que las dos mitades de una mezcla de suelo de 1 cm de espesor se extiendan y se unan en una longitud de 12 mm en el centro, pero separándose las dos mitades en la parte inferior de la muestra según condiciones (Terrones, 2019).

$$LL = W \times \left(\frac{N}{25}\right)^{\tan \beta} \quad (8)$$

Donde, W humedad, N número de golpes, $\tan \beta$ pendiente de la línea de flujo.

Límite plástico (LP). Es el contenido de agua de la mezcla suelo-agua cuando entra en estado plástico, en este estado, la mezcla puede deformarse a cualquier forma bajo una ligera presión, si el contenido de humedad es inferior a este valor, la mezcla se encuentra en estado semisólido, cualquier cambio en el contenido de humedad a ambos lados del LP da lugar a un cambio en el volumen del suelo (Briones e Irigoin 2015).

$$LL - LP = IP \leftarrow \text{Índice de plasticidad} \quad (9)$$

Tabla 4

Valores Típicos de Límites de Consistencia

Parámetro (%)	Arena	Limo	Arcilla
LL	15-20	30-40	40-150
LP	15-20	20-25	8-35
IP	0-3	10-15	10-100

Nota: (Bañón y Beviá, 2000).

Compactación. Proceso realizado por medios mecánicos, al expulsar aire de los poros, obligando a que las partículas del suelo entren en mayor contacto entre sí, lo que significa una rápida reducción de vacíos, dando un cambio de volumen en la masa del suelo. Si el material se va a compactar in situ, hay que conocer de antemano los parámetros físicos que proporcionarán una mayor densidad:

contenido de humedad óptimo y peso seco específico, que actualmente se obtienen mediante pruebas de laboratorio del tipo Proctor (Navarro y Hernández, 2019).

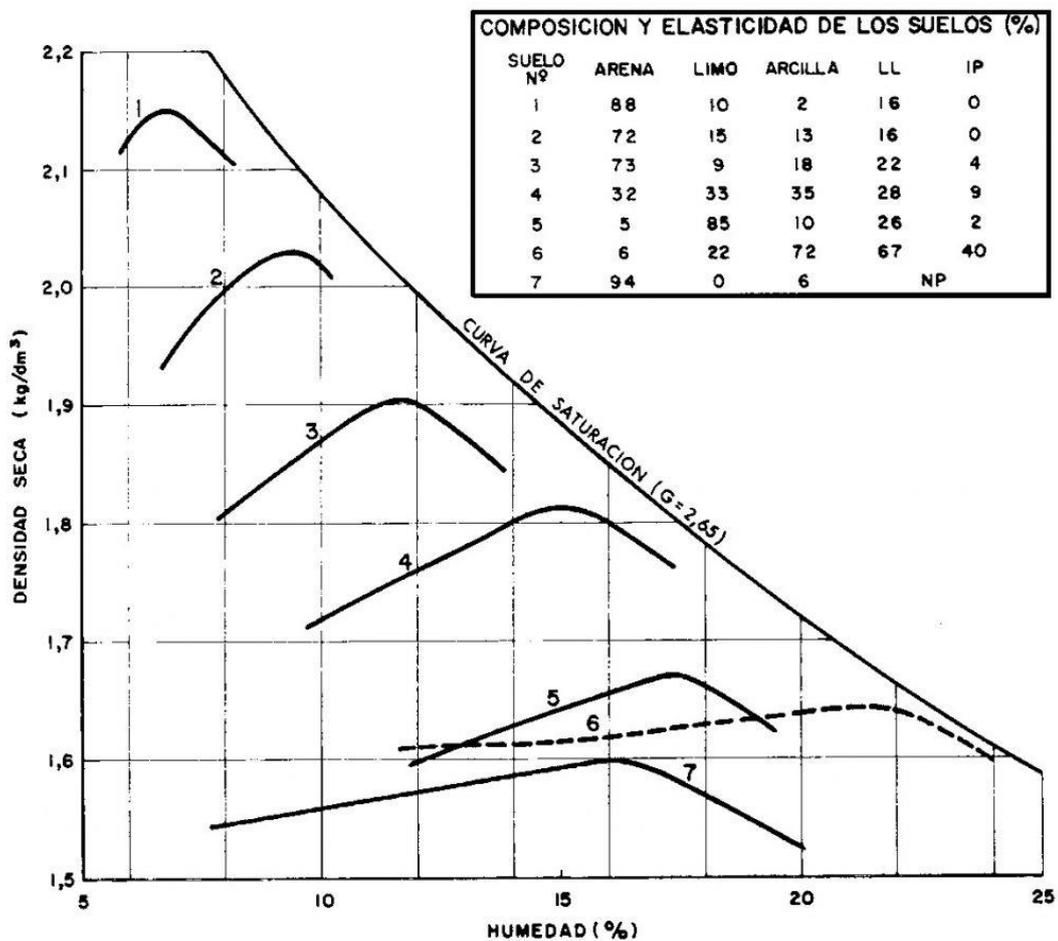
- **Densidad máxima seca (DMS).** Es la densidad de un suelo en estado más denso obtenible según ensayo normal (Cárdenas y Donoso, 2008).
- **Contenido óptimo de humedad (OCH).** Todos los materiales contendrán una humedad igual o ligeramente mayor que la adecuada, necesaria para asegurar la densidad de diseño requerida (Cárdenas y Donoso, 2008).

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w} \quad (10)$$

Donde, γ_d es la densidad seca, γ la densidad húmeda, W la humedad.

Figura 5

Curva de Compactación para Diferentes Tipos de Suelo



Nota: (Yepes, 2021).

2.3.4. *Requisitos del suelo o mezcla de suelo para adobes*

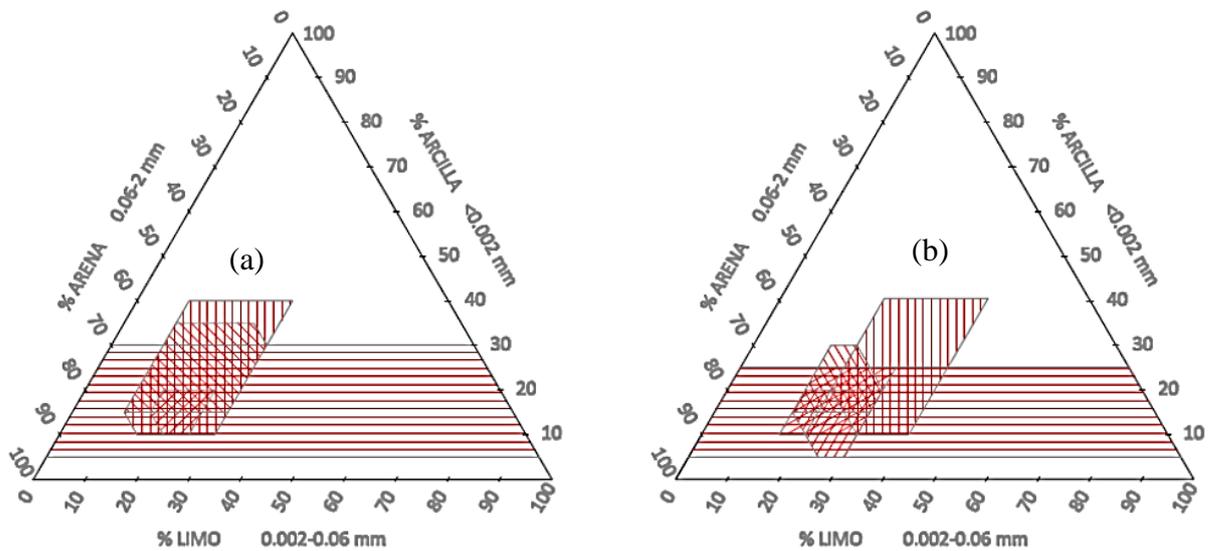
En el caso de la tierra o el suelo, debe estar limpio o sin adulterar y contener una cantidad suficiente de arena, arcilla y limo, que puede variar en función de la zona donde se produzca el adobe. El primero es un material inerte que no cambia cuando se moja y su función es proporcionar estructura y fuerza a la mezcla, pero hay que tener cuidado al añadir arena, ya que aumenta la porosidad, reduce la adherencia y puede provocar una pérdida de las propiedades mecánicas de la mezcla. El segundo actúa como un material activo que se coloca entre la arena, que, cuando se moja actúa para unir la mezcla, de forma similar al papel del cemento en el concreto. El tercero confiere consistencia a la mezcla al ser una gradación media entre la arena y la arcilla, da consistencia a la mezcla y reduce el hinchamiento de la mezcla por el contenido de arcilla (Benites, 2017).

Blanco y Morales (2016) respecto a las mezclas de suelo para la elaboración de adobes aseveran que, casi todos los tipos de suelo son adecuados para la construcción de tierra; debido a la diferente composición del suelo, incluso las áreas pequeñas tienen diferentes tipos de suelo, pero a menudo es necesario combinar varios tipos de suelo; en otras palabras, puede utilizar el suelo local, pero debe añadirse más arcilla o limo si es pobre en estos componentes, o arena si es muy rico en finos. Siendo así, los productos terminados deben contener suficiente arena gruesa para lograr una alta porosidad (resistencia a las heladas) y una alta resistencia a la compresión con una contracción mínima; sin embargo, al mismo tiempo deben contener suficiente arcilla para garantizar una buena adherencia y trabajabilidad de la pieza, y claro también requieren contenido de limo para dar estabilidad a la mezcla areno-arcillosa. Por tanto, lo ideal es encontrar tanto suelos arenosos como limosos y arcillosos.

Blanco y Morales (2016) han recopilado diferentes rangos de dosificaciones de arena, arcilla y limo para la producción de adobes (a) y tapial (b), donde sugiere 55% a 85% de arena, 10% a 30% de limo, y 10% a 40% de arcilla, no obstante, esto dista poco de la sugerencia dada en la norma E.080 (MVCS, 2017), donde se da la dosificación de 55% a 70% de arena 10% a 20% de arcilla y 15% a 25% de limo, así mismo, la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) establece como criterio que, el suelo no debe superar 2% de materia orgánica y 2% de sales solubles, debe encontrarse dentro del rango de granulometría y plasticidad establecido en sus respectivos husos, de tal forma que, el suelo que, se ubica dentro de los mismos, puede ser utilizado para la producción de BTC.

Figura 6

Dosificaciones Dadas para (a) Adobe y (b) Tapial por Diversos Autores



Nota: (Blanco y Morales, 2016).

Tabla 5

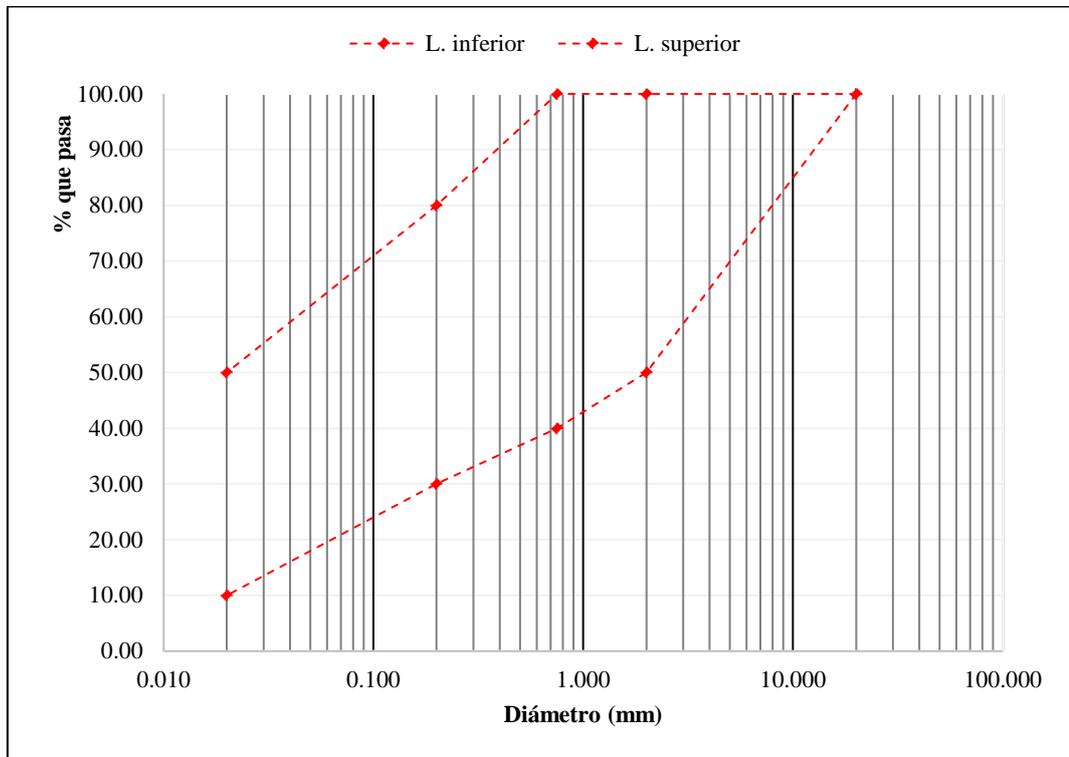
Dosificación Recomendada para Adobes en la Norma E.080

Porcentaje de mezcla		
Arena (S)	Arcilla (C)	Limo (M)
55-70	10-20	15-25

Nota: Norma E.080 (MVCS, 2017).

Figura 7

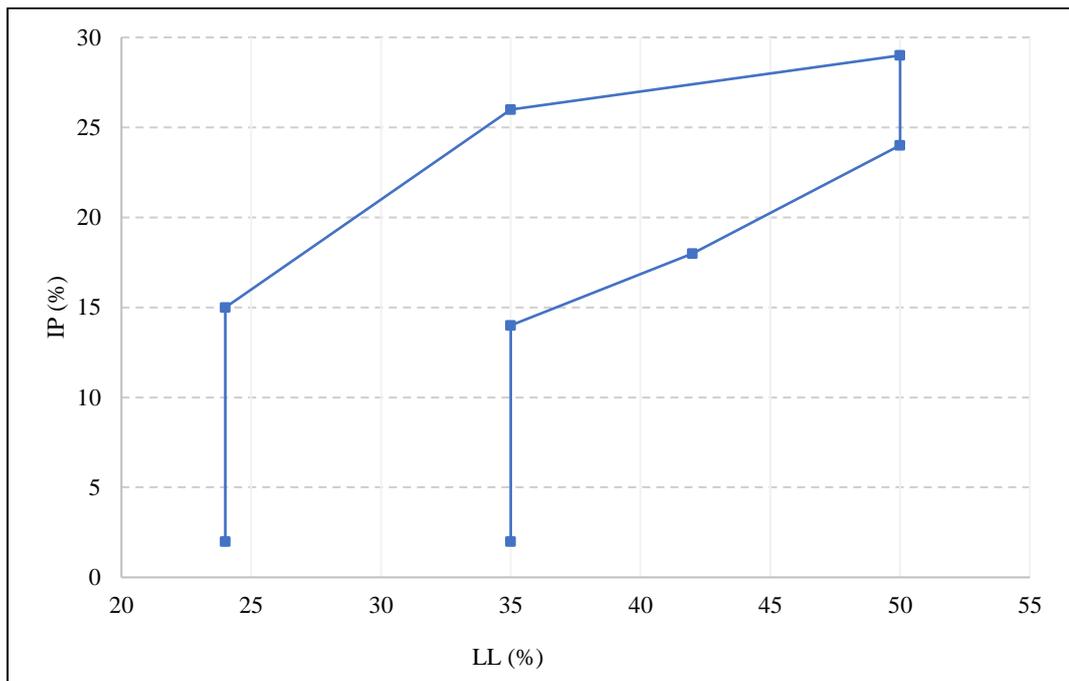
Huso Granulométrico del Suelo



Nota: (Norma UNE 41410, 2008).

Figura 8

Huso de Plasticidad



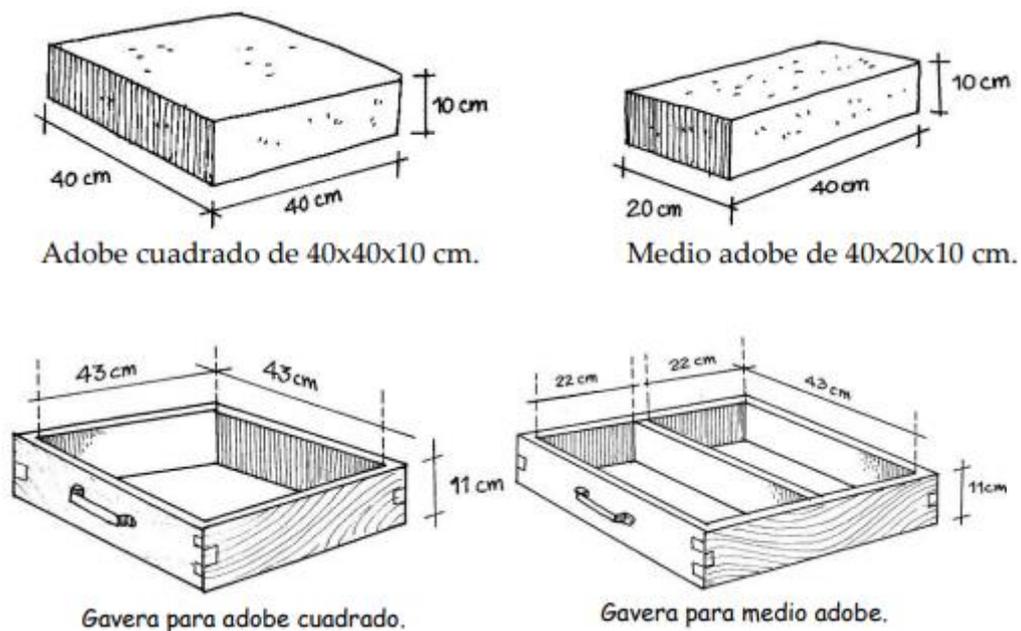
Nota: (Norma UNE 41410, 2008).

2.3.5. Adobe

Bloque de suelo, a veces mezclado con paja, amasado y secado al aire para su uso como unidad de mampostería (Zea, 2005). Los adobes pueden ser cuadrados o rectangulares o tener una forma especial si se colocan en un ángulo distinto de 90°, se producen con arena, arcilla y limo en proporciones de 55% a 70%, 10% a 20% y 15% a 25%, respectivamente; sus dimensiones deben ser: la longitud aproximadamente el doble del ancho y la relación ente longitud y altura debe ser de 4 a 1, siendo la altura superior a 8 cm (MVCS, 2017).

Figura 9

Dimensiones Geométricas de Adobes y Gaveras para Adobes



Nota: (Blondet et al., 2010)

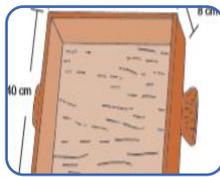
El adobe es un material de construcción muy común en el Perú y muchos países del mundo, pero generalmente presenta baja resistencia a compresión, lo que, le hace vulnerable, siendo así, se deben reforzar dichas unidades para garantizar que, cumplan con ciertos requisitos de cada normatividad, dando confort y seguridad a los usuarios de este sistema de mampostería (Blondet et al., 2010).

2.3.6. Tipos de producción de adobes

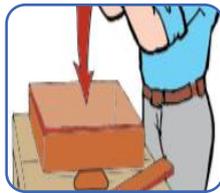
Adobes producidos mediante técnica tradicional. Para la producción de adobes primero se prepara el barro, para ello, se necesita buena tierra, arena gruesa, agua y paja de 5 cm de largo. Se tamiza la tierra usando una zaranda para eliminar materiales excedentes, se acomoda la tierra y se coloca agua dejando reposar la mezcla por 1 día. Al día siguiente se agrega la paja, y se bate muy bien el barro, luego se coloca la mezcla en la gavera previamente humedecida y espolvoreada con arena fina. Se va colocando la mezcla y compactando con las manos y pies, para finalmente emparejar el adobe con una regla, para luego levantar el molde con cuidado y dejar secar los adobes apilados por 10 días (Blondet et al., 2010).

Figura 10

Recomendaciones Durante la Elaboración de Adobes



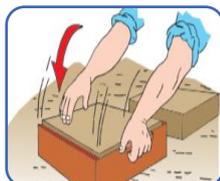
1. Preparar la adobera de 40 cm x 40 cm x 8 cm.
2. Preparar el barro y dormilo por 2 días (en promedio).
3. Agregar la paja para que los adobes no se rajen.



4. Llenar la adobera lanzado con fuerza porciones de barro. La adobera debe estar húmeda y rociada de arena fina para que no se peguen los adobes.
5. El barro debe estar al ras de la adobera, emparejando la superficie con una regla.



6. Dejar secar el adobe en las adoberas por uno a dos días.
7. El terreno para el desmolde debe ser plano y seco. Debe rociarse previamente con una capa de arena.



8. Retirar la adobera, levantando de ambas agarraderas y voltearlo rápidamente, teniendo cuidado que el adobe no se deforme.

Nota: (MVCS, 2017)

Adobes producidos mediante la técnica de lanzado. Se mezcla arcilla, limo y arena con agua, sin o con paja picada, y luego la mezcla se echa en el molde con gran fuerza. Cuanto más dura sea la arcilla en el molde, más se compactará y resistirá. La superficie se alisa a mano, con una madera, una paleta pequeña o un alambre, y se compacta en capa de 5 cm con un rodillo (Blanco y Morales, 2016).

Adobes producidos con prensa manual. La prensa manual tiene una presión de 5 a 25 kg/cm². La ventaja es la posibilidad de usar arcilla con bajo contenido de agua, que puede almacenarse inmediatamente y reduce la contracción; la desventaja es que se necesita un estabilizador de cemento (4-8%) para obtener una resistencia suficiente (Blanco y Morales, 2016).

Adobes producidos con prensa automática. Hay prensas totalmente automáticas que pueden producir de 1 500 a 4 000 bloques al día, pero son caras, y requieren un mezclador y una picadora para garantizar una mezcla constante. La producción manual es más económica en los países en desarrollo, mientras que la mecanizada lo es en los países industrializados (Blanco y Morales, 2016).

Figura 11

Adobes Producidos con Prensa Manual y Automática

Prensa manual



Prensa automática



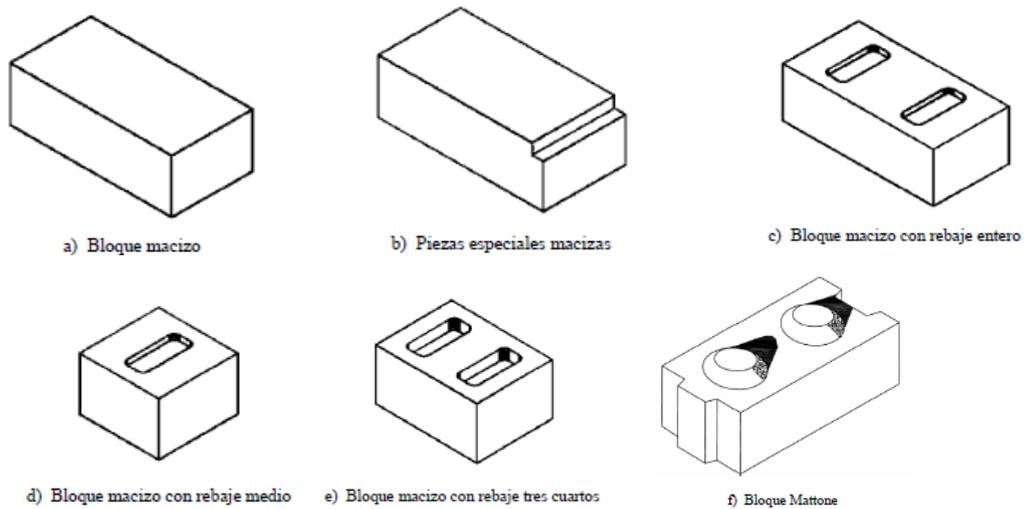
Nota: (Blanco y Morales, 2016)

2.3.7. Bloques de tierra comprimida

Piezas de mampostería, generalmente paralelogramos rectangulares, obtenidas por compresión estática o dinámica de tierra húmeda y posterior separación inmediata, que pueden contener estabilizadores o aditivos (con un contenido igual o menor al 15% de la materia seca) para conseguir o desarrollar determinadas propiedades del producto (AENOR, 2008).

Figura 12

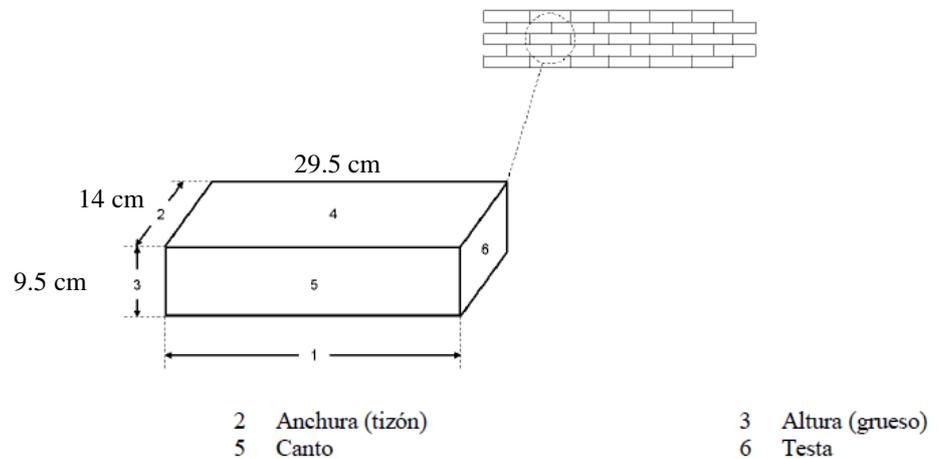
Formas Geométricas de un Bloque de Suelo Compactado



Nota: AENOR, 2008

Figura 13

Dimensiones de un Bloque Compactado de Suelo



Nota: AENOR, 2008.

2.3.8. Propiedades de los adobes

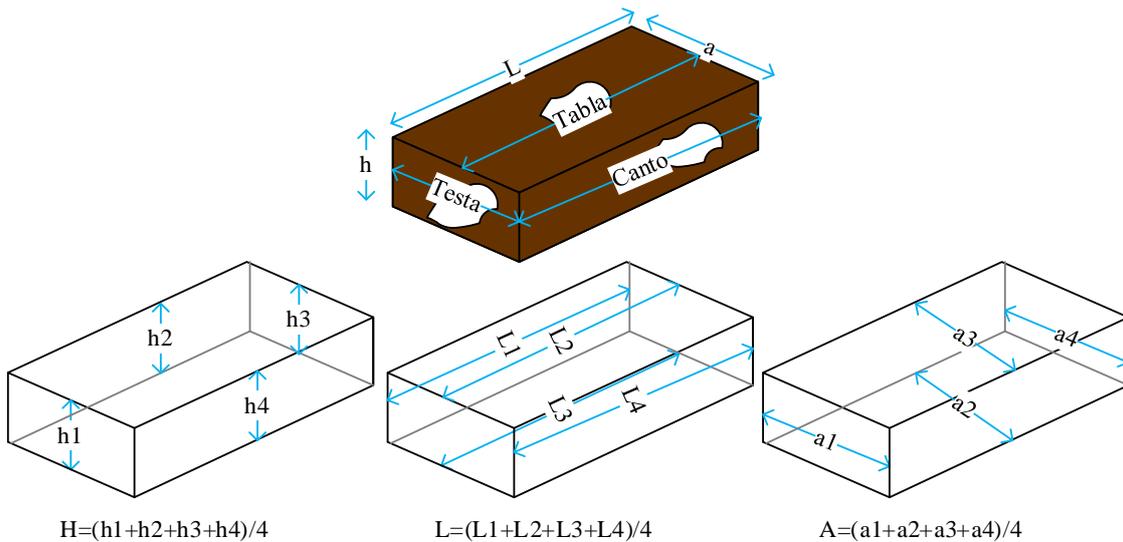
Dimensiones y tolerancia. El productor da las dimensiones nominales del bloque, no obstante, se debe verificar la variación dimensional en longitud (soga), ancho (tizón) y alto (grueso) para garantizar que, cumpla con las tolerancias dadas en la norma UNE 41410 (AENOR, 2008).

$$V = \frac{ME - MP}{ME} \times 100 \quad (11)$$

Dónde: V variabilidad dimensional (%), ME medida dada por el fabricante (mm), MP medida promedio de la unidad (mm).

Figura 14

Análisis Dimensional de Bloques Compactados de Suelos



Nota: Adaptado de la norma E.070 (MVCS, 2006).

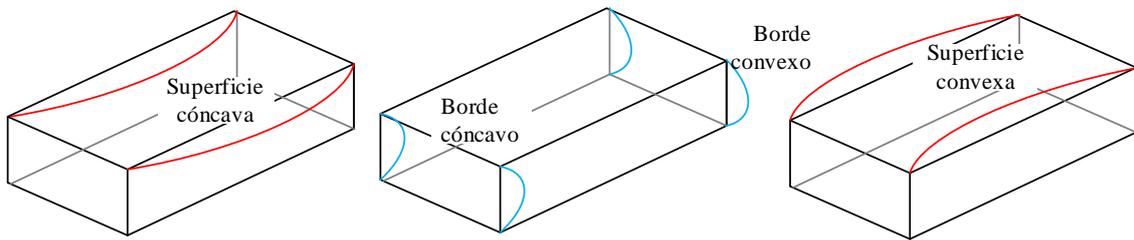
Planeidad de superficie (Alabeo). Se determina el alabeo en la superficie (distorsión cóncava o convexa de la superficie) y en los bordes (distorsión lateral cóncava o convexa en los bordes) de la unidad de mampostería. Desviación del plano no mayor a 2 mm (Cid y Cañas, 2009)

$$(0.1 \times \sqrt{l_d}) \text{ mm} \quad (12)$$

Donde, l_d es la longitud tabla de los bloques de tierra comprimida.

Figura 15

Análisis de Planeidad de Superficie (Alabeo)



Nota: norma E.070 (MVCS, 2006).

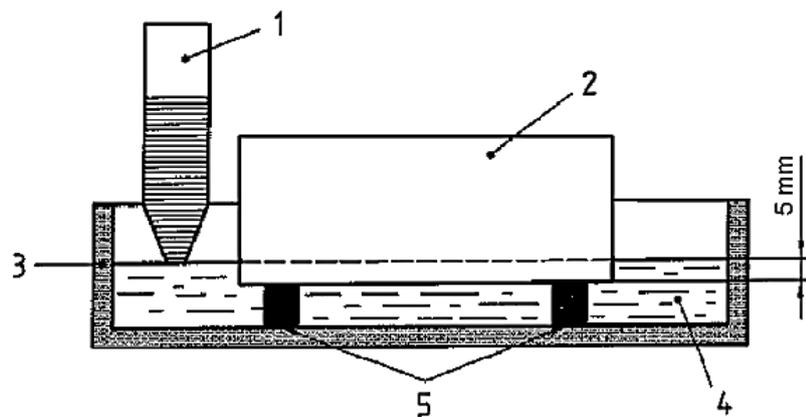
Absorción por capilaridad. Permite medir la absorbencia de una unidad al estar en contacto con el agua por 10 min tal como, se indica en la norma UNE 41410 (AENOR, 2008).

$$\text{Absorción \%} = 100 \times \frac{W_s - W_d}{W_d} \quad (13)$$

Donde, la absorción (%) es igual a la diferencia de peso entre los bloques húmedos (W_s) y secos (W_d), expresada como porcentaje del peso del bloque seco, se conoce como absorción (Bolaños, 2016).

Figura 16

Esquema del Ensayo de Absorción por Capilaridad



Leyenda

- | | |
|------------------------------|-----------------------|
| 1 Depósito (nivel constante) | 4 Agua potable |
| 2 Bloque | 5 Soportes regulables |
| 3 Cubeta | |

Nota: (AENOR, 2008)

Resistencia a ciclos de humectación y secado. Se deben verificar seis ciclos de humectación/secado, a fin de verificar que, no exista agrietamiento, hinchamiento local, pérdida local de capas de suelo, penetración de agua en más del 70% del ancho del bloque, y pérdida general de fragmentos mayores a 50 mm en los BTC según indica la norma UNE 41410 (AENOR, 2008).

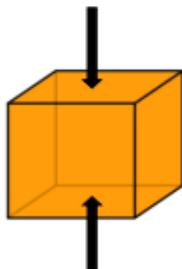
Resistencia a compresión. Máxima carga sobre área que, puede soportar la unidad de mampostería, antes de mostrar signos de rotura (Bolaños, 2016).

$$f'b = \frac{Pu}{A} \quad (14)$$

Donde, la resistencia a la compresión ($f'b$) se determina dividiendo la carga de rotura (Pu) por el área total (A) del bloque si es macizo (Bolaños, 2016).

Figura 17

Unidad de Ensayo a Compresión

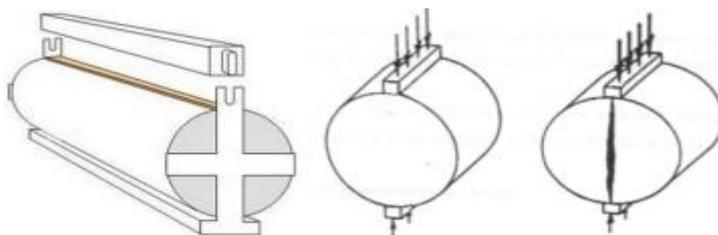


Nota: (Altamirano, 2019).

Resistencia a la tracción. Esto ocurre cuando dos fuerzas iguales pero opuestas actúan sobre un elemento y tienden a estirar el material (Altamirano, 2019).

Figura 18

Ensayo a Tracción Indirecta



Nota: (Altamirano, 2019).

2.3.9. Requisitos técnicos del bloque de adobe

En la norma E.080 (MVCS, 2017) se han especificado los requisitos técnicos que, debe cumplir un adobe para ser utilizado en edificaciones de mampostería, no obstante, en la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) también se tienen estándares técnicos para bloques compactado de suelo, y siendo que, en el caso del estudio se han producido adobes compactados se tomarán en cuenta ambas normativas para verificar que, los adobes cumplan con los lineamientos técnicos para su uso.

Tabla 6

Requisitos Técnicos del Adobe

Criterio	Firmeza característica (kg/cm ²)
A compresión de la unidad f ^b	10.20
A tracción	0.81
Del mortero	0.12
A la compresión en pilas o muretes	6.12
Al corte diagonal en muretes	0.25

Nota: Adaptado de la Norma E.080 (MVCS, 2017).

Tabla 7

Requisitos Técnicos del Bloque Compactado de Suelo

Bloques	BTC		
	1	2	3
Tolerancias dimensionales (mm)			
BTC, cara vista	10	20	5
BTC, ordinarios	20	30	10
Absorción (%)	22	20	20
Peso (kg)	6.32	6.95	8.18
Densidad (kg/m ³)	1700	1870	2200
Resistencia normalizada			
$f_{c,(fractil\ 5\%),en\ N/mm^2}$	1.3	3	5
$f_c\ en\ kg/cm^2$	13.25	30.59	50.98

Nota: Adaptado de la norma UNE 41410 (AENOR, 2008).

2.4. Hipótesis

Ho: La dosificación de arena arcilla limo no aumenta la resistencia a compresión del adobe de tierra comprimida, Túnel Conchano, Chota.

H1: La dosificación de arena arcilla limo aumenta la resistencia a compresión del adobe de tierra comprimida, Túnel Conchano, Chota.

2.5. Operacionalización de variables

2.5.1. Variable independiente: *Dosificación arena arcilla limo*

Es la mezcla de arena (55-70%), arcilla (10-20%), limo (15-25%) dada en la norma E.080 (MVCS, 2017) para la producción de adobes. Esta mezcla está conformada por tres tipos de suelo pertenecientes a diferentes canteras, por lo que, se han determinado sus propiedades físicas y químicas, para verificar que, se cumpla también los lineamientos de la norma UNE 41410 (AENOR, 2008).

Propiedades físicas del suelo. Según estas características (humedad, granulometría, LL, LP, IP) se clasifica el suelo, como arena, arcilla o limo.

Propiedades mecánicas del suelo. La compactación es la principal característica mecánica del suelo que, va a ser utilizado en la producción de adobes porque, define el contenido de agua para la mezcla a través de la determinación de los parámetros MDS y OCH.

Propiedades químicas del suelo. Se define el contenido de sales solubles, y materia orgánica en la mezcla de suelo.

Mezcla de arena-arcilla-limo. Son aquellas dosificaciones de arena (S), arcilla (C) y limo (M) definidas a partir de los lineamientos de la norma E.080 (MVCS, 2017) en porcentaje, siendo así son: 70S10C20M, 65S10C25M, 70S15C15M, 65S15C20M, 60S15C25M, 65S20C15M, 60S20C20M, 55S20C25M.

2.5.2. Variable dependiente: Resistencia a compresión del adobe

Es la característica mecánica del bloque de adobe compactado producido con diferentes dosis de arena-arcilla-limo para verificar la dosis que, produce unidades de mampostería que cumplan con la norma E.080 (MVCS, 2017) e incluso supere estas características adecuándose a los parámetros de la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), por tanto, también se incluye el análisis de las propiedades físicas consideradas en la norma española.

Propiedades físicas de los adobes. Son características geométricas, dimensionales y de capilaridad de la unidad de mampostería, tales como: variación dimensional, alabeo, absorción de agua por capilaridad.

Propiedades mecánicas de los adobes. Capacidad mecánica de los adobes, definida a partir de la resistencia a compresión y ciclos de humectación/secado.

Tabla 8

Cuadro de Operacionalización de Variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional		
				Indicadores	Ítem	
VI Dosificación arena arcilla limo	Propiedades físico-químicas y cantidades de arena arcilla limo que se utilizan para la elaboración de adobes.	Propiedades físicas del suelo	Características del suelo que determinan su clasificación SUCS	Granulometría	%	
				LL	%	
				LP	%	
		Propiedades mecánicas del suelo	Definen el porcentaje de agua en la mezcla	IP		
				Humedad	%	
		Propiedades químicas del suelo	Caracteriza la cantidad de sales solubles en el suelo	OCH	%	
				MDS		
		Mezcla de arena-arcilla-limo	Son aquellas dosificaciones de arena (S), arcilla (C) y limo (M) definidas a partir de la norma E.080 (MVCS, 2017)		Contenido de sales solubles	%
					Materia orgánica	%
					70S10C20M	%
					65S10C25M	%
					70S15C15M	%
					65S15C20M	%
60S15C25M	%					
65S20C15M	%					
60S20C20M	%					
55S20C25M	%					
VD Resistencia a la compresión del adobe de tierra comprimida	Representa las características mecánicas del adobe de tierra comprimida para diferenciarlo del adobe tradicional.	Propiedades físicas en adobes	Son las características físicas del adobe	Variación dimensional	%	
				Planeidad de superficie (Alabeo)	mm	
		Propiedades mecánicas en adobes	Son las características resistentes del adobe	Absorción por capilaridad	%	
				Resistencia a la compresión	Kg/cm ²	
				Resistencia a humectación/secado	%	

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

El enfoque es cuantitativo, se han seguido los lineamientos de la norma E.080 (MVCS, 2017) y de la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) para plantear las dosificaciones de arena-arcilla-limo, y analizar los adobes producidos con dichas mezclas, obteniendo como resultados valores cuantificables y comparables entre sí, a fin de determinar si existe un incremento en la resistencia a compresión de las unidades de mampostería a diferente dosis.

El tipo de investigación es aplicado, porque se persigue un fin práctico científico que, busca solucionar un problema a partir de conocimientos existentes dados en la normatividad, como, por ejemplo, el rango de arena-arcilla-limo con el que, se puede producir adobes dado en la norma E.080 (MVCS, 2017), para plantear las variaciones en las mezclas y así producir unidades de mampostería con diferentes características físicas y mecánicas que, han sido analizadas en base a la norma E.080 (MVCS, 2017) y de la norma UNE 41410 (AENOR, 2008).

El nivel de investigación es explicativo, persigue la búsqueda de encontrar una explicación de causa – efecto, de tal forma, se ha variado la dosificación de arena-arcilla-limo, siendo esta la causa que, generaría un efecto en la capacidad mecánica de las unidades de mampostería, por tanto, se busca explicar su comportamiento físico y mecánico del adobe fabricado con diferentes mezclas de suelo, para compararlo con las normas nacionales e internacionales.

La temporalidad del estudio es transversal porque se ha efectuado en un momento definido en el tiempo, y no se ha seguido una secuencia temporal, que, afecte los resultados alcanzados. Siendo el contexto donde sucede el estudio en

campo para la recolección del suelo analizado, y la producción de adobes con diferentes mezclas de suelo, pero también en laboratorio, donde se han probado las unidades de mampostería, por tanto, la fuente de datos es primaria.

Tabla 9

Tipo de Investigación según los Principales Criterios

Criterio	Tipo de investigación
Estrategia o enfoque metodológico	Cuantitativa
Finalidad	Aplicada
Objetivos	Explicativa
Control de diseño de la prueba	Cuasi experimental
Fuente de datos	Primaria
Contexto donde sucede	laboratorio, campo
Temporalidad	Transversal (sincrónica)

3.2. Diseño de investigación

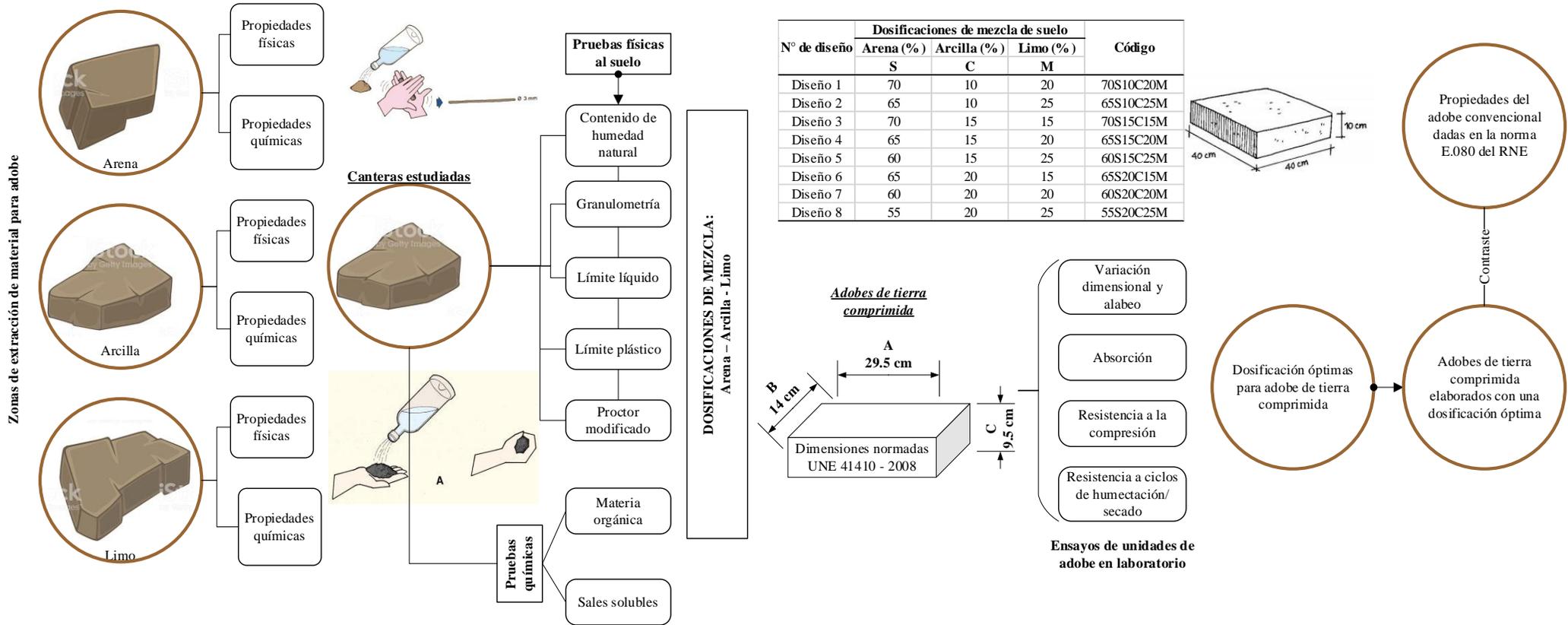
El diseño es cuasi experimental de grupo único, en el sentido de que, la variable dependiente “Resistencia a compresión del adobe” ha sido modificada con la intervención de la variable independiente “dosis de arena-arcilla-limo”. Siendo así, se ha utilizado un diseño de bloques totalmente aleatorizado con 8 tratamientos, seis réplicas y 48 unidades por ensayo, para determinar cómo pueden modificarse las propiedades de compresión de los adobes compactados cambiando la cantidad de arena, arcilla y limo, tomando como base el rango dado en la norma E.080 (MVCS, 2017), y comparando las propiedades determinadas con la norma nacional, e internacional UNE 41410 (AENOR, 2008).

$$GE: \quad X \quad Y \quad (15)$$

Donde, GE grupo experimental, X variable independiente (S arena, C arcilla, M limo), Y variable dependiente (resistencia a compresión del adobe).

Figura 19

Esquema del Diseño Cuasiexperimental de Investigación

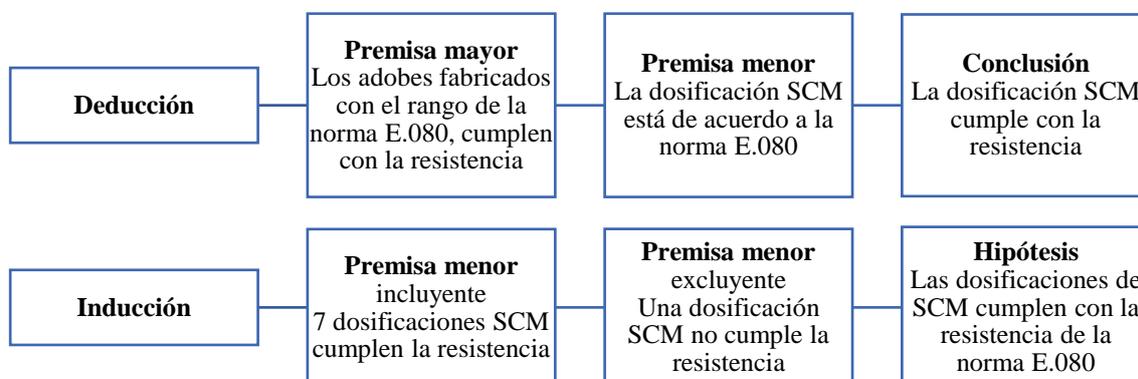


3.3. Métodos de investigación

Se ha utilizado el enfoque cuantitativo dado por el método deductivo inductivo. Se ha partido de la deducción para llegar a conclusiones específicas partiendo de hechos generales, por ejemplo, se ha tomado como base, la teoría de los materiales compuestos que, argumenta que, las características de los componentes o materias primas de un material confieren las propiedades al material compuesto, por tanto, se han analizado específicamente las propiedades físico químicas de la arena, arcilla y limo utilizado para la producción de adobes, pero también se ha aplicado el método de razonamiento inductivo, debido a que, este método parte de observaciones para llegar a teorías, es decir permite llegar a una conclusión general a partir de hechos particulares observados hasta el momento, siendo en este caso, los hechos particulares, las resistencias a compresión alcanzadas por los adobes compactados para cada dosificación de arena-arcilla-limo, llegando a una conclusión que, apoya o rechaza la hipótesis propuesta en el estudio. El procedimiento seguido como parte de la aplicación de la metodología se muestra en el acápite 3.6.1.

Figura 20

Ejemplo de Aplicación del Método Deductivo e Inductivo



3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

Todos los adobes formados con diferentes dosis de arena (S), arcilla (C) y limo (M) según la gama proporcional (55% a 70% S, 10% a 20% C, 15% a 25% M) dada por la norma E.080 (MVCS, 2017). Se ha utilizado arcilla y limo de canteras ubicadas en el centro poblado Túnel Conchano del distrito de Chota, pero la arena no era un material disponible en dicha zona por lo cual, dicha materia prima fue traída de la cantera El Frutillo Bajo del distrito de Bambamarca (a 50 minutos de la ciudad de Chota). Las ocho dosis de arena-arcilla-limo (SCM) se formaron variando en 5% el rango mínimo dado por la norma E.080 (MVCS, 2017) hasta llegar al rango máximo, siendo así, las dosificaciones utilizadas para la producción de adobes compactados fueron: 70S10C20M, 65S10C25M, 70S15C15M, 65S15C20M, 60S15C25M, 65S20C15M, 60S20C20M, 55S20C25M, tal como, se muestra en la **Tabla 10**.

Tabla 10

Dosificaciones de Arena-Arcilla Limo, para Adobes

N° de diseño	Dosificaciones de mezcla de suelo			Código
	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	
	S	C	M	
Diseño 1	70	10	20	70S10C20M
Diseño 2	65	10	25	65S10C25M
Diseño 3	70	15	15	70S15C15M
Diseño 4	65	15	20	65S15C20M
Diseño 5	60	15	25	60S15C25M
Diseño 6	65	20	15	65S20C15M
Diseño 7	60	20	20	60S20C20M
Diseño 8	55	20	25	55S20C25M

Figura 21 Canteras en el C.P. Túnel Conchano, Distrito de Chota

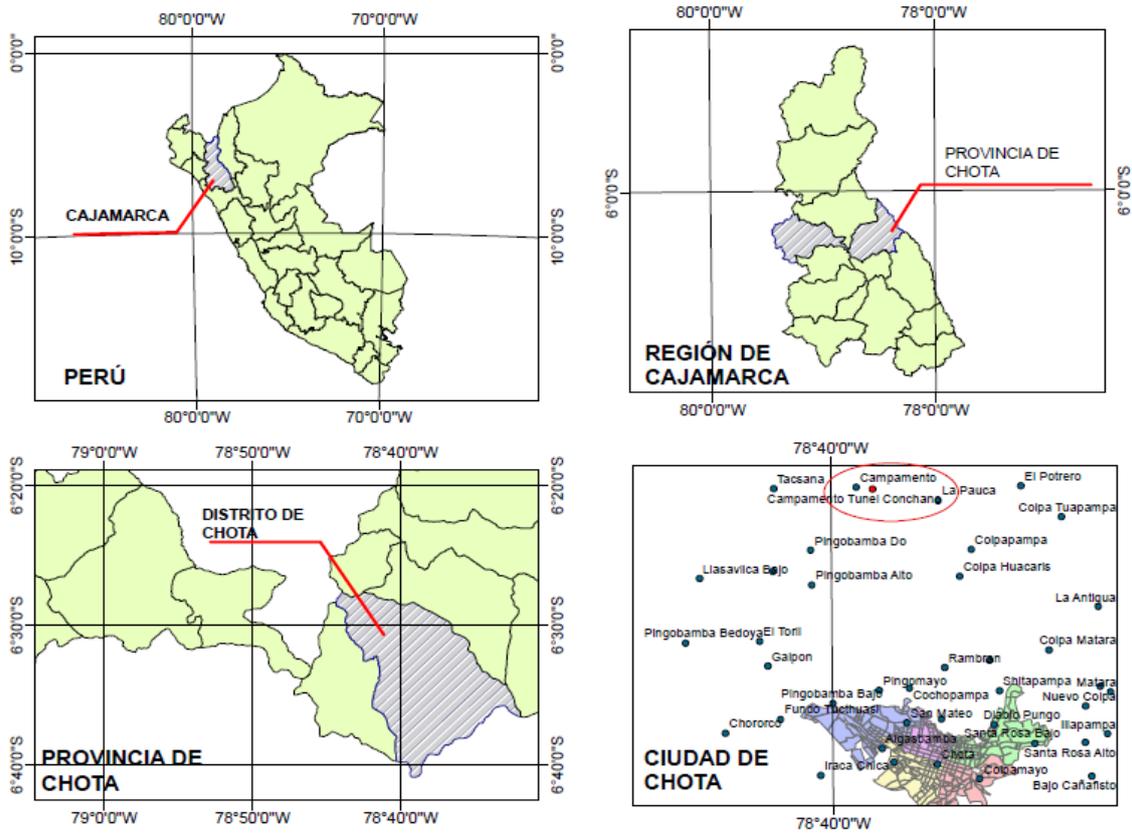
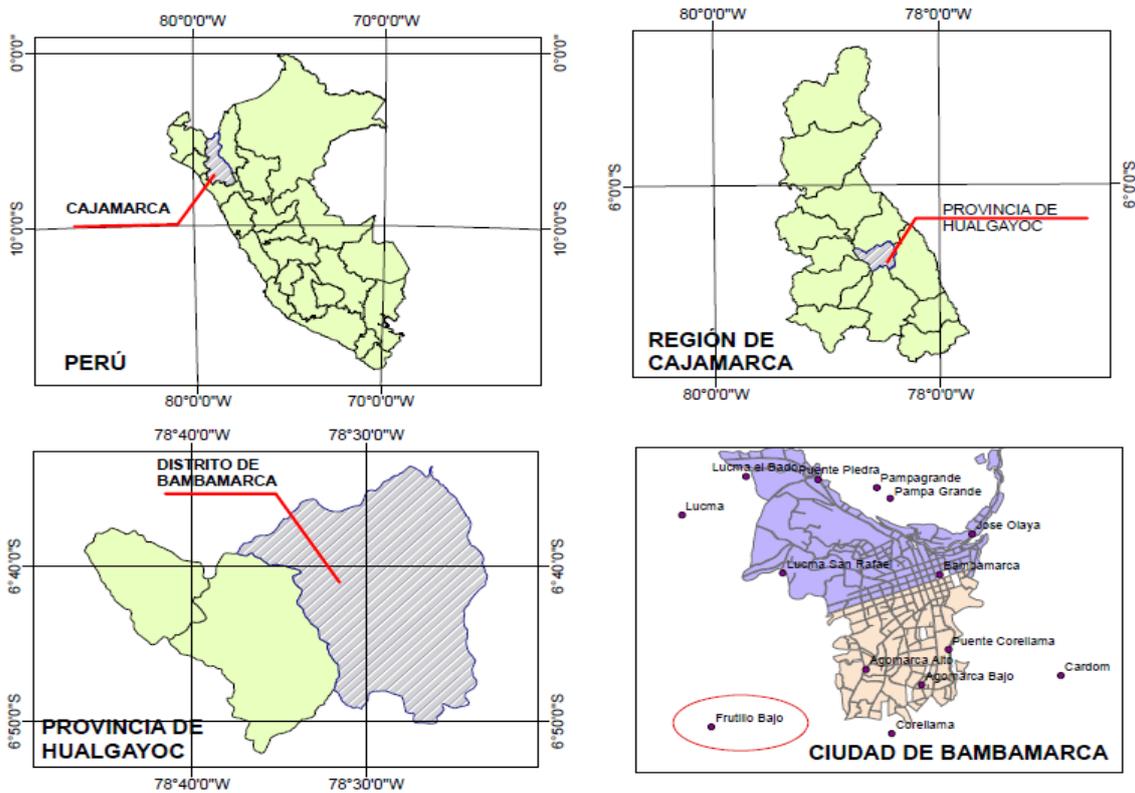


Figura 22 Cantera en el C.P. Frutillo Bajo, Distrito de Bambamarca



3.4.2. Muestra

192 adobes compactados formados con arena (S), arcilla (C) y limo (M) según las dosificaciones: 70S10C20M (1), 65S10C25M (2), 70S15C15M (3), 65S15C20M (4), 60S15C25M (5), 65S20C15M (6), 60S20C20M (7), 55S20C25M (8), utilizando arcilla y limo de canteras del centro poblado Túnel Conchano del distrito de Chota, y arena de la cantera El Frutillo Bajo del distrito de Bambamarca.

Tabla 11

Número de Unidades de Adobe con Diferentes Dosis de Arena-Arcilla-Limo

Ensayo	Tipo de diseño								Total (Unid)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Dimensiones y alabeo	6	6	6	6	6	6	6	6	48
Absorción por capilaridad	6	6	6	6	6	6	6	6	48
Resistencia a compresión	6	6	6	6	6	6	6	6	48
Resistencia a ciclos de humectación/ secado	6	6	6	6	6	6	6	6	48
Total, de unidades	24	24	24	24	24	24	24	24	192

3.4.3. Muestreo

En el programa Minitab 21 se ha realizado un diseño de bloques totalmente aleatorio (DOE de mezclas) con ocho (8) tratamientos y seis (6) repeticiones, de acuerdo a la norma E.080 (MVCS, 2017), que establece que, “la resistencia a la compresión de un bloque se determinará ensayando al menos 6 probetas” (MVCS, 2017), por lo que, el número de unidades experimentales para cada ensayo fue de 48. Siendo cuatro tipos de ensayo, da un total de 92 unidades de adobe.

$$\text{Factor 1: Mezclas de arena – arcilla – limo} \rightarrow \text{Niveles: 8} \quad (16)$$

$$\text{Factor 2: Ensayos al adobe} \rightarrow \text{Niveles: 4} \quad (17)$$

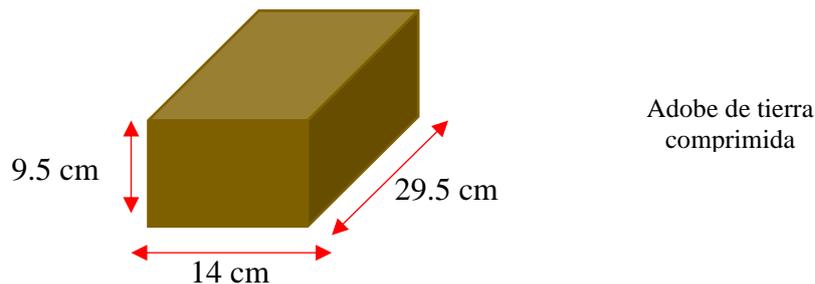
$$\text{Corridas base} = 4 \times 8 = 32 \rightarrow \text{Repeticiones} = 6 \rightarrow \text{Total} = 192 \quad (18)$$

3.4.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis es el adobe compactado elaborado con diferentes dosis de arena-arcilla-limo, cuyas dimensiones se han definido en base a la norma UNE 41410 (AENOR, 2008).

Figura 23

Forma y Dimensiones de la Unidad de Adobe



Nota: Las dimensiones están de acuerdo a la norma UNE 41410 (AENOR, 2008).

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

Observación. Herramientas de análisis visual para cada procedimiento de recogida de datos dado durante la ejecución de la investigación.

Ensayos de mecánica del suelo. Son pruebas que caracterizan el suelo y permiten clasificarlo según el método SUCS. Deben realizarse las pruebas: análisis granulométrico, LL, LP, humedad. Así mismo, se ha realizado el ensayo de Proctor modificado para determinar el contenido de humedad óptimo para la preparación de la mezcla compactada de suelo; y los ensayos químicos del suelo, para determinar el contenido de sales solubles y materia orgánica de la materia prima, a fin de verificar que, cumpla con la norma UNE 41410 (AENOR, 2008).

Ensayos en adobes. Se trata de pruebas física y mecánicas que, caracterizan al adobe elaborado con diferentes dosis de arena-arcilla-limo. Deben realizarse las

pruebas de: variación dimensional y alabeo, absorción por capilaridad, resistencia a compresión y a ciclos de humectación/secado.

Análisis de contenido. Se trata de un método a priori que compara la norma E.080 (MVCS, 2017) con la impedancia alcanzada por la unidad a compresión en función de los cambios de dosis para determinar la dosis adecuada.

3.5.2. *Instrumentos de recolección de datos*

Cuaderno de campo. Instrumento de registro de cada procedimiento de recogida de datos, así como, de información esencial que, contribuya con el desarrollo de la investigación, así como las imágenes que, corroboran cada proceso.

Formatos de ensayos de mecánica de suelos. Se trata de formatos para presentar los resultados de los análisis físico, mecánico y químico del suelo, por tanto, confieren los resultados de las pruebas de laboratorio para clasificación, determinación del contenido de humedad, y la composición química del suelo.

Formato de ensayo de adobes. Estos formatos presentan los resultados de las pruebas físicas y mecánicas realizadas con el adobe.

Matriz de análisis de contenido. Es una tabla resumen que, presenta las características de cada tipo de adobe fabricado con diferentes dosis de arena-arcilla-limo, para compararlo con los requisitos mínimos de resistencia dados en la norma E.080 (MVCS, 2017), y en la norma UNE 41410 (AENOR. 2008).

Tabla 12 *Fuentes, Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos*

Variables	Recolección de datos		
	Fuente	Técnica	Instrumento
VI		Observación	Cuaderno de campo
Dosificación de arena-arcilla-limo	Primaria	Ensayos de mecánica del suelo	Formatos de ensayos de mecánica de suelos
VD			Formatos de ensayos de adobes
Resistencia a compresión del adobe	Primaria	Ensayos en adobes Análisis de contenido	adobes Matriz de análisis

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.6.1. Proceso de obtención de los datos

3.6.1.1. Descripción de las canteras de suelo

Se ha utilizado suelo arcilloso y limoso de dos canteras ubicadas en el centro poblado Túnel Conchano, distrito de Chota, a 30 minutos de la ciudad de Chota, mientras que, el suelo arenoso se ha traído de la comunidad El Frutillo Bajo, en el distrito de Bambamarca, a 50 minutos de la ciudad de Chota. La cantera 1, ubicada en las coordenadas UTM WGS84 17S 758538 m E, 9280122 m S, con un área aproximada de 51,088 m² actualmente es utilizada para la producción de adobes en el centro pobla Túnel Conchano, del distrito de Chota, en combinación, con el suelo de la cantera 2 ubicada en las coordenadas UTM WGS84 17S 758707 m E, 9279148 m S, con un área aproximada de 42,644 m²; no obstante, el contenido de arena dentro del suelo de estas canteras es casi nulo, por lo que, se ha utilizado material granular de la cantera El Frutillo ubicada en las coordenadas UTM WGS84 17S 771874 m E, 9259715 m S, con un área de extensión aproximada de 42,410 m², actualmente está cantera es utilizada con fines de producción de unidades de albañilería (ladrillos artesanales), por lo que, el material granular presenta buenas características para su uso en adobes compactados de tierra sin cocer.

Tabla 13

Localización de las Canteras de Suelo

Cantera	Tipo de suelo	Comunidad/Distrito	Coordenadas UTM		Área (m ²) aproximada
			WGS84 17s		
			Este (m)	Norte (m)	
1	Arcilla	Túnel Conchano/ Chota	758538	9280122	51088
2	Limo	Túnel Conchano/ Chota	758707	9279148	25644
3	Arena	Frutillo Bajo/ Bambamarca	771874	9259715	42410

Figura 24 Ubicación de las Canteras de Arcilla y Limo en Chota

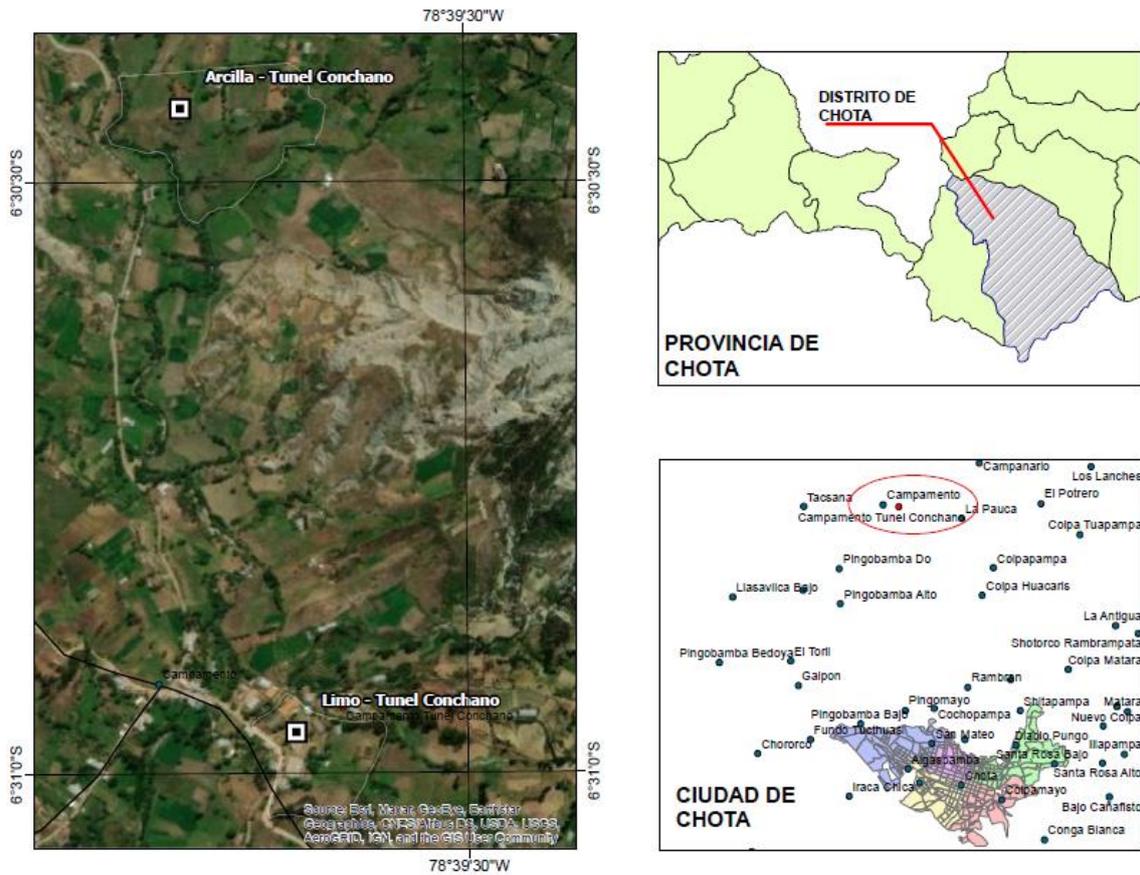
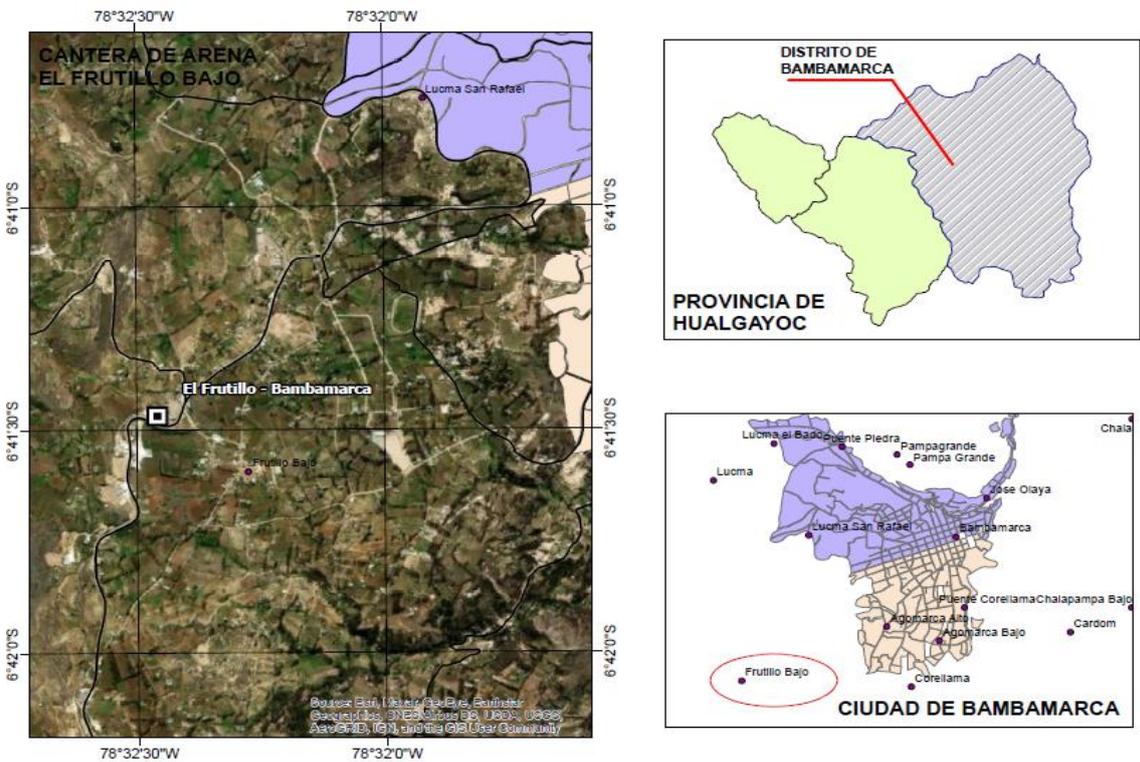


Figura 25 Ubicación de la Cantera de Arena en Bambamarca



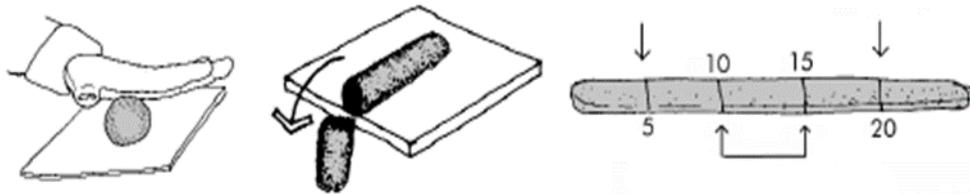
3.6.1.2. Análisis in situ del suelo

Previa a la realización de ensayos de laboratorio para comprobar la clasificación de los suelos de cantera, se realizaron pruebas in situ descritas en la norma E.080 (MVCS, 2017) y en el compendio de Blanco y Morales (2016) para asegurar que, se ubiquen canteras con suelo arenoso, arcilloso, y limoso.

Prueba de la tira de barro. Las muestras de suelo se recogen y se colocan en una esfera de suelo. Se enrolla a mano hasta que toma la forma de una barra de arcilla. La cinta de arcilla sigue estirándose hasta reventar. Se mide la longitud del cinturón de barro (MVCS, 2017).

Figura 26

Ensayo de Cinta de Barro



Nota: Menos de 5 cm suelo con poca arcilla, de 10 -15 cm suelo limo arcilloso, de 20 cm a más suelo arcilloso (Blanco y Morales, 2016)

Ensayo de lavado. Se frota una muestra de barro húmedo con la palma de la mano. Si se notan las partículas se trata de barro arenoso; si está pegajoso, pero se puede limpiar con las manos secas, es barro arcilloso (Blanco y Morales, 2016).

Figura 27

Ensayo de Lavado del Suelo



Nota: (Blanco y Morales, 2016)

Ensayo del corte. El suelo húmedo se moldea en forma de esferas y se cortan con un cuchillo. Una superficie de corte brillante indica alto contenido de arcilla y una superficie opaca indica alto contenido de limo (Blanco y Morales, 2016).

Figura 28

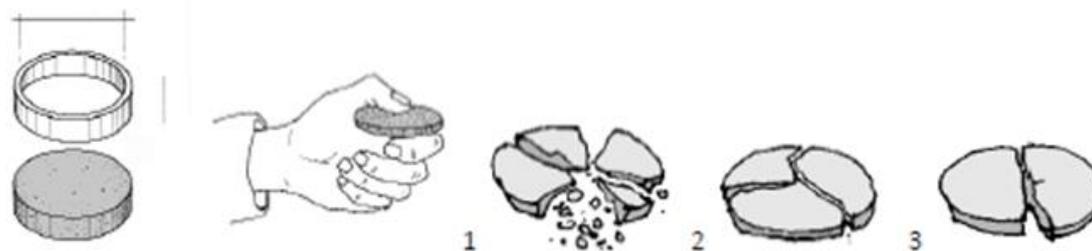
Ensayo del Corte en Suelo



Ensayo de resistencia. Se humedece la muestra hasta que se ablande, pero conserve su forma. Se prepara cinco pastillas de 5 cm de diámetro y 1 cm de grosor y se secan al sol. Cuando estén secas, se aplastan con los dedos índice y pulgar verificando si se rompen o resisten el esfuerzo (Blanco y Morales, 2016).

Figura 29

Ensayo de Resistencia In Situ del Suelo



Nota: (1) Suelo ARENOSO: Retracción, fácil de convertirlo en polvo, (2) Suelo LIMOSO: Retracción importante, muy difícil de reducirlo en polvo, (3) Suelo ARCILLOSO (Blanco y Morales, 2016).

3.6.1.3.Extracción de muestras de suelo

Para la extracción de muestras de suelo se ha excavado con herramientas manuales una calicata de 1.20 m de largo, 1.20 m de ancho, y 2 m de profundidad en el centro de cada cantera, y se ha aplicado la NTP 339.252 (INACAL, 2019) para extraer 2.5 kg de suelo para ensayos de clasificación, 2.5 kg para ensayos químicos, y 40 kg para ensayos de compactación en cada canteras de análisis.

Tabla 14

Localización de las Calicatas en las Canteras de Suelo

Cantera	Comunidad/Distrito	Coordenadas UTM WGS84		Elevación (msnm)
		Este (m)	Norte (m)	
1	Túnel Conchano/ Chota	756738.5	9279143.93	2304.91
2	Túnel Conchano/ Chota	758592.79	9279952.56	2328.40
3	Frutillo Bajo/ Bambamarca	771874.00	9259715.00	2300.00

3.6.1.4. Estudio de mecánica de suelos

Las muestras de suelo de las canteras del centro poblado Túnel Conchano en el distrito de Chota, y El Frutillo Bajo en el distrito de Bambamarca, fueron trasladadas al laboratorio GSE en la ciudad de Chota, para realizar los ensayos físicos, mecánicos y químicos respectivos, según las normas técnicas peruanas (NTP).

NTP 339.127 Contenido de humedad (INACAL, 2019)

- Se pesa la muestra en su estado natural.
- Se lleva al horno hasta que, la muestra tenga un peso constante, estado seco.

NTP 339.128 Granulometría (INACAL, 2019)

- Se pesa la parte de la muestra secada al aire.
- La muestra se pasa luego a través de un tamiz N° 10 (2.00 mm).
- La parte que quede en el segundo tamiz se lava para eliminar el material fino, se seca, se pesa y este valor se registra como el peso del material grueso. Esta porción de material grueso se pasa por el tamiz N° 4 y se registra el peso retenido.
- Las fracciones de material que pasaron por el tamiz N° 10 se mezclan a fondo y se separan manual o mecánicamente por medio de tamices de diferente gradación, pesando el material retenido en cada tamiz.

NTP 339.129 Límite líquido (INACAL, 2019)

- Colocar una porción del suelo preparado, en la copa del dispositivo de LL.
- Utilizando el acanalador, dividir la muestra contenida en la copa, haciendo una ranura a través del suelo.
- Levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 1.9 a 2.1 golpes/seg. hasta que, las dos mitades de suelo estén en contacto.
- Registrar el número de golpes, N, necesario para cerrar la ranura.

NTP 339.129 Límite plástico (INACAL, 2019)

- Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide
- Se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.
- Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3.2 mm (1/8”) no se ha desmoronado, se vuelve a hacer un elipsoide y a repetir el proceso
- Se continúa el proceso hasta reunir 6 g de suelo y se determina la humedad.

NTP 339.141 Proctor modificado (INACAL, 2019)

- Se forman cuatro porciones de suelo con diferente cantidad de agua.
- Se coloca el suelo en el molde en 5 capas dando 56 golpes con el pistón.
- Se enrasa la muestra se pesa y se lleva al horno, para luego volver a pesar la muestra, registrando los datos para graficar la curva de compactación.

NTP 339.152 Contenido de sales solubles (INACAL, 2015)

- Se determina en un extracto acuoso preparado usando una relación de suelo-agua de 1:5 para la mezcla, en base a la NTP 339.152 (INACAL, 2015).

Figura 32

Ensayos de Mecánica de Suelos



3.6.1.5. Proporción de suelo para adobes

Para producir adobes compactados de 29.5 cm de largo, 14 cm de ancho, y 9.5 cm de alto, con dosificaciones de 55, 60, 65 y 70% de arena (S), 10%, 15% y 20% de arcilla (C), y 15%, 20% y 25% de limo (M), formando los ocho diseños: 70S10C20M (1), 65S10C25M (2), 70S15C15M (3), 65S15C20M (4), 60S15C25M (5), 65S20C15M (6), 60S20C20M (7), 55S20C25M (8), se determinaron inicialmente las cantidades de materiales que, ingresaban por proporción, primero experimentalmente se determinó el peso de suelo promedio que, se requería para un adobe el cuál era 6.5 kg, con dicho peso se calculó la proporción de mezcla de arena (S), arcilla (C), y limo (M), así mismo, tomando en cuenta los resultados de compactación del ensayo de Proctor modificado, también se determinó la cantidad óptima de agua en la mezcla para producir 1 adobe compactado por cada proporción, tal como, se detalla en las tablas:

Tabla 15

Resumen de Proporción de Materiales Utilizados por Dosificación

N° de diseño	Código	Dosificación			Peso del suelo (kg)			Agua (Lt)
		S	C	M	S	C	M	
1	70S10C20M	70	10	20	4.55	0.65	1.30	0.94
2	65S10C25M	65	10	25	4.23	0.65	1.63	0.93
3	70S15C15M	70	15	15	4.55	0.98	0.98	0.95
4	65S15C20M	65	15	20	4.23	0.98	1.30	0.94
5	60S15C25M	60	15	25	3.90	0.98	1.63	0.93
6	65S20C15M	65	20	15	4.23	1.30	0.98	0.95
7	60S20C20M	60	20	20	3.90	1.30	1.30	0.94
8	55S20C25M	55	20	25	3.58	1.30	1.63	0.93

Tabla 16

Cálculo de Dosificaciones de Suelo para Adobes

N° de diseño	Código	Dosificación			OCH (%)			Promedio	Peso del suelo (kg)	Peso del suelo (kg)			Agua (Lt)
		Arena (S)	Arcilla (C)	Limo (M)	S	C	M	OCH (%)		S	C	M	
1	70S10C20M	70	10	20	15.22	14.52	12.12	14.53	6.50	4.55	0.65	1.30	0.94
2	65S10C25M	65	10	25	15.22	14.52	12.12	14.38	6.50	4.23	0.65	1.63	0.93
3	70S15C15M	70	15	15	15.22	14.52	12.12	14.65	6.50	4.55	0.98	0.98	0.95
4	65S15C20M	65	15	20	15.22	14.52	12.12	14.50	6.50	4.23	0.98	1.30	0.94
5	60S15C25M	60	15	25	15.22	14.52	12.12	14.34	6.50	3.90	0.98	1.63	0.93
6	65S20C15M	65	20	15	15.22	14.52	12.12	14.62	6.50	4.23	1.30	0.98	0.95
7	60S20C20M	60	20	20	15.22	14.52	12.12	14.46	6.50	3.90	1.30	1.30	0.94
8	55S20C25M	55	20	25	15.22	14.52	12.12	14.31	6.50	3.58	1.30	1.63	0.93

Para el suelo: $Dosis\ de\ suelo \times Peso\ total\ de\ suelo\ para\ 1\ adobe = Peso\ de\ cada\ suelo$, ejemplo: 70% (dosis de arena) x 6.50 (peso total de suelo)= 4.55 kg (peso de arena en la mezcla).

Para el óptimo contenido de humedad (OCH) promedio: $OCH\ promedio, diseño\ x = OCH_S \times Dosis + OCH_C \times Dosis + OCH_M \times Dosis$, ejemplo: $OCH\ promedio, diseño\ 1 = 15.22 \times 70\% + 14.52 \times 10\% + 12.12 \times 20\% = 14.53\%$.

Para el contenido de agua en Lt: $Agua, diseño\ x = Peso\ del\ suelo \times OCH\ promedio, diseño\ x \times Densidad\ del\ agua$, ejemplo: $Agua, diseño\ 1 = 14.53\% \times 6.50 \times 0.997 = 0.94\ Lt$.

3.6.1.6. Producción de adobes comprimidos

El proceso de producción de los adobes compactados, consiste esencialmente en cuatro pasos: (1) Secar la tierra, separarla en tipos (arena-arcilla-limo) y pesar las cantidades de cada una determinadas según las proporciones de mezcla: 70S10C20M, 65S10C25M, 70S15C15M, 65S15C20M, 60S15C25M, 65S20C15M, 60S20C20M, y 55S20C25M. (2) Luego se mezcla el suelo, se añade el contenido de agua determinado y se deja reposar la mezcla por un día, (3) al día siguiente, se coloca la mezcla en el molde BTC (molde preparado previamente para producir dos adobes en paralelo) utilizando la técnica de lanzado por la cual la mezcla es compactada en capas simulando el ensayo de compactación, utilizando para tal caso un pistón metálico. (4) Luego con cuidado se retira el molde y se deja secar los adobes por 28 días al aire libre en un lugar techado, antes de la realización de los ensayos normados en la E.080 (MVCS, 2017).

Figura 33

Mezclado de Suelo para la Producción de Adobes



Figura 34

Técnica de Lanzado y Apisonado para Producir Adobes Compactados



Figura 35

Adobes Apilados para su Secado al Aire Libre



3.6.1.7. Ensayos en adobes de suelo comprimido

Elaborados los adobes de tierra comprimida se ha procedido a comprobar sus propiedades siguiendo las directrices de la Norma UNE 41410 (AENOR, 2008), y la Norma E.080 (MVCS, 2017).

Variación dimensiona y alabeo

- Se mide las dimensiones del adobe en largo, ancho y alto.
- Se compara con las dimensiones dadas por el fabricante (en este caso las medidas tomadas de la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) de 29.5 cm de alto, 14 cm de ancho y 9.5 cm de alto), para determinar la variación dimensional de las unidades de mampostería.
- Se distingue y mide la concavidad o convexidad en borde y superficie de la unidad de mampostería.

Figura 36

Medición de Dimensiones y Alabeo en Adobes Compactados



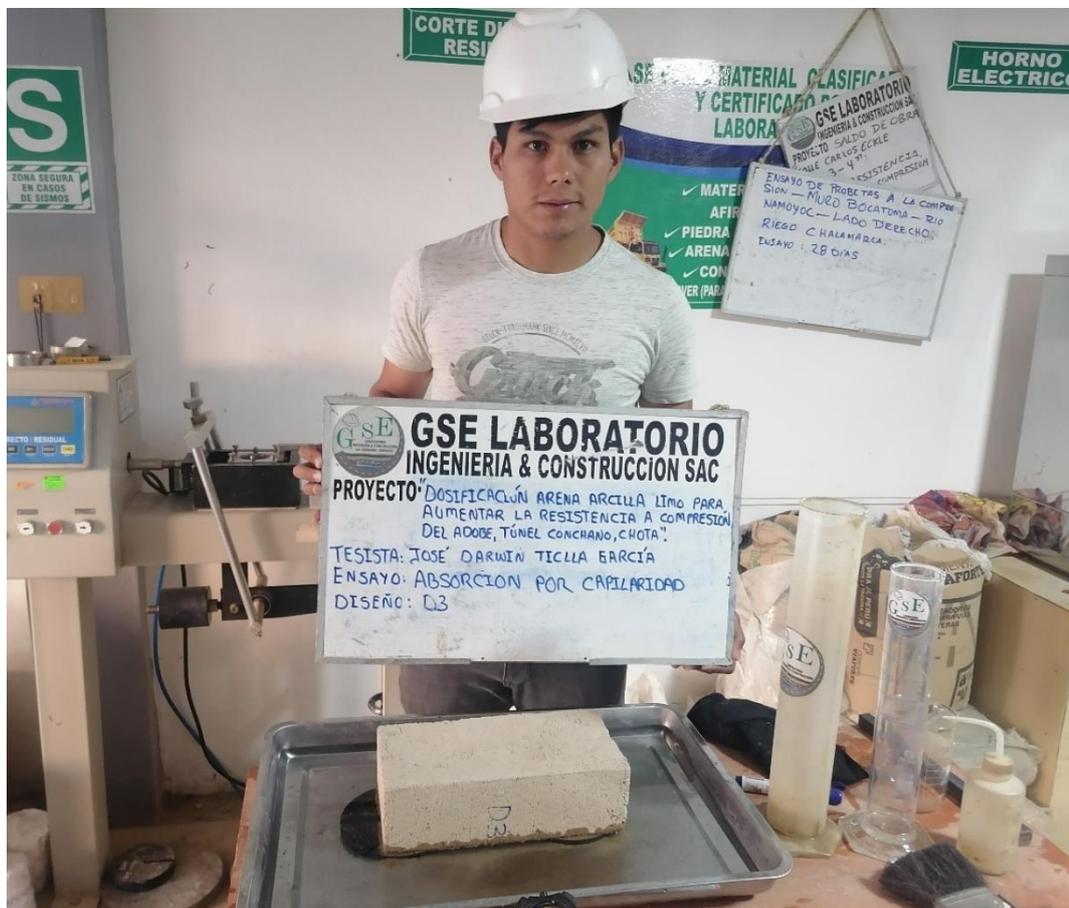
Absorción de agua por capilaridad

La determinación de la absorción de agua por capilaridad en los BTC se realiza conforme a la norma UNE – EN 772 – 11: 2001/ A1: 2006 (AENOR, 2008).

- Se secan las unidades muestrales a 70 °C, y se determina el peso.
- Se colocan las unidades a inmersión por 10 minutos, a un nivel de 5 cm de agua, para luego pesarlo.

Figura 37

Ensayo de Absorción de Agua por Capilaridad en Adobes Compactados



Resistencia a la compresión

- Los ladrillos deben colocarse en la prensa mecánica, para someter carga sobre estos hasta producir su rotura.
- Se mide la máxima fuerza que alcanzan antes de romperse.

Figura 38

Ensayo de Resistencia a Compresión en Adobes Compactados



Resistencia a ciclos de humectación/ secado

- Se coloca la cara de la unidad de adobe vertical dentro de la bandeja y sobre los apoyos, luego se añade agua hasta que, quede sumergida 10 mm, durante 30 s. Se deja secar al aire hasta igual la color del bloque de referencia, se observa su estado, y se vuelve a repetir el ensayo por seis veces.
- Después de seis ciclos húmedos/secos, se verifica si se observan grietas aleatorias, grietas en estrella, hinchazón localizada, picaduras localizadas en al menos cinco lugares, pérdida de suelo extensa o localizada, penetración de agua superior al 70% de la anchura del BTC, pérdida de escombros superior a 50 mm (excepto entre los bordes y 50 mm de profundidad) y sedimentación superficial.

Figura 39

Ensayo de Resistencia a Ciclos de Humectación/Secado en Adobes

Compactados



3.6.2. *Procesamiento de datos*

El tratamiento, la organización, análisis e interpretación de los datos se ha realizado mediante tablas, gráficos y diagramas, y se ha realizado con los programas informáticos:

- ArcGIS 10.5. Para crear un mapa de localización de la zona de estudio basado en los datos tomados en campo con GPS de mano.
- Microsoft Excel 2021. Se han procesado los resultados de los ensayos de laboratorio realizados en suelos y adobe para establecer una correlación gráfica entre ambos.

3.6.3. *Análisis de datos*

El análisis de datos se ha realizado en el programa Minitab 21, para verificar si se acepta o rechaza la hipótesis de estudio, utilizando para ello, técnicas de estadística inferencial.

3.7. Aspectos éticos

No cabe duda de que en los últimos años ha aumentado la conciencia de las cuestiones éticas en la investigación científica. Las consideraciones éticas son “una parte integrante del proceso de planificación y ejecución de la investigación, y no como una idea tardía o una carga” (Jones, 2000); siendo así Jones (2000) describe los siguientes aspectos éticos que, se han tomado en cuenta en el estudio:

- Presentar sus conclusiones e interpretaciones con honestidad y objetividad.
- Evitar declaraciones falsas, engañosas o indocumentadas.
- Recopilar únicamente los datos necesarios para el propósito de su investigación.
- Estar preparados para documentar las fuentes de datos utilizadas en una investigación.
- Describir las inexactitudes conocidas de los datos y las medidas adoptadas para corregirlos o perfeccionarlos, así como, los procedimientos estadísticos aplicados a los datos y los supuestos necesarios para su aplicación.
- Deben alertar a los posibles lectores o personas que, puedan aplicar sus datos sobre los límites de su fiabilidad y aplicabilidad.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. *Propiedades físicas, mecánicas y químicas del suelo*

Se han determinado las propiedades físicas, mecánicas y químicas del suelo a utilizar para la producción de adobes. Las canteras 1 y 2 se ubican en el centro poblado Túnel Conchano del distrito de Chota, mientras que, la cantera 3 se ubica en el centro poblado El Frutillo Bajo del distrito de Bambamarca. Las canteras 1, 2 y 3 se clasifican como suelo arcilloso de alta plasticidad (CH), limoso de alta plasticidad (MH) y areno limoso (SM) respectivamente, con LL de 58%, 53.2% y 19.4% e IP de 28.5%, 22.7% y 3.7% por lo que, por separado ninguno de los suelos cumple con el huso de plasticidad dado en la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), pero al combinar las mezclas en dosificaciones de 70S10C20M, 65S10C25M, 70S15C15M, 65S15C20M, 60S15C25M, 65S20C15M, 60S20C20M, y 55S20C25M, todas las mezclas cumplen el huso de plasticidad e incluso la mezcla 8 (55S20C25M), aunque esta está en el límite o borde del huso prescrito en la Fig. 46. Así mismo, la gradación del suelo arcilloso y limoso de las canteras del centro poblado Túnel Conchano del distrito de Chota no cumplen con el huso granulométrico dado en la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), siendo la única cantera que, cumple con este huso, la cantera El Frutillo Bajo, ubicada en el centro poblado del mismo nombre, en el distrito de Bambamarca, no obstante, la misma presenta 20.5% de contenido de grava, es decir partículas que, requieren ser tamizadas y separadas durante la producción de adobes compactados. Si comparamos las mezclas conformadas con arena-arcilla-limo con el huso granulométrico de la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), se observa que, todas

las mezclas están dentro del rango de gradación sugerido por esta normatividad, y también cumplen con el porcentaje de suelo sugerido por la norma E.080 (MVCS, 2017), lo que, hace notar sus buenas propiedades granulométricas y de plasticidad al trabajar con el suelo en mezcla de arena-arcilla-limo. Respecto a las propiedades químicas, el contenido de sales solubles en el suelo de la cantera 1, 2 y 3 es leve con 0.07%, 0.05% y 0.04%, respectivamente, por lo que, se cumple la sugerencia de la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) que, específica no debe superar el 2%, no obstante, también argumenta que, el porcentaje de materia orgánica no debe ser mayor a 2%, y según los datos recopilados en el caso del estudio se superad este límite, es decir los suelos tienen mayor porcentaje de materia orgánica del que, deberían tener, sobre todo el suelo de las canteras del Túnel Conchano, por lo que deben ser tamizadas previo a su uso en la producción de adobes, para separar estos componentes que, no son adecuados para la mezcla según la norma E.080 (MVCS, 2017). Además, considerando la importancia de definir las propiedades mecánicas del suelo es que se ha realizado el ensayo de compactación “Proctor modificado” determinando la máxima densidad seca (MDS) y el óptimo contenido de humedad (OCH) del suelo, dato que ha permitido estimar la cantidad de agua que, requiere la mezcla compactada para cada dosificación planteada; siendo así, la MDS para la cantera 1, 2 y 3 es 1.389 g/cm³, 1.474 g/cm³ y 1.525 g/cm³, valor que, se alcanza con el OCH de 15.22%, 14.52% y 12.12%, respectivamente, tal como se puede observar en la gráfica de la curva de compactación; considerando que, el peso de suelo que, ingresa en un adobe es 6.5 kg, el rango de agua que, ingresa para las dosificaciones varía de 0.93 a 0.95 lts/adobe, tal como, se ha descrito con mayor detalle dentro de la metodología del estudio.

Tabla 17

Propiedades Físicas, Mecánicas y Químicas del Suelo para Adobes

Propiedades físicas, mecánicas y químicas		Cantera		
		1	2	3
Ubicación coordenadas UTM WGS84 17S	Este (m)	756738.5	758592.79	771874
	Norte (m)	9279143.93	9279952.56	9259715
	Elevación (msnm)	2304.91	2328.4	2300
	Centro poblado/ Distrito	Túnel Conchano/ Chota	Túnel Conchano/ Chota	Frutillo Bajo/ Bambamarca
Propiedades físicas	Humedad (%)	40.1	31.6	7.36
	Grava (%)	0.5	1.6	20.5
	Arena (%)	1.5	4.1	52.7
	Finos (%)	98	94.3	26.8
	LL (%)	58	53.2	19.4
	LP (%)	29.5	30.5	15.7
	IP (%)	28.5	22.7	3.7
Clasificación	SUCS	CH	MH	SM
	AASHTO	A-7-6 (19)	A-7-5 (16)	A-2-4 (0)
Propiedades mecánicas	DMS (gr/cm ³)	1.389	1.474	1.525
	OCH (%)	15.22	14.52	12.12
Propiedades químicas	Sales solubles (%)	0.07	0.05	0.04
	% materia orgánica	5.85	4.69	3.86

Figura 40

Curva de Compactación del Suelo para Adobes

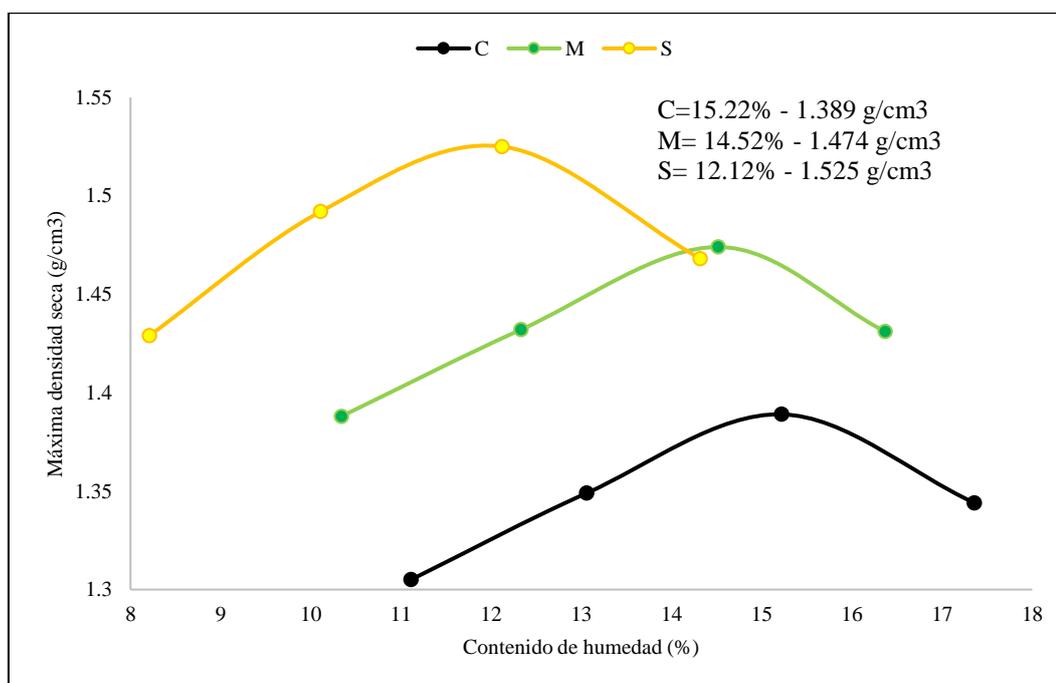


Figura 41

Curva de Fluidéz de las Canteras del Túnel Conchano

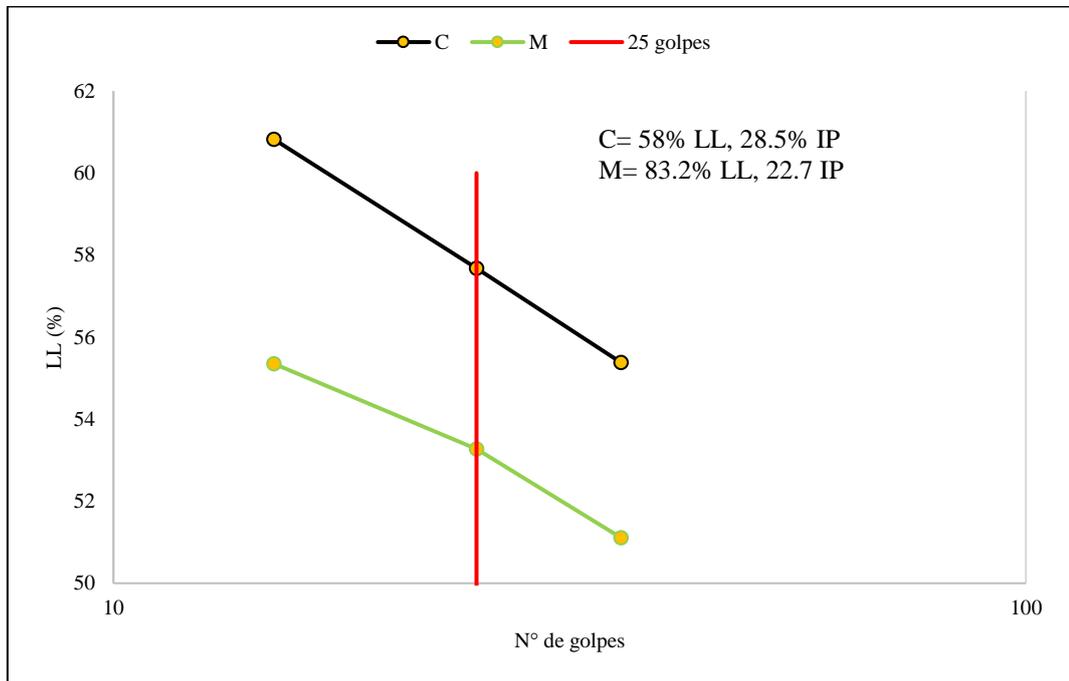


Figura 42

Curva de Fluidéz de la Canteras El Frutillo Bajo

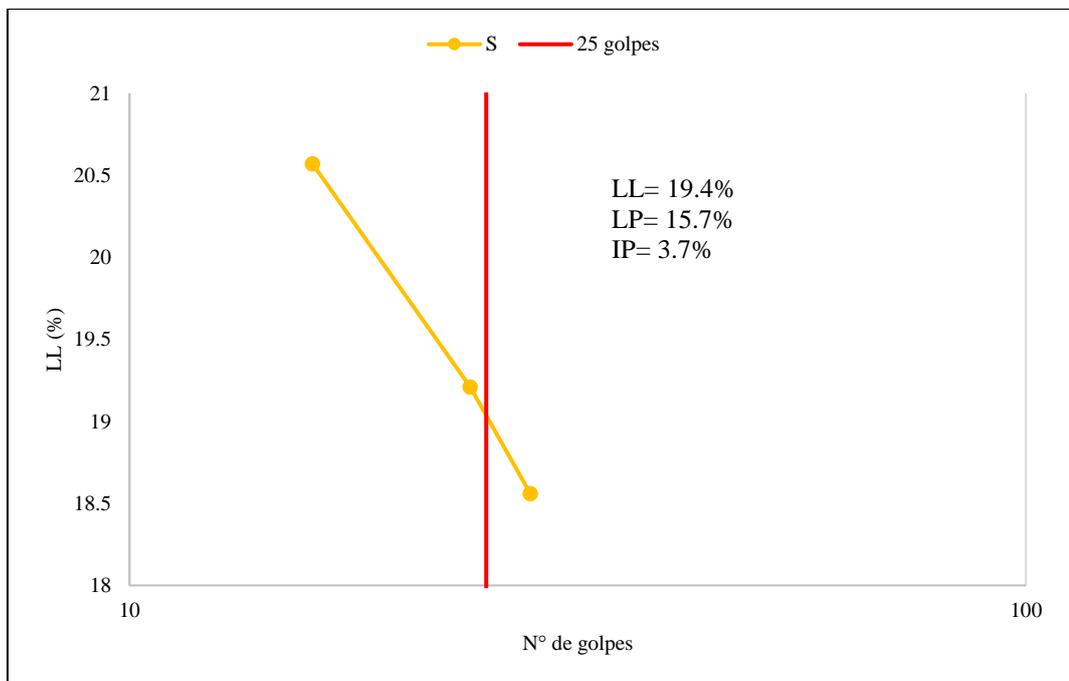


Tabla 18*Análisis Granulométrico del Suelo y las Mezclas de Suelo para Adobes*

Tamiz	Abertura (mm)	C	M	S	70S10C20M	65S10C25M	70S15C15M	65S15C20M	60S15C25M	65S20C15M	60S20C20M	55S20C25M
1/2"	12.7	100	100	100	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.5	100	99.5	91	93.6	94.0	93.6	94.1	94.5	94.1	94.5	94.9
Nº 4	4.75	99.5	98.4	79.5	85.3	86.2	85.3	86.3	87.2	86.3	87.3	88.2
Nº 10	2	99.2	96.3	73.6	80.7	81.8	80.8	82.0	83.1	82.1	83.3	84.4
Nº 40	0.425	98.8	95.8	50.6	64.5	66.7	64.6	66.9	69.1	67.0	69.3	71.5
Nº 100	0.15	98.5	95.2	35	53.4	56.4	53.6	56.6	59.6	56.7	59.7	62.8
Nº 200	0.075	98	94.3	26.8	47.4	50.8	47.6	51.0	54.4	51.2	54.5	57.9

Tabla 19*Límites de Consistencia del Suelo y las Mezclas de Suelo para Adobes*

Límites de consistencia (%)	C	M	S	70S10C20M	65S10C25M	70S15C15M	65S15C20M	60S15C25M	65S20C15M	60S20C20M	55S20C25M
LL	58	53.2	19.4	30.0	31.7	30.3	32.0	33.6	32.2	33.9	35.6
LP	29.5	30.5	15.7	20.0	20.8	20.0	20.7	21.5	20.7	21.4	22.2
IP	28.5	22.7	3.7	10.0	10.9	10.3	11.2	12.2	11.5	12.5	13.4

Figura 43

Huso Granulométrico del Suelo para Adobes

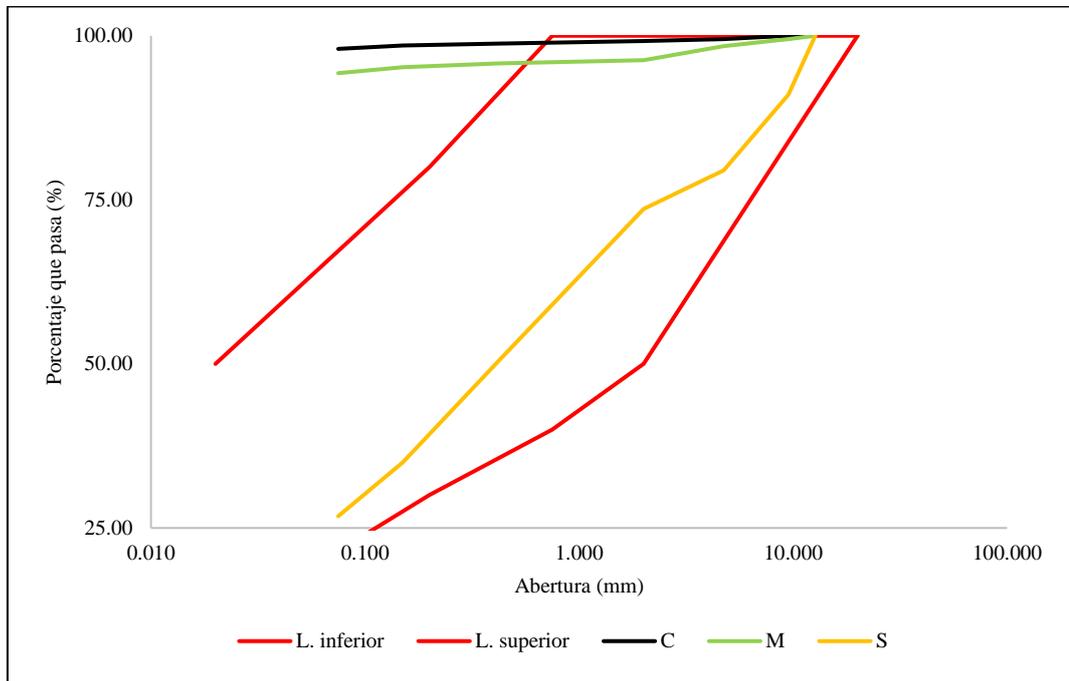


Figura 44

Huso Granulométrico de las Mezclas de Suelo para Adobes

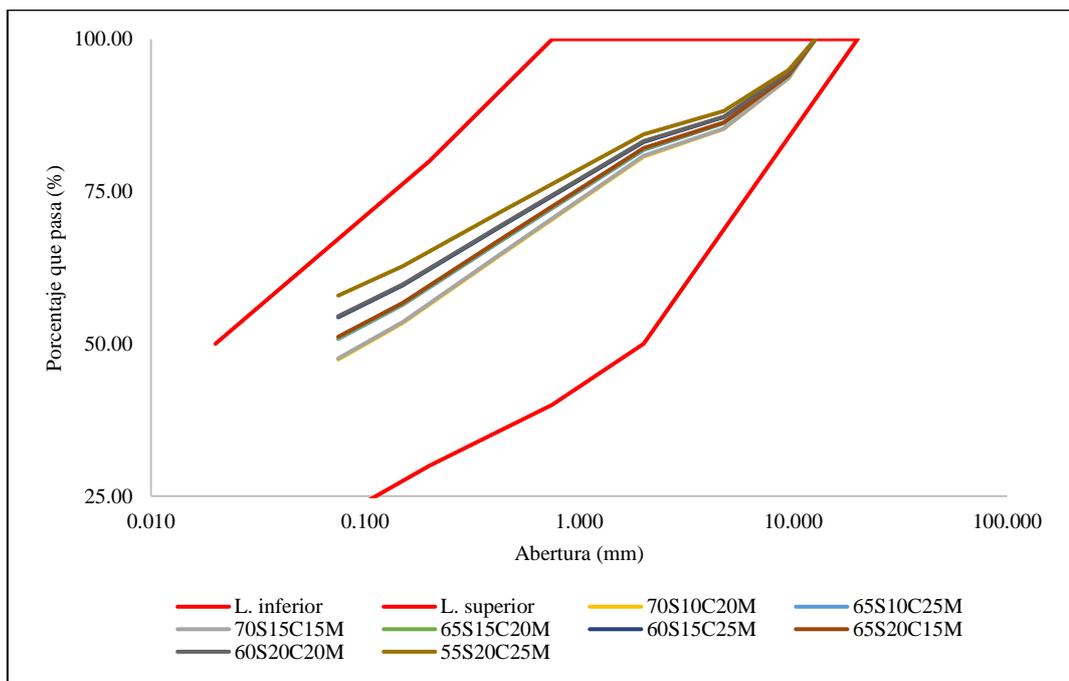


Figura 45

Huso de Plasticidad del Suelo para Adobes

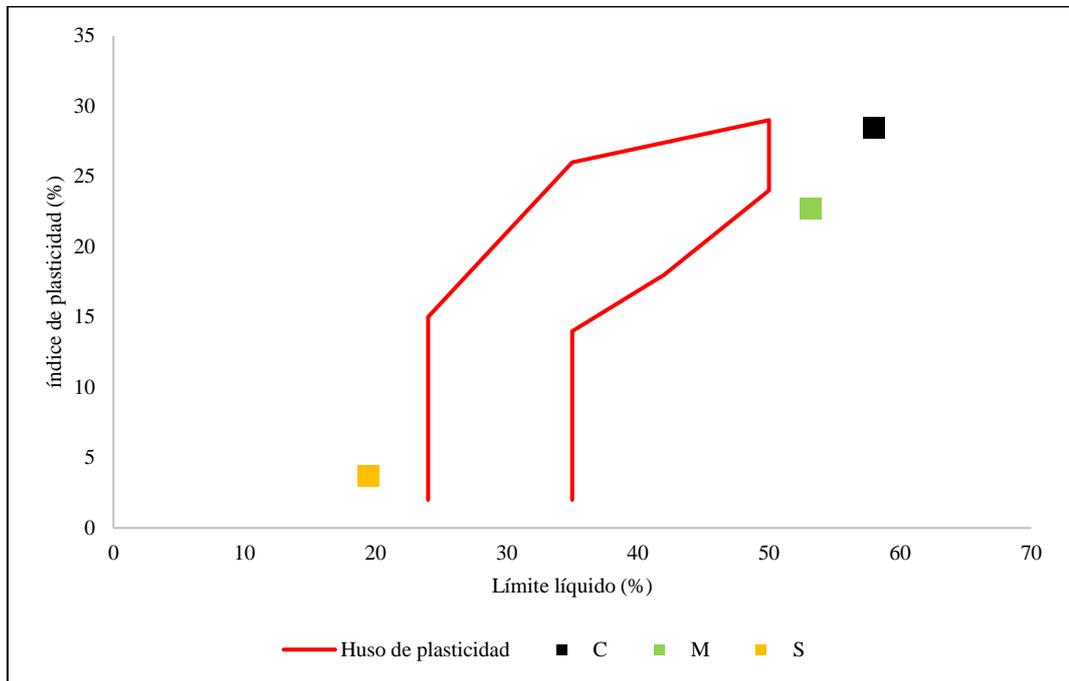
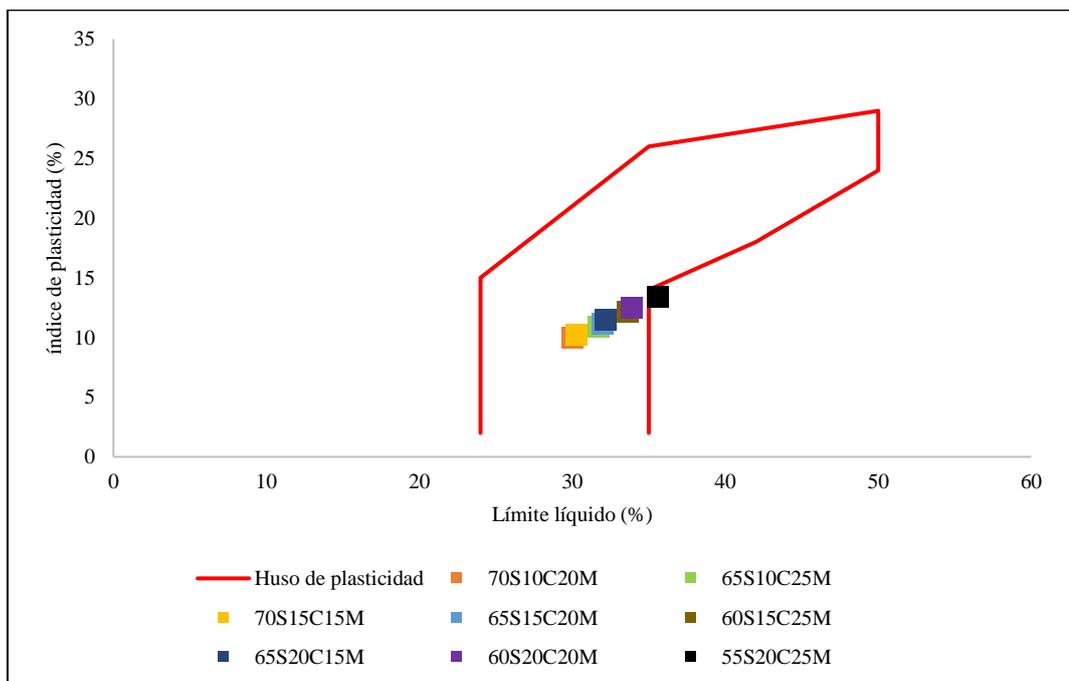


Figura 46

Huso de Plasticidad de las Mezclas de Suelo para Adobes



4.1.2. *Propiedades físicas de los adobes*

Se han determinado las propiedades físicas (variación dimensional, alabeo, absorción por capilaridad) del adobe de tierra comprimida elaborado con diferentes dosificaciones de arena-arcilla-limo (SCM), siendo los códigos de los adobes: 70S10C20M, 65S10C25M, 70S15C15M, 65S15C20M, 60S15C25M, 65S20C15M, 60S20C20M, y 55S20C25M.

4.1.2.1. Variación dimensional y alabeo

Los adobes de todas las dosificaciones presentan una variación dimensional en largo, ancho y alto menor a 0.5%, lo que, representa menos de 2 mm de variación entre las medidas dadas por el fabricante y las construidas en campo, en este caso por el tesista. La norma UNE 41410 (AENOR, 2008) da como dimensiones del BTC a 29.5 cm de largo, 14 cm de ancho y 9.5 cm de alto, por tanto, las unidades producidas con distintas dosis de arena arcilla y limo que, tienen como máximo 0.5% de variación dimensional tienen medidas de 29.5 ± 0.15 cm en largo, 14 ± 0.07 cm en ancho, y 9.5 ± 0.048 cm en alto, los adobes que tienen como máximo 0.3% de variación dimensional tienen medidas de 29.5 ± 0.089 cm en largo, 14 ± 0.04 cm en ancho, y 9.5 ± 0.029 cm en alto; mientras que, las unidades de mampostería con variación dimensional máxima de 0.2% tienen medidas de 29.5 ± 0.059 cm en largo, 14 ± 0.029 cm en ancho, y 9.5 ± 0.019 cm en alto; lo cual está dentro del estándar de la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) que, da como tolerancia una variación dimensional de 20 mm, 30 mm y 10 mm para BTC 1, BTC 2 y BTC 3, respectivamente. Por tanto, todos los adobes sin importar la dosificación cumplen con la variación dimensional porque, esta depende principalmente del proceso de fabricación de la unidad de mampostería, no obstante, la dosificación con menor variación dimensional es 65S20C15M, es

decir los adobes fabricados con 65% de arena, 20% de arcilla y 15% de limo, logran la menor variación de dimensiones entre las medidas dadas por la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) y las medidas de las unidades producidas.

La norma UNE 41410 (AENOR, 2008) establece que, el alabeo en unidades de mampostería debe ser menor a 10 mm en borde o superficie, convexo o cóncavo, siendo así, los adobes producidos con diferentes dosis de arena-arcilla-limo presentan menos de 3 mm de alabeo en todas sus dosificaciones, e incluso cumple, con el lineamiento de la norma E.070 (MVCS, 2006) para unidades de albañilería, que, específica que, los ladrillos tipo IV deben presentar alabeo menor a 4 mm, por tanto, los adobes tienen buenas características geométricas lo que, se debe también al proceso de fabricación por lanzado, compactando el suelo en capas. Los adobes con menor alabeo son 55S20C25M es decir, aquellos que, se han elaborado con 55% de arena, 20% de arcilla y 25% de limo, lo que, da a notar que, el mayor contenido de finos logran una mezcla más plástica que, produce adobes más firmes geométricamente, no obstante, esto también se puede conseguir con dosis mayores de arena debido a que, la arena da consistencia y resistencia a la muestra cómo, lo demuestra la dosificación 70S10C20M (70% de arena, 10% de arcilla y 20% de limo) con 2.4 mm de alabeo. La dosificación con mayor alabeo (3 mm) es 60S15C25M, los adobes elaborados con 60% de arena, 15% de arcilla y 25% de limos, no obstante, esta diferencia no es significativa ya que, es de menos de 1 mm. Lo resaltante es que, todas las unidades de mampostería, a pesar de ser productos no cocidos presentan características geométricas dentro de lo normado por la UNE 41410 (AENOR, 2008), e incluso se asemejan a las características dimensionales y de alabeo de los ladrillos dados en la norma E.070 (MVCS, 2006).

Figura 47

Variación Dimensional de Adobes

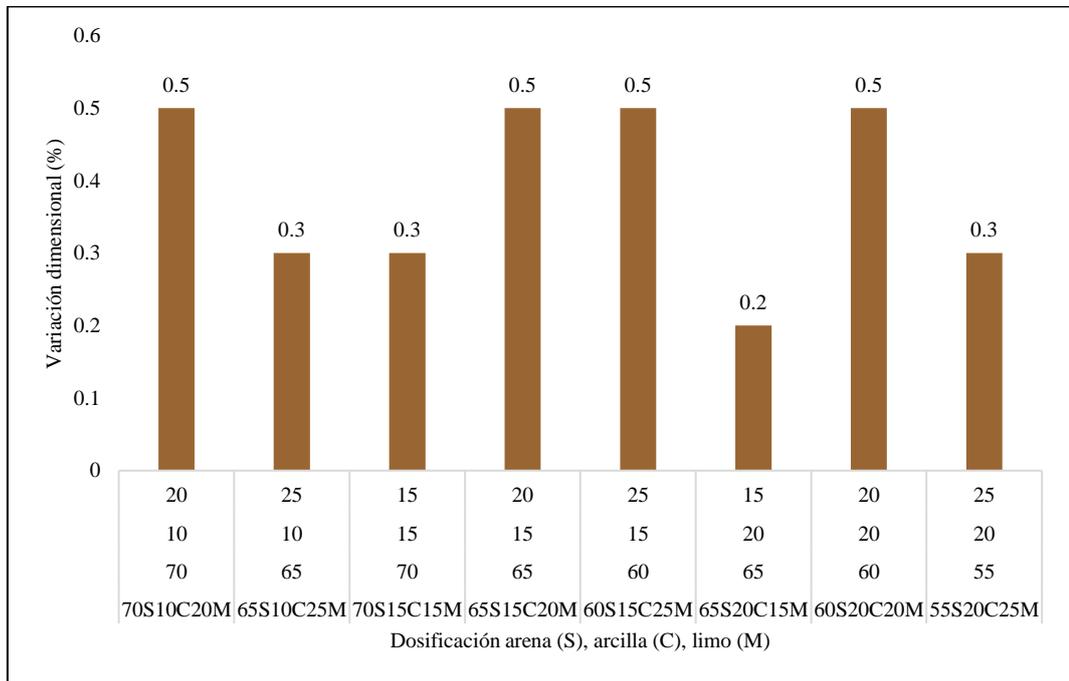


Figura 48

Alabeo de Adobes

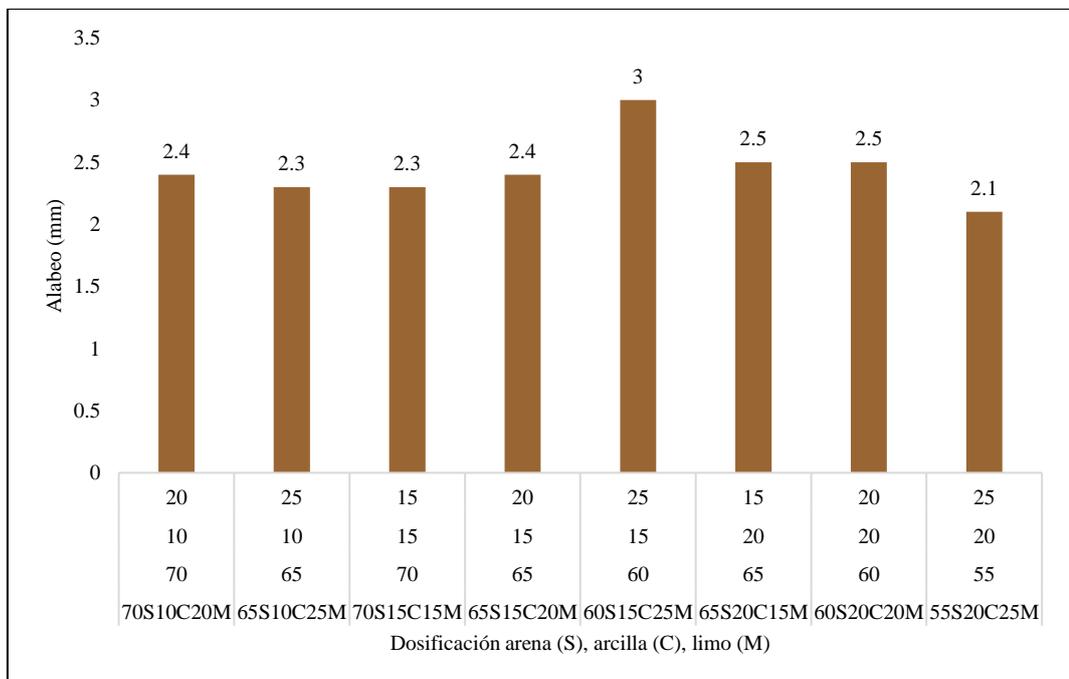


Tabla 20*Variación Dimensional de Adobes*

Variación dimensional (%)	Código del diseño de adobes							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	70S10C20M	65S10C25M	70S15C15M	65S15C20M	60S15C25M	65S20C15M	60S20C20M	55S20C25M
Largo	0.3	0.2	0.2	0.3	0.5	0.05	0.3	0.2
Ancho	0.5	0.3	0.3	0.5	0.2	0.2	0.5	0.3
Alto	0.5	0.2	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.2
Máximo	0.5	0.3	0.3	0.5	0.5	0.2	0.5	0.3

Tabla 21*Alabeo de Adobes*

Alabeo (mm)	Código del diseño de adobes							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	70S10C20M	65S10C25M	70S15C15M	65S15C20M	60S15C25M	65S20C15M	60S20C20M	55S20C25M
Superficie	2.4	2.1	2.2	2.4	2.4	2.5	2.5	2.1
Borde	2.2	2.3	2.3	2.3	3	2.2	2.3	1.5
Máximo	2.4	2.3	2.3	2.4	3	2.5	2.5	2.1

Figura 49

Variación Dimensional de Adobes 70S10C20M

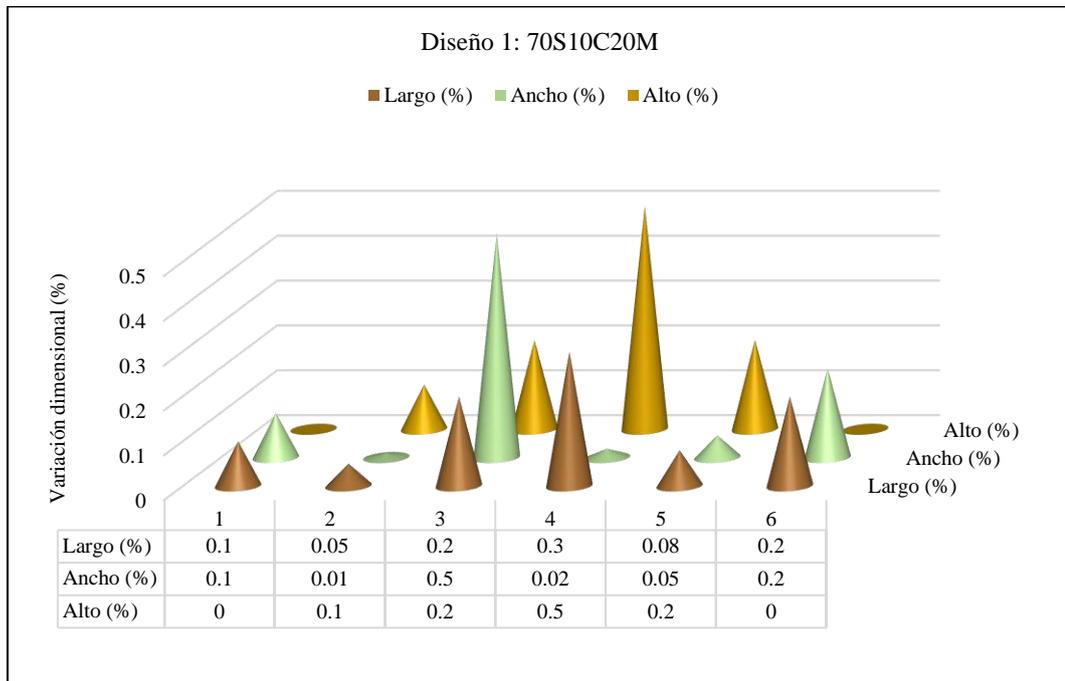


Figura 50

Variación Dimensional de Adobes 65S10C25M

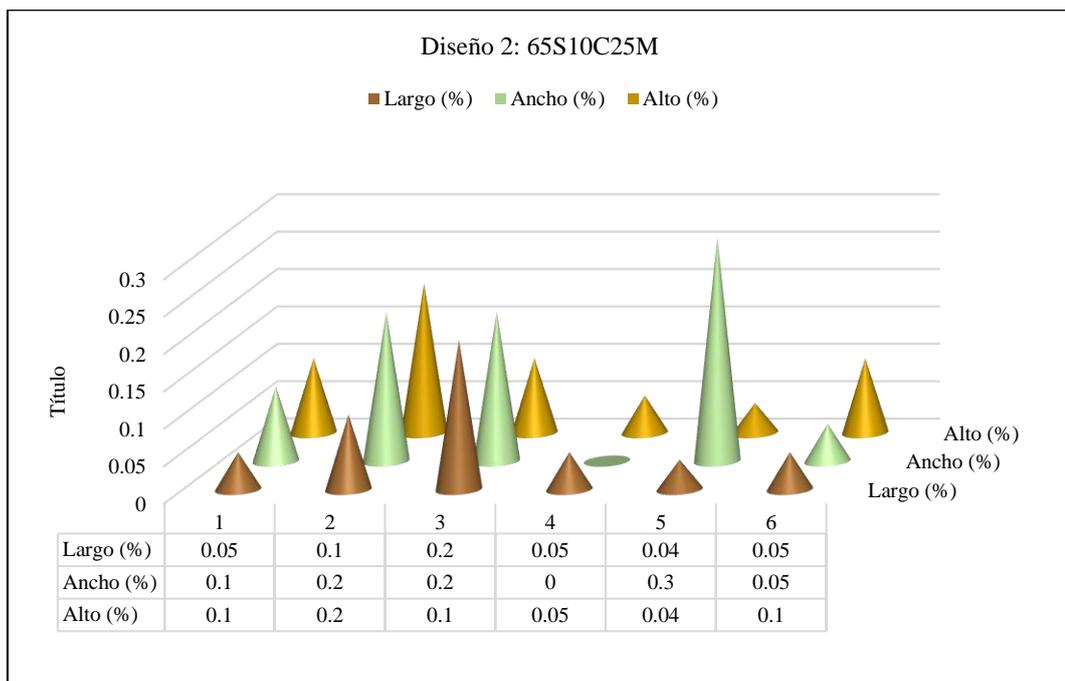


Figura 51

Variación Dimensional de Adobes 70S15C15M

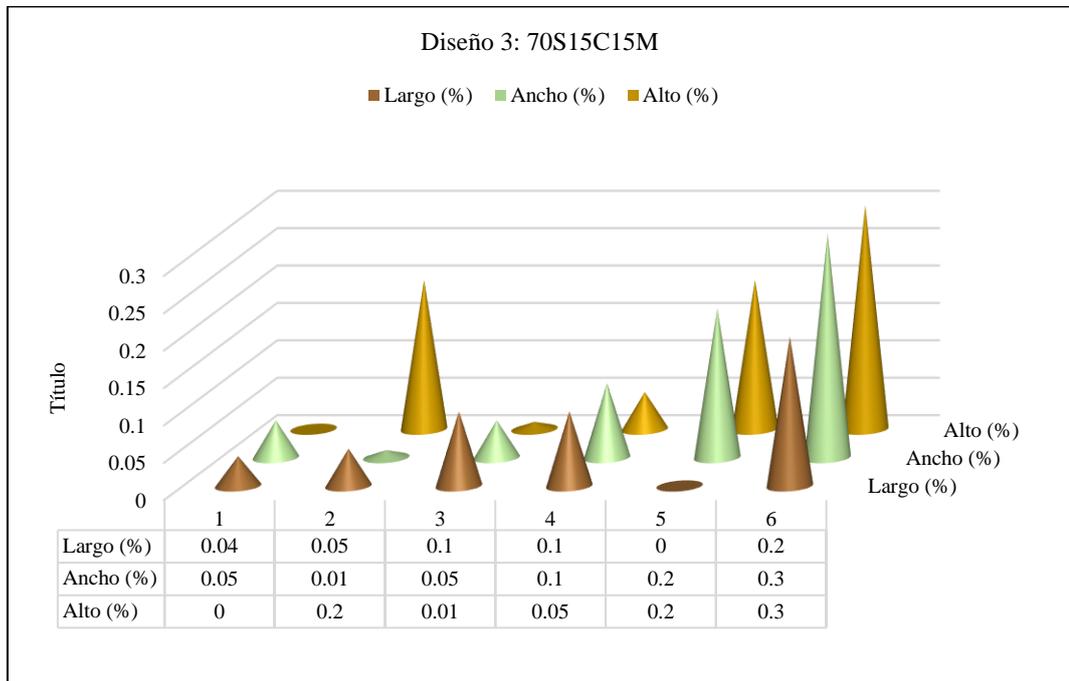


Figura 52

Variación Dimensional de Adobes 65S15C20M

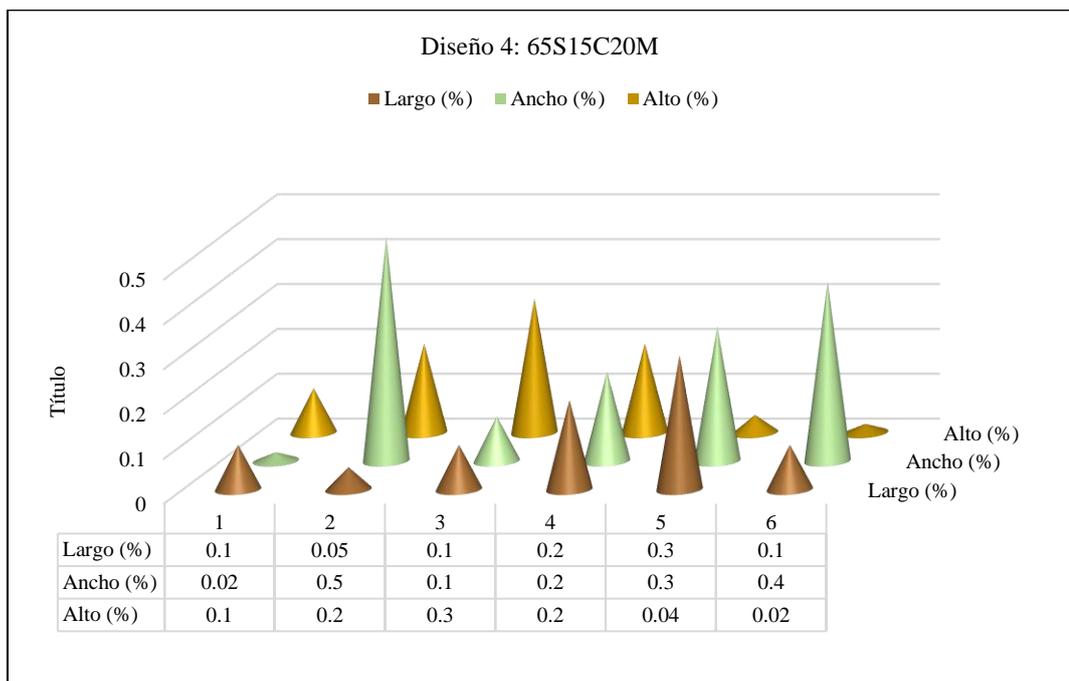


Figura 53

Variación Dimensional de Adobes 60S15C25M

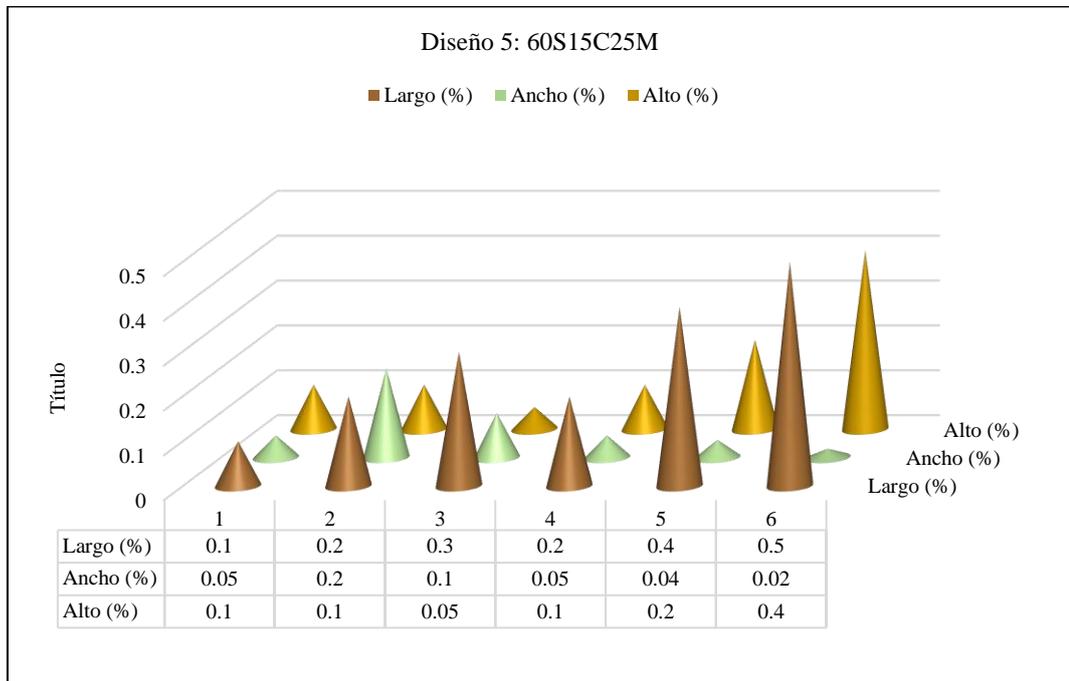


Figura 54

Variación Dimensional de Adobes 65S20C15M

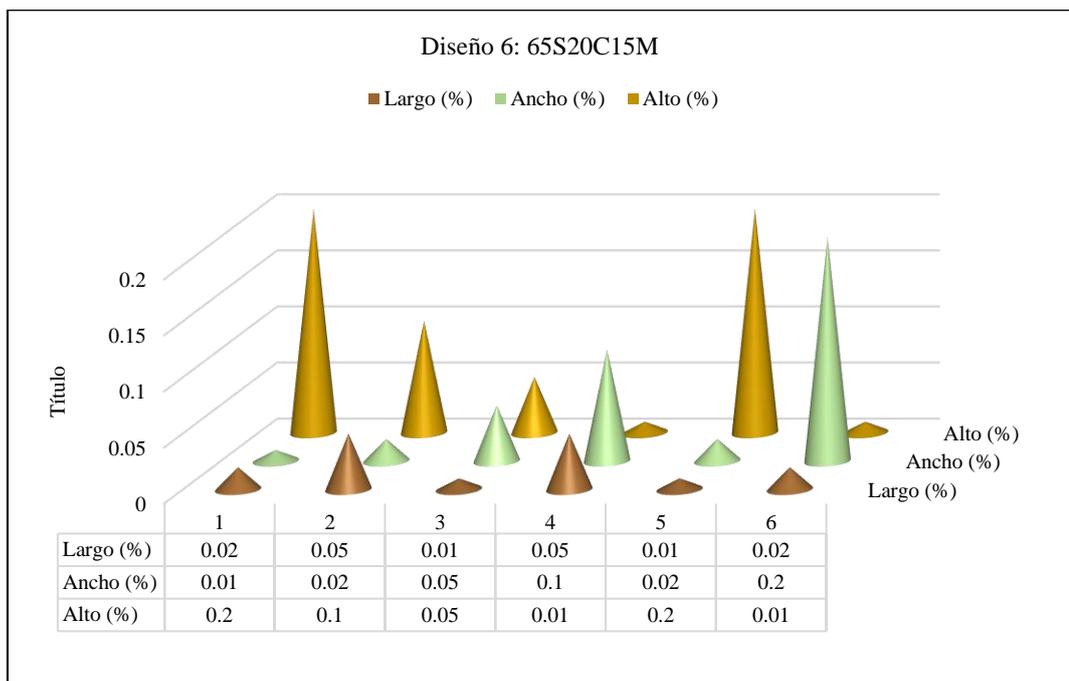


Figura 55

Variación Dimensional de Adobes 60S20C20M

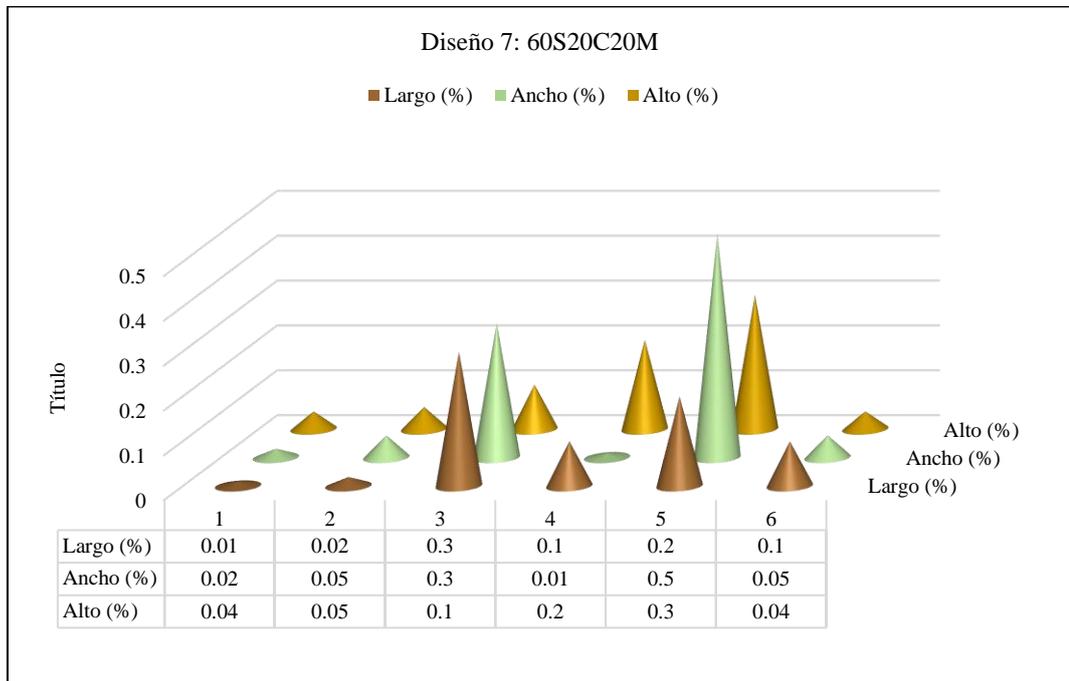


Figura 56

Variación Dimensional de Adobes 55S20C25M

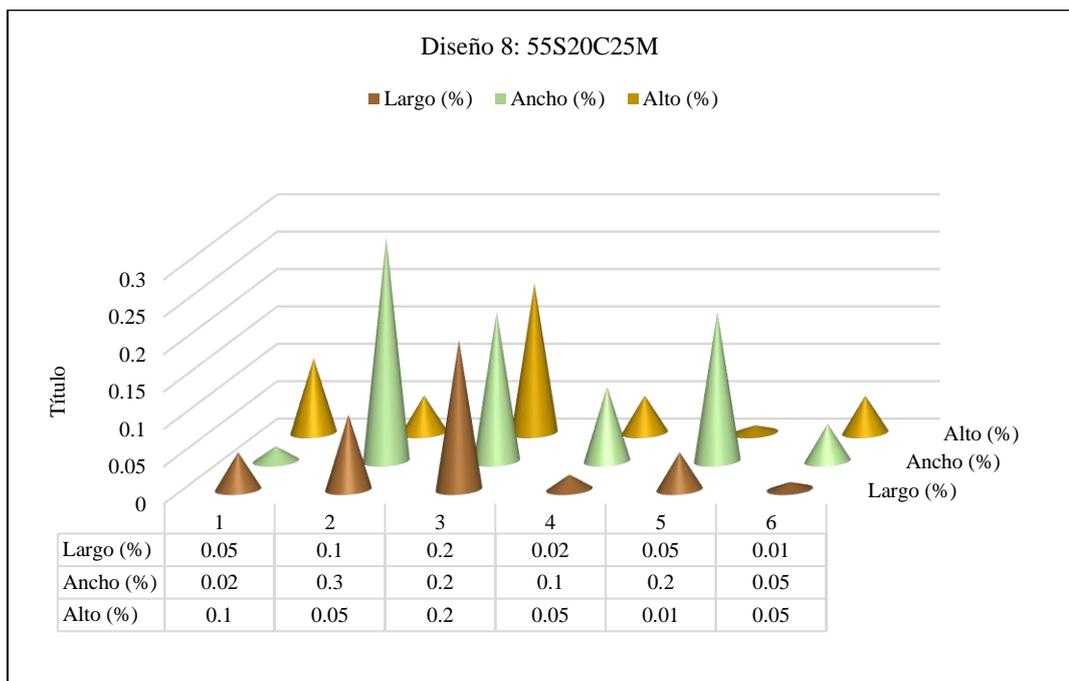


Figura 57

Alabeo de Adobes 70S10C20M

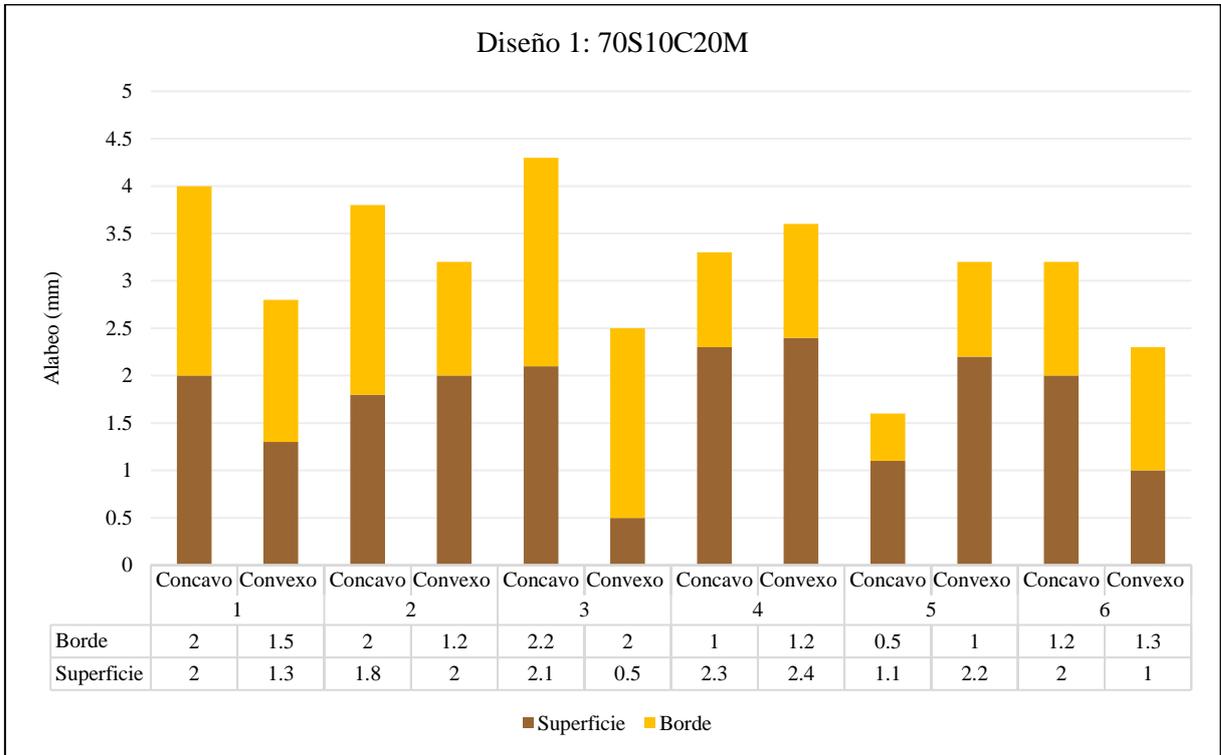


Figura 58

Alabeo de Adobes 65S10C25M

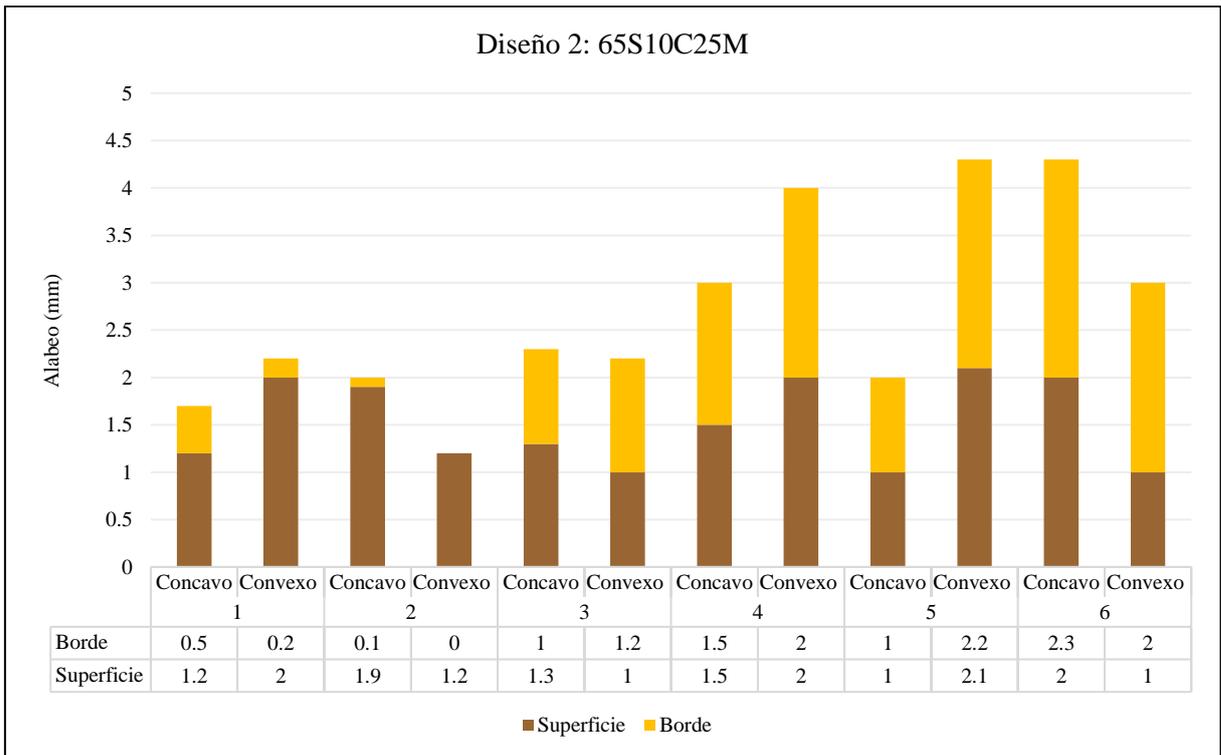


Figura 59

Alabeo de Adobes 70S15C15M

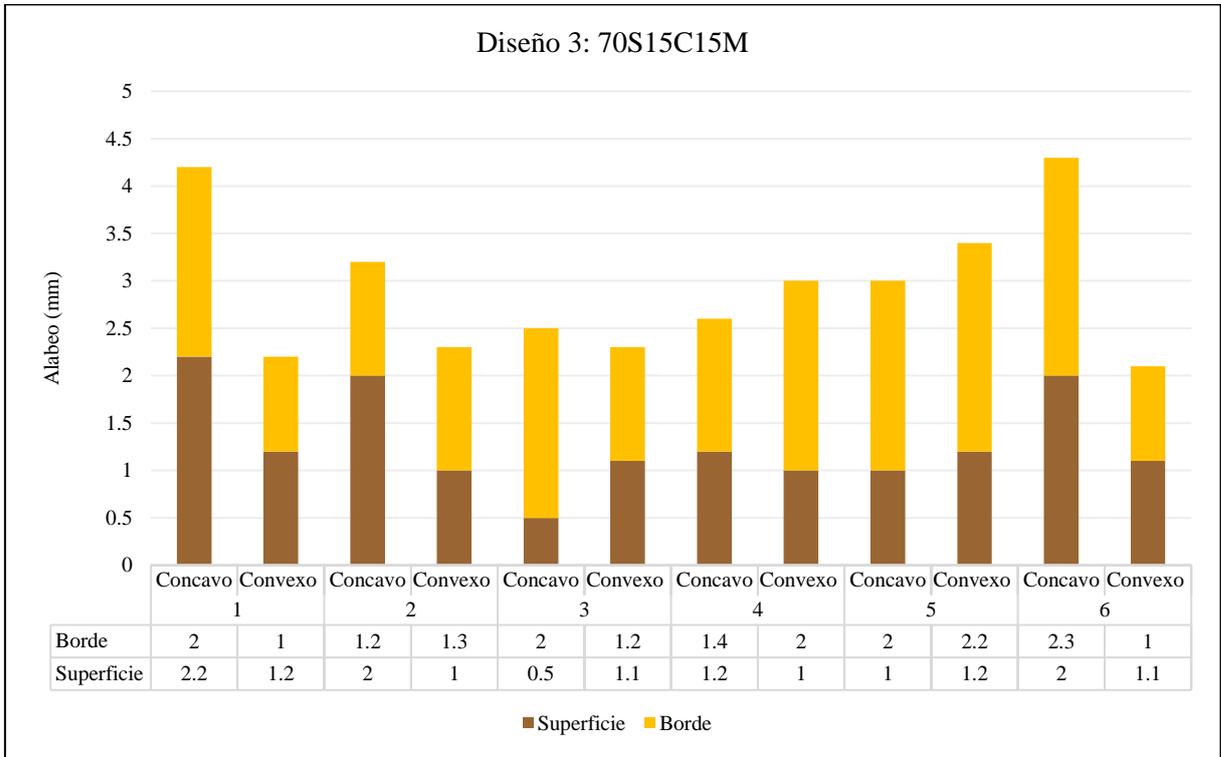


Figura 60

Alabeo de Adobes 65S15C20M

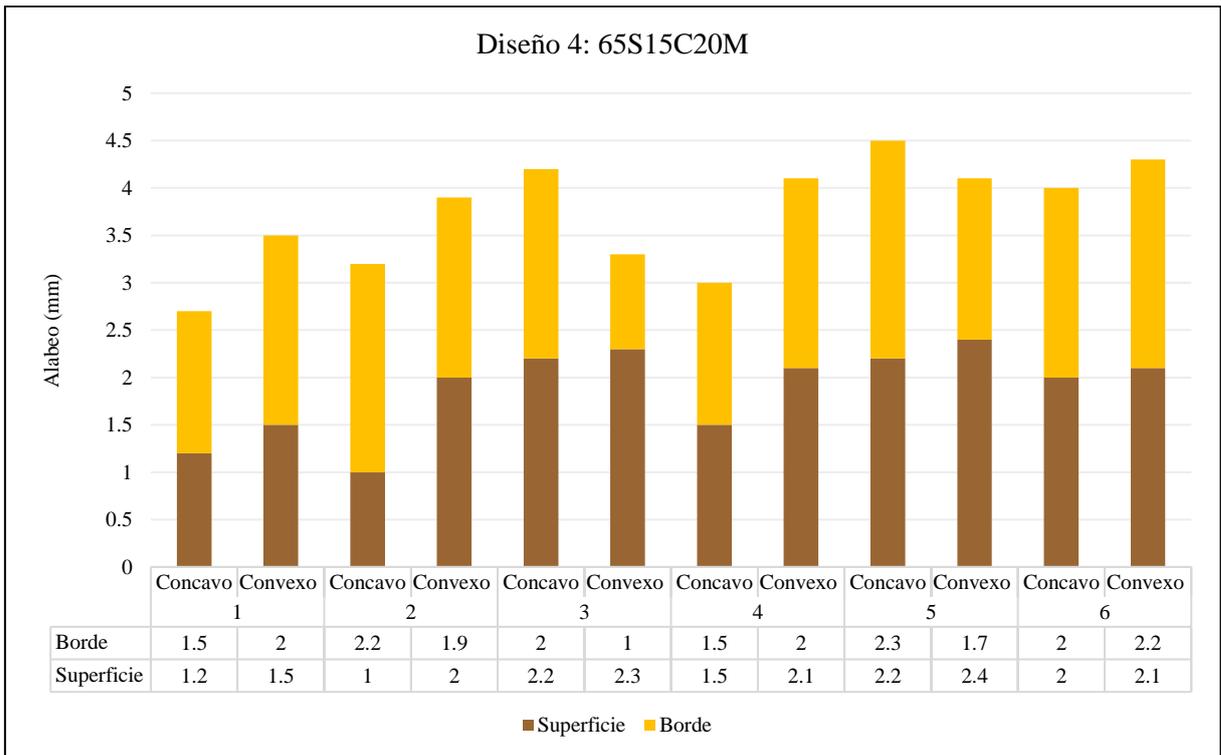


Figura 61

Alabeo de Adobes 60S15C25M

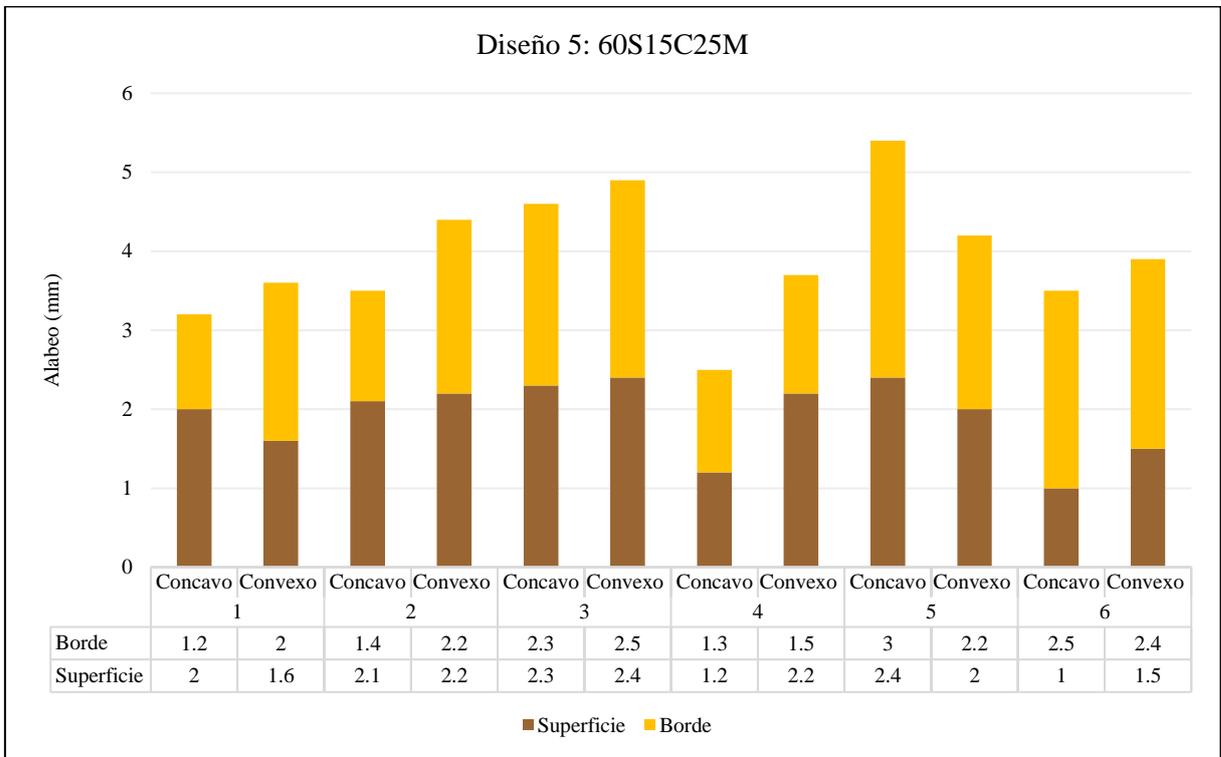


Figura 62

Alabeo de Adobes 65S20C15M

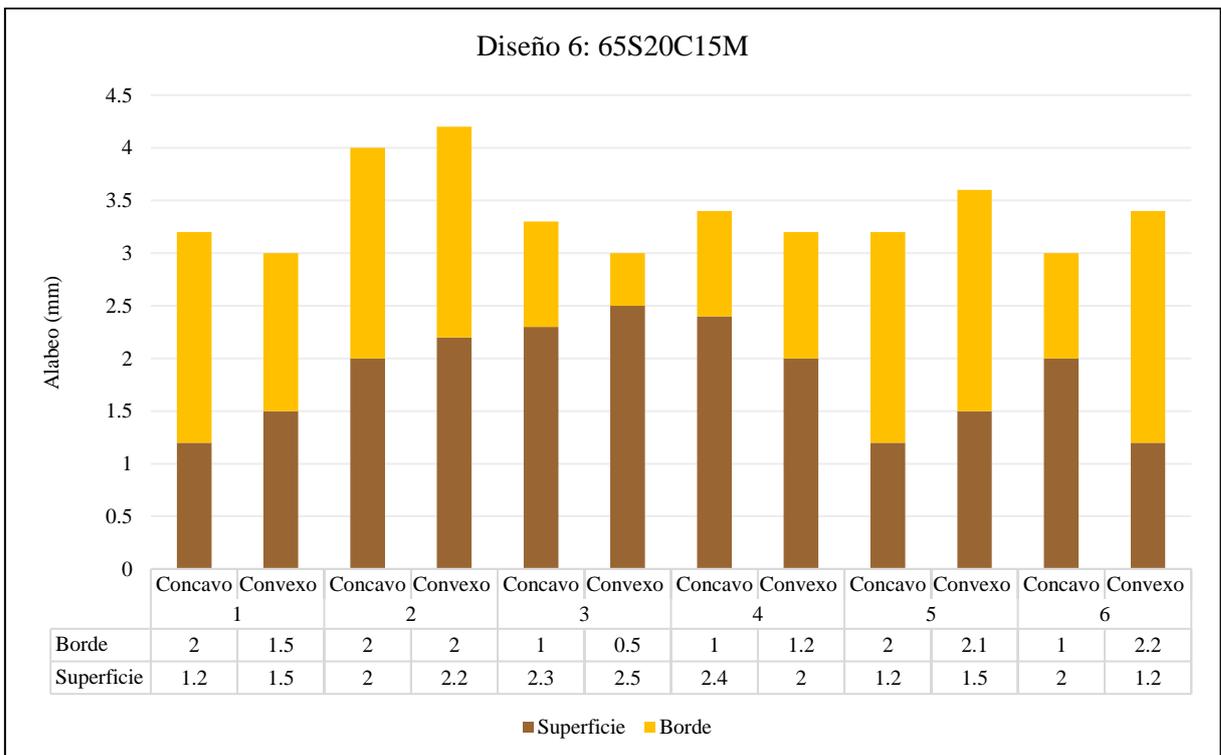


Figura 63

Alabeo de Adobes 60S20C20M

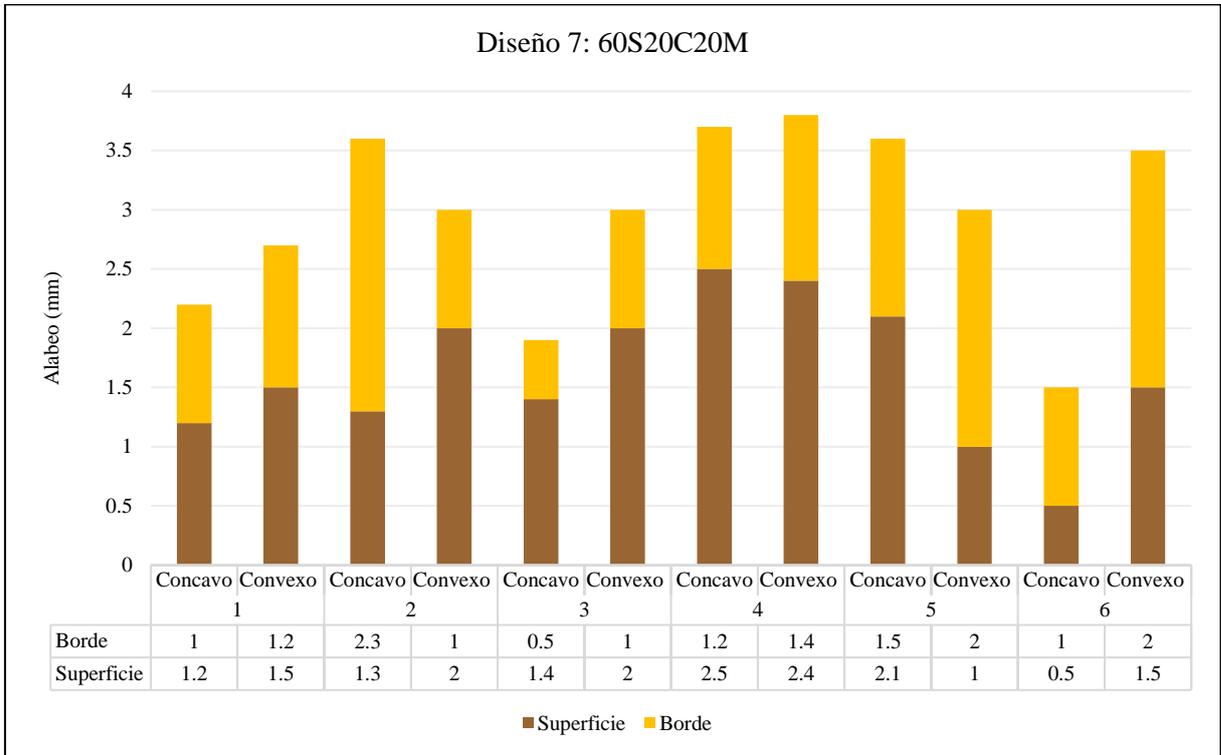
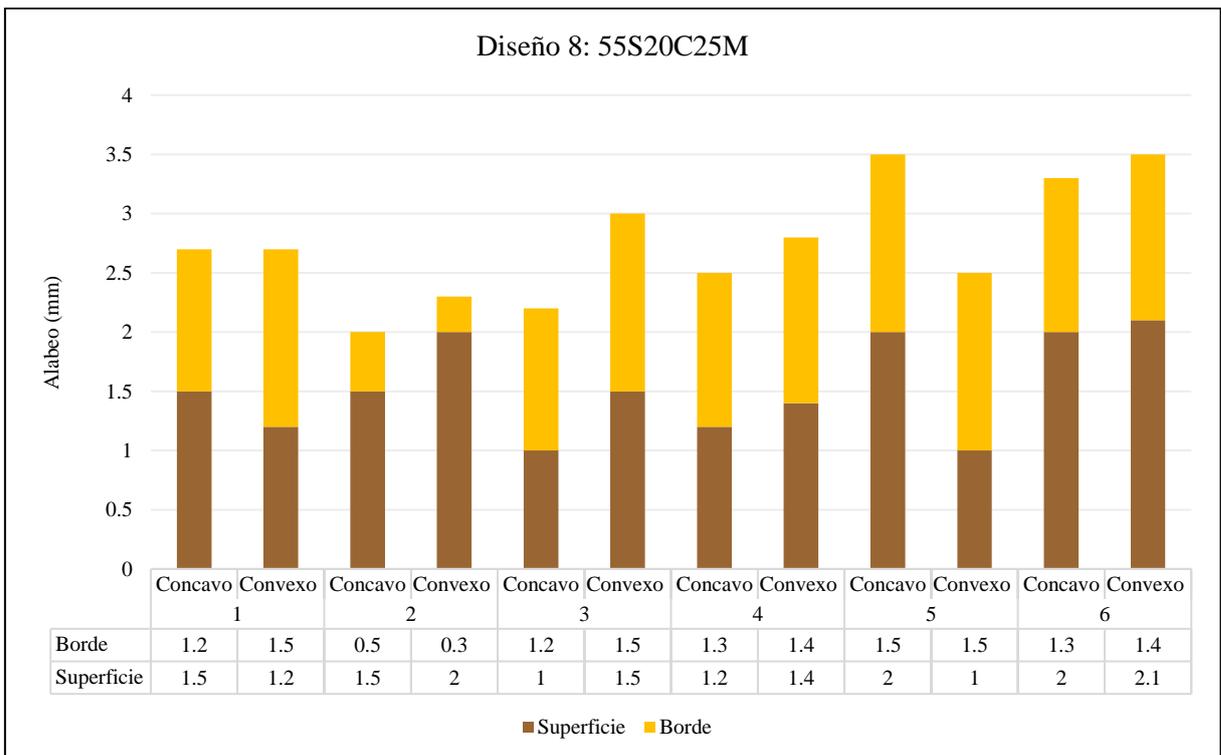


Figura 64

Alabeo de Adobes 55S20C25M



4.1.2.2. Absorción

La absorción de agua por capilaridad en los adobes elaborados con arena-arcilla-limo es menor a 22%, por tanto, cumple con la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) e incluso cumple aparentemente con la norma E.070 (MVCS, 2006), no obstante en ambas normativas el ensayo se ejecuta de forma diferente debido a que, la norma E.070 (MVCS, 2006) da lineamientos para ladrillos cocidos, mientras que, la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) brinda lineamientos para bloques de tierra comprimida sin cocción, por tanto, dichas unidades solo son sometidas a contacto superficial con el agua midiendo así la inserción de la misma, en el adobe por capilaridad (propiedad que, permite que, el agua suba por la matriz sólida de la unidad de mampostería). El adobe con menor absorción de agua por capilaridad en promedio (5.33%) es 65S20C15M, producida con 65% de arena, 20% de arcilla y 15% de limo, mientras que, el adobe con mayor absorción por capilaridad (10.98%) es aquel que, se elabora con 65% de arena, 10% de arcilla y 25% de limo (65S1025M) siendo la única diferencia entre dichas mezclas la cantidad de finos y distribución de los suelos finos (arcilla-limo), a mayor cuantía de limo la absorción del agua también se incrementa, lo que, se valida con el adobe con la segunda absorción por capilaridad más alta (8.03%) producido con 60% de arena, 15% de arcilla y 25% de limo (60S15C25M), y el adobe con el tercer valor de absorción de agua por capilaridad más alto (7.47%) producido con 55% de arena, 20% de arcilla y 25% de limo (55S20C25M), también concuerda con las mezclas 65S15C20M, 60S20C20M y 70S10C20M producidas con 20% de limo, que alcanzan 6.57%, 6.25% y 6.18% de absorción de agua por capilaridad, pero difiere con la mezcla 7015C15M que, a pesar de tener solo 15% de limo presenta absorción de 6.57% siendo disímil al comportamiento que, los adobes estaban

presentando, no obstante, cabe recalcar que, se está tratando con mezclas de tres tipos de suelo, cuyo comportamiento en conjunto es complejo, siendo así, esta mezcla tienen mayor contenido de arena que, las otras mezclas, lo que, determina la variación en la tendencia de absorción del adobe según contenido de limo, ya que, la cantidad de arcilla en la mezcla no sigue una tendencia general por si sola, sino depende de la mezcla en la que, se encuentre, es decir hay adobes con mayor y menor contenido de arcilla en la matriz, pero que, presentan similar absorción entre sí, o en otros casos que, difieren enormemente tal como el caso de las mezclas 65S20C15M, 60S20C20M y 55S20C25M cuyos adobes tienen absorción por capilaridad de 5.33%, 6.25% y 7.47% a pesar de que, todos están fabricados con 20% de arcilla. Por tanto, se argumentan dos aspectos fundamentales: (1) el contenido de limo es determinante en la absorción de los adobes, en este caso de estudio, a mayores porcentajes de limo en la mezcla mayor absorción, (2) todos los adobes cumplen con la absorción de la norma UNE 41410 (AENOR, 2008).

Figura 65

Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes

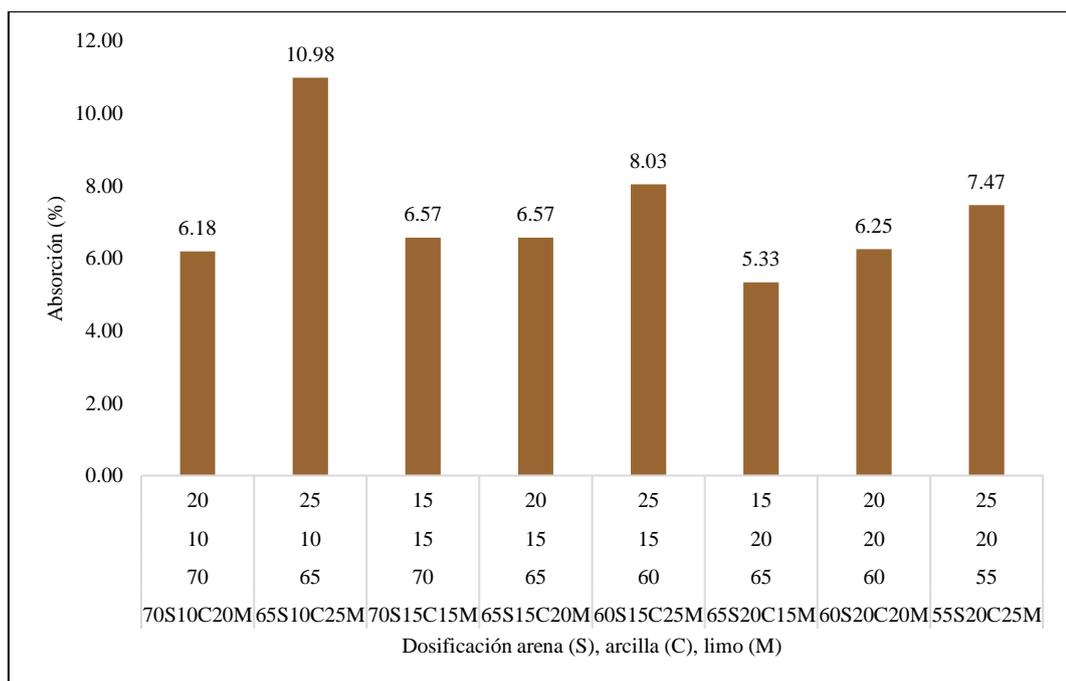


Tabla 22*Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes*

Absorción (%)	Código del diseño de adobes							
	1 70S10C20M	2 65S10C25M	3 70S15C15M	4 65S15C20M	5 60S15C25M	6 65S20C15M	7 60S20C20M	8 55S20C25M
1	6.6	11.3	5.6	6.6	8.2	5	6.4	7.3
2	5.9	11	6.3	6.6	7.9	5.3	6.6	7.4
3	5.6	11.3	7.2	6	8.3	5.6	6.5	7.6
4	6.3	10.9	6.3	6.7	8.2	5.7	5.8	7.3
5	6.7	10.6	6.9	6.6	8.1	4.9	6.4	7.7
6	6	10.8	7.1	6.9	7.5	5.5	5.8	7.5
Mínimo	5.6	10.6	5.6	6	7.5	4.9	5.8	7.3
Máximo	6.7	11.3	7.2	6.9	8.3	5.7	6.6	7.7
DE.	0.43	0.28	0.61	0.30	0.29	0.33	0.36	0.16
Promedio	6.18	10.98	6.57	6.57	8.03	5.33	6.25	7.47

Figura 66

Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes 70S10C20M

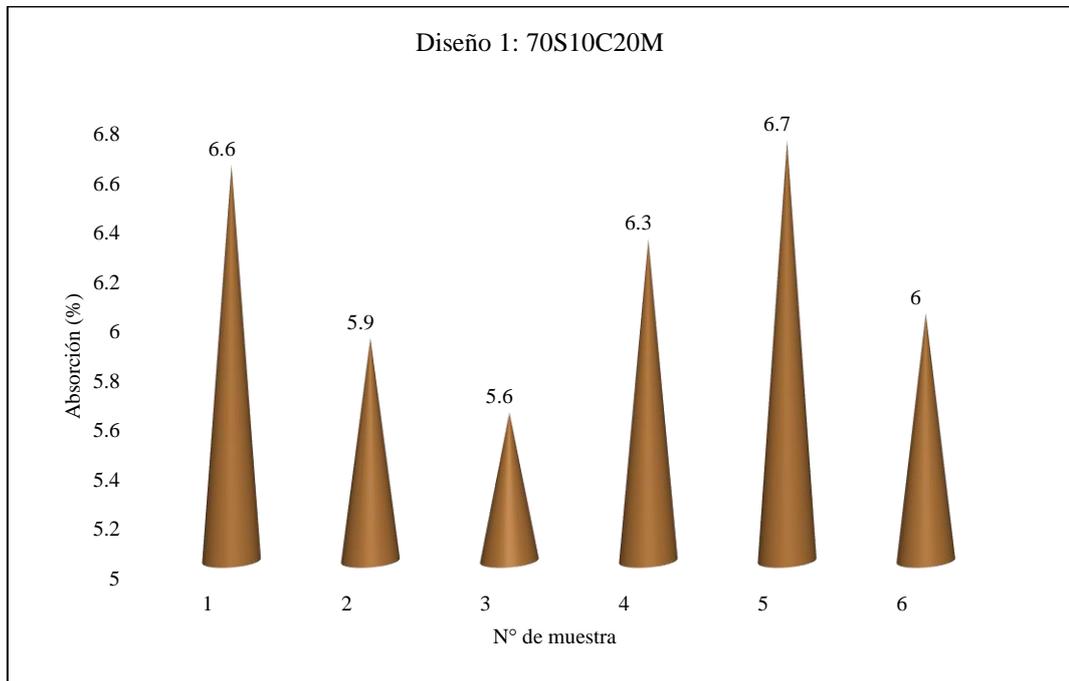


Figura 67

Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes 65S10C25M

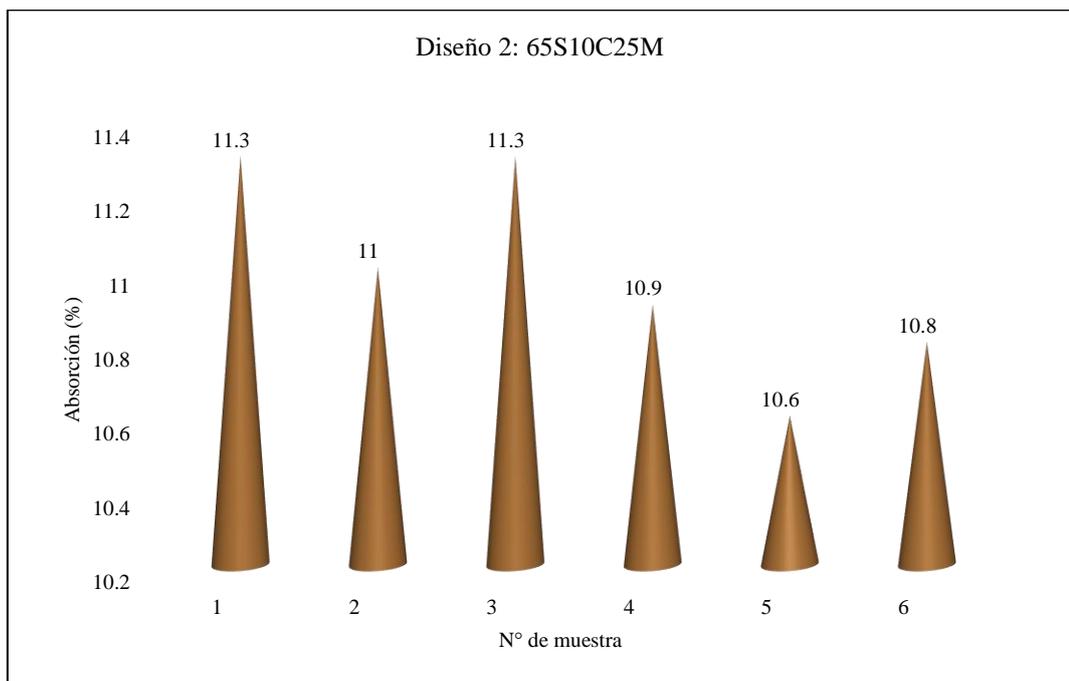


Figura 68

Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes 70S15C15M

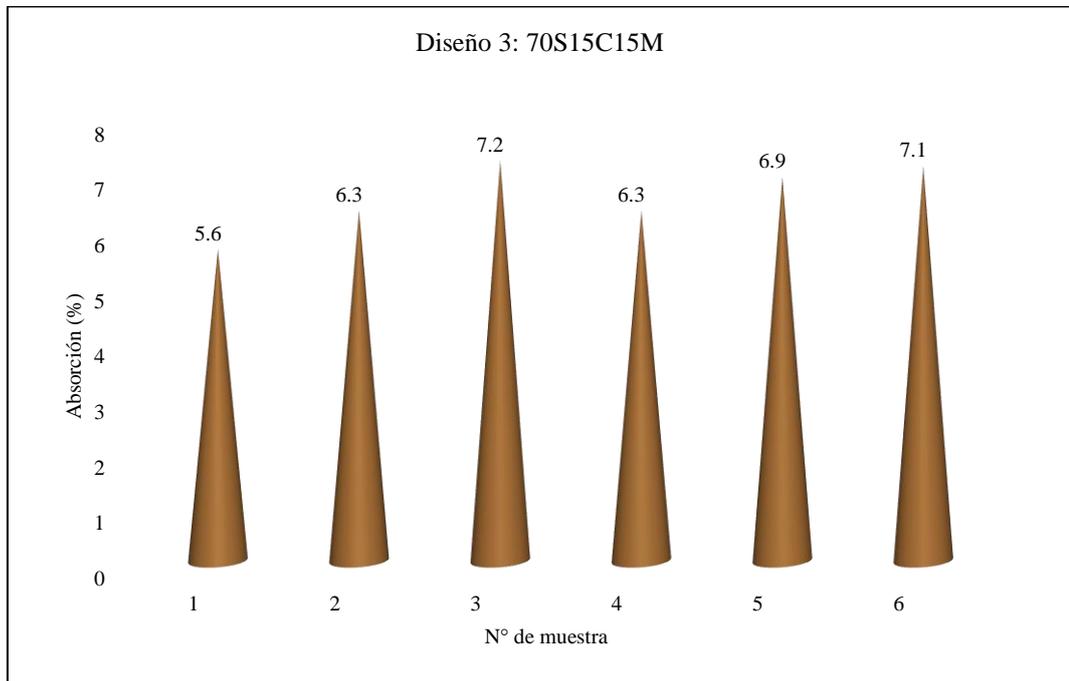


Figura 69

Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes 65S15C20M

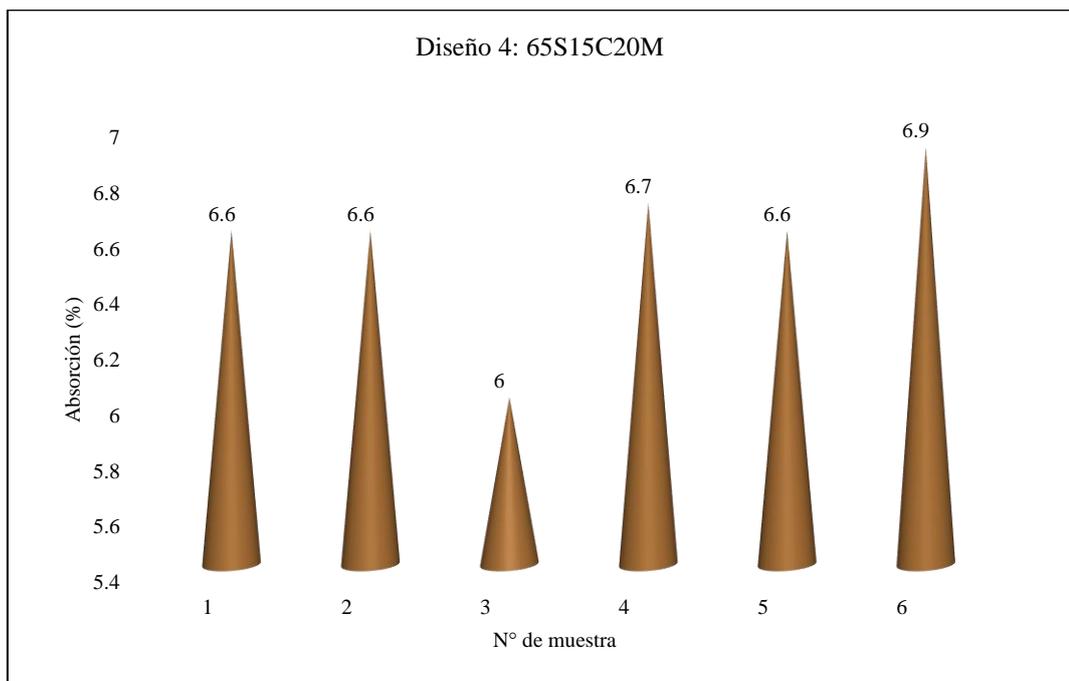


Figura 70

Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes 60S15C25M

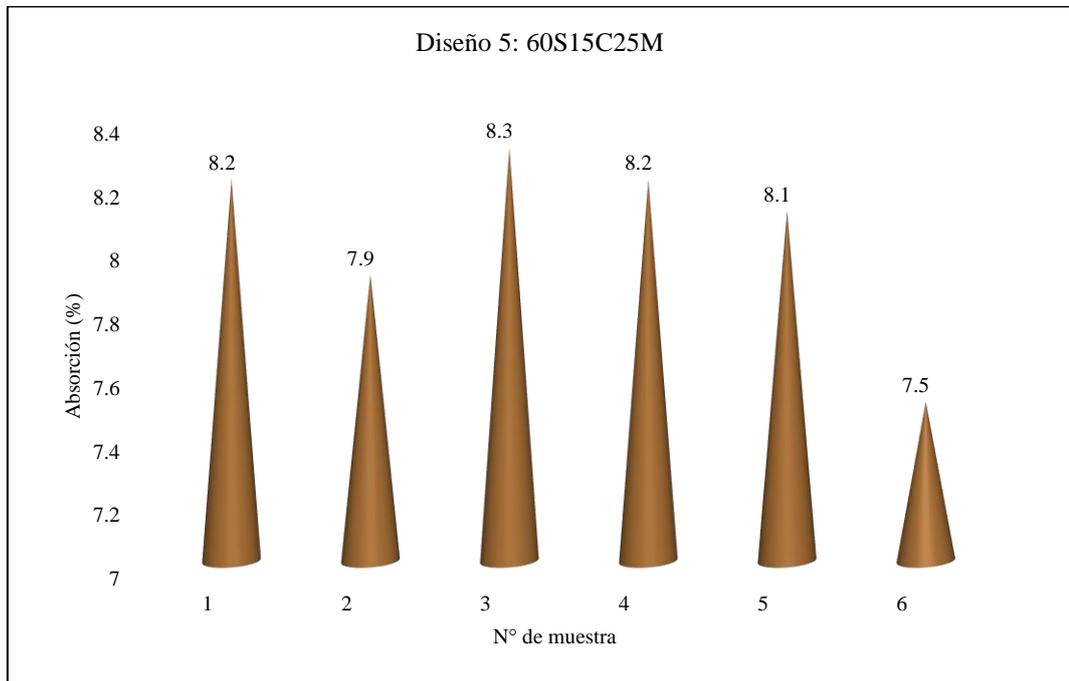


Figura 71

Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes 65S20C15M

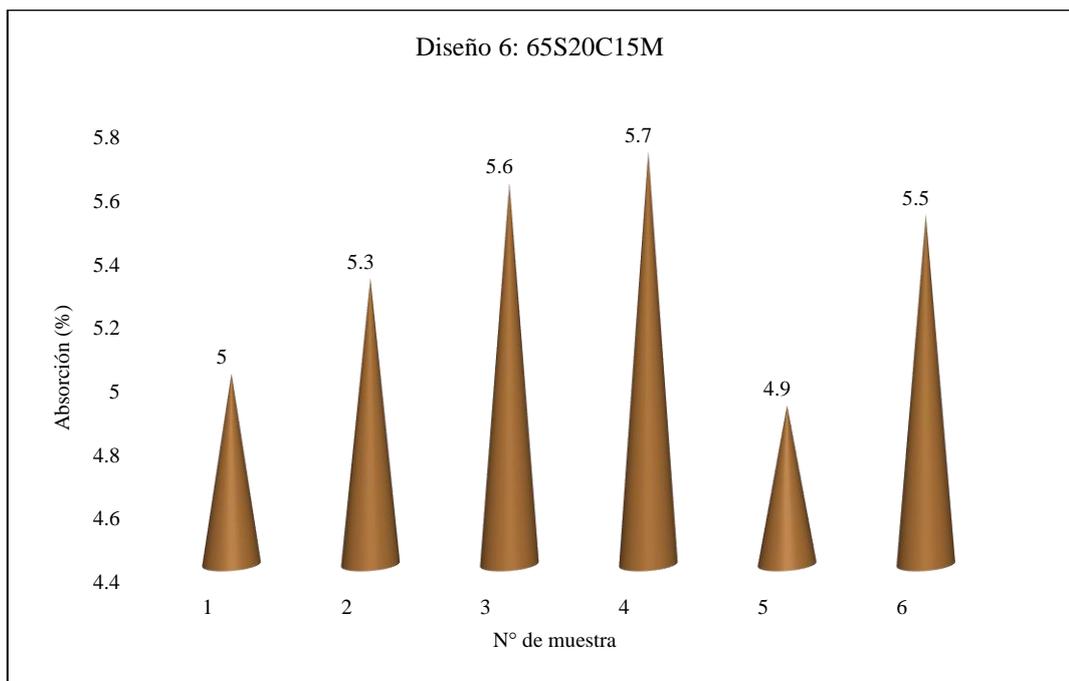


Figura 72

Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes 60S20C20M

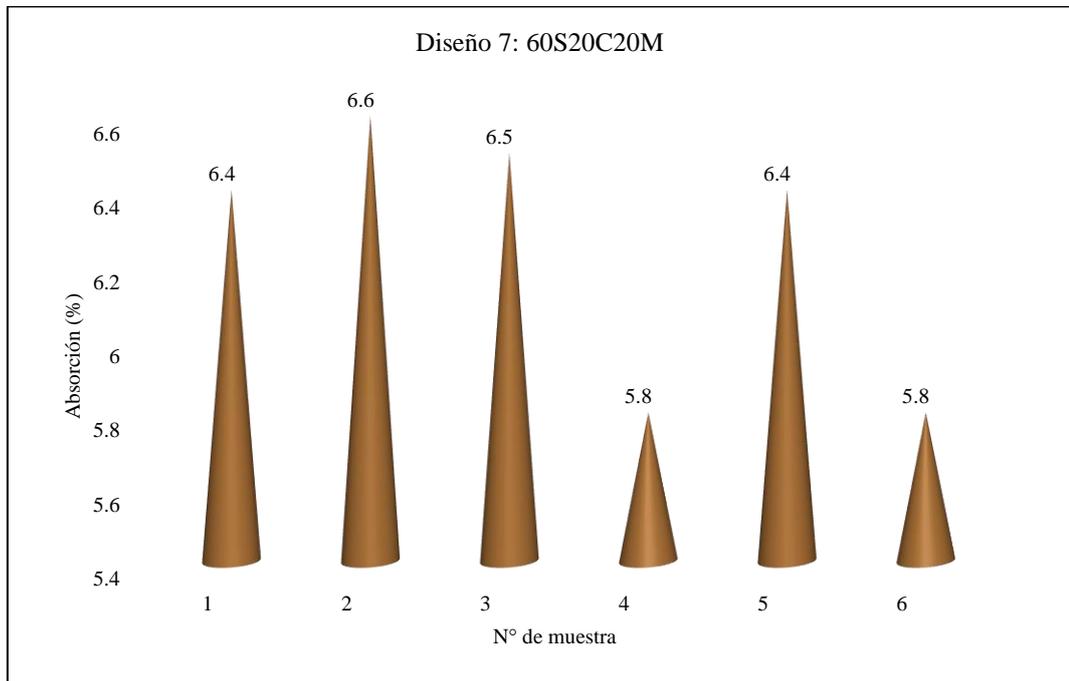
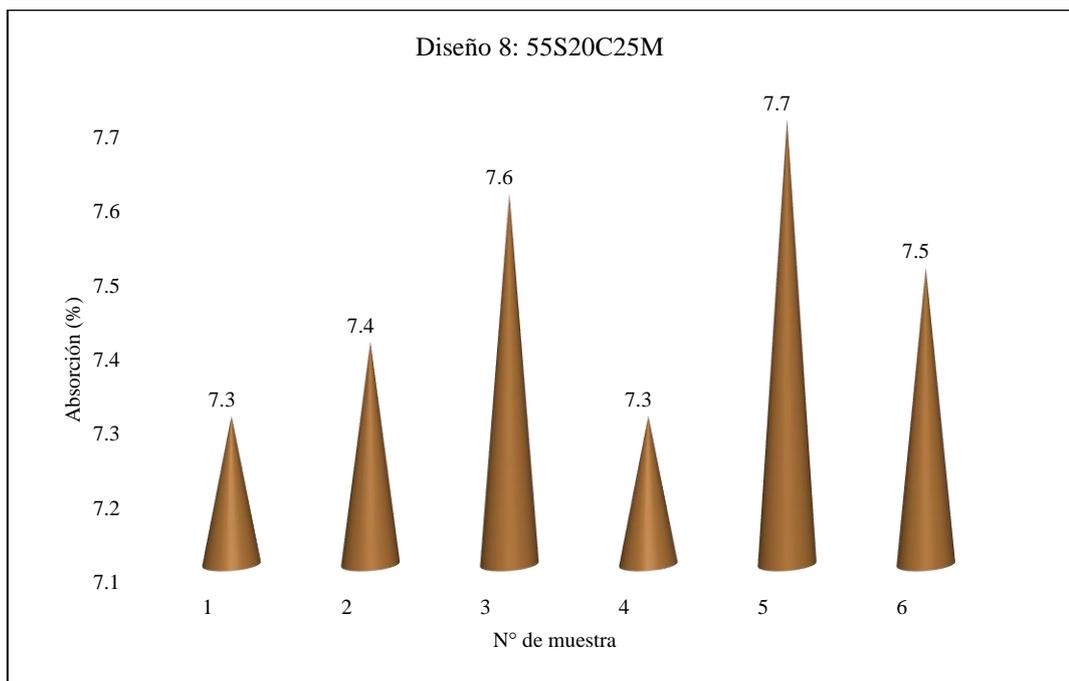


Figura 73

Absorción de Agua por Capilaridad de Adobes 55S20C25M



4.1.2.3. Peso de los adobes

Generalmente no existe normatividad alguna que, establezca un rango de peso para las unidades de mampostería, es decir estas variarán en peso según las dimensiones con las que, se fabriquen, y según las propiedades de los materiales que, lo conformen (peso específico, humedad natural, absorción, compactación, entre otros). En el estudio los adobes adquieren un peso de 5.7 a 6.2 kg, siendo un peso menor si se compara con las unidades de mampostería convencionales fabricadas por otros autores locales (Hoyos e Inga, 2022, Cruzado, 2018), pero similares a los bloques de tierra comprimida elaborados por Gaitán (2022). El adobe con mayor peso de 6.18 kg es 70S15C15M elaborado con 70% de arena, 15% de arcilla y 15% de limo, mientras que, el adobe con menor peso de 5.77 kg es 70S10C20M elaborado con 70% de arena, 10% de arcilla y 20% de limo.

Figura 74

Peso de unidades de Adobes

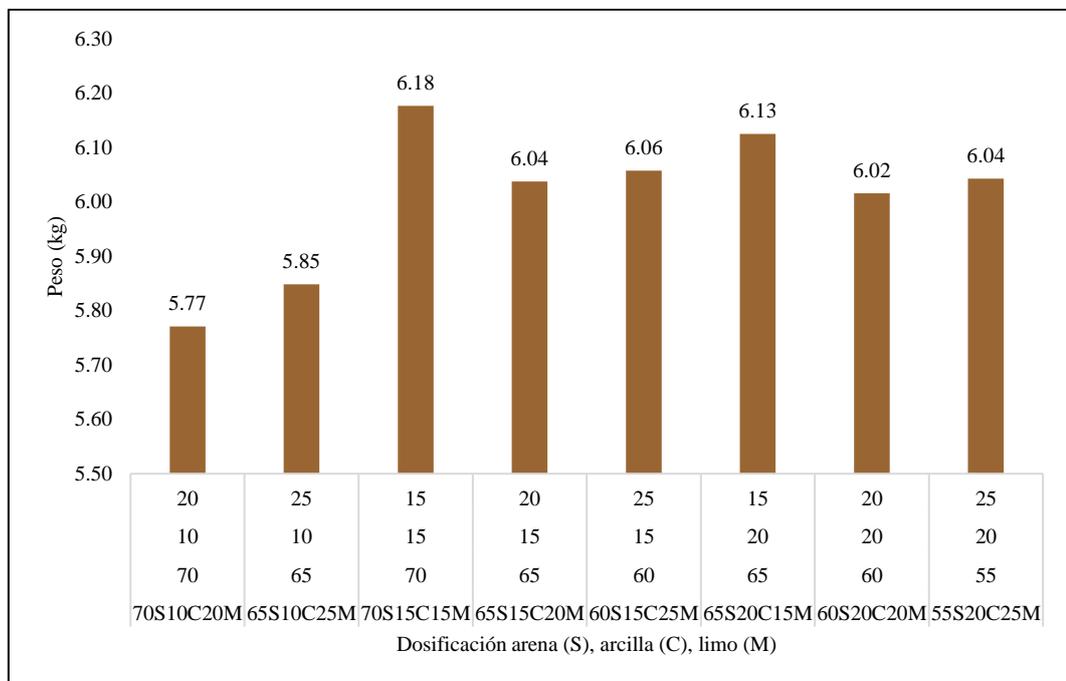


Tabla 23*Peso de unidades de Adobes*

Peso (gr)	Código del diseño de adobes							
	1 70S10C20M	2 65S10C25M	3 70S15C15M	4 65S15C20M	5 60S15C25M	6 65S20C15M	7 60S20C20M	8 55S20C25M
1	5775	5855	6005	6070	6030	6070	5965	6025
2	5770	5810	6895	5960	6050	6145	6000	6035
3	5780	5895	6035	5995	6070	6150	6025	6050
4	5765	5860	6050	6050	6080	6185	6080	6042
5	5760	5840	6040	6065	6050	6065	6025	6052
6	5775	5830	6036	6085	6065	6135	6000	6054
Mínimo	5760	5810	6005	5960	6030	6065	5965	6025
Máximo	5780	5895	6895	6085	6080	6185	6080	6054
DE.	7.36	29.10	352.15	49.07	17.82	47.64	38.39	11.31
Promedio (gr)	5770.83	5848.33	6176.83	6037.50	6057.50	6125.00	6015.83	6043.00
Peso (kg)	5.77	5.85	6.18	6.04	6.06	6.13	6.02	6.04

4.1.3. *Propiedades mecánicas de los adobes*

Se han determinado las propiedades mecánicas (Resistencia a compresión y a ciclos de humectación-secado) del adobe compactado con diferentes dosificaciones de suelo arenoso (S), arcilloso (C) y limoso (M), al 70S10C20M, 65S10C25M, 70S15C15M, 65S15C20M, 60S15C25M, 65S20C15M, 60S20C20M, y 55S20C25M, utilizando arcilla y limo de la cantera Túnel Conchano, Chota y arena de la cantera El Frutillo, Bambamarca.

4.1.3.1. Resistencia a compresión de adobes

Los adobes adquieren resistencias a compresión de 15.58 kg/cm² (65S10C25M) a 19.50 kg/cm² (70S15C15M) según la proporción de mezcla, superando en todos los casos la resistencia mínima exigida por la norma E.080 (MVCS, 2017) de 10.2 kg/cm², y de la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) de 13.25 kg/cm² para un BTC tipo 1, pero no alcanza la clasificación para un BTC tipo 2 (30.59 kg/cm²), no obstante cabe recalcar que, en el caso del estudio no se ha utilizado ningún tipo de estabilizador (cemento, cal, otros), mientras que, en los lineamientos de la norma española usan hasta 15% de cualquier aditivo estabilizante, siendo así, de usar estabilizante las unidades pueden incrementar notablemente su firmeza, considerando que, la dosificación con mejores resultados tiene tan solo 11 kg/cm² menos que, la resistencia mínima de la clasificación de un BTC tipo 2, pero supera en 6.25 kg/cm² la resistencia mínima de la clasificación de un BTC tipo 3. Los adobes con mayor resistencia a compresión se han elaborado con 70% de arena, 15% de arcilla y 15% de limo, mientras que, los adobes con menor resistencia a compresión están compuestos de 60% de arena, 10% de arcilla y 25% de limo, la variación más notable es en la cantidad de arena y limo, no obstante, las demás dosificaciones tampoco presentan una variación uniforme según porcentaje de

materiales individuales dentro de la mezcla, sino que, se ven afectadas por sus características como compuesto, es decir como mezcla de arena-arcilla-limo. Siendo así, para los adobes elaborados con las dosificaciones 70S10C20M, 65S10C25M, 70S15C15M, 65S15C20M, 60S15C25M, 65S20C15M, 60S20C20M, y 55S20C25M de suelo arenoso (S), arcilloso (C) y limoso (M) se ha obtenido respectivamente: 16.74 kg/cm², 15.58 kg/cm², 19.5 kg/cm², 16.59 kg/cm², 19.46 kg/cm², 19.13 kg/cm², 19.20 kg/cm² y 19.23 kg/cm², obtenidos a partir de la resta de la resistencia a compresión promedio de seis especímenes de adobe con la desviación estándar, tal como, se describe en la norma peruana E.080 (MVCS, 2017).

Figura 75

Resistencia a Compresión de Adobes

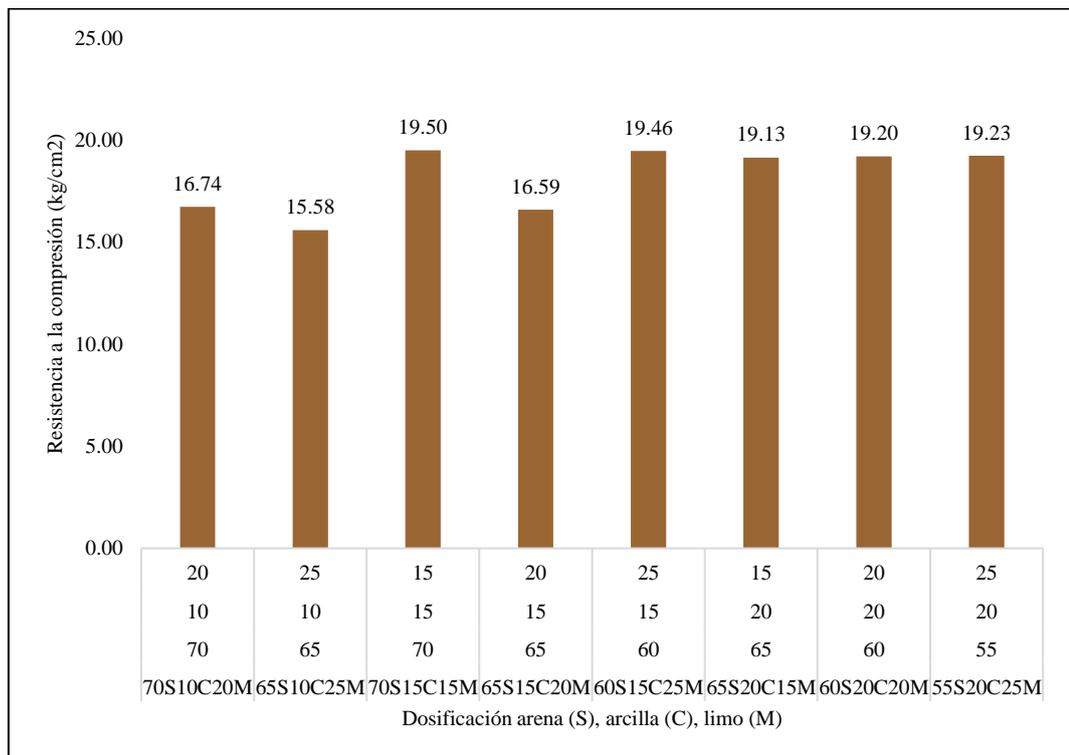


Tabla 24*Resistencia a Compresión de Adobes*

Resistencia a compresión (kg/cm ²)	Código del diseño de adobes							
	1 70S10C20M	2 65S10C25M	3 70S15C15M	4 65S15C20M	5 60S15C25M	6 65S20C15M	7 60S20C20M	8 55S20C25M
1	16.34	16.14	19.33	18.24	19.74	20.19	19.39	19.66
2	17.56	15.32	20.36	17.89	19.33	19.19	18.94	20.99
3	17.62	16.02	20.54	17.29	19.73	19.55	19.60	19.88
4	16.91	15.78	20.12	16.88	20.35	19.58	20.12	19.77
5	17.49	16.08	19.44	16.80	19.70	19.42	20.33	19.49
6	17.62	15.99	20.20	16.50	19.91	19.14	20.63	19.24
Mínimo	16.34	15.32	19.33	16.50	19.33	19.14	18.94	19.24
Máximo	17.62	16.14	20.54	18.24	20.35	20.19	20.63	20.99
Promedio	17.26	15.89	20.00	17.26	19.79	19.51	19.83	19.84
DE.	0.52	0.30	0.50	0.68	0.33	0.38	0.63	0.61
F'b (kg/cm²)	16.74	15.58	19.50	16.59	19.46	19.13	19.20	19.23

Figura 76

Resistencia a Compresión de Adobes 70S10C20M

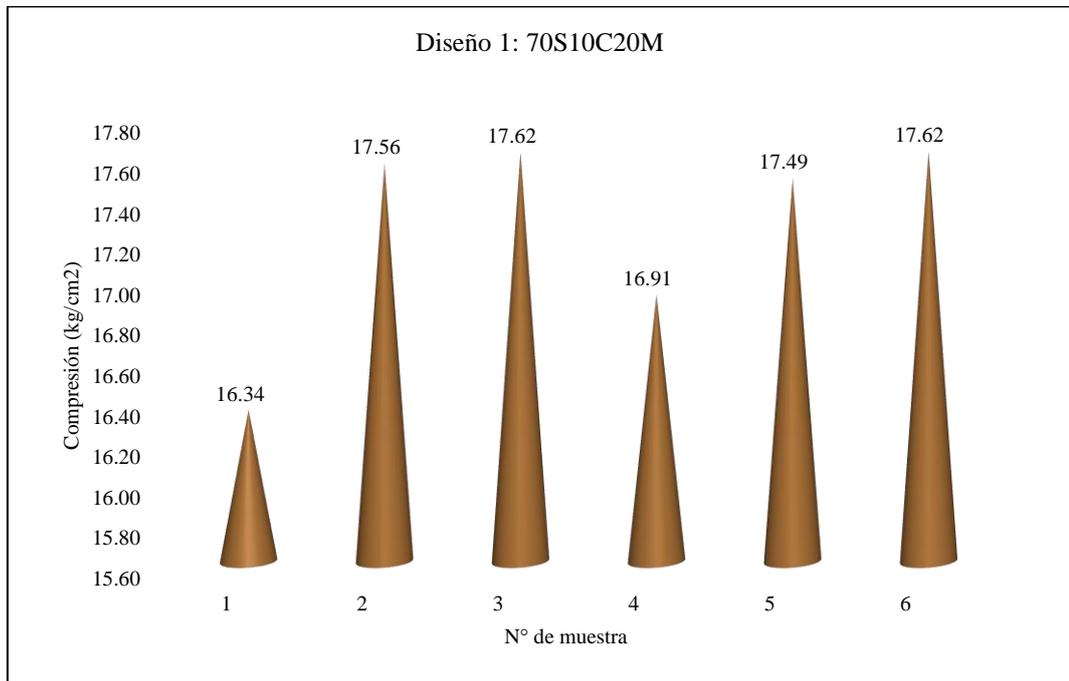


Figura 77

Resistencia a Compresión de Adobes 65S10C25M

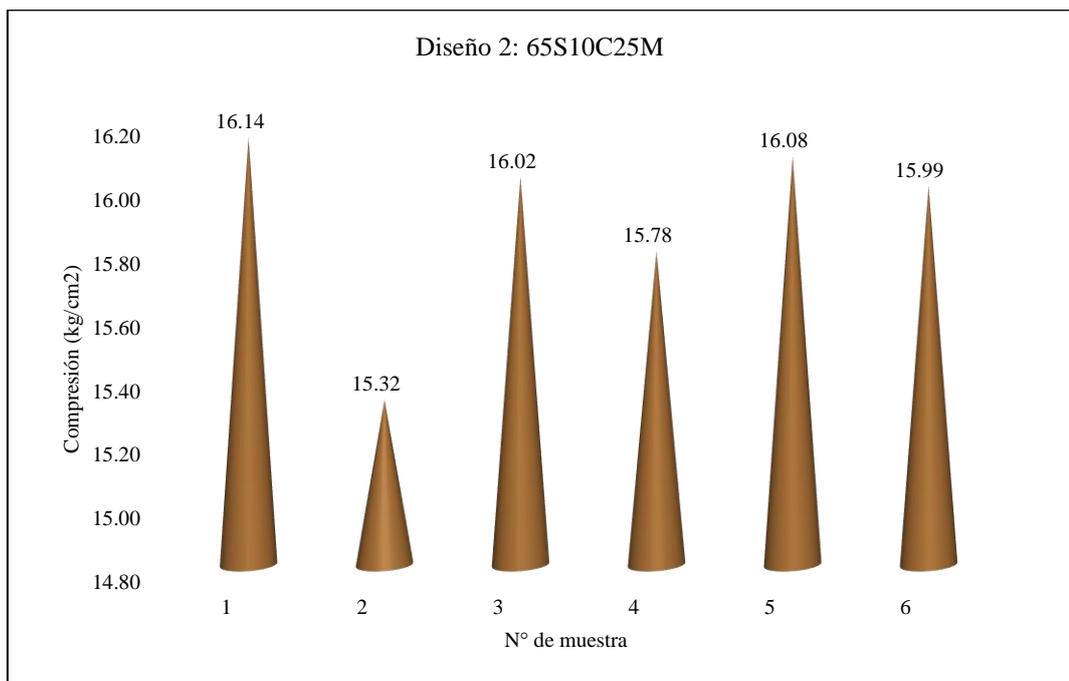


Figura 78

Resistencia a Compresión de Adobes 70S15C15M

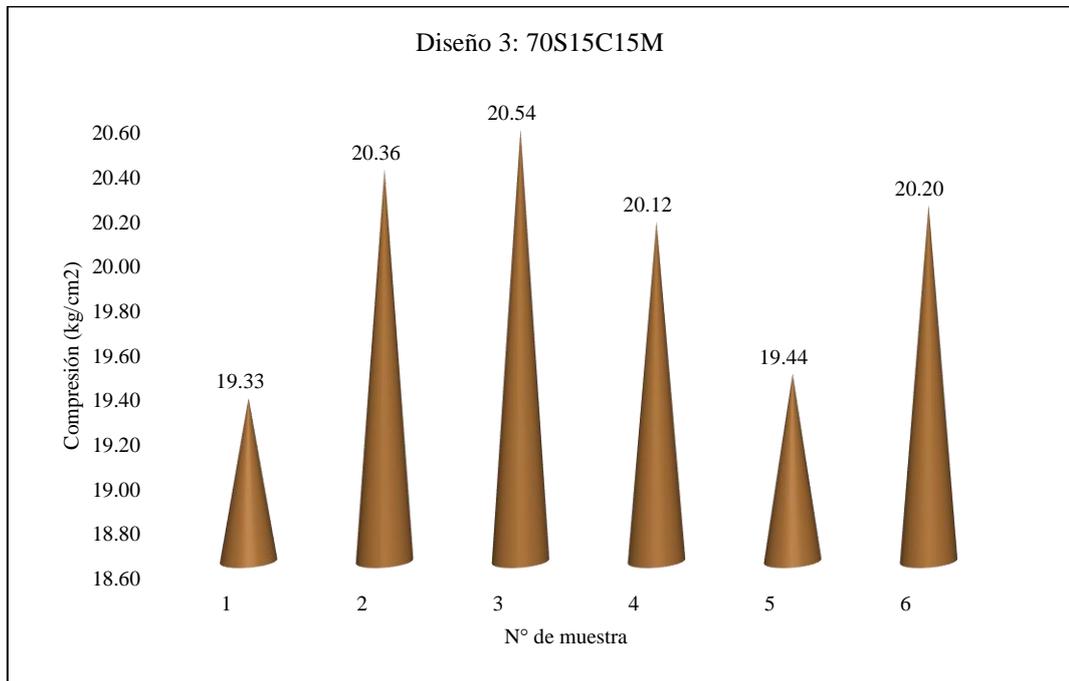


Figura 79

Resistencia a Compresión de Adobes 65S15C20M

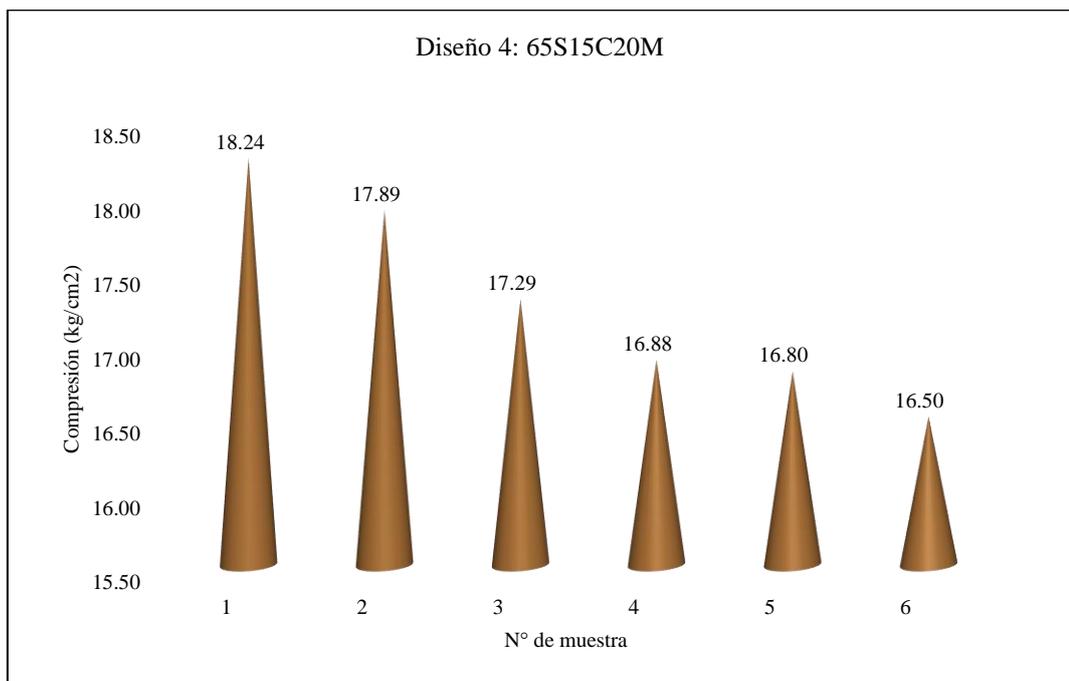


Figura 80

Resistencia a Compresión de Adobes 60S15C25M

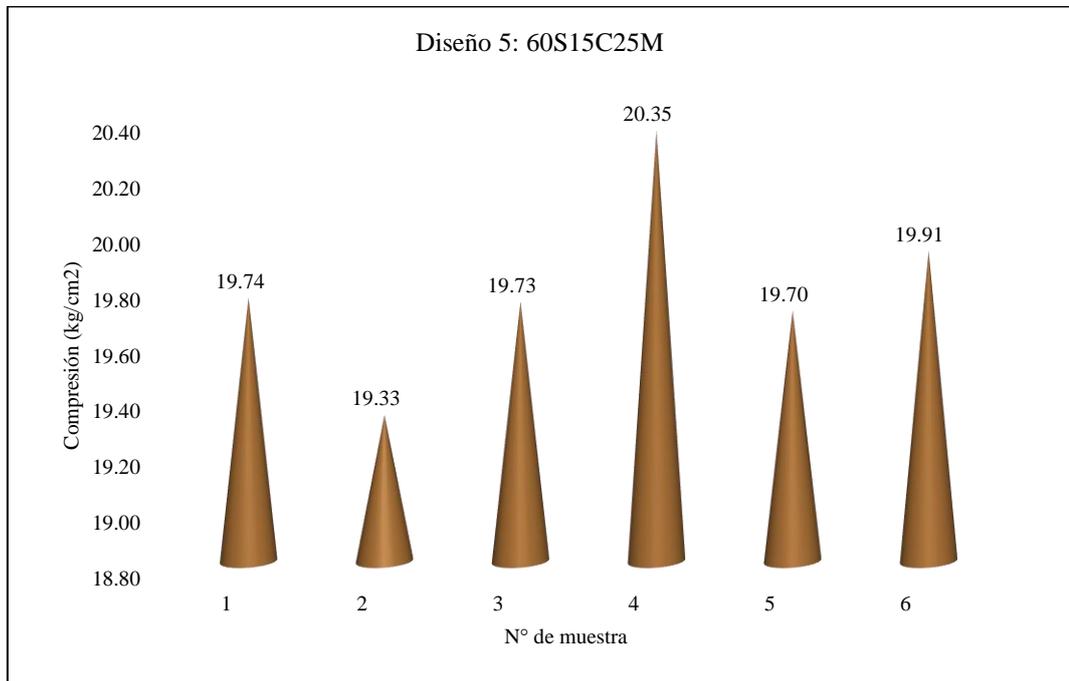


Figura 81

Resistencia a Compresión de Adobes 65S20C15M

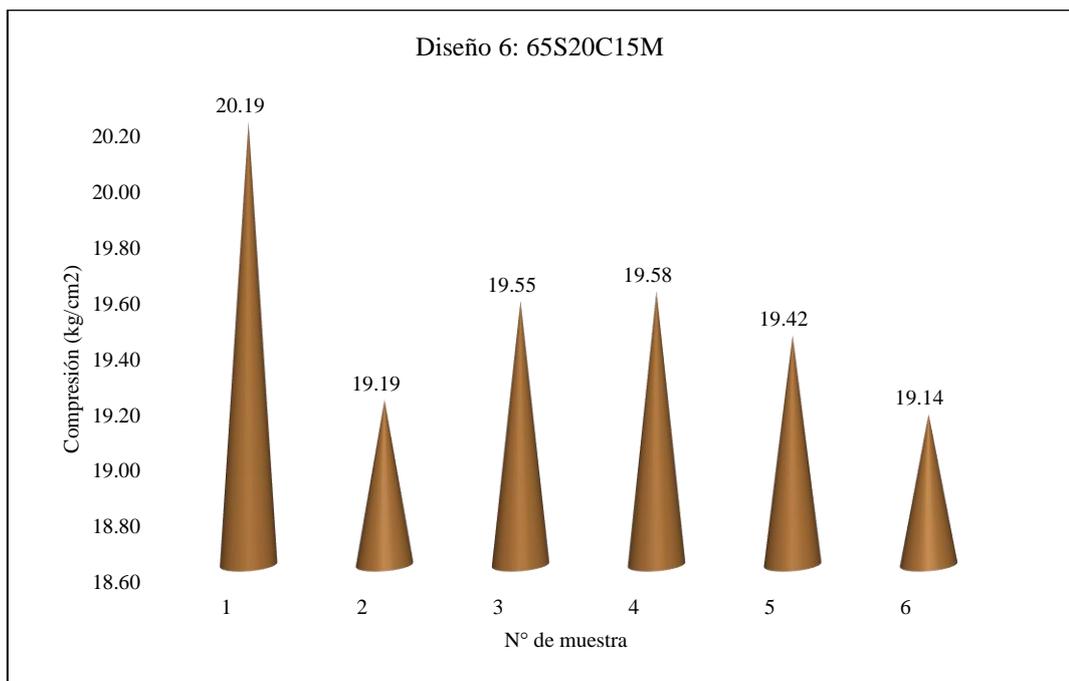


Figura 82

Resistencia a Compresión de Adobes 60S20C20M

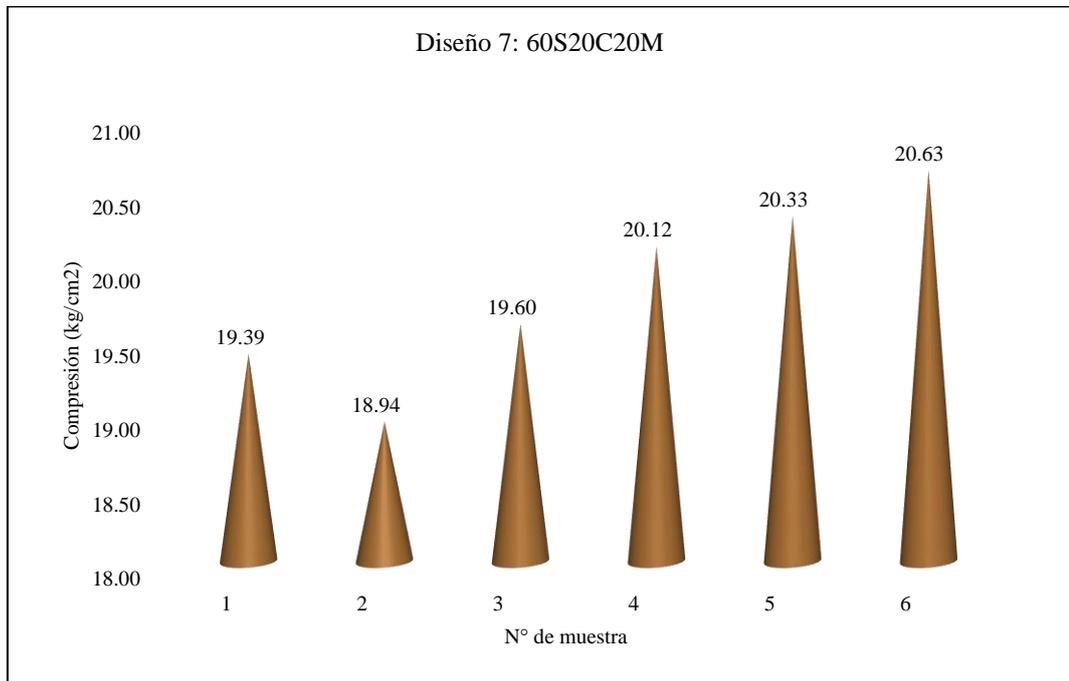
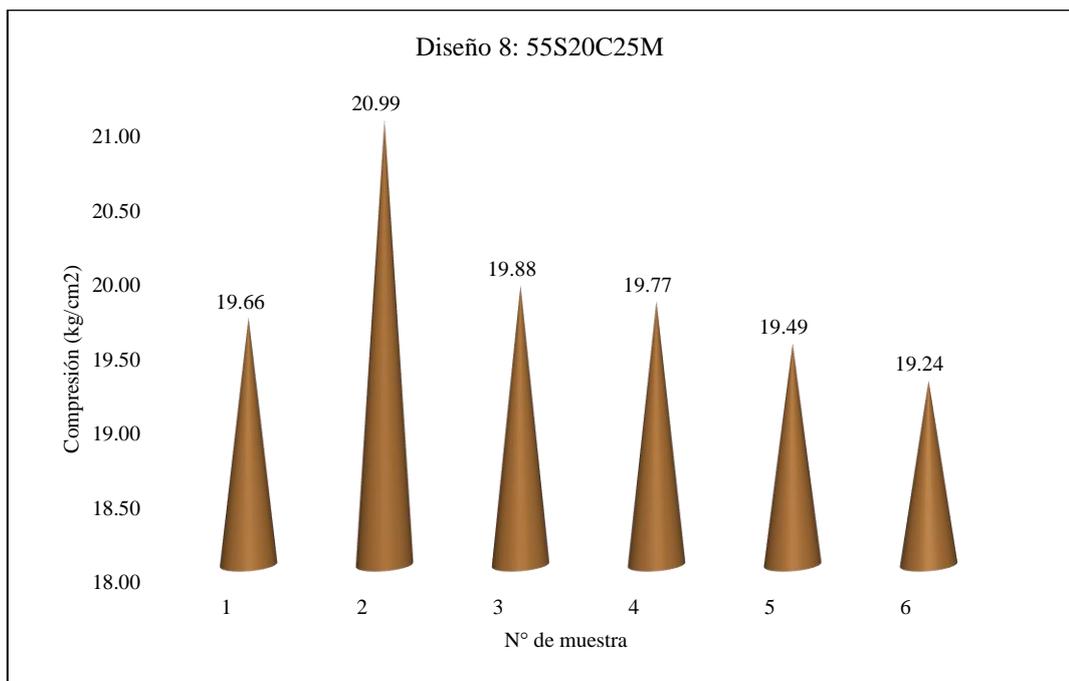


Figura 83

Resistencia a Compresión de Adobes 55S20C25M



4.1.3.2. Resistencia a ciclos de humectación y secado de adobes

Para el ensayo de resistencia a ciclos de humectación y secado de adobes se ha tomado en cuenta la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), para ello, durante cada uno de los seis ciclos continuos de humectación y secado se ha registrado el número de grietas aleatorias, el número de grietas en estrella, el porcentaje de hinchamiento local, el número de zonas de picado, el número de capas que, se han perdido, el porcentaje de penetración de agua en más del 70% de la anchura del BTC (visualmente distinguido por el exterior), el número de fragmentos mayores de 50 mm, excepto las que provengan de la parte comprendida entre los bordes y 50 mm hacia adentro, y el área de eflorescencia en la superficie de los seis adobes de muestra por cada dosificación de arena (S), arcilla (C) y limo (M) utilizada para la producción de dichas unidades de mampostería. Distinguiendo que, la situación más crítica se en el ciclo número seis, lo que, tiene sentido ya que, después de haber pasado por cinco ciclos de humectación – secado anteriores, el adobe ya empieza a presentar mayor muestra de deterioro, no obstante, muchas de las patologías que, indica la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) que, deben ser evaluadas no se han presentado en los adobes, tal como, las grietas en estrella, hinchamiento local, penetración de agua en más del 70% del área, fragmentos mayores a 50 mm y área eflorescente, es decir, esas patologías no se han dado durante los ciclos de humectación – secado en los adobes; pero las fallas que, si se presentaron fueron grietas aleatorias, zonas de picado, y capas que, se han perdido por el proceso en los adobes de todas las mezclas. Los adobes elaborados con dosificaciones 65S20C15M, 60S20C20M y 55S20C25M son los que, tan solo, presentan en promedio una única grietas aleatoria en la superficie de mampostería, así mismo, también son los que, presentan menor número de zonas

de picado, siendo tan solo de tres áreas picadas, además, presentan tan solo una capa perdida a causa del proceso de humectación secado en el ciclo 6, en cambio, los adobes elaborados con las otras dosificaciones 70S10C20M, 65S10C25M, 70S15C15M, 65S15C20M, 60S15C25M presentan dos grietas aleatorias, tres zonas de picado y dos capas desprendidas durante el proceso de humectación secado en el ciclo 6, no obstante, la diferencia no es significativa, debido a que, es mínima de tan solo una grieta aleatoria, una zona de picado y una capa que, se ha perdido. Así mismo, cabe recalcar que, las dosificaciones con mayor resistencia a los ciclos de humectación secado son aquellas con mayor contenido de finos, porque, tal como, se ha visto en el análisis de variación dimensional y alabeo a mayor contenido de finos mayor facilidad de moldeo y por ende adquieren mejores propiedades geométricas que, a la vez confiere mayor resistencia a la intemperie, tal como, ha demostrado el estudio de humectación/secado.

Figura 84

Nº de Veces que se da el Deterioro en el Ciclo Final de Humectación y Secado

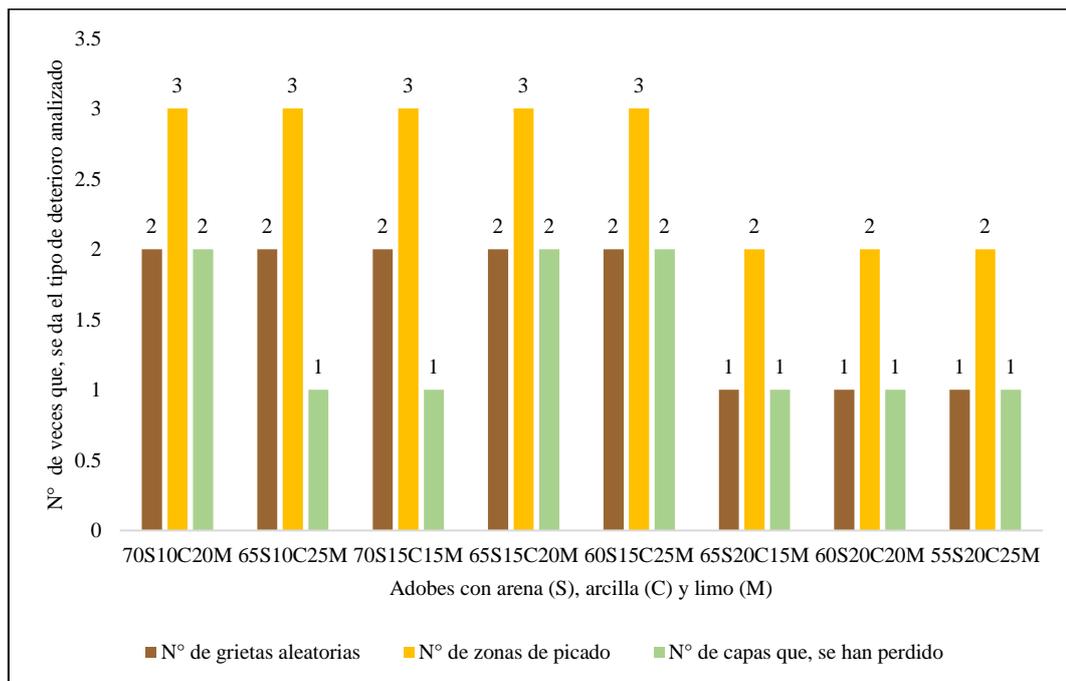


Tabla 25*N° de Veces que se da un Deterioro en el Ciclo Final de Humectación y Secado de Adobes*

Resistencia a ciclos de humectación secado	Código del diseño de adobes							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	70S10C20M	65S10C25M	70S15C15M	65S15C20M	60S15C25M	65S20C15M	60S20C20M	55S20C25M
N° de grietas aleatorias	2	2	2	2	2	1	1	1
N° de grietas en estrella	0	0	0	0	0	0	0	0
% hinchamiento local	0	0	0	0	0	0	0	0
N° de zonas de picado	3	3	3	3	3	2	2	2
N° de capas que, se han perdido	2	1	1	2	2	1	1	1
% penetración de agua	0	0	0	0	0	0	0	0
N° de fragmentos mayores a 50 mm	0	0	0	0	0	0	0	0
Área efluorescente (cm2)	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 26*N° de Grietas Aleatorias en los Ciclos de Humectación y Secado de Adobes*

N° de grietas aleatorias Diseño	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
70S10C20M	0	0	1	1	2	2
65S10C25M	1	1	1	1	1	2
70S15C15M	0	1	1	1	1	2
65S15C20M	1	1	1	2	2	2
60S15C25M	1	1	1	2	2	2
65S20C15M	0	0	0	0	1	1
60S20C20M	0	0	0	1	1	1
55S20C25M	0	1	1	1	1	1

Tabla 27*N° de Grietas Estrella en los Ciclos de Humectación y Secado de Adobes*

N° de grietas en estrella Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
70S10C20M	0	0	0	0	0	0
65S10C25M	0	0	0	0	0	0
70S15C15M	0	0	0	0	0	0
65S15C20M	0	0	0	0	0	0
60S15C25M	0	0	0	0	0	0
65S20C15M	0	0	0	0	0	0
60S20C20M	0	0	0	0	0	0
55S20C25M	0	0	0	0	0	0

Tabla 28

Porcentaje de Hinchamiento Local en los Ciclos de Humectación y Secado de Adobes

hinchamiento local Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	%					
	1	2	3	4	5	6
70S10C20M	0	0	0	0	0	0
65S10C25M	0	0	0	0	0	0
70S15C15M	0	0	0	0	0	0
65S15C20M	0	0	0	0	0	0
60S15C25M	0	0	0	0	0	0
65S20C15M	0	0	0	0	0	0
60S20C20M	0	0	0	0	0	0
55S20C25M	0	0	0	0	0	0

Tabla 29

Número de Zonas de Picado en los Ciclos de Humectación y Secado de Adobes

N° de zonas de picado Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	N° de zonas					
	1	2	3	4	5	6
70S10C20M	1	1	1	2	2	3
65S10C25M	1	1	1	1	2	3
70S15C15M	0	1	1	1	2	3
65S15C20M	0	1	1	2	2	3
60S15C25M	1	1	1	2	2	3
65S20C15M	0	0	0	1	1	2
60S20C20M	0	0	1	1	1	2
55S20C25M	0	1	1	1	2	2

Tabla 30

Número de capas que se han Perdido en los Ciclos de Humectación y Secado de Adobes

N° de capas que, se han perdido Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
70S10C20M	1	1	1	1	2	2
65S10C25M	1	1	1	1	1	1
70S15C15M	1	1	1	1	1	1
65S15C20M	1	1	1	1	1	2
60S15C25M	1	1	1	1	2	2
65S20C15M	0	0	1	1	1	1
60S20C20M	0	1	1	1	1	1
55S20C25M	1	1	1	1	1	1

Tabla 31

Porcentaje de Penetración de Agua en los Ciclos de Humectación y Secado de Adobes

% penetración de agua Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
70S10C20M	0	0	0	0	0	0
65S10C25M	0	0	0	0	0	0
70S15C15M	0	0	0	0	0	0
65S15C20M	0	0	0	0	0	0
60S15C25M	0	0	0	0	0	0
65S20C15M	0	0	0	0	0	0
60S20C20M	0	0	0	0	0	0
55S20C25M	0	0	0	0	0	0

Tabla 32

Número de Fragmentos Mayores a 50 mm Desprendidos en los Ciclos de Humectación y Secado de Adobes

N° de fragmentos mayores a 50 mm Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
	70S10C20M	0	0	0	0	0
65S10C25M	0	0	0	0	0	0
70S15C15M	0	0	0	0	0	0
65S15C20M	0	0	0	0	0	0
60S15C25M	0	0	0	0	0	0
65S20C15M	0	0	0	0	0	0
60S20C20M	0	0	0	0	0	0
55S20C25M	0	0	0	0	0	0

Tabla 33

Área Eflorescente en los Ciclos de Humectación y Secado de Adobes

Área eflorescente (cm ²) Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
	70S10C20M	0	0	0	0	0
65S10C25M	0	0	0	0	0	0
70S15C15M	0	0	0	0	0	0
65S15C20M	0	0	0	0	0	0
60S15C25M	0	0	0	0	0	0
65S20C15M	0	0	0	0	0	0
60S20C20M	0	0	0	0	0	0
55S20C25M	0	0	0	0	0	0

4.1.4. Análisis técnico de los adobes según normas nacionales e internacionales

Al analizar técnicamente los adobes de tierra compactada elaborados con dosificaciones SCM para su uso en viviendas rústicas de la provincia de Chota, se distingue que, mecánicamente (resistencia a compresión) y físicamente (absorción) cumplen con la norma técnica peruana E.080 (MVCS, 2017), así mismo, todos los adobes elaborados con diferentes dosificaciones cumplen con la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) para BTC tipo 1, siendo así, las dosificaciones que, se pueden utilizar para la producción de adobes en viviendas rústicas de la provincia de Chota son: 70S15C15M (70% de arena, 15% de arcilla y 15% de limo) si se desean unidades de adobe más resistentes a compresión (19.50 kg/cm²) con una baja absorción (6.54%) es decir son las unidades de mampostería con mejores características mecánicas en comparación con las unidades de las otras dosificaciones siendo la única dosificación similar en resistencia a compresión (19.46 kg/cm²) el adobe 60S15C25M (60% de arena, 15% de arcilla y 25% de limo), no obstante, esta dosificación tiene mayor absorción (8.03%) que, la dosificación 70S15C15M pero ambas son menores a 22% por tanto, cumplen con la norma UNE 41410 (AENOR, 2008). Si lo que, se buscan son unidades de mampostería con la menor absorción de agua por capilaridad se puede utilizar la dosificación 65S20C15M (65% de arena, 20% de arcilla y 15% de limo) mismas que, presentan resistencia media a buena a ciclos de humectación y secado por tanto, pueden utilizarse en zonas con precipitaciones climáticas constantes donde el principal problema que, aqueje a lo zona no sean los eventos sísmicos (Resistencia de las unidades) sino la absorción que, estas presenten y como resisten a las inclemencias climatológicas. Pero a nivel económico, los adobes con la dosificación 55S20C25M (55% de arena, 20% de

arcilla y 25% de limo), se pueden utilizar si se desea añadir a la mezcla de suelo el menor porcentaje de arena, considerando que, todas las unidades de mampostería cumplen con la norma E.080 (MVCS, 2017) y con la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) para su uso en viviendas rústicas, pero que, la arena es traída desde la cantera El Frutillo en Bambamarca, mientras que, los otros materiales (arcilla y limo) son de uso local y se pueden adquirir en cualquier cantera de la ciudad que, se emplee para la fabricación de adobes, no obstante, en el caso del estudio se ha utilizado suelo de las canteras ubicadas en el centro poblado Túnel Conchano del distrito de Chota, por tanto, a menor cantidad de arena en la mezcla también se tendrá un ahorro en el flete y traslado del material.

Figura 85

Absorción por Capilaridad y Resistencia a Compresión de los Adobes

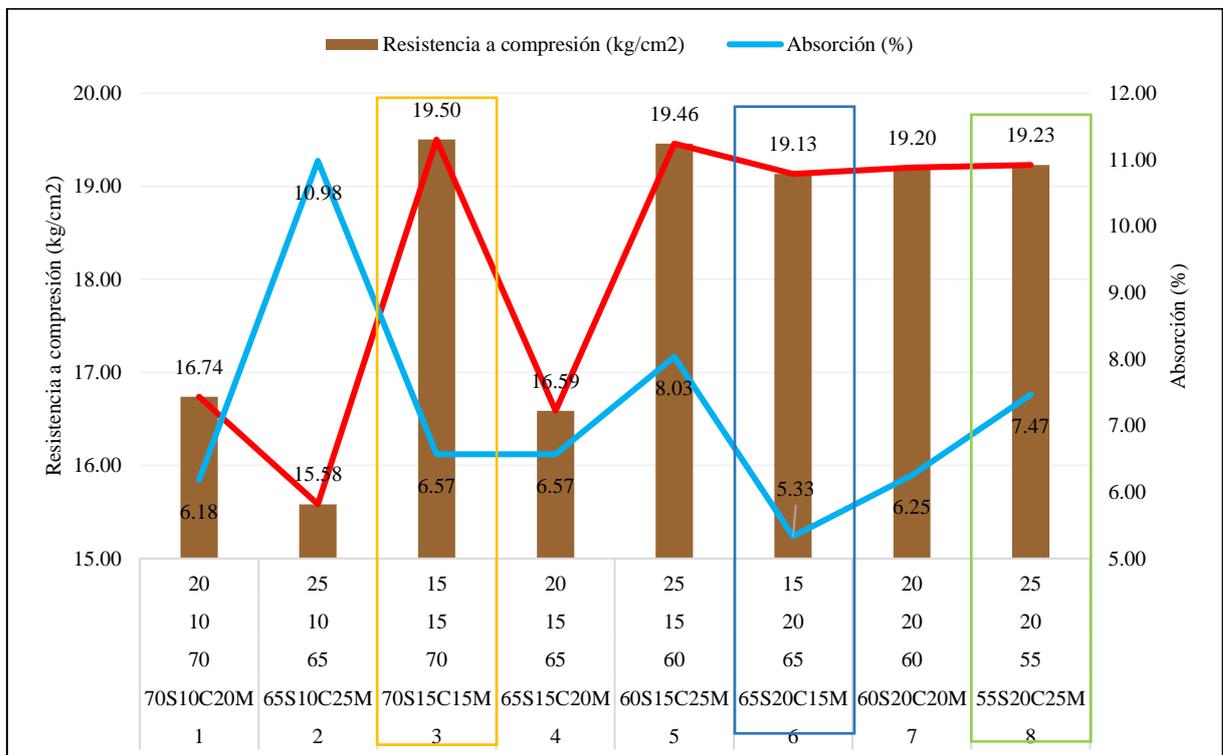


Tabla 34*Propiedades Físico Mecánicas de los Adobes Compactados Elaborados con Arena-Arcilla-Limo*

Propiedades físico mecánicas	Adobes según diseño de mezcla de arena (S), arcilla (C), limo (M)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Dosificación	70S10C20M	65S10C25M	70S15C15M	65S15C20M	60S15C25M	65S20C15M	60S20C20M	55S20C25M
Arena	70	65	70	65	60	65	60	55
Arcilla	10	10	15	15	15	20	20	20
Limo	20	25	15	20	25	15	20	25
Variación dimensional (%)	0.5	0.3	0.3	0.5	0.5	0.2	0.5	0.3
Alabeo (mm)	2.4	2.3	2.3	2.4	3	2.5	2.5	2.1
Absorción (%)	6.18	10.98	6.57	6.57	8.03	5.33	6.25	7.47
Peso (kg)	5.77	5.85	6.18	6.04	6.06	6.13	6.02	6.04
Resistencia a compresión (kg/cm ²)	16.74	15.58	19.50	16.59	19.46	19.13	19.20	19.23
N° de grietas aleatorias	2	2	2	2	2	1	1	1
N° de zonas de picado	3	3	3	3	3	2	2	2
N° de capas que, se han perdido	2	1	1	2	2	1	1	1

Se han establecido factores de relación (R^2) entre el contenido de arena, arcilla o limo en la mezcla con las características esenciales de los adobes, tales como peso, absorción y resistencia a compresión. Verificando que, los adobes tienen mayor relación significativa alta positiva ($R^2= 0.8381$) entre el contenido de arcilla en la mezcla y el peso del adobe, en cambio la relación entre el contenido de limo y el peso del adobe va de media a baja ($R^2= 0.4359$), y la relación entre el peso del adobe y el contenido de arena en la mezcla es baja o casi nula ($R^2=0.0408$), es decir no se puede predecir el peso del adobe en base al porcentaje de arena que, se incorpore en la mezcla pero si en base al contenido de arcilla. La absorción de agua por capilaridad del adobe tiene una relación significativa positiva de media a alta ($R^2= 0.6255$) con el contenido de limo en la mezcla, en cambio, la relación con el contenido de arcilla es baja ($R^2= 0.284$), y con el contenido de arena es casi nulo (0.0931), por tanto, se puede determinar la absorción de la unidad de mampostería en base al porcentaje de limo en la mezcla, no obstante, como la relación es positiva significa que, a mayor porcentaje de limo, mayor absorción en el adobe. La resistencia a compresión del adobe tiene una relación positiva media a alta ($R^2= 0.6488$) con el contenido de arcilla en la mezcla, mientras que, su relación con el contenido de arena es negativa de media a baja ($R^2= 0.407$), y la relación con el contenido de limo es baja o casi nula ($R^2= 0.2228$), por tanto, se puede utilizar el contenido de arcilla en la mezcla como predictor de la resistencia a compresión de los adobes de suelo compactado. Finalmente se ha verificado que, los suelos finos tienen mayor grado de relación con las características físicas y mecánicas que, alcance el adobe, siendo la arcilla el principal compuesto que, aunque está en bajas cantidades en comparación con los

otros tipos de suelo, es determinante para conocer las características físicas y mecánicas de las unidades de mampostería en la ciudad de Chota.

Figura 86

Peso de Adobes en Relación al Contenido de Arena en la Mezcla

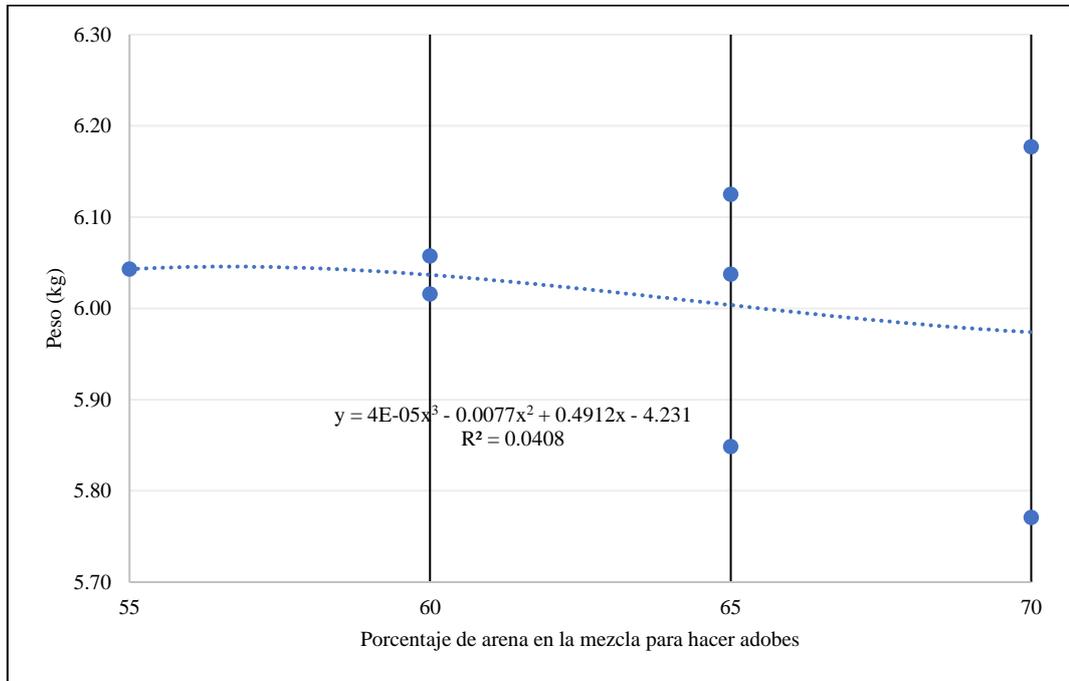


Figura 87

Peso de Adobes en Relación al Contenido de Arcilla en la Mezcla

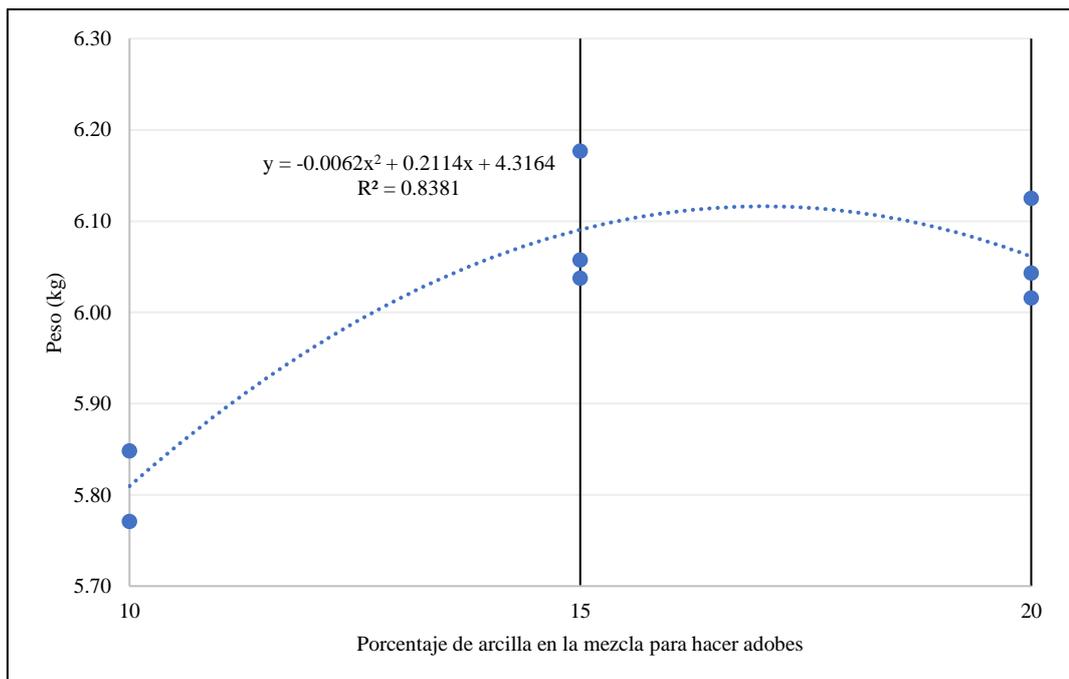


Figura 88

Peso de Adobes en Relación al Contenido de Limo en la Mezcla

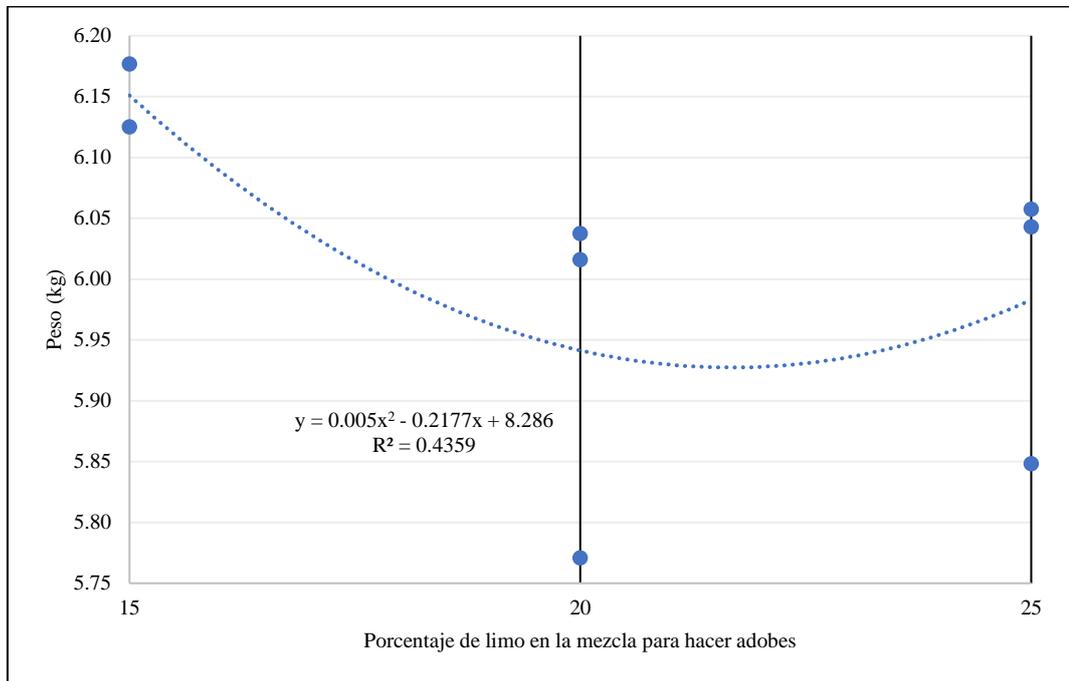


Figura 89

Absorción de Adobes en Relación al Contenido de Arena en la Mezcla

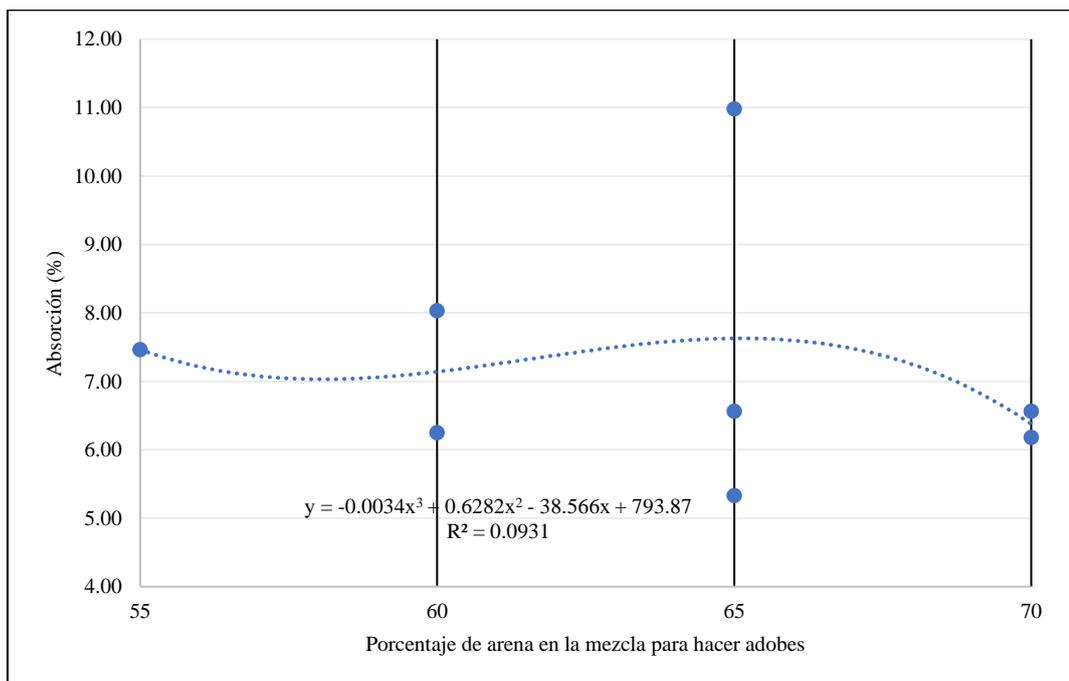


Figura 90

Absorción de Adobes en Relación al Contenido de Arcilla en la Mezcla

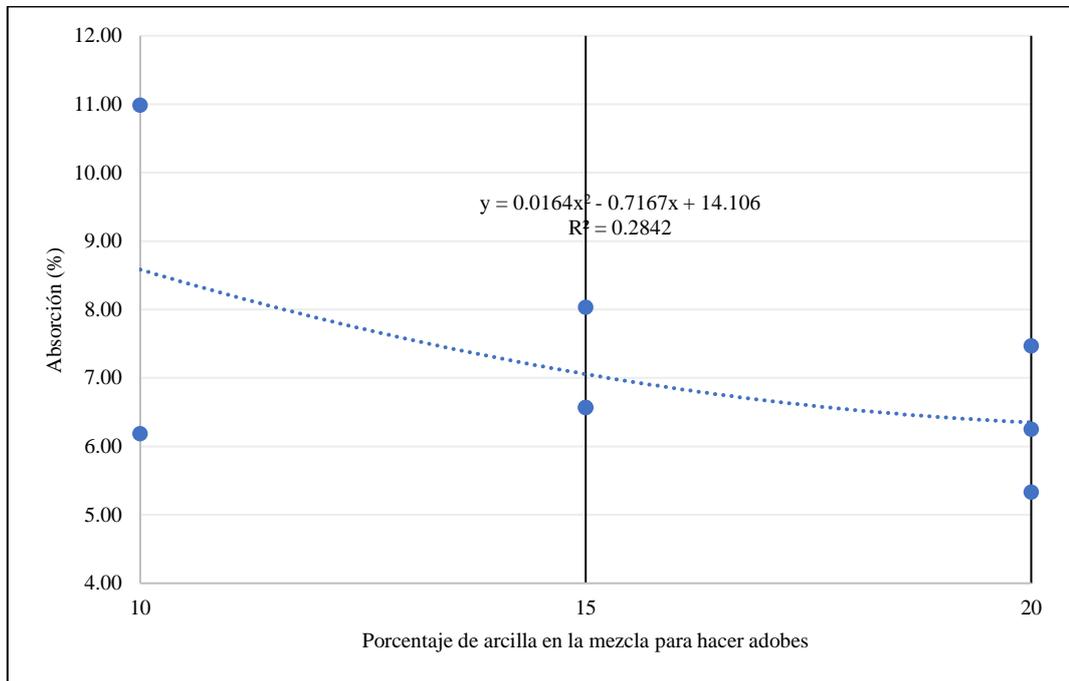


Figura 91

Absorción de Adobes en Relación al Contenido de Limo en la Mezcla

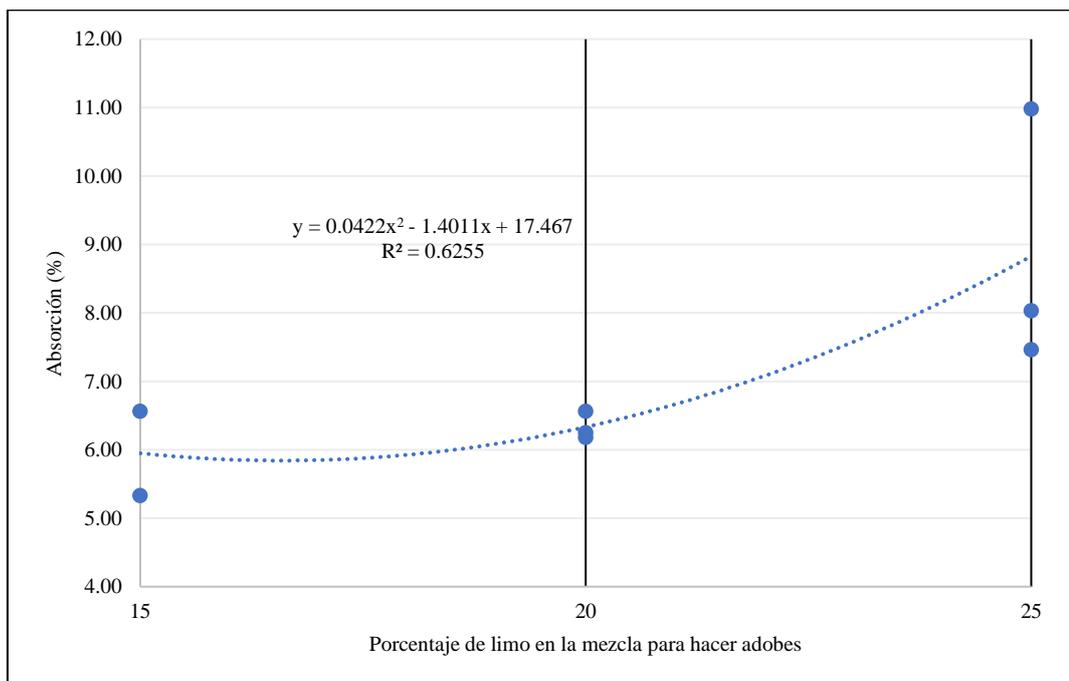


Figura 92

Resistencia a Compresión en Relación al Contenido de Arena en la Mezcla

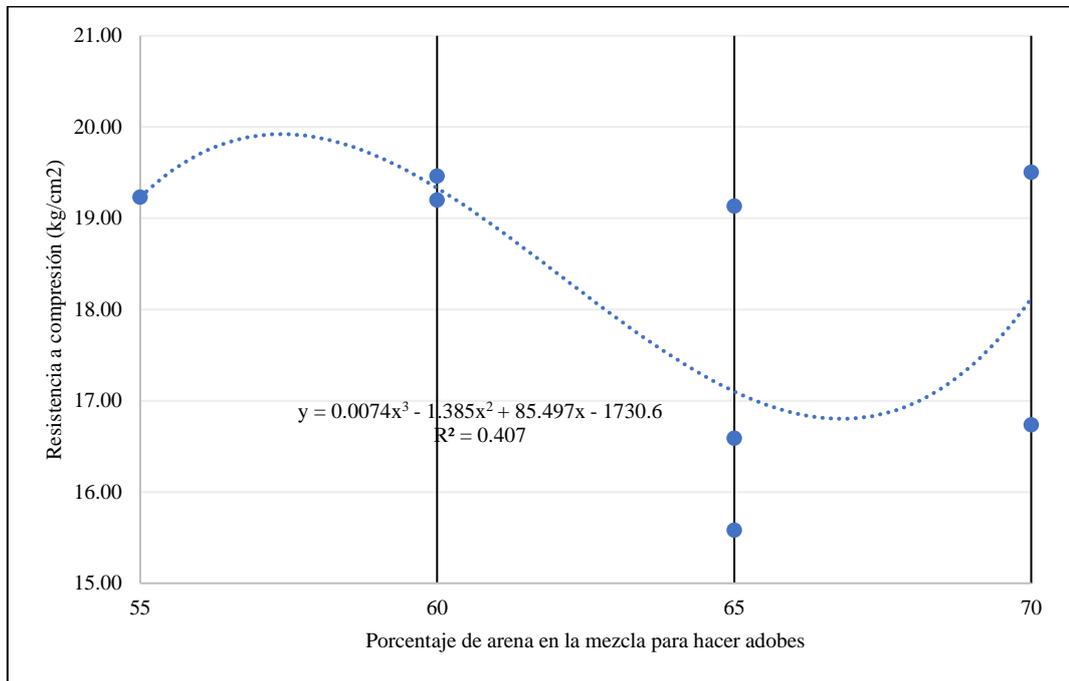


Figura 93

Resistencia a Compresión en Relación al Contenido de Arcilla en la Mezcla

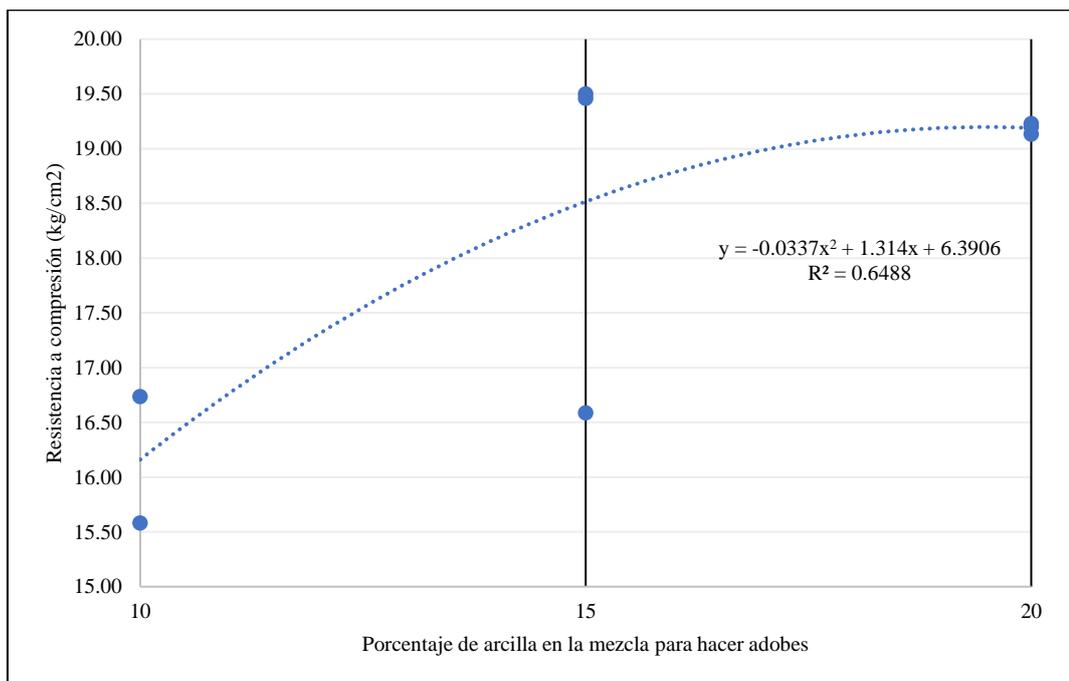


Figura 94

Resistencia a Compresión en Relación al Contenido de Limo en la Mezcla

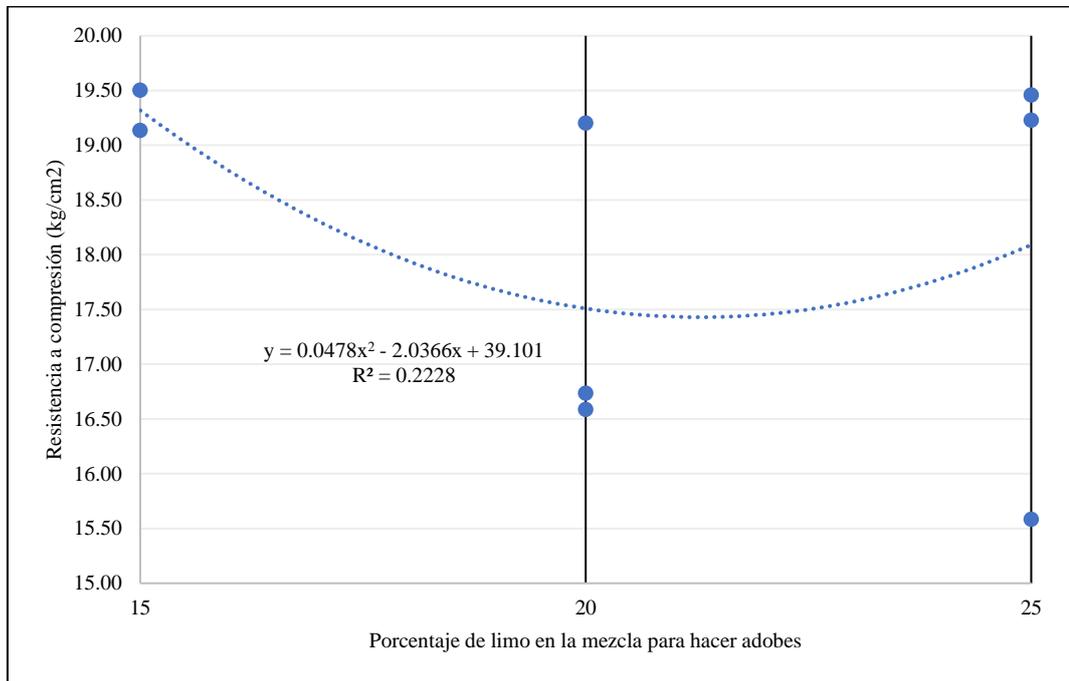
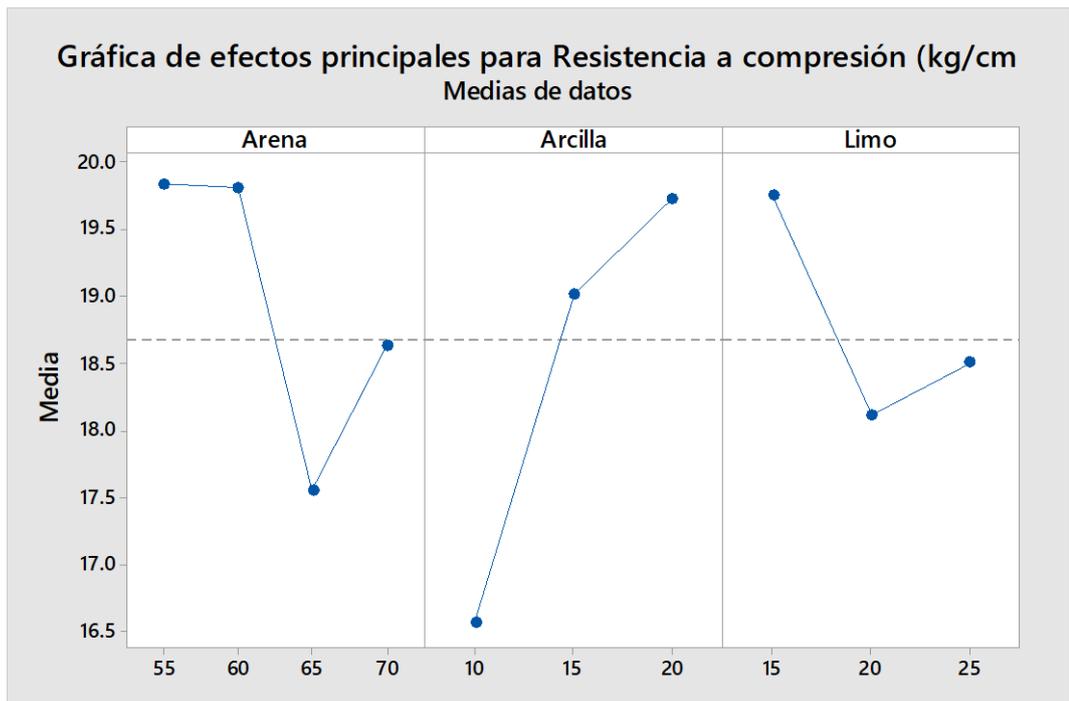


Figura 95

Relación entre la Resistencia a Compresión y el Contenido de Arena, Arcilla y Limo en la Mezcla para Producir Adobes



4.2. Contrastación de hipótesis

Se ha realizado el análisis estadístico en el programa Minitab 21, verificando la normalidad de los datos de resistencia a compresión del adobe elaborado con mezclas de arena, arcilla y limo. Luego se planteó verificar la aceptación o rechazo de la hipótesis nula (H_0), siendo así, si el valor p es menor a 0.05 para un nivel de confianza del 95% se rechaza H_0 y se acepta H_1 (hipótesis alternativa), caso contrario se acepta H_0 . Las hipótesis planteadas en el estudio fueron:

H_0 : La dosificación de arena arcilla limo no incide en la resistencia a compresión del adobe de tierra comprimida, Túnel Conchano, Chota (las medias son iguales).

H_1 : La dosificación de arena arcilla limo incide en la resistencia a compresión del adobe de tierra comprimida, Túnel Conchano, Chota (las medias son diferentes).

Al realizar el análisis estadístico se ha verificado que, el análisis ANOVA convencional no abarca los tres parámetros de análisis “Arena, Arcilla, Limo” abarcando solo a dos dimensiones, es decir este no se ajusta al modelo lineal general, por lo que, se planteó un análisis ANOVA de efectos mixtos, verificando que, el valor p para limo es mayor a 0.05, lo que, indica que, no existe diferencia significativa entre las mediciones de resistencia a compresión del adobe, según contenido de limo en la mezcla, mientras que, el contenido de arcilla y arena si influyen en la resistencia a compresión del adobe, no obstante, el componente que, más incidencia tiene es la arcilla.

Tabla 35

Información de Factores que, Componen el Análisis Estadístico

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Limo	Aleatorio	3	15; 20; 25
Arcilla	Aleatorio	3	10; 15; 20
Arena	Aleatorio	4	55; 60; 65; 70

Tabla 36

Análisis ANOVA de Efectos Mixtos para Resistencia a Compresión en Adobes

Fuente	Var	% del total	EE de la var.	Valor Z	Valor p
Limo	0.412693	11.68%	0.507446	0.813275	0.208
Arcilla	2.050826	58.05%	2.287063	0.896707	0.185
Arena	0.796948	22.56%	0.703535	1.132777	0.129
Error	0.272483	7.71%	0.060189	4.527099	0.000
Total	3.532950				

-2 log likelihood = 99.626872

Figura 96

Gráfica de Intervalos de Resistencia a Compresión para Adobes Elaborados con Diferentes Dosificaciones de Arena Arcilla Limo

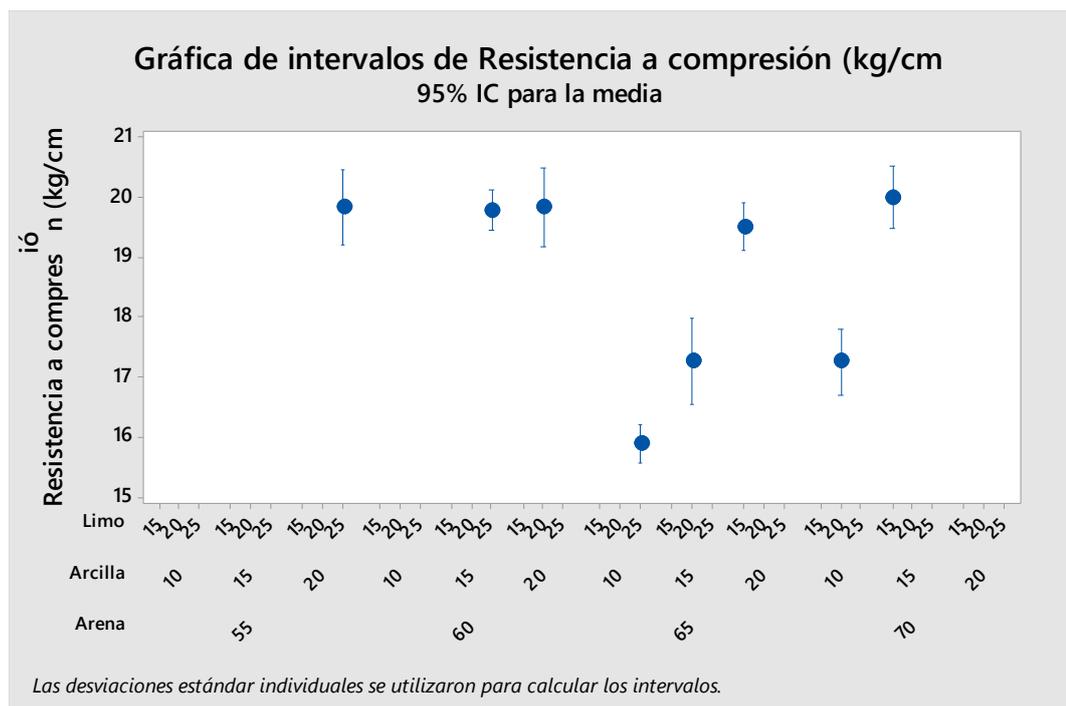
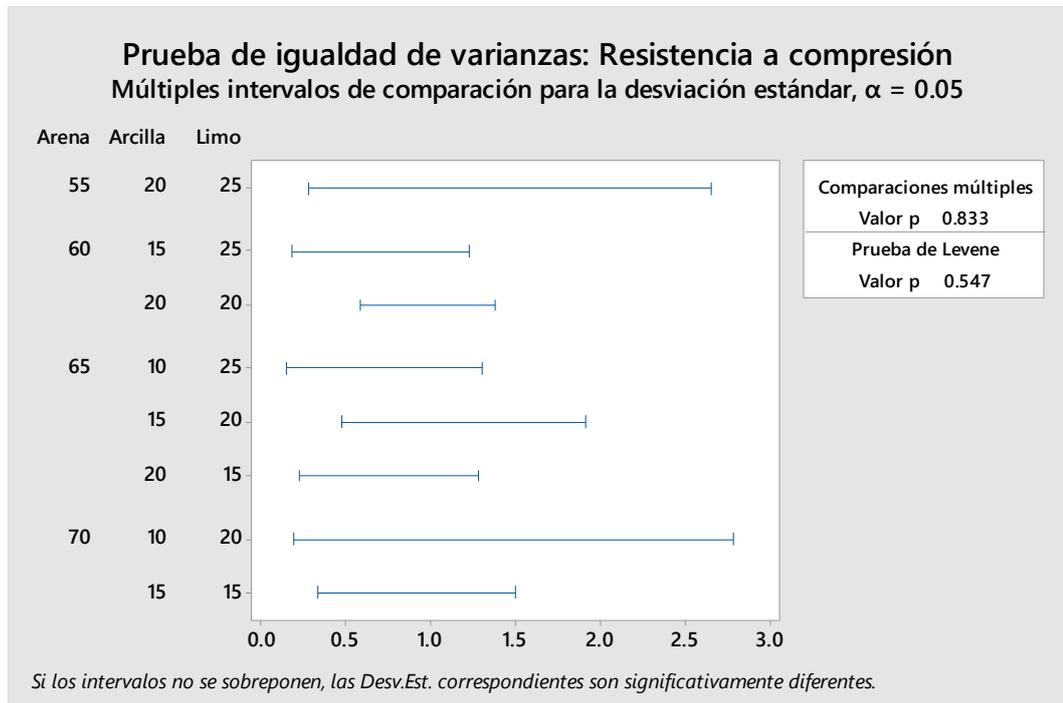


Figura 97

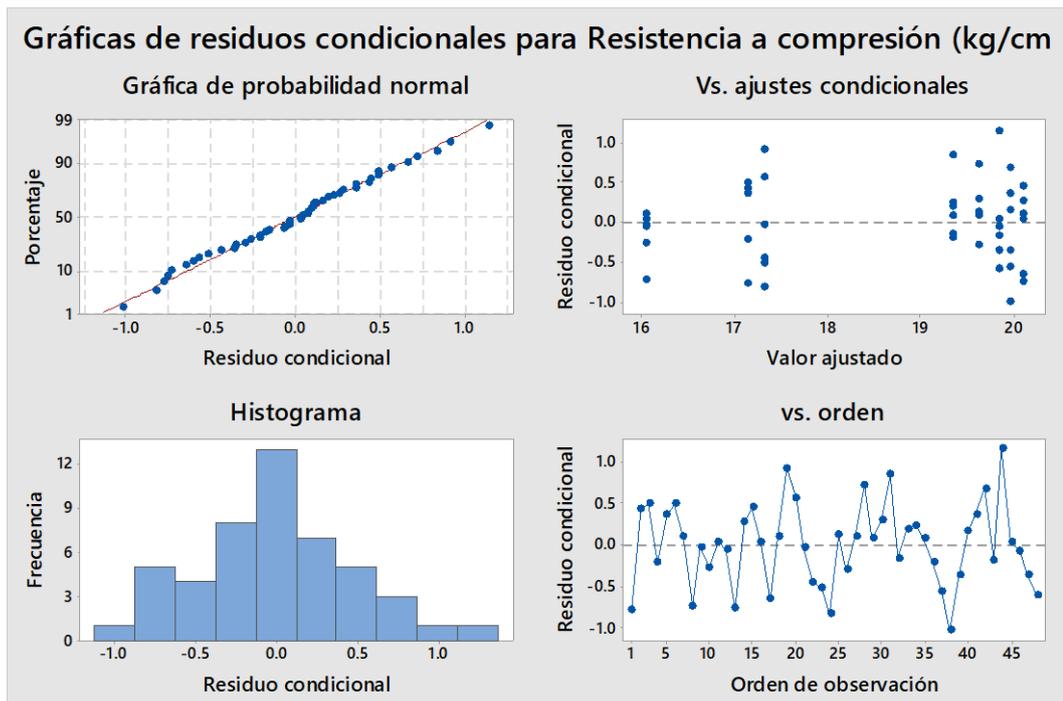
Prueba de Igualdad de Varianzas en Resistencia a Compresión de Adobes



Nota: Se ha verificado que, existe igualdad entre la diferencia de varianza de las resistencias a compresión de los adobes, elaborados con diferentes dosificaciones de arena, arcilla y limo.

Figura 98

Gráfica de Residuos del Análisis Estadístico de Resistencia a Compresión



Luego se ha planteado un análisis de elementos para verificar el coeficiente de correlación de Pearson entre los componentes de la mezcla (arena-arcilla-limo) por separado en la determinación de la resistencia a compresión del adobe verificando que, solo la arcilla tiene un coeficiente de correlación alto (0.748), por tanto, la dosificación de arcilla por si sola tiene mayor incidencia en el aumento de la resistencia a compresión que, los otros componentes.

Tabla 37

Análisis de Correlación del Suelo en la Resistencia a Compresión de los Adobes

Coefficiente de Pearson	Arena	Arcilla	Limo
Resistencia a compresión	-0.385	0.748	-0.270

No obstante, para probar la hipótesis general del estudio (H1) se realizó el análisis estadístico del DOE de diseño de mezcla que, verifica si las combinaciones de suelo (arena, arcilla y limo), logran un incremento en la resistencia a compresión de las unidades de adobe por el modelo de regresión lineal y cuadrático, es decir se sabe a partir de la tabla anterior que, por si solos la arcilla es el suelo que, mayor incidencia tiene en el incremento de la resistencia a compresión, pero este compuesto se ha incorporado mezclado con arena y limo, por lo que, se debe verificar la relación de las mezclas y combinaciones con la resistencia a compresión de la unidad de adobe. Se ha encontrado mayor relación directa con el modelo cuadrático, por lo que, se ha aplicado el mismo, determinando que, el valor p para las mezclas de arcilla con arena o limo es mayor a 0.05, por tanto, no inciden en el aumento de la resistencia a compresión, mientras que, la mezcla de arena limo tiene valor p menor a 0.05, por tanto, esta combinación si logra un aumento en la resistencia mecánica de los adobes, pero en el caso del estudio, se ha trabajado con la combinación de arena, arcilla y limo, al utilizar el modelo

cúbico para probar la combinación de estos tres indicadores se ha validado que, influyen en el aumento de la resistencia a compresión del adobe en Chota.

Ho: La dosificación de arena arcilla limo no aumenta la resistencia a compresión del adobe de tierra comprimida, Túnel Conchano, Chota.

H1: La dosificación de arena arcilla limo aumenta la resistencia a compresión del adobe de tierra comprimida, Túnel Conchano, Chota.

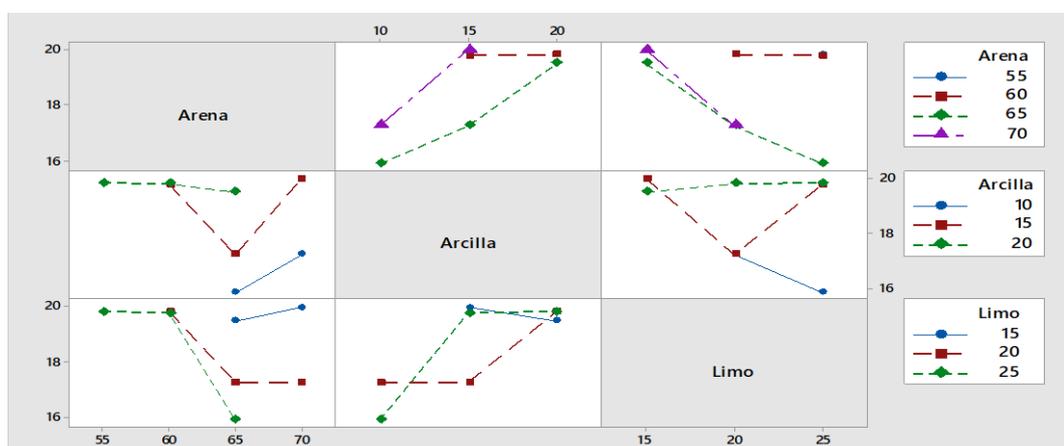
Tabla 38

Análisis de Varianza de las Mezclas de Suelo para Aumentar la Resistencia a Compresión de los Adobes (Proporciones del Componente)

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	5	87.684	87.6838	17.5368	23.18	0.000
Lineal	2	67.964	9.4468	4.7234	6.24	0.004
Cuadrático	3	19.720	19.7199	6.5733	8.69	0.000
Arena*Arcilla	1	0.083	1.7475	1.7475	2.31	0.136
Arena*Limo	1	18.807	7.8424	7.8424	10.37	0.002
Arcilla*Limo	1	0.830	0.8299	0.8299	1.10	0.301
Cubico	4	8.27	8.273	4.253	6.254	0.000
Arena*Arcilla*Limo	2	16.024	6.4565	3.2526	5.2691	0.041
Error residual	42	31.769	31.7692	0.7564		
Falta de ajuste	2	21.307	21.3068	10.6534	40.73	0.000
Error puro	40	10.462	10.4624	0.2616		
Total	47	119.453				

Figura 99

Interacción de Mezclas en la Resistencia a Compresión de los Adobes



Verificada la hipótesis de estudio que, concluye que, la dosificación de arena-arcilla-limo influyen en la resistencia a compresión del adobe de suelo de las canteras El Frutillo Bambamarca, y el Túnel Conchano de Chota, se ha planteado el análisis del diseño óptimo de Arena, Arcilla, Limo, donde el programa a partir de los ocho diseños existentes de 48 datos existentes, plantea la elección de cuatro modelos de optimización en base a la arena (A), arcilla (B), limo (C) y en base a la combinación de los tres. Siendo así la dosificación óptima con la que, se alcanza mayor resistencia a compresión es 70% de arena, 15% de arcilla y 15% de limo, dosificación 70S15C15M, pero también se puede usar 60% de arena, 15% de arcilla y 25% de limo, dosificación 60S15C25M por tener similar resistencia a compresión; las otras dosificaciones adecuadas que, el análisis estadístico realizado en el programa Minitab 21 propone son las dadas también en el presente informe en el acápite de resultados, siendo 65S20C15M que coincide con las unidades con menor absorción, y resistencia a compresión media, y 55S20C25M adobes fabricados con la menor cantidad de arena, y resistencia a compresión alta, por tanto, se ha validado los resultados a los que, se ha llegado en el presente estudio, y se ha dejado en consideración las dosificaciones con mejores características físicas, mecánicas y de mezcla, para su uso en Chota.

Tabla 39

Diseño Óptimo: Arena; Arcilla; Limo en Base al Tratamiento Estadístico

Arena	Arcilla	Limo	Dosificación
70	15	15	70S15C15M
60	15	25	60S15C25M
65	20	15	65S20C15M
55	20	25	55S20C25M

Diseño óptimo: Arena; Arcilla; Limo

Diseño de mezcla seleccionado de acuerdo con D-optimalidad
(parámetros calculados para las proporciones del componente)

Número de puntos del diseño candidatos: 8
 Número de puntos del diseño en el diseño óptimo: 4
 Términos del modelo: A; B; C; ABC
 Se generó el diseño inicial mediante el método secuencial
 Se mejoró el diseño inicial mediante el método del intercambio
 El número de puntos del diseño intercambiados es 1

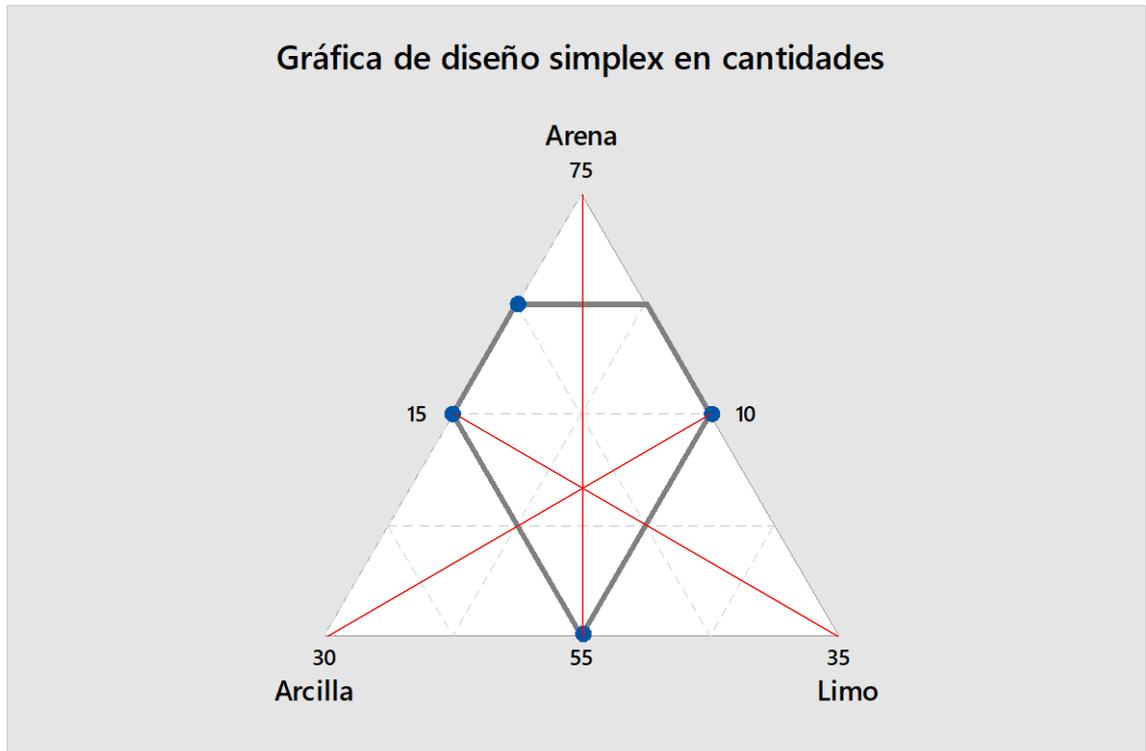
Diseño óptimo

Número de fila de los puntos del diseño seleccionado: 4; 1; 3; 2

Número de la condición:	18257.0
D-optimalidad (determinante de XTX):	0.0000000
A-optimalidad (rastros de inv(XTX)):	720019
G-optimalidad (apalancamiento prom./apalancamiento máx.):	1
V-optimalidad (apalancamiento promedio):	1
Apalancamiento máximo:	1

Figura 100

Gráfica de Diseño Simplex en Cantidades



4.3. **Discusión de resultados**

En la investigación, para la producción de adobes se han utilizado combinaciones de suelo areno limoso de El Frutillo del distrito de Bambamarca con LL 19.4% e IP 3.7%, suelo de la misma clasificación que, el suelo de Burkina y Argelia analizado por Ammari et al. (2017); suelo arcilloso con LL 58% e IP 28.5%, y suelo limoso con LL 53.2% e IP 22.7% de dos canteras en el centro poblado Túnel Conchano del distrito de Chota, siendo estas características plásticas similares a las del suelo arcilloso utilizado por Anglade et al. (2022), del suelo utilizado por Florez y Limpe (2019) con IP 24% y del suelo de tres canteras de Tacabamba distrito de Chota con LL de 52.3% a 57.5% e IP de 19.77% a 27.49%; pero mucho menores al LL 81% e IP 47% del suelo arcilloso de Adrar (Argelia) analizado por Abbou et al. (2020), aunque mayores en comparación con el suelo analizado por Hoyos e Inga (2022) con LL 26.43% e IP 13.76%, Briceño y Carrasco (2020) con LL 32% e IP 11.32%, y Santos et al. (2020) y Santos et al. (2019) cuyo suelo presentaba LL de 25.8 y 31.2% e IP de 6% y 6.1%. El suelo de El Frutillo está conformado por 52.7% de arena y 26.8% de finos, mientras que, el suelo arcilloso del Túnel Conchano se conforma por 1.5% de arena y 98% de finos, y el suelo limoso del Túnel Conchano se integra por 4.1% de arena y 94.3% de finos, siendo así, las canteras del C.P. Túnel Conchano presentan gradación similar al suelo tipo A utilizado por Befikadu (2023), mientras que, el suelo de la cantera El Frutillo tienen gradación y clasificación semejante al suelo tipo B utilizado por el Befikadu (2023), sin embargo, la principal diferencia radica en que, en el presente estudio se a utilizado mezclas de suelo arenoso-arcilloso y limoso, obtenido de las canteras en mención, mientras que, Befikadu (2023) tan solo utilizó el material tipo A o B por separado. El suelo por separado de las

canteras de arena, arcilla y limo no cumplen con el huso granulométrico, ni con el huso de plasticidad dado en la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), tal como, en el estudio de Gaitán (2022) donde para suplir dicho impase la autora utilizó cemento como estabilizante, pero en el presente estudio se ha mezclado los suelos (arena-arcilla-limo) en proporciones, verificando que, las mezclas si cumplen con el huso de gradación y plasticidad dado en la norma UNE 41410 (AENOR, 2008).

Respecto a las características mecánicas el suelo de la cantera arcilloso, limoso y arenoso alcanzan MDS de 1.389, 1.474 y 1.525 g/cm³ con OCH de 15.22, 14.52 y 12.12% respectivamente, mientras que, Cruzado (2018) alcanzaba mayor MDS 1.93 g/cm³ pero similar OCH 10.3%, así mismo, Anglade et al. (2022) alcanzaban mayores MDS con hasta 1.91 g/cm³, con similar OCH de 12.1%, siendo así, a pesar de usar las mismas dosificaciones de agua Cruzado (2018) y Anglade et al. (2022) lograban mayor MDS debido a que, el suelo que, han analizado es una combinación de arena con arcilla, mientras que, en el estudio los valores dados son del suelo natural, antes de realizar la combinación de las mezclas, siendo así, al mezclar los suelos las MDS alcanzada se asemeja a las de Cruzado (2018) y Anglade et al. (2022). No obstante, el contenido de materia orgánica en las canteras de arena, arcilla y limo es alto, siendo 5.85, 4.69 y 3.86% respectivamente, lo cual es inapropiado según la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) que, establece como máximo 2% de materia orgánica en la mezcla que, se utilice para la producción de adobes, por lo que, el suelo previo a su uso ha sido tamizado para separar la materia orgánica del suelo natural, tal como, argumentan de Araújo et al. (2016) cuyo suelo del Sur de Piauí tan solo presentaba 1% de materia orgánica; respecto al contenido de sales solubles (0.07, 0.05 y 0.04%) este es leve, por tanto, cumple con la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), pero a la

vez es mucho menor que, el porcentaje de sales solubles (0.41%) encontrado en el suelo arcilloso de Adrar (Argelia) analizado por Abbou et al. (2020).

En el distrito de Chota, para producir adobes compactados de 29.5 cm de largo, 14 cm de ancho, y 9.5 cm de alto, con dosificaciones de 55, 60, 65 y 70% de arena (S), 10%, 15% y 20% de arcilla (C), y 15%, 20% y 25% de limo (M), se han formado ocho diseños de mezcla: 70S10C20M (1), 65S10C25M (2), 70S15C15M (3), 65S15C20M (4), 60S15C25M (5), 65S20C15M (6), 60S20C20M (7), 55S20C25M (8), siendo el estudio más específico que, Anglade et al. (2022) quienes para producir adobes compactados de 15 cm x 15 cm x 5 cm, utilizaron dosificaciones de 0%-100%, 30%-70% y 60%-40% de arena-arcilla, respectivamente; que, Hoyo e Inga (2022) quienes utilizaron 65% de arena y 40% de arcilla para la producción de sus adobes, que Florez y Limpe (2019) quienes utilizaron 68.7% de arena y 41.30% de suelos finos (limo arcilla) para producir adobes de 25 x 13 x 9 cm, e incluso en la presente investigación se utilizan mayores dosificaciones que, en el análisis de Nshimiyimana et al. (2020) donde elaboró adobes con suelo de Pabre en proporción de 30% de arcilla, 40% de arena y 30% de otros suelos-minerales, y adobes con suelo de Saaba con 60% de arcilla y 40% de arena, no obstante, en este caso y en el estudio de Abbou et al. (2020) con 70% de arcilla y 30% de arena los autores mejoraron la mezcla con carburo de calcio (CCR) y cal, respectivamente, es decir utilizaron un estabilizador a fin de producir bloques de adobe más resistentes.

Todos los adobes de tierra comprimida elaborados con diferentes dosificaciones de arena-arcilla-limo SCM en el distrito de Chota cumplen con las características dimensionales es decir su variación dimensional y alabeo es menor a 10 mm, cumpliendo con la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), siendo en

porcentaje menor al 1% de variación dimensional igual a los adobes comprimidos elaborados por Gaitán (2022) en Tacabamba provincia de Chota, no obstante, los adobes elaborados por Briceño y Marcos (2019) no alcanzan las mismas características geométricas siendo la variación dimensional de 13.5%, pero ello, tal como argumentan los autores no depende de la proporción de mezcla sino del proceso de fabricación, ya que, el alabeo de los adobes fabricados por Briceño y Marcos (2019) si cumple con el lineamiento de alabeo de la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) ya que, sus adobes tienen 3.05 mm de alabeo cóncavo y convexo en borde y superficie, por lo que, concluyeron que, mientras el proceso de fabricación se da en mejores condiciones los adobes también presentarán mejores características geométricas, lo que, se valida en el estudio de Florez y Limpe (2019) que, elaboraron adobes compactados los cuales presentaban una variación dimensional máxima de 5.69%, no obstante, la variación dimensional de los adobes fabricados con arena-arcilla-limo siguen siendo menores, por lo que, además del proceso de fabricación, Florez y Limpe (2019) argumentan que, la proporción de mezcla, el uso de estabilizadores o fibras también, influye en la conformación geométrica de la unidad debido a que, puede evitar la presencia de rajaduras u otras patologías que, se dan por contracción durante el proceso de secado al aire de los adobes.

Así mismo, las unidades de mampostería presentan absorción de agua por capilaridad menor a 22%, cumpliendo así con otro criterio de la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) para bloques de tierra comprimida, tal como en el estudio de Briceño y Marcos (2019) donde los adobes elaborados con 66.81% de arena, 19.60% de limo y 13.59% de arcilla, alcanzan 8.3% de absorción de agua por capilaridad; y el estudio de Gaitán (2022) cuyos adobes compactados elaborados

con suelo de tres canteras del distrito de Tacabamba provincia de Chota alcanzan de 5.38% a 9.54% de absorción de agua por capilaridad. Los adobes elaborados con arena (S)-arcilla (C) y limo (M) en Chota tienen absorción de 5.33% (65S20C15M, dosificación similar a la utilizada por Briceño y Marcos (2019)) a 10.98% (65S10C25M) siendo la diferencia entre una y otra dosificación la distribución de finos, la mezcla con mayor contenido de limo tiene mayor porcentaje de absorción por capilaridad, lo que, precisamente no es favorable, debido a que, significa que, en contacto con el agua tendrá mayores posibilidades de humedecerse y por ende perder resistencia, tal como, argumenta la norma UNE 41410 (AENOR, 2008); otro aspecto importante que, recalcar es que, si bien en el caso del estudio al cambiar el contenido de finos la absorción aumenta considerablemente, en cambio Befikadu (2023) elaboró adobes con suelo granular (arenoso limoso) y adobes con suelo limo arcilloso, determinando absorciones máximas de 20.5% y 22.77% que, si bien los adobes de suelo fino tienen mayor absorción la diferencia entre uno y otro es menor, que, la diferencia encontrada en el estudio. Santos et al. (2020) y Santos et al. (2019) utilizaron 26% y 42% de arcilla en su dosificación para la producción de adobes, determinando que, estos alcanzaban absorción máximo de 19.65% y 24.87%, siendo mayores a los determinados en el presente estudio, no obstante, el contenido de arcilla en la mezcla también es mayor, ya que, en la investigación se usa como máximo 20% de arcilla tal como, especifica el MVCS (2017). Además, Abbou et al. (2020) valida el hecho de que, a mayor porcentaje de finos mayor absorción en los adobes debido a que, en el presente estudio la mayor absorción alcanzada es de 10.98%, pero en cambio, en el análisis de Abbou et al. (2020) los adobes alcanzan hasta 18.53% de absorción por capilaridad a pesar de haber sido estabilizados con 2%

de cal, esta diferencia se debe a que, para la producción de los adobes los autores han utilizado 70% de suelo arcilloso y 30% de arena, lo que, hace que, el impacto en la absorción sea significativo, no obstante, en ambos casos cumplen con el límite de 22% dado en la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), pero para zonas lluviosas como el distrito de Chota, se recomiendan unidades de adobe con menor capacidad de absorción, ya que, eso garantiza que, las mismas no se humedezcan frente al clima frío de la localidad.

Los adobes elaborados con distintas dosis de arena-arcilla-limo presentan buenas características mecánicas, todas las unidades cumplen con la resistencia mínima (13.25 kg/cm²) para clasificarse como BTC tipo 1 según la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), y cumplen con la resistencia a compresión mínima (10.2 kg/cm²) dada en la norma E.080 (MVCS, 2017), e incluso la dosificación 70S15C15M con mejores resultados mecánicos (19.5 kg/cm²) supera en 6.25 kg/cm² a la resistencia mínima dada en la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), tal como los adobes elaborados por Gaitán (2022) en el distrito de Tacabamba, provincia de Chota que, alcanzaban 17.30 a 17.35 kg/cm² de resistencia a compresión y los adobes elaborados por Cruzado (2018) con suelo de la cantera Cruz Blanca, Cajamarca que, alcanzan resistencia a compresión de 19.97 kg/cm², esta similitud en los resultados se da porque, los estudios antes mencionados Gaitán (2022) y Cruzado (2018) corresponden a antecedentes locales, por tanto, el suelo utilizado presenta características semejante al estar ubicados dentro de la jurisdicción de la región de Cajamarca. No obstante, en el estudio realizado por Befikadu (2023) determinaron que, los adobes elaborados con suelo areno limosos alcanzaban una resistencia a compresión de 29.5 kg/cm², mientras que, los adobes elaborados con suelo limo arcilloso alcanzaban 18.35 kg/cm², siendo mayor y

menor respectivamente, a la resistencia alcanzada por el adobe 70S15C15M, no obstante, esto se debe a que, Befikadu (2023) utilizó 6% de cal y cemento para lograr tales resistencias a la compresión, lo que, determina que, las unidades de adobe elaboradas con proporciones estándar de arena-arcilla-limo presenten mejores características mecánicas que, los adobes elaborados con un solo tipo de suelo, e incluso no requieran pasar por procesos de estabilización con productos químicos para cumplir con la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), tal como lo demuestra Briceño y Carrasco (2020) cuyo adobe compactado alcanza resistencia a compresión de 18.85 kg/cm² a pesar de estar producido con 21.7% de arena y 78.3% de finos (limo-arcilla); y Briceño y Marcos (2019) cuyo adobe compactado elaborado con 66.81% de arena, 19.60% de limo y 13.59% de arcilla alcanza 22.52 kg/cm² de resistencia a compresión. Santos et al. (2020) y Santos et al. (2019) utilizaron 26% y 42% de arcilla en la producción de adobes obteniendo adobes con 13.2 y 12.7 kg/cm² de resistencia a compresión, valores bastante bajos considerando que, estaban utilizando 6% de cemento como estabilizador, por lo que, aumentan el porcentaje de cemento en la mezcla a 9% y recién entonces logran unidades de mampostería que, cumplen con un BTC tipo 2 según la norma NBR 8494 (ABNT, 2012). Así mismo, Anglade et al. (2022) utilizó proporciones de arena-arcilla 0%-100%, 30%-70% y 60%-40% obteniendo como máximo resistencias a compresión de 10.10, 11.883 y 13.05 kg/cm², respectivamente, por tanto, todos los adobes elaborados con las mezclas de arena-arcilla-limo logran mejores características mecánicas que, los adobes con solo arena-arcilla producidos por Anglade et al. (2022), esto debido a que, el limo permite encontrar un equilibrio entre arena-arcilla, de allí, la importancia de que, tanto en la norma E.080 (MVCS, 2017) y en la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), lo consideren

como elemento esencial para la producción de adobes estandarizados. La aseveración de que, dosificación de arena-arcilla-limo logran mejores resultados que, dosificaciones de solo arena-arcilla a la hora de elaborar adobes también se confirma en el estudio de Nshimiyimana et al. (2020) que, al usar una dosificación de 60% de arcilla y 40% de arena se producen adobes de 8.15 kg/cm² de resistencia a compresión, mientras que, al usar la dosificación de 40% de arena, 30% de arcilla y 30% de limo, los adobes alcanzan 20.39 kg/cm² siendo este valor similar al alcanzado para la dosificación 70S15C15M, pero no se tiene una dosificación igual o semejante a la que, utilizaron Nshimiyimana et al. (2020) debido a que, en el presente estudio solo se consideraron las dosificaciones dentro del rango dado por la norma E.080 (MVCS, 2017), no obstante, considerando el estudio descrito, se recomienda que, en futuras investigaciones se analicen otras dosificaciones de mezcla entre arena arcilla y limo. Así mismo Abbou et al. (2020) utilizaron 70% de suelo arcilloso y 30% de suelo arenoso logrando adobes con 32.64 kg/cm² de resistencia a compresión, siendo incluso más resistentes que, la dosificación más adecuada del presente estudio, no obstante, cabe recalcar que, el suelo arcilloso utilizado por Abbou et al. (2020) tenía mayores rangos de plasticidad que, el suelo arcilloso de la cantera Túnel Conchano, lo que, le da mayor plasticidad a la mezcla, pero además dichos autores no solo utilizaron el suelo compactado como en el presente estudio sino que, además estabilizaron la mezcla con 2% de cal, lo que, también explica el incremento en la resistencia respecto a las dosificaciones locales.

El adobe con mejores características físico mecánicas es aquel producido con la dosificación 70S15C15M (70% de arena, 15% de arcilla y 15% de limo), concordando con Befikadu (2023) que, concluyó que, los bloques de suelo

producidos a partir de suelo areno limoso alcanzan mayor resistencia a compresión en más del 50 % que, los bloques de suelo limo arcilloso, pero en ambos casos cumplen con la norma africana, tal como en el presente estudio, no obstante difiere con lo determinado por Morales et al. (2019) quienes logran mayor resistencia a compresión en los BTC con una mezcla de tan solo 20% de arena y 80% de otros suelos, no obstante, cabe recalcar que, dichos autores también utilizaban un aditivo (cemento), pero considerando que, la arena es traída desde el distrito de Bambamarca, esto da inicio a que, se estudien otras dosificaciones como sugerencia de la presente investigación; pero también difiere del estudio de Florez y Limpe (2019) quienes a pesar de utilizar 68.7% de arena y 41.30% de suelos finos (limo arcilla) tan solo logran unidades de adobe con 6.09 kg/cm², lo que, representa una resistencia a compresión bastante baja a comparación de los valores estimados en el presente estudio y en otras investigaciones, esto se debe a que, tal como, se ha demostrado en el análisis estadístico de la presente investigación la composición e interacción de finos en proporción también influye en la resistencia a compresión del adobe.

Si bien la dosificación 70S15C15M presenta mayor resistencia a compresión, todas las demás dosificaciones también cumplen con la norma E.080 (MVCS, 2017) y la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), pero se considera dosificación adecuada a aquella que, presente algún beneficio técnico para su uso en la provincia de Chota, siendo así, la dosificación mecánicamente más favorable es 70S15C15M (70% de arena, 15% de arcilla, 15% de limo), mientras que, la dosificación físicamente más favorable porque presenta menor absorción es 65S20C15M (65% de arena, 20% de arcilla, 15% de limo), y la dosificación financieramente más favorable porque tiene el menor porcentaje de arena

(material traído de la cantera Frutillo ubicada a las afueras de la ciudad de Bambamarca, a 50 minutos de la ciudad de Chota, lo que, involucra un costo de flete) es 55S20C25M (55% de arena, 20% de arcilla, 25% de limo), estas tres dosificaciones pueden utilizarse para la producción de adobes que, cumplan con los lineamientos técnicos y con las necesidades del constructor y propietario de viviendas rústicas en el ámbito rural de la provincia de Chota. Estas dosificaciones son similares a la dosificación óptima estándar de Anglade et al. (2022) quien, produjo unidades de mampostería con 60% de arena, y 40% de finos, en especial arcilla, y Nureña (2017) quien al utilizar proporciones (Moche) 55-70% arena y 30-45% arcilla-limo, (San Isidro) 50% arena y 50% arcilla-limo y (Villareal) 75% arena y 25% arcilla-limo, en Lima, determinó que, la dosificación más adecuada era con 75% de arena y 25% de arcilla limosa; por lo que, Anglade et al. (2022) y Nueña (2017) concluyeron que, con una dosificación adecuada se pueden producir unidades de adobe más resistentes, sin problemas de contracción, con baja absorción, resistencia a ciclos de humectación/secado y con buena conductividad térmica, haciendo que, las edificaciones que, usen estas unidades sean seguras, confortables, y sustentables.

Tabla 40

Resumen de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Adobes

Dosificación	Propiedades físico mecánicas							
	S	C	M	Variación dimensional (%)	Alabeo (mm)	Absorción (%)	Peso (kg)	Resistencia compresión (kg/cm ²)
70S10C20M	70	10	20	0.5	2.4	6.18	5.77	16.74
65S10C25M	65	10	25	0.3	2.3	10.98	5.85	15.58
70S15C15M	70	15	15	0.3	2.3	6.57	6.18	19.50
65S15C20M	65	15	20	0.5	2.4	6.57	6.04	16.59
60S15C25M	60	15	25	0.5	3	8.03	6.06	19.46
65S20C15M	65	20	15	0.2	2.5	5.33	6.13	19.13
60S20C20M	60	20	20	0.5	2.5	6.25	6.02	19.20
55S20C25M	55	20	25	0.3	2.1	7.47	6.04	19.23

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Al analizar las dosificaciones de arena-arcilla-limo (SCM) para aumentar la resistencia a la compresión del adobe de tierra comprimida del centro poblado Túnel Conchano, Chota, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- [1] El suelo areno limoso de la cantera El Frutillo, distrito de Bambamarca tiene un límite líquido (LL) de 19.4% e índice de plasticidad (IP) de 3.7%, mientras que, el suelo arcilloso y limoso de las canteras del centro poblado Túnel Conchano, distrito de Chota tienen LL de 58% y 53.2% e IP de 28.5% y 22.7%, respectivamente. El suelo de las tres canteras por separado no cumple con el huso granulométrico y de plasticidad dado por la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) pero al combinar arena-arcilla-limo, la mezcla cumple con tales requisitos físicos. En cuanto a las características químicas, el contenido de sales solubles es leve de 0.04% a 0.07%, y no representa un peligro para la mezcla, no obstante, el porcentaje de materia orgánica excede a 2%, por tanto, es superior al límite normado, por lo que, el material tuvo que, ser tamizado previa a la fabricación de adobes, para asegurarse que, la muestra este exenta de materia orgánica. Finalmente, como parte del análisis mecánico del suelo, se realizó la prueba de compactación verificando que, la máxima densidad seca (MDS) del suelo arenoso, arcilloso y limoso era 1.525, 1.389 y 1.474 g/cm², que, se alcanza con el óptimo contenido de humedad (OCH) de 12.12, 15.22 y 14.52%, respectivamente.
- [2] Todos los adobes producidos con diferentes dosificaciones de arena-arcilla-limo cumplen con la variación dimensional y alabeo máximo dado por la

norma UNE 41410 (AENOR, 2008), así mismo, también cumplen con la absorción por capilaridad, pero la dosificación con menor absorción 5.33% es 65S20C15M (65% de arena, 20% de arcilla y 15% de limo), mientras que, la dosificación con mayor absorción 10.98% es 65S10C25M (65% de arena, 10% de arcilla y 25% de limo), siendo la única diferencia entre una y otra mezcla la distribución de los finos dentro de la mezcla esto se debe a que, según se ha determinado a mayor contenido de limo en la mezcla mayor absorción de la misma, no obstante, en todos los casos la absorción es menor a 22%, cumpliendo los estándares normativos para adobe compactado.

[3] Todas las unidades de adobe presentan buena resistencia a ciclos de humectación-secado pero las dosificaciones con menor contenido de arena son las que, presentan menor número de grietas aleatorias, menor número de zonas de picado y menor número de capas que, se han perdido al sexto ciclo de humectación-secado, esto se debe a que, los finos son los que, dan consistencia a la mezcla evitando su desprendimiento, no obstante, si contrastamos la capacidad mecánica, la dosificación con mayor resistencia a compresión (19.50 kg/cm²) es 70S15C15M una de las mezclas con mayor contenido de arena debido a que, la arena confiere firmeza a la mezcla pero, todas las unidades de mampostería superan la resistencia mínima de un adobe 10.20 kg/cm², según la norma E.080 (MVCS, 2017), y de un BTC tipo 1 (13.25 kg/cm²) según la norma UNE 41410 (AENOR, 2008).

[4] Todos los adobes producidos con dosificaciones de arena-arcilla-limo cumplen con las propiedades físicas y mecánicas de la norma E.080 (MVCS, 2017) y la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), pero se considera dosificación adecuada a aquella que, presente algún beneficio técnico para su uso en Chota,

siendo así, la dosificación mecánicamente más favorable es 70S15C15M (70% de arena, 15% de arcilla, 15% de limo) porque, alcanza la resistencia a compresión más alta; la dosificación físicamente más favorable porque presenta menor absorción es 65S20C15M (65% de arena, 20% de arcilla, 15% de limo), y la dosificación financieramente más favorable porque tiene el menor porcentaje de arena (material traído de Bambamarca, a 50 minutos de Chota) es 55S20C25M (55% de arena, 20% de arcilla, 25% de limo). Estas tres dosificaciones pueden utilizarse para la producción de adobes que, cumplan con los lineamientos técnicos y con las necesidades del constructor y propietario de viviendas rústicas en el ámbito rural de la provincia de Chota.

5.2. Recomendaciones y/o sugerencias

- Se aconseja cumplir con las disposiciones de la norma E.080 (MVCS, 2017) y la norma UNE 41410 (AENOR, 2008) previo y durante la construcción de viviendas de adobe y tapial, para garantizar la capacidad mecánica de estas edificaciones de materia rústico.
- Se deben analizar las características físico mecánicas y químicas de las materias primas utilizadas en la producción de adobes, debido a que, tal como se ha demostrado en el presente estudio de las características del material adicionante dependen las características del producto final, en este caso de los adobes.
- Se recomienda utilizar la dosificación 70S15C15M para la producción de adobes, si se desea que, estos sean más resistentes, pero si se desea unidades de mampostería más resistentes a la absorción se recomienda utilizar la dosificación 65S20C15M. Así mismo, si el interés es producir unidades de

adobe con resistencia a compresión y absorción media, pero de menor costo se sugiere utilizar la dosificación 55S20C25M en la producción de adobes.

- Se espera que, a partir de la investigación se realicen nuevos estudios e investigaciones en adobes compactados con otras dosificaciones de mezcla diferentes al rango dado por el MVCS (2017) en la norma E.080, considerando que, existen referentes internacionales y nacionales que, alcanzan adobes con buena capacidad mecánica sin utilizar las dosificaciones propuestas en la norma E.080 (MVCS, 2017) sino con otras dosificaciones surgidas de su proceso de experimentación, siendo este un paso para generar nuevos estudios científicos.
- Es de vital importancia e interés que, surjan investigaciones que, busquen analizar la capacidad mecánica de las edificaciones de adobe construidas con anterioridad y que, siguen en pie en la ciudad de Chota, formando parte del patrimonio cultural del distrito, pero que, por su antigüedad podrían requerir procesos de mantenimiento o reforzamiento, para garantizar su seguridad frente a eventos sísmicos.

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbou, M., Semcha, A., & Kazi-Aoual, F. (2020). Stabilization of compressed earth block clayey materials from Adrar (Algeria) by lime and crushed sand. *Journal of Building Materials and Structures*, 7(1), 42-50. <https://doi.org/10.34118/jbms.v7i1.137>
- Altamirano Carrasco, O. V. (2019). *Incidencia de la fibra vegetal" paja ichu" en la resistencia mecánica del adobe en el distrito de Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3273>
- Ammari, A., Bouassria, K., Cherraj, M., Bouabid, H., & D'ouazzane, S. C. (2017). *Combined effect of mineralogy and granular texture on the technico-economic optimum of the adobe and compressed earth blocks. Case studies in construction materials*, 7(1), 240-248. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2017.08.004>
- Angelone, S., & Garibay, M.T. (2014). *Geología y geotecnia 4ª ed. Tipos de suelos: Características tacto visuales* Academia.edu. [online]. https://www.academia.edu/26115853/GEOLOGIA_Y_GEOTECNIA_2014_TIP_OS_DE_SUELOS_CARACTER%C3%8DSTICAS_TACTO_VISUALES
- Anglade, E., Aubert, J. E., Sellier, A., & Papon, A. (2022). Physical and mechanical properties of clay–sand mixes to assess the performance of earth construction materials. *Journal of Building Engineering*, 51, 104229. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104229>
- Antinori, L. R. (2018). *Resistencia a compresión y flexión del adobe de tierra comprimida con reemplazo de cerámica triturada*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/14068>
- Araya-Letelier, G., Concha-Riedel, J., Antico Valdés, F.C. y Cáceres, G. (2018). Influencia de la dosificación y duración de la fibra natural en las mezclas de adobe comportamiento mecánico de daños. *Construcción y materiales de construcción*. 20(174), 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.04.151>
- Arce, W. (2021). Diseño de software de clasificación de suelo programado en la plataforma .net de Visual Studio bajo las normas de los sistemas SUCS y AASTHO. *Revista Tierra*, 1(1), 1-5. https://revistatierra.unan.edu.ni/index.php/revista_tierra/article/view/26

- Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR. (2008). *Norma española UNE 41410. AENOR.*
- Aymerich, F., Fenu, L., Francesconi, L., & Meloni, P. (2016). Fracture behaviour of a fibre reinforced earthen material under static and impact flexural loading. *Construction and Building Materials*, 109, 109-119. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.01.046>
- Bañón, L., & Beviá García, J. F. (2000). *Manual de carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento.* Caminos II. Universidad de Alicante Departamento de Ingeniería de la Construcción, Obras Públicas e Infraestructura Urbana. <http://hdl.handle.net/10045/1788>
- Barranzuela Lescano, J. E. (2014). *Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la región Piura.* [Tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad de Piura]. <https://hdl.handle.net/11042/1755>
- Befikadu Zewudie, B. (2023). Experimental Study on the Production and Mechanical Behavior of Compressed Lime-Cement-Stabilized Interlock Soil Blocks. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/2933398>
- Benites, V. (2017). *Adobe estabilizado con extracto de cabuya (Furcraea andian).* [Tesis de grado, Universidad de Piura]. <https://hdl.handle.net/11042/2993>
- Blanco, C. y Morales, P. (2016). *Sistema constructivo adobe/ tapial.* Guatemala: Arquitectos Sen Fronteiras. https://www.udc.es/files/dhabitat/pcr/pcr2010/Ficha_tecnica_adobe-tapial.pdf
- Blondet, M., Vargas, J., Torrealva, D., & Rubiños, Á. (2010). *Manual de construcción con adobe reforzado con geomallas.* Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://acortar.link/ILTIVd>
- Bolaños Rodríguez, J. (2016). *Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna.* [Tesis de grado Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/10482>
- Briceño, E.M. & Carrasco, O.R. (2020). *Mejoramiento de bloque de adobe, incorporando Garbancillo para incrementar su resistencia, Los Ejidos del Norte, Piura 2019.* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48652>
- Briceño, L.E. & Marcos, A.A. (2019). *Efecto del porcentaje de la fibra tipo E sobre la resistencia a la compresión, flexión, absorción y estabilidad dimensional del*

- adobe, Trujillo, 2018. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/39089>
- Briones, M. E., & Irigoín N. U. (2015). *Zonificación mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) y la capacidad portante del suelo, para viviendas unifamiliares en la expansión urbana del anexo Lucmacucho Alto-sector Lucmacucho, distrito de Cajamarca*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Privada del Norte].
<https://hdl.handle.net/11537/6679>
- Car, E.; Oller, S.; Oñate, E. (2000). *Tratamiento numérico de los materiales compuestos*. International Centre for Numerical Methods in Engineering (CIMNE). ISBN 84-89925-66-6. <http://hdl.handle.net/2117/188564>
- Cárdenas, A.R., y Donoso, A.E. (2008). *Proposición de una metodología particular para obtener la capacidad de soporte para suelos granulares sin curva Proctor definida*. [Trabajo de titulación, Universidad de Magallanes].
http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/cardenas_piucol_2008.pdf
- Cid, J., & Cañas, I. (2009). *Normalización de la Tierra Norma UNE 41410*. Valladolid: Universidad Politécnica de Madrid.
<https://edeterra.files.wordpress.com/2013/07/normalizacion-de-la-tierra-une-41410.pdf>
- Cruzado, V. R. (2018). *Resistencia a compresión y flexión del adobe de tierra comprimida con remplazo de desperdicio de ladrillo*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/14194>
- de Araújo, F. P., da Silva Filho, E. C., Nery de Souza, J. S., Osajima, J. A., & Furtini, M. B. (2016). A Study of the Chemical and Physical Characteristics of the Soils from the South of Piauí for Soil-Cement Brick Production. In *Materials Science Forum*, 869(1), 112-115. Trans Tech Publications Ltd.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.869.112>
- Donkor, P., & Obonyo, E. (2016). Compressed soil blocks: Influence of fibers on flexural properties and failure mechanism. *Construction and Building Materials*, 121, 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.151>
- Dormohamadi, M., & Rahimnia, R. (2020). Combined effect of compaction and clay content on the mechanical properties of adobe brick. *Case Studies in Construction Materials*, 13, e00402.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509520300747>

- Florez Leon, F., & Limpe Zevallos, Y. (2019). *Influencia de la fibra de maguey (Furcraea andina) en las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe tradicional, Cusco–2018*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/3670>
- Gaitán, E. (2022). *Evaluación de bloques de tierra comprimida (BTC) con fines de albañilería, Tacabamba, Chota*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://hdl.handle.net/20.500.14142/224>
- Henríquez, A. D, Martelo, R. J. y Acevedo, D. (2018). Innovation of Adobe Material in Construction Companies. *Contemporary Engineering Sciences*, 11(3), 1-15. <https://doi.org/10.12988/ces.2018.819>
- Horna Hernández, M. V. (2015). *Influencia del tipo de curado en la resistencia a la compresión axial de la albañilería*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad privada del norte]. <https://hdl.handle.net/11537/9432>
- Hoyos, D.M., & Inga, D.Y. (2022). *Influencia del cemento, cal y fibras de tundo para optimizar las propiedades mecánicas de las unidades de adobe, Jaén 2022*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/94382>
- Instituto Nacional de Calidad, INACAL. (2019, 23 de octubre). *NTP 339.252 SUELOS. Guía normalizada para muestreo de suelos de la zona vadosa (zona no saturada por encima del nivel freático)*. 1ª Ed. INACAL.
- Instituto Nacional de Calidad, INACAL. (2019, 24 de octubre). *NTP 339.127 SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo*. 1ª Ed. INACAL.
- Instituto Nacional de Calidad, INACAL. (2019, 24 de octubre). *NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico*. 1ª Ed. INACAL.
- Instituto Nacional de Calidad, INACAL. (2019, 24 de octubre). *NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos*. 1ª Ed. INACAL.
- Instituto Nacional de Calidad, INACAL. (2019, 24 de octubre). *NTP 339.141 SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³))*. 1ª Ed. INACAL.

- Instituto Nacional de Calidad, INACAL. (2019, 24 de octubre). *NTP 339.152 SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea*. INACAL.
- Instituto Nacional de Informática y estadística del Perú, INEI. (2018). *Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares – Acceso a servicios básicos. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. INEI.
- Jaramillo, D.F. (2002). *Introducción a la Ciencia del Suelo*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/147701>
- Jones, K. (2000). A regrettable oversight or a significant omission? Ethical considerations in quantitative research in education. In, Simons, Helen and Usher, Robin (eds.) *Situated Ethics in Educational Research*. London, GB. Routledge, 11(1), 147-161. [doi:10.4324/9780203354896](https://doi.org/10.4324/9780203354896)
- Mantilla, J. C. (2018). *Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1996>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, MVCS. (2017). Norma E.080 *Diseño y construcción con tierra reforzada. Reglamento Nacional de Edificaciones*. MVCS. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/E_080.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, MVCS. (2006). Norma E.070 *Albañilería. Reglamento Nacional de Edificaciones*. MVCS. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_070.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MTC. (2016). *Manual de ensayos de materiales*. MTC. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- Molina Herrera, M., Oller Martínez, S. H., Barbat Barbat, H. A., & Martínez, X. (2009). Estudio de estructuras de hormigón reforzadas con FRP mediante la teoría de mezclas serie/paralelo. *Revista internacional de Ingeniería de estructuras*, 13(1), 29-54. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/8601/RAS_de_hormig=F3n

- Morales, V. J., Alavez Ramírez, R. y Ortiz Guzmán, M. (2019). Efecto de la humedad de compactación en las propiedades mecánicas de BTC. *Revista Científica de la Universidad Máximo Gómez Báez de Ciego de Ávila*, 8(1), 1-10. <http://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/1433>
- Montes, J. A. (2018). *Los bloques de tierra comprimida (BTC) y su influencia en el costo de construcción de viviendas sociales en zonas de habilitación en laderas de la ciudad de Huancayo - 2018*. [Tesis de grado, Universidad Continental, Huancayo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/4904>
- Nadia, B., Fatma, K., & Nasser, C. (2023). Mechanical, thermal and durability investigation of compressed earth bricks stabilized with wood biomass ash. *Construction and Building Materials*, 364, 129874. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129874>
- Navarro García, J. C., & Hernández Ayala, A. R. (2019). *Determinación del ángulo de fricción suelo-muro para el dimensionamiento de muros de contención sobre suelos arenosos de la quebrada Zapamanga*. [Trabajo de grado, Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga]. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/6330>
- Nshimiyimana, P., Fagel, N., Messan, A., Wetsondo, D. O., & Courard, L. (2020). Physico-chemical and mineralogical characterization of clay materials suitable for production of stabilized compressed earth blocks. *Construction and Building Materials*, 241, 118097. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118097>
- Nureña, J.F. (2017). *Influencia del estabilizante de cemento y tipos de suelos sobre la resistencia y durabilidad de un adobe constructivo, Trujillo*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/11168>
- Paulmakesh, A., & Markos Makebo, G. (2021). Interlocking Stabilized Soil blocks using red earth in Construction. *Int. J. of Aquatic Science*, 12(2), 1283-1292. http://www.journal-aquaticscience.com/article_132088.html
- Quinteros, R. D. (2014). *Modelización del comportamiento de estructuras de mampostería mediante la teoría de homogeneización*. [Tesis de doctorado en Ingeniería, Universidad Nacional de Salta]. <http://www.cimne.com/PLCd/cvdata/cntr1/dtos/img/mdia/Files-for-download/1-Thesis/2014---R-Quinteros.pdf>

- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., & Hill, M. (2004). *Propiedades físicas del suelo*. Universidad de la República: Facultad de agronomía. Montevideo, Uruguay.
<http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades%20fisicas%20del%20suelo.pdf>
- Santos, L. M. A., Silva Neto, J. A. D., & Azerêdo, A. F. N. D. (2020). Soil characterization for adobe mixtures containing Portland cement as stabilizer. *Matéria (Rio de Janeiro)*, 25(1), 1-10. <https://doi.org/10.1590/S1517-707620200001.0890>
- Santos, L. M. A., Azerêdo, A. F. N. D., Azerêdo, G. A. D., & Assis, S. R. H. D. (2019). Mineralogical, Physical, and Mechanical Properties of Soil for Using in Adobe Blocks. *In Earthen Dwellings and Structures*, 1(1), 93-103. Springer, Singapore.
https://doi.org/10.1007/978-981-13-5883-8_9
- Seminario Colán, R. (2014). *Variabilidad de las propiedades de los ladrillos industriales de 18 huecos en la ciudad de Piura*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad De Piura]. <https://hdl.handle.net/11042/1749>
- Soto, E. E. (2018). *Resistencia a compresión y flexión del adobe de tierra comprimida con incorporación de bentonita sódica, utilizando suelos de diferentes canteras, Cajamarca 2016*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte].
<https://hdl.handle.net/11537/12677>
- Teixeira, E. R., Machado, G., P. Junior, A. D., Guarnier, C., Fernandes, J., Silva, S. M., & Mateus, R. (2020). Mechanical and thermal performance characterisation of compressed earth blocks. *Energies*, 13(11), 2978.
<https://doi.org/10.3390/en13112978>
- Terrones Cruz, A. T. (2019). *Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo–2018*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/14971>
- Vega, J.E. (2019). *Cálculo del nivel de succión en muestras de arcilla y limo de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica*. [Tesis de grado, Universidad Latina de Costa Rica]. <https://hdl.handle.net/20.500.12411/904>
- Yepes, V. (2021). *Procedimientos de construcción para la compactación y mejora del terreno*. Colección Manual de Referencia, 1ª ed. Editorial Universitat Politècnica de València, 426 pp. Ref. 428. ISBN: 978-84-9048-603-0.
<https://victoryepes.blogs.upv.es/2013/09/05/curva-compactacion-suelo/>

Zea, N. L. (2005). *Caracterización de las arcillas para la fabricación de ladrillos artesanales*. [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala].
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2549_C.pdf

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

Tesis: Dosificación arena arcilla limo para aumentar la resistencia a compresión del adobe, Túnel Conchano, Chota

Tesista: José Darwin Ticlla García

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología	
¿En qué medida la dosificación de arena-arcilla-limo logra aumentar la resistencia a compresión del adobe de tierra comprimida, Túnel Conchano, Chota?	<p>Objetivo general Analizar la dosificación de arena-arcilla-limo (SCM) para aumentar la resistencia a la compresión del adobe de tierra comprimida del centro poblado Túnel Conchano, Chota.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> – Determinar las propiedades físicas, mecánicas y químicas del suelo a utilizar para la producción de adobes de tierra comprimida. – Determinar las propiedades físicas (variación dimensional, alabeo, absorción por capilaridad) del adobe de tierra comprimida elaborado con diferentes dosificaciones de arena-arcilla-limo SCM. – Determinar la resistencia a compresión y a ciclos de humectación-secado del adobe compactado con diferentes dosificaciones de suelo SCM, Túnel Conchano, Chota. – Analizar técnicamente los adobes de tierra compactada elaborados con dosificaciones SCM para su uso en viviendas rusticas de la provincia de Chota. 	<p>H1: La dosificación de arena arcilla limo aumenta la resistencia a compresión del adobe de tierra comprimida, Túnel Conchano, Chota.</p>	<p>VI</p> <p>Dosificación arena arcilla limo</p>	<p>Propiedades físicas del suelo</p> <hr/> <p>Propiedades mecánicas</p> <hr/> <p>Propiedades químicas</p> <hr/> <p>Mezcla de arena-arcilla-limo</p> <hr/> <p>Propiedades físicas en adobes</p> <hr/> <p>Propiedades mecánicas en adobes</p>	<p>Granulometría</p> <hr/> <p>LL</p> <hr/> <p>LP</p> <hr/> <p>Humedad</p> <hr/> <p>OCH</p> <hr/> <p>MDS</p> <hr/> <p>Sales solubles</p> <hr/> <p>Materia orgánica</p> <hr/> <p>70S10C20M</p> <hr/> <p>65S10C25M</p> <hr/> <p>70S15C15M</p> <hr/> <p>65S15C20M</p> <hr/> <p>60S15C25M</p> <hr/> <p>65S20C15M</p> <hr/> <p>60S20C20M</p> <hr/> <p>55S20C25M</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo: Aplicado</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: Cuasi experimental</p> <p>Método: Deducción e inducción</p> <p>Muestra: 192 adobes compactados formados con arena (S), arcilla (C) y limo (M) según las dosificaciones: 70S10C20M (1), 65S10C25M (2), 70S15C15M (3), 65S15C20M (4), 60S15C25M (5), 65S20C15M (6), 60S20C20M (7), 55S20C25M (8), utilizando arcilla y limo de canteras del centro poblado Túnel Conchano del distrito de Chota, y arena de la cantera El Frutillo Bajo del distrito de Bambamarca.</p>	
					<p>VD</p> <p>Resistencia a la compresión del adobe de tierra comprimida</p>		<p>Dimensiones</p> <hr/> <p>Alabeo</p> <hr/> <p>Absorción</p> <hr/> <p>Resistencia a la compresión</p> <hr/> <p>Resistencia a humectación/ secado</p>

Anexo B. Glosario de términos

Adobe. Bloque sólido no quemado, que puede contener paja u otros materiales para aumentar su resistencia a los factores externos (MVCS, 2017).

Arcilla. Material con dimensiones menores a 0.005 mm. También se considera un tipo especial de suelo formado por la descomposición de rocas bajo la influencia de factores ambientales (Barranzuela, 2014).

Arena. La arena es un material de grano fino resultante de la descomposición o la trituración artificial de las rocas, con un diámetro de partícula de entre 2 mm y 0.05 mm (Briones e Irigoín, 2015).

Absorción. Es una medida de la permeabilidad de un bloque de mampostería. En los bloques de arcilla no debe superar el 22% (Seminario, 2014).

Limo. Partículas de suelo con dimensiones de 0.005 a 0.0625 mm, su formación se debe a la transformación de las rocas magnéticas durante las fuertes lluvias (Vega, 2019).

Resistencia a compresión. Propiedad clave de los elementos de mampostería. Los altos valores de resistencia a la compresión indican una buena calidad para todos los fines de diseño y funcionamiento (Horna, 2015).

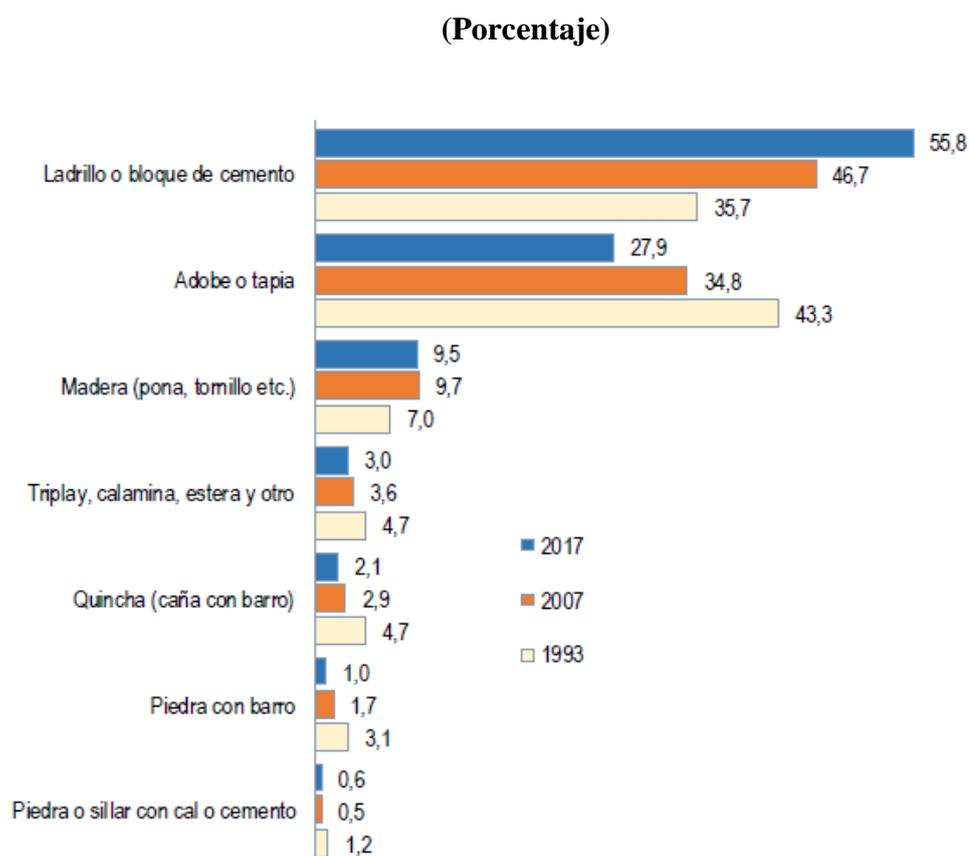
Suelo. Acumulación de partículas minerales y/o materia orgánica en forma de sedimento, que puede separarse por simple acción mecánica y que contiene cantidades variables de sólidos, agua y aire (Angelone & Garibay, 2014).

Suelo para adobes. El porcentaje de tierra utilizada para la fabricación de adobe debe ser arcilla 10-20%, limo 15-25%, arena 55-70%; no debe utilizarse tierra orgánica (MVCS, 2017).

Anexo C. Datos INEI, viviendas de adobe o tapia

Figura 101

Perú: Viviendas Particulares según Material Predominante en las Paredes Exteriores, 1993, 2007 y 2017



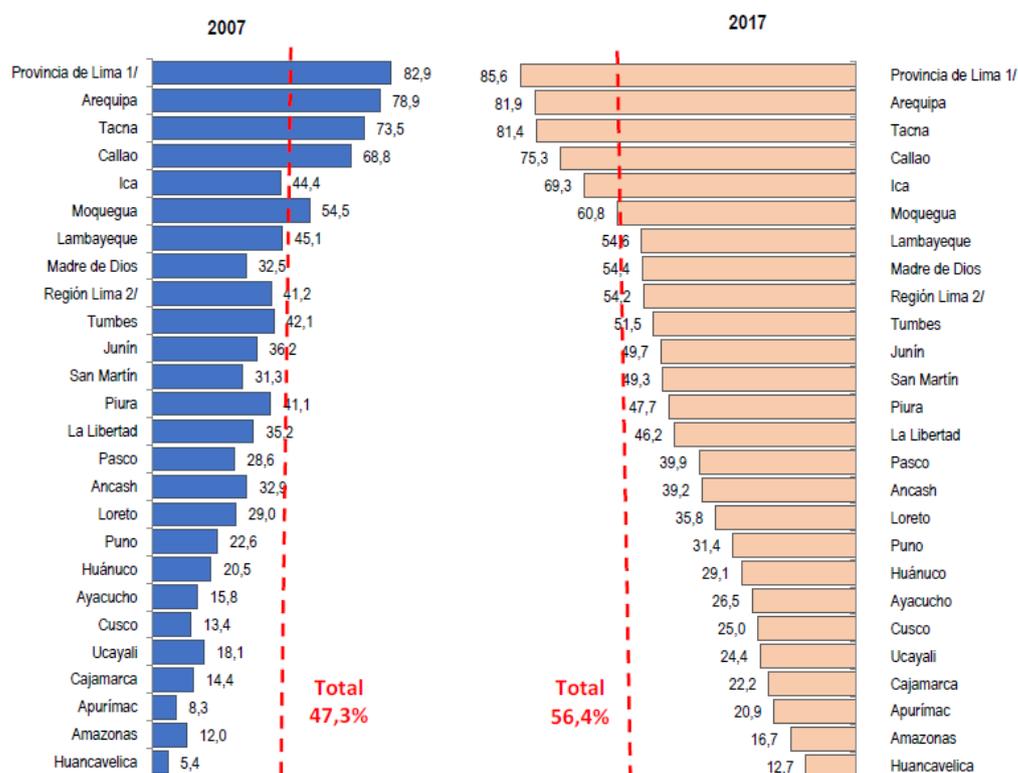
Nota: (INEI, 2018).

Figura 102

Perú: Viviendas Particulares con Material Noble Predominante en las Paredes

Exteriores, según Departamento, 2007 y 2017

(Porcentaje)



Nota: Material noble comprende ladrillo o bloque de cemento y piedra o sillar con cal o cemento.

1/ Comprende los 43 distritos que conforman la Provincia de Lima.

2/ Comprende las provincias: Barranca, Cajatambo, Canta, Cañete, Huaral, Huarochirí, Huaura, Oyón y Yauyos.

Nota: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2007 y 2017 (INEI, 2018).

Anexo D. Resumen de datos de ciclos de humectación/secado de adobes

Adobes de diseño de mezclas 1: 70S10C20M

Tabla 41

N° de Grietas Aleatorias

N° de grietas aleatorias Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	1	2	2
2	1	1	1	2	2	2
3	0	0	1	1	1	1
4	0	0	0	0	1	2
5	1	1	1	2	2	3
6	0	0	1	1	1	1
Promedio redondeado	0	0	1	1	2	2

Tabla 42

N° de Grietas en Estrella

N° de grietas en estrella Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 43

% de Hinchamiento Local

% hinchamiento local Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 44*N° de Zonas de Picado Local en al Menos 5 Zonas*

N° de zonas de picado Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	1	2	2	3
2	0	0	1	1	3	3
3	1	1	1	2	2	4
4	0	0	0	1	2	4
5	1	1	2	2	3	3
6	1	1	1	1	2	2
Promedio redondeado	1	1	1	2	2	3

Tabla 45*N° de Capas de Suelo que se han Perdido*

N° de capas que, se han perdido Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	2
3	1	1	1	1	2	2
4	0	0	1	1	1	2
5	1	1	1	2	2	2
6	1	1	1	2	2	2
Promedio redondeado	1	1	1	1	2	2

Tabla 46*% de Penetración de Agua en Más del 70% de la Anchura del BTC (Visualmente por el Exterior)*

% penetración de agua Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 47*N° de Fragmentos Mayores a 50 mm*

N° de fragmentos mayores a 50 mm	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1		0	0	0	0	0	0
2		0	0	0	0	0	0
3		0	0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	0	0
5		0	0	0	0	0	0
6		0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado		0	0	0	0	0	0

Tabla 48*Área Eflorescente en la Superficie (cm2)*

Área eflorescente (cm2)	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1		0	0	0	0	0	0
2		0	0	0	0	0	0
3		0	0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	0	0
5		0	0	0	0	0	0
6		0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado		0	0	0	0	0	0

Adobes de diseño de mezclas 2: 65S10C25M**Tabla 49***N° de Grietas Aleatorias*

N° de grietas aleatorias	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1		0	1	1	1	1	2
2		1	1	1	1	1	1
3		1	1	1	1	1	1
4		0	0	1	1	1	1
5		1	1	1	1	2	3
6		1	1	1	1	1	1
Promedio redondeado		1	1	1	1	1	2

Tabla 50*N° de Grietas en Estrella*

N° de grietas en estrella Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 51*% de Hinchamiento Local*

% hinchamiento local Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 52*N° de Zonas de Picado Local en al Menos 5 Zonas*

N° de zonas de picado Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	2	2
2	0	0	0	1	2	3
3	1	1	2	2	2	4
4	0	1	1	1	2	3
5	1	1	1	2	2	3
6	1	1	1	2	3	4
Promedio redondeado	1	1	1	1	2	3

Tabla 53*Nº de Capas de Suelo que se han Perdido*

Nº de capas que, se han perdido	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	2
6	1	1	1	1	1	1	1
Promedio redondeado	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 54*% de Penetración de Agua en Más del 70% de la Anchura del BTC (Visualmente por el Exterior)*

% penetración de agua	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 55*Nº de Fragmentos Mayores a 50 mm*

Nº de fragmentos mayores a 50 mm	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 56*Área Eflorescente en la Superficie (cm²)*

Área eflorescente (cm ²) Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Adobes de diseño de mezclas 3: 70S15C15M**Tabla 57***N° de Grietas Aleatorias*

N° de grietas aleatorias Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	2
3	0	1	1	2	2	2
4	1	1	1	1	1	2
5	0	0	1	1	1	2
6	0	1	1	1	1	1
Promedio redondeado	0	1	1	1	1	2

Tabla 58*N° de Grietas en Estrella*

N° de grietas en estrella Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 59*% de Hinchamiento Local*

% hinchamiento local Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 60*Nº de Zonas de Picado Local en al Menos 5 Zonas*

Nº de zonas de picado Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	2	2	3
2	0	1	1	1	2	2
3	1	1	1	1	2	2
4	0	1	1	2	2	3
5	0	1	1	1	1	2
6	0	1	1	1	2	3
Promedio redondeado	0	1	1	1	2	3

Tabla 61*Nº de Capas de Suelo que se han Perdido*

Nº de capas que, se han perdido Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1
Promedio redondeado	1	1	1	1	1	1

Tabla 62

% de Penetración de Agua en Más del 70% de la Anchura del BTC (Visualmente por el Exterior)

% penetración de agua Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 63

Nº de Fragmentos Mayores a 50 mm

Nº de fragmentos mayores a 50 mm Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 64

Área Eflorescente en la Superficie (cm²)

Área eflorescente (cm ²) Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0	0	0

Adobes de diseño de mezclas 4: 65S15C20M

Tabla 65

N° de Grietas Aleatorias

N° de grietas aleatorias Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	1	2	2
2	0	1	1	1	1	2
3	1	1	1	2	2	2
4	1	1	1	2	2	2
5	0	0	1	2	2	2
6	1	1	1	2	2	3
Promedio redondeado	1	1	1	2	2	2

Tabla 66

N° de Grietas en Estrella

N° de grietas en estrella Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 67

% de Hinchamiento Local

% hinchamiento local Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 68*Nº de Zonas de Picado Local en al Menos 5 Zonas*

Nº de zonas de picado Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	1	2	2	3
2	0	1	1	1	2	3
3	1	1	1	1	2	3
4	0	1	1	2	2	3
5	0	0	1	2	2	3
6	1	2	2	3	3	4
Promedio redondeado	0	1	1	2	2	3

Tabla 69*Nº de Capas de Suelo que se han Perdido*

Nº de capas que, se han perdido Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	1	2	2
2	1	1	1	1	1	2
3	0	1	1	1	1	1
4	0	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	2	2	2
Promedio redondeado	1	1	1	1	1	2

Tabla 70*% de Penetración de Agua en Más del 70% de la Anchura del BTC (Visualmente por el Exterior)*

% penetración de agua Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 71*N° de Fragmentos Mayores a 50 mm*

N° de fragmentos mayores a 50 mm	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1		0	0	0	0	0	0
2		0	0	0	0	0	0
3		0	0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	0	0
5		0	0	0	0	0	0
6		0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado		0	0	0	0	0	0

Tabla 72*Área Eflorescente en la Superficie (cm2)*

Área eflorescente (cm2)	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1		0	0	0	0	0	0
2		0	0	0	0	0	0
3		0	0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	0	0
5		0	0	0	0	0	0
6		0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado		0	0	0	0	0	0

Adobes de diseño de mezclas 5: 60S15C25M**Tabla 73***N° de Grietas Aleatorias*

N° de grietas aleatorias	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1		1	1	1	2	2	2
2		1	1	1	2	2	2
3		1	1	2	2	2	2
4		1	1	1	2	2	2
5		0	0	1	1	1	2
6		1	1	1	2	2	3
Promedio redondeado		1	1	1	2	2	2

Tabla 74*N° de Grietas en Estrella*

N° de grietas en estrella	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1		0	0	0	0	0	0
2		0	0	0	0	0	0
3		0	0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	0	0
5		0	0	0	0	0	0
6		0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado		0	0	0	0	0	0

Tabla 75*% de Hinchamiento Local*

% hinchamiento local	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1		0	0	0	0	0	0
2		0	0	0	0	0	0
3		0	0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	0	0
5		0	0	0	0	0	0
6		0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado		0	0	0	0	0	0

Tabla 76*N° de Zonas de Picado Local en al Menos 5 Zonas*

N° de zonas de picado	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1		0	1	1	1	2	3
2		0	1	1	1	2	3
3		1	1	1	2	2	3
4		0	1	1	2	2	3
5		1	1	1	2	2	2
6		1	2	2	2	2	3
Promedio redondeado		1	1	1	2	2	3

Tabla 77*Nº de Capas de Suelo que se han Perdido*

Nº de capas que, se han perdido	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	1	2	2	3
2	1	1	1	1	1	2	2
3	1	1	1	1	1	1	1
4	0	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	2	2	2
Promedio redondeado	1	1	1	1	1	2	2

Tabla 78*% de Penetración de Agua en Más del 70% de la Anchura del BTC (Visualmente por el Exterior)*

% penetración de agua	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 79*Nº de Fragmentos Mayores a 50 mm*

Nº de fragmentos mayores a 50 mm	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 80*Área Eflorescente en la Superficie (cm²)*

Área eflorescente (cm ²) Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Adobes de diseño de mezclas 6: 65S20C15M**Tabla 81***N° de Grietas Aleatorias*

N° de grietas aleatorias Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	1	1
2	0	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	1	1
4	0	0	0	1	1	2
5	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	1	1	1
Promedio redondeado	0	0	0	0	1	1

Tabla 82*N° de Grietas en Estrella*

N° de grietas en estrella Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 83*% de Hinchamiento Local*

% hinchamiento local Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 84*Nº de Zonas de Picado Local en al Menos 5 Zonas*

Nº de zonas de picado Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	1	2
2	0	0	0	0	1	1
3	0	0	0	1	1	1
4	0	0	1	1	2	2
5	0	0	0	0	2	2
6	0	0	0	1	1	2
Promedio redondeado	0	0	0	1	1	2

Tabla 85*Nº de Capas de Suelo que se han Perdido*

Nº de capas que, se han perdido Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	1	1	1	1
2	0	0	1	1	1	1
3	0	1	1	1	1	1
4	0	0	1	1	1	1
5	0	0	1	1	1	1
6	0	0	0	1	1	1
Promedio redondeado	0	0	1	1	1	1

Tabla 86

% de Penetración de Agua en Más del 70% de la Anchura del BTC (Visualmente por el Exterior)

% penetración de agua Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 87

Nº de Fragmentos Mayores a 50 mm

Nº de fragmentos mayores a 50 mm Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 88

Área Eflorescente en la Superficie (cm2)

Área eflorescente (cm2) Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Adobes de diseño de mezclas 7: 60S20C20M

Tabla 89

N° de Grietas Aleatorias

N° de grietas aleatorias Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	1	1	1	1
2	0	0	0	1	1	1
3	0	1	1	1	1	1
4	0	0	0	1	1	1
5	0	0	0	1	1	1
6	0	0	0	1	1	1
Promedio redondeado	0	0	0	1	1	1

Tabla 90

N° de Grietas en Estrella

N° de grietas en estrella Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 91

% de Hinchamiento Local

% hinchamiento local Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 92*N° de Zonas de Picado Local en al Menos 5 Zonas*

N° de zonas de picado Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	1	1	1	2
2	0	1	1	1	1	1
3	0	1	2	2	2	2
4	0	0	1	1	2	2
5	0	0	1	1	1	2
6	0	0	0	1	1	1
Promedio redondeado	0	0	1	1	1	2

Tabla 93*N° de Capas de Suelo que se han Perdido*

N° de capas que, se han perdido Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	1	1	1	1	1
2	0	0	1	1	1	1
3	0	1	1	1	1	1
4	0	0	1	1	1	1
5	0	1	1	1	1	1
6	0	0	1	1	1	1
Promedio redondeado	0	1	1	1	1	1

Tabla 94*% de Penetración de Agua en Más del 70% de la Anchura del BTC (Visualmente por el Exterior)*

% penetración de agua Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 95*N° de Fragmentos Mayores a 50 mm*

N° de fragmentos mayores a 50 mm	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1		0	0	0	0	0	0
2		0	0	0	0	0	0
3		0	0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	0	0
5		0	0	0	0	0	0
6		0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado		0	0	0	0	0	0

Tabla 96*Área Eflorescente en la Superficie (cm2)*

Área eflorescente (cm2)	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1		0	0	0	0	0	0
2		0	0	0	0	0	0
3		0	0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	0	0
5		0	0	0	0	0	0
6		0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado		0	0	0	0	0	0

Adobes de diseño de mezclas 8: 55S20C25M**Tabla 97***N° de Grietas Aleatorias*

N° de grietas aleatorias	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1		1	1	1	1	1	1
2		0	0	1	1	1	1
3		0	0	1	1	1	1
4		0	0	0	1	1	2
5		0	1	1	1	1	1
6		1	1	1	1	1	1
Promedio redondeado		0	1	1	1	1	1

Tabla 98*N° de Grietas en Estrella*

N° de grietas en estrella Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 99*% de Hinchamiento Local*

% hinchamiento local Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Tabla 100*N° de Zonas de Picado Local en al Menos 5 Zonas*

N° de zonas de picado Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	1	1	2	2	2
2	0	1	1	1	2	2
3	0	1	1	1	2	2
4	0	0	1	1	1	2
5	0	0	1	1	2	2
6	0	0	0	2	2	2
Promedio redondeado	0	1	1	1	2	2

Tabla 101*Nº de Capas de Suelo que se han Perdido*

Nº de capas que, se han perdido	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1
6	0	0	1	1	1	1	1
Promedio redondeado	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 102*% de Penetración de Agua en Más del 70% de la Anchura del BTC (Visualmente por el Exterior)*

% penetración de agua	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 103*Nº de Fragmentos Mayores a 50 mm*

Nº de fragmentos mayores a 50 mm	Ciclos de humectación - secado						
	Adobes	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 104*Área Eflorescente en la Superficie (cm²)*

Área eflorescente (cm ²) Adobes	Ciclos de humectación - secado					
	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
Promedio redondeado	0	0	0	0	0	0

Anexo D. Datos para análisis estadístico

Tabla 105 Datos para Análisis Estadístico

Código del diseño de adobes	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Resistencia a compresión (kg/cm2)
70S10C20M	70	10	20	16.34
70S10C20M	70	10	20	17.56
70S10C20M	70	10	20	17.62
70S10C20M	70	10	20	16.91
70S10C20M	70	10	20	17.49
70S10C20M	70	10	20	17.62
65S10C25M	65	10	25	16.14
65S10C25M	65	10	25	15.32
65S10C25M	65	10	25	16.02
65S10C25M	65	10	25	15.78
65S10C25M	65	10	25	16.08
65S10C25M	65	10	25	15.99
70S15C15M	70	15	15	19.33
70S15C15M	70	15	15	20.36
70S15C15M	70	15	15	20.54
70S15C15M	70	15	15	20.12
70S15C15M	70	15	15	19.44
70S15C15M	70	15	15	20.20
65S15C20M	65	15	20	18.24
65S15C20M	65	15	20	17.89
65S15C20M	65	15	20	17.29
65S15C20M	65	15	20	16.88
65S15C20M	65	15	20	16.80
65S15C20M	65	15	20	16.50
60S15C25M	60	15	25	19.74
60S15C25M	60	15	25	19.33
60S15C25M	60	15	25	19.73
60S15C25M	60	15	25	20.35
60S15C25M	60	15	25	19.70
60S15C25M	60	15	25	19.91
65S20C15M	65	20	15	20.19
65S20C15M	65	20	15	19.19
65S20C15M	65	20	15	19.55
65S20C15M	65	20	15	19.58
65S20C15M	65	20	15	19.42
65S20C15M	65	20	15	19.14
60S20C20M	60	20	20	19.39
60S20C20M	60	20	20	18.94
60S20C20M	60	20	20	19.60
60S20C20M	60	20	20	20.12
60S20C20M	60	20	20	20.33
60S20C20M	60	20	20	20.63
55S20C25M	55	20	25	19.66
55S20C25M	55	20	25	20.99
55S20C25M	55	20	25	19.88
55S20C25M	55	20	25	19.77
55S20C25M	55	20	25	19.49
55S20C25M	55	20	25	19.24

Anexo F. Panel fotográfico

Fotografía 1 Vista de la Cantera El Frutillo, Bambamarca



Fotografía 2 Vista de las Canteras en el Centro Poblado Túnel Conchano, Chota



Cantera de Arcilla



Cantera de Limo

Fotografía 3 Verificación in situ del tipo de suelo: prueba de cinta de barro



Fotografía 4 Verificación in situ del tipo de suelo: prueba de resistencia seca



Fotografía 5 Toma de muestras en la cantera El Frutillo



Fotografía 6 Toma de muestras en la cantera de arcilla Túnel Conchano



Fotografía 7 Toma de muestras en la cantera de limo Túnel Conchano



Fotografía 8 Ensayo de contenido de humedad en el suelo de las canteras



Fotografía 9 Ensayo de granulometría en el suelo de las canteras



Fotografía 10 Material para ensayo de límite líquido y límite plástico



Fotografía 11 Ensayos químicos al suelo de las canteras



Fotografía 12 Confeccionamiento del molde metálico para la elaboración de adobes



Fotografía 13 Mezcla de suelo (arena-arcilla-limo) para la producción de adobes



Fotografía 14 Preparación de área de trabajo para la producción de adobes



Fotografía 15 Proceso de producción de adobes compactados por técnica de lanzado

Colocación de agua al suelo



Amasado de la mezcla



Colocación de la mezcla en el adobe



Técnica de lanzado para adobes



Compactación del suelo en capas



Proceso de retiro material sobrante



Fotografía 16 Grupo de trabajo en la producción de adobes



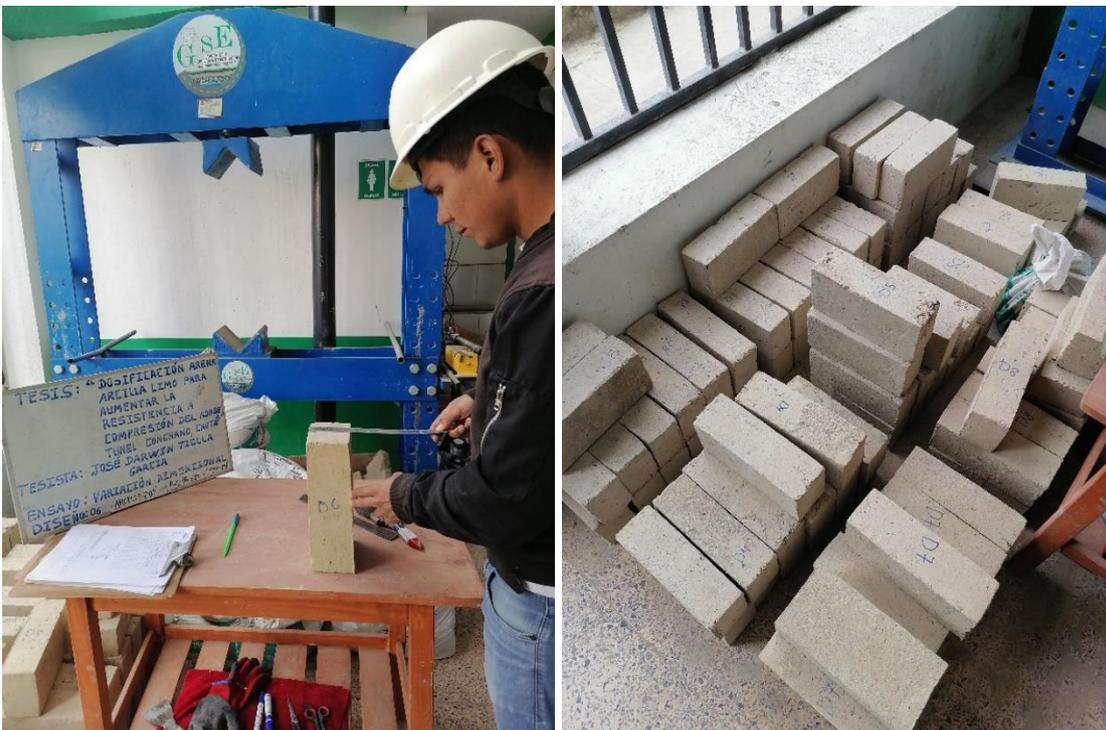
Fotografía 17 Adobes elaborados en proceso de secado por 28 días



Fotografía 18 Ensayo de variación dimensional en adobes



Fotografía 19 Ensayo de alabeo en adobes



Fotografía 20 Ensayo de absorción por capilaridad en adobes



Fotografía 21 Vista de espécimen después del ensayo de absorción por capilaridad



Fotografía 22 Vista de los diferentes adobes sometidos al ensayo de absorción por capilaridad



Fotografía 23 Ensayo de resistencia a compresión en adobes



Fotografía 24 Ensayo de resistencia a procesos de humectación/secado en adobes



Fotografía 25 Humectación de las muestras en el ensayo de humectación/secado



Fotografía 26 Secado de las muestras y registro del deterioro en el ensayo de humectación/secado



Anexo G. Resultado de ensayos de mecánica de suelos



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

TESIS :

"DOSIFICACIÓN ARENA
ARCILLA LIMO PARA
AUMENTAR LA RESISTENCIA
A COMPRESIÓN DEL ADOBE,
TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

SOLICITANTE :

TESISTA JOSÉ DARWIN
TICLLA GARCIA

UBICACIÓN:

TÚNEL CONCHANO, CHOTA


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


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

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



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

CALICATA N°01

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

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267820

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



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

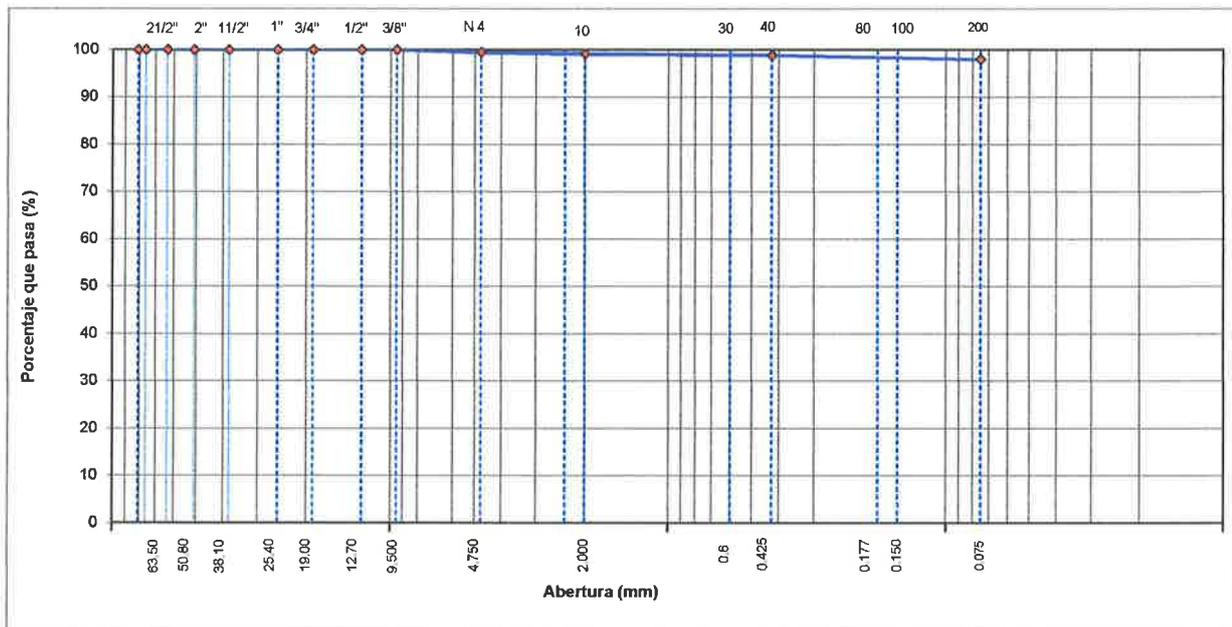
UBICACIÓN	: TÚNEL CONCHANO, CHOTA	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: TESISISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: 0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 24/08/2022

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	: EXTRAÍDO Y MUESTREADO DE CALICATA	TAMAÑO MÁXIMO	:
CALICATA	: C-1	PESO INICIAL	: 600,0 g
MUESTRA	: M - 1	FRACCIÓN SECA	: 600,0 g
COORDENADAS	: E: 758738.50 N: 9279143.93 Z: 2304.91	PROFUND. (M.)	: 0.00 - 1.50 m)

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.5%
2"	50.800						% Peso Material <4: 99.5%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 58.0
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 29.5
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 28.47
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): CH
3/8"	9.500				100.0		Clasific.(AASHTO): A-7-6 (19)
Nº 4	4.750	3.0	0.5	0.5	99.5		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	2.0	0.3	0.8	99.2		Contenido de Humedad (%): 40.10
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	2.00	0.3	1.2	98.8		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	2.00	0.3	1.5	98.5		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	3.00	0.5	2.0	98.0		
< Nº 200	FONDO	591.00	98.0	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

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

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267870



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN	TÚNEL CONCHANO, CHOTA	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 24-ago.-22

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	: EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	CALICATA	: C-1
CALICATA	: C-1	MUESTRA	: M-1
COORDENADAS	: E: 758738.50 N: 9279143.93 Z:2304.91	PROF. (M.)	: 0.00 - 1.50 m)

MUESTRA	1			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	1740.0			
PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	1242.0			
PESO DE CAPSULA (gr.)	0.0			
PESO DEL AGUA	498.0			
PESO DE SUELO SECO	1242.0			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	40.10			

PROMEDIO % DE HUMEDAD : 40.1

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.


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


 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Geremias Kimafachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 247070



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

LIMITES DE CONSISTENCIA

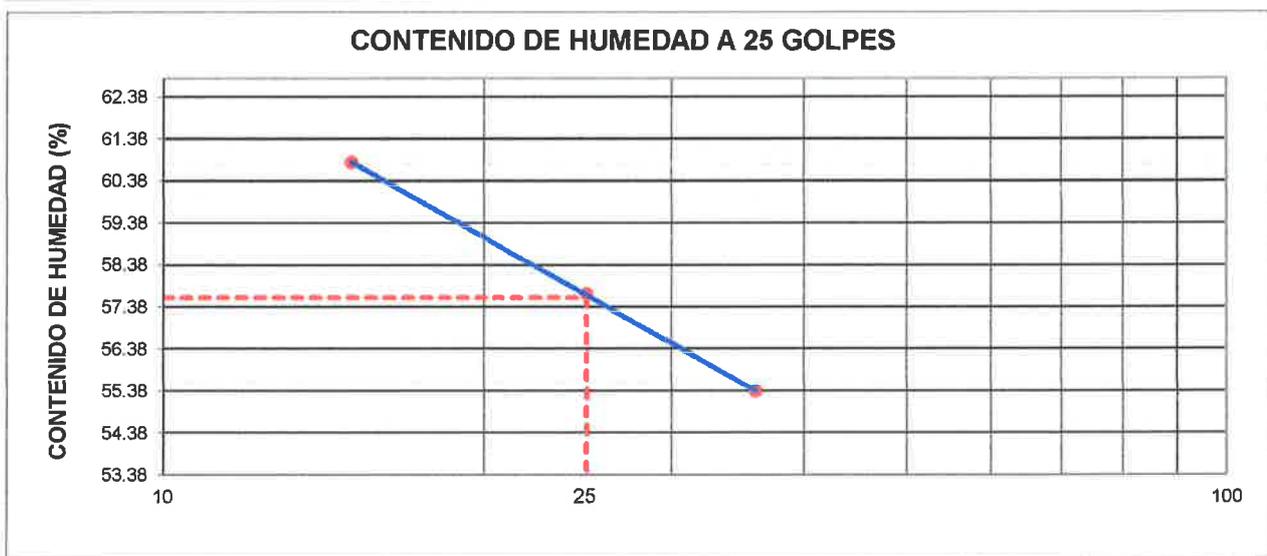
(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
UBICACIÓN	TÚNEL CONCHANO, CHOTA	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE :	TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 24-ago.-22

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL :	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	CALICATA	: C-1
CALICATA	: C-1	MUESTRA	: M-1
COORDENADAS :	E: 758738.50 N: 9279143.93 Z:2304.91	PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50 m)

LIMITE LIQUIDO				
Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	60.50	61.30	61.80
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	46.25	46.32	46.15
PESO DE AGUA	(g)	14.25	14.98	15.65
PESO DEL TARRO	(g)	20.52	20.35	20.42
PESO DEL SUELO SECO	(g)	25.73	25.97	25.73
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	55.38	57.68	60.82
NUMERO DE GOLPES		36	25	15
				57.96
				25.33

LIMITE PLASTICO				
Nº TARRO		4	5	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	25.30	25.45	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	23.25	23.36	
PESO DE AGUA	(g)	2.05	2.09	
PESO DEL TARRO	(g)	16.25	16.32	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.00	7.04	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	29.29	29.69	29.49



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	58.0
LIMITE PLASTICO	29.5
INDICE DE PLASTICIDAD	28.47

Observaciones:

LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Erlin Clavo Rimirachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Geremias Rimirachin Nino
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 67870



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : "DOSIFICACION ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL ADOBE, TUNEL CONCHANO, CHOTA".

ENSAYO PROCTOR ESTANDAR

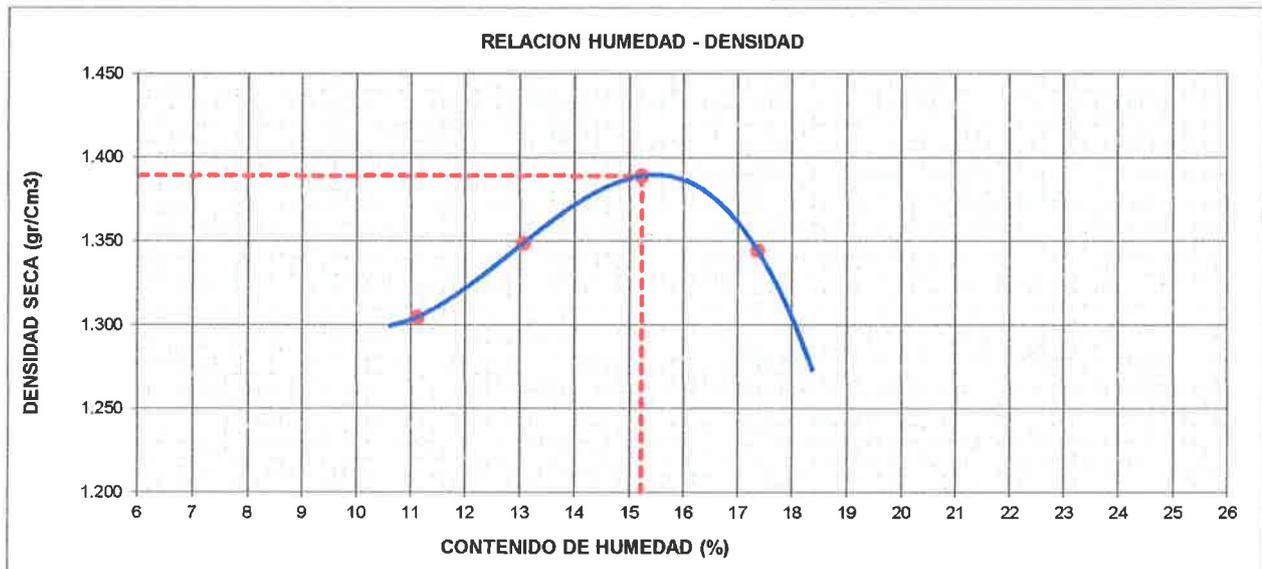
(MTC E - 115, ASTM D-698, AASHTO - T-180)

UBICACIÓN	: TUNEL CONCHANO, CHOTA	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: 0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 24-ago.-2022

MATERIAL	: EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	MUESTRA	: M-1
CALICATA	: C-1	PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50 m)
COORDENADAS	: E: 758738.50 N: 9279143.93 Z:2304.91		

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	5260	5331	5402	5381		
Peso molde	gr	3893	3893	3893	3893		
Peso suelo húmedo compactado	gr	1367	1438	1509	1488		
Volumen del molde	cm ³	943	943	943	943		
Peso volumétrico húmedo	gr	1.45	1.52	1.60	1.58		
Recipiente N°							
Peso del suelo húmedo+tara	gr	650.0	580.0	530.0	730.0		
Peso del suelo seco + tara	gr	585.0	513.0	460.0	622.0		
Tara	gr						
Peso de agua	gr	65.0	67.0	70.0	108.0		
Peso del suelo seco	gr	585.0	513.0	460.0	622.0		
Contenido de agua	%	11.11	13.06	15.22	17.36		
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.305	1.349	1.389	1.344		
						Densidad máxima (gr/cm ³)	1.389
						Humedad óptima (%)	15.22



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

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

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 282876



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

ENSAYO DE SALES SOLUBLES Y MATERIA ORGANICA

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

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

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

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



ENSAYOS DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS

(NTP 339.152)

SOLICITANTE : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA
MATERIAL : ARCILLAS INORGANICAS
CALICATA : C-01
MUESTRA : M-1
UBICACIÓN : TÚNEL CONCHANO, CHOTA

HECHO POR: E.C.R
REVISADO POR: G.R.R
FECHA: 24/08/2022

DATOS DEL ENSAYO

	IDENTIFICACION				Promedio
MUESTRA	1				
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres	100.00				
(2) Peso Tarro + agua + sal	141.50				
(3) Peso Tarro Seco + sal	100.03				
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.03				
(5) Peso de Agua (2-3)	41.50				
(6) Porcentaje de Sal	0.07 %				0.07 %

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS EDIFICIOS Y ASFALTOS

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267870

	TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".	
---	--	---

ENSAYO DE MATERIA ORGANICA
(NORMA MTC E - 118, AASTHO T267)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
UBICACIÓN	TÚNEL CONCHANO, CHOTA
SOLICITANTE	TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA
CALICATA :	C-1
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m)
	HECHO POR G.R.R
	ING. RESP. H.C.R
	FECHA 24/08/2022

DATOS DE ENSAYO	
N° DE ENSAYO	1
HORA DE ENTRADA	08:10
HORA DE SALIDA	10:10
HORA DE ENTRADA	11:10
HORA DE SALIDA	17:10
1 PESO DE MUESTRA SECA + RECIPIENTE	78.40
2 PESO DE MUESTRA SECA + RECIPIENTE DESPUÉS DE ENSAYO	76.00
3 PESO DE RECIPIENTE	37.35
4 PESO DE MUESTRA INICIAL	41.05
5 PESO DE MUESTRA FINAL	38.65
6 CONTENIDO MATERIA ORGANICA	2.40
7 % MATERIA ORGÁNICA	5.85
% DE MATERIA ORGÁNICA : 5.85 %	

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.


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


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 257870



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

CALICATA N°02



LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Geremias Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 263870

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



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

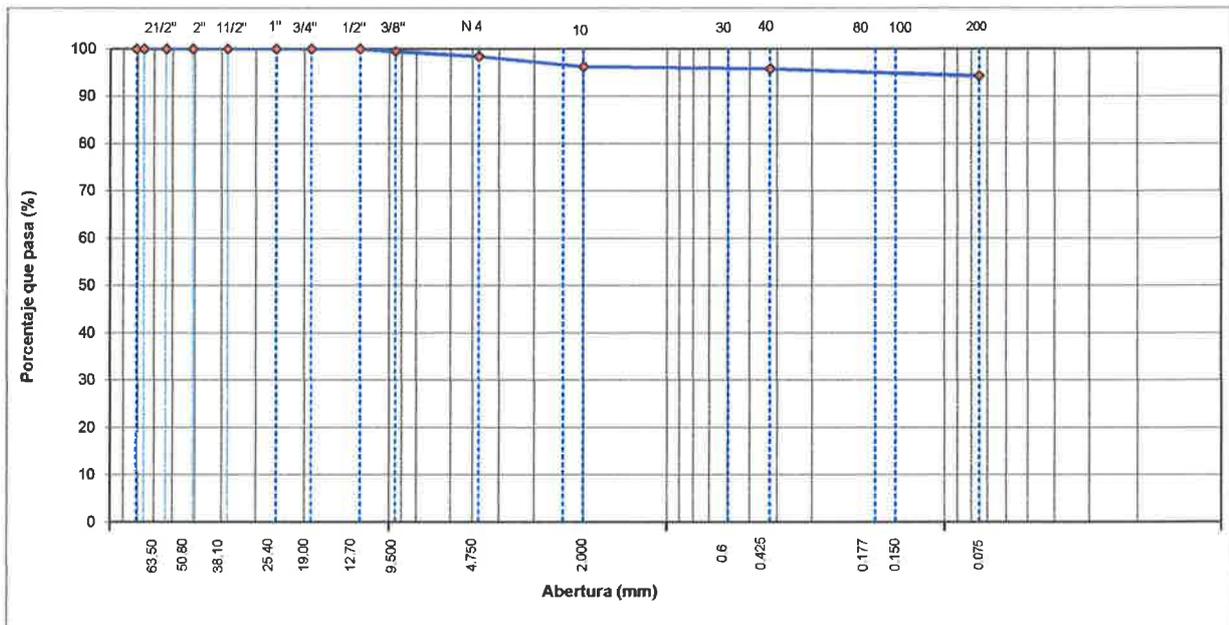
UBICACIÓN	: TÚNEL CONCHANO, CHOTA	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: TESISISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCÍA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: 0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 24/08/2022

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	: EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	TAMAÑO MÁXIMO	:
CALICATA	: C-2	PESO INICIAL	: 640.0 g
MUESTRA	: M - 1	FRACCIÓN SECA	: 640.0 g
COORDENADAS	: E: 758592.79 N: 9279952.66 Z: 2328.4	PROFUND. (M.)	: 0.00 - 1.50 m)

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89					A	
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 1.6%
2"	50.800						% Peso Material <4: 98.4%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 53.2
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 30.5
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 22.75
1/2"	12.700				100.0		Clasificación(SUCS): MH
3/8"	9.500	3.0	0.5	0.5	99.5		Clasific. (AASHTO): A-7-5 (16)
Nº 4	4.750	7.0	1.1	1.6	98.4		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	14.0	2.2	3.7	96.3		Contenido de Humedad (%): 31.68
Nº 16	1.190						Materia Orgánica:
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia:
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez:
Nº 40	0.425	3.00	0.5	4.2	95.8		Descripción del (IC):
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	4.00	0.6	4.8	95.2		OBSERVACIONES:
Nº 200	0.075	6.00	0.9	5.7	94.3		
< Nº 200	FONDO	613.00	94.3	100.0			

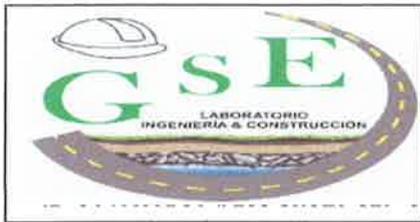
CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.





LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN	TÚNEL CONCHANO, CHOTA	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 24-ago.-22

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	: EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	CALICATA	: C-2
CALICATA	: C-2	MUESTRA	: M-1
COORDENADAS	: E: 758592.79 N: 9279952.66 Z:2328.4	PROF. (M.)	: 0.00 - 1.50 m)

MUESTRA	1			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	1800.0			
PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	1367.0			
PESO DE CAPSULA (gr.)	0.0			
PESO DEL AGUA	433.0			
PESO DE SUELO SECO	1367.0			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	31.68			

PROMEDIO % DE HUMEDAD : 31.7

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.


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


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rinafachin
INGENIERO CIVIL
Reg. C.P.N° 257870



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

LIMITES DE CONSISTENCIA

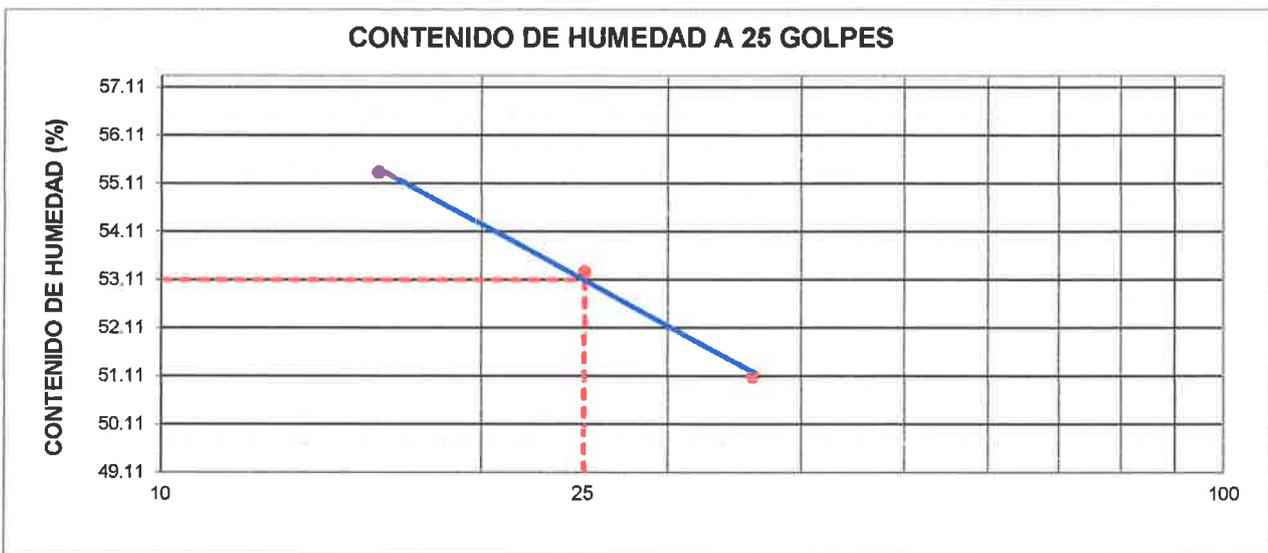
(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
UBICACIÓN	TÚNEL CONCHANO, CHOTA	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 24-ago.-22

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL	: EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	CALICATA	: C-2
CALICATA	: C-2	MUESTRA	: M-1
COORDENADAS	: E: 758592.79 N: 9279952.66 Z:2328.4	PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50 m)

LIMITE LIQUIDO					
Nº TARRO		6	7	8	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		60.40	61.20	62.05	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		47.25	47.35	47.61	
PESO DE AGUA (g)		13.15	13.85	14.44	
PESO DEL TARRO (g)		21.52	21.35	21.52	
PESO DEL SUELO SECO (g)		25.73	26.00	26.09	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		51.11	53.27	55.35	53.24
NUMERO DE GOLPES		36	25	16	25,67

LIMITE PLASTICO					
Nº TARRO		9	10		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		25.38	25.45		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		23.25	23.32		
PESO DE AGUA (g)		2.13	2.13		
PESO DEL TARRO (g)		16.25	16.35		
PESO DEL SUELO SECO (g)		7.00	6.97		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		30.43	30.56	30.50	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	53.2
LIMITE PLASTICO	30.5
INDICE DE PLASTICIDAD	22.75

Observaciones:

LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

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

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rios
 INGENIERO CIVIL
 Reg. GIP N° 167870



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

ENSAYO PROCTOR ESTANDAR

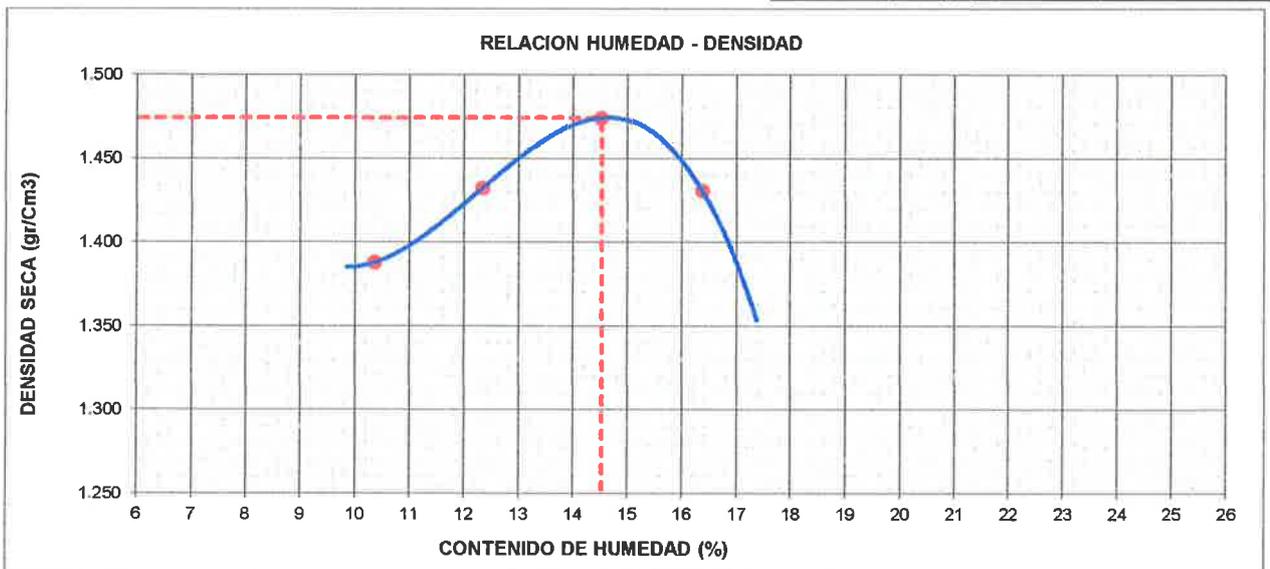
(MTC E - 115, ASTM D-698, AASHTO - T-180)

UBICACIÓN	: TÚNEL CONCHANO, CHOTA	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: 0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 24-ago.-2022

MATERIAL	: EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	MUESTRA	: M-1
CALICATA	: C-2	PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50 m)
COORDENADAS	: E: 758592.79 N: 9279952.66 Z:2328.4		

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	5337	5410	5485	5463	
Peso molde	gr	3893	3893	3893	3893	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1444	1517	1592	1570	
Volumen del molde	cm ³	943	943	943	943	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.53	1.61	1.69	1.66	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	640.0	820.0	560.0	725.0	
Peso del suelo seco + tara	gr	580.0	730.0	489.0	623.0	
Tara	gr					
Peso de agua	gr	60.0	90.0	71.0	102.0	
Peso del suelo seco	gr	580.0	730.0	489.0	623.0	
Contenido de agua	%	10.34	12.33	14.52	16.37	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.388	1.432	1.474	1.431	
					Densidad máxima (gr/cm ³)	1.474
					Humedad óptima (%)	14.52



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

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

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Romarachin Jimenez
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 467870



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

ENSAYO DE SALES SOLUBLES Y MATERIA ORGANICA

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

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

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

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



ENSAYOS DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS

(NTP 339.152)

SOLICITANTE : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA
MATERIAL : LIMOS INORGANICOS, SUELOS ARENOSOS
CALICATA : C-02
MUESTRA : M-1
UBICACIÓN : TÚNEL CONCHANO, CHOTA

HECHO POR: E.C.R
REVISADO POR: G.R.R
FECHA: 24/08/2022

DATOS DEL ENSAYO

	IDENTIFICACION				Promedio
MUESTRA	1				
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres	100.25				
(2) Peso Tarro + agua + sal	141.75				
(3) Peso Tarro Seco + sal	100.27				
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.02				
(5) Peso de Agua (2-3)	41.50				
(6) Porcentaje de Sal	0.05 %				0.05 %

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

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN S...
Geremio Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267070



TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".



ENSAYO DE MATERIA ORGANICA (NORMA MTC E - 118, AASTHO T267)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN	TÚNEL CONCHANO, CHOTA	HECHO POR	G.R.R
SOLICITANTE	TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA	ING. RESP.	H.C.R
CALICATA :	C-2	FECHA	24/08/2022
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m)		

DATOS DE ENSAYO

	N° DE ENSAYO	1		
	HORA DE ENTRADA	09:15		
	HORA DE SALIDA	11:15		
	HORA DE ENTRADA	12:15		
	HORA DE SALIDA	18:15		
1	PESO DE MUESTRA SECA + RECIPIENTE	78.40		
2	PESO DE MUESTRA SECA + RECIPIENTE DESPUÉS DE ENSAYO	76.50		
3	PESO DE RECIPIENTE	37.85		
4	PESO DE MUESTRA INICIAL	40.55		
5	PESO DE MUESTRA FINAL	38.65		
6	CONTENIDO MATERIA ORGANICA	1.90		
7	% MATERIA ORGÁNICA	4.69		
% DE MATERIA ORGÁNICA :		4.69	%	

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

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

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267870



CALICATA N°03

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erin Clavo Rimarachin
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 20000

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

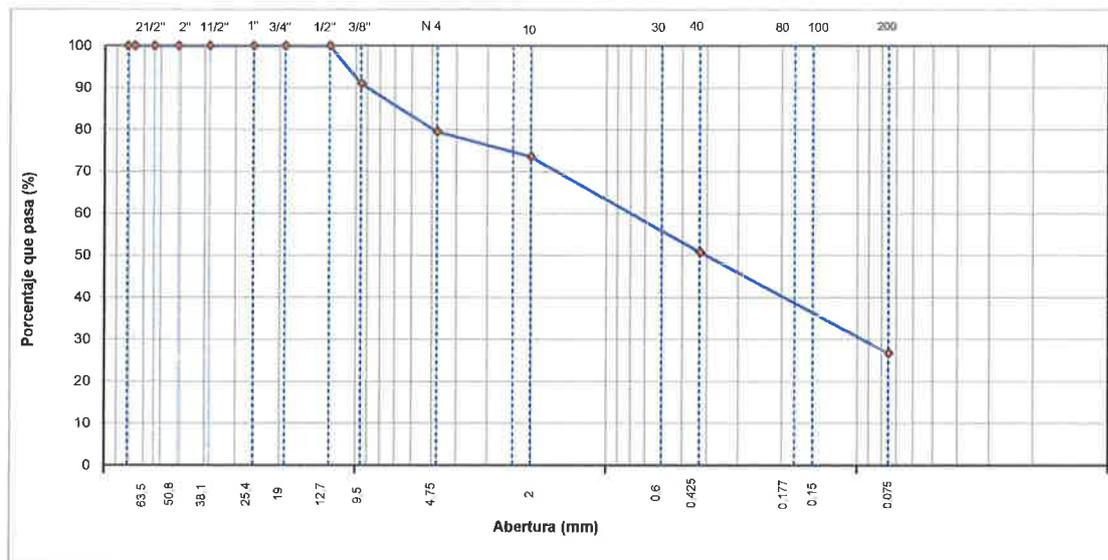
UBICACIÓN :	FRUTILLO, BAMBAMARCA	HECHO POR :	GRR
SOLICITANTE :	TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA	ING. RESP. :	HCR
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	1/09/2022

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	TAMAÑO MÁXIMO :	
CALICATA :	C-3	PESO INICIAL :	800.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCION SECA :	800.0 g
COORDENADAS :	E: 771875.00 N:9262909.00	PROFUND. (M.) :	(0.00 - 1.50 m)

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 20.5%
2"	50.800						% Peso Material <4: 79.5%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL) : 19.4
1"	25.400						Límite Plástico (LP) : 15.7
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP) : 3.78
1/2"	12.700				100.0		Clasificación(SUCS) : SM
3/8"	9.500	72.0	9.0	9.0	91.0		Clasific (AASHTO) : A-2-4 (0)
Nº 4	4.750	92.0	11.5	20.5	79.5		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	59.0	5.9	26.4	73.6		Contenido de Humedad (%) : 7.36
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Líquidez :
Nº 40	0.425	230.00	22.9	49.2	50.8		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	158.30	15.7	65.0	35.0		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	83.40	8.3	73.2	26.8		
< Nº 200	FONDO	269.30	26.8	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.





LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO (NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
UBICACIÓN	FRUTILLO, BAMBAMARCA	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	(0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 1-sep.-22

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL	: EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	CALICATA	: C-3
CALICATA	: C-3	MUESTRA	: M-1
COORDENADAS	: E: 771875.00 N:9262909.00	PROF. (M.)	: (0.00 - 1.50 m)

MUESTRA	1			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	1560.0			
PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	1453.0			
PESO DE CAPSULA (gr.)	0.0			
PESO DEL AGUA	107.0			
PESO DE SUELO SECO	1453.0			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	7.36			

PROMEDIO % DE HUMEDAD : 7.4

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erwin Clavo Rimarachi
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erwin Clavo Rimarachi
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 207079



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

LIMITES DE CONSISTENCIA

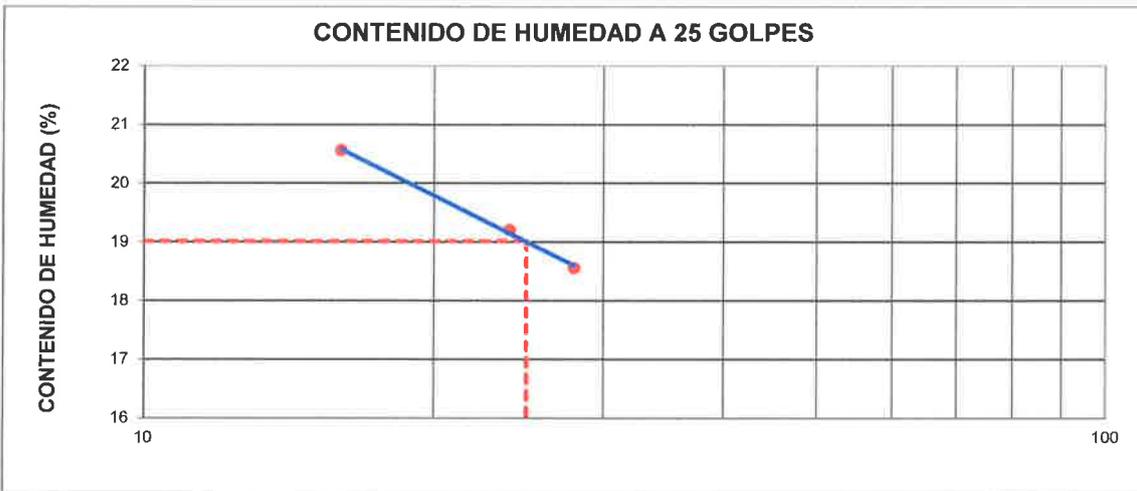
(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
UBICACIÓN	FRUTILLO, BAMBAMARCA	HECHO POR	G.R.R
SOLICITANTE	TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA	ING. RESP.	H.C.R
ESTRATO	(0.00 - 1.50 m)	FECHA	1-sep.-22

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	CALICATA	C-3
CALICATA	C-3	MUESTRA	M-1
COORDENADAS	E: 771875.00 N:9262909.00	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50 m)

LIMITE LIQUIDO					
Nº TARRO		9	10	11	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		55.31	55.42	55.98	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		50.02	49.93	50.10	
PESO DE AGUA (g)		5.29	5.49	5.88	
PESO DEL TARRO (g)		21.52	21.35	21.52	
PESO DEL SUELO SECO (g)		28.50	28.58	28.58	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		18.56	19.21	20.57	19.45
NUMERO DE GOLPES		28	24	16	22.67

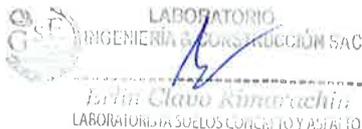
LIMITE PLASTICO					
Nº TARRO		1	2		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		24.36	24.18		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		23.24	23.14		
PESO DE AGUA (g)		1.12	1.04		
PESO DEL TARRO (g)		16.25	16.35		
PESO DEL SUELO SECO (g)		6.99	6.79		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		16.02	15.32	15.67	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	19.4
LIMITE PLASTICO	15.7
INDICE DE PLASTICIDAD	3.78

Observaciones:

LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.





LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

ENSAYO PROCTOR ESTANDAR

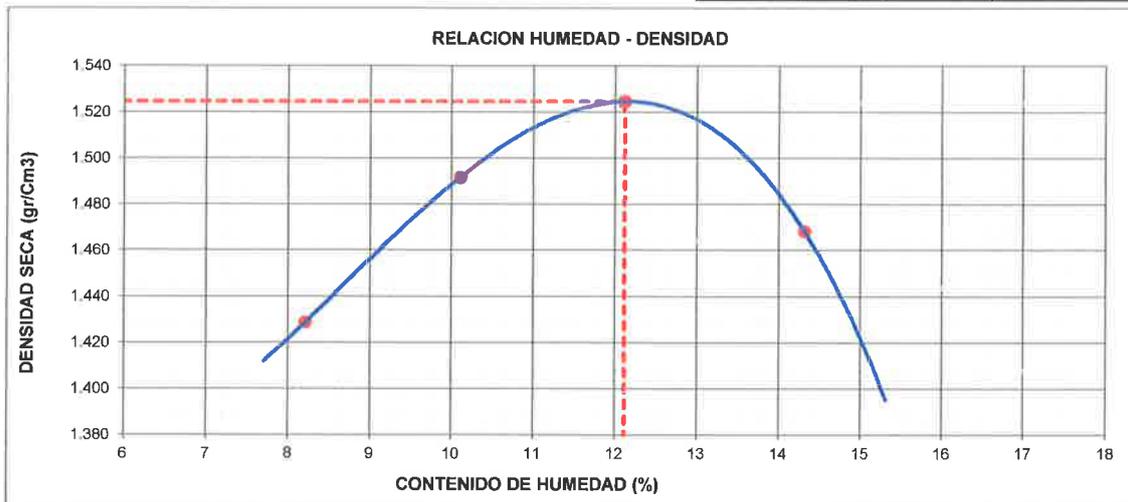
(MTC E - 115, ASTM D-698, AASHTO - T-180)

UBICACIÓN :	FRUTILLO, BAMBAMARCA	HECHO POR :	G.R.R
SOLICITANTE :	TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	(0.00 - 1.50 m)	FECHA :	1-sep -2022

MATERIAL :	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	MUESTRA :	M-1
CALICATA :	C-3	PROFUNDIDAD :	(0.00 - 1.50 m)
COORDENADA :	E: 771875.00 N:9262909.00		

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	5351	5442	5505	5476	
Peso molde	gr	3893	3893	3893	3893	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1458	1549	1612	1583	
Volumen del molde	cm ³	943	943	943	943	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.55	1.64	1.71	1.68	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	635.0	600.0	620.0	650.0	
Peso del suelo seco + tara	gr	586.8	544.9	553.0	568.6	
Tara	gr					
Peso de agua	gr	48.2	55.1	67.0	81.4	
Peso del suelo seco	gr	586.8	544.9	553.0	568.6	
Contenido de agua	%	8.21	10.11	12.12	14.32	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.429	1.492	1.525	1.468	
						Densidad máxima (gr/cm³)
						Humedad óptima (%)
						1.525
						12.12



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN SAC
Erin Clavo Nimarachi
 LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S...
Geremias Nimarachi Nimarachi
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O. N° 22722



ENSAYO DE SALES SOLUBLES Y MATERIA ORGANICA



DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD



ENSAYOS DE LABORATORIO SUELOS Y PAVIMENTOS

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS
(NTP 339.152)

SOLICITANTE : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA
MATERIAL : ARENA LIMOSA
CALICATA : C-03
MUESTRA : M-1
UBICACIÓN : FRUTILLO, BAMBAMARCA

HECHO POR: E.C.R
REVISADO POR: G.R.R
FECHA: 01-09-22

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	IDENTIFICACION				Promedio
	1				
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres	100.25				
(2) Peso Tarro + agua + sal	145.15				
(3) Peso Tarro Seco + sal	100.27				
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.02				
(5) Peso de Agua (2-3)	44.90				
(6) Porcentaje de Sal	0.04 %				

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
M
 Berni Clava Jamarachin
 LABORATORISTA SUELOS, CEMENTO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Quiji
 Berni Clava Jamarachin
 INGENIERO CIVIL



TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".



ENSAYO DE MATERIA ORGANICA
(NORMA MTC E - 118, AASTHO T267)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

UBICACIÓN	FRUTILLO, BAMBAMARCA	HECHO POR	G.R.R
SOLICITANTE	TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA	ING. RESP.	H.C.R
CALICATA :	C-3	FECHA	1/09/2022
PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50 m)		

DATOS DE ENSAYO

	N° DE ENSAYO	1		
	HORA DE ENTRADA	09:35		
	HORA DE SALIDA	11:35		
	HORA DE ENTRADA	12:35		
	HORA DE SALIDA	18:35		
1	PESO DE MUESTRA SECA + RECIPIENTE	79.34		
2	PESO DE MUESTRA SECA + RECIPIENTE DESPUÉS DE ENSAYO	77.74		
3	PESO DE RECIPIENTE	37.85		
4	PESO DE MUESTRA INICIAL	41.49		
5	PESO DE MUESTRA FINAL	39.89		
6	CONTENIDO MATERIA ORGANICA	1.60		
7	% MATERIA ORGÁNICA	3.86		
% DE MATERIA ORGÁNICA :		3.86	%	

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Jose Darwin Ticlla Garcia
Cecilia Clark Rimaruchin
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Jose Darwin Ticlla Garcia
Cecilia Clark Rimaruchin
INGENIERO CIVIL

Anexo H. Resultado de ensayos en los adobes

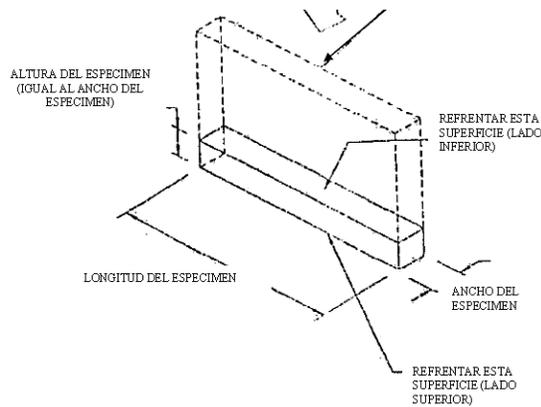


INFORME MÉTODO DE PRUEBA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA NTP 399.613:2017	Código	AE-FO-182
	Versión	01
	Página	1 de 1

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".
SOLICITANTE : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA **REALIZADO POR:** Solicitante
ATENCIÓN : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA **REVISADO POR:** G.R.R
UBICACIÓN : TÚNEL CONCHANO, CHOTA **FECHA DE ENSAYO:** 28/10/2022
FECHA DE EMISIÓN : 28/10/22 **TURNO:** Diurno
MATERIAL
Tipo de muestra : DISEÑO N°01 (N° MUESTRAS 6 UNIDADES)
Presentación : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

VARIACION DIMENSIONAL- ADOBE TRADICIONAL - DISEÑO N°01
NTP 331.017.

IDENTIFICACIÓN	ESP.	Largo (mm)			Ancho (mm)			Alto (mm)		
		Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)
ADOBES - DISEÑO N°01	N° 01	290.50	0.10	0.10	140.25	0.10	0.10	90.20	0.21	0.00
ADOBES - DISEÑO N°01	N° 02	290.05	0.20	0.05	139.95	0.20	0.01	90.50	0.52	0.10
ADOBES - DISEÑO N°01	N° 03	290.20	0.50	0.20	139.90	0.05	0.50	90.25	0.10	0.20
ADOBES - DISEÑO N°01	N° 04	290.52	0.30	0.30	140.50	0.20	0.02	90.36	0.20	0.50
ADOBES - DISEÑO N°01	N° 05	290.36	0.20	0.08	140.25	0.06	0.05	90.42	0.01	0.20
ADOBES - DISEÑO N°01	N° 06	290.50	0.05	0.20	140.20	0.04	0.20	90.52	0.20	0.00



OBSERVACIONES:

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

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

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

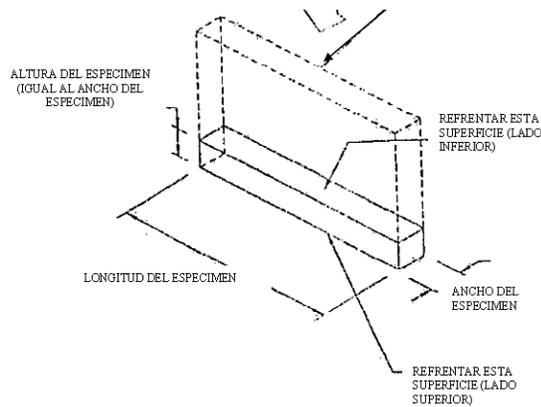


INFORME	Código	AE-FO-182
MÉTODO DE PRUEBA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA NTP 399.613:2017	Versión	01
	Página	1 de 1

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".
SOLICITANTE : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA REALIZADO POR: Solicitante
ATENCIÓN : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA REVISADO POR: G.R.R
UBICACIÓN : TÚNEL CONCHANO, CHOTA FECHA DE ENSAYO: 30/10/2022
FECHA DE EMISIÓN : 28/10/22 TURNO: Diurno
MATERIAL
 Tipo de muestra : DISEÑO N°02 (N° MUESTRAS 6 UNIDADES)
 Presentación : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

**VARIACION DIMENSIONAL- ADOBE TRADICIONAL - DISEÑO N°02
NTP 331.017.**

IDENTIFICACIÓN	ESP.	Largo (mm)			Ancho (mm)			Alto (mm)		
		Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)
ADOBES - DISEÑO N°02	N° 01	290.32	0.10	0.05	140.20	0.05	0.10	90.20	0.05	0.10
ADOBES - DISEÑO N°02	N° 02	290.20	0.05	0.10	140.32	0.02	0.20	90.30	0.10	0.20
ADOBES - DISEÑO N°02	N° 03	290.40	0.20	0.20	140.20	0.10	0.20	90.10	0.20	0.10
ADOBES - DISEÑO N°02	N° 04	290.50	0.04	0.05	140.50	0.10	0.00	90.20	0.10	0.05
ADOBES - DISEÑO N°02	N° 05	290.30	0.10	0.04	140.30	0.00	0.30	90.00	0.05	0.04
ADOBES - DISEÑO N°02	N° 06	290.10	0.20	0.05	140.50	0.02	0.05	90.10	0.02	0.10



OBSERVACIONES:

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

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: Erín Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: Geremías Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870	Nombre y firma:

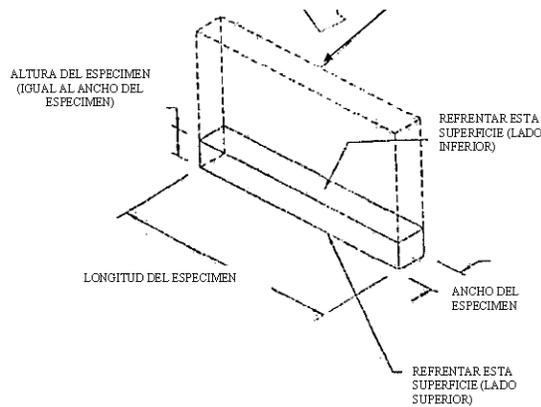


INFORME MÉTODO DE PRUEBA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA NTP 399.613:2017	Código	AE-FO-182
	Versión	01
	Página	1 de 1

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".
SOLICITANTE : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA **REALIZADO POR:** Solicitante
ATENCIÓN : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA **REVISADO POR:** G.R.R
UBICACIÓN : TÚNEL CONCHANO, CHOTA **FECHA DE ENSAYO:** 2/11/2022
FECHA DE EMISIÓN : 28/10/22 **TURNO:** Diurno
MATERIAL
Tipo de muestra : DISEÑO N°03 (N° MUESTRAS 6 UNIDADES)
Presentación : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

VARIACION DIMENSIONAL- ADOBE TRADICIONAL - DISEÑO N°03
NTP 331.017.

IDENTIFICACIÓN	ESP.	Largo (mm)			Ancho (mm)			Alto (mm)		
		Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)
ADOBES - DISEÑO N°03	N° 01	290.20	0.20	0.04	140.30	0.10	0.05	90.10	0.01	0.00
ADOBES - DISEÑO N°03	N° 02	290.40	0.10	0.05	140.20	0.20	0.01	90.20	0.10	0.20
ADOBES - DISEÑO N°03	N° 03	290.30	0.20	0.10	140.00	0.05	0.05	90.20	0.50	0.01
ADOBES - DISEÑO N°03	N° 04	290.00	0.03	0.10	140.20	0.04	0.10	90.10	0.05	0.05
ADOBES - DISEÑO N°03	N° 05	290.10	0.05	0.00	140.10	0.10	0.20	90.50	0.10	0.20
ADOBES - DISEÑO N°03	N° 06	290.20	0.20	0.20	140.20	0.10	0.30	90.10	0.20	0.30



OBSERVACIONES:

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

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

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

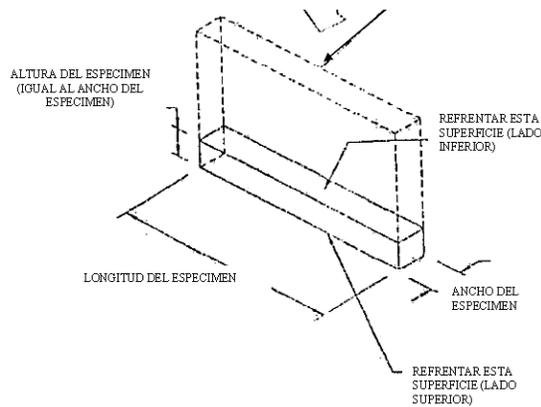


INFORME	Código	AE-FO-182
MÉTODO DE PRUEBA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA NTP 399.613:2017	Versión	01
	Página	1 de 1

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".
SOLICITANTE : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA REALIZADO POR: Solicitante
ATENCIÓN : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA REVISADO POR: G.R.R
UBICACIÓN : TÚNEL CONCHANO, CHOTA FECHA DE ENSAYO: 4/11/2022
FECHA DE EMISIÓN : 28/10/22 TURNO: Diurno
MATERIAL
 Tipo de muestra : DISEÑO N°04 (N° MUESTRAS 6 UNIDADES)
 Presentación : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

**VARIACION DIMENSIONAL- ADOBE TRADICIONAL - DISEÑO N°04
NTP 331.017.**

IDENTIFICACIÓN	ESP.	Largo (mm)			Ancho (mm)			Alto (mm)		
		Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)
ADOBES - DISEÑO N°04	N° 01	290.32	0.10	0.10	140.25	0.10	0.02	90.20	0.10	0.10
ADOBES - DISEÑO N°04	N° 02	290.10	0.20	0.05	140.20	0.20	0.50	90.10	0.20	0.20
ADOBES - DISEÑO N°04	N° 03	290.20	0.10	0.10	140.50	0.30	0.10	90.20	0.30	0.30
ADOBES - DISEÑO N°04	N° 04	290.10	0.05	0.20	140.30	0.10	0.20	90.30	0.05	0.20
ADOBES - DISEÑO N°04	N° 05	290.30	0.10	0.30	140.10	0.20	0.30	90.20	0.20	0.04
ADOBES - DISEÑO N°04	N° 06	290.40	0.20	0.10	140.20	0.50	0.40	90.30	0.50	0.02



OBSERVACIONES:

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

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

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

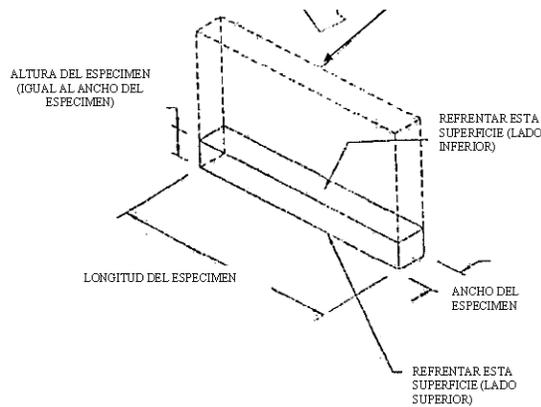


INFORME	Código	AE-FO-182
MÉTODO DE PRUEBA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA NTP 399.613:2017	Versión	01
	Página	1 de 1

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".
SOLICITANTE : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA REALIZADO POR: Solicitante
ATENCIÓN : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA REVISADO POR: G.R.R
UBICACIÓN : TÚNEL CONCHANO, CHOTA FECHA DE ENSAYO: 6/11/2022
FECHA DE EMISIÓN : 28/10/22 TURNO: Diurno
MATERIAL
 Tipo de muestra : DISEÑO N°05 (N° MUESTRAS 6 UNIDADES)
 Presentación : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

**VARIACION DIMENSIONAL- ADOBE TRADICIONAL - DISEÑO N°05
NTP 331.017.**

IDENTIFICACIÓN	ESP.	Largo (mm)			Ancho (mm)			Alto (mm)		
		Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)
ADOBES - DISEÑO N°05	N° 01	290.32	0.20	0.10	140.21	0.10	0.05	90.20	0.10	0.10
ADOBES - DISEÑO N°05	N° 02	290.10	0.10	0.20	140.25	0.20	0.20	90.10	0.20	0.10
ADOBES - DISEÑO N°05	N° 03	290.20	0.10	0.30	140.30	0.30	0.10	90.10	0.10	0.05
ADOBES - DISEÑO N°05	N° 04	290.10	0.20	0.20	140.50	0.20	0.05	90.20	0.50	0.10
ADOBES - DISEÑO N°05	N° 05	290.30	0.30	0.40	140.20	0.10	0.04	90.30	0.20	0.20
ADOBES - DISEÑO N°05	N° 06	290.10	0.20	0.50	140.30	0.20	0.02	90.10	0.30	0.40



OBSERVACIONES:

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

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

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

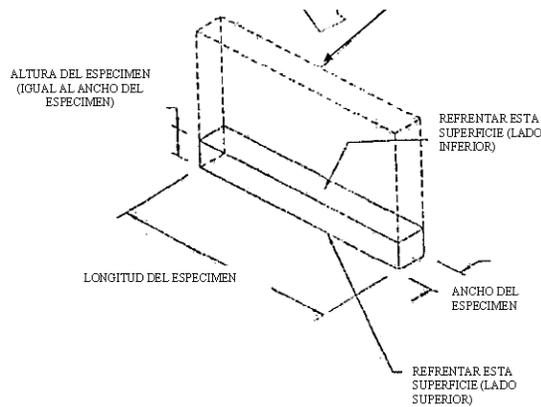


INFORME	Código	AE-FO-182
MÉTODO DE PRUEBA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA NTP 399.613:2017	Versión	01
	Página	1 de 1

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".
SOLICITANTE : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA **REALIZADO POR:** Solicitante
ATENCIÓN : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA **REVISADO POR:** G.R.R
UBICACIÓN : TÚNEL CONCHANO, CHOTA **FECHA DE ENSAYO:** 8/11/2022
FECHA DE EMISIÓN : 28/10/22 **TURNO:** Diurno
MATERIAL
 Tipo de muestra : DISEÑO N°06 (N° MUESTRAS 6 UNIDADES)
 Presentación : UNIDAD DE ALBAÑILERIA

**VARIACION DIMENSIONAL- ADOBE TRADICIONAL - DISEÑO N°06
NTP 331.017.**

IDENTIFICACIÓN	ESP.	Largo (mm)			Ancho (mm)			Alto (mm)		
		Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)
ADOBES - DISEÑO N°06	N° 01	290.30	0.10	0.02	140.20	0.10	0.01	90.32	0.10	0.20
ADOBES - DISEÑO N°06	N° 02	290.10	0.20	0.05	140.10	0.20	0.02	90.25	0.02	0.10
ADOBES - DISEÑO N°06	N° 03	290.10	0.10	0.01	140.20	0.30	0.05	90.10	0.05	0.05
ADOBES - DISEÑO N°06	N° 04	290.20	0.05	0.05	140.10	0.20	0.10	90.20	0.10	0.01
ADOBES - DISEÑO N°06	N° 05	290.30	0.10	0.01	140.20	0.05	0.02	90.30	0.02	0.20
ADOBES - DISEÑO N°06	N° 06	290.10	0.05	0.02	140.50	0.10	0.20	90.20	0.05	0.01



OBSERVACIONES:

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

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

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

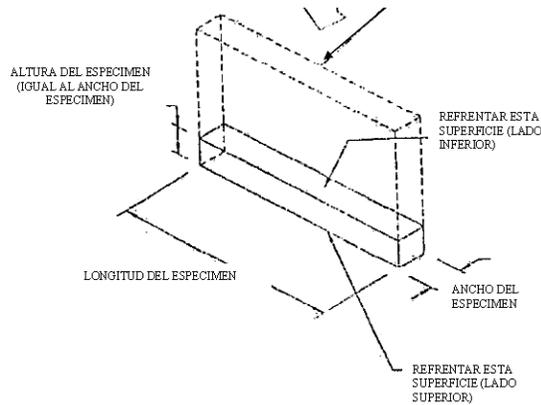


INFORME	Código	AE-FO-182
MÉTODO DE PRUEBA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA NTP 399.613:2017	Versión	01
	Página	1 de 1

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".
SOLICITANTE : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA REALIZADO POR: Solicitante
ATENCIÓN : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA REVISADO POR: G.R.R
UBICACIÓN : TÚNEL CONCHANO, CHOTA FECHA DE ENSAYO: 10/11/2022
FECHA DE EMISIÓN : 28/10/22 TURNO: Diurno
MATERIAL
 Tipo de muestra : DISEÑO N°07 (N° MUESTRAS 6 UNIDADES)
 Presentación : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

**VARIACION DIMENSIONAL- ADOBE TRADICIONAL - DISEÑO N°07
NTP 331.017.**

IDENTIFICACIÓN	ESP.	Largo (mm)			Ancho (mm)			Alto (mm)		
		Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)
ADOBES - DISEÑO N°07	N° 01	290.30	0.10	0.01	140.20	0.10	0.02	90.10	0.10	0.04
ADOBES - DISEÑO N°07	N° 02	290.10	0.20	0.02	140.30	0.05	0.05	90.20	0.05	0.05
ADOBES - DISEÑO N°07	N° 03	290.20	0.30	0.30	140.10	0.01	0.30	90.30	0.10	0.10
ADOBES - DISEÑO N°07	N° 04	290.05	0.20	0.10	140.20	0.20	0.01	90.10	0.05	0.20
ADOBES - DISEÑO N°07	N° 05	290.32	0.02	0.20	140.10	0.10	0.50	90.20	0.02	0.30
ADOBES - DISEÑO N°07	N° 06	290.20	0.10	0.10	140.30	0.05	0.05	90.10	0.01	0.04



OBSERVACIONES:

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

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

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

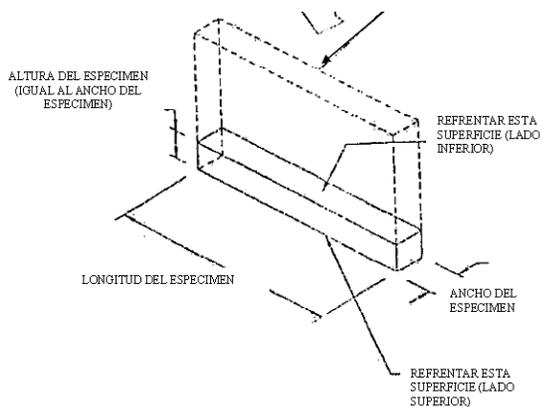


INFORME	Código	AE-FO-182
MÉTODO DE PRUEBA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA NTP 399.613:2017	Versión	01
	Página	1 de 1

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".
SOLICITANTE : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA **REALIZADO POR:** Solicitante
ATENCIÓN : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA **REVISADO POR:** G.R.R
UBICACIÓN : TÚNEL CONCHANO, CHOTA **FECHA DE ENSAYO:** 12/11/2022
FECHA DE EMISIÓN : 28/10/22 **TURNO:** Diurno
MATERIAL
 Tipo de muestra : DISEÑO N°08 (N° MUESTRAS 6 UNIDADES)
 Presentación : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

**VARIACION DIMENSIONAL- ADOBE TRADICIONAL - DISEÑO N°08
NTP 331.017.**

IDENTIFICACIÓN	ESP.	Largo (mm)			Ancho (mm)			Alto (mm)		
		Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)
ADOBES - DISEÑO N°08	N° 01	290.20	0.20	0.05	140.20	0.02	0.02	90.20	0.20	0.10
ADOBES - DISEÑO N°08	N° 02	290.10	0.01	0.10	140.05	0.05	0.30	90.10	0.10	0.05
ADOBES - DISEÑO N°08	N° 03	290.10	0.50	0.20	140.10	0.20	0.20	90.30	0.30	0.20
ADOBES - DISEÑO N°08	N° 04	290.20	0.02	0.02	140.20	0.10	0.10	90.20	0.20	0.05
ADOBES - DISEÑO N°08	N° 05	290.30	0.03	0.05	140.10	0.04	0.20	90.15	0.04	0.01
ADOBES - DISEÑO N°08	N° 06	290.10	0.04	0.01	140.30	0.10	0.05	90.20	0.50	0.05



OBSERVACIONES:

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

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

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



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

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".
SOLICITANTE : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA
ATENCIÓN : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA
UBICACIÓN : TÚNEL CONCHANO, CHOTA
FECHA DE EMISIÓN : 28/10/2022
MATERIAL :
 Tipo de muestra : DISEÑOS (N° MUESTRAS 6 UNIDADES)
 Presentación : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

Muestreado por : Solicitante
Ensayado por : G.R.R
Fecha de Ensayo: 28/10/2022
Turno: Diurno

DENOMINACIÓN	DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		MUESTRA 5		MUESTRA 6		MÁXIMO OBTENID O mm	TOLERANCIA
		CONCAVO	CONVEXO												
ADOBES - DISEÑO N°01	SUPERFICIE	2.0	1.3	1.8	2.0	2.1	0.5	2.3	2.4	1.1	2.2	2.0	1.0	2.4	Máximo 4 mm
	BORDE	2.0	1.5	2.0	1.2	2.2	2.0	1.0	1.2	0.5	1.0	1.2	1.3	2.2	Máximo 4 mm

DENOMINACIÓN	DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		MUESTRA 5		MUESTRA 6		MÁXIMO OBTENID O mm	TOLERANCIA
		CONCAVO	CONVEXO												
ADOBES - DISEÑO N°02	SUPERFICIE	1.2	2.0	1.9	1.2	1.3	1.0	1.5	2.0	1.0	2.1	2.0	1.0	2.1	Máximo 4 mm
	BORDE	0.5	0.2	0.1	0.0	1.0	1.2	1.5	2.0	1.0	2.2	2.3	2.0	2.3	Máximo 4 mm

DENOMINACIÓN	DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		MUESTRA 5		MUESTRA 6		MÁXIMO OBTENID O mm	TOLERANCIA
		CONCAVO	CONVEXO												
ADOBES - DISEÑO N°03	SUPERFICIE	2.2	1.2	2.0	1.0	0.5	1.1	1.2	1.0	1.0	1.2	2.0	1.1	2.2	Máximo 4 mm
	BORDE	2.0	1.0	1.2	1.3	2.0	1.2	1.4	2.0	2.0	2.2	2.3	1.0	2.3	Máximo 4 mm

DENOMINACIÓN	DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		MUESTRA 5		MUESTRA 6		MÁXIMO OBTENID O mm	TOLERANCIA
		CONCAVO	CONVEXO												
ADOBES - DISEÑO N°04	SUPERFICIE	1.2	1.5	1.0	2.0	2.2	2.3	1.5	2.1	2.2	2.4	2.0	2.1	2.4	Máximo 4 mm
	BORDE	1.5	2.0	2.2	1.9	2.0	1.0	1.5	2.0	2.3	1.7	2.0	2.2	2.3	Máximo 4 mm

DENOMINACIÓN	DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		MUESTRA 5		MUESTRA 6		MÁXIMO OBTENID O mm	TOLERANCIA
		CONCAVO	CONVEXO												
ADOBES - DISEÑO N°05	SUPERFICIE	2.0	1.6	2.1	2.2	2.3	2.4	1.2	2.2	2.4	2.0	1.0	1.5	2.4	Máximo 4 mm
	BORDE	1.2	2.0	1.4	2.2	2.3	2.5	1.3	1.5	3.0	2.2	2.5	2.4	3.0	Máximo 4 mm

DENOMINACIÓN	DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		MUESTRA 5		MUESTRA 6		MÁXIMO OBTENID O mm	TOLERANCIA
		CONCAVO	CONVEXO												
ADOBES - DISEÑO N°06	SUPERFICIE	1.2	1.5	2.0	2.2	2.3	2.5	2.4	2.0	1.2	1.5	2.0	1.2	2.5	Máximo 4 mm
	BORDE	2.0	1.5	2.0	2.0	1.0	0.5	1.0	1.2	2.0	2.1	1.0	2.2	2.2	Máximo 4 mm

DENOMINACIÓN	DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		MUESTRA 5		MUESTRA 6		MÁXIMO OBTENID O mm	TOLERANCIA
		CONCAVO	CONVEXO												
ADOBES - DISEÑO N°07	SUPERFICIE	1.2	1.5	1.3	2.0	1.4	2.0	2.5	2.4	2.1	1.0	0.5	1.5	2.5	Máximo 4 mm
	BORDE	1.0	1.2	2.3	1.0	0.5	1.0	1.2	1.4	1.5	2.0	1.0	2.0	2.3	Máximo 4 mm

DENOMINACIÓN	DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		MUESTRA 5		MUESTRA 6		MÁXIMO OBTENID O mm	TOLERANCIA
		CONCAVO	CONVEXO												
ADOBES - DISEÑO N°08	SUPERFICIE	1.5	1.2	1.5	2.0	1.0	1.5	1.2	1.4	2.0	1.0	2.0	2.1	2.1	Máximo 4 mm
	BORDE	1.2	1.5	0.5	0.3	1.2	1.5	1.3	1.4	1.5	1.5	1.3	1.4	1.5	Máximo 4 mm

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM

Nombre y firma:



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

JEFE LEM

Nombre y firma:



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

COC - LEM

Nombre y firma:

	INFORME	Código	AE-FO-78
	DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - ADOBES	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCÍA
 Atención : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCÍA
 Ubicación de Proyecto : TÚNEL CONCHANO, CHOTA
 Material : DISEÑO N°01 (6 UNIDADES)

Muestreado por : Solicitante
 Ensayado por : G.R.R
 Fecha de Ensayo: 29/10/2022
 Turno: Diurno

Tipo de muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA
 Procedencia : ELABORACIÓN PROPIA

DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - ADOBES POR CAPILARIDAD EN (5 mm) SUMERGIDO EN 10 MINUTOS +-2							
DATOS		1	2	3	4	5	6
1	Peso de la muestra sss (g)	8140	8025	8135	8054	8124	8095
3	Peso de la muestra secada al horno (g)	7635	7578	7703	7576	7613	7636

RESULTADOS		1	1	1	1	1	1	PROMEDIO
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		6.6	5.9	5.6	6.3	6.7	6.0	6.2

GSE LABORATORIO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN SAC

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

	INFORME	Código	AE-FO-78
	DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - ADOBES	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCÍA
 Atención : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCÍA
 Ubicación de Proyecto : TÚNEL CONCHANO, CHOTA
 Material : DISEÑO N°02 (6 UNIDADES)

Muestreado por : Solicitante
 Ensayado por : G.R.R
 Fecha de Ensayo: 30/10/2022
 Turno: Diurno

Tipo de muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA
 Procedencia : ELABORACIÓN PROPIA

DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - ADOBES POR CAPILARIDAD EN (5 mm) SUMERGIDO EN 10 MINUTOS +-2							
DATOS		1	2	3	4	5	6
1	Peso de la muestra sss (g)	8052	8121	8205	8095	8121	8085
3	Peso de la muestra secada al horno (g)	7234	7319	7371	7302	7276	7296

RESULTADOS		1	1	1	1	1	1	PROMEDIO
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		11.3	11.0	11.3	10.9	11.6	10.8	11.1

GSE LABORATORIO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
 <p style="text-align: center;"> LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin <small>LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO</small> </p>	 <p style="text-align: center;"> LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin <small>INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870</small> </p>	

	INFORME	Código	AE-FO-78
	DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - ADOBES	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA
 Atención : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA
 Ubicación de Proyecto : TÚNEL CONCHANO, CHOTA
 Material : DISEÑO N°03 (6 UNIDADES)

Muestreado por : Solicitante
 Ensayado por : G.R.R
 Fecha de Ensayo: 2/11/2022
 Turno: Diurno

Tipo de muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA
 Procedencia : ELABORACIÓN PROPIA

DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - ADOBES POR CAPILARIDAD EN (5 mm) SUMERGIDO EN 10 MINUTOS +-2							
DATOS		1	2	3	4	5	6
1	Peso de la muestra sss (g)	8025	8065	8105	8235	8052	8120
3	Peso de la muestra secada al horno (g)	7599	7585	7562	7746	7532	7585

RESULTADOS		1	1	1	1	1	1	PROMEDIO
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		5.6	6.3	7.2	6.3	6.9	7.1	6.6

GSE LABORATORIO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:  Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267820	Nombre y firma:

	INFORME	Código	AE-FO-78
	DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - ADOBES	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCÍA
 Atención : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCÍA
 Ubicación de Proyecto : TÚNEL CONCHANO, CHOTA
 Material : DISEÑO N°04 (6 UNIDADES)

Muestreado por : Solicitante
 Ensayado por : G.R.R
 Fecha de Ensayo: 4/11/2022
 Turno: Diurno

Tipo de muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA
 Procedencia : ELABORACIÓN PROPIA

DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - ADOBES POR CAPILARIDAD EN (5 mm) SUMERGIDO EN 10 MINUTOS +-2							
DATOS		1	2	3	4	5	6
1	Peso de la muestra sss (g)	8025	8032	8041	8052	8062	8075
3	Peso de la muestra secada al horno (g)	7528	7536	7585	7545	7565	7552

RESULTADOS		1	1	1	1	1	1	PROMEDIO
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		6.6	6.6	6.0	6.7	6.6	6.9	6.6

GSE LABORATORIO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  <p style="text-align: center;"> LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin <small>LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO</small> </p>	Nombre y firma:  <p style="text-align: center;"> LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin <small>INGENIERO CIVIL</small> <small>Reg. CIP N° 267870</small> </p>	Nombre y firma:

	INFORME	Código	AE-FO-78
	DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - ADOBES	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCÍA
 Atención : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCÍA
 Ubicación de Proyecto : TÚNEL CONCHANO, CHOTA
 Material : DISEÑO N°05 (6 UNIDADES)

Muestreado por : Solicitante
 Ensayado por : G.R.R
 Fecha de Ensayo: 6/11/2022
 Turno: Diurno

Tipo de muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA
 Procedencia : ELABORACIÓN PROPIA

DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - ADOBES POR CAPILARIDAD EN (5 mm) SUMERGIDO EN 10 MINUTOS +-2							
DATOS		1	2	3	4	5	6
1	Peso de la muestra sss (g)	8352	8295	8265	8325	8252	8265
3	Peso de la muestra secada al horno (g)	7719	7685	7635	7695	7632	7685

RESULTADOS		1	1	1	1	1	1	PROMEDIO
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		8.2	7.9	8.3	8.2	8.1	7.5	8.0

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

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

	INFORME	Código	AE-FO-78
	DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - ADOBES	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Solicitante	: TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCÍA	Muestreado por	: Solicitante
Atención	: TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCÍA	Ensayado por	: G.R.R
Ubicación de Proyecto	: TÚNEL CONCHANO, CHOTA	Fecha de Ensayo	: 8/11/2022
Material	: DISEÑO N°06 (6 UNIDADES)	Turno	: Diurno

Tipo de muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA
 Procedencia : ELABORACIÓN PROPIA

DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - ADOBES POR CAPILARIDAD EN (5 mm) SUMERGIDO EN 10 MINUTOS +-2								
DATOS		1	2	3	4	5	6	
1	Peso de la muestra sss (g)	8052	8032	8085	8065	8021	8095	
3	Peso de la muestra secada al horno (g)	7668	7625	7655	7632	7645	7675	
RESULTADOS		1	1	1	1	1	1	PROMEDIO
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		5.0	5.3	5.6	5.7	4.9	5.5	5.3

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

	INFORME	Código	AE-FO-78
	DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - ADOBES	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCÍA
 Atención : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCÍA
 Ubicación de Proyecto : TÚNEL CONCHANO, CHOTA
 Material : DISEÑO N°07 (6 UNIDADES)

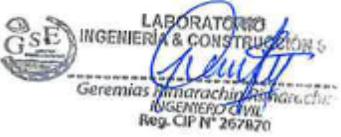
Muestreado por : Solicitante
 Ensayado por : G.R.R
 Fecha de Ensayo: 10/11/2022
 Turno: Diurno

Tipo de muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA
 Procedencia : ELABORACIÓN PROPIA

DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - ADOBES POR CAPILARIDAD EN (5 mm) SUMERGIDO EN 10 MINUTOS +-2							
DATOS		1	2	3	4	5	6
1	Peso de la muestra sss (g)	8252	8325	8241	8152	8285	8205
3	Peso de la muestra secada al horno (g)	7755	7812	7735	7702	7785	7752

RESULTADOS		1	1	1	1	1	1	PROMEDIO
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		6.4	6.6	6.5	5.8	6.4	5.8	6.3

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  <p style="text-align: center;"> LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin <small>LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO</small> </p>	Nombre y firma:  <p style="text-align: center;"> LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin <small>INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870</small> </p>	Nombre y firma:

	INFORME	Código	AE-FO-78
	DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - ADOBES	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCÍA
 Atención : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCÍA
 Ubicación de Proyecto : TÚNEL CONCHANO, CHOTA
 Material : DISEÑO N°08 (6 UNIDADES)

Muestreado por : Solicitante
 Ensayado por : G.R.R
 Fecha de Ensayo: 12/11/2022
 Turno: Diurno

Tipo de muestra : UNIDAD DE ALBAÑILERÍA
 Procedencia : ELABORACIÓN PROPIA

DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - ADOBES POR CAPILARIDAD EN (5 mm) SUMERGIDO EN 10 MINUTOS +-2							
DATOS		1	2	3	4	5	6
1	Peso de la muestra sss (g)	8052	8185	8235	8147	8295	8165
3	Peso de la muestra secada al horno (g)	7504	7620	7652	7594	7705	7595

RESULTADOS		1	1	1	1	1	1	PROMEDIO
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		7.3	7.4	7.6	7.3	7.7	7.5	7.5

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  <p style="text-align: center;"> LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin <small>LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO</small> </p>	Nombre y firma:  <p style="text-align: center;"> LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin <small>INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870</small> </p>	Nombre y firma:



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

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Ubicación : TÚNEL CONCHANO, CHOTA

Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA

Fecha : 29-10-22

FABRICACIÓN : PROPIA

Tipo de Muestra : DISEÑO N°01 (6 UNIDADES)

TURNO : DIURNO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA MÁX. (kn) W	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO					
1	ADOBE N° 1	5775	29.00	14.2	9.5	412	66.04	6734	16	1.60E+03
2	ADOBE N° 2	5770	29.5	14.0	9.20	413	71.13	7253	18	1.72E+03
3	ADOBE N° 3	5780	29.0	14.2	9.00	412	71.19	7259	18	1.73E+03
4	ADOBE N° 4	5765	29.5	14.3	9.80	422	70.00	7138	17	1.66E+03
5	ADOBE N° 5	5760	29.3	13.9	9.50	407	69.80	7118	17	1.71E+03
6	ADOBE N° 6	5775	29.4	14.0	9.60	410	70.85	7225	18	1.73E+03

PROMEDIO	17.3	1.69E+03
DESV. ESTANDAR	0.5	5.07E+01
f'b	16.7	1.64E+03

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

Dónde: $C = W / A$

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

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

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

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

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



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

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Ubicación : TÚNEL CONCHANO, CHOTA

Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA

Fecha : 30-10-22

FABRICACIÓN : PROPIA

Tipo de Muestra : DISEÑO N°02 (6 UNIDADES)

TURNO : DIURNO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA MÁX. (kn) W	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO					
1	ADOBE N° 1	5855	28.50	14.0	9.2	399	63.16	6440	16	1.58E+03
2	ADOBE N° 2	5810	29.5	14.2	9.50	419	62.94	6418	15	1.50E+03
3	ADOBE N° 3	5895	29.0	14.3	9.50	415	65.19	6647	16	1.57E+03
4	ADOBE N° 4	5860	29.3	14.4	9.30	422	65.32	6661	16	1.55E+03
5	ADOBE N° 5	5840	29.2	14.2	9.40	415	65.45	6674	16	1.58E+03
6	ADOBE N° 6	5830	29.4	14.3	9.50	420	65.85	6715	16	1.57E+03

PROMEDIO	15.9	1.56E+03
DESV. ESTANDAR	0.3	2.99E+01
f'b	15.6	1.53E+03

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

Dónde: $C = W / A$

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

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

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

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



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

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Ubicación : TÚNEL CONCHANO, CHOTA

Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA

Fecha : 02-11-22

FABRICACIÓN : PROPIA

Tipo de Muestra : DISEÑO N°03 (6 UNIDADES)

TURNO : DIURNO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA MÁX. (kn) W	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO					
1	ADOBE N° 1	6005	29.50	14.5	9.5	428	81.14	8274	19	1.90E+03
2	ADOBE N° 2	6895	29.0	14.0	9.30	406	81.06	8266	20	2.00E+03
3	ADOBE N° 3	6035	29.6	13.9	9.80	411	82.78	8441	21	2.01E+03
4	ADOBE N° 4	6050	29.4	14.2	9.50	417	82.30	8392	20	1.97E+03
5	ADOBE N° 5	6040	29.5	14.5	9.40	428	81.60	8321	19	1.91E+03
6	ADOBE N° 6	6036	29.3	14.2	9.50	416	82.40	8402	20	1.98E+03

PROMEDIO	20.0	1.96E+03
DESV. ESTANDAR	0.5	4.75E+01
f'b	19.5	1.91E+03

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

Dónde: $C = W / A$

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

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

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

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:  Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267470	Nombre y firma:



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

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Ubicación : TÚNEL CONCHANO, CHOTA

Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA

Fecha : 02-11-22

FABRICACIÓN : PROPIA

Tipo de Muestra : DISEÑO N°04 (6 UNIDADES)

TURNO : DIURNO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA MÁX. (kn) W	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO					
1	ADOBE N° 1	6070	29.00	14.5	9.3	421	75.29	7677	18	1.79E+03
2	ADOBE N° 2	5960	29.5	14.6	9.50	431	75.60	7709	18	1.76E+03
3	ADOBE N° 3	5995	29.3	14.2	9.00	416	70.52	7191	17	1.69E+03
4	ADOBE N° 4	6050	29.4	14.3	9.20	420	69.52	7089	17	1.65E+03
5	ADOBE N° 5	6065	29.5	14.5	9.50	428	70.52	7191	17	1.65E+03
6	ADOBE N° 6	6085	29.6	14.8	9.30	438	70.85	7225	16	1.62E+03

PROMEDIO	17.3	1.69E+03
DESV. ESTANDAR	0.7	6.73E+01
f'b	16.6	1.63E+03

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

Dónde: $C = W / A$

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

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

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

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:  Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267070	Nombre y firma:



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

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Ubicación : TÚNEL CONCHANO, CHOTA

Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA

Fecha : 07-11-22

FABRICACIÓN : PROPIA

Tipo de Muestra : DISEÑO N°05 (6 UNIDADES)

TURNO : DIURNO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA MÁX. (kn) W	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO					
1	ADOBE N° 1	6030	29.50	14.2	9.5	419	81.13	8273	20	1.94E+03
2	ADOBE N° 2	6050	29.0	14.5	9.00	421	79.79	8136	19	1.90E+03
3	ADOBE N° 3	6070	29.3	14.6	9.30	428	82.82	8445	20	1.94E+03
4	ADOBE N° 4	6080	29.4	14.2	9.40	417	83.20	8484	20	1.99E+03
5	ADOBE N° 5	6050	29.5	14.3	9.50	422	81.52	8313	20	1.93E+03
6	ADOBE N° 6	6065	29.2	14.5	9.20	423	82.60	8423	20	1.95E+03

PROMEDIO	19.8	1.94E+03
DESV. ESTANDAR	0.3	3.10E+01
f'b	19.5	1.91E+03

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

Dónde: $C = W / A$

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

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

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

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



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

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Ubicación : TÚNEL CONCHANO, CHOTA

Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA

Fecha : 08-11-22

FABRICACIÓN : PROPIA

Tipo de Muestra : DISEÑO N°06 (6 UNIDADES)

TURNO : DIURNO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA MÁX. (kn) W	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO					
1	ADOBE N° 1	6070	29.00	14.3	9.0	415	82.16	8378	20	1.98E+03
2	ADOBE N° 2	6145	29.5	14.5	9.20	428	80.55	8214	19	1.88E+03
3	ADOBE N° 3	6150	29.3	14.2	9.50	416	79.74	8131	20	1.92E+03
4	ADOBE N° 4	6185	29.4	14.3	9.35	420	80.65	8224	20	1.92E+03
5	ADOBE N° 5	6065	29.5	14.5	9.52	428	81.52	8313	19	1.91E+03
6	ADOBE N° 6	6135	29.1	14.6	9.65	425	80.52	8211	19	1.90E+03

PROMEDIO	19.5	1.92E+03
DESV. ESTANDAR	0.3	3.43E+01
f'b	19.2	1.88E+03

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

Dónde: $C = W / A$

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

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

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

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	QCQ - LEM
Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarache INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 297870	Nombre y firma:



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

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Ubicación : TÚNEL CONCHANO, CHOTA

Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA

Fecha : 10-11-22

FABRICACIÓN : PROPIA

Tipo de Muestra : DISEÑO N°07 (6 UNIDADES)

TURNO : DIURNO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA MÁX. (kn) W	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO					
1	ADOBE N° 1	5965	29.00	14.2	9.2	412	78.36	7990	19	1.90E+03
2	ADOBE N° 2	6000	29.5	14.5	9.30	428	79.50	8107	19	1.86E+03
3	ADOBE N° 3	6025	29.3	14.3	9.50	419	80.52	8211	20	1.92E+03
4	ADOBE N° 4	6080	29.4	14.0	9.20	410	80.90	8249	20	1.97E+03
5	ADOBE N° 5	6025	29.2	14.0	9.40	409	81.52	8313	20	1.99E+03
6	ADOBE N° 6	6000	29.5	13.8	9.50	407	82.35	8397	21	2.02E+03

PROMEDIO	19.8	1.95E+03
DESV. ESTANDAR	0.6	6.17E+01
f'b	19.2	1.88E+03

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

Dónde: $C = W / A$

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

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

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

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:  Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267070	Nombre y firma:



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

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Ubicación : TÚNEL CONCHANO, CHOTA

Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA

Fecha : 12-11-22

FABRICACIÓN : PROPIA

Tipo de Muestra : DISEÑO N°08 (6 UNIDADES)

TURNO : DIURNO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA MÁX. (kn) W	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO					
1	ADOBE N° 1	6025	29.50	14.0	9.0	413	79.63	8120	20	1.93E+03
2	ADOBE N° 2	6035	29.3	13.5	9.50	396	81.52	8313	21	2.06E+03
3	ADOBE N° 3	6050	29.4	14.0	9.20	412	80.32	8190	20	1.95E+03
4	ADOBE N° 4	6042	29.5	14.2	9.50	419	81.25	8285	20	1.94E+03
5	ADOBE N° 5	6052	29.5	14.3	9.30	422	80.65	8224	19	1.91E+03
6	ADOBE N° 6	6054	29.5	14.5	9.40	428	80.75	8234	19	1.89E+03

PROMEDIO	19.8	1.95E+03
DESV. ESTANDAR	0.6	6.03E+01
f'b	19.2	1.89E+03

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

Dónde: $C = W / A$

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

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

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

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

	INFORME DE ENSAYO	Código	SGC-F-28
	RESISTENCIA A CICLOS DE HUMECTACION/SECADO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	Versión	01

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Ubicación : TÚNEL CONCHANO, CHOTA

Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA

Fecha : 29-10-22

FABRICACIÓN : PROPIA

Tipo de Muestra : DISEÑO N°01 (6 UNIDADES)

TURNO : DIURNO

CONDICIONES DEL ADOBE EN CONSERVACION	DISEÑO N°01							
	ADOBE N°01	ADOBE N°02	ADOBE N°03	ADOBE N°04	ADOBE N°05	ADOBE N°06	ADOBE N°07	ADOBE N°08
MODELO DE GRIETAS ALEATORIO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI
MODELO DE GRIETAS EN ESTRELLA	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI
HINCHAMIENTO LOCAL	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO
PICADO LOCAL EN AL MENOS 5 ZONAS	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
PERDIDA GENERAL O LOCAL DE CAPAS DE SUELO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO
PENETRACION DE AGUA EN MAS DEL 70% DE LA ANCHURA DEL BTC (VISUALMENTE POR EL EXTERIOR)	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI
PERDIDA DE FRAGMENTOS MAYORES A 50MM, EXCEPTO LOS QUE PROVENGAN DE LA PARTE COMPENDIDA ENTRE LOS BORDES Y 50MM HACIA DENTRO.	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
EFLORESCENCIA EN LA SUPERFICIE	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO

OBSERVAC: Los Adobes fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo.
Se ensayaron adobes completos.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:  Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267470	Nombre y firma:

	INFORME DE ENSAYO	Código	SGC-F-28
	RESISTENCIA A CICLOS DE HUMECTACION/SECADO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	Versión	01

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Ubicación : TÚNEL CONCHANO, CHOTA

Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA

Fecha : 1-11-22

FABRICACIÓN : PROPIA

Tipo de Muestra : DISEÑO N°02 (6 UNIDADES)

TURNO : DIURNO

CONDICIONES DEL ADOBE EN CONSERVACION	DISEÑO N°01							
	ADOBE N°01	ADOBE N°02	ADOBE N°03	ADOBE N°04	ADOBE N°05	ADOBE N°06	ADOBE N°07	ADOBE N°08
MODELO DE GRIETAS ALEATORIO	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI	SI
MODELO DE GRIETAS EN ESTRELLA	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO
HINCHAMIENTO LOCAL	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	NO
PICADO LOCAL EN AL MENOS 5 ZONAS	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
PERDIDA GENERAL O LOCAL DE CAPAS DE SUELO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	NO	NO
PENETRACION DE AGUA EN MAS DEL 70% DE LA ANCHURA DEL BTC (VISUALMENTE POR EL EXTERIOR)	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	SI
PERDIDA DE FRAGMENTOS MAYORES A 50MM, EXCEPTO LOS QUE PROVENGAN DE LA PARTE COMPRENDIDA ENTRE LOS BORDES Y 50MM HACIA DENTRO.	NO	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO
EFLORESCENCIA EN LA SUPERFICIE	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO

OBSERVAC: Los Adobes fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo.
Se ensayaron adobes completos.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267470	Nombre y firma:

	INFORME DE ENSAYO		Código	SGC-F-28
	RESISTENCIA A CICLOS DE HUMECTACION/SECADO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA		Versión	01

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Ubicación : TÚNEL CONCHANO, CHOTA

Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA

Fecha : 02-11-22

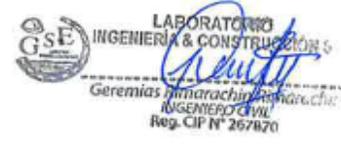
FABRICACIÓN : PROPIA

Tipo de Muestra : DISEÑO N°03 (6 UNIDADES)

TURNO : DIURNO

CONDICIONES DEL ADOBE EN CONSERVACION	DISEÑO N°01							
	ADOBE N°01	ADOBE N°02	ADOBE N°03	ADOBE N°04	ADOBE N°05	ADOBE N°06	ADOBE N°07	ADOBE N°08
MODELO DE GRIETAS ALEATORIO	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI
MODELO DE GRIETAS EN ESTRELLA	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
HINCHAMIENTO LOCAL	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
PICADO LOCAL EN AL MENOS 5 ZONAS	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
PERDIDA GENERAL O LOCAL DE CAPAS DE SUELO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO
PENETRACION DE AGUA EN MAS DEL 70% DE LA ANCHURA DEL BTC (VISUALMENTE POR EL EXTERIOR)	NO	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI
PERDIDA DE FRAGMENTOS MAYORES A 50MM, EXCEPTO LOS QUE PROVENGAN DE LA PARTE COMPENDIDA ENTRE LOS BORDES Y 50MM HCIA DENTRO.	NO	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI
EFLORESCENCIA EN LA SUPERFICIE	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

OBSERVAC: Los Adobes fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo.
Se ensayaron adobes completos.

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



INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A CICLOS DE HUMECTACION/SECADO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	Código	SGC-F-28
	Versión	01

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".
Ubicación : TÚNEL CONCHANO, CHOTA
Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA
Fecha : 05-11-22 **FABRICACIÓN** : PROPIA
Tipo de Muestra : DISEÑO N°04 (6 UNIDADES) **TURNO** : DIURNO

CONDICIONES DEL ADOBE EN CONSERVACION	DISEÑO N°01							
	ADOBE N°01	ADOBE N°02	ADOBE N°03	ADOBE N°04	ADOBE N°05	ADOBE N°06	ADOBE N°07	ADOBE N°08
MODELO DE GRIETAS ALEATORIO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI
MODELO DE GRIETAS EN ESTRELLA	NO	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI
HINCHAMIENTO LOCAL	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO
PICADO LOCAL EN AL MENOS 5 ZONAS	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI
PERDIDA GENERAL O LOCAL DE CAPAS DE SUELO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO
PENETRACION DE AGUA EN MAS DEL 70% DE LA ANCHURA DEL BTC (VISUALMENTE POR EL EXTERIOR)	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
PERDIDA DE FRAGMENTOS MAYORES A 50MM, EXCEPTO LOS QUE PROVENGAN DE LA PARTE COMPENDIDA ENTRE LOS BORDES Y 50MM HCIA DENTRO.	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	SI
EFLORESCENCIA EN LA SUPERFICIE	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

OBSERVAC: Los Adobes fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo.
 Se ensayaron adobes completos.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  <p style="text-align: center;"> LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin <small>LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO</small> </p>	Nombre y firma:  <p style="text-align: center;"> LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin <small>INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267470</small> </p>	Nombre y firma:



INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A CICLOS DE HUMECTACION/SECADO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	Código	SGC-F-28
	Versión	01

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".
Ubicación : TÚNEL CONCHANO, CHOTA
Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA
Fecha : 07-11-22 **FABRICACIÓN** : PROPIA
Tipo de Muestra : DISEÑO N°05 (6 UNIDADES) **TURNO** : DIURNO

CONDICIONES DEL ADOBE EN CONSERVACION	DISEÑO N°01							
	ADOBE N°01	ADOBE N°02	ADOBE N°03	ADOBE N°04	ADOBE N°05	ADOBE N°06	ADOBE N°07	ADOBE N°08
MODELO DE GRIETAS ALEATORIO	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI
MODELO DE GRIETAS EN ESTRELLA	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI
HINCHAMIENTO LOCAL	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO
PICADO LOCAL EN AL MENOS 5 ZONAS	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI
PERDIDA GENERAL O LOCAL DE CAPAS DE SUELO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO
PENETRACION DE AGUA EN MAS DEL 70% DE LA ANCHURA DEL BTC (VISUALMENTE POR EL EXTERIOR)	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI
PERDIDA DE FRAGMENTOS MAYORES A 50MM, EXCEPTO LOS QUE PROVENGAN DE LA PARTE COMPENDIDA ENTRE LOS BORDES Y 50MM HCIA DENTRO.	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI
EFLORESCENCIA EN LA SUPERFICIE	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO

OBSERVAC: Los Adobes fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo.
 Se ensayaron adobes completos.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267470	Nombre y firma:

	INFORME DE ENSAYO	Código	SGC-F-28
	RESISTENCIA A CICLOS DE HUMECTACION/SECADO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	Versión	01

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".

Ubicación : TÚNEL CONCHANO, CHOTA

Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA

Fecha : 09-11-22

FABRICACIÓN : PROPIA

Tipo de Muestra : DISEÑO N°06 (6 UNIDADES)

TURNO : DIURNO

CONDICIONES DEL ADOBE EN CONSERVACION	DISEÑO N°01							
	ADOBE N°01	ADOBE N°02	ADOBE N°03	ADOBE N°04	ADOBE N°05	ADOBE N°06	ADOBE N°07	ADOBE N°08
MODELO DE GRIETAS ALEATORIO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI
MODELO DE GRIETAS EN ESTRELLA	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI
HINCHAMIENTO LOCAL	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO
PICADO LOCAL EN AL MENOS 5 ZONAS	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI
PERDIDA GENERAL O LOCAL DE CAPAS DE SUELO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO
PENETRACION DE AGUA EN MAS DEL 70% DE LA ANCHURA DEL BTC (VISUALMENTE POR EL EXTERIOR)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI
PERDIDA DE FRAGMENTOS MAYORES A 50MM, EXCEPTO LOS QUE PROVENGAN DE LA PARTE COMPENDIDA ENTRE LOS BORDES Y 50MM HCIA DENTRO.	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI
EFLORESCENCIA EN LA SUPERFICIE	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO

OBSERVAC: Los Adobes fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo.
Se ensayaron adobes completos.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
 <p>LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO</p>	 <p>LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267470</p>	



INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A CICLOS DE HUMECTACION/SECADO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	Código	SGC-F-28
	Versión	01

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".
Ubicación : TÚNEL CONCHANO, CHOTA
Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA
Fecha : 11-11-22 **FABRICACIÓN** : PROPIA
Tipo de Muestra : DISEÑO N°07 (6 UNIDADES) **TURNO** : DIURNO

CONDICIONES DEL ADOBE EN CONSERVACION	DISEÑO N°01							
	ADOBE N°01	ADOBE N°02	ADOBE N°03	ADOBE N°04	ADOBE N°05	ADOBE N°06	ADOBE N°07	ADOBE N°08
MODELO DE GRIETAS ALEATORIO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI
MODELO DE GRIETAS EN ESTRELLA	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI
HINCHAMIENTO LOCAL	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO
PICADO LOCAL EN AL MENOS 5 ZONAS	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI
PERDIDA GENERAL O LOCAL DE CAPAS DE SUELO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO
PENETRACION DE AGUA EN MAS DEL 70% DE LA ANCHURA DEL BTC (VISUALMENTE POR EL EXTERIOR)	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI
PERDIDA DE FRAGMENTOS MAYORES A 50MM, EXCEPTO LOS QUE PROVENGAN DE LA PARTE COMPENDIDA ENTRE LOS BORDES Y 50MM HACIA DENTRO.	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI
EFLORESCENCIA EN LA SUPERFICIE	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO

OBSERVAC: Los Adobes fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo.
 Se ensayaron adobes completos.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  <p style="text-align: center;"> LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin <small>LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO</small> </p>	Nombre y firma:  <p style="text-align: center;"> LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin <small>INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267470</small> </p>	Nombre y firma:



INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A CICLOS DE HUMECTACION/SECADO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	Código	SGC-F-28
	Versión	01

TESIS : "DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA".
Ubicación : TÚNEL CONCHANO, CHOTA
Solicitante : TESISTA JOSÉ DARWIN TICLLA GARCIA
Fecha : 12-11-22 **FABRICACIÓN** : PROPIA
Tipo de Muestra : DISEÑO N°08 (6 UNIDADES) **TURNO** : DIURNO

CONDICIONES DEL ADOBE EN CONSERVACION	DISEÑO N°01							
	ADOBE N°01	ADOBE N°02	ADOBE N°03	ADOBE N°04	ADOBE N°05	ADOBE N°06	ADOBE N°07	ADOBE N°08
MODELO DE GRIETAS ALEATORIO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI
MODELO DE GRIETAS EN ESTRELLA	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI
HINCHAMIENTO LOCAL	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO	NO
PICADO LOCAL EN AL MENOS 5 ZONAS	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
PERDIDA GENERAL O LOCAL DE CAPAS DE SUELO	SI	NO	SI	SI	NO	NO	SI	NO
PENETRACION DE AGUA EN MAS DEL 70% DE LA ANCHURA DEL BTC (VISUALMENTE POR EL EXTERIOR)	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI
PERDIDA DE FRAGMENTOS MAYORES A 50MM, EXCEPTO LOS QUE PROVENGAN DE LA PARTE COMPENDIDA ENTRE LOS BORDES Y 50MM HCIA DENTRO.	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI
EFLORESCENCIA EN LA SUPERFICIE	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	NO

OBSERVAC: Los Adobes fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo.
 Se ensayaron adobes completos.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	JEFE LEM Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267470	CQC - LEM Nombre y firma:

Anexo I. Certificados INDECOPI e INACAL del laboratorio



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00122366

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

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

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

Clase : 37 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0824970-2019

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

País : Perú

Vigencia : 23 de junio de 2030

Tomo : 0612

Folio : 180

Director
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI



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

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

Id Documento: **bwet12j806**



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS

RESOLUCIÓN N° 007029-2020/DSD-INDECOPI

EXPEDIENTE: 824970-2019

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

Lima, 23 de junio de 2020

1. ANTECEDENTES:

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

2. EXAMEN DE REGISTRABILIDAD:

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

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

3. DECISIÓN DE LA DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS:

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



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

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

Id Documento: 142636602x

Pág. 1 de 2



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

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

Regístrese y Comuníquese

CARLOS CAMPOS FRANCO
DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS
INDECOPI



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 506 - 2022

Página : 1 de 2

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

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

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : PERUTEST
Modelo de Prensa : STYE-2000
Serie de Prensa : 200910
Capacidad de Prensa : 2000 kN

Marca de indicador : MC
Modelo de Indicador : LM-02
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA
13 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,1	20,2
Humedad %	57	57

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



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

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

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

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



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 506 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	99,835	99,884	0,16	0,12	99,86	0,14	-0,05
200	200,985	201,034	-0,49	-0,52	201,01	-0,50	-0,02
300	300,388	300,437	-0,13	-0,15	300,41	-0,14	-0,02
400	400,616	400,714	-0,15	-0,18	400,66	-0,17	-0,02
500	500,922	500,863	-0,18	-0,17	500,89	-0,18	0,01
600	598,070	598,031	0,32	0,33	598,05	0,33	0,01
700	694,394	694,434	0,80	0,80	694,41	0,80	-0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación : $R^2 = 0,9999$

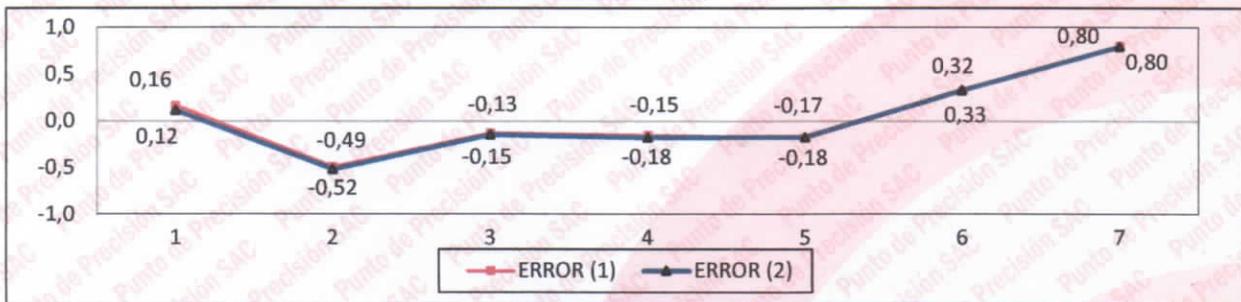
Ecuación de ajuste : $y = 1,0078x - 2,4336$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



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

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

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

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



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2104 - 2022

Página : 1 de 2

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

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

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

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

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

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

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

5. Trazabilidad

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

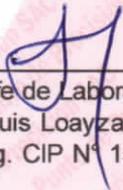
6. Condiciones Ambientales

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

7. Observaciones

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




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

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

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

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



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACI3N

CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LL - 2104 - 2022

Página : 2 de 2

Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE								RANURADOR		
CONJUNTO DE LA CAZUELA					BASE			EXTREMO CURVADO		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c

DESCRIPCI3N	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la gua del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	55,42	2,51	26,84	47,92	47,05	147,37	123,48	10,13	2,16	12,99
	55,86	2,36	26,93	48,05	47,17	147,39	123,49	10,14	2,02	12,97
	55,29	2,31	26,75	47,89	47,10	147,14	122,91	10,15	2,06	12,96
	54,93	2,45	26,88	47,96	47,15	147,29	123,15	9,76	2,06	12,96
	54,62	2,50	27,07	48,05	47,27	147,30	123,28	9,80	1,96	13,04
	55,76	2,39	26,90	47,84	47,19	147,21	123,31	9,81	2,07	13,03
PROMEDIO	55,31	2,42	26,90	47,95	47,16	147,28	123,27	9,97	2,06	12,99
MEDIDAS STANDARD	54,00	2,00	27,00	47,00	50,00	150,00	125,00	10,00	2,00	13,50
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
ERROR	1,31	0,42	-0,11	0,95	-2,85	-2,72	-1,73	-0,03	0,06	-0,51

	Rango segun norma	Medida encontrada
Resiliencia	77 % a 90 %	65 %

FIN DEL DOCUMENTO



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

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

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

PROHIBIDA LA REPRODUCCI3N PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACI3N DE PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-364-2022

Página 1 de 5

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

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

2. Instrumento de medición : ESTUFA

Alcance de medición : NO INDICA

Resolución del indicador : 1 °C

Alcance del selector : NO INDICA

Punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

Marca : NO INDICA

Modelo : JLA-01

Procedencia : NO INDICA

Numero de serie : JHE-012

Código de Identificación : NO INDICA

Fecha de calibración : 2022-07-12

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

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

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

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

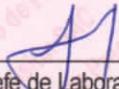
3. Método de calibración

La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotermicos usando aire como medio conductor".

4. Lugar de calibración

JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA




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

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

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

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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-364-2022

Página 2 de 5

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	20,4	20,4
Humedad relativa (%hr)	62,0	62,0

6. Trazabilidad

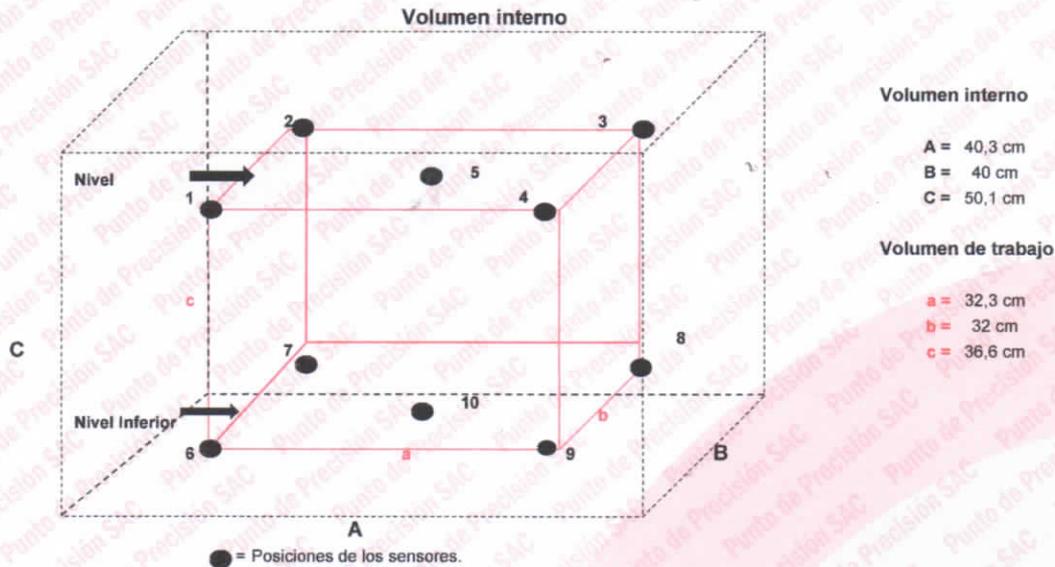
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	N° de Certificado	Trazabilidad
Termómetro digital de 10 sensores termopares tipo K con una incertidumbre en el orden de 0,13 °C a 0,16 °C.	0093-TPES-C-2021	PESATEC PERÚ S.A.C.

7. Observaciones

- La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada apartir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
- Se colocó una etiqueta adherido al instrumento de medición con la indicación "CALIBRADO".
- La carga para La prueba consistió en envase de aluminio.
- Se selecciono el selector del equipo en 110 °C, para obtener una temperatura de trabajo aproximada a 110 °C.

8. Ubicación dentro del volumen interno del equipo



A, B, C = Dimensiones del volume interno del equipo.

a, b, c = Aproximadamente 1/10 a 1/4 de las paredes de las dimensiones del volumen interno.

Los sensores ubicados en las posiciones 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Distancia de la pared inferior del equipo al nivel inferior: 5,5 cm

Distancia de la pared superior del equipo al nivel superior: 8 cm



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

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

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

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



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-364-2022

Página 3 de 5

9. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el punto de calibración : 110 °C ± 2 °C

Tiempo hh:mm	Indicador del equipo (°C)	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C										T. prom. °C	ΔT. °C
		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8	Posición 9	Posición 10		
00:00	110	105,9	107,0	102,8	107,2	105,0	105,7	107,9	103,8	105,6	108,2	105,9	5,4
00:02	110	106,9	107,2	104,3	107,7	105,6	106,8	108,7	105,4	107,2	108,2	106,9	4,9
00:04	110	107,3	108,8	105,4	108,7	106,5	107,0	109,7	105,7	107,5	109,5	107,6	4,3
00:06	109	108,6	109,2	106,2	110,0	107,8	108,8	110,1	107,3	109,1	110,7	108,8	4,5
00:08	110	110,1	111,0	104,8	110,9	108,2	109,6	111,4	107,8	109,4	111,9	109,5	7,1
00:10	111	111,0	111,6	104,4	111,7	107,5	110,8	112,2	106,9	111,0	112,5	110,0	8,1
00:12	110	109,0	112,2	102,7	112,5	107,0	111,3	113,0	106,0	112,0	111,9	109,8	10,3
00:14	110	108,1	113,3	103,7	111,6	105,8	110,2	112,3	105,2	110,6	110,9	109,2	9,5
00:16	109	107,1	113,0	104,6	111,0	104,7	109,1	109,4	104,3	108,6	109,6	108,1	8,7
00:18	110	106,0	112,0	105,6	109,6	105,5	108,8	109,1	105,4	107,8	108,9	107,9	6,6
00:20	110	107,1	111,0	105,3	108,7	106,6	107,3	108,2	106,1	106,7	108,3	107,5	5,6
00:22	110	107,6	109,9	104,3	107,9	108,1	106,9	107,8	107,3	106,0	109,2	107,5	5,5
00:24	110	108,8	109,0	102,8	107,1	108,4	105,3	108,3	108,3	106,5	110,3	107,5	7,5
00:26	110	109,7	108,0	104,3	107,6	107,5	106,3	109,8	106,7	107,8	111,3	107,9	7,0
00:28	109	110,9	109,1	105,3	109,0	106,5	107,8	110,7	105,6	109,1	112,2	108,6	6,9
00:30	109	109,8	109,3	105,8	110,2	105,4	108,8	111,3	105,2	109,6	113,1	108,8	7,9
00:32	110	109,1	111,0	104,7	111,2	104,3	109,9	112,1	104,3	110,7	111,7	108,9	7,8
00:34	110	107,8	112,0	105,6	111,6	105,7	110,2	113,2	104,6	112,0	111,2	109,4	8,6
00:36	110	106,3	112,7	105,3	113,2	106,3	111,8	112,1	105,8	111,1	112,0	109,7	7,8
00:38	110	105,8	113,0	103,6	112,1	107,7	109,9	111,7	106,6	108,8	112,9	109,2	9,3
00:40	110	106,7	112,3	102,8	111,2	108,3	108,3	110,1	107,8	107,4	111,5	108,6	9,4
00:42	109	107,8	112,1	103,7	110,0	107,5	107,1	109,1	107,3	106,6	110,7	108,2	8,3
00:44	109	109,1	110,2	104,7	109,2	106,5	106,8	108,8	106,3	105,6	109,5	107,7	5,4
00:46	110	109,8	110,0	106,0	108,3	105,5	105,7	107,5	104,8	106,4	109,2	107,3	5,2
00:48	109	110,9	108,8	105,2	106,5	104,3	106,7	108,3	103,9	107,4	107,7	107,0	7,0
00:50	110	109,7	108,0	103,7	108,3	105,7	107,8	109,7	104,6	108,6	108,9	107,5	6,0
00:52	110	109,1	109,1	102,6	108,7	106,5	108,2	110,7	106,1	109,8	110,2	108,1	8,1
00:54	109	108,2	109,9	103,8	109,5	107,4	109,3	111,1	107,3	110,6	110,7	108,8	7,3
00:56	110	106,5	111,0	104,5	111,2	109,0	110,8	112,5	107,8	112,0	111,5	109,7	8,0
00:58	110	105,6	111,8	106,3	111,7	107,5	111,1	113,7	107,2	110,9	113,2	109,9	8,1
01:00	110	106,4	113,0	104,8	112,6	106,8	110,3	112,2	106,3	109,6	111,6	109,4	8,1

T. Promedio	108,1	110,5	104,5	109,9	106,6	108,6	110,4	106,0	108,8	110,7	Temperatura promedio general (°C)
T. Máximo	111,0	113,3	106,3	113,2	109,0	111,8	113,7	108,3	112,0	113,2	
T. Mínimo	105,6	107,0	102,6	106,5	104,3	105,3	107,5	103,8	105,6	107,7	
DTT	5,4	6,3	3,7	6,7	4,7	6,6	6,3	4,5	6,4	5,5	

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	113,7	0,5
Mínima temperatura registrada durante la calibración	102,6	0,3
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	6,7	0,1
Desviación de temperatura en el espacio (DTE)	6,2	0,1
Estabilidad (±)	3,34	0,04
Uniformidad	10,3	0,3



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

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

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

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



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

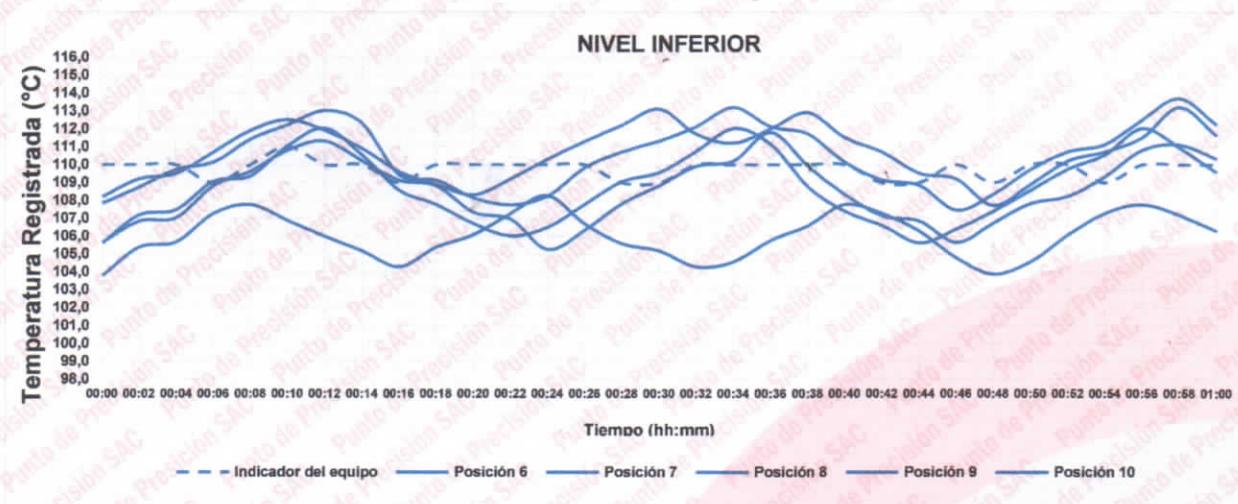
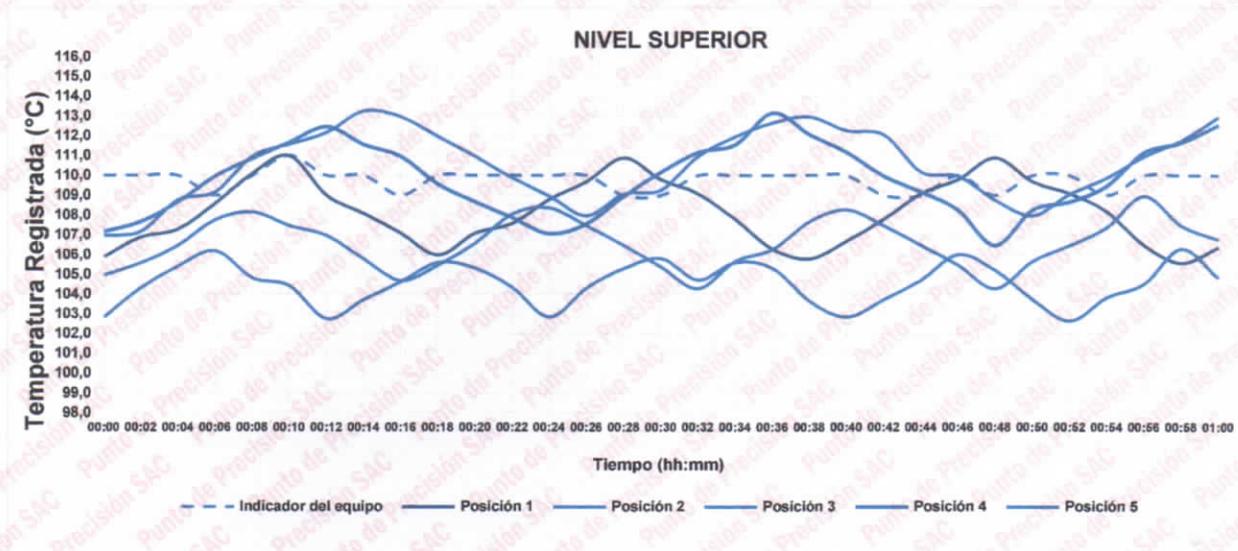
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

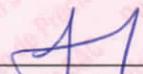
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-364-2022

Página 4 de 5

10. Gráfico de resultados durante la calibración del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$




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

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

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

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



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-364-2022

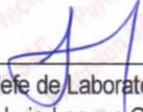
Página 5 de 5

Nomenclatura

T. prom	: Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo.
ΔT	: Diferencia entre máxima y mínima temperaturas en cada intervalo de tiempo.
T. Promedio	: Promedio de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Máximo	: La máxima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Mínimo	: La mínima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.

FIN DEL DOCUMENTO




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



Laboratorio PP

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



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado

Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-433-2022

Página: 1 de 3

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

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

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : **OHAUS**
Modelo : **CL501T**
Número de Serie : **7131121053**
Alcance de Indicación : **500 g**
División de Escala de Verificación (e) : **0,1 g**
División de Escala Real (d) : **0,1 g**
Procedencia : **NO INDICA**
Identificación : **NO INDICA**
Tipo : **ELECTRÓNICA**
Ubicación : **LABORATORIO**
Fecha de Calibración : **2022-07-12**

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

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

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

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

3. Método de Calibración

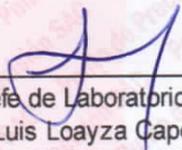
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

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



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

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

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

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



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-433-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	19,8	19,9
Humedad Relativa	59,7	59,7

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

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

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

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

8. Resultados de Medición

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 250,00 g			Carga L2= 500,00 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	250,0	0,08	-0,03	500,0	0,06	-0,01
2	250,0	0,06	-0,01	500,0	0,09	-0,04
3	250,0	0,09	-0,04	500,0	0,07	-0,02
4	250,0	0,05	0,00	499,9	0,04	-0,09
5	250,0	0,08	-0,03	500,0	0,09	-0,04
6	250,0	0,06	-0,01	500,0	0,05	0,00
7	250,0	0,08	-0,03	500,0	0,07	-0,02
8	250,0	0,05	0,00	500,0	0,09	-0,04
9	250,0	0,07	-0,02	500,0	0,05	0,00
10	250,0	0,09	-0,04	500,0	0,08	-0,03
Diferencia Máxima			0,04	0,09		
Error máximo permitido \pm			0,3 g	\pm 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



CONSTANCIA

El que suscribe Mg. Ing. Miguel Angel Silva Tarrillo, **JEFE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Autónoma de Chota:

HACE CONSTAR

Que el bachiller: **José Darwin Ticlla García**, ha presentado la tesis denominada: **“DOSIFICACIÓN ARENA ARCILLA LIMO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE, TÚNEL CONCHANO, CHOTA”**, para la verificación de su contenido en el programa antiplagio Turnitin de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, indicando que la misma tiene un 23% de similitud, estando dentro del límite permitido (25%) establecido en acápite g) del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. N° 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.

Sin otro particular.

Colpa Matara, 11 de mayo del 2023.

Miguel Angel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

Ing. Miguel Angel Silva Tarrillo
Jefe de la unidad de investigación
FCI-UNACH