



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera,
Metalúrgica y Geográfica
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Estabilización de bloques de adobe reforzados con cabello en el Distrito de Imperial, Provincia de Cañete, Región Lima

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

AUTOR

Victor Hugo Vladimiro HUARI MAXIMILIANO

ASESOR

Dr. Félix Santiago SÁNCHEZ BENITES

Lima, Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Huari, V. (2025). *Estabilización de bloques de adobe reforzados con cabello en el Distrito de Imperial, Provincia de Cañete, Región Lima*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Escuela Profesional de Ingeniería Civil]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72128958
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0000-2696-6717
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Félix Santiago Sánchez Benites
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	07171669
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-5175-7762
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Jorge Escalante Contreras
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	28286636
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Edgar Gabriel Jiménez Rodrigo
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07553168
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Angely Paola Valle Castro
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	47649378
Datos de investigación	
Línea de investigación	No aplica
Grupo de investigación	No aplica

Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Cañete Distrito: Imperial Latitud: 13° 3' 4.5" S Longitud: 76° 20' 53.1" W
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2022 - Abril 2025
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de estructural y municipal https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú. Decana de América
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En el Salón de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el día viernes 30 de abril del 2025, siendo las 19:16 horas en presencia de los Señores Docentes designados como Miembros del Jurado Calificador:

Dr. JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Presidente
Mg. EDGAR GABRIEL JIMÉNEZ RODRIGO	Miembro
Mg. ANGELY PAOLA VALLE CASTRO	Miembro

Reunidos en Acto Académico Público de Sustentación de la Tesis titulada: **"Estabilización de bloques de adobe reforzados con cabello en el Distrito de Imperial, Provincia de Cañete, Región Lima"**, presentada por el Bachiller **VICTOR HUGO VLADIMIRO HUARI MAXIMILIANO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, asesorada por el Dr. FÉLIX SANTIAGO SÁNCHEZ BENITES.

Expuesta la Tesis; los miembros del Jurado plantearon al Bachiller las preguntas pertinentes, que fueron absueltas a:

Satisfacción

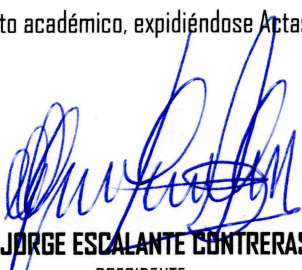
Concluida la Sustentación de Tesis, el Jurado procedió a evaluar y calificar la calidad y sustentación en secreto, cuyo calificativo fue:

Aprobada (14) CATORCE

Habiendo sido aprobada la Sustentación de la Tesis por el Jurado Calificador, el Presidente del Jurado recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, otorgue el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**, a Don. **VICTOR HUGO VLADIMIRO HUARI MAXIMILIANO**.

Siendo las 19:08, se dio por concluido el acto académico, expidiéndose Actas Originales de la Sustentación de Tesis, firmadas por el Jurado Calificador.

Lima, 30 de abril de 2025.

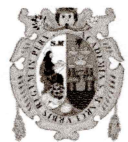

Dr. JORGE ESCALANTE CONTRERAS
PRESIDENTE


Mg. EDGAR GABRIEL JIMENEZ RODRIGO
MIEMBRO


Mg. ANGELY PAOLA VALLE CASTRO
MIEMBRO


Dr. FÉLIX SANTIAGO SÁNCHEZ BENITES
DIRECTOR
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FIGMMG UNMSM





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE
SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, FÉLIX SANTIAGO SÁNCHEZ BENITES en mi condición de asesor acreditado con el Oficio N.º 115/FIGMMG-EPIC/2022 de la tesis, cuyo título es : **“Estabilización de bloques de adobe reforzados con cabello en el Distrito de Imperial, Provincia de Cañete, Región Lima”**, presentado por el bachiller **VICTOR HUGO VLADIMIRO HUARI MAXIMILIANO** para optar el título de **INGENIERO CIVIL**.

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el 19% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado/ título/ especialidad correspondiente.

Lima, 26 de abril de 2025.

Firma del Asesor

Nombres y Apellidos del asesor: FELIX SANTIAGO SANCHEZ BENITES

DNI 07171669

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a Dios, por ser la luz que guía mi camino, y a mi madre, por sus incansables oraciones que a diario me bendicen y me protegen. Esta tesis es una ofrenda a su amor y esfuerzo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por su proteccion constante.

A mis hermanos que son mi apoyo e inspiración para lograr mis objetivos.

Al Dr. Félix Sánchez, por su paciencia y conocimientos al orientarme en la elaboración de esta tesis.

A la Dra. Luz Ramos, por abrirme las puertas del laboratorio de la EPIC y poder realizar los ensayos que necesitaba.

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil que me formaron rigurosamente para afrontar grandes desafíos.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Planteamiento del Problema.....	3
1.2.1 Descripción de la Problemática	3
1.2.2 Formulación del Problema.....	7
1.3 Objetivos de la Investigación	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos	7
1.4 Importancia y Alcance de la Investigación.....	8
1.5 Limitaciones de la Investigación.....	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 Antecedentes de la Investigación	11
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	11
2.1.2 Antecedentes Nacionales	13
2.2 Bases Teóricas	16
2.2.1 El Adobe.....	16
2.2.2 El Adobe Estabilizado.....	19
2.2.3 Composición del Adobe.....	21
2.2.4 Efectos del agua en el adobe.....	26
2.2.5 El Cabello.....	28
2.2.6 Propiedades físicas del adobe	32
2.2.7 Propiedades Mecánicas del Adobe.....	33

2.2.8 Ensayos para Analizar la Composición de Tierra en el Adobe	36
2.2.9 Ensayos para Evaluar las Propiedades Mecánicas del Adobe	54
2.3 Definición de Términos	61
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	63
3.1 Hipótesis.....	63
3.1.1 Hipótesis General.....	63
3.1.2 Hipótesis Específicas	63
3.2 Variables	63
3.2.1 Variable Independiente.....	63
3.2.2 Variable Dependiente	64
3.3 Operacionalización de Variables	64
3.3.1 Cabello	64
3.3.2 Bloque de Adobe.....	64
CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS.....	66
4.1 Área de Estudio	66
4.2 Tipo y Nivel de Investigación	67
4.3 Diseño de Investigación	67
4.4 Población y Muestra.....	68
4.4.1 Unidad de Análisis	68
4.4.2 Población de Estudio.....	68
4.4.3 Tamaño de Muestra.....	68
4.4.4 Selección de Muestra	69
4.5 Procedimiento, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información.....	70

4.5.1	Procedimientos.....	70
4.5.2	Técnicas	76
4.5.3	Instrumentos de Recolección de Información.....	76
4.6	Análisis Estadístico	76
CAPÍTULO V: RESULTADOS		77
5.1	Resultados de la adquisición de materiales	77
5.1.1	Recolección de cabello	77
5.1.2	Elección de tierra óptima	77
5.2	Resultados de los ensayos preliminares	78
5.2.1	Resultados de los ensayos de campo	78
5.2.2	Resultados de los ensayos de laboratorio.....	79
5.3	Resultados de la elaboración del adobe.....	83
5.4	Resultados de los ensayos definitivos	89
5.4.1	Resultados del ensayo de resistencia a la compresión	89
5.4.2	Resultados del ensayo de absorción de agua por capilaridad	97
5.4.3	Resultados del ensayo de erosión acelerada Swinburn.....	102
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		107
6.1	Análisis de resultados de la elaboración de adobes.....	107
6.2	Análisis de resultados de los ensayos preliminares.....	107
6.2.1	Análisis de resultados de los ensayos de campo	107
6.2.2	Análisis de resultados de los ensayos de laboratorio	107
6.3	Análisis de resultados de los ensayos definitivos.....	108
6.3.1	Análisis de resultados de los ensayos de resistencia a la compresión	108

6.3.2	Análisis de resultados de los ensayos de absorción de agua por capilaridad.....	110
6.3.3	Análisis de resultados de los ensayos de erosión acelerada Swinburn	111
CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		112
7.1	Conclusiones	112
7.2	Recomendaciones	113
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		114
ANEXOS		122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Distribución geográfica de viviendas a base de tierra a nivel mundial</i>	3
Figura 2 <i>Viviendas destruidas en Ica - año 2007</i>	4
Figura 3 <i>Viviendas con paredes exteriores de adobe o tapia a nivel nacional</i>	6
Figura 4 <i>Partes de un bloque de adobe</i>	17
Figura 5 <i>Clasificación de partículas del suelo</i>	21
Figura 6 <i>Fisuras en adobes con diferentes tipos de barro</i>	24
Figura 7 <i>Curva granulométrica de un suelo</i>	25
Figura 8 <i>Límites de Atterberg</i>	26
Figura 9 <i>Diámetro del cabello humano</i>	29
Figura 10 <i>Densidad del adobe por diferentes autores</i>	32
Figura 11 <i>Prueba “Cinta de Barro”</i>	37
Figura 12 <i>Prueba “Presencia de arcilla”</i>	37
Figura 13 <i>Cascador de Casagrande</i>	46
Figura 14 <i>Uso del ranurador</i>	47
Figura 15 <i>Curva de fluidez del suelo</i>	48
Figura 16 <i>Definición de letras para clasificar suelos</i>	50
Figura 17 <i>Carta de plasticidad de casagrande</i>	51
Figura 18 <i>Máquina universal</i>	54
Figura 19 <i>Pie de rey</i>	55
Figura 20 <i>Almohadillas de neopreno de forma circular</i>	55
Figura 21 <i>Equipo para Ensayo de Capilaridad</i>	57
Figura 22 <i>Equipo para ensayo SAET</i>	59

Figura 23 <i>Ubicación de la muestra de tierra</i>	66
Figura 24 <i>Simbología del diseño de investigación</i>	68
Figura 25 <i>Cernido de la tierra</i>	71
Figura 26 <i>Método del dormido</i>	72
Figura 27 <i>Amasado de barro con fibras</i>	72
Figura 28 <i>Medidas de molde para adobe</i>	73
Figura 29 <i>Procedimiento de moldeo de adobes</i>	73
Figura 30 <i>Flujograma del procedimiento de estudio</i>	75
Figura 31 <i>Recolección de cabello</i>	77
Figura 32 <i>Obtención de tierra</i>	77
Figura 33 <i>Porcentajes parciales y acumulados de tierra en cada tamiz</i>	79
Figura 34 <i>Curva granulométrica de la muestra</i>	80
Figura 35 <i>Diagrama de fluidez</i>	81
Figura 36 <i>IP vs LL graficado en la carta de plasticidad</i>	82
Figura 37 <i>Gavera N°1</i>	83
Figura 38 <i>Gavera N°2</i>	84
Figura 39 <i>Cantidad de insumos utilizados</i>	84
Figura 40 <i>Dosificación de tierra</i>	85
Figura 41 <i>Dosificación de cabello</i>	85
Figura 42 <i>Preparación del barro</i>	86
Figura 43 <i>Proceso de moldeo de adobes en gavera</i>	87
Figura 44 <i>Almacenamiento y secado de los adobes</i>	87
Figura 45 <i>Adobes secos N°1</i>	88

Figura 46 <i>Adobes secos N°2</i>	88
Figura 47 <i>Anotación de dimensiones de los bloques de adobes</i>	89
Figura 48 <i>Preparacion de la muestra de adobe antes de la rotura</i>	90
Figura 49 <i>Rotura de bloques de adobes</i>	90
Figura 50 <i>Resistencia a la compresión de todos los adobes ensayados</i>	91
Figura 51 <i>Adobes comprimidos hasta el fallo</i>	91
Figura 52 <i>Resultados de resistencia a la compresión con 0% de cabello</i>	92
Figura 53 <i>Resultados de resistencia a la compresión con 0.25% de cabello</i>	94
Figura 54 <i>Resultados de resistencia a la compresión con 0.50 % de cabello</i>	95
Figura 55 <i>Resultados de resistencia a la compresión con 0.75 % de cabello</i>	96
Figura 56 <i>Secado de adobes en horno a 75 °C</i>	97
Figura 57 <i>Equipo para ensayo de absorción de agua por capilaridad</i>	97
Figura 58 <i>Lectura de la huella de agua en los bloques de adobe</i>	98
Figura 59 <i>Promedio de resultados de absorción de agua por capilaridad</i>	98
Figura 60 <i>Resultados de absorción de agua por capilaridad con 0.00 % de cabello</i>	99
Figura 61 <i>Resultados de resistencia a la absorción de agua con 0.25 % de cabello</i>	100
Figura 62 <i>Resultados de resistencia a la absorción de agua con 0.50 % de cabello</i>	101
Figura 63 <i>Resultados de resistencia a la absorción de agua con 0.75 % de cabello</i>	101
Figura 64 <i>Equipo de goteo para ensayo SAET</i>	102
Figura 65 <i>Proceso de ensayo SAET</i>	103
Figura 66 <i>Promedio de resultados del ensayo de erosión acelerada Swinburn</i>	104
Figura 67 <i>Comparativo de resistencia a la compresión promedio por dosificación de cabello</i>	108
Figura 68 <i>Absorción de agua por capilaridad promedio por dosificación de cabello</i>	110

Figura 69 <i>Promedio de oquedades formadas en los adobes por dosificación de cabello</i>	111
--	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Masa mínima de muestra</i>	40
Tabla 2 <i>Tamices de malla cuadrada bajo normativa ASTM E11</i>	40
Tabla 3 <i>Valores de factor de corrección “a” en función de la gravedad específica del suelo</i>	43
Tabla 4 <i>Valores de profundidad efectiva en función de la lectura real del hidrómetro</i>	44
Tabla 5 <i>Valores de K en función de la temperatura y gravedad específica del suelo</i>	45
Tabla 6 <i>Cuadro de clasificación de suelos</i>	53
Tabla 7 <i>Criterios de aceptación</i>	60
Tabla 8 <i>Cantidad de tratamientos</i>	69
Tabla 9 <i>Cantidad de unidades por ensayo</i>	69
Tabla 10 <i>Determinación del límite líquido de la muestra.....</i>	81
Tabla 11 <i>Determinación del límite plástico de la muestra.....</i>	82
Tabla 12 <i>Resultados de resistencia a la compresión con 0% de cabello</i>	92
Tabla 13 <i>Resultados de resistencia a la compresión con 0.25 % de cabello</i>	93
Tabla 14 <i>Resultados de resistencia a la compresión con 0.50 % de cabello</i>	94
Tabla 15 <i>Resultados de resistencia a la compresión con 0.75 % de cabello</i>	95
Tabla 16 <i>Resultados de resistencia a la erosión acelerada Swinburn con 0.00 % de cabello ..</i>	104
Tabla 17 <i>Resultados de resistencia a la erosión acelerada Swinburn con 0.25 % de cabello ..</i>	105
Tabla 18 <i>Resultados de resistencia a la erosión acelerada Swinburn con 0.50 % de cabello ..</i>	105
Tabla 19 <i>Resultados de resistencia a la erosión acelerada Swinburn con 0.75 % de cabello ..</i>	105

ANEXOS

Anexo 1 <i>Ficha de recopilación de información de los ensayos de campo.....</i>	122
Anexo 2 <i>Ficha de recopilacion de información del ensayo de resistencia a la compresión.....</i>	123
Anexo 3 <i>Ficha de recopilación de información del ensayo de absorción de agua por capilaridad</i>	124
Anexo 4 <i>Ficha de recopilación de información del ensayo de erosión acelerada Swinburn</i>	125
Anexo 5 <i>Resultados de los ensayos de campo.....</i>	126
Anexo 6 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión 0.00%</i>	127
Anexo 7 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión 0.25%</i>	128
Anexo 8 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión 0.50%</i>	129
Anexo 9 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión 0.75%</i>	130
Anexo 10 <i>Resultados del ensayo de absorción de agua por capilaridad 0.00%</i>	131
Anexo 11 <i>Resultados del ensayo de absorción de agua por capilaridad 0.25%</i>	132
Anexo 12 <i>Resultados del ensayo de absorción de agua por capilaridad 0.50%</i>	133
Anexo 13 <i>Resultados del ensayo de absorción de agua por capilaridad 0.75%</i>	134
Anexo 14 <i>Resultados del ensayo de erosión acelerada Swinburn 0.00%.....</i>	135
Anexo 15 <i>Resultados del ensayo de erosión acelerada Swinburn 0.25%.....</i>	136
Anexo 16 <i>Resultados del ensayo de erosión acelerada Swinburn 0.50%.....</i>	137
Anexo 17 <i>Resultados del ensayo de erosión acelerada swinburn 0.75%</i>	138
Anexo 18 <i>Resultado del ensayo de análisis granulométrico.....</i>	139
Anexo 19 <i>Resultado del ensayo de gravedad específica.....</i>	140
Anexo 20 <i>Resultado del ensayo de límites de consistencia.....</i>	141
Anexo 21 <i>Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_M1 0.00%</i>	142
Anexo 22 <i>Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_M2 0.00%</i>	143

Anexo 23 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_M3 0.00%	144
Anexo 24 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_M4 0.00%	145
Anexo 25 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_1A 0.00%	146
Anexo 26 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_2A 0.00%	147
Anexo 27 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_M1 0.25%	148
Anexo 28 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_M2 0.25%	149
Anexo 29 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_M3 0.25%	150
Anexo 30 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_M4 0.25%	151
Anexo 31 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_M5 0.25%	152
Anexo 32 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_1B 0.25%	153
Anexo 33 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_M1 0.50 %	154
Anexo 34 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_M2 0.50 %	155
Anexo 35 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_M3 0.50 %	156
Anexo 36 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_M4 0.50 %	157
Anexo 37 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_1C 0.50 %	158
Anexo 38 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_2C 0.50 %	159
Anexo 39 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_M1 0.75 %	160
Anexo 40 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_M2 0.75 %	161
Anexo 41 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_M3 0.75 %	162
Anexo 42 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_M4 0.75 %	163
Anexo 43 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_1D 0.75 %	164
Anexo 44 Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_2D 0.75 %	165
Anexo 45 Resultados del ensayo Cinta de barro	166

Anexo 46 Resultados del ensayo Presencia de arcilla	167
Anexo 47 Resultados del ensayo Resistencia a la compresión - 0.00%.....	168
Anexo 48 Resultados del ensayo Resistencia a la compresión - 0.25%.....	169
Anexo 49 Resultados del ensayo Resistencia a la compresión - 0.50%.....	170
Anexo 50 Resultados del ensayo Resistencia a la compresión - 0.75%.....	171
Anexo 51 Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M2 0.00%	172
Anexo 52 Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M3 0.00%	173
Anexo 53 Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M4 0.00%	174
Anexo 54 Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M5 0.00%	175
Anexo 55 Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M1 0.25%	176
Anexo 56 Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M2 0.25%	177
Anexo 57 Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M3 0.25%	178
Anexo 58 Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M5 0.25%	179
Anexo 59 Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M1 0.50%	180
Anexo 60 Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M4 0.50%	180
Anexo 61 Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M2 0.50%	181
Anexo 62 Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M3 0.50%	182
Anexo 63 Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M1 0.75%	183
Anexo 64 Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M3 0.75%	184
Anexo 65 Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M4 0.75%	185
Anexo 66 Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M5 0.75%	186
Anexo 67 Resultados del ensayo Erosión acelerada Swinburn - 0.00%.....	187
Anexo 68 Resultados del ensayo Erosión acelerada Swinburn - 0.25%.....	188

Anexo 69 <i>Resultados del ensayo Erosión acelerada Swinburn - 0.50%</i>	189
Anexo 70 <i>Resultados del ensayo Erosión acelerada Swinburn - 0.75%</i>	190
Anexo 71 <i>Certificado de calibración de balanza electrónica SF-400A (1-3)</i>	191
Anexo 72 <i>Certificado de calibración de balanza electrónica SF-400A (2-3)</i>	192
Anexo 73 <i>Certificado de calibración de balanza electrónica SF-400A (3-3)</i>	193
Anexo 74 <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	194
Anexo 75 <i>Matriz de consistencia</i>	195

RESUMEN

Según el censo de vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, al año 2018 las edificaciones a base de adobe representaron aproximadamente el 28% de las viviendas en el Perú, siendo éste el segundo material más utilizado. Sin embargo, la resistencia de este material es mucho menor que otros materiales como el concreto o el ladrillo en relación con resistencia a esfuerzos de compresión, tracción y resistencia a efectos del agua sobre estos. Por ello, esta investigación tuvo como objetivo principal estabilizar bloques de adobe, mejorando sus propiedades tanto físicas como mecánicas. Para tal efecto, se utilizó cabello como estabilizador mecánico, aprovechando que es un material reciclable, económico y de fácil acceso. El proceso consistió en añadir cabello de 10 mm de longitud a la mezcla de barro, en proporciones de 0%, 0.25%, 0.5% y 0.75% en relación con el peso seco del adobe. Se analizó las características de este nuevo material sometiéndolo a ensayos de resistencia a la compresión, ensayo de absorción de agua por capilaridad y ensayo de erosión acelerada Swinburn. Los resultados más favorables se obtuvieron al emplear un 0.50% de cabello en el adobe con la cual la resistencia a la compresión resultó ser 9.62 kg/cm² lo cual significó un aumento del 17% en comparación al adobe base. Además, se redujo la absorción de agua por capilaridad hasta un 15.2% con un valor de 26.36 gr/cm²xmin^{-0.5}. Finalmente, se obtiene como resultado que el uso de cabello, como refuerzo, logra estabilizar los bloques de adobe, mejorando su resistencia a la compresión y su resistencia ante la absorción de agua por capilaridad.

Palabras clave: estabilización de adobe, adobe con cabello.

ABSTRACT

According to the housing census conducted by the national institute of statistics and information technology, as of 2018, adobe-based buildings represented approximately 28% of the dwellings in Peru, being the second most used material. However, the resistance of this material is much lower than other materials such as concrete or brick in relation to resistance to compressive and tensile stresses and resistance to the effects of water on them. That is why this research aimed to stabilize adobe blocks, that is, to improve their physical and mechanical properties, using hair as a mechanical stabilizer, which, being a recyclable material, turned out to be inexpensive and easy to obtain. To achieve this, hair was added to the mud mixture in 10 mm lengths with dosages of 0%, 0.25%, 0.5% and 0.75% with respect to the dry weight of the adobe. The characteristics of this new material were analyzed by subjecting it to compressive strength tests, capillary water absorption test and Swinburn accelerated erosion test. The most favorable results were obtained by using 0.50% hair in the adobe, which resulted in a compressive strength of 9.62 kg/cm², an increase of 17% compared to the base adobe. In addition, capillary water absorption was reduced to 15.2% with a value of 26.36% $gr/cm^2 \times min^{-0.5}$. Finally, it was found that the use of hair as reinforcement stabilizes adobe blocks, improving their compressive strength and their resistance to capillary water absorption.

Keywords: adobe stabilization, adobe with hair.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

Las construcciones de viviendas a base de tierra se han utilizado en todo el mundo durante miles de años. En la actualidad, este tipo de edificaciones está presente incluso en regiones sísmicas como Perú en donde según el INEI (2018) aproximadamente el 28% de las casas tienen paredes exteriores de adobe o tapia, siendo éste el segundo material más utilizado.

Las construcciones con tierra están extendidas a lo largo del país debido a su fácil obtención, reúso, propiedades termoacústicas, resistencia al fuego y costos más bajos en relación con materiales diferentes, sin embargo, a pesar de todas estas ventajas, su desempeño es mucho menor que otros materiales como el concreto o el ladrillo en relación con: resistencia a esfuerzos de compresión, resistencia a esfuerzos de tracción y flexión, erosión por caída de agua, absorción de agua y retracción lineal.

Para mejorar estas deficiencias físicas y mecánicas en las unidades de adobes, diversos investigadores han realizado estudios para estabilizarlos mediante la incorporación de fibras naturales de origen animal (fibra de lana de oveja, pelo de cerdo, fibra de cabello humano, etc.) que muestran resultados favorables y además son residuos que se pueden obtener por reciclaje. En tal sentido, Quito y Trujillo (2021) analizaron la adición de fibra de cabello humano en concreto, logrando incrementar la resistencia a la compresión en comparación a un concreto simple. De la misma manera Araya-Letelier et. al (2018) abordan el uso de pelo de cerdo como refuerzo en adobes, logrando incrementar la resistencia a la compresión y a la tracción como también disminuir las fisuras por contracción con referencia a un adobe simple.

Gracias a los trabajos citados anteriormente se pudo deducir que las fibras naturales de origen animal logran mejorar la composición interna y, por lo tanto, el desempeño estructural de

los adobes. Por tal motivo, la presente investigación propuso el uso de cabello como un estabilizante natural de bloques de adobes, donde se pretendió mejorar sus propiedades físicas y mecánicas reforzándolos con cabello, pero a su vez usar un material obtenido del reciclaje lo cual resulta ser económico y de fácil obtención. Para tal objetivo se utilizó cabello en longitudes de 10 mm con una dosificación de 0%, 0.25%, 0.5% y 0.75% con relación al peso seco del bloque de adobe.

Este trabajo de investigación se organiza de la siguiente manera: En el Capítulo I se expone la realidad problemática de la investigación que conllevó a establecer los objetivos a lograr en este proyecto. En el capítulo II se muestran los trabajos particulares que anteceden a esta investigación y que sirvieron de base para conocer la problemática de los adobes. También se desarrollaron las bases teóricas para obtener nuestro adobe y las distintas formas de lograr su estabilización, así como también, la teoría que hay detrás de los diversos ensayos para conocer sus características físicas y mecánicas. En el Capítulo III se relacionaron los problemas con los objetivos e hipótesis con sus respectivas variables en una matriz de consistencia y otra matriz de operacionalización de variables. En el capítulo IV se explica el tipo de investigación que se está realizando, así como la organización de las unidades de análisis para su observación. Además, trataremos el procedimiento de análisis y recopilación de datos que se siguió para desarrollar esta investigación, siguiendo los lineamientos de la norma E.080 del reglamento nacional de edificaciones como también de normas extranjeras para su mejor comprensión. En los capítulos V y VI se describen y analizan los resultados obtenidos preliminarmente en campo, así como también los obtenidos en laboratorios en donde se evaluaron los ensayos de resistencia a la compresión, ensayo de absorción de agua por capilaridad y ensayo de erosión acelerada Swinburn (SAET) en los bloques de adobe estabilizados. Finalmente, en el capítulo VII se llega a las conclusiones que dejó la investigación, validando la

hipótesis planteada y recomendando la estabilización de adobes con cabello. Aperturando nuevas problemáticas que podrían ser resueltas en futuras investigaciones.

1.2 Planteamiento del Problema

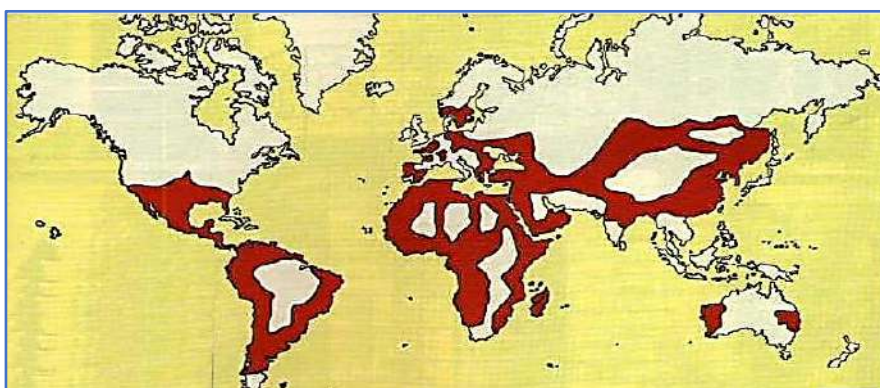
1.2.1 Descripción de la Problemática

Desde los inicios de la civilización humana, la tierra ha sido el material de construcción predominante en los climas cálidos. Es tanta la importancia de este tipo de material que, en el presente, un tercio de la población habita en edificaciones a base de tierra. Y si tomamos en cuenta solo a los países en vía de desarrollo, esta cantidad asciende a la mitad (Sanchis, 2009).

En la figura 1 podemos observar de color rojo las construcciones con material de tierra a nivel mundial.

Figura 1

Distribución geográfica de viviendas a base de tierra a nivel mundial



Nota. Tomado de *La arquitectura de tierra. Evolución a través de la historia* (p.8), por F. Sanchis, 2009, <http://hdl.handle.net/10251/14222>.

Las construcciones con bloques de adobe, en el Perú, a pesar de encontrarse en el área del cinturón de fuego del pacífico y ser una zona altamente sísmica, vienen siendo usados desde épocas preincas hasta la actualidad. Una de estas culturas fue la civilización moche, que como base de sus construcciones utilizaron bloques de adobe teniendo construcciones importantes como las Huacas del Sol y la Luna. Sin embargo, a pesar de las ventajas y el uso generalizado de materiales de tierra,

su desempeño es peor que los materiales de construcción industrializados en términos de tenacidad, resistencia a la tracción y flexión, resistencia a la erosión hídrica e inestabilidad volumétrica (Araya-Letelier et al., 2018).

En el año 2007, La ciudad de pisco, en Ica, fue el epicentro de uno de los terremotos de mayor magnitud ocurridos en la historia del Perú. En donde según la evaluación de daños de desastres del INDECI, 2009, el catastrófico sismo del 15 de agosto dejó un saldo de 434 mil 614 personas damnificadas, 221 mil 60 personas afectadas, 596 fallecidos, un total de 93 mil 708 viviendas entre destruidas e inhabitables, con pérdidas millonarias en daños materiales, infraestructura educativa, de salud, transportes, agricultura entre otros que interrumpieron el normal desarrollo de la zona. Asimismo, en la provincia de cañete, el sismo dejó 3 mil 304 viviendas destruidas, 6 mil 813 viviendas inhabitables, y 6 mil 678 viviendas afectadas. Además, colapsaron los servicios de agua en los distritos de San Luis, Cerro Azul e Imperial, en donde la mayoría de las viviendas colapsadas fueron de adobe y quinchá, incluyendo la iglesia de Pisco (Tavera, 2020).

Figura 2

Viviendas destruidas en Ica - año 2007



Nota. Tomado de *Daños en viviendas* (p.434), por Instituto Nacional de Defensa Civil, 2009, <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1258/doc1258-contenido.pdf>.

Una de las causas que conlleva al adobe a ser un material susceptible a fuerzas externas es que el barro no es un material de construcción estandarizado, es decir, “su composición depende del lugar de donde se extrae puede contener diferentes cantidades y tipos de arcilla, limo, arena y agregados” (Minke, 2005, p. 16). Tratar de saber cuál es el la granulometría o el tamaño y porcentaje de cada uno de estos componentes, de manera empírica, es aún más complicado que saber la distribución entre arena y piedra en un hormigón ya que se trata de partículas mucho más pequeñas. Este problema conlleva a que una cantera de tierra, en particular, producirá un tipo de barro distinto al obtenido de otra cantera de tierra. Pudiéndose obtener barro arcillosos, barro limosos y barro arenosos con comportamientos físicos y mecánicos distintos entre sí.

Por otra parte, según las normativas peruanas, la resistencia a la compresión de adobe tiene una exigencia mínima de 10.2 Kgf/cm² (MVCS, 2017). Los cuales son resistencias muy bajas en comparación con las unidades de albañilería de ladrillo para los que la norma peruana exigen como mínimo 130 kgf/cm² de resistencia a la compresión.

Otro gran problema que merman las bondades del adobe es que el barro se erosiona y se expande en presencia de agua, y en contra efecto retrayéndose al momento de evaporarse dicha agua, provocando fisuras, grietas y desprendimientos. Afectando al elemento estructural.

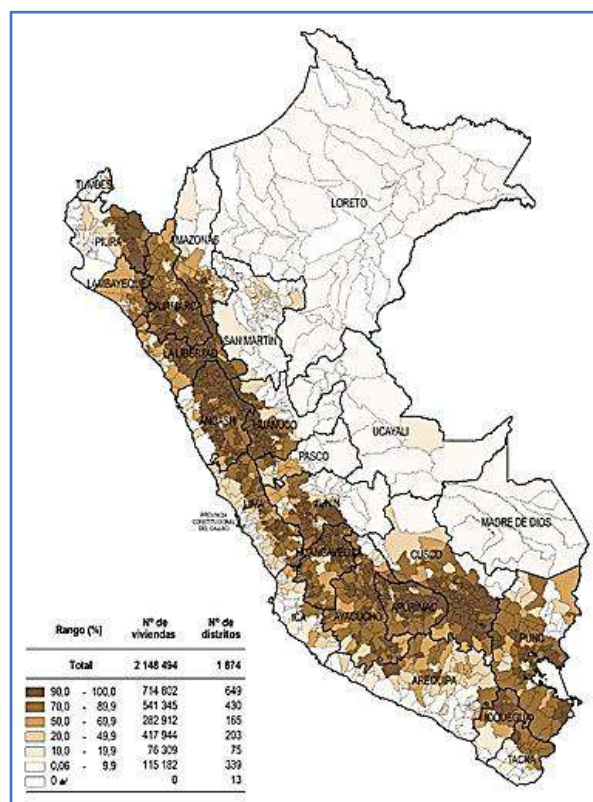
A pesar de no ser el mejor material para la construcción y a pesar de las catástrofes ocurridas recientemente, la población sigue optando por construir sus casas con adobes como nos indica el INEI (2018), que al año 2017, el 30.5 % de las viviendas en el distrito de Imperial son de adobes o tapia. Esta tendencia social no es aislada, sino que ocurre a lo largo del territorio nacional (como se aprecia en la figura 3), siendo éste el segundo material mayor usado en nuestro país. Por tal motivo, es de gran importancia que se investiguen acerca de nuevos métodos o sistemas constructivos que mejoren continuamente los bloques de adobe como unidades de albañilería para

lograr obtener un material a base de tierra con características físicas y mecánicas cada vez más resistentes.

Diversos estudios han analizado las características físicas y mecánicas de unidades de adobe al ser mejorados con diferentes tipos, cantidades y longitudes de fibras naturales y artificiales, sin embargo, el uso de fibras de cabello para estabilizar bloques de adobe (mejorar la resistencia al esfuerzo por compresión y su resistencia a los efectos adversos del agua) como estabilizante único aún no ha sido analizado en nuestro país y es la novedad de esta investigación que tiene como objetivo la estabilización de bloques de adobe reforzado con cabello, como estabilizante natural, pero a su vez usar un material obtenido del reciclaje (cabellos residuales de peluquerías) lo cual resulta ser económico y de fácil obtención.

Figura 3

Viviendas con paredes exteriores de adobe o tapia a nivel nacional



Nota. Tomado de *Perú: Viviendas particulares con paredes exteriores de adobe o tapia, según distrito, 2017 (porcentaje)* (p.33), por Instituto Nacional de Estadística e informática, 2018, <https://bit.ly/AdobeEstabilizadoconCabello>

1.2.2 Formulación del Problema

Problema General.

- ¿Es posible estabilizar bloques de adobe reforzándolos con cabello en el Distrito de Imperial, Provincia de Cañete, Región Lima?

Problemas Específicos.

- ¿Es posible incrementar la resistencia a la compresión de bloques de adobe reforzándolos con cabello?
- ¿Es posible reducir la absorción de agua en bloques de adobe reforzándolos con cabello?
- ¿Es posible reducir la erosión por caída de agua en bloques de adobe reforzándolos con cabello?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo general

- Estabilizar bloques de adobe reforzándolos con cabello en el Distrito de Imperial, Provincia de Cañete, Región Lima.

1.3.2 Objetivos específicos

- Incrementar la resistencia a la compresión de bloques de adobe reforzándolos con cabello.
- Reducir la absorción de agua en bloques de adobe reforzándolos con cabello.
- Reducir la erosión por caída de agua en bloques de adobe reforzándolos con cabello.

1.4 Importancia y Alcance de la Investigación

En el Perú, el adobe o tapial es el segundo material más utilizado para construir viviendas (28%), y exclusivamente, en el distrito de Imperial, provincia de Cañete, región Lima, según el censo nacional de viviendas realizado por el INEI (2018), 2940 viviendas presentan una fachada de adobe o tapial, representando el 30.5% del total de viviendas que usan estos materiales. por lo cual, innovar en tecnologías para mejorar las características resistentes del adobe sería de suma importancia para casi un tercio de la población nacional.

Con este nuevo método de estabilización de bloques de adobe con cabello, se espera mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, solucionando así las principales falencias que alumbra como son su baja resistencia a la compresión y a los efectos adversos del agua causada por las lluvias estacionarias. Al usar cabello como refuerzo, un material que se puede obtener con facilidad y gratis, este nuevo método de estabilización de adobes podrá ser llevado a la práctica, quedándose no solo como una teoría, sino que podrá ser implementado por cualquier persona

Otra importancia de llevar a cabo este nuevo método de estabilización de bloques de adobe, es que contribuye al cuidado del medio ambiente ya que al incorporar cabello como refuerzo, se está reciclando cabellos que aunque pueden tener muchos usos de reciclaje, como ser dirigidos para limpiar derrames de hidrocarburos en el agua, como fertilizantes e inclusive como aislantes térmicos, en el Perú el reciclaje del cabello es casi exclusivo para confeccionar pelucas naturales o prótesis capilares que deben cumplir ciertos requisitos para su reutilización. En este sentido, la Asociación Española Contra el Cáncer Pontevedra (2020), en las donaciones de cabello que solicita para confeccionar prótesis capilares pone como uno de los requisitos que dicho cabello mida más de 35 centímetros como mínimo. Dado las barreras que presenta el reciclaje de cabello es que éstos

en su mayoría terminan en grandes botaderos de basura generando gases de efecto invernadero y contaminando el medio ambiente.

1.5 Limitaciones de la Investigación

Las limitaciones consideradas para el desarrollo de la presente investigación son las siguientes:

1. La estabilización de bloques de adobes se limita a los requerimientos y procedimientos de la normativa peruana E.080 (2017) "Diseño y Construcción con Tierra Reforzada", sin embargo, debido a vacíos con respecto a la estabilidad frente a los efectos del agua, también se está tomando en cuenta recomendaciones y procedimientos de la normativa española UNE 41410 (2008) "Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo" y la norma técnica colombiana NTC 5324 (2004) "Bloques de suelo cemento para muros y divisiones. Definiciones. Especificaciones. Métodos de ensayo. Condiciones de entrega" como complemento.

2. Respecto a los análisis realizados en laboratorio de los componentes de la tierra a utilizar, solo se evaluarán sus propiedades físicas como la granulometría y límites de Atterberg.

3. Con respecto a los análisis mecánicos del bloque de adobe, esta investigación se limita al ensayo de resistencia a la compresión, por lo que no se evaluará la resistencia a la tracción y resistencia a la flexión. En este sentido, la norma peruana E.080 (2017) no considera la resistencia a la flexión como requerimiento mecánico para obtener un adobe con buenas características. De igual forma Minke (2005) asegura que tanto la resistencia a la flexión como la resistencia a la tracción es irrelevante para construcciones a base de tierra debido a que estas estructuras no deben someterse a tracción ni flexión. Asimismo, la norma española UNE 41410 (2008) con respecto a la propiedad mecánica de los BTC, solo considera a la resistencia a la compresión como un ensayo

mecánico necesario que garantice la correcta fabricación de estas unidades. Dejando de lado y sin efecto a la resistencia a la tensión y resistencia a la tracción de los BTC.

4. Respecto a los ensayos para determinar los efectos adversos del agua en los bloques de adobes, según los requerimientos de la norma española UNE 41410 (2008) se están considerando el “ensayo de absorción de agua por capilaridad” y el “ensayo de erosión acelerada Swinburne (SAET)”. No se realizará un ensayo de inmersión total ya que en nuestra población de estudio son escasas o nulas las condiciones de inundación.

5. La elaboración de los bloques de adobe se realizará con tierra proveniente del asentamiento humano Josefina Ramos, distrito Imperial, provincia Cañete, región Lima.

6. Los cabellos que servirán de refuerzo en los bloques de adobe serán fibras seleccionadas que no hayan pasado por el proceso de coloración o decoloración y se obtendrán de barberías y peluquerías de confianza que estén ubicados en el asentamiento humano Josefina Ramos, distrito de imperial, provincia de Cañete, región Lima.

7. Como refuerzo se usarán fibras naturales de pelo o cabello humano de 10 mm de longitud en dosificaciones de 0.0%, 0.25%, 0.50% y 0.75% respecto del peso seco del adobe.

8. Se usarán 2 tipos de adobes con dimensiones teóricas de 10 cm x 10 cm x 10 cm y de 8 cm x 10 cm x 20 cm según las recomendaciones de la Norma E.080 “Diseño y Construcción con Tierra Reforzada” (2017).

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 *Antecedentes Internacionales*

Bock-Hyeng et al. (2016) en su investigación titulada “Mechanical properties of sustainable adobe bricks stabilized with recycled sugarcane fiber waste”, pretendieron estabilizar un adobe mediante la incorporación de fibras de caña de azúcar con dosificaciones de 0%, 0,3%, 0,6%, 1,2%, 2% y 3% con relación al peso seco del adobe base obteniendo como resultado mejoras en la resistencia a esfuerzos de compresión, contracción y resistencia frente a efectos del agua con respecto al adobe patrón. Con una dosificación del 3% de fibra de caña, se incrementó la resistencia a la compresión en un 58.61%, se redujo la contracción en 4.64% y se aumentó la resistencia frente al agua soportando hasta 1 semana al estar sumergidos completamente en agua.

Asimismo, Concha-Riedel et al. (2020) en su estudio llamado “Mechanical and damage similarities of adobe blocks reinforced with natural and industrial fibres”, tuvieron como objetivo mejorar las propiedades físicas y mecánicas del adobe incorporándoles fibras vegetales (yute), sintéticas (micro propileno) y animales (pelo de cerdo), obteniendo como resultado una disminución del 50% de las grietas producidas por la contracción. también se tuvo como resultado que la resistencia a la compresión y flexión no aumentaron ni disminuyeron. Además, se obtuvo una respuesta favorable al utilizar fibras de yute con una dosificación de 0.5% y fibras de 30mm de longitud.

Eslami et al. (2022) en su investigación “Palm fiber as a natural reinforcement for improving the properties of traditional adobe bricks”, se dispusieron a mejorar en el tiempo las propiedades de ladrillos de adobe con incorporación de fibras de palma en distintas relaciones con respecto al peso seco del adobe (0,25 al 1%). Para lo cual se evaluaron la resistencia a esfuerzos

de compresión, tracción. Los hallazgos revelaron un desempeño superior en las unidades de adobe con adición de fibras en comparación con los adobes simples sin reforzar. Además, la resistencia a esfuerzos de tracción de los adobes se incrementó con la adición de fibras, obteniéndose una mayor resistencia a la compresión en unidades de adobe con dosificación de 0,25% de contenido de fibra.

Yetgin et al. (2008) en su artículo de investigación titulada “The effects of the fiber contents on the mechanic properties of the adobes”, realizaron pruebas de tracción y compresión a mezclas de diferentes adobes adicionados con paja de trigo en longitudes de 5cm de largo. Obteniendo como resultado que a medida que se aumenta el contenido de paja en los adobes, disminuyen favorablemente las tasas de contracción, pero también disminuyen la resistencia a esfuerzos de tracción y la resistencia a esfuerzos de compresión.

Araya-Letelier et al. (2018) en el artículo “Influence of natural fiber dosage and length on adobe mixes damage-mechanical behavior”, tuvieron el objetivo de conocer la influencia que tiene la dosificación y la longitud del pelo de cerdo en el comportamiento mecánico del adobe obteniendo como resultado un aumento en la resistencia a la compresión y flexión además de reducir las fisuras por contracción con respecto al adobe patrón. Cabe resaltar que los valores medios de las resistencias a la compresión y la flexión se reducen a medida que aumenta la dosis y la longitud de las fibras, como resultado de la porosidad generada por el agrupamiento de las fibras. En base a los resultados de este trabajo, una dosificación del 0,5 % con respecto al peso seco del adobe y utilizando fibras de 7 mm es óptimo para mejorar el control de grietas.

Bheel et al. (2017) en su investigación titulada “Effect of human hair as fibers in cement concrete”, evaluaron el efecto del cabello humano sobre el hormigón a una edad de 28 días de curado. Para lo cual usaron dosificaciones de cabello de 0.25%, 0.5%, 0.75% y 1% con respecto

al peso del cemento. Logrando resultados más favorables sobre el bloque base al añadir un 0.25% de cabello, obteniendo un incremento de resistencia a compresión de 10.71% y un incremento de resistencia a la tracción de 3.65%.

Kumar et al. (2015) realizaron la investigación “An Experimental Study on Mechanical Properties of Human Hair Fibre Reinforced Concrete (M-40 Grade)”, con el objetivo de estudiar el efecto del cabello humano sobre un hormigón simple, adicionando cabello en porcentajes de 1%, 1.5%, 2%, 2.5% y 3% en peso de cemento. Obteniendo un aumento significativo en la resistencia a compresión, tracción y flexión. Se incrementó la resistencia a la compresión hasta 8.18%, con respecto al hormigón base, a los 28 días de curado al usar la dosificación de 1.5% de cabello. Además, las propiedades mecánicas fueron incrementando hasta usar una dosificación en cabello del 1.5% para después comenzar a disminuir.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Salazar y Tejada (2021) en su investigación no experimental llamado “ Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de adobe estabilizado bajo los criterios de RNE norma E080, Trujillo 2021”, analizaron muchos estabilizadores tanto físicos como químicos que se han empleado para mejorar la resistencia a esfuerzos de compresión de un adobe convencional y los compara en base a los requisitos establecidos en el reglamento nacional de edificaciones norma E.080, obteniendo como resultado que el adobe tradicional supera la resistencia a la compresión mínima establecido en la norma peruana, sin embargo al usar estabilizantes, principalmente de origen orgánicos y químicos como cal, cemento, viruta metálica, fibras, entre otros, se aumenta la resistencia a la compresión hasta un 550% aproximadamente.

Alfaro (2019) en su tesis de investigación titulado “Adobe estabilizado mediante el empleo de fibras sintéticas de polipropileno, Tunanmarca-Jauja”, tuvo como objetivo obtener un adobe

tradicional estabilizado con propiedades físicas y mecánicas superiores a las del adobe tradicional implementando una nueva tecnología que consiste en el empleo de fibras sintéticas de polipropileno obteniendo como resultado la mejora en la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, resistencia a la flexión y resistencia a la erosión de los bloques de adobe.

Benites (2017) estudió el Adobe estabilizado con extracto de cabuya (*furcraea andina*), donde pretendió estabilizar un adobe tradicional usando un polímero natural procedente de su localidad (cabuya) obteniendo como resultado un aumento en la resistencia a la compresión y a la flexión de 9.6% y 133.7% respectivamente, además de una mejora en la resistencia a la acción del agua en referencia al adobe patrón.

Napan (2021) en su investigación llamado “Evaluación de la resistencia del adobe reforzado con fibra de pelo de maíz para viviendas, Cañete – 2021”, evaluó la resistencia del adobe reforzado con fibra de pelo de maíz para viviendas en la provincia de Cañete. Se utilizó una dosificación de pelo de maíz de 2%, 2.5% y 3% con respecto al peso seco del adobe obteniendo como resultado una mejora en la resistencia a la flexión, compresión, tracción y porcentaje de absorción de agua. La resistencia a la flexión para los adobes con dosificación de 2.5% alcanzó una flexión máxima de 8.40 kg/cm². Se alcanzó una resistencia a la compresión máxima de 14.1 kg/cm² superando al patrón que según la norma el mínimo es 10.2 kg/cm². La resistencia a la tracción para los adobes con una dosificación del 2.5% alcanzó una tracción máxima de 1.17 kg/cm².

Hoyos (2020) evaluó la Influencia de la fibra vegetal Ichu en la resistencia de adobes estabilizados con cal al 20%, logrando como resultado un aumento en la resistencia a la flexión y una disminución de la resistencia a la compresión en relación con la muestra patrón. Esta investigación escapa de lo convencional ya que combina 2 diferentes tipos de estabilizadores, por

un lado, la cal que es un estabilizador químico y por otra parte la fibra vegetal Ichu que vendría a ser utilizado como un estabilizador físico.

Chavez (2019) en su tesis de pregrado titulado “Propiedades físico y mecánicas del adobe compactado con incorporación de fibras de coco, Cajamarca 2018” tuvo el objetivo principal de analizar las propiedades físico y mecánicas del adobe compactado mediante la incorporación de fibras de coco usando porcentajes de adición de 0.25%, 0.50% y 0.75% con respecto al peso seco de la muestra patrón obteniendo resultados satisfactorios con respecto a la resistencia a la compresión llegando hasta 36.83 kg/cm², resistencia a la flexión alcanzando un valor máximo de 8.48 kg/cm² y resistencia a la absorción de agua reduciendo hasta un 5% el grado de absorción.

Limpe y Ortiz de Zevallos (2016) en su investigación “Análisis de la resistencia a la flexión y compresión de concreto con agregados de las canteras de vicho y cunyac adicionado con fibras de pelo de cerdo” mejoraron el desempeño del concreto a esfuerzos de compresión y flexión, incorporando fibras de pelo de cerdo en porcentajes de 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5% y 5% con relación al peso del cemento, concluyendo que la resistencia a esfuerzos de compresión del concreto con fibras de pelo de cerdo se incrementa al adicionar 1% de fibras de pelo de cerdo con respecto al peso de cemento, incrementando la resistencia en 40.53% a los 7 días y 17.32% a los 28 días. Además, la mayor resistencia a esfuerzos de flexión se obtuvo con la adición de 1.5% de fibras de pelo de cerdo, incrementando esta propiedad en 62.44% a los 7 días y en 27.86% a los 28 días.

Quito y Trujillo (2021) en su investigación titulada “Evaluación de la adición de fibras de cabello humano en la resistencia a compresión de concreto $f'_c=175$ kg/cm², HUARAZ-2021”, analizaron la adición de fibra de cabello humano al concreto con el objetivo de determinar si se produce un incremento en la resistencia a la compresión en muestras de concreto empleando cabello humano con dosificaciones de 5%, 10%, y 15% con respecto al peso seco del cemento,

logrando como resultado incrementar la resistencia a la compresión de las muestras de concreto en mayor medida usando una dosificación de 10% de cabello.

Lázaro y Ortiz (2021) en su investigación “Adición de fibra de cabello humano en la resistencia a la flexión para un concreto $f'_c=280\text{kg/cm}^2$, huaraz-2021”, propusieron incrementar la resistencia a la flexión de muestras de concreto adicionándoles cabello humano en una dosificación de 0.4% y 0.7% con respecto al peso seco del cemento en las muestras, teniendo como resultado valores inferiores a la muestra patrón en todos los resultados.

Quiroz (2019) en su investigación titulado “Resistencia a la compresión y flexión del adobe compactado con sustitución de flakes de tereftalato de polietileno y fibras de lana”, tuvo como objetivo calcular la resistencia a compresión y flexión del adobe compactado con sustitución de flakes de tereftalato de polietileno y fibras de lana de ovino usados por separado en las dosificaciones de 0.5%, 1% y 1.5% para ambos estabilizantes con respecto al peso seco del adobe patrón. Obteniendo como resultado un incremento en la resistencia a la compresión con respecto al adobe patrón con un valor máximo de 32.22 kg/cm^2 usando fibras de lana al 1.5%. Con respecto a la resistencia a la flexión, solo se logra superar el valor del adobe patrón al adicionar fibras de lana en un 1.5% llegando hasta 25.05 kg/cm^2 .

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 *El Adobe*

El adobe es un material de construcción hecho de tierra arcillosa y secado al sol, que ha sido utilizado por muchas culturas en todo el mundo durante muchos años para construir edificios, especialmente en África y América (Jaguaco, 2007). Consiste en una mezcla de tierra cruda con arcilla, arena y limo, a la que se le pueden añadir otros componentes orgánicos e inorgánicos como paja, fibras o agregados gruesos para mejorar su resistencia, durabilidad y evitar las grietas.

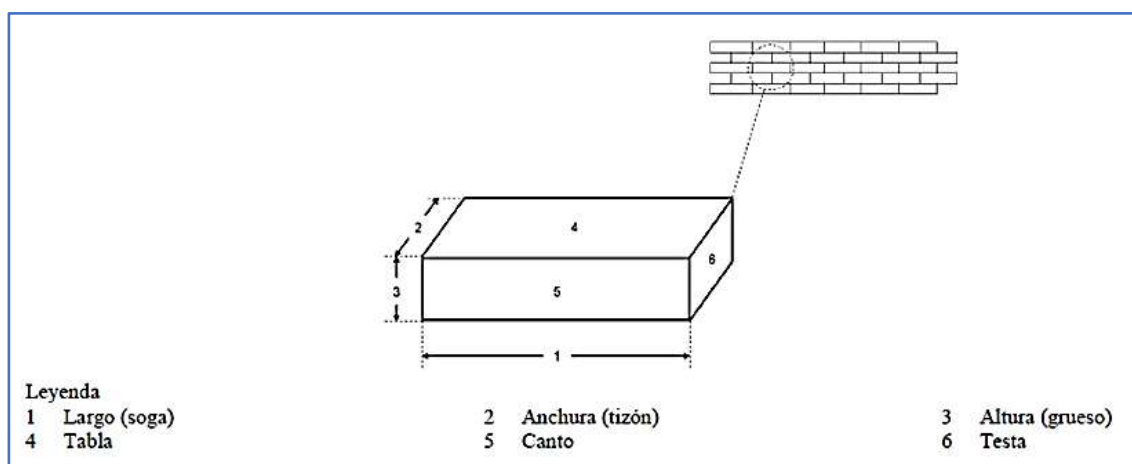
Además, es un material amigable puesto que no se necesita elaborados criterios técnicos para su fabricación, se puede moldear en diversas formas y su costo es mucho más bajo en comparación a otros materiales.

Si vemos de cerca, la construcción con adobe en nuestro país se remonta a la época prehispánica y muchas de estas edificaciones han perdurado en el tiempo, como en el caso de la Ciudadela de Chan Chan, considerada “la ciudad de barro más grande de América”, la Ciudad Sagrada de Caral, “la más antigua de América”, la Fortaleza de Paramonga o el Complejo de Pachacamac. (MVCS, 2010, p.5)

El adobe es una unidad de albañilería que podría ser un bloque, si se requiere de ambas manos para ser manipulada, o ladrillo si las dimensiones del material le permiten a un obrero manipularla con una sola mano. Podemos identificar 3 superficies distintas en un bloque de adobe, como se muestra en la figura 4.

Figura 4

Partes de un bloque de adobe



Nota. Se puede apreciar las 3 partes del adobe que son: Canto, testa y tabla. Tomado de *Dimensiones y superficies* (p.8), por AENOR, 2008.

Ventajas. Algunas ventajas atribuibles al adobe en comparación con otros materiales industriales de construcción serían:

El Barro Regula la Humedad Ambiental. El adobe es un material poroso, por lo cual, tiene la capacidad de absorber y desorber la humedad balanceando el medio ambiente interior. Además, al igual que otros materiales densos, el adobe posee propiedades térmicas, por lo tanto, las edificaciones construidas con adobe son frescas durante el verano y cálidas durante el invierno.

El Adobe es Ecológico y no Genera Contaminación Ambiental. Es un material ecológico y sostenible, ya que se elabora con recursos naturales y locales, sin necesidad de procesos industriales que consuman mucha energía o generen contaminación. Además, está elaborado a base de un material que puede ser reutilizable de forma ilimitada simplemente triturándolo y agregándole agua.

El Adobe es un Material Económico. El adobe es un material económico debido a que está elaborado principalmente de tierra que lo podemos encontrar en casi en todos los lugares. Generalmente los primeros trabajos en una obra de edificación son la excavación de los cimientos de donde se obtendrá la tierra suficiente para preparar el adobe. Si la tierra obtenida no contiene suficiente arcilla, se le podría añadir hasta mejorarla, y si, por el contrario, contiene demasiada arcilla, se podría mejorar con agregados de arena u otros métodos de mejoramiento.

Debido a estas características, el adobe es un material de construcción con numerosas bondades y nos da una opción económica y sostenible para el desarrollo de viviendas y edificios.

Desventajas. El adobe cuenta con muchas ventajas para la construcción, sin embargo, también tiene algunas desventajas, como su baja resistencia a la humedad y baja resistencia mecánica, por lo que requiere protección, mantenimiento y técnicas que la refuercen para un

desempeño adecuado. También es un material pesado y rígido, por lo cual es complicado obtener una variedad de diseños con este material.

En la construcción de edificaciones de tierra, se enfrentan algunos problemas como la ausencia de principios tecnológicos universales, la baja fiabilidad y la rápida degradación debido a la exposición a las condiciones meteorológicas, la falta de protección contra elementos como el viento, la humedad y la lluvia, que resulta en una baja resistencia y durabilidad de los adobes. Por otro lado, la técnica constructiva tradicional del adobe se basa en conocimientos empíricos para la selección y mezcla de materiales, lo que puede afectar su calidad y seguridad en la construcción (Chuya y Ayala, 2018).

Otra desventaja que encontramos en el adobe es que sus propiedades varían según la composición de arena, limo y arcilla, y esta composición es diferente en cada cantera de la cual se extrae la tierra (Minke, 2005). Es debido a esto que resulta imprescindible realizar ensayos de campo y laboratorio de cada cantera de tierra en específico para conocer la composición interna del barro y tomar medidas correctivas de ser necesario.

Otra desventaja sumamente importante que encontramos en los bloques de adobes es que estos se contraen al secarse. Para obtener adobe, se necesita que la tierra sea mezclada con agua, para activar las propiedades de la arcilla. Sin embargo, en el secado, al evaporarse el agua, el adobe se contrae y suelen aparecer fisuras que son perjudiciales para la resistencia mecánica de este material. No obstante, estas fisuras se pueden mitigar reduciendo la cantidad de agua, reduciendo la cantidad de arcilla, cambiando la composición interna de los granos o empleando estabilizadores orgánicos e inorgánicos.

2.2.2 El Adobe Estabilizado

Cuando al adobe se le incorporan otros materiales como asfalto, cemento, cal, etc., con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad, se le denomina adobe estabilizado (MVCS, 2000).

Cambiar la composición de un adobe para mejorar algunas de sus características puede resultar perjudicial para otra propiedad importante del material. En todo caso AENOR (2008) nos recomienda que, para la elección correcta del tipo de estabilización, es preferible seguir los siguientes criterios:

- Disponibilidad regional: se recomienda emplear materiales cercanos al lugar donde nos encontramos.
- Mínimo impacto ambiental, teniendo en cuenta el ciclo de vida del material estabilizante: Esto es, consumo óptimo de energía, agua y recursos renovables; mínima contaminación al medio ambiente debido a la extracción u obtención, fabricación, transporte, aplicación y tiempo de descomposición del material estabilizante.
- Procedimientos tecnológicos apropiados a la puesta en obra y al mantenimiento.
- Evaluación económica. (P.22)

La elección del mejorador más adecuado dependerá de la disponibilidad de materiales en la zona, así como de las propiedades deseadas del adobe terminado. Por ejemplo, si se utiliza adobe en un clima húmedo, una buena opción sería un agente que incremente la resistencia al agua.

Tipos de Estabilización. En el ámbito de la construcción con adobe, existen distintos métodos de estabilización que se pueden emplear según el efecto que generen sobre el material, los cuales serían:

Estabilización Química. La estabilización química se logra mediante la adición de un agente que modifica la estructura interna del material, como pueden ser la cal, asfalto o cemento. La cal reduce la plasticidad de los suelos arcillosos, el asfalto mejora su impermeabilidad, mientras que el cemento incrementa su resistencia.

Estabilización Física. La cual se logra mediante la incorporación de fibras (naturales o sintéticas) o cambiando la granulometría del suelo. Las fibras se mezclan con la tierra arcillosa y aportan resistencia y flexibilidad al adobe, lo que previene su agrietamiento o desmoronamiento. Por otra parte, la estabilización física por cambio de granulometría se utiliza para estabilizar suelos con exceso de cohesión o baja cohesión, en el que normalmente se combinarán dos tipos de suelos.

Estabilización Mecánica. Por último, AENOR (como se citó en Alfaro, 2019) afirma que la estabilización mecánica busca mejorar la densidad del adobe y reducir su porosidad, mejorando así su resistencia mecánica e impermeabilidad.

2.2.3 Composición del Adobe

El adobe está hecho a base de tierra, que es una mezcla de arcilla, limo y arena la cual también puede contener agregados mayores como gravas y piedras. Estas se clasifican según su diámetro de tal forma que las partículas con diámetros inferiores a 0.002 mm son nombradas arcilla, entre 0.002 y 0.06 mm limo, y entre 0.06 y 2 mm arena. Las partículas mayores a 0.06 mm se denominan gravas y piedras (Minke, 2005). Además, en la figura 5 podemos observar el rango de tamaños de estas partículas en mm según diferentes organismos.

Figura 5

Clasificación de partículas del suelo

Proyecto del Departamento de Agricultura de Estados Unidos		Proyecto Internacional		Instituto Tecnológico de Massachusetts	
Nombre De los Separados	Diámetro (escala)	Separado	Diámetro (escala)	Separado	Diámetro (escala)
	Milímetros		Milímetros		Milímetros
Grava	>2.0		Grava > 2.0		
Arena muy gruesa	2.0-1.0			Piedras	> 2.0
Arena gruesa	1.0-0.5	Arena gruesa	2.0-0.2	Arena gruesa	2.0-0.6
Arena mediana	0.5-0.25			Arena mediana	0.6-0.2
Arena fina	0.25-0.10	Arena fina	0.20-0.02	Arena fina	0.2-0.06
Arena muy fina	0.10-0.05				
Limo	0.05-0.002		0.02-0.002	Limo	0.06-0.002
Arcilla	< 0.002	Arcilla	< 0.002	Arcilla	< 0.002

Nota. Tomado de *Clasificación de las partículas del suelo* (p.64), por M. Ramírez, 2011.

Arcilla. Las arcillas son sedimentos minerales formados por la erosión del feldespato y otros minerales con un tamaño inferior a los 0.002mm, siendo el componente fundamental del adobe, ya que le proporciona cohesión y resistencia a este material. Se trata de una roca sedimentaria formada por minerales silicatos hidratados en partículas muy finas. La arcilla es capaz de adquirir una textura plástica cuando está húmeda y endurecerse al secarse o cuando se expone a altas temperaturas. La proporción de arcilla en el adobe influye en sus características físicas y mecánicas. Es así como un mayor contenido de arcilla en el adobe causará mayor cohesión entre las partículas, pero también mayor expansión al mezclarse con agua, por lo tanto, tendrá una mayor retracción en el secado y a su vez mayor cantidad de fisuras. Por otra parte, un menor contenido de arcilla en el adobe causara menor cohesión entre sus partículas y por lo tanto menor resistencia mecánica.

La cantidad de arcilla que debe contener el adobe debe rondar entre el 10-20% (MVCS, 2000).

Limo. El limo es un sedimento clástico de tamaño de partícula intermedio entre la arcilla y la arena. Los limos son suelos no cohesivos con partículas de forma redondeada con un tamaño de entre 0,002 y 0,06 mm, según las clasificaciones utilizadas. A diferencia de la arcilla, los granos de limo son principalmente minerales como cuarzo, feldespato, clorita y mica, y son menos cohesivos debido a su forma no laminar. Los ingenieros geotécnicos distinguen la arcilla del limo por su plasticidad. Pudiendo encontrarse en los lechos de los ríos, en las lagunas o en los depósitos aluviales. El limo se debe tamizar antes de usarlo para eliminar las impurezas y los materiales orgánicos que puedan afectar la calidad del adobe. La cantidad de limo que debe contener el adobe se encuentra entre el 15 al 20% (MVCS, 2010).

Arena. La arena es uno de los componentes principales del adobe, le da resistencia y estabilidad, evitando que se agriete o se desmorone. La arena también ayuda a regular la humedad del adobe, facilitando su secado y curado. La proporción de arena en el adobe depende del tipo de suelo y del clima, pero generalmente se recomienda que sea entre el 50% y el 70% del volumen total (MVCS, 2010). Las partículas de arena deberán estar limpia, sin sales, arcillas o materia orgánica y miden entre 2 y 0.06 milímetros.

Grava. Algunas veces el adobe contiene agregados mayores como gravas y piedras cuyo diámetro es superior a los 2 milímetros. La grava, al igual que la arena y el limo, es un agregado sin fuerza aglutinante y está formado a partir de rocas erosionadas pudiendo tener cantos filosos o redondeadas a partir de la erosión del agua (Minke, 2005).

Agua. En la elaboración del adobe, uno de los componentes fundamentales es el agua, ya que vuelve trabajable la tierra y permite mezclar sus componentes. La cantidad necesaria de agua para la elaboración del adobe dependerá de la humedad y la textura del suelo, así como de las condiciones climáticas, sin embargo, se debe procurar utilizar la menor cantidad de agua que logre

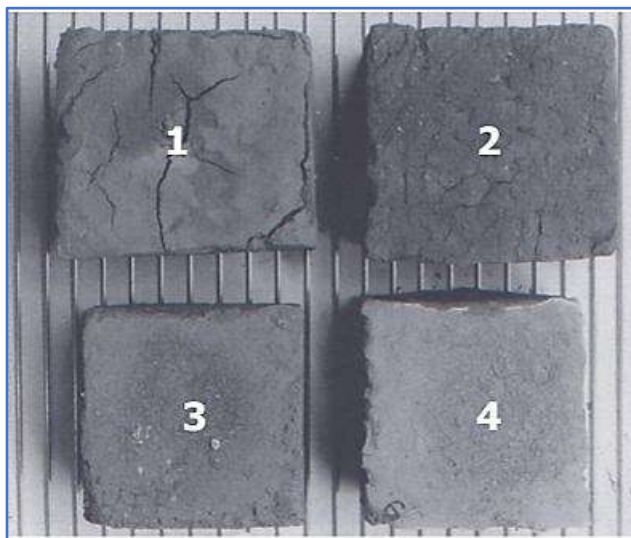
activar la arcilla presente en el barro para así alcanzar la máxima resistencia seca de los muros. La cantidad de agua necesaria para moldear los bloques de adobe no debe pasar el 20% respecto al peso seco del adobe (MVCS, 2017).

Distribución Granulométrica. La composición de la tierra depende del lugar en donde se encuentre por lo que sus propiedades siempre van a ser distintas en cada lugar.

El adobe tiene como principal material sólido a la tierra, la cual está compuesta esencialmente de arcilla, limo, arena y grava. Dependiendo de cuál de estos elementos sea el predominante podemos obtener un suelo arcilloso, limoso o arenoso. Un ejemplo de la importancia de una correcta distribución granulométrica entre arcilla, limo y arena frente a la expansión y retracción la podemos observar en la figura 6 a continuación.

Figura 6

Fisuras en adobes con diferentes tipos de barro



Nota. El bloque 1 pertenece a un barro arcilloso, el bloque 2 presenta un barro con granulometría optimizada entre arcilla, limo y arena, el bloque 3 pertenece a un barro limoso y el bloque 4 pertenece a un barro arenoso. Tomado de *La arquitectura de tierra. Evolución a través de la historia* (p.40), por F. Sanchis, 2009.

El porcentaje de arcilla en la tierra es de mucha relevancia. Según AENOR (2008) no se usarán tierras que contengan arcilla por debajo del 10%.

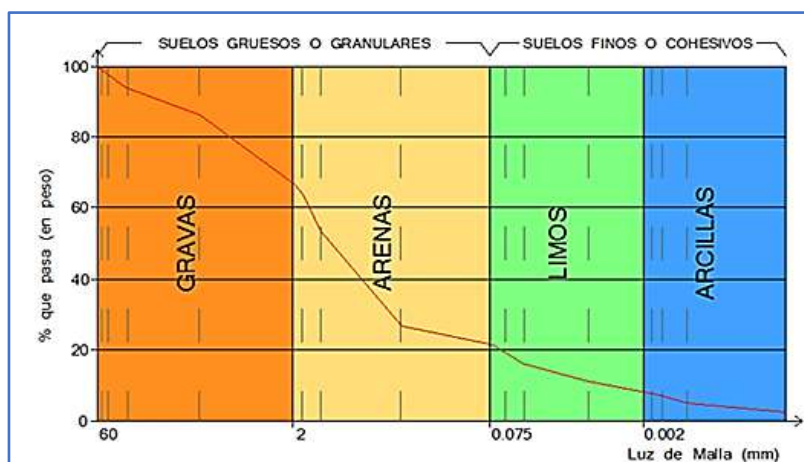
Por otra parte, un suelo aceptable deberá contener entre 55 a 75% de arenas y entre 25 a 45% de finos. Además, no se aceptarán suelos con más de 18% de arcillas (Materiales para edificaciones de adobes, s.f.).

Así mismo, el MVCS (2000) nos recomienda que, para obtener un buen adobe, la distribución granulométrica del suelo deberá ser similar a: arcilla 10-20 %, limo 15-25% y arena 55-70%, además de esto, no deben contener suelos orgánicos. Por último, estos porcentajes pueden variar cuando se elaboren adobes estabilizados.

Para conocer la distribución granulométrica del suelo se emplea el ensayo de análisis granulométrico por tamizado, usando una serie de tamices con aberturas con diámetros desde 75 mm (tamiz 3") hasta 0.075 mm (tamiz N°200). Lo cual se puede representar en un gráfico semi logarítmico con los porcentajes acumulados en peso que pasan por cada tamiz, como se muestra en la figura 7.

Figura 7

Curva granulométrica de un suelo



Nota. Tomado de *Curva granulométrica de un suelo* (p.5), por R. Zapata, 2018.

Además, como ensayo complementario, se deberá realizar un ensayo de análisis granulométrico por sedimentación para conocer el porcentaje de aquellas partículas de suelo con diámetros menores a 0.075 mm, como es el caso de las arcillas y limos.

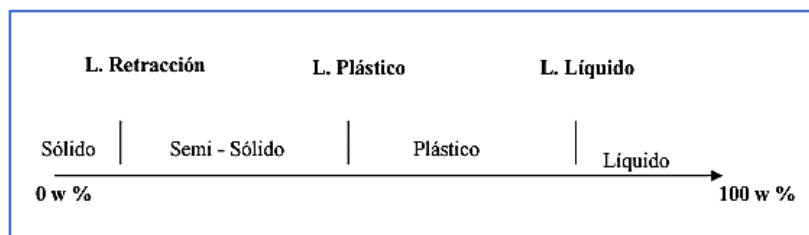
2.2.4 Efectos del agua en el adobe

Expansión y Retracción. Tanto la expansión que sufre el barro al mezclarse con el agua, así como su retracción en el secado son una desventaja en este material de construcción. La absorción de la humedad presente en la atmósfera no producirá la expansión del adobe seco. La expansión de un bloque de adobe sucede solo cuando este se mezcla con mucha agua y cambia su estado sólido a uno plástico, sin embargo, lo peor ocurre al evaporarse el agua y generar una retracción en la mezcla, ya que esta genera fisuras y deformaciones en el adobe siendo perjudicial para la resistencia mecánica de los bloques. El grado de expansión y retracción depende directamente del tipo y la cantidad de arcilla presente en el barro. De este modo, la arcilla montmorillonita tiene un efecto expansivo mayor que la arcilla caolinita o la illita (Sanchis, 2009).

Plasticidad. El barro al entrar en contacto con mucha agua pierde su estado sólido, pasando por cuatro estados de consistencia: sólido, semisólido, plástico y líquido (como se aprecia en la figura 8). Los cuales irán variando según el contenido de humedad presente en el adobe. El científico Atterberg definió los límites de estos estados, por lo cual también son conocidos como los límites de Atterberg.

Figura 8

Límites de Atterberg



Nota. Tomado de *Límites de Atterberg* (p.2), (s.f.), <https://bit.ly/LimitesAtterberg>.

Límite de Contracción (LC). Se define como la cantidad de agua presente en la tierra y suficiente para que este cambie de un estado sólido a semisólido. Es el límite donde ya no ocurre el cambio de volumen de la masa de suelo por contracción.

Límite Plástico (LP). Se define como la cantidad de agua presente en la tierra, con lo cual el suelo se encuentra en el límite entre el estado plástico y semisólido. Además, al hacerse rollos de 3mm de diámetro estos comienzan a desmoronarse.

Límite Líquido (LL). Se define como la cantidad de agua presente en un suelo cohesivo que después de 25 golpes en la cuchara de Casagrande a una caída de 1 cm, con una repetición de 2 golpes por segundo, produce el cierre de 1 cm a la ranura previamente efectuada a una muestra de suelo en esta cuchara. Es en este momento cuando el suelo analizado cambia su textura de un estado plástico a uno líquido. Una vez determinados los LL y LP, es posible calcular el índice de plasticidad (IP), el cual representa el porcentaje de humedad con la cual un suelo permanece en estado plástico (Instituto Nacional de Capacitación Popular [INACAP], s.f.).

$$IP = LL - LP$$

Acción Capilar. La ascensión y descenso del agua en espacios estrechos entre partículas porosas, como es el suelo, por medio de la tensión superficial del agua que es la fuerza que evita que la superficie del líquido se rompa debido a los puentes de hidrogeno intermoleculares, es un fenómeno conocido como acción capilar o capilaridad (Instituto Nacional de Vías [INVÍAS], 2012). Este proceso tiene implicaciones significativas para las construcciones con adobe ya que la erosionan, degradando paulatinamente la sección transversal de los muros, principalmente en la parte inferior debido a la humedad por ascenso capilar desde la base del terreno. La acción capilar es posible gracias a la adhesión, que hace que las moléculas de agua se adhieran a las superficies

sólidas, y la cohesión, que mantiene unidas las moléculas de agua formando una columna continua. El agua sube desde las capas inferiores del suelo a las capas superiores gracias a la acción capilar, transportándose de forma vertical y en contra de la gravedad. Además, este proceso influye en la distribución del agua en el suelo, ya que se desplaza desde zonas húmedas o saturadas hacia zonas secas (Condori, 2023).

2.2.5 El Cabello

Cabello y pelo son términos que comúnmente significan lo mismo, sin embargo, existen diferencias entre ellos. El pelo es un tipo de cabello muy corto, fuerte y espeso que nace en la mayor parte del cuerpo con excepción de las palmas de las manos y los pies. El cabello es mucho más delgado, con un periodo de crecimiento que puede alcanzar los 5 años. Pese a estar constituidos igual, el pelo y el cabello presentan notables diferencias, las más importantes para nuestra investigación serían que el cabello alcanza una mayor largura y es más fuerte que los demás. Además, el cabello es aquel que tenemos en la cabeza y en el cuero cabelludo (Diferencias, s.f.).

Anjum, et al. (como se citó en Quito y Trujillo, 2021) sostiene que la resistencia del cabello humano bajo efectos de tensión se debe gracias a la “cisteína” que es un aminoácido presente en la queratina. Además, una sola hebra de cabello puede soportar un peso de entre 100 a 150 gramos sin sobrepasar su límite elástico, por lo que es un material atractivo para su análisis en diversas ciencias.

El cabello es una fibra natural muy fuerte y la queratina presente en la corteza del cabello es la responsable de esta propiedad ya que sus largas cadenas se comprimen para formar una estructura consistente, fuerte y flexible. A nivel molecular, el cabello presenta alrededor de un 80% de queratina, con un alto contenido de azufre formado por la cisteína que es el aminoácido

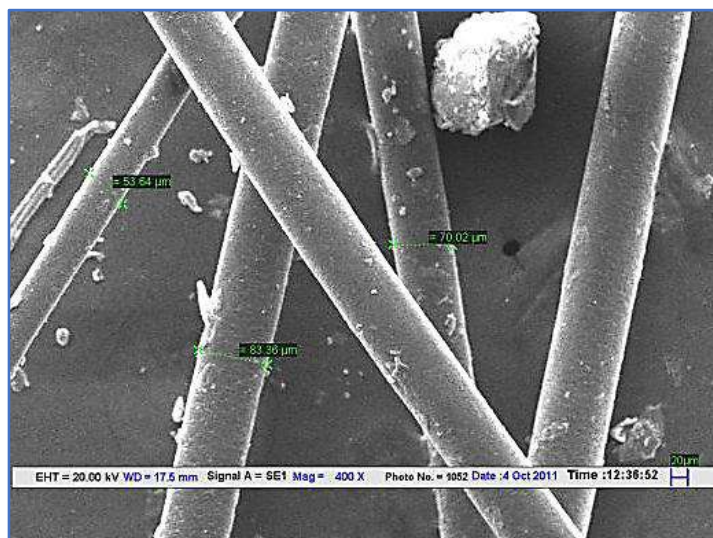
característico y especial de este material. Es por ello por lo que una hebra de cabello tiene la misma resistencia a la tracción que un alambre de cobre del mismo diámetro (Kumar et al., 2015).

En la construcción con adobes, el cabello puede ser utilizado como un estabilizador orgánico para fortalecer la mezcla de barro puesto que es una fibra natural que se puede emplear para prevenir la formación de grietas y aumentar la resistencia a la fractura de los bloques (Benites, 2017).

Los cabellos humanos están compuestos por fibras con una longitud variable y con un diámetro entre los 40 μm y 111 μm , como se logra ver en la figura 9. A pesar de las propiedades resistentes que tiene el cabello, su reuso aún no tiene suficiente valoración y que estos terminan siendo vertidos a basurales (Pillai y Ramanathan, 2012.)

Figura 9

Diámetro del cabello humano



Nota. Se logran identificar con un microscopio, 3 diámetros de hebras de cabello con medidas de 53.64 μm , 70.02 μm y 83.36 μm . Tomado de *Imagen SEM de fibras de cabello humano* (p.430), por R. Pillai y A. Ramanathan, 2012.

Estructura Interna. Podemos distinguir dos partes principales en el cabello: el tallo piloso, que es la parte visible y la raíz pilosa, que es la parte no visible, la cual encuentra en el interior de la piel y es la parte viva del pelo. Para nuestro estudio, solo nos interesa conocer las características del tallo piloso, el cual está conformado por células totalmente queratinizadas y muertas del cabello y se compone de tres estratos principales: la cutícula, el córtex y la médula. La capa más exterior y protectora del cabello es la cutícula, la cual se compone de células planas, queratinizadas y escamosas que se superponen de forma similar a las tejas de un tejado. El córtex es el estrato intermedio y más grueso del pelo, que se compone de fibras de queratina, una proteína que le otorga resistencia y elasticidad al pelo. La médula es el estrato más interno y central del cabello, y está conformada por células huecas y aireadas que están poco queratinizadas y unidas entre sí (Federacion de enseñanza de CC.OO. de Andalucía, 2010).

Composición Química. El cabello está conformado por proteínas, lípidos, oligoelementos, agua, pigmentos y algunas otras sustancias. Teniendo así un 28% de proteínas, 2% de lípidos, 70% de agua, sales y otras sustancias como urea, aminoácidos, etc. Las proteínas del cabello son en su mayoría queratina (dura y blanda). La queratina dura está presente en la corteza y cutícula mientras que la queratina blanda se encuentra en la médula del cabello (Federacion de enseñanza de CC.OO. de Andalucía, 2010).

Propiedades. Las características físicas y de resistencia del cabello son aquellas que determinan su aspecto, resistencia, elasticidad y comportamiento frente a agentes externos. Algunas de estas propiedades son:

Diámetro. El diámetro del cabello influye en su resistencia y se ve influenciado por el aumento de producción de queratina, variando según el tipo de cabello. Un cabello fino tiene un

diámetro menor que el cabello grueso y el cabello claro suele ser más fino que el oscuro (Federacion de enseñanza de CC.OO. de Andalucía, 2010).

Permeabilidad. Es la capacidad del cabello de absorber y retener humedad. Las fibras de queratina en el cabello pueden llegar a absorber humedad del ambiente hasta una tercera parte de su peso. Además, cuando un cabello absorbe agua, puede modificar su longitud, diámetro y forma (Federacion de enseñanza de CC.OO. de Andalucía, 2010).

Resistencia. El cabello tiene la capacidad de soportar tracción, la cual está determinada por su estructura interna y composición química (contenido de queratina y azufre). Además, es importante tener en cuenta que la resistencia del cabello puede decrecer debido a la acción de agentes químicos como ocurre en el caso de los cabellos decolorados. El cabello también presenta una buena resistencia al calor, llegando a soportar temperaturas superiores a 140° C de calor seco y de calor húmedo hasta 220° C. Por último, la gran cantidad interna de azufre, producida por el aminoácido cisteína, y su estructura compacta de queratina le otorga una propiedad anti bacterial (Federacion de enseñanza de CC.OO. de Andalucía, 2010).

Plasticidad. Es la propiedad que tiene el cabello, la cual, al entrar en contacto con el agua, se rompen los enlaces puente de hidrógeno y se vuelve un material más trabajable o moldeable que es su condición seca (Federacion de enseñanza de CC.OO. de Andalucía, 2010).

Elasticidad. Es la propiedad más importante del cabello y es su capacidad de deformarse y recuperar su forma original sin sufrir daños o fracturas. Entre mayor sea la unión entre partículas de queratina, mayor será la elasticidad del cabello, la cual podría verse afectada por agentes como la humedad, temperatura, radiación UV y sustancias químicas. El cabello sano puede estirarse hasta un 30% de su longitud en condición seca y hasta un 50% al estar húmedo (Federacion de enseñanza de CC.OO. de Andalucía, 2010).

2.2.6 Propiedades físicas del adobe

El adobe tiene una serie de propiedades físicas que lo hacen adecuado para la edificación de viviendas y otras estructuras. En este punto, se analizarán algunas de estas propiedades, como la densidad, porosidad, superficie específica y compactibilidad.

Densidad. La densidad es una propiedad física importante del adobe y de todos los materiales con fines estructurales, la cual expresa la relación entre la masa por unidad de volumen de dicho material. La densidad del suelo en estado húmedo y seco es un valor crucial para determinar los esfuerzos resistentes por sobrecargas y por lo tanto la durabilidad del material (Carhuanambo, 2016). La densidad en un adobe puede variar según la distribución interna de sus partículas, el grado de humedad y el método de fabricación que se empleó. Si logramos una correcta distribución entre las arenas y gravas, así como de limos y arcillas, de tal forma que estos ocupen el mayor espacio intergranular, sin dejar muchos vacíos, de tal forma que al compactarlo no se reduzca su volumen significativamente, entonces se alcanza la máxima densidad en el adobe. Por otra parte, un suelo que se ha excavado recientemente tiene una densidad de 1200 a 1500 kg/m³. Si este suelo se compacta puede llegar a obtener de 1700 a 2200 kg/m³ o hasta más dependiendo su cantidad de agregados gruesos (Minke, 2005).

En la figura 10 se puede observar la densidad promedio de un bloque de adobe según distintos autores.

Figura 10

Densidad del adobe por diferentes autores

Densidad ρ (kg m ⁻³)	Conductividad k W/(mK)	Fuente
1 200	0,46	Bestraten, S., Hormias, E., Altemir, A. (2011)
1 650	0,82	Heathcote, K. (2011).
750	0,20	Blondet, M., Vargas, J., Tarque, N., Iwaqui, C. (2011).
1 700	0,81	Bestraten, S., Hormias, E., Altemir, A. (2011).

Nota. Tomado de *Conductividad y densidad para adobe publicados por diferentes fuentes* (p.4), por I. Chino, 2018.

Porosidad. El suelo está compuesto por elementos en estado sólido, líquido y gaseoso. Los elementos en estado líquido y gaseoso como el aire y el agua forman el volumen de vacíos, siendo este porcentaje de vacíos la porosidad presente en el suelo. Un material poroso puede absorber y desorber humedad, regulando la humedad del ambiente, lo cual es una propiedad benéfica, sin embargo, es un fenómeno que debemos evitar al fabricar bloques de adobes ya que es perjudicial que el agua superficial tenga los medios para penetrar la estructura del adobe. La porosidad del adobe se puede medir mediante métodos directos o indirectos, como la densidad aparente y la densidad real del suelo (Ramírez, 2011).

Superficie Específica. La superficie específica es definida como el área de todas las superficies de las partículas del suelo dividido entre su masa ($\text{m}^2.\text{g}^{-1}$).

La arcilla tiene una superficie específica considerablemente superior a los limos y arenas, y mientras mayor sea esta propiedad de la arcilla en un suelo, mayor resultarán las fuerzas internas de unión entre sus partículas, que será de suma importancia para la capacidad aglutinante y la resistencia a la compresión y tensión en el barro (Minke, 2005).

Compactibilidad. La compactibilidad es una propiedad física del adobe que mide la capacidad de un material para reducir su volumen al ser sometido a una presión externa como la compactación mecánica. Para lograr la compactación máxima de un suelo, este debe tener un contenido de humedad óptimo y puede ser comprobado con el ensayo Proctor. Esta propiedad influye en la resistencia y la durabilidad del adobe, así como en su comportamiento térmico y acústico.

2.2.7 Propiedades Mecánicas del Adobe

Estas propiedades inciden en su resistencia y deformación ante las cargas y esfuerzos a los que está sometido. Estas propiedades dependen de varios factores, como la composición del suelo, el contenido de humedad, el método de fabricación, el tipo y cantidad de refuerzo, el grado de compactación y el proceso de curado. El conocimiento de las propiedades mecánicas del adobe es fundamental para el diseño y la construcción de estructuras con este material, así como para su conservación y rehabilitación (Morales et al., 2007).

Resistencia a la Compresión. La resistencia a la compresión es una propiedad relevante del adobe, que se utiliza para evaluar su comportamiento mecánico bajo fuerzas axiales. Esta propiedad es importante para garantizar la estabilidad y durabilidad de las estructuras construidas con adobe, y puede definirse como el máximo esfuerzo que puede soportar un bloque de adobe poco antes de fallar por una carga compresora. La cual depende primordialmente de su distribución granulométrica, del porcentaje de humedad entre sus poros, del grado de compactación y del tipo de arcilla presente en la tierra. Además, cuando se cumplen los factores para que el adobe alcance la máxima densidad, a su vez se alcanza su mayor grado de resistencia a la compresión (Sanchis, 2009).

Minke (2005) afirma que. “La resistencia a la compresión de elementos de construcción secos hechos de tierra, como por ejemplo bloques de tierra y tierra compactada difiere generalmente de 5 a 50 kg/cm²” (p.40). En concordancia, el MVCS (2017) sugiere que la resistencia a la compresión última de un adobe debe ser como mínimo de 1.0 MPa o 10.2 kgf/cm² (p.15).

Resistencia a la Tracción. La resistencia a la tracción es una propiedad mecánica que se expresa como la capacidad de un material para soportar una fuerza que tiende a estirarlo o alargarlo. Es importante conocer la resistencia a la tracción al momento de diseñar cualquier material estructural. La resistencia a los esfuerzos de tracción en un adobe dependerá tanto del

porcentaje de arcilla que contenga, así como del tipo de arcilla predominante en la mezcla. Además, se podría aumentar esta resistencia por medio de estabilizantes como fibras naturales o sintéticas.

La resistencia última a un esfuerzo de tracción en un material frágil como el adobe ocurre cuando este alcanza su deformación unitaria última y se evidencia en un agrietamiento visible en la estructura. Los materiales a base de tierra seca tienen un mejor desempeño transmitiendo compresiones que tracciones, esto dado que la deformación unitaria a causa de un esfuerzo por tracción es mucho menor a la causada por un esfuerzo a compresión. En este sentido, al tratarse de bloques de adobes, podría parecer primordial tener en cuenta la resistencia a esfuerzos de tracción sobre la resistencia a la compresión o la resistencia ante un esfuerzo flector debido a que por más compleja que sea la distribución de esfuerzos, y por lo tanto las deformaciones, las fisuras estructurales siempre se iniciarán por tracción (Vargas, 2016).

De forma contraria, Minke (2005) afirma que. “Para la construcción con tierra la resistencia a la tracción del material seco no es relevante debido a que las estructuras de tierra no deben someterse a tracción” (p.41).

En este sentido, bien se podría mejorar las bondades que ofrece el adobe como es su resistencia a compresión o multiplicar esfuerzos y mejorar sus puntos más débiles como son la resistencia a tracción y flexión, los cuales son casi nulos al tratarse de un material estructural. En cualquier caso, el MCVS (2017) nos recomienda que el bloque de adobe tenga una resistencia a tracción de 0.08 MPa o 0.81 kgf/cm² como mínimo (p.15).

Resistencia a la Flexión. La flexión ocurre cuando una fuerza externa y perpendicular a uno de sus ejes longitudinales incide sobre un cuerpo alargado, originando una deformación en su sección transversal. Todos los materiales y seres vivos se ven afectados por diversos esfuerzos como la compresión, tracción, torsión y flexión, las cuales ven influenciadas por varios aspectos,

como la clase de material, el área de la sección transversal, el sostén y las condiciones de carga, sin embargo, al tratarse exclusivamente de la flexión, no solo se tiene en cuenta la composición del objeto sino también de la forma, es decir de su inercia. Es así que un material en forma de tubo hueco es más resistente que una barra maciza del mismo material con la misma longitud y cantidad (Caballero et al., 2010).

Por su parte, Minke (2005) afirma que la resistencia a la flexión del barro seco como el adobe o tapial casi no tiene importancia para las construcciones con estos materiales. Solo es relevante para determinar la calidad del mortero de barro a usarse y la rigidez de las aristas de los bloques de barro (p.41).

2.2.8 Ensayos para Analizar la Composición de Tierra en el Adobe

Al analizar la composición de la Tierra, los científicos utilizan diferentes tipos de ensayos que se basan en las características físicas y químicas de los materiales que la constituyen. Algunos de estos ensayos los realizaremos en campo (in situ) y otras en un laboratorio de mecánica de suelos con prestigio reconocido.

Ensayos de Campo. Son ensayos que se realizan in situ para determinar de primera fuente si la tierra cumple las condiciones para elaborar adobes. Algunos de estos ensayos son:

Prueba “Cinta de Barro”. Para establecer la existencia de arcilla en un suelo, se efectúa el ensayo de “cinta de barro” durante unos 10 minutos, conforme a lo dispuesto por el Reglamento E.080. Para esto, se tomará una porción de barro con humedad adecuada para moldear un cilindro de 12 mm de grosor y se comprime paulatinamente con los dedos pulgar e índice para dejarlo colgar lo más que se pueda una lámina de 4 mm de grosor. Si esta lámina alcanza una longitud entre 20 y 25 cm, significa que la tierra tiene un alto contenido de arcilla, mientras que, si se rompe

a 10 cm o menos, la tierra tiene poco contenido de arcilla. Este método permite estimar la presencia de arcilla en un suelo en un tiempo breve y verificar su grado de plasticidad (MVCS, 2017).

Figura 11

Prueba “Cinta de Barro”



Nota. Tomado de *Procedimiento de prueba Cinta de barro* (p.34), por J. Gonzales, y S. Reategui, 2019.

Prueba “Presencia de Arcilla” o “Resistencia Seca”. Esta prueba es un método para determinar si una muestra de suelo es adecuada para la construcción de bloques de tierra. Según la Norma Técnica Peruana E.080, se deben formar cuatro esferas con el suelo, amasándolo con agua en la cantidad adecuada, y dejarlas secar durante 48 horas. Después, se aplastan las cuatro bolitas con los dedos pulgar e índice, y si alguna de ellas se rompe o agrieta, se debe descartar la cantera de suelo utilizada para la muestra. Si todas las esferas se mantienen intactas, la cantera puede ser utilizada para la elaboración de bloques de construcción. Es importante que la prueba sea efectuada por un personal capacitado o que cuente con experiencia en construcción (MVCS, 2017).

Figura 12

Prueba “Presencia de arcilla”



Nota. Tomado de Norma E.080 *Diseño y Construcción con Tierra Reforzada* (p.20), por MVCS, 2017.

Ensayos de Laboratorio. Son ensayos que se realizan con equipos sofisticados en un laboratorio para corroborar si la tierra cumple las condiciones para elaborar adobes. Algunos de estos ensayos son:

Ensayo de Análisis Granulométrico. El análisis de la distribución de tamaños de partículas en suelos es fundamental para comprender las propiedades y el comportamiento de un suelo. A través del ensayo granulométrico por tamizado se puede estimar la capacidad de carga, deformabilidad y permeabilidad del suelo según la distribución de los tamaños de partículas que lo componen. Con este ensayo se puede obtener la curva granulométrica de una muestra de suelo, la cual representa la proporción relativa en peso de cada intervalo de tamaños de partículas.

Si bien, la distribución de agregados gruesos como las arenas, gravas y piedras son relativamente fácil de distinguir con un análisis granulométrico por tamizado. Sin embargo, los agregados finos solamente los podemos distinguir por medio de un análisis granulométrico por sedimentación (Minke, 2005). Este análisis se realiza usando el hidrómetro que es usado para determinar el porcentaje de partículas de suelo dispersadas y suspendidas en agua por un tiempo dado. Debido al uso de este equipo, esta prueba también se conoce como el análisis hidrométrico.

Este método de ensayo para el análisis granulométrico expuesto en la norma ASTM D422 – 63, del cual se están tomando los procedimientos, combina el análisis granulométrico por

tamizado y el análisis granulométrico por sedimentación, determinando por completo de forma cuantitativa la distribución de los tamaños de las partículas internas de un suelo. La clasificación de los tamaños de partículas retenidas en el tamiz N°200 (mayores que 75 μm) son calculados por tamizado, mientras que el cálculo de los tamaños de las partículas que pasan el tamiz N°200 (menores que 75 μm) se determinan por el método de sedimentación haciendo uso del hidrómetro.

EQUIPOS E INSTRUMENTOS

- Balanza electrónica con tres cifras significativas, aproximación al 0.1%.
- Aparato agitador
- Hidrómetro 152H
- Juego de Tamices ASTM E 11
- Probeta de sedimentación de 1000 ml de capacidad
- Agente dispersivo (hexametafosfato de sodio NaPO_3)
- Termómetro con precisión de 1° F (0,5 °C).
- Reloj
- Frasco de 250 cm^3 de capacidad
- Muestra representativa de suelo

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO

Se inicia dividiendo la muestra en dos proporciones, una porción es la tierra retenida en el tamiz N° 10 y se utilizará para el ensayo mecánico por tamizado, mientras que la otra porción le corresponde a la tierra que pasó por el tamiz N° 10 y es la que se utilizará para el ensayo de sedimentación.

La masa mínima para iniciar el ensayo por tamizado será según se indica en la tabla 1. La tierra previamente se cuarteo y se seca al aire.

La masa utilizada para realizar el análisis por sedimentación será de 65 g si se tiene un suelo limo-arcilloso, y unos 115 g si se tiene un suelo arenoso.

Tabla 1

Masa mínima de muestra

Diámetro nominal de partículas mas grandes (mm)	Porción aproximada de masa mínima (g)
3/8"	500
3/4"	1000
1"	2000
1 1/2"	3000
2"	4000
3"	5000

Nota. Adaptado de *Standard Test Method for Particle-Size Analysis os Soils* (p.15), por ASTM D422-63, 2007.

PROCEDIMIENTO

La primera parte del procedimiento corresponde al análisis por tamizado. Tamizar la muestra secada al horno por el juego de tamices que se indican en la tabla 2. Se colocan los tamices de mayor a menor y se remueven por 10 a 20 minutos pudiendo hacerse de manera manual o mecánica. Para cada tamiz, se medirá su masa retenida y se transferirá a otro recipiente común, luego se colocará la tapa y bandeja y se removerá por aproximadamente 1 minuto para cada tamiz restante.

Tabla 2

Tamices de malla cuadrada bajo normativa ASTM E11

TAMIZ	ABERTURA	TAMIZ	ABERTURA
ASTM E 11	(mm)	ASTM E 11	(mm)
3"	75	N°10	2
2"	50	N°20	0.85
1 1/2"	37.5	N°40	0.425
1"	35	N°60	0.25
3/4"	19	N°140	0.106
3/8"	9.5	N°200	0.075
N°4	4.75		

Nota. Adaptado de *Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils* (p.3), por ASTM D422-63, 2007.

La segunda parte del procedimiento corresponde al análisis por sedimentación. Se inicia mezclando en un frasco 40 g de NaPO_3 por litro de solución y dejar reposar por 24h. Luego colocar esta mezcla en el aparato agitador añadiéndole 125 ml de agua destilada para comenzar a batir la mezcla por 15 minutos. Al termino de este tiempo, verter la mezcla en una probeta, añadiendo agua destilada hasta completar los 1000 ml. Llegado a esto, agitar la probeta con la mano por 1 minuto. Inmediatamente después, en la probeta se coloca el hidrómetro y se calcula los valores arrojados en los tiempos (T) de 2, 5, 15, 30, 60, 250 y 1440 minutos. En cada lectura, también se debe anotar la temperatura de la suspensión con la ayuda de un termómetro.

Adicionalmente, se realizará un ensayo del hidrómetro con la probeta llenada solo de agua, así como también se deberá determinar la gravedad específica (G_s) de la muestra que pasó el tamiz N°10.

Al culminar el ensayo por sedimentación, el material suspendido se lavará con agua pasando por el tamiz N°200 para luego secarla en un horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ y someterla al análisis granulométrico por tamizado.

CÁLCULOS

Para el análisis por tamizado, una vez obtenidos los pesos retenidos corregidos de cada tamiz, se calcula el porcentaje parcial retenido de cada tamiz empleando la siguiente formula:

$$\% \text{Retenido en Tamiz} = \frac{\text{Masa retenida en Tamiz}}{\text{Masa de muestra secada al horno sin lavar}} \times 100$$

Luego se calcula el % retenido acumulado y finalmente el % acumulado que pasa, siendo:

$$\% \text{Acumulado que pasa} = 100\% - \% \text{retenido acumulado}.$$

Con los porcentajes acumulados que pasan en cada malla vs el logaritmo de las aberturas de cada malla en milímetros, podremos graficar una curva granulométrica en escala semilogarítmica.

Para los cálculos por sedimentación, al terminar este ensayo, tenemos las lecturas de temperatura (Ct) y del hidrómetro (Rd). Estas lecturas deberán ser corregidas como se indica a continuación:

- Corrección del hidrómetro (Rc).

La lectura del hidrómetro se corregirá con la siguiente formula:

$$Rc = Rd - Cd + Ct$$

Donde:

Rc: Lectura corregida del hidrómetro

Rd: Lectura inicial del hidrómetro

Cd: Lectura del hidrómetro en agua con defloculante

Ct: Temperatura

- Cálculo del porcentaje más fino (P%).

Se calculará con la siguiente formula: $P\% = \frac{Rc * a * 100}{Ws}$

Donde:

Rc: Lectura corregida del hidrómetro

Gs: Gravedad específica

a: Corrección por gravedad específica, ver tabla 3

Ws: Peso seco de la muestra

Tabla 3

Valores de factor de corrección “a” en función de la gravedad específica del suelo

Gravedad específica	Factor de corrección
2.95	0.94
2.9	0.95
2.85	0.96
2.8	0.97
2.75	0.98
2.7	0.99
2.65	1
2.6	1.01
2.55	1.02
2.5	1.03
2.45	1.05

Nota. Adaptado de *Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils* (p.9), por ASTM D422-63, 2007.

- Lectura real del hidrómetro (R).

Es la lectura del hidrómetro corregido por menisco. Se obtiene con la siguiente formula:

$$R = Rd + Cm$$

Donde:

R: Lectura real del hidrómetro

Rd: Lectura inicial del hidrómetro

Cm: Lectura del hidrómetro en agua

- Profundidad efectiva (L).

Esta longitud, en centímetros, se puede calcular en función de los valores de “R” con la tabla 4.

Tabla 4

Valores de profundidad efectiva en función de la lectura real del hidrómetro

R	L (cm)	R	L (cm)	R	L (cm)
0	16.3	21	12.9	42	9.4
1	16.1	22	12.7	43	9.2
2	16	23	12.5	44	9.1
3	15.8	24	12.4	45	8.9
4	15.6	25	12.2	46	8.8
5	15.5	26	12	47	8.6
6	15.3	27	11.9	48	8.4
7	15.2	28	11.7	49	8.3
8	15	29	11.5	50	8.1
9	14.8	30	11.4	51	7.9
10	14.7	31	11.2	52	7.8
11	14.5	32	11.1	53	7.6
12	14.3	33	10.9	54	7.4
13	14.2	34	10.7	55	7.3
14	14	35	10.5	56	7.1
15	13.8	36	10.4	57	7
16	13.7	37	10.2	58	6.8
17	13.5	38	10.1	59	6.6
18	13.3	39	9.9	60	6.5
19	13.2	40	9.7		
20	13	41	9.6		

Nota. Adaptado de *Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils* (p.10), por ASTM D422-63, 2007.

- Constante K.

El valor de esta constante se puede calcular en función de la gravedad específica (Gs) y la temperatura (Ct) con la tabla 5.

Tabla 5

Valores de K en función de la temperatura y gravedad específica del suelo

Temperatura	Gravedad específica de partículas de suelo								
°C	2.45	2.50	2.55	2.60	2.65	2.70	2.75	2.80	2.85
16	0.01530	0.01505	0.01481	0.01457	0.01435	0.01414	0.01394	0.01374	0.01356
17	0.01511	0.01486	0.01462	0.01439	0.01417	0.01396	0.01376	0.01356	0.01338
18	0.01492	0.01467	0.01443	0.01421	0.01399	0.01378	0.01359	0.01339	0.01321
19	0.01474	0.01449	0.01425	0.01403	0.01382	0.01361	0.01342	0.1323	0.01305
20	0.01456	0.01431	0.01408	0.01386	0.01365	0.01344	0.01325	0.01307	0.01289
21	0.01438	0.01414	0.01391	0.01369	0.01348	0.01328	0.01309	0.01291	0.01273
22	0.01421	0.01397	0.01374	0.01353	0.01332	0.01312	0.01294	0.01276	0.01258
23	0.01404	0.01381	0.01358	0.01337	0.01317	0.01297	0.01279	0.01261	0.01243
24	0.01388	0.01365	0.01342	0.01321	0.01301	0.01282	0.01264	0.01246	0.01229
25	0.01372	0.01349	0.01326	0.01306	0.01286	0.01267	0.01249	0.01232	0.01215
26	0.01357	0.01334	0.01311	0.01291	0.01272	0.01253	0.01235	0.01218	0.01201
27	0.01342	0.01319	0.01297	0.01277	0.01258	0.01239	0.01221	0.01204	0.01188
28	0.01327	0.01304	0.01283	0.01264	0.01244	0.01225	0.01208	0.01191	0.01175
29	0.01312	0.01290	0.01269	0.01249	0.01230	0.01212	0.01195	0.01178	0.01162
30	0.01298	0.01276	0.01256	0.01236	0.01217	0.01199	0.01182	0.01165	0.01149

Nota. Adaptado de *Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils* (p.11), por ASTM D422-63, 2007.

- Diámetro de las partículas de suelo (D).

El diámetro equivalente de las partículas viene a ser calculada mediante la siguiente formula:

$$D = K * \sqrt{\frac{L}{T}} \text{ (mm)}$$

- Curva granulométrica.

Con los resultados del porcentaje más fino que masa (P%) versus el diámetro de las partículas (D), se puede graficar la curva granulométrica de los agregados finos que pasaron la malla N°200.

Ensayo de Límites de Consistencia. La prueba de Atterberg es un método para determinar las propiedades físicas de los suelos de grano fino que pasen por el tamiz N°40 como la arcilla y el limo. La prueba mide la plasticidad, fluidez y contracción del suelo. Estas propiedades están determinadas por el contenido de agua del suelo pudiendo tener cuatro estados de consistencia: Líquido, plástico, semisólido y sólido. Para determinar la clasificación SUCS del suelo de nuestro proyecto solo necesitaremos el límite líquido y el límite plástico.

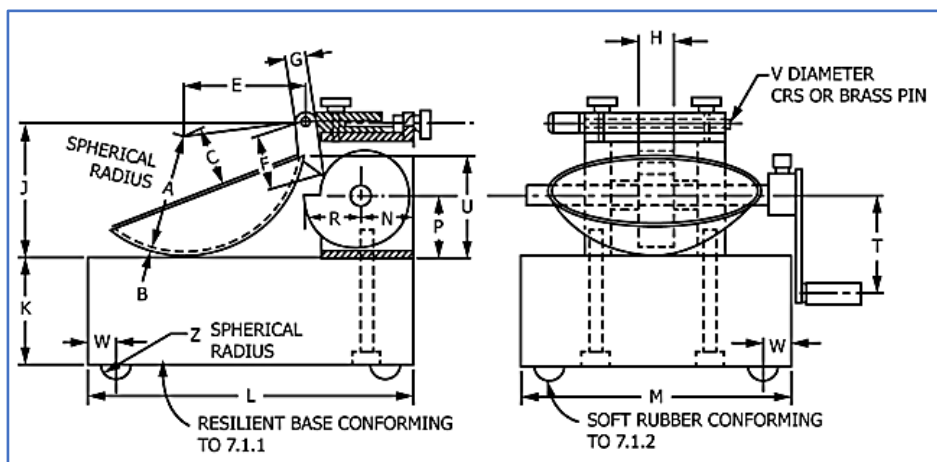
Límite Líquido. El límite líquido (LL) es el límite entre los estados plástico y líquido.

EQUIPOS E INSTRUMENTOS

- Aparato de Casagrande

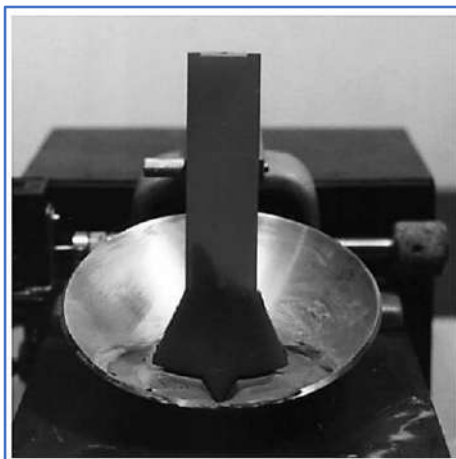
Figura 13

Cascador de Casagrande



Nota. Tomado de *Hand-Operated Liquid Limit Device* (p.4), por ASTM D4318, 2017.

- Acanalador o ranurador

Figura 14*Uso del ranurador*

Nota. Tomado de *Example of Grooving Tool Placed in a Properly Grooved Soil Pat* (p.9), por ASTM D4318, 2017.

- Balanza electrónica con sensibilidad de 0.01 gr
- Tamiz N°40
- Mortero y mazo de porcelana
- Espátula
- Horno con capacidad de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ de temperatura
- Recipientes para humedad

PROCEDIMIENTO

La mezcla seleccionada se debe reposar en agua hasta por 4 días para luego ser pasada por el tamiz N°40. Luego se coloca en la copa de Casagrande unos 50 a 70 gr de la mezcla con consistencia pastosa con ayuda de una espátula y se deja la superficie lisa y uniforme teniendo en cuenta que el espesor de la masa en el centro debe ser de 1cm como máximo. Seguido se hace una ranura perpendicular a la superficie de la copa con la ayuda de un ranurador o acanalador. Se procede a girar la manija a una frecuencia de 2 golpes de cuchara por segundo. En este proceso la

copa es levantada y soltada hasta que la ranura efectuada en el paso anterior se comienza a cerrar una longitud de 10 mm. Llegado a esta etapa, se cuenta la cantidad de golpes y se selecciona una muestra del centro de la masa de aproximadamente 5 cm³ para determinar su contenido de agua (Minke, 2005). Esta masa seleccionada en el último paso se pesará y se llevará a una estufa a 105 ± 5°C para volverla a pesar cuando esta seca y así determinar su contenido de humedad.

CÁLCULOS

El valor del límite líquido (LL) es el valor del contenido de humedad que corresponde a 25 golpes en la gráfica de la curva de fluidez del suelo.

Para esto necesitamos los siguientes datos:

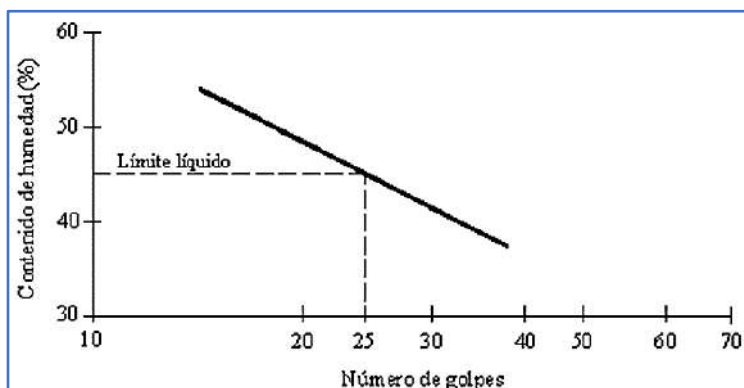
N: Numero de golpes

ω : Contenido de humedad

Se repite el procedimiento hasta obtener por lo menos 3 puntos con valores de N entre 10 y 40 golpes para luego registrarlo en una gráfica ω vs Log (N).

Figura 15

Curva de fluidez del suelo



Nota. Tomado de *Limites de Atterberg: Liquidez [Imagen]*, por Apuntes Ingeniería Civil, 2010, Blogger.com (<https://bit.ly/3OdctQ8>).

Limite Plástico. Es la cantidad necesaria de agua para hacer que un suelo se encuentre en el límite entre el estado plástico y semisólido.

EQUIPOS E INSTRUMENTOS

- Pipeta
- Horno
- Balanza electrónica
- Vasiya de evaporación de 4.5" de diámetro
- Espátula
- Placa de vidrio esmerilado
- Taras

PROCEDIMIENTO

Moldeamos la misma mezcla usada para determinar el límite líquido con las manos hasta formar rollos de 3.2 mm de diámetro sobre un material absorbente como el cartón, madera blanda u otro. Luego hacer una bola con estos rollos y volver a hacer los rollos de 3mm de diámetro repitiendo este procedimiento hasta que los rollos empiecen a desmoronarse. Extraemos aproximadamente 5g de estos rollos desmoronados y los pesamos de inmediato para luego secarlo y así determinar su contenido de agua. Repetimos por 3 veces este ensayo, luego el límite plástico sería el promedio de las tres muestras que no sean diferentes a las otras en más de 2% (Minke, 2005).

CÁLCULO

Para obtener el valor del límite plástico, se promedia los contenidos de humedad calculados (porcentaje) de todas las muestras y se redondea al número entero más cercano, teniendo en cuenta que las muestras no difieran por más del 2% uno del otro.

Índice Plástico. El índice plástico (IP) indica el intervalo de variación del contenido de humedad presente en un suelo en el cual se mantiene en estado plástico y es directamente proporcional a la cantidad de arcilla presente en la tierra.

Matemáticamente es la diferencia entre el límite líquido (LL) y el límite plástico (LP).

En resumen: $IP = LL - LP$

Clasificación del Suelo. La clasificación de un suelo surge de una necesidad de diferenciar un tipo de suelo aparentemente similar a otro, de forma sistematizada a partir de algunas propiedades con las que cuenta un suelo como podrían ser la relación de vacíos, el contenido de humedad, la densidad, la gravedad específica, el límite líquido, límite plástico, índice plástico, entre otros.

Existen varios sistemas de clasificación de un suelo, sin embargo, consideramos que el más entendible o amigable es el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), además es el más usado en la rama de la geotecnia. Este sistema fue elaborado por Arthur Casagrande y está basado en el análisis granulométrico y en los límites de Atterberg.

El SUCS clasifica a los suelos en tres grupos fundamentales:

1. suelos de grano grueso (Aquellos que al ser tamizados por la malla N°200 pasan menos de un 50%).
2. Suelos de grano fino (Aquellos que al ser tamizados por la malla N°200 pasan en un 50% o más).
3. Suelos altamente orgánicos (suelos como turba, fango o pantanosos).

El SUCS clasifica a los suelos y los denomina con 2 letras, como indica la figura 16:

Figura 16

Definición de letras para clasificar suelos

Primera y/o segunda letra		Segunda letra	
Letra	Definición	Letra	Definición
G	grava	P	pobremente graduado (tamaño de partícula uniforme)
S	arena	W	bien graduado (tamaños de partícula diversos)
M	limo	H	alta plasticidad
C	arcilla	L	baja plasticidad
O	orgánico		

Nota. Tomado de *Sistema Unificado de Clasificación de Suelos [Imagen]*, por Wikipedia, 2023

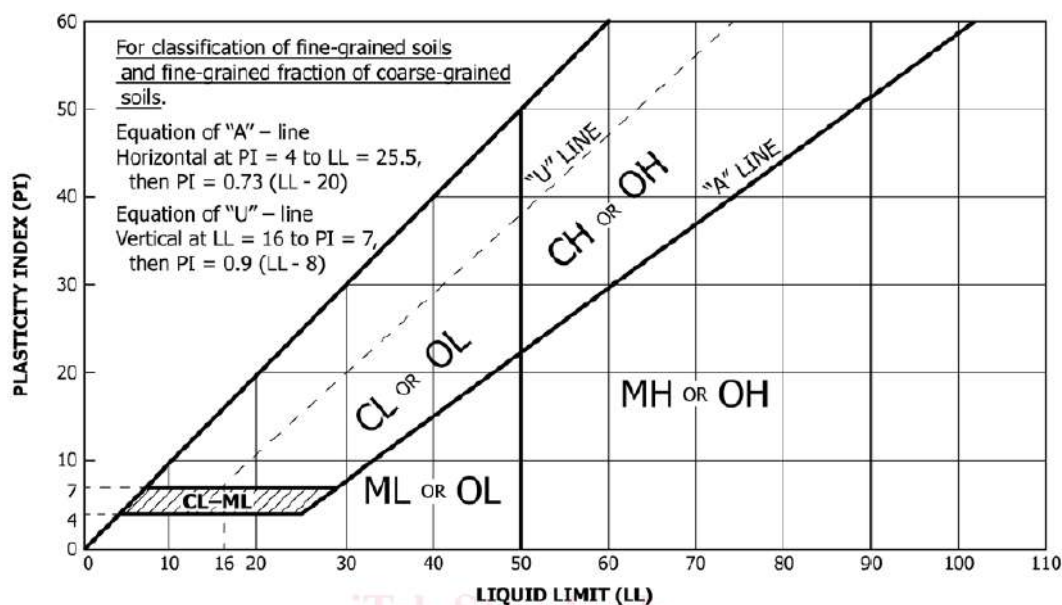
(<https://bit.ly/3pLyBYy>). CC BY 4.0.

PROCEDIMIENTO

Si el suelo resultara ser fino, recurriremos a la carta de plasticidad de Casagrande (véase la figura 17) y teniendo los valores del LL e IP, determinaremos el tipo de suelo.

Figura 17

Carta de plasticidad de casagrande



Nota. Tomado de *Plasticity chart* (p.6), por ASTM D2487-17, 2025.

Si el suelo resultara ser grueso, se analizará la mezcla que pase por el tamiz N°4, de donde podríamos obtener:

- Grava (Si la cantidad de masa pasante es $< 50\%$)
- Arena (Si la cantidad de masa pasante es $> 50\%$)

Además, se analizará el porcentaje de tierra que traspasa el tamiz N°200 que representará el porcentaje de finos que tiene nuestro suelo de grano. En donde podríamos tener 3 casos (A, B y C):

A) %Finos $< 5\%$

Para este caso haremos uso de los coeficientes de curvatura (C_c) y coeficiente de uniformidad (C_u). Siendo:

- Arena bien graduada (SW) cuando: $C_u > 6 ; 1 \leq C_c \leq 3$
- Graba bien graduada (GW) cuando: $C_u > 4 ; 1 \leq C_c \leq 3$

Para estos casos podríamos tener los siguientes suelos:

- Arena: SP o SW.
- Grava: GP o GW

B) $5 < \%Finos < 12\%$

En este caso la clasificación del suelo requiere valores duales y usaremos las siguientes condiciones:

- Arena bien graduada (SW) cuando: $C_u > 6 ; 1 \leq C_c \leq 3$
- Graba bien graduada (GW) cuando: $C_u > 4 ; 1 \leq C_c \leq 3$

Además, usaremos la carta de plasticidad de Casagrande teniendo los valores de límite líquido e índice de plasticidad (ver figura 17).

Donde podremos tener los siguientes suelos:

- Arenas: SP-SM, SP-SC, SW-SM y SW-SC
- Gravas: GP-GM, GP-GC, GW-GM y GW-GC

C) $12 < \%Finos$

En este caso nos faltaría determinar si nuestro suelo granular contiene un porcentaje fino con predominación de arcillas o limos, para lo cual usaremos la carta de plasticidad de Casagrande teniendo los valores de límite líquido e índice de plasticidad (Ver figura 17). Para este caso podríamos tener los siguientes suelos:

- Arena: SM y SC.
- Grava: GM y GC.

A manera de resumen se puede emplear la tabla 6 que se muestra a continuación:

Tabla 6

Cuadro de clasificación de suelos

Criterios para asignar símbolos de grupo y nombres de grupo mediante pruebas de laboratorio			Clasificación del suelo	
			Símbolo del grupo	Nombre del grupo
Suelo de grano grueso más del 50% retenido en el tamiz n°200 (0.075 mm)	Gravas (Más del 50 % de la fracción gruesa retenida en el tamiz N° 4)	Gravas limpias (Menos del 5 % de finos)	GW	Grava bien graduada
			GP	Grava mal graduada
		Gravas con finos (Más del 12 % de finos)	GM	Grava limosa
			GC	Grava arcillosa
	Arenas (50 % o más de la fracción gruesa pasa el tamiz N° 4)	Arenas limpias (Menos del 5 % de finos)	SW	Arena bien graduada
			SP	Arena mal graduada
		Arenas con Finos (Más del 12 % de finos)	SM	Arena limosa
			SC	Arena arcillosa
Suelo de grano fino 50% o más pasa el tamiz No.200 (0.075 mm)	Limos y arcillas Límite líquido menor al 50%	Inorgánico	CL	Arcilla magra
			ML	Limo

Limos y arcillas Límite líquido mayor o igual al 50%	Orgánico	OL	Arcilla orgánica
	Inorgánico	CH	Limo orgánico
		MH	Arcilla grasa
	Orgánico	OH	Limo elástico
Suelos muy orgánicos, de color oscuro y olor orgánico		PT	Arcilla orgánica
			Limo orgánico
			Turba

Nota. Adaptado de *Soil Classification Chart* (p.2), por ASTM D2487-17, 2025.

2.2.9 Ensayos para Evaluar las Propiedades Mecánicas del Adobe

Ensayo de Resistencia a la Compresión. Este ensayo se aplica a cualquier material sólido y nos es de utilidad para conocer el comportamiento o respuesta de un material ante una carga que la comprime hasta que se fracture o llegue a la falla.

Para realizar este ensayo seguimos la norma E.080 como base del procedimiento general y también de las normas NTP 339.034, NTP 399.613 y ASTM C1231/C1231M-14 como ayuda complementaria.

Muestras. Según el RNE E0.80 para este ensayo se usarán como probetas o muestras, adobes en cubos de 0.1 m de arista. Para lo cual emplearemos 6 unidades, tomando el promedio de los 4 mejores resultados.

Equipos. Los equipos por emplear son:

- Máquina a compresión universal

Figura 18

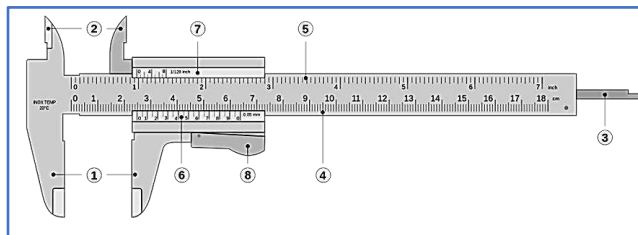
Máquina universal



- Pie de rey

Figura 19

Pie de rey



Nota. Tomado de *Componentes del pie de rey [Imagen]*, por Joaquim Alves Gaspar, 2006, Wikipedia (<https://bit.ly/PieDeRey>). Cc by 2.5

- Almohadillas de neopreno

Figura 20

Almohadillas de neopreno de forma circular



Nota. Tomado de *Almohadillas y retenedores [Fotografía]*, por MATEST, 2017 (<https://bit.ly/3XQtsLq>).

Procedimiento. Primeramente, debemos tener en cuenta que esta prueba se realiza aplicando una carga de compresión perpendicular a la superficie del asiento de los bloques de adobe completamente secas.

Si el núcleo de la unidad es irregular, se usarán bases de neopreno (poli cloropreno con dureza shore A 50, 60 o 70) para asegurar un contacto uniforme con los cabezales (anillos de retención) de las máquinas de compresión. Estas almohadillas deberán tener un espesor de $13 \pm 2 \text{ mm}$ y con un diámetro de hasta 2 mm menor que el diámetro interior del cabezal.

Seguido, se procederá a realizar el ensayo en una máquina de compresión universal que deberá ser operada por energía (no manual), la cual aplique una carga continua sin intermitencia, ni detenimiento (NTP 339.034, 2015).

Con respecto a la velocidad de ejecución de la carga axial, se deberá comenzar aplicando una carga, hasta la mitad de la máxima carga estimada que pueda soportar nuestra muestra, con una velocidad estimada que sea adecuada. Llegado a este punto, ajustar la maquina a una velocidad constante de tal manera que se llegue a la rotura en no menos de 1 minuto ni más de 2 minutos (NTP 399.613, 2017).

Resultados. La resistencia a la compresión (f'_c) se determina dividiendo la carga de rotura (P_u) por el área bruta (A) de la unidad. La norma peruana siempre utiliza el área bruta como divisor para evitar errores y permitir la comparación directa de los valores de resistencia.

$$f'_c = \frac{P_u}{A}$$

Por lo general, la prueba se realiza en dos o tres ocasiones y los resultados se analizan estadísticamente para determinar el valor característico.

La resistencia a esfuerzos de compresión en un bloque de adobe debe ser de al menos $1 \text{ MPa} = 10.2 \text{ Kg}f / \text{cm}^2$ (MVCS, 2017).

Ensayo de Absorción de Agua por Capilaridad. Este ensayo se ejecuta con la intención de conocer la velocidad de absorción por capilaridad de bloques de adobe que estarán expuestos a la humedad.

El MVCS (2000), si bien nos pide que el adobe estabilizado sea resistente a efectos del agua, no nos menciona un procedimiento contra este agente y tampoco sugiere una norma con la cual realizarlo. Por ese motivo realizaremos este ensayo en base a lo estipulado en las normas española UNE 41410:2008.

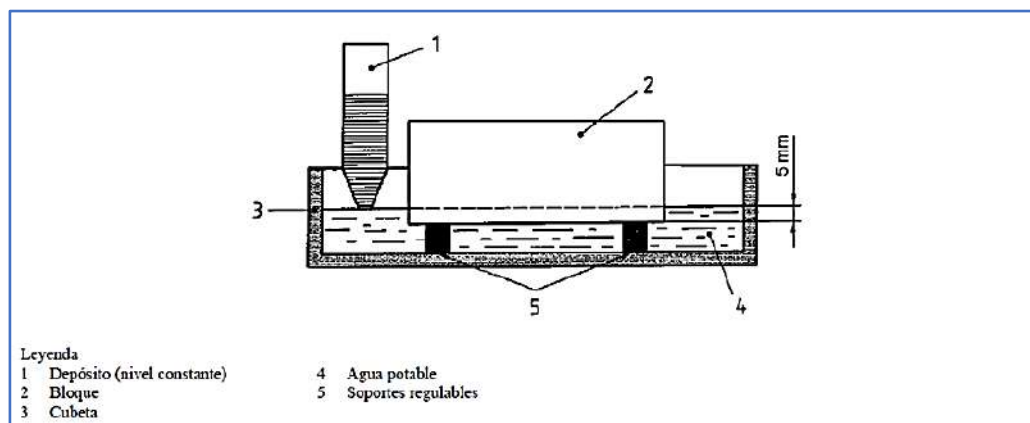
Muestras. La cantidad de muestras a ensayar serán 6 bloques de adobe enteros por cada dosificación empleada.

Equipos. Los equipos e instrumentos para usar son:

- Cubeta

Figura 21

Equipo para Ensayo de Capilaridad



Nota. Tomado de *Capilaridad. Esquema del ensayo (informativo)*, (p.18), por AENOR, 2008.

- Agua (que sea suministrada de forma constante)
- Soportes
- Cronómetro

- Horno se secado con temperatura admisible de $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Balanza digital

Procedimiento. El ensayo se inicia llevando los bloques de adobe a secar en una estufa a $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta alcanzar una masa constante, lo cual se logra si durante el proceso de secado sucesivos efectuados en 24 h de intervalo, la diferencia de masas entre 2 pesadas no supera el 0.1% de la masa total. Seguido se deja enfriar el bloque de adobe al aire y se registra su peso.

Los bloques de adobe se colocan en una cubeta con agua y sobre cuatro soportes nivelados de tal forma que el nivel de agua en la cubeta rebase el bloque de adobe en 5 mm.

Se deja sumergido el bloque por un tiempo de $10\text{ min} \pm 2\text{ min}$, seguido se seca con un trapo el exceso de agua y se pesa.

Acto seguido, se fotografían las cuatro caras del bloque de adobe para posteriormente digitalizarlo y calcular la huella de agua expresado en área. En el cálculo del área se tendrán en cuenta las irregularidades de la superficie siempre y cuando el dibujo de la huella de agua sea regular.

Finalmente, el cálculo del coeficiente de absorción “Cb” la calculamos así:

$$Cb = \frac{M}{S \times \sqrt{t}} \times 100$$

Donde:

- M: Es el peso de agua que absorbe el adobe, en gramos.
- S: Es el área de la cara sumergida, en centímetros cuadrados.
- T: Es la duración de la prueba, en minutos.

Resultados. Algunas normas internacionales de tierra que tratan este ensayo no siempre realizan una interpretación de los resultados, como sucede con la norma UNE 41410 (AENOR 2008a). Sin embargo, la norma experimental francesa XP P13-901 (2022) y la norma colombiana

NTC 5324 (2004) sí realizan una clasificación de los bloques según su coeficiente de absorción “Cb”. Con lo cual: si $C_b \leq 20$ entonces tenemos bloques débilmente capilares; Por otra parte, si $C_b \leq 40$, entonces tendremos bloques poco capilares (Arteaga & Loja, 2018). Además, se podrá inferir que si $C_b > 40$, entonces los bloques de adobe son defectuosos.

Ensayo de Erosión Acelerada Swinburn (SAET). El objetivo de este ensayo es analizar el desgaste en la superficie de los adobes provocado por el impacto constante de las gotas de agua sobre una de las caras de los adobes, simulando los efectos de una lluvia intensa y prolongada. Los resultados de la prueba se pueden utilizar para comparar la resistencia a la erosión de diferentes tipos de adobes (Quintana & Vera, 2017).

Para realizar este ensayo seguiremos los procedimientos descritos en la norma española UNE 41410, que trata sobre bloques de tierra comprimidas, sin embargo, nos servirá para su uso en bloques de adobe.

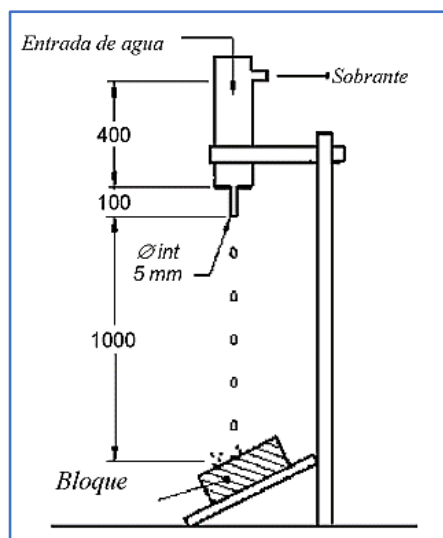
Muestras. Se utilizarán por lo menos 2 bloques de adobes enteros para cada dosificación de cabello.

Equipos. Usaremos lo siguientes equipos e instrumentos:

- Soporte articulado metálico Equipo para ensayo de erosión (debe contar con un pequeño tanque y plataforma base para adobe).

Figura 22

Equipo para ensayo SAET



Nota. Tomado de *Esquema del ensayo (informativo)* (p.18), por AENOR, 2008.

- Cronómetro
- Varilla de 3 mm de diámetro
- Regla para medir ángulos

Procedimientos. Se iniciará el ensayo dejando caer una corriente continua de agua en forma de gotas sobre el bloque a través de un tubo de cristal de 5mm de diámetro interior que estará conectado a un tanque con nivel de agua constante, cuya parte superior estará a 1.5 m sobre la cara (tabla) del bloque que se encontrará inclinado 27° respecto a la horizontal. Este ensayo se realizará por un tiempo de 10 minutos. Concluido este tiempo, se mide la profundidad de las oquedades, (D) que aparecen, con una varilla de 3 mm de diámetro (AENOR, 2008).

Resultados. El criterio de aceptación para los bloques de adobe será según el criterio de la Tabla 7 clasificándolas como “Bloque apto” o “Bloque no apto”.

Tabla 7

Criterios de aceptación

Propiedad	Criterio	Resultados
D, (profundidad de la oquedad, en mm)	$0 \leq D \leq 10$	Bloque apto
	$D > 10$	Bloque no apto

Nota. Adaptado de *Resistencia a la erosión. Criterios de aceptación o rechazo* (p.14), por AENOR, 2008.

2.3 Definición de Términos

Adobe. Es un bloque de tierra que puede contener algún material estabilizante como la arena que la haga más resistente a agentes externos (MVCS 2000).

Adobe Estabilizado. Bloque de tierra al que se le ha incorporado un material extra como el asfalto, cemento, cal, etc. Con el propósito de mejorar su resistencia a esfuerzos de compresión y estabilidad ante los efectos de la humedad (MVCS 2000).

Bloque de Tierra Comprimida (BTC). Bloque de tierra obtenida mediante la compresión estática o dinámica de un barro, y que puede contener estabilizantes para mejorar sus características (AENOR, 2008).

Tapial. Técnica de construcción con barro, las cuales son vertidas por capas en moldes para luego ser compactadas utilizando mazos de madera (MVCS, 2017).

Adobera. “Molde para hacer adobes” (RAE, 2022).

Dormido. Proceso de remojo de tierra (previamente zarandeada), por más de dos días para activar toda la arcilla posible, antes de ser amasada para elaborar bloques de adobes o morteros de barro (MVCS, 2017).

Fisura o Grieta Estructural. Rajadura presentada en un muro de tierra ocasionadas por esfuerzos superiores a las que pudo soportar el material. En algunas ocasiones recorren los muros de lado a lado y son de distintos espesores. Siendo:

Grieta: Rajadura con aberturas mayores a un milímetro.

Fisura: Rajadura con aberturas menores o iguales a un milímetro (MVCS, 2017).

Tierra. Material de construcción que contiene arcilla, limo y arena, pudiendo contener algunas veces grava y piedras.

Cantera. “Lugar de donde se extrae la tierra para hacer los adobes” (PROTERRA, s.f.).

Tendal. “Lugar donde se amasa el barro para formar adobes, tejas, etc.” (PROTERRA, s.f.).

Prueba de Campo. Ensayo que se realiza sin herramientas y a pie de obra que están comprobados con métodos rigurosos y que permitirán definir una buena dosificación y elegir una buena cantera (MVCS, 2017).

Prueba de Laboratorio. Ensayo realizado en un laboratorio con la cual se puede conocer las características mecánicas de la tierra con equipos y herramientas más sofisticados que arrojarán resultados más confiables para poder diseñar y tomar decisiones de ingeniería (MVCS, 2017).

Mortero. Material de barro que sirve de unión entre bloques de adobes en un muro. Puede contener paja, arena gruesa u otros materiales que controlen las fisuras producidas en el secado (MVCS, 2017).

Secado. Proceso en la que se evapora el agua intersticial en el barro. En este proceso, el barro se retrae y gana resistencia. Pero debe controlarse para que sea muy lento ya que, si la retracción es muy rápida, se producirán grietas (MVCS, 2017).

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

3.1.1 *Hipótesis General*

- El uso de cabello como refuerzo logra estabilizar bloques de adobe en el Distrito de Imperial, Provincia de Cañete, Región Lima.

3.1.2 *Hipótesis Específicas*

- El uso de cabello como refuerzo, logra incrementar la resistencia a la compresión de bloques de adobe.
- El uso de cabello como refuerzo, reduce la absorción de agua en bloques de adobe.
- El uso de cabello como refuerzo, reduce la erosión por caída de agua en bloques de adobe.

3.2 Variables

La variable es una palabra o frase que la podemos encontrar tanto en el título como en el objetivo, problema e hipótesis general de la investigación. Además, podemos identificar la variable preguntándonos ¿Qué es lo que queremos estudiar? (Arias & Covinos, 2021).

En este sentido se está clasificando a las variables según su función como: variable independiente y variable dependiente.

3.2.1 *Variable Independiente*

“Una variable independiente es la causa que genera el cambio en una variable dependiente” (Arias & Covinos, 2021, p.46). En tal sentido, la variable independiente de esta investigación es:

- Cabello

3.2.2 *Variable Dependiente*

“Son aquellas que se modifican o cambian a causa de la intervención de la variable independiente” (Arias & Covinos, 2021, p.46). En tal sentido, la variable dependiente de esta investigación es:

- Bloque de adobe

3.3 **Operacionalización de Variables**

3.3.1 *Cabello*

El cabello es la variable independiente de esta investigación, con la cual se pretende estabilizar bloques de adobes, dado que es una fibra natural que, debido a su estructura interna conformada por queratina, cuenta con propiedades elásticas y resistentes. La dosis de cabello a incorporar en el adobe será en porcentajes de peso con relación a la masa seca de la unidad de adobe, por lo cual, la forma de medición será en porcentajes ($\frac{Kg}{Kg} \times 100\%$).

3.3.2 *Bloque de Adobe*

La variable dependiente que se pretende estabilizar es el bloque de adobe, para lo cual es necesario que este tenga suficiente resistencia a esfuerzos de compresión y resistencia frente a los efectos del agua. Por lo cual, para lograr el objetivo de estabilización, se analizarán las siguientes subvariables:

Resistencia a la Compresión. Es la subvariable dependiente por medir más importante en el adobe. La resistencia a la compresión es la presión que puede soportar un material sin romperse, causado por fuerzas compresoras opuestas en dirección. La unidad de medición de la presión es el Pascal según el sistema internacional de unidades, lo cual se expresa como un Newton por metro cuadrado ($\frac{N}{m^2}$), sin embargo, la presión también puede expresarse como un kilogramo fuerza por centímetro cuadrado ($\frac{Kgf}{cm^2}$).

Absorción de Agua. Es necesario que un adobe no absorba mucha agua en condiciones de humedad ya que podría perder su estado sólido perdiendo sus capacidades mecánicas. Para determinar este parámetro, se realizará el ensayo de absorción de agua por capilaridad, en donde se calculará el coeficiente de absorción de agua “Cb” lo cual expresa la cantidad de agua absorbida por el adobe en por el área de la cara del bloque de adobe expuesta a humedad, por un tiempo estimado expresándose en la siguiente ecuación: $(\frac{gr}{cm^2 \times \sqrt{min}})$.

Erosión del Agua. Ante una exposición severa de agua, el adobe suele erosionarse y perder así sus dimensiones geométricas iniciales y bondades mecánicas, por lo cual, es necesario que un bloque de adobe pueda resistir este tipo de erosión. Para tal efecto, se pretende someter bloques de adobes al ensayo de erosión acelerada Swinburn (SAET), lo cual consiste en dejar caer un chorro de agua constante desde 1 metro de altura sobre el bloque de adobe, por un breve tiempo. Simulando de esta manera la acción erosiva de la lluvia. Esta resistencia a la erosión se puede interpretar a partir de la profundidad de la oquedad “D” en milímetros (mm) generada en el adobe a causa del agua al terminar el ensayo.

La relación entre la variable dependiente y la variable independiente la podemos ver resumida en la matriz de operacionalización de variables presentado en el anexo 74. Además, la relación consistente entre los objetivos, problemas e hipótesis de la investigación la podemos ver en la matriz de consistencia presentado en el anexo 75.

CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área de Estudio

Este estudio se realizará en el asentamiento humano Josefina Ramos, distrito de Imperial de la provincia de Cañete en la región Lima. Es en este lugar de donde se obtendrá la muestra de tierra con el que se realizarán los ensayos en campo y en laboratorio para luego moldear los bloques de adobe.

La ubicación del material de estudio (tierra) con el que se elaborarán los adobes es:

- Región: Lima
- Provincia: Cañete
- Distrito: Imperial
- Asentamiento Humano: Josefina Ramos
- Acceso: Terminando la Av. Víctor Raúl Haya de la Torre cerca al polideportivo municipal
- Altitud: 50 m. s. n. m.
- Coordenadas UTM: 353829.87 m E; 8556808.35 m S

Figura 23

Ubicación de la muestra de tierra



Nota. Adaptado de TerraMetrics [Imagen], por NASA, 2023, Google (<https://bit.ly/3De7hFw>).

4.2 Tipo y Nivel de Investigación

Existen dos tipos de investigación: la investigación básica y la investigación tecnológica. Este estudio se clasifica como investigación tecnológica, la cual se orienta a dar solución a diferentes problemas para beneficio de la sociedad. A su vez, es una investigación de nivel experimental, puesto que se pretende manipular las variables que se relacionan de forma causal modificando el objeto de investigación y creando conocimientos nuevos para continuar mejorando el objeto de estudio (Espinoza, 2014).

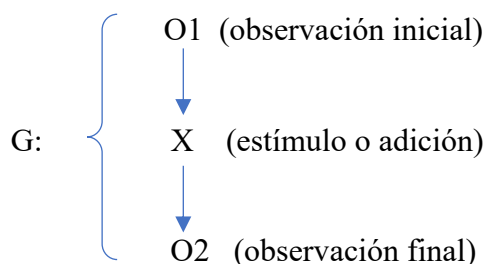
4.3 Diseño de Investigación

El diseño de la investigación tiene como objetivo asignar restricciones controladas a las variables relevantes del estudio. Para la presente investigación se aplica un diseño experimental puesto que se realiza una manipulación deliberada de una variable para identificar el efecto sobre otra. Además, este diseño experimental es del tipo puro o experimental, lo cual ocurre cuando se tiene un control absoluto de las variables que intervienen y se comparan distintos tipos de

tratamientos con la muestra patrón. En esta investigación se manipulan los porcentajes de adición de cabello para observar su efecto en la estabilización de adobes (Espinoza, 2014).

Figura 24

Simbología del diseño de investigación



Nota. Adaptado de *Metodología de la Investigación Científica. Pautas Metodológicas para Diseñar y Elaborar El proyecto de Investigación* (p.66), por S. Carrasco, 2008. Donde G: bloques de adobe, O1: estabilización antes del reforzamiento, X: reforzamiento con cabello y O2: estabilización después del reforzamiento.

4.4 Población y Muestra

4.4.1 Unidad de Análisis

Para Sánchez et al. (2018), la unidad de análisis describe los sujetos o elementos que serán estudiados. En este caso, la unidad de análisis se refiere al bloque de adobe.

4.4.2 Población de Estudio

Según Sánchez et al. (2018), la población representa el total de elementos con características similares que pueden ser analizadas para resolver un problema de investigación. En nuestro caso, la población comprende 48 bloques de adobe distribuidos en 24 cubos de 10 cm de aristas y 24 bloques de adobes con dimensiones 8x10x20 cm.

4.4.3 Tamaño de Muestra

Según Alan y Cortez (2018), la muestra representa cualquier subgrupo de la población, cuyos elementos se eligen con criterios de representatividad para lograr generalizar resultados que

se desprenden de ella. El tamaño muestral en este caso es 48 bloques de adobe distribuidos en 24 cubos de 10 cm de aristas y 24 adobes con dimensiones 8x10x20 cm. En las tablas 8 y 9 mostradas a continuación se identifican los tratamientos y las cantidades de unidad de muestra.

Tabla 8

Cantidad de tratamientos

Tratamiento	Dosificación de cabello
M ₀	0%
M ₁	0.25%
M ₂	0.50%
M ₃	0.75%

Tabla 9

Cantidad de unidades por ensayo

Tratamiento	Resistencia a la compresión	Absorción de agua por capilaridad	Erosión acelerada Swinburn
M ₀	6	4	2
M ₁	6	4	2
M ₂	6	4	2
M ₃	6	4	2
Total	24	16	8

Nota. Para la resistencia a la compresión se usarán cubos de 10 cm de arista y para la absorción de agua y a la erosión acelerada se usarán adobes de 8x10x20 cm.

4.4.4 Selección de Muestra

Siguiendo a Arias & Covinos (2021), se aplicará el muestreo no probabilístico intencional, en la que el investigador con su criterio selecciona y delimita el tamaño de las unidades de muestra. De esta manera, los juicios de inclusión y exclusión son los siguientes.

Criterios de Inclusión

- Bloques de adobes con aristas sin deformaciones.

- Bloques de adobes sin fisuras.

Criterios de Exclusión

- Boques de adobe con aristas deformadas.
- Bloques de adobe que presenten fisuras.

4.5 Procedimiento, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

4.5.1 Procedimientos

Adquisición de materiales. La primera parte comprende la recolección de cabello en barberías y peluquerías locales. Este insumo es esencial para la presente investigación, por lo cual, se seleccionaron cabellos no teñidos y preferentemente de varones.

La segunda parte comprende la elección de tierra óptima, para lo cual se tomará una muestra de tierra a la cual se le realizarán ensayos in situ y en laboratorio para comprobar la presencia de arcilla y su granulometría, con lo cual se determinará si este material es óptimo para elaborar adobes.

Ensayos preliminares. Primero se realizarán ensayos in situ como son las pruebas de “Presencia de arcilla” y “Cinta de barro” los cuales determinarán la existencia de arcilla en la muestra de tierra. Una vez realizados los ensayos de campo satisfactorios, se procede a llevar una muestra de 5 kg de tierra al laboratorio de suelos, donde se realizará el Ensayo de análisis granulométrico con el cual se determinará el porcentaje que existe entre arcilla, limo, arena y grava en la tierra, la cual debería estar acorde a lo recomendado en la NTP E.080 (2000), donde nos recomiendan que la gradación del suelo deberá ser como sigue: arcilla 10-20 %, limo 15-25% y arena 55-70%.

Adicionalmente, se realizarán análisis de límites de consistencia con lo cual podremos determinar el tipo de suelo con el que estamos trabajando (según clasificación SUCS) y poder tener una base para investigaciones futuras.

Una vez comprobado que nuestra tierra es apta para elaborar adobes (mediante ensayos de campo in situ y de laboratorio), procederemos a elaborar nuestro adobe estabilizado para someterlos a los diversos ensayos de resistencia que se proponen en esta investigación.

Elaboración del adobe. Se inicia este proceso de elaboración de adobes con el dormido del barro, mezclando previamente los insumos (cabello, agua y tierra) según las 4 dosificaciones de cabello en la tierra, considerando no sobrepasar un 20% de agua con referencia a la masa seca de la tierra.

Figura 25

Cernido de la tierra



Nota. Tomado de *Manual de construcción con Adobe reforzado con Geomallas de Viviendas de Bajo Costo Saludables y Seguras* (p.28), por M. Blondet et al., 2010.

Uno de los métodos más sencillos para hacer barro y obtener una consistencia trabajable sin requerir esfuerzo mecánico, es hacer un cono con la tierra y en el centro rellenarlo con agua y dejarlo reposar 24 horas o más, de manera que el barro obtenga plasticidad por sí mismo, activando las propiedades cohesivas de la arcilla, antes de ser amasada. A este procedimiento se le llama “dormido”, y se puede visualizar en la figura 26.

Figura 26*Método del dormido*

Nota. Tomado de *Manual de construcción con Adobe reforzado con Geomallas de Viviendas de Bajo Costo Saludables y Seguras* (p.28), por M. Blondet et al., 2010.

Seguido, se procede a amasar el barro por medios mecánicos hasta obtener una mezcla plástica y trabajable. En la provincia de Cañete es una tradición amasar el barro con los pies.

Figura 27*Amasado de barro con fibras*

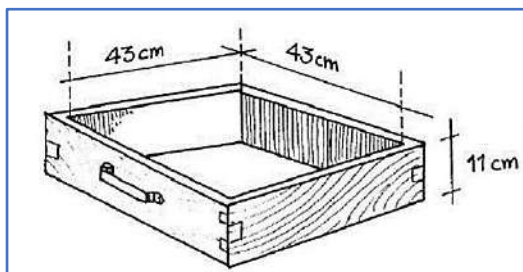
Nota. Tomado de *Manual de construcción con Adobe reforzado con Geomallas de Viviendas de Bajo Costo Saludables y Seguras* (p.28), por M. Blondet et al., 2010.

Se elaborarán adobes de 2 dimensiones teóricas, las cuales son un cubo de $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ y el otro un paralelepípedo de base rectangular de $10 \times 20 \times 8 \text{ cm}^3$. Cabe señalar que los bloques de adobe rectangular deben tener un largo igual a dos veces su ancho y en ambos casos la altura del bloque de adobe debe medir entre 0.08 m y 0.12 m (MVCS, 2017). En lo práctico, se deberá considerar el encogimiento que tendrá el adobe durante el secado para lo cual se elaborarán adobes

de prueba a fin de ajustar las dimensiones de nuestro molde y obtener un mejor diseño (Morales et al., 1993).

Figura 28

Medidas de molde para adobe

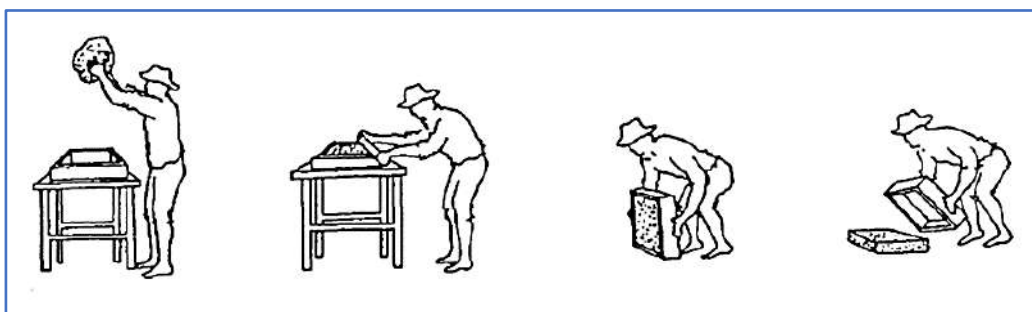


Nota. En esta ilustración se puede ver que para obtener un adobe de medidas 40x40x10 cm se está fabricando una adobera de 43x43x11 cm. Tomado de *Gavera para adobe cuadrado* (p.28), por M. Blondet et al., 2010.

Una vez obtenido nuestro barro trabajable, se amasará una bola y se tirará con fuerza sobre la adobera (que estará previamente humedecida y esparcida de arena fina en su interior), este golpe comprimirá el barro dentro de la adobera y ayudará a que el adobe obtenga mayor resistencia en el secado. Luego con una regla humectada enrasamos la adobera alisando y nivelando la superficie. Por último, retiramos la gavera levantándola lenta y constantemente evitando deformaciones en el adobe. Este procedimiento puede visualizarse en la figura 29.

Figura 29

Procedimiento de moldeo de adobes



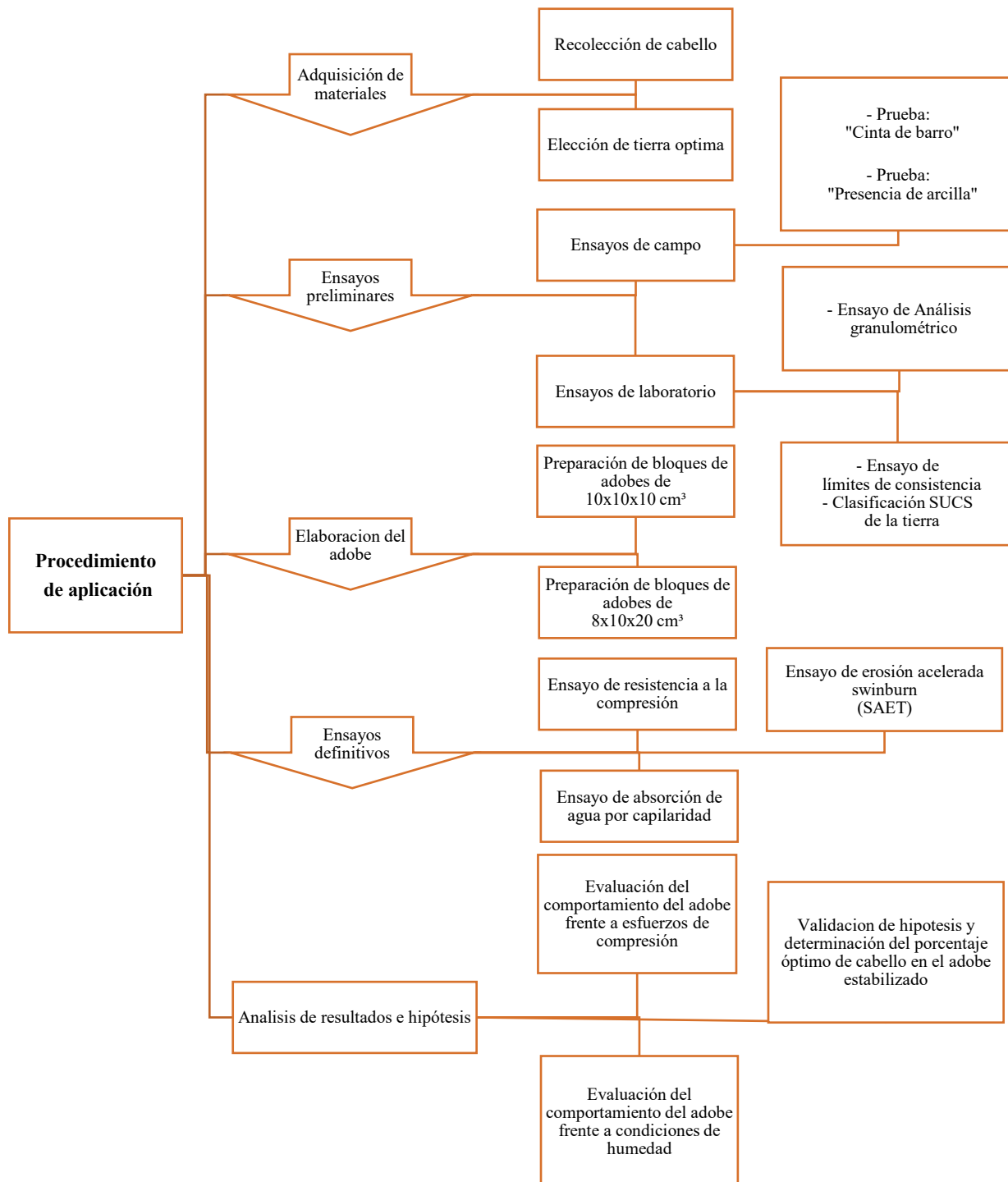
Nota. Tomado de *Manual para la construcción de viviendas de adobe* (p.47), por R. Morales et al., 1993.

Acto seguido, se pondrá a secar los adobes de forma lenta y protegidos del sol y el viento. Para lo cual, construiremos un tendal sobre una superficie amplia, limpia, libre de humedad y completamente nivelada. Sobre esta superficie se deberá espolvorear arena fina para eliminar fisuras a causa de la contracción producido por el secado. Se procede a secar los adobes sobre su tabla por unos 10 días y luego lo colocamos sobre su canto (costado) para conseguir un secado homogéneo de por lo menos 28 días.

Ensayos definitivos. En esta etapa se realizará el ensayo de Resistencia a esfuerzos por compresión a los adobes de dimensiones 10x10x10 cm y los ensayos de Absorción de agua por capilaridad y Ensayo de erosión acelerada Swinburn a los adobes de dimensiones 8x10x20 cm. Obteniéndose los resultados de estabilización del adobe frente a esfuerzos de compresión y la estabilización de adobes frente a efectos de la humedad según la dosificación de cabello adicionada en el adobe.

Análisis de resultados e hipótesis. En esta etapa se recopila y analiza las respuestas obtenidas a partir de los ensayos definitivos. También se contrastarán las hipótesis planteadas al determinar si se logra estabilizar el adobe con el método propuesto en la presente investigación y se determinará el porcentaje de cabello con la cual se obtienen mejores resultados. En base a los resultados se llegarán a las conclusiones del proyecto de investigación y se elaborarán recomendaciones para investigaciones futuras.

Para un mejor control de los procedimientos se ha elaborado un Flujograma del procedimiento de estudio, como se aprecia en la figura 30, la cual resume secuencialmente dichas actividades.

Figura 30*Flujograma del procedimiento de estudio*

4.5.2 Técnicas

Según Arias & Covinos (2021), la técnica de la observación consiste en observar de forma directa el fenómeno y anotar los resultados para su análisis. En este caso se empleará la técnica de observación no participante en la modalidad de observación directa para la obtención de resultados, siguiendo los procedimientos de trabajo mostrados en el flujograma de la figura 30.

4.5.3 Instrumentos de Recolección de Información

Siguiendo a Carrasco (2008), se hará uso de fichas de recopilación de información, el cual es un instrumento donde se registrarán los datos obtenidos. En cuanto a las instrucciones de registro, se incluirán el número de tratamiento y de repetición en la ficha; así como, la dosis de cabello indicada; seguidamente, conforme se vaya realizando los ensayos de laboratorio, se especificarán los resultados obtenidos respecto a la resistencia a la compresión, a la absorción del agua y a la erosión, con sus respectivas unidades.

4.6 Análisis Estadístico

La información obtenida será registrada y clasificada en la ficha de recopilación de datos, cuya información se exportará a una base de datos en Microsoft Excel.

Usaremos técnicas de análisis estadístico descriptivo para los datos obtenidos a partir de ensayos de laboratorio realizadas a nuestros bloques de adobe. Sobre los cuales se realizará un análisis de medidas de tendencia central (media) pero tomando en cuenta medidas de variabilidad (desviación estándar) y análisis gráfico a través del diagrama de cajas y bigotes empleando el programa Microsoft Excel.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1 Resultados de la adquisición de materiales

5.1.1 *Recolección de cabello*

Se recolectó cabello de las barberías y peluquerías locales ubicados en Imperial, Cañete, Lima. Se seleccionaron los cabellos que tienen la apariencia de no haber pasado por procesos de decoloración y al ser de longitudes cortas se verifica que son de varones, por lo cual, son óptimas para su uso en esta investigación. Acto seguido se procedió a cortar las fibras de cabello en longitudes aproximadas de 10 mm y se pesaron para su posterior dosificación con tierra según las 4 solicitudes de cabello (0%, 0.25% 0.50% y 0.75%). Obteniendo en total 1 kg de cabello cortado.

Figura 31

Recolección de cabello



Nota. Se cortó el cabello recolectado en longitudes de 10 mm

5.1.2 *Elección de tierra óptima*

Se eligió la zona del asentamiento humano Josefina Ramos en el distrito de Imperial, de la cual los maestros adoberos suelen obtener la tierra para elaborar adobes y comercializarlos en todo este distrito. Cabe resaltar que se recolectó tierra a una profundidad de 40 cm y se extrajo un aproximado de 200 kg de tierra.

Figura 32

Obtención de tierra



5.2 Resultados de los ensayos preliminares

Estos ensayos validaron previamente si la tierra a utilizar era idónea o no para elaborar adobes. Consistieron en determinar empíricamente si la tierra contenía suficiente arcilla y si los porcentajes de sus componentes internos presentaban una granulometría óptima.

5.2.1 Resultados de los ensayos de campo

Se realizaron 2 ensayos in situ como son “Presencia de arcilla” y “Cinta de barro” los cuales determinaron de forma preliminar el contenido mínimo de arcilla contenida en la tierra.

Resultado del ensayo de Cinta de barro. Se amasó una porción de barro con la muestra, agregándole agua hasta tener una consistencia trabajable. Luego se formó con las manos un cilindro de 1.2 cm de diámetro que se procedió a aplanar con los dedos pulgar e índice formando una cinta de 0.4 cm de grosor, la cual colgaba de una mano hasta su fractura. De las 3 cintas que se formaron, se obtuvieron longitudes de 12, 12 y 13 cm los cuales al estar en el rango entre 10 y 20 cm nos indica que el suelo contiene arcillas en cantidades óptimas.

Resultado del ensayo de Presencia de arcilla. Para este ensayo se amasaron con las manos 4 pequeñas bolitas de barro, adicionándole el agua suficiente hasta obtener una trabajabilidad adecuada. Seguido, se colocaron las bolitas sobre una superficie plana, en un ambiente protegido del viento y se dejó secar por 48 horas. Al transcurrir este tiempo, se aplastaron

con los dedos pulgar e índice, pero fue imposible romperlas, demostrando así que las bolitas contenían arcillas en cantidades suficientes.

5.2.2 Resultados de los ensayos de laboratorio

Resultados del ensayo de análisis granulométrico por sedimentación. Este ensayo se realizó en las instalaciones del laboratorio de suelos de la Pontificia Universidad Católica del Perú, para lo cual se destinaron 5kg de tierra. Este ensayo nos brindó una visión amplia, completa y combinada de la gradación de los componentes de la tierra tanto de agregados gruesos como también de los finos que pasaron el tamiz de abertura de malla N° 200. Los porcentajes acumulados retenidos de tierra en cada tamiz se detallan en la figura 33.

Figura 33

Porcentajes parciales y acumulados de tierra en cada tamiz

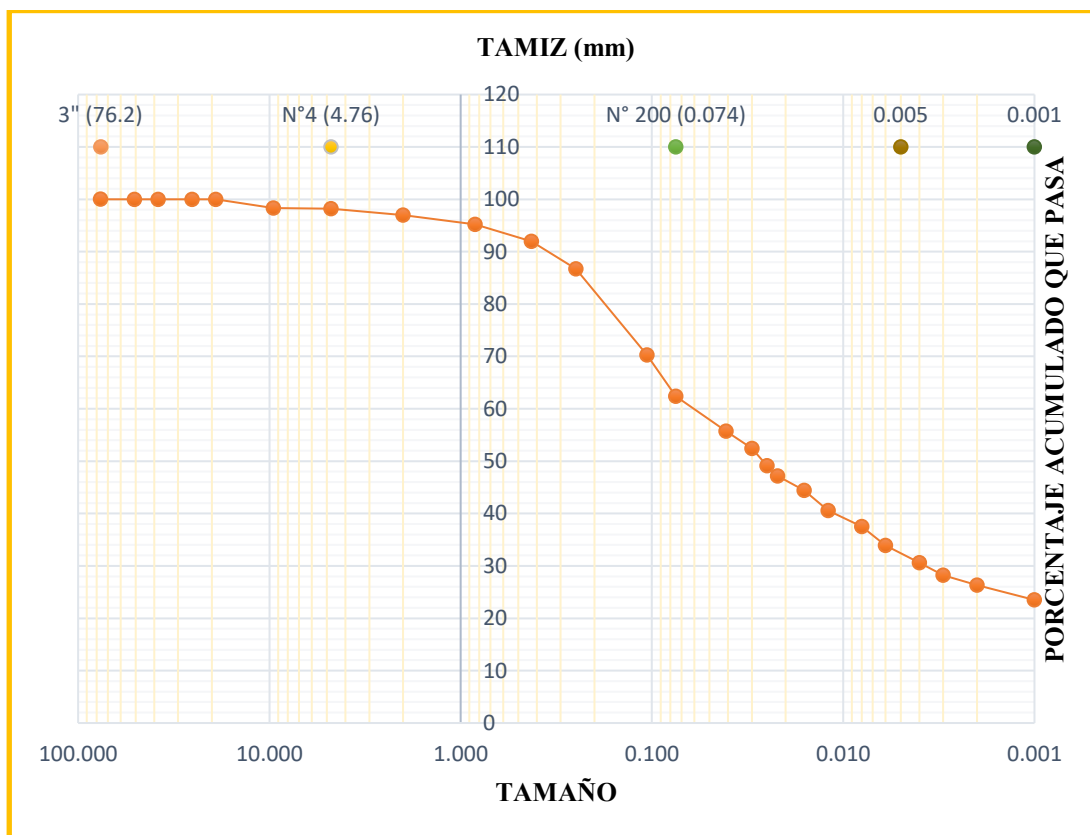
TAMIZ ASTM	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO		SUMA DE % PARCIALES RETENIDOS
		RETENIDO	PASA	
3"	0	0	100	1.8 % GRAVA
2"	0	0	100	
1 1/2"	0	0	100	
1"	0	0	100	
3/4"	0	0	100	
3/8"	1.7	1.7	98.3	
4	0.1	1.8	98.2	
10	1.2	3	97	35.8 % ARENA
20	1.8	4.8	95.2	
40	3.2	8	92	
60	5.3	13.3	86.7	
140	16.4	29.7	70.3	
200	7.9	37.6	62.4	
0.041	6.7	44.3	55.7	28.5 % LIMO
0.03	3.3	47.6	52.4	
0.025	3.3	50.9	49.1	
0.022	1.9	52.8	47.2	
0.016	2.8	55.6	44.4	
0.012	3.8	59.4	40.6	
0.008	3.1	62.5	37.5	
0.006	3.6	66.1	33.9	
0.004	3.3	69.4	30.6	10.4 % ARCILLA
0.003	2.4	71.8	28.2	
0.002	1.9	73.7	26.3	
0.001	2.8	76.5	23.5	
---	23.5	100	0	

Nota. Con los % acumulado que pasa cada tamiz vs la abertura del tamiz, se pudo graficar la curva granulométrica mostrada en la figura 34.

Finalmente, la muestra de tierra ensayada contiene un 1.8% de grava, 35.8% de arena, 28.5% de limo y 10.4% de arcillas.

Figura 34

Curva granulométrica de la muestra



Resultados del ensayo de límites de consistencia y clasificación del suelo. Estos ensayos se llevaron a cabo en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Se pasó la muestra por el tamiz N°40 para agregarle agua y formar una masa pastosa. Se inició con el ensayo de límite líquido, para lo cual, se colocó la masa pastosa en la copa de Casagrande formando una ranura al centro de la copa para luego iniciar con los ciclos de golpes hasta que se cerró la ranura preformada. Se anotaron los números de golpes necesarios para cerrar la ranura

preformada y se pesó una porción de esta masa para calcular su humedad. Este procedimiento se realizó 3 veces y los resultados se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 10

Determinación del límite líquido de la muestra

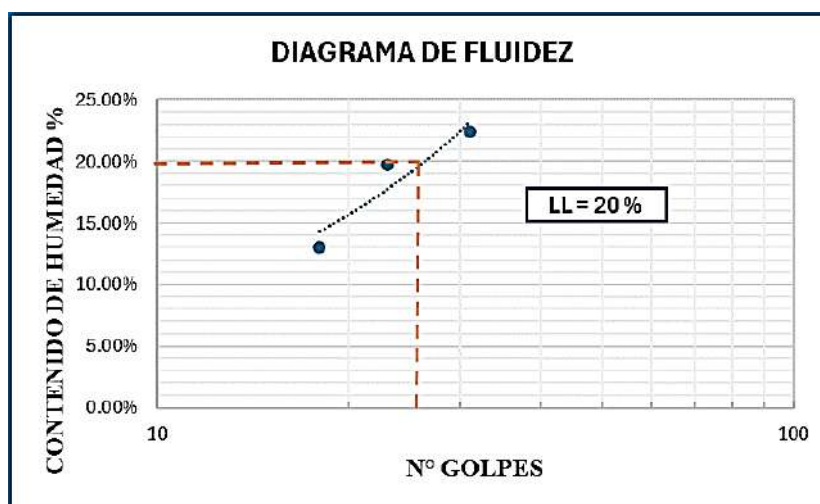
DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO		
Pasos	Muestra N°	1	2	3
0	N° de golpes	31	23	18
1	Masa R + MH (gr)	26.82	29.02	25.69
2	Masa R + MS (gr)	24.75	26.8	24.55
3	Peso del agua (1-2) (gr)	2.07	2.22	1.14
4	Masa recipiente (gr)	15.52	15.54	15.83
5	Peso suelo seco (2-4) (gr)	9.23	11.26	8.72
6	W (3/5 * 100) (%)	22.43%	19.72%	13.07%

Nota. Se ensayaron 3 muestras con contenidos de humedad de: 22.43%, 19.72% y 13.07%

Finalmente se introdujeron en el diagrama de fluidez los valores de numero de golpes versus contenido de humedad y se trazó la línea de tendencia. Interpolando obtenemos que, para 25 golpes, la humedad seria del 20% y este es el límite líquido de la muestra.

Figura 35

Diagrama de fluidez



Nota. La interpolación para 25 golpes nos da un 20% de contenido de humedad.

Se continuó con el ensayo de límite plástico para lo cual se amasó la mezcla haciéndolo perder humedad contra el vidrio de tal forma que el rollito de 3.2 mm de diámetro aproximado comenzó a romperse. Luego de esto se pesó y se calculó su humedad. Este procedimiento se repitió 2 veces y el promedio de las humedades obtenidas fue igual al 10% el cual representa el límite plástico de la muestra.

Tabla 11

Determinación del límite plástico de la muestra

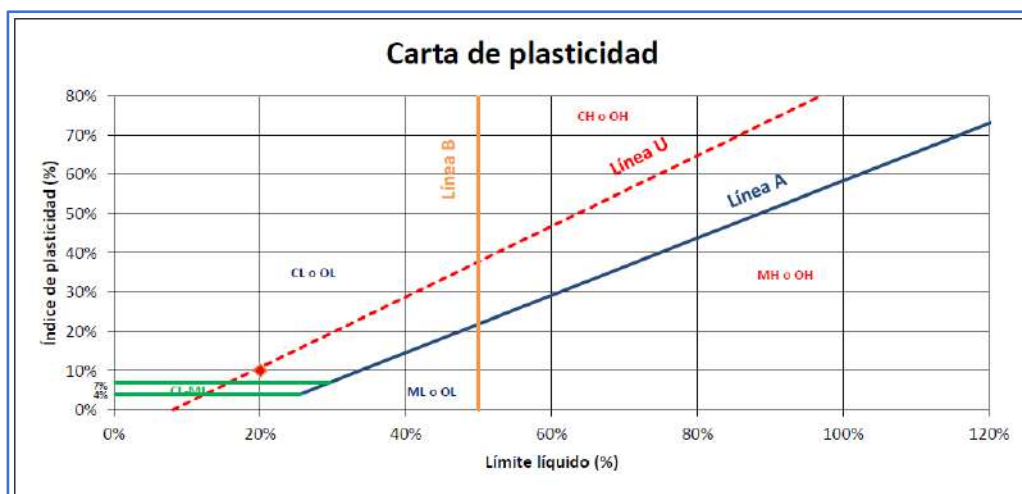
DESCRIPCIÓN		LÍMITE PLÁSTICO	
Pasos	Muestra N°	4	5
0	N° de golpes	-	-
1	Masa R + MH (gr)	21.5	22
2	Masa R + MS (gr)	20.95	21.41
3	Peso del agua (1-2) (gr)	0.55	0.59
4	Masa recipiente (gr)	15.44	15.5
5	Peso suelo seco (2-4)(gr)	5.51	5.91
6	W (3/5 * 100) (%)	9.98%	9.98%

Nota. Se ensayaron 2 muestras con contenidos de humedad promedio de $9.98\% \cong 10\%$.

Con los valores de límite líquido y límite plástico se pudo obtener el índice plástico que fue igual al 10% según la formula: $IP = LL - LP$. Con esto, ubicando la intersección de los valores de “LL” y el “IP” en la carta de plasticidad, se pudo obtener la clasificación de nuestro suelo el cual sería CL o OL, como se muestra en la figura 36.

Figura 36

IP vs LL graficado en la carta de plasticidad



Nota. El punto rojo representa la intersección de los valores de IP y LL.

5.3 Resultados de la elaboración del adobe

Fabricación de gaveras. Se fabricaron 2 gaveras, la primera tuvo dimensiones de 11x11x11cm y la segunda gavera tuvo dimensiones de 9x11x21cm. Se tomó estas medidas considerando la retracción que tendrá el adobe al secarse y en base al juicio de expertos de los maestros adoberos de la zona.

Figura 37

Gavera N°1



Nota. Dimensiones de gavera: 11 x 11 x 11 cm.

Nota. Estas cantidades son las mínimas referenciales sin considerar desperdicios.

Figura 40

Dosificación de tierra



Nota. Se formaron 4 conos de tierra para las 4 dosificaciones de pelo utilizadas.

Figura 41

Dosificación de cabello



Nota. Los de la fila superior son la dosificación para el ensayo de absorción y SAET, mientras que los de la fila inferior son la dosificación para el ensayo de resistencia a la compresión.

Preparación del barro. Se agrupó el total de la tierra en 4 bloques según la dosificación de pelo que se le añadió. Se mezcló el pelo y la tierra en estado seco a fin de evitar acumulaciones de pelo que generen vacíos. Luego se formaron conos de tierra y se le agregó inicialmente la mitad del máximo de agua permitida y la otra mitad paulatinamente hasta conseguir la plasticidad y trabajabilidad adecuada. Acto seguido, se realizó un amasado previo del barro para dejarlo durmiendo por 2 días. Al término de este tiempo se le dio un amasado final con los pies y el barro estuvo listo para moldear.

Figura 42

Preparación del barro



Nota. Se realizó un mezclado previo y se cubrió con plástico para que la masa no pierda agua en el proceso de dormido.

Moldeo de adobes. Se amasó el barro en forma de esferas y se lanzó con fuerza al interior de las gaveras que estaban previamente humedecidas y espolvoreadas con arena fina. Se enrasó

para retirar el material sobrante con una regla de madera. Luego se colocó la gavera boca abajo sobre la tierra, dejando caer lentamente el barro moldeado.

Figura 43

Proceso de moldeo de adobes en gavera



Secado y almacenamiento. Se dejó secar inicialmente los adobes por 1 semana sobre su base (tabla) para luego girarlos y colocarlos de costado (canto), repitiendo estos cambios de posición cada semana. Se almacenó los adobes en una casa ubicada en el distrito de imperial, provincia de cañete, región Lima con las siguientes coordenadas: 353683.80 m E; 8556518.74 m S. Los adobes quedaron protegidos de la humedad y el viento, por lo que tuvieron un secado lento por 30 días.

Figura 44

Almacenamiento y secado de los adobes





Nota. Se cubrió la superficie base con plástico para que el adobe no pierda humedad y su secado sea lento.

Al termino de 30 días, los adobes no presentaron fisuras y tuvieron buen aspecto superficial como se puede ver en las figuras 45 y 46.

Figura 45

Adobes secos N°1



Nota. Se muestra el acabado superficial de adobes de dimensiones 11x11x11 cm.

Figura 46

Adobes secos N°2



Nota. Se muestra el acabado superficial de adobes de dimensiones 09x11x21 cm.

5.4 Resultados de los ensayos definitivos

Estos ensayos se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

5.4.1 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión

Para este ensayo se utilizaron 6 adobes de dimensiones teóricas de 10x10x10 cm para cada una de las 4 dosificaciones de cabello requeridas (0%, 0.25%, 0.50% y 0.75%). Preliminarmente se anotó las dimensiones de los bloques de adobes y se reguló la velocidad de la máquina universal de compresión a 1mm/minuto.

Figura 47

Anotación de dimensiones de los bloques de adobes



Nota. Los adobes se transportaron hacia el laboratorio en cajas separados por tecnopor y no sufrieron daños.

Seguido, se colocaron almohadillas de neopreno entre la máquina universal y los adobes para luego aplicar una carga constante hasta llegar al fallo.

Figura 48

Preparacion de la muestra de adobe antes de la rotura



Nota. Para este ensayo se utilizó una maquina multiusos automática computarizada.

En total se ensayaron 24 bloques de adobes, 6 por cada dosificación de cabello.

Figura 49

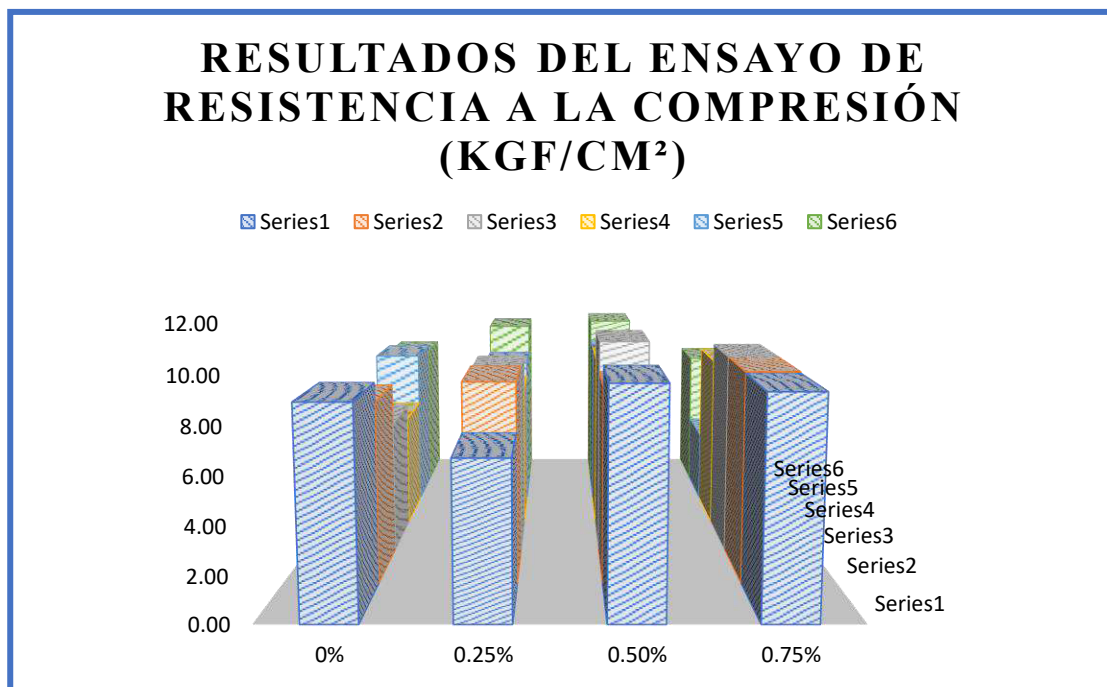
Rotura de bloques de adobes



Los resultados de estos ensayos se pueden ver en forma general en la figura 50.

Figura 50

Resistencia a la compresión de todos los adobes ensayados



Se pudo apreciar que los adobes sin cabello tuvieron una falla más frágil en comparación con los adobes que sí contenían cabello. Los adobes sin cabello se desmoronaban al llegar al fallo mientras que los adobes que sí contenían cabello mantenían su forma cúbica aun en el fallo.

Figura 51

Adobes comprimidos hasta el fallo



Nota. Los adobes de la izquierda no contienen cabello y los adobes de la derecha sí contienen cabello.

Ahora se procede a presentar los resultados arrojados con cada dosificación de cabello.

Los datos sustraídos y los resultados de resistencia a esfuerzos de compresión obtenidos para una dosificación de cabello de 0% fueron los siguientes:

Tabla 12

Resultados de resistencia a la compresión con 0% de cabello

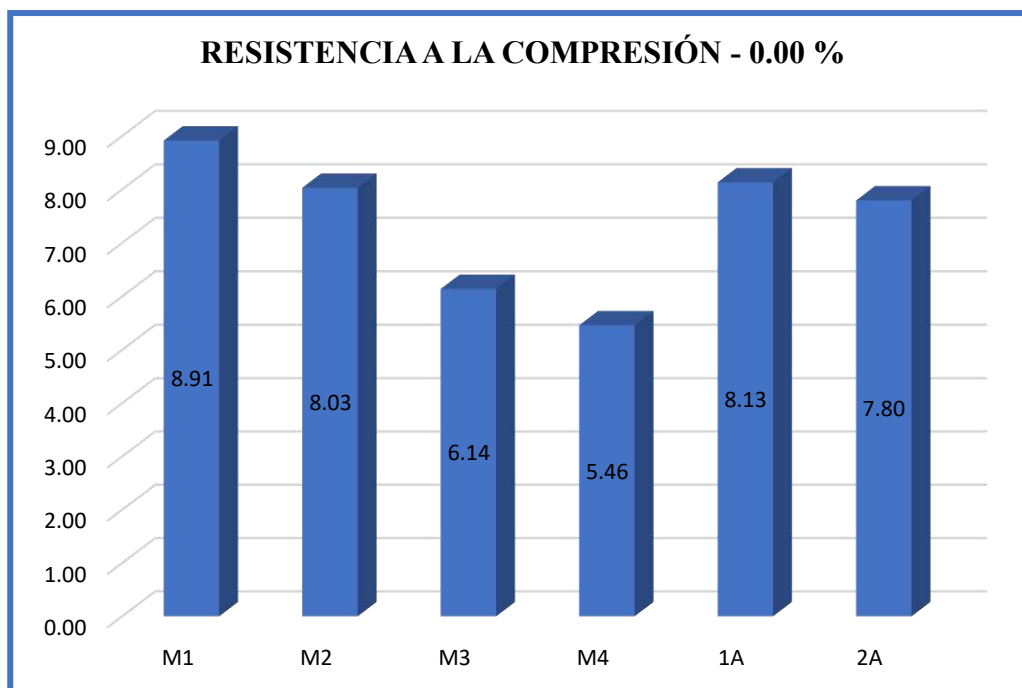
Probeta	Largo	Ancho	Alto	Área	Carga máx.	F'c
(Código)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(Kg)	(Kg/cm ²)
M1	11	10.8	10.4	118.8	1059	8.91
M2	11	10.9	10.3	119.9	963	8.03
M3	12.4	11.4	10.5	141.4	868	6.14
M4	12.1	11.5	10	139.2	760	5.46
1A	11	11	10.5	121	984	8.13
2A	11	11	10.4	121	943	7.80

Nota. De esta lista, se descartaron los 2 resultados más bajos que corresponden a las muestras M3 y M4.

Estos resultados se pueden ver gráficamente en la figura 52.

Figura 52

Resultados de resistencia a la compresión con 0% de cabello



Nota. La muestra M1 obtiene la mayor resistencia a la compresión en este grupo.

Continuando con una dosificación de cabello de 0.25%, los datos sustraídos y los resultados de resistencia obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 13

Resultados de resistencia a la compresión con 0.25 % de cabello

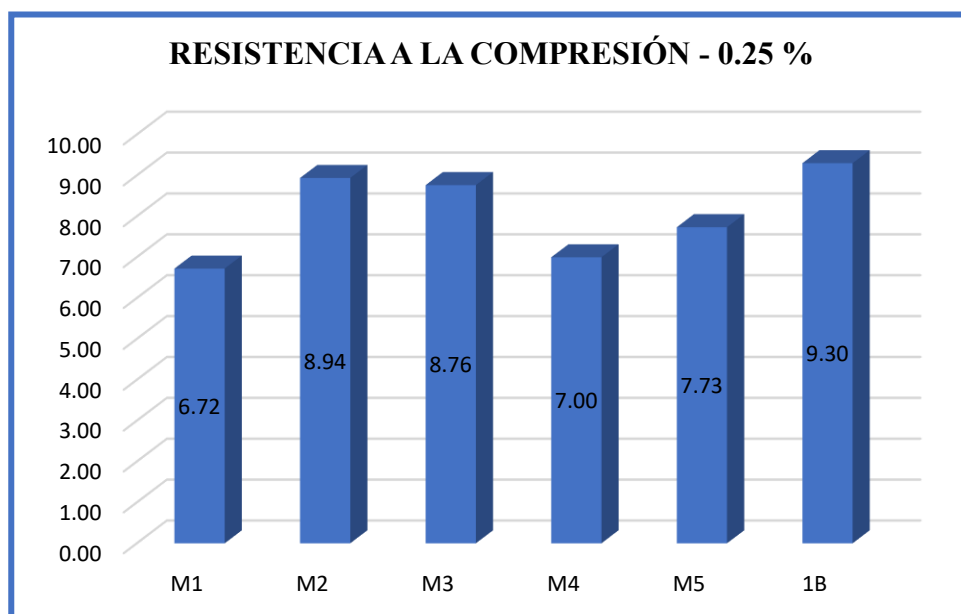
Probeta	Largo	Ancho	Alto	Área	Carga máx.	F'c
(Código)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm²)	(Kg)	(Kg/cm²)
M1	12.6	12.2	9.7	153.7	1033	6.72
M2	11	10.8	10	118.8	1062	8.94
M3	10.8	10.5	10.7	113.4	994	8.76
M4	10.7	10.5	10.4	112.4	786	7.00
M5	11.8	11.6	9.3	136.9	1058	7.73
1B	10.9	11.1	10.6	121	1125	9.30

Nota. Se descartaron los resultados de las muestras M1 y M4 al ser las más bajas.

Gráficamente se puede visualizar de la siguiente forma:

Figura 53

Resultados de resistencia a la compresión con 0.25% de cabello



Nota. La muestra 1B es la de mayor valor de f'_c en este grupo.

Los resultados de resistencia a esfuerzos de compresión obtenidos para una dosificación de cabello de 0.50 % fueron los siguientes:

Tabla 14

Resultados de resistencia a la compresión con 0.50 % de cabello

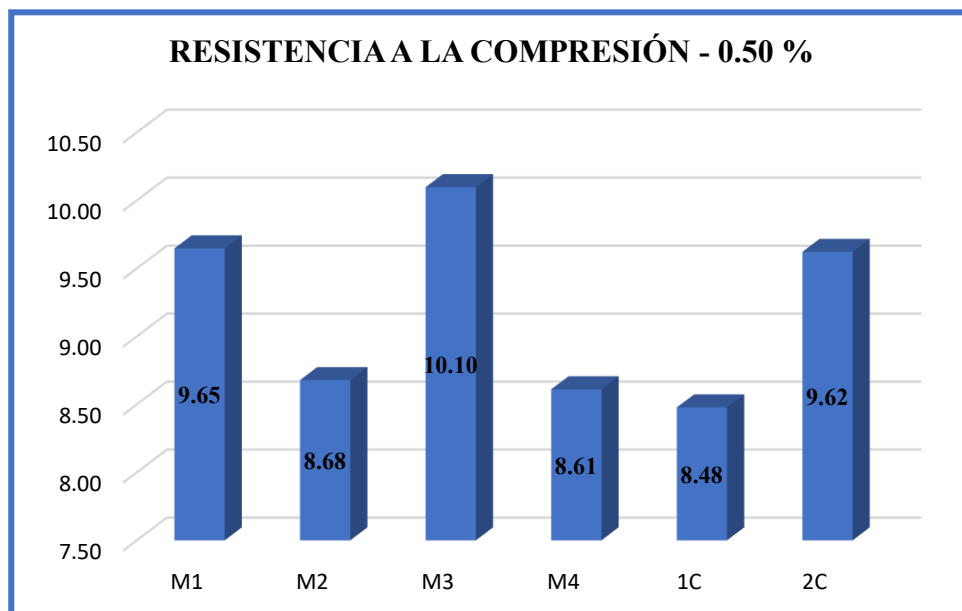
Probeta	Largo	Ancho	Alto	Área	Carga máx.	F'c
(Código)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm²)	(Kg)	(Kg/cm²)
M1	10.6	10.4	10.5	110.2	1064	9.65
M2	10.7	10.7	10.5	114.5	994	8.68
M3	11	11.4	10.2	125.4	1266	10.10
M4	10.5	10.2	10.8	107.1	922	8.61
1C	10.7	11.5	10.6	123.1	1043	8.48
2C	10.7	10.4	10.6	111.3	1071	9.62

Nota. Se descartaron los valores obtenidos de las muestras M4 y 1C.

Estos resultados se exponen gráficamente en la siguiente figura 54:

Figura 54

Resultados de resistencia a la compresión con 0.50 % de cabello



Nota. La muestra M3 es la de mayor resistencia a la compresión en este grupo y también es la más cercana al valor mínimo exigido de 10.2 kgf/cm².

Por último, los resultados de resistencia a esfuerzos de compresión para una dosificación de 0.75% de cabello se muestran a continuación:

Tabla 15

Resultados de resistencia a la compresión con 0.75 % de cabello

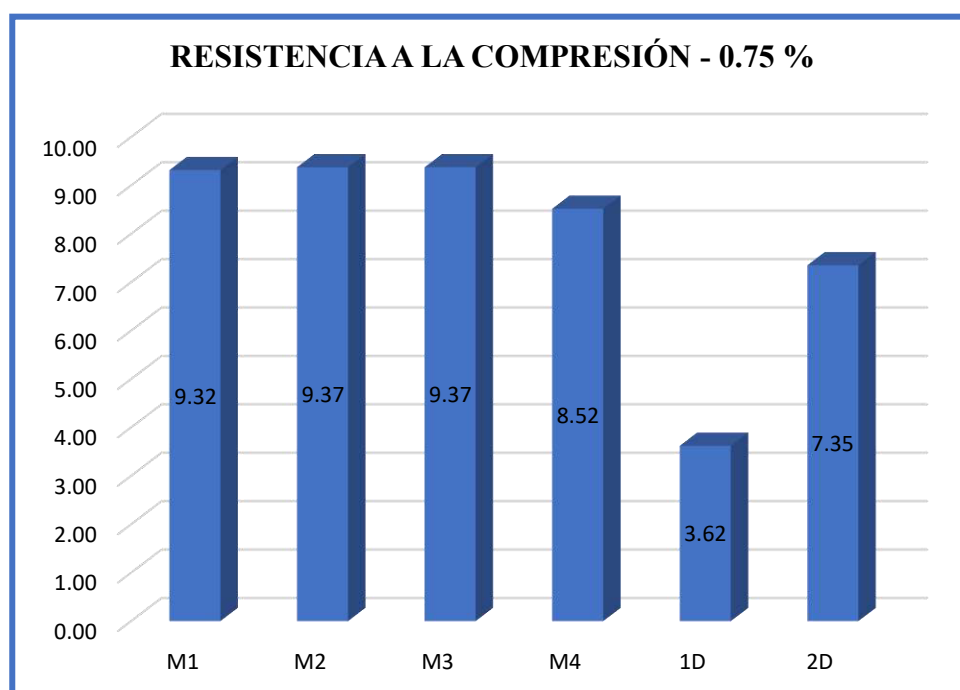
Probeta	Largo	Ancho	Alto	Área	Carga máx.	F'c
(Código)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(Kg)	(Kg/cm ²)
M1	11.2	10.8	10	121	1127	9.32
M2	10.5	10.8	10.9	113.4	1063	9.37
M3	11.1	11	10.5	122.1	1145	9.37
M4	10.9	11.8	10.2	128.6	1096	8.52
1D	10.9	10.8	10.7	117.7	426	3.62
2D	10.9	11.2	10.9	122.1	897	7.35

Nota. No se tomaron en cuenta los valores de las muestras 1D y 2D por ser los más bajos.

Estos valores obtenidos se presentan a modo gráfico en la figura 55 a continuación.

Figura 55

Resultados de resistencia a la compresión con 0.75 % de cabello



Nota. En este grupo el mayor valor alcanzado se obtiene en la muestra M2 y M3 por igual.

5.4.2 Resultados del ensayo de absorción de agua por capilaridad

Para este ensayo se utilizaron 4 muestras de adobes de área rectangular según las 4 dosificaciones de cabello empleadas (0%, 0.25%, 0.50% y 0.75%).

Se inició el ensayo secando los adobes en un horno a 75 °C por 24 horas, al culminar este tiempo se pesaron y se los volvió al horno por 1 hora más de tal forma que la diferencia entre 2 pesadas fue menor al 0.1% del peso del adobe, así se garantizó que los adobes estuviesen completamente secos.

Figura 56

Secado de adobes en horno a 75 °C



Acto seguido se procedió a tomar las medidas de cada bloque de adobe y se colocaron sobre topes con una altura de 5mm más corta que la profundidad de la bandeja para posteriormente llenar por completo la bandeja con un flujo de agua constante, de esta forma se obtuvo una altura de agua sobre el adobe de 5mm de forma constante.

Figura 57

Equipo para ensayo de absorción de agua por capilaridad



Se sumergieron los adobes en agua por 10 minutos para luego proceder a pesarlos y medir la huella de agua.

Figura 58

Lectura de la huella de agua en los bloques de adobe

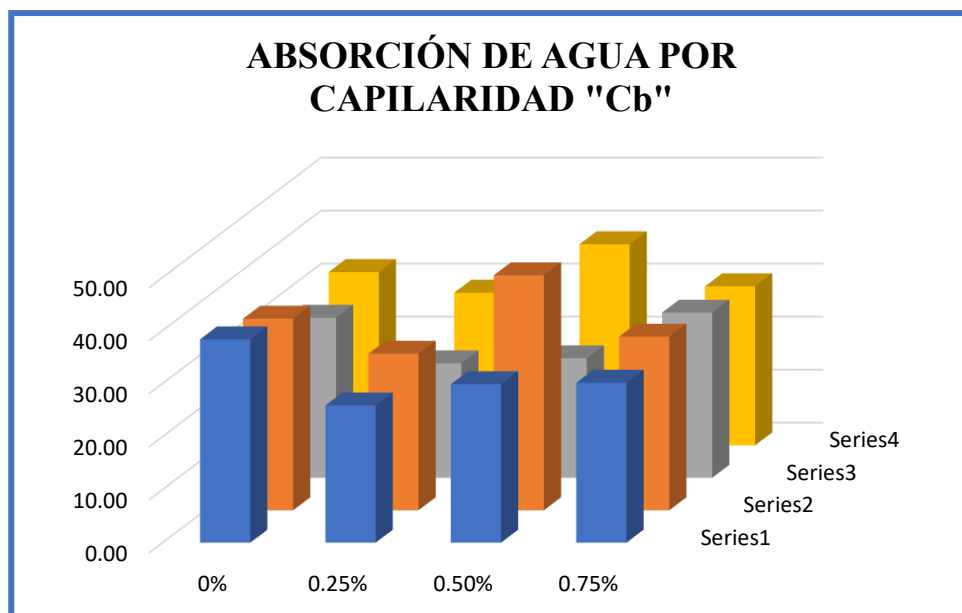


En el proceso, el adobe desprendía mucho material por lo que se decidió calcular el peso húmedo del adobe empleando la gravedad específica de la muestra general de la tierra.

El resultado de absorción de agua por capilaridad para los 16 bloques de adobes ensayados se muestra en la figura 59 a continuación.

Figura 59

Promedio de resultados de absorción de agua por capilaridad

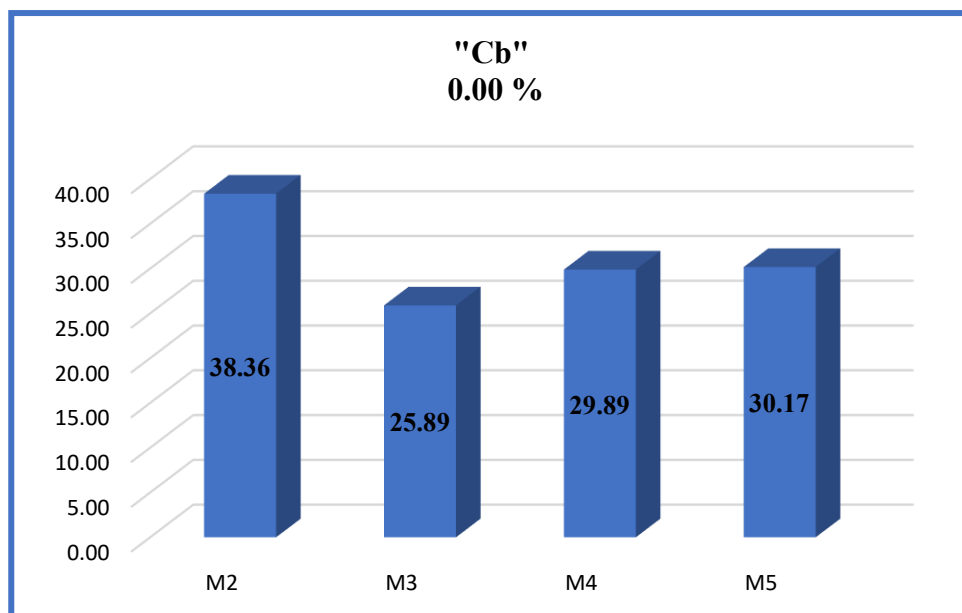


Ahora que tenemos una visualización macro de los resultados, se procede a presentar individualmente los datos tomados de los adobes y los cálculos realizados hasta obtener el valor de “Cb” para cada dosificación de cabello.

Los resultados para una dosificación de cabello de 0% se presentan en la figura 60, siendo el valor de “Cb” el promedio de estos resultados y es igual a $31.08 \text{ gr/cm}^2 \times \text{min}^{-0.5}$.

Figura 60

Resultados de absorción de agua por capilaridad con 0.00 % de cabello

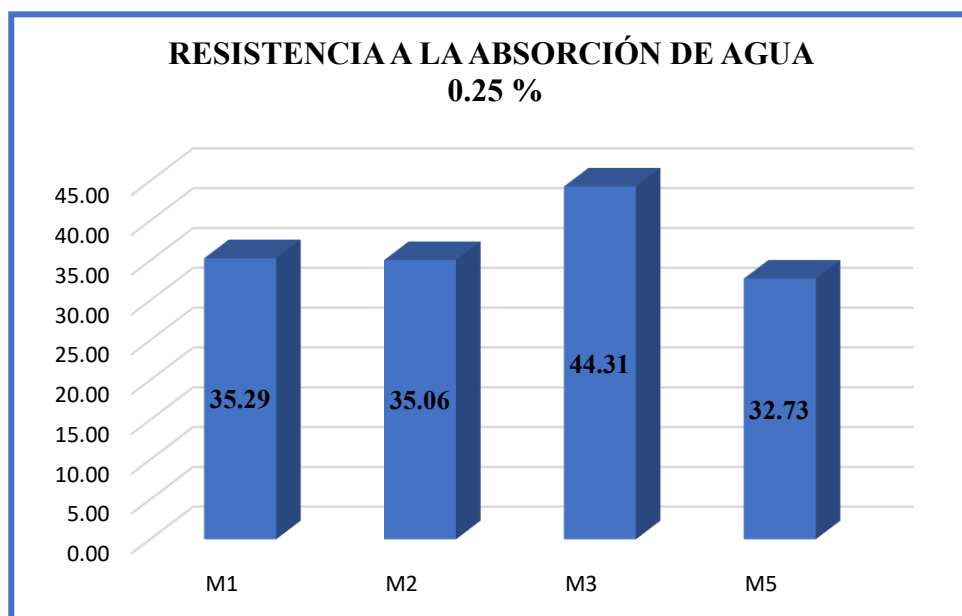


Nota. La muestra de mayor capilaridad es la muestra M2 con $C_b=38.36 \text{ gr/cm}^2\text{xmin}^{-0.5}$.

Los resultados para una dosificación de cabello de 0.25% se presentan en la figura 61, con un valor promedio de "Cb" igual a $36.85 \text{ gr/cm}^2\text{xmin}^{-0.5}$.

Figura 61

Resultados de resistencia a la absorción de agua con 0.25 % de cabello

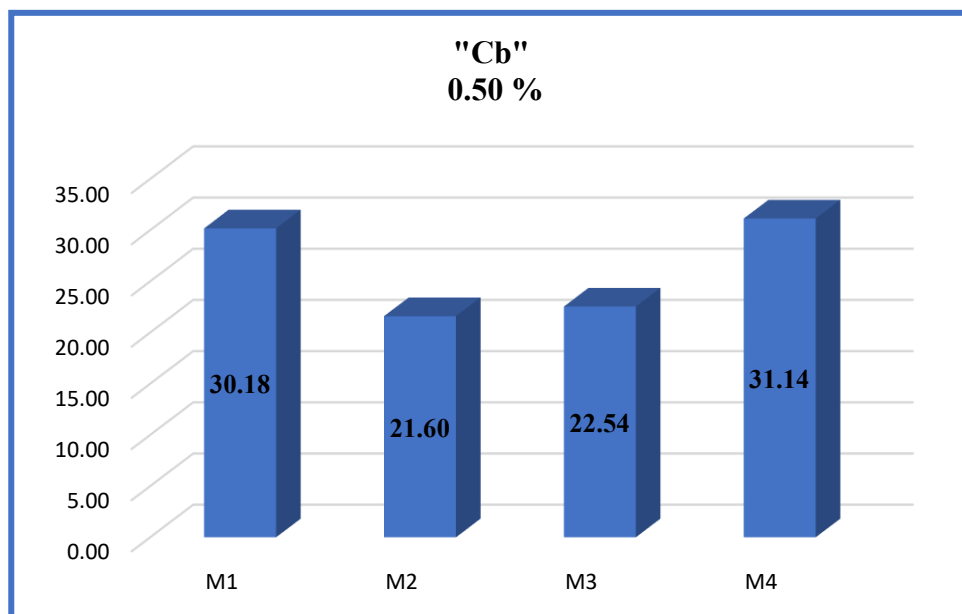


Nota. La muestra M2 es la más resistente a la absorción de agua por capilaridad.

Continuando con una dosificación de cabello de 0.50 %, los resultados se representan en la figura 62. Con un valor promedio de “Cb” igual a $26.36 \text{ gr/cm}^2 \text{ x min}^{-0.5}$.

Figura 62

Resultados de resistencia a la absorción de agua con 0.50 % de cabello

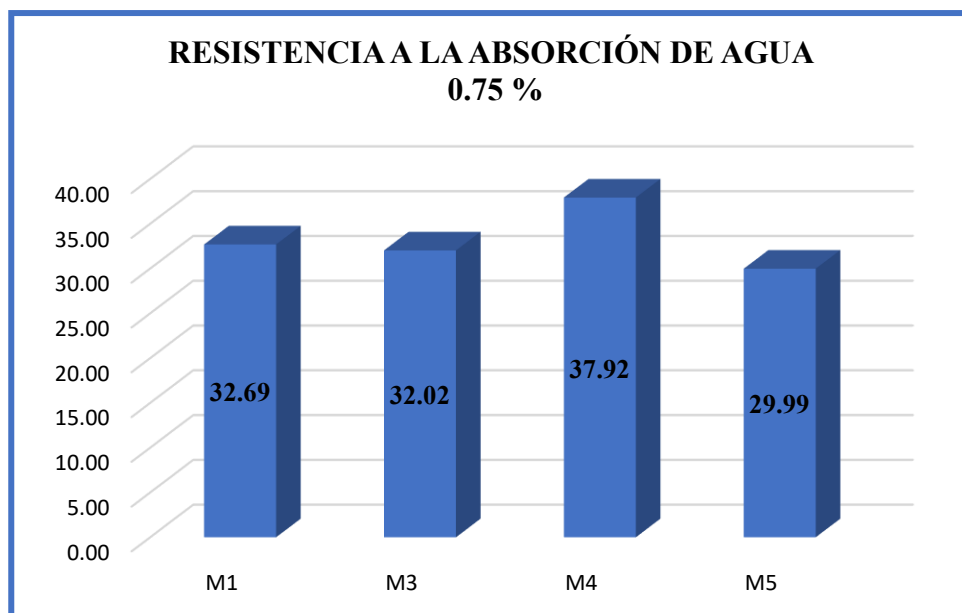


Nota. La muestra M2 presenta mayor resistencia a la absorción de agua por capilaridad.

Finalizando este ensayo, se detallan las respuestas obtenidas para una dosificación de cabello de 0.75% en la figura 63, obteniendo un valor de absorción de agua por capilaridad promedio igual a $33.16 \text{ gr/cm}^2 \text{ x min}^{-0.5}$.

Figura 63

Resultados de resistencia a la absorción de agua con 0.75 % de cabello



Nota. La muestra con mayor resistencia a la absorción de agua por capilaridad es la M5

5.4.3 Resultados del ensayo de erosión acelerada Swinburn

Para esta prueba se utilizaron 8 bloques de adobes, 2 bloques de área rectangular para cada dosificación de cabello solicitada (0%, 0.25%, 0.50% y 0.75%).

Se trató de asimilar lo máximo posible el equipo de goteo mostrado en la norma UNE 41410 (2008), por lo cual, se utilizó un gotero de vidrio de 74 cm de largo con diámetro superior para entrada de agua de 13.08 mm, diámetro intermedio de 8.22 mm y diámetro inferior de salida de agua de 3.5 mm. Este gotero fue sujetado por un parante metálico y una abrazadera mariposa. También se utilizó una base de madera con inclinación de 27°.

Figura 64

Equipo de goteo para ensayo SAET



Se inició el ensayo colocando los bloques de adobes sobre la base de madera con inclinación de 27° desde la horizontal con el equipo de goteo a una altura de 1m sobre estos bloques. Se mantuvo un el flujo de agua constante en el gotero de vidrio añadiendo agua con una jarra de forma permanente.

Figura 65

Proceso de ensayo SAET

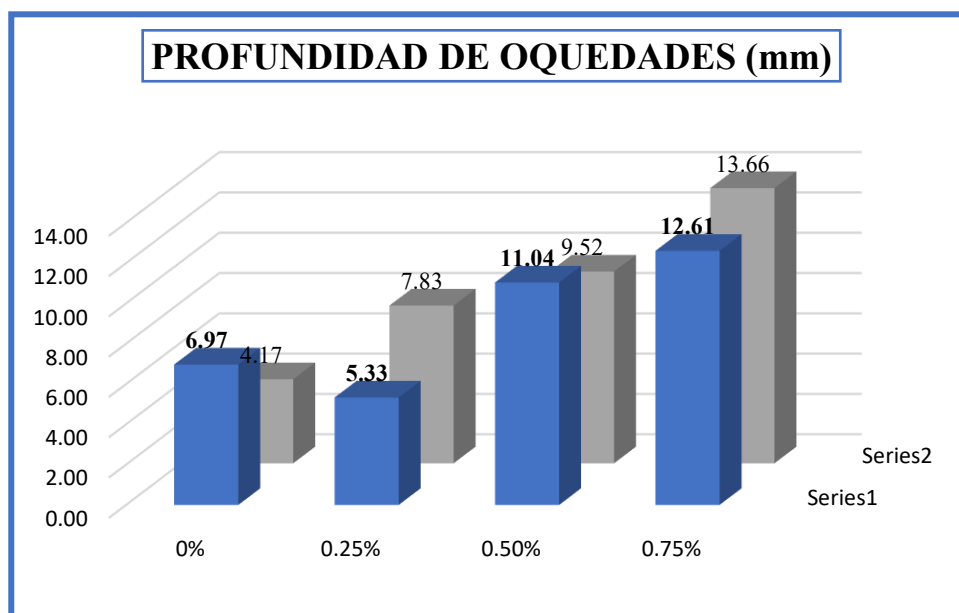


Los adobes se sometieron a una caída de chorro de agua por un tiempo de 10 minutos y acto seguido se midieron las oquedades producidas con la ayuda de un pie de rey.

Los resultados obtenidos de este ensayo se plasmaron gráficamente en figura 66.

Figura 66

Promedio de resultados del ensayo de erosión acelerada Swinburn



A continuación, se detallan individualmente los datos y resultados de los ensayos que se obtuvieron para cada dosificación de cabello.

Los resultados de los adobes base con 0% de cabello se muestran en tabla 16. El valor promedio de oquedad es igual a 5.57 mm, al ser menor que 10 mm es expresado como apto.

Tabla 16

Resultados de resistencia a la erosión acelerada Swinburn con 0.00 % de cabello

Probeta	Largo	Ancho	Alto	Tiempo	Profundidad	Resultado
(Código)	(cm)	(cm)	(cm)	(min)	(mm)	(APTO/NO APTO)
M3	200	105	84	10	6.97	Bloque apto
M4	203	110	84	10	4.17	Bloque apto

Nota. Ambos adobes ensayados son aptos para resistir la erosión del agua.

Para una dosificación de cabello de 0.25% se obtuvieron los valores mostrados en la tabla 17. La oquedad promedio que se formó es de 6.58 mm y es clasificado como apto.

Tabla 17

Resultados de resistencia a la erosión acelerada Swinburn con 0.25 % de cabello

Probeta	Largo	Ancho	Alto	Tiempo	Profundidad	Resultado
(Código)	(cm)	(cm)	(cm)	(min)	(mm)	(APTO/NO APTO)
M3	202	104	85	10	5.33	Bloque apto
M4	205	108	84	10	7.83	Bloque apto

Nota. Ambas muestras son aptas para efectos de erosión por caída de agua.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos adicionando 0.50% de cabello:

Tabla 18

Resultados de resistencia a la erosión acelerada Swinburn con 0.50 % de cabello

Probeta	Largo	Ancho	Alto	Tiempo	Profundidad	Resultado
(Código)	(cm)	(cm)	(cm)	(min)	(mm)	(APTO/NO APTO)
M3	204	105	83	10	11.04	Bloque no apto
M4	202	106	86	10	9.52	Bloque apto

El resultado promedio de oquedades viene siendo de 10.28 mm lo cual los clasifica como adobes no aptos para resistir la erosión por caída de agua.

Con la adición de 0.75% de cabello los resultados obtenidos fueron los que se muestran en la tabla 19:

Tabla 19

Resultados de resistencia a la erosión acelerada Swinburn con 0.75 % de cabello

Probeta	Largo	Ancho	Alto	Tiempo	Profundidad	Resultado
(Código)	(cm)	(cm)	(cm)	(min)	(mm)	(APTO/NO APTO)
M3	205	110	87	10	12.61	Bloque no apto
M4	209	109	85	10	13.66	Bloque no apto

Nota. Ambos resultados sobrepasaron los límites aptos de 10 mm.

El resultado promedio de oquedades para esta dosificación es de 13.14 mm, la cual resulta ser la mayor oquedad producida perteneciendo a la clasificación de adobes no aptos.

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Análisis de resultados de la elaboración de adobes

Las unidades de adobe tuvieron un secado lento. Además, estuvieron protegidos de la intemperie y los cambios abruptos de temperatura. Esto ayudó a que la retracción lineal en el secado no sea brusca y como resultado se obtuvieron adobes sin grietas ni fisuras y de buen aspecto superficial tanto en los adobes base (con 0% de cabello), como en los adobes con adición de cabello. Por lo tanto, se realizó un buen proceso de elaboración del adobe y estos fueron propicios para continuar con los ensayos.

6.2 Análisis de resultados de los ensayos preliminares

6.2.1 *Análisis de resultados de los ensayos de campo*

Ensayo de Cinta de barro. En promedio, la cinta de barro se rompe al colgar unos 12.3 cm de longitud, lo cual nos indica en primera instancia que la tierra contiene suficiente cantidad de arcilla y la tierra es óptima para elaborar adobes.

Ensayo de Presencia de arcilla. Todas las bolitas formadas resultaron tener alta dureza y no se pudieron romper apretándolos solamente con la mano, esto también nos indicó previamente que el adobe que se formaría con esta tierra tendría buena resistencia mecánica por su contenido óptimo de arcilla.

6.2.2 *Análisis de resultados de los ensayos de laboratorio*

Ensayo de Análisis granulométrico por sedimentación. Los resultados obtenidos en la muestra (arcilla 10.4%, limo 28.5%, arena 35.8% y grava 1.8%) se asemeja mucho a los porcentajes recomendados por la norma E.080 del año 2000, la cual nos recomienda una gradación de arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, aceptando variaciones al tratarse de adobes estabilizados. Además, cumple con lo recomendado por AENOR 2008, quien recomienda que el

suelo destinado a elaborar adobes contenga como mínimo un 10% de arcilla. Por lo tanto, la tierra a usar contiene una distribución granulométrica apta para elaborar adobes.

Ensayo de límites de consistencia y clasificación del suelo. Con los resultados de límite líquido (LL) igual a 20% y límite plástico (LP) igual a 10% podemos deducir que con poco porcentaje de agua la tierra se mantiene en un estado plástico. Por una parte, esto es favorable ya que no será necesario agregar más del 20% de agua a la tierra para obtener una mezcla trabajable. Por otra parte, los resultados de un LL y LP relativamente bajos indica que el suelo puede contener cantidades altas de arena o limo y pocas cantidades de arcilla. Esto guarda relación con los resultados del ensayo granulométrico, ya que el suelo escogido solo contiene un 10.4% de arcillas, pero unos 28.5% de limo y 35.8% de arena.

La diferencia entre el LL y LP es igual al índice de plasticidad (IP), al introducir estos datos en la carta de plasticidad de Casablanca nos arroja un suelo CL (arcilla) o OH (limos orgánicos, arcillas orgánicas).

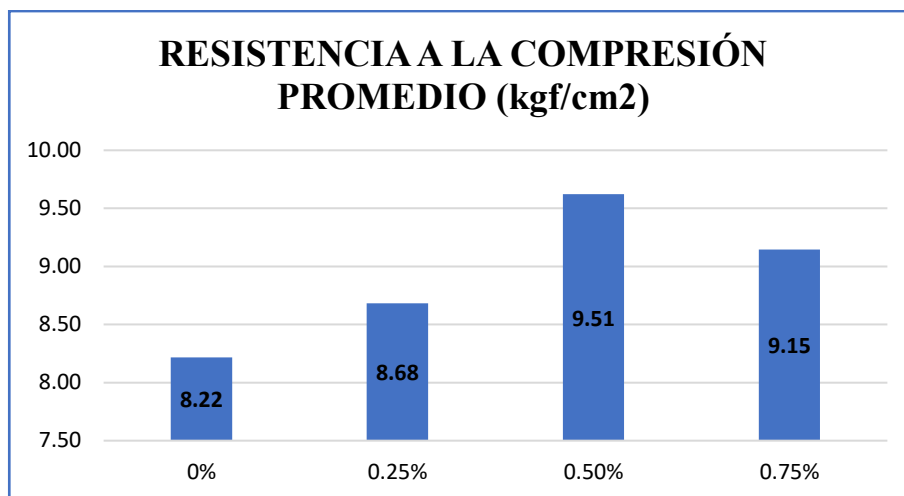
6.3 Análisis de resultados de los ensayos definitivos

6.3.1 Análisis de resultados de los ensayos de resistencia a la compresión

A partir de 6 muestras ensayadas, se tomó el promedio de los 4 mejores resultados, obteniendo como resultante promedio los valores de 8.22, 8.68, 9.51 y 9.15 en kgf/cm² para dosificaciones de cabello de 0%, 0.25%, 0.50% y 0.75% respectivamente como se muestra en la figura 67.

Figura 67

Comparativo de resistencia a la compresión promedio por dosificación de cabello



Nota. El adobe base corresponde a la dosificación con 0% de cabello

Del anterior gráfico, se puede deducir que conforme se va adicionando cabello al adobe, éstas van incrementando su resistencia a esfuerzos de compresión en referencia a los bloques de adobe sin cabello, llegando a su valor máximo con una adición de 0.50% de cabello para luego ir perdiendo resistencia.

La mejor respuesta ante esfuerzos de compresión la obtuvieron los bloques de adobes con 0.50% de cabello adicionado, con un valor de 9.51 Kgf/cm² significando un incremento del 15.7% de resistencia en referencia al adobe base.

A pesar de que todas las dosificaciones de adición de cabello incrementaron la resistencia de los adobes base, ninguno de los adobes con las 4 dosificaciones de cabello, en promedio, logró alcanzar la resistencia mínima que sugiere la norma peruana E.080 del año 2017, la cual recomienda que un adobe debe tener una resistencia a la compresión mínima de 10.2 kgf/cm². Sin embargo, la muestra de adobe M3 con incorporación de 0.50% de cabello mostró un valor muy cercano igual a 10.1 Kgf/cm².

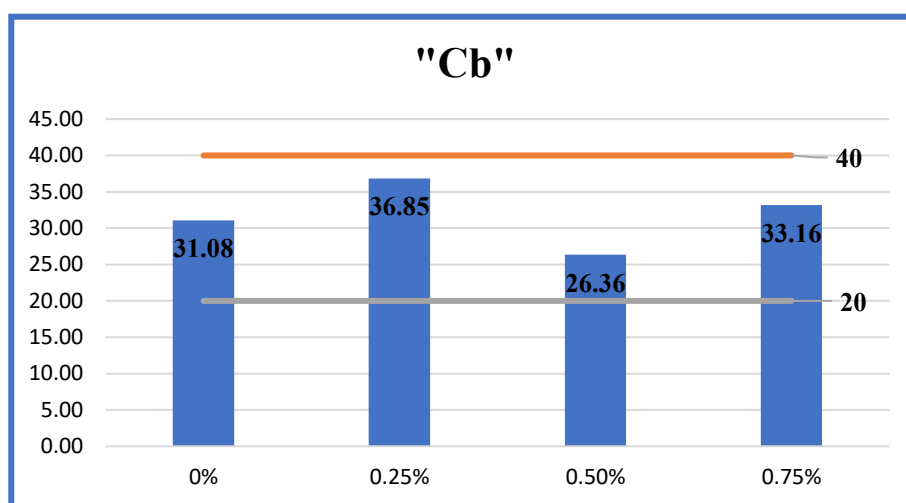
También se puede deducir que una adición mayor al 0.50% de cabello comienza a ser desfavorable debido a un mayor agrupamiento de fibras los cuales generan mayores vacíos al interior de los adobes.

6.3.2 Análisis de resultados de los ensayos de absorción de agua por capilaridad

Para cada dosificación de cabello empleada se analizó el promedio de las 4 muestras ensayadas obteniendo resultados de absorción de agua por capilaridad (“Cb”) de 31.08, 36.85, 26.36 y 33.16 $gr/cm^2 \times min^{-0.5}$ para dosificaciones de cabello de 0%, 0.25%, 0.50% y 0.75% respectivamente. Estos resultados se grafican en la siguiente figura 68.

Figura 68

Absorción de agua por capilaridad promedio por dosificación de cabello



Nota. Los valores entre las rectas gris y anaranjado corresponden a un adobe poco capilar.

De los valores de “Cb” obtenidos se puede deducir que todos los adobes con las 4 dosificaciones de cabello son poco capilares al encontrarse en el siguiente rango: $20 \leq Cb \leq 40$ y por lo tanto son resistentes a la absorción de agua por capilaridad.

Los bloques de adobes con 0.50% de cabello ($Cb=26.36 \text{ gr/cm}^2 \times min^{-0.5}$) resultaron ser menos capilares que los adobes base con 0% de cabello ($Cb=31.08 \text{ gr/cm}^2 \times min^{-0.5}$), esto puede ser debido a que esta dosificación de fibras de cabello ocupó los vacíos internos en el adobe, reduciendo así su porosidad y volviéndolo hasta un 15.2% más impermeable que los adobes base.

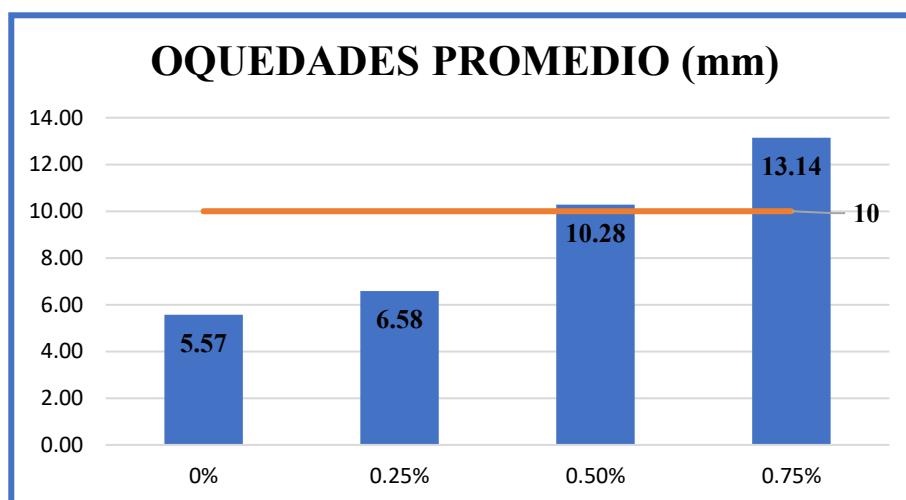
Caso contrario, los adobes con adición del 0.25% de cabello resultaron ser los de mayor capilaridad con un valor de $C_b=36.85 \text{ gr/cm}^2 \times \text{min}^{-0.5}$.

6.3.3 Análisis de resultados de los ensayos de erosión acelerada Swinburn

Se analizó el promedio de los 2 adobes ensayados en cada serie, obteniendo los valores de 5.57, 6.58, 10.28 y 13.14 mm para adiciones de cabello de 0%, 0.25%, 0.50% y 0.75% respectivamente como se grafica en la figura 69.

Figura 69

Promedio de oquedades formadas en los adobes por dosificación de cabello



Nota. Los valores por encima de la recta anaranjada corresponden a adobes no aptos.

Los adobes base con 0% de cabello obtuvieron la mayor resistencia a la erosión y la profundidad de oquedades fue acrecentándose según se incrementaba el porcentaje de cabello en los adobes. Los adobes con 0% y 0.25% de cabello resultaron tener buena resistencia a la erosión del agua al presentar oquedades menores a 10 mm, por el contrario, los adobes con dosificaciones de cabello de 0.50% y 0.75% de cabello resultaron no ser aptos para resistir la erosión del agua, ya que presentaron oquedades mayores a 10 mm. Siendo la dosificación de 0.75% de cabello la más desfavorable con oquedades promedio de 13.14 mm.

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- Al adicionar 0.50% de cabello, con relación a la masa seca del suelo, en bloques de adobe, se mejoró la resistencia ante esfuerzos de compresión y la resistencia ante la absorción de agua por capilaridad. Por lo tanto, se concluye que el uso de cabello, como refuerzo, logra estabilizar los bloques de adobe elaborados con un suelo perteneciente al grupo CL-OL, con granulometría de 10.4% arcilla, 28.5% limo, 35.8% arena y 1.8% grava, pertenecientes al Distrito de Imperial, Provincia de Cañete, Región Lima.
- El uso de cabello como refuerzo en adobes, logra incrementar la resistencia a la compresión de los bloques de adobe. Siendo la dosificación óptima la de 0.50% de cabello con referencia a la masa seca del suelo con la cual se alcanza un 15.7% más de resistencia a la compresión con un valor de $f'c = 9.51 \text{ Kg/cm}^2$ en referencia a los adobes base con 0% de cabello y $f'c = 8.22 \text{ kgf/cm}^2$.
- El uso de cabello como refuerzo en adobes con una dosificación del 0.50%, con respecto a la masa seca del suelo, disminuye la absorción de agua por capilaridad en las unidades de adobe, logrando un $C_b = 26.36 \text{ gr/cm}^2 \text{ x min}^{-0.5}$. lo cual significa ser un 15.2% menos capilar que los adobes con 0% de cabello con un $C_b = 31.08 \text{ gr/cm}^2 \text{ x min}^{-0.5}$.
- El uso de cabello como refuerzo en adobes, tiene un efecto adverso ante la erosión por caída de agua con referencia a los adobes base. Esto debido a que mientras más porcentaje de cabello se le añadió al adobe, la erosión resultó ser mayor.

7.2 Recomendaciones

A partir de las lecciones aprendidas a lo largo de esta investigación, se recomienda lo siguiente:

- Para investigaciones futuras, cuando se utilicen gaveras de dimensiones muy pequeñas, se recomienda que estas no tengan tapa de fondo ya que fue muy complicado lograr que la masa de barro cayera a pesar de espolvorearle arena fina.
- Se recomienda colocar revoques o enlucidos sobre la superficie de los muros contruidos con adobe estabilizados con cabello ya que estos son susceptibles a la erosión del agua como pueden ser las lluvias.
- Se recomienda mejorar el suelo de esta región con adiciones de arcilla. En esta investigación el suelo solo contenía un 10.4 % de arcillas por lo que la resistencia a la compresión de los adobes fue muy bajo a pesar de que se logró mejorar estos resultados con la adición de cabello.
- Se recomienda utilizar cabello como estabilizador mecánico de adobes con una dosificación de 0.50 % con respecto a la masa seca de la tierra, porque de esta forma se logra aumentar hasta en 15.7% su resistencia a la compresión y se disminuye la absorción de agua hasta en 15.2%, en comparación con adobes sin adición de cabello.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alan, D., & Cortez, L. (2018). *Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica*. UTMACH.
- Alfaro, C. (2019). *Adobe estabilizado mediante el empleo de fibras sintéticas de polipropileno, Tunanmarca - Jauja*. [Tesis de Pregrado]. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- American Society for Testing and Materials. (2007). *ASTM D422-63 Standard Test Method for Particle-Size Analysis os Soils*.
- American Society for Testing and Materials. (2017). *ASTM D4318-17 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*.
- American Society for Testing and Materials. (2025). *ASTM D2487-17 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*.
- Apuntes Ingeniería Civil. (2010). *Límites de Atterberg: Liquidez*. Obtenido de Blogger.com: <https://bit.ly/3OdctQ8>
- Araya-Letelier, G., Concha-Riedel, J., Antico, F., Valdés, C., & Cáceres, G. (2018). Influence of natural fiber dosage and length on adobe mixes damage-mechanical behavior. *Construction and Building Materials*, 174, 645-655.
- Arias, J., & Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12390/2260>
- Arteaga, J., & Loja, L. (2018). *Diseño de adobes estabilizados con emulsión asfáltica*. [Tesis de pregrado]. Universidad de Cuenca.
- Asociacion española contra el cancer pontevedra. (19 de enero de 2019). Donar cabello es un gesto bonito y solidario que dice mucho de alguien. ¿Tú también quieres donar tu pelo a aecc Pontevedra? Solo tienes que tener en cuenta que la longitud del cabello debe ser como mínimo de 35 cm. No importa que sea rizo, liso, ondulado. [publicacion en muro].

Facebook. Obtenido de

https://web.facebook.com/contraelcancer.pontevedra/photos/a.222804787880254/1154432231384167/?type=3&_rdc=1&_rdr

Asociación española de normalización y certificación. (2008). *Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo*. AENOR.

Benites, V. (2017). *Adobe estabilizado con extracto de cabuya (furcraea andina)*. [Tesis de Pregrado]. Universidad de Piura.

Bheel, N., Abbasi, S., Meghwar, S., & Shaikh, F. (2017). Effect of Human hair as Fibers in Cement Concrete. *International Conference on Sustainable Development in Civil Engineering*.

Blondet, M., Vargas, J., Torrealva, D., & Rubiños, Á. (2010). *Manual de construcción con adobe reforzado con geomallas de viviendas de bajo costo saludables y seguras* (1a ed.). (M. Blondet, Ed.) Fondo editorial de la pontificia universidad catolica del peru.

Bock-Hyeng, C., Ofori-Boadu, A., Yamb-Bell, E., & Shofoluwe, M. (2016). Mechanical Properties of Sustainable Adobe Bricks Stabilized With Recycled Sugarcane Fiber Waste. *Journal of Engineering Research and Application*, 6(9), 50-59.

Caballero, M., Silva, L., & Montes, J. (2010). Resistencia mecánica del adobe compactado incrementada por bagazo de agave. *Centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional unidad Oaxaca. Instituto politécnico nacional*.

Carhuanambo, J. (2016). *"Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, Cajamarca 2016"*. [Tesis de pregrado]. Universidad Privada del Norte.

Carrasco, S. (2008). *Metodología de la Investigación Científica Pautas Metodológicas para Diseñar y Elaborar El proyecto de Investigación* (2a ed.). San Marcos.

- Chavez, j. (2019). *Propiedades físico y mecánicas del adobe compactado con incorporación de fibras de coco, Cajamarca 2018*. [Tesis de Pregrado]. Universidad Privada del Norte.
- Chino, I. (2018). *"Propiedades mecánicas y térmicas de adobes compactados"*. [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Chuya, E., & Ayala, M. (2018). *Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio*. [Trabajo de Titulación]. Universidad de Cuenca.
- Concha-Riedel, J., Antico, F., & Araya-Letelier, G. (2020). Mechanical and damage similarities of adobe blocks reinforced with natural and industrial fibres. *Materia (Rio de Janeiro)*, 25(4).
- Condori, W. (2023). *Incorporación de la baba de nopal como impermeabilizante frente a la capilaridad en el diseño de adobe, 2022*. [Tesis de Pregrado]. Universidad Cesar Vallejo.
- Diferencias. (s.f.). *Pelo y cabello*. Obtenido de Diferencias: <https://www.diferencias.cc/pelo-cabello/>
- Eslami, A., Mohammadi, H., & Banadaki, H. (2022). Palm fiber as a natural reinforcement for improving the properties of traditional adobe bricks. *Construction and Building Materials*, 325, 126808.
- Espinoza, C. (2014). *Metodología de investigación tecnológica Pensando en sistemas* (2a ed.). Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/1148>
- Federacion de enseñanza de CC.OO. de Andalucía. (2010). *"El cabello: estructura, propiedades, composición química, ciclo, tipos y clases de cabello. Pautas para la determinacion de: distribución, longitud, calidad, color, forma e implantación"*. Obtenido de <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd7484.pdf>

- Gonzales Jesús, & Reátegui, S. (2019). *Determinación de las propiedades mecánicas de muros con tierra estabilizada apilada compactada según la norma E.080*. [Tesis de pregrado]. Universidad Privada Antenor Orrego.
- Hoyos, C. (2020). *Influencia de la fibra vegetal Ichu en la resistencia de adobes estabilizados con cal al 20%*. [Tesis de Pregrado]. Universidad Nacional de Cajamarca.
- INACAL. (2015). *Norma Técnica Peruana NTP 339.034 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas* (4a ed.).
- INDECOPI. (2017). *Proyecto de norma técnica peruana PNTP 399.613 UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería* (2a ed.).
- INEI. (2018). *Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares. Acceso a servicios básicos*. Lima. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf
- Instituto Nacional de Capacitación Popular. (s.f.). *Propiedades índices de los suelos*. Obtenido de http://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/alumno/Construccion/G03_Clasificacion_de_Suelos.pdf
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2009). *Compendio estadístico de prevención y atención de desastres 2007*. Obtenido de <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1258/doc1258-contenido.pdf>
- Jaguaco, S. (2007). *Uso del adobe como material de construcción*. [Tesis de Licenciatura]. Escuela Politécnica Nacional.

- Joaquim Alves Gaspar. (2006). *Componentes del pie de rey*. Obtenido de Wikipedia: <https://bit.ly/PieDeRey>
- Kumar, T., Goutami, K., Aditya, J., Kavya, K., Mahendar, V., Reddy, R., & Kaushik, S. (2015). An experimental study on mechanical properties of human hair fibre reinforced concrete (M-40 grade). *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 12(4), 65-75.
- Lázaro, J., & Ortiz, Y. (2021). *Adición de fibra de cabello humano en la resistencia a la flexión para un concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, huaraz-2021*. [Tesis de Pregrado]. Universidad Cesar Vallejo.
- Limpe, D., & Ortiz de Zevallos, A. (2016). *Análisis de la resistencia a la flexión y compresión de concreto con agregados de las canteras de vicho y cunyac adicionado con fibras de pelo de cerdo*. [Tesis de Pregrado]. Universidad Andina del Cusco.
- Materiales para edificaciones de adobes. (s.f.). Obtenido de <https://cidap.org.pe/wp-content/uploads/63690383-Buena-Tierra-Apuntes-para-el-Diseno-Contruccion-con-ADOBE-1.pdf>
- MATEST. (2017). *Almohadillas y retenedores*. Obtenido de MATEST: <https://bit.ly/3XQtsLq>
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2000). *Norma técnica de edificaciones NTE E.080. Adobe*. Obtenido de <https://centrocidart.files.wordpress.com/2013/10/norma-peruana-de-adobe.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2010). *Manual de construcción. Edificaciones antisísmicas de adobe*. Obtenido de http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manuales_guias/MANUAL%20ADOBE.pdf

- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2017). *Norma E.080. Diseño y construcción con tierra reforzada*. Obtenido de https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/E_080.pdf
- Minke, G. (2005). *Manual de construcción en tierra. La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual* (Segunda ed.). Fin del siglo.
- Morales, R., Torres, R., Rengifo, L., & Irala, C. (1993). *Manual para la construcción de viviendas de adobe* (2a ed.).
- Morales-Dominguez, V., Ortiz-Guzmán, M., & Alavéz-Ramírez, R. (2007). Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe compactado. *Naturaleza y Desarrollo*, 5(1), 41-48.
- Napan, J. (2021). *Evaluación de la resistencia del adobe reforzado con fibra de pelo de maíz para viviendas, Cañete – 2021*. [Tesis de Pregrado]. Universidad Cesar Vallejo.
- NASA. (2023). *Google*. Obtenido de TerraMetrics: <https://bit.ly/3De7hFw>
- Pillai, R., & Ramanathan, A. (2012). An Innovative Technique of Improving the Soil Using Human Hair Fibers. *Third International Conference on Construction In Developing Countries*, 428-434.
- PROTERRA. (s.f.). *Técnicas de construcción con tierra*. Obtenido de <https://redproterra.org/es/terminologia/>
- Quintana, D., & Vera, M. (2017). *Evaluación de la erosión y la resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total del agua en peso por Mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%*. [Tesis de Pregrado]. Universidad Andina del Cusco.
- Quiroz, E. (2019). *Resistencia a la compresión y flexión del adobe compactado con sustitución de flakes de tereftalato de polietileno y fibras de lana*. [Tesis de pregrado]. Universidad Privada del Norte.

- Quito, C., & Trujillo, D. (2021). *Evaluación de la adición de fibras de cabello humano en la resistencia a compresión de concreto $f'c=175$ kg/cm², HUARAZ-2021*. [Tesis de Pregrado]. Universidad Cesar Vallejo.
- Ramírez, M. (2011). *Deterioro y estabilización del adobe*. [Tesis de Maestría]. Instituto Politécnico Nacional.
- Real Academia Española. (2022). *Adobera*. Obtenido de RAE.es: <https://dle.rae.es/adobera>
- Salazar, J., & Tejada, Y. (2021). *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de adobe estabilizado bajo los criterios de RNE norma E080, Trujillo 2021*. [Tesis de Pregrado]. Universidad Privada del Norte.
- Sánchez, H., Reyes, C., & Mejía, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística* (1a ed.). Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Sanchis, F. (2009). *La arquitectura de tierra. Evolución a través de la historia*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/14222>
- Tavera, H. (18 de Agosto de 2020). *Pisco 2007: 13 años de un sismo devastador*. Obtenido de Plataforma digital unica del estado peruano: <https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/294466-pisco-2007-13-anos-de-un-sismo-devastador>
- Vargas, J. (2016). *Normas de tierra: ensayo de tracción indirecta*. Obtenido de https://docplayer.es/88332032-Normas-de-tierra-ensayos-de-traccion-indirecta.html#google_vignette
- Wikipedia. (2023). *Sistema unificado de clasificación de suelos*. Obtenido de Wikipedia: <https://bit.ly/3pLyBYy>

- Yetgin, S., Cavdar, O., & Cavdar, A. (2008). The effects of the fiber contents on the mechanic properties of the adobes. *Construction and Building Materials*, 22(3), 222-227.
- Zapata, R. (2018). *Tipos de suelos: caracterización de suelos arcillosos y limosos*. Universidad Nacional de Rosario.

ANEXOS

Anexo 1

Ficha de recopilación de información de los ensayos de campo

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
FICHA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN					
Ensayo : Ensayos de campo para la elección del suelo					
INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA					
Ubicación : Coordenadas : Fecha :					
PRUEBA	INDICADORES				
Presencia de arcilla	N° Ensayos	1	2	3	4
	(A) La bolita se rompe - Arcilla insuficiente	()	()	()	()
	(B) La bolita no se rompe - Arcilla suficiente	()	()	()	()
	Resultado ():				
Cinta de barro	N° Ensayos	1	2	3	
	(C) Longitud de cinta menor a 10 cm - Suelo con poca arcilla	()	()	()	
	(D) Longitud de cinta entre 10 - 20 cm - Suelo óptimo	()	()	()	
	(E) Longitud de cinta entre 20 - 25 cm - Suelo muy arcilloso	()	()	()	
	Resultado ():				
FICHA VERIFICADA Y APROBADA POR:					
Nombres y apellidos: REYNALDO PARIONA MILLAN					
Cargo: INGENIERO CIVIL					
CIP : 112115					
 REYNALDO PARIONA MILLAN INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 112115 Firma					

Anexo 2*Ficha de recopilación de información del ensayo de resistencia a la compresión*

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
FICHA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN						
Ensayo	: Resistencia a la compresión					
INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA						
Ubicación	:					
Coordenadas	:					
Fecha	:					
Edad	:					
Dosificación	: 0 % () 0.25 % () 0.5 % () 0.75 % ()					
RESULTADOS						
Probeta (Código)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Carga max. (Kg)	F'c (Kg/cm ²)
M1						
M2						
M3						
M4						
M5						
M6						
DATOS ACEPTADOS			DATOS TOTALES DATOS ACEPTABLES 			
Código	F'c					
M1						
M2						
M3						
M4						
M5						
M6						
VARIABILIDAD						
Máximo	:					
Mínimo	:					
D. Estandar	:					
TENDENCIA CENTRAL						
F'c promedio	:					
FICHA VERIFICADA Y APROBADA POR:						
Nombres y apellidos: Ronald Pariona Palomino						
Cargo: Ing. Estructural						
CIP : 108577						
						 Firma

Anexo 3

Ficha de recopilación de información del ensayo de absorción de agua por capilaridad



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Ensayo : Absorción de agua por capilaridad

INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA

Ubicación :
Coordenadas :
Fecha :
Edad :
Disificación :

0 % () 0.25 % () 0.5 % () 0.75 % ()

RESULTADOS

Muestras	Peso seco 24 h (g)	Peso seco 25 h (g)	Dimensiones (mm)			Volumen (cm ³)	Huella de agua (mm)		Altura de absorción (cm)	Area de contacto (cm ²)	Gs	Volumen de sólidos (cm ³)	Porosidad n	Volumen absorbido (cm ³)	Tiempo (min)	"Cb" (Lar/cm ² ·s·mm ^{-0.5})
(Código)	13	14	L	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
P-1-ABS																
P-2-ABS																
P-3-ABS																
P-4-ABS																

DATOS ACEPTADOS

Código	"Cb" (Lar/cm ² ·s·mm ^{-0.5})
P-1-ABS	0.00
P-2-ABS	0.00
P-3-ABS	0.00
P-4-ABS	0.00

VARIABILIDAD

Máximo	0.00
Mediano	0.00
D. Estándar	0.00

TENDENCIA CENTRAL

"Cb" prom	0.00
-----------	------

DATOS ACEPTABLES

1

FICHA VERIFICADA Y APROBADA POR:

Nombres y apellidos : Ronald Pariona Palomino

Cargo : Ing. Estructural

CIP : 108577


Firma

Anexo 4*Ficha de recopilación de información del ensayo de erosión acelerada Swinburn*

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
FICHA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN						
Ensayo :		Erosión acelerada Swinburn (SAET)				
INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA						
Ubicación :						
Coordenadas :						
Fecha :						
Edad :						
Dosificación :		0 % () 0.25 % () 0.5 % () 0.75 % ()				
RESULTADOS						
Probeta (Código)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Tiempo (min)	Profundidad (mm)	Resultado (APTO/NO APTO)
P-1-ER						
P-2-ER						
DATOS ACEPTADOS		DATOS TOTALES <b style="color: blue;">DATOS ACEPTABLES 				
Código	"D"					
P-1-ER						
P-2-ER						
VARIABILIDAD						
Máximo	:					
Mínimo	:					
D. Estandar	:					
TENDENCIA CENTRAL						
F'e promedio	:					
FICHA VERIFICADA Y APROBADA POR:						
Nombres y apellidos: REYNALDO PARIONA MILLAN						
Cargo: INGENIERO CIVIL						
CIP : 112115						
 REYNALDO PARIONA MILLAN INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 112115 Firma						

Anexo 5

Resultados de los ensayos de campo

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
FICHA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN					
Ensayo	: Ensayos de campo para la elección del suelo				
INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA					
Ubicación	: Asentamiento humano Josefina Ramos, distrito Imperial, provincia Cañete, región Lima				
Coordenadas	: 353829.87 m E; 8556808.35 m S				
Fecha	: 06/07/2024				
PRUEBA	INDICADORES				
Presencia de arcilla	N° Ensayos	1	2	3	4
	(A) La bolita se rompe - Arcilla insuficiente	()	()	()	()
	(B) La bolita no se rompe - Arcilla suficiente	(X)	(X)	(X)	(X)
	Resultado (B): Arcilla suficiente	B	B	B	B
Cinta de barro	N° Ensayos	1	2	3	
	(C) Longitud de cinta menor a 10 cm - Suelo con poca arcilla	()	()	()	
	(D) Longitud de cinta entre 10 - 20 cm - Suelo óptimo	(12)	(12)	(13)	
	(E) Longitud de cinta entre 20 - 25 cm - Suelo muy arcilloso	()	()	()	
	Resultado (D): Suelo óptimo	D	D	D	

Anexo 6

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión 0.00%

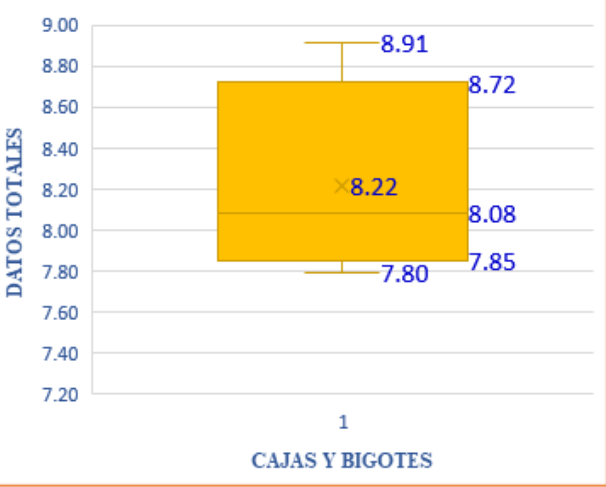
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
FICHA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN						
Ensayo	: Resistencia a la compresión					
INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA						
Ubicación	: AA.HH. Josefina Ramos, Distrito Imperial, Provincia Cañete, Región Lima					
Coordenadas	: 353829.87 m E; 8556808.35 m S					
Fecha	: 27/08/2024					
Edad	: 36 días					
Dosificación	: 0 % (X) 0.25 % () 0.5 % () 0.75 % ()					
RESULTADOS						
Probeta (Código)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm²)	Carga max. (Kg)	F'c (Kg/cm²)
M1	11	10.8	10.4	118.8	1059	8.91
M2	11	10.9	10.3	119.9	963	8.03
M3	12.4	11.4	10.5	141.4	868	6.14
M4	12.1	11.5	10	139.2	760	5.46
1A	11	11	10.5	121	984	8.13
2A	11	11	10.4	121	943	7.80

DATOS ACEPTADOS	
Código	F'c
M1	8.91
M2	8.03
M3	
M4	
1A	8.13
2A	7.80

VARIABILIDAD	
Máximo	: 8.91
Mínimo	: 7.80
D. Estandar	: 0.42

TENDENCIA CENTRAL	
F'c promedio	: 8.22

DATOS ACEPTABLES



Anexo 7

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión 0.25%

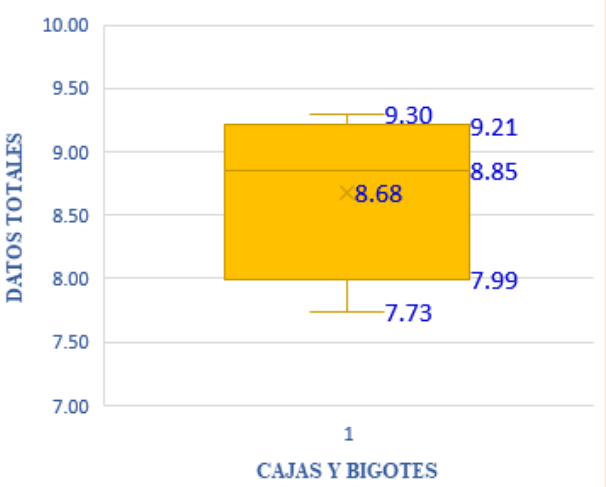
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
FICHA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN						
Ensayo	: Resistencia a la compresión					
INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA						
Ubicación	: AA.HH. Josefina Ramos, Distrito Imperial, Provincia Cañete, Región Lima					
Coordenadas	: 353829.87 m E; 8556808.35 m S					
Fecha	: 27/08/2024					
Edad	: 36 días					
Dosificación	: 0 % () 0.25 % (X) 0.5 % () 0.75 % ()					
RESULTADOS						
Probeta (Código)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm²)	Carga max. (Kg)	F'c (Kg/cm²)
M1	12.6	12.2	9.7	153.7	1033	6.72
M2	11	10.8	10	118.8	1062	8.94
M3	10.8	10.5	10.7	113.4	994	8.76
M4	10.7	10.5	10.4	112.4	786	7.00
M5	11.8	11.6	9.3	136.9	1058	7.73
1B	10.9	11.1	10.6	121	1125	9.30

DATOS ACEPTADOS	
Código	F'c
M1	
M2	8.94
M3	8.76
M4	
M5	7.73
1B	9.30

VARIABILIDAD	
Máximo	: 9.30
Mínimo	: 7.73
D. Estandar	: 0.58

TENDENCIA CENTRAL	
F'c promedio	: 8.68

DATOS ACEPTABLES



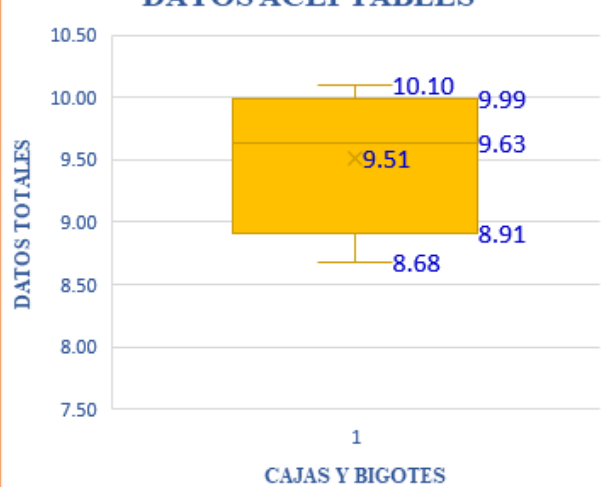
Anexo 8

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión 0.50%

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
FICHA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN						
Ensayo	: Resistencia a la compresión					
INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA						
Ubicación	: AA.HH. Josefina Ramos, Distrito Imperial, Provincia Cañete, Región Lima					
Coordenadas	: 353829.87 m E; 8556808.35 m S					
Fecha	: 27/08/2024					
Edad	: 36 días					
Dosificación	: 0 % () 0.25 % () 0.5 % (X) 0.75 % ()					
RESULTADOS						
Probeta (Código)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm²)	Carga max. (Kg)	F'c (Kg/cm²)
M1	10.6	10.4	10.5	110.2	1064	9.65
M2	10.7	10.7	10.5	114.5	994	8.68
M3	11	11.4	10.2	125.4	1266	10.10
M4	10.5	10.2	10.8	107.1	922	8.61
1C	10.7	11.5	10.6	123.1	1043	8.48
2C	10.7	10.4	10.6	111.3	1071	9.62

DATOS ACEPTADOS	
Código	F'c
M1	9.65
M2	8.68
M3	10.10
M4	
1C	
2C	9.62

DATOS ACEPTABLES



VARIABILIDAD	
Máximo	: 10.10
Mínimo	: 8.68
D. Estandar	: 0.52

TENDENCIA CENTRAL	
F'c promedio	: 9.51

Anexo 9

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión 0.75%

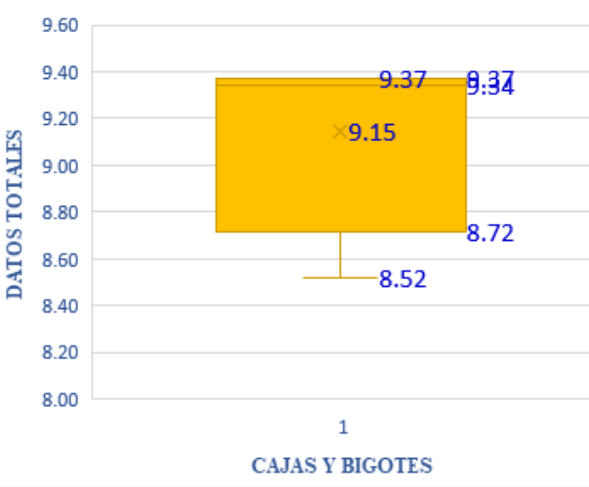
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
FICHA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN						
Ensayo	: Resistencia a la compresión					
INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA						
Ubicación	: AA.HH. Josefina Ramos, Distrito Imperial, Provincia Cañete, Región Lima					
Coordenadas	: 353829.87 m E; 8556808.35 m S					
Fecha	: 27/08/2024					
Edad	: 36 días					
Dosificación	: 0 % () 0.25 % () 0.5 % () 0.75 % (X)					
RESULTADOS						
Probeta (Código)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm²)	Carga max. (Kg)	F'c (Kg/cm²)
M1	11.2	10.8	10	121	1127	9.32
M2	10.5	10.8	10.9	113.4	1063	9.37
M3	11.1	11	10.5	122.1	1145	9.37
M4	10.9	11.8	10.2	128.6	1096	8.52
1D	10.9	10.8	10.7	117.7	426	3.62
2D	10.9	11.2	10.9	122.1	897	7.35

DATOS ACEPTADOS	
Código	F'c
M1	9.32
M2	9.37
M3	9.37
M4	8.52
1D	
2D	

VARIABILIDAD	
Máximo	: 9.37
Mínimo	: 8.52
D. Estandar	: 0.36

TENDENCIA CENTRAL	
F'c promedio	: 9.15

DATOS ACEPTABLES



Anexo 10

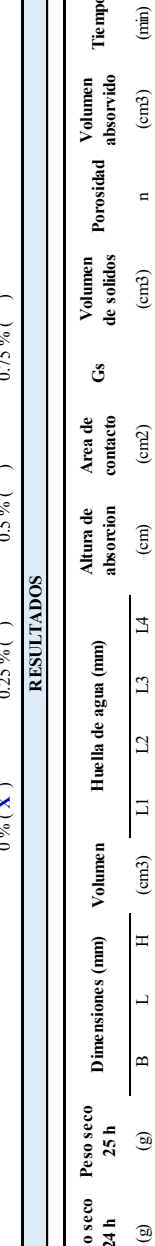
Resultados del ensayo de absorción de agua por capilaridad 0.00%

 UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																		
FICHA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN																		
Ensayo :		Absorción de agua por capilaridad																
INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA																		
Ubicación :		AA.HH. Josefa Ramos, Distrito Imperial, Provincia Cabete, Región Lima																
Coordenadas :		353829.87 m E; 8556808.35 m S																
Fecha :		16/10/2024 y 17/10/2024																
Edad :		86 días																
Dosificación :		0 % (X)		0.25 % ()		0.5 % ()		0.75 % ()										
RESULTADOS																		
Muestras (Código)	Peso seco		Dimensiones (mm)				Huella de agua (mm)				Volumen (cm³)	Área de contacto (cm²)	Gs	Volumen de sólidos (cm³)	Porosidad n	Volumen absorbido (cm³)	Tiempo (min)	"Cb" (gr/cm²·min ^{0.5})
	24 h (g)	25 h (g)	B	L	H	L1	L2	L3	L4									
M2	3365.00	3364.00	105.00	200.00	89.00	20.00	43.00	67.00	25.00	3.88	210.00	2.62	1283.97	0.31	254.72	10.00	38.36	
M3	3376.00	3374.00	109.00	200.00	87.00	1896.60	27.00	32.00	21.00	22.00	218.00	2.62	1287.79	0.32	178.45	10.00	25.89	
M4	3385.00	3385.00	104.00	205.00	86.00	1833.52	39.00	41.00	23.00	25.00	213.20	2.62	1291.98	0.30	201.50	10.00	29.89	
M5	3418.00	3418.00	104.00	204.00	85.00	1803.36	34.00	43.00	39.00	22.00	212.16	2.62	1304.58	0.28	202.45	10.00	30.17	

DATOS ACEPTADOS	
Código	"Cb"
M2	38.36
M3	25.89
M4	29.89
M5	30.17

VARIABILIDAD	
Máximo :	38.36
Mínimo :	25.89
D. Estandar :	4.53

DATOS ACEPTABLES



TENDENCIA CENTRAL	
"Cb" prom :	31.08

1

Anexo 11

Resultados del ensayo de absorción de agua por capilaridad 0.25%

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Ensayo : Absorción de agua por capilaridad

INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA

Ubicación : AA.HH. Josefina Ramos, Distrito Imperial, Provincia Cabete, Región Lima
Coordenadas : 353829.87 m E; 8556808.35 m S
Fecha : 16/10/2024 y 17/10/2024
Edad : 86 días
Dosificación : 0 % () 0.25 % (X) 0.5 % () 0.75 % ()

RESULTADOS

Muestras	Peso seco 24 h	Peso seco 25 h	Dimensiones (mm)			Volumen	Huella de agua (mm)				Altura de absorción	Area de contacto	Gs	Volumen de solidos	Porosidad	Volumen absorbido	Tiempo	"Cb"
(Código)	(g)	(g)	B	L	H	(cm³)	L1	L2	L3	L4	(cm)	(cm²)	(cm³)	n	(cm³)	(min)	(gr/cm²·min·m³)	
M1	3273.00	3271.00	111.00	200.00	86.00	1909.20	33.00	28.00	36.00	32.00	3.23	222.00	2.62	1248.47	0.35	247.77	10.00	35.29
M2	3290.00	3289.00	107.00	200.00	88.00	1883.20	27.00	46.00	42.00	18.00	3.33	214.00	2.62	1255.34	0.33	237.23	10.00	35.06
M3	3308.00	3306.00	105.00	202.00	88.00	1866.48	34.00	34.00	72.00	33.00	4.33	212.10	2.62	1261.83	0.32	297.17	10.00	44.31
M5	3264.00	3264.00	105.00	205.00	90.00	1937.25	35.00	21.00	37.00	23.00	2.90	215.25	2.62	1245.80	0.36	222.80	10.00	32.73

DATOS ACEPTABLES

50.00
45.00
40.00
35.00
30.00
25.00
20.00

44.31
36.85
32.73

42.05
35.17
33.31

DATOS ACEPTADOS

Código	"Cb"
M1	35.29
M2	35.06
M3	44.31
M5	32.73

VARIABILIDAD

Máximo :	44.31
Mínimo :	32.73
D. Estandar :	4.42

TENDENCIA CENTRAL

"Cb" prom :	36.85
-------------	-------

Anexo 12

Resultados del ensayo de absorción de agua por capilaridad 0.50%



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA

Ubicación : AA.HH. Josefina Ramos, Distrito Imperial, Provincia Cabete, Región Lima

Coordenadas : 353829.87 m E; 8556808.35 m S

Fecha : 16/10/2024 y 17/10/2024

Edad : 86 días

Dosificación : 0 % () 0.25 % () 0.5 % (**X**) 0.75 % ()

RESULTADOS

Muestras (Código)	Peso seco		Dimensiones (mm)				Huella de agua (mm)				Volumen (cm³)	Área de absorción (cm²)	Gs	Volumen de sólidos (cm³)	Porosidad n	Volumen absorbido (cm³)	Tiempo (min)	"Cb" (gr/cm²·min^{-0.5})
	24 h (g)	25 h (g)	B	L	H	L1	L2	L3	L4									
M1	3410.00	3410.00	109.00	205.00	83.00	1854.64	21.00	43.00	21.00	43.00	3.20	223.45	2.62	1301.53	0.30	213.25	10.00	30.18
M2	3318.00	3317.00	112.00	208.00	82.00	1910.27	20.00	26.00	20.00	15.00	2.03	232.96	2.62	1266.03	0.34	159.10	10.00	21.60
M3	3287.00	3285.00	103.00	210.00	84.00	1816.92	18.00	18.00	22.00	34.00	2.30	216.30	2.62	1253.82	0.31	154.18	10.00	22.54
M4	3393.00	3392.00	111.00	202.00	84.00	1883.45	21.00	42.00	21.00	42.00	3.15	224.22	2.62	1294.66	0.31	220.80	10.00	31.14

DATOS ACEPTABLES

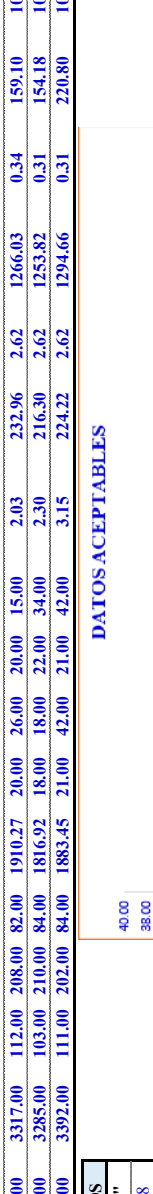
Código	"Cb"
M1	30.18
M2	21.60
M3	22.54
M4	31.14

VARIABILIDAD

Máximo	: 31.14
Mínimo	: 21.60
D. Estandar	: 4.32

TENDENCIA CENTRAL

"Cb" prom	: 26.36
-----------	---------



Anexo 13

Resultados del ensayo de absorción de agua por capilaridad 0.75%

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Ensayo : Absorción de agua por capilaridad

INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA

Ubicación : AA.HH. Josefina Ramos, Distrito Imperial, Provincia Cabete, Región Lima
Coordenadas : 353829.87 m E; 8556808.35 m S
Fecha : 16/10/2024 y 17/10/2024
Edad : 86 días
Dosificación : 0 % () 0.25 % () 0.5 % () 0.75 % (X)

RESULTADOS

Muestras	Peso seco 24 h	Peso seco 25 h	Dimensiones (mm)				Volumen	Huella de agua (mm)				Altura de absorción	Area de contacto	Gs	Volumen de solidos	Porosidad	Volumen absorbido	Tiempo	"Cb"
(Código)	(g)	(g)	B	L	H			L1	L2	L3	L4	(cm)	(cm ²)		(cm ³)	n	(cm ³)	(min)	(gr/cm ² ·min ^{-0.5})
M1	3290.00	3288.00	112.00	210.00	93.00		2187.36	22.00	20.00	34.00	21.00	2.43	235.20	2.62	1254.96	0.43	243.13	10.00	32.69
M3	3246.00	3244.00	108.00	205.00	89.00		1970.46	22.00	31.00	33.00	23.00	2.73	221.40	2.62	1238.17	0.37	224.21	10.00	32.02
M4	3257.00	3256.00	104.00	208.00	85.00		1838.72	22.00	66.00	29.00	31.00	3.70	216.32	2.62	1242.75	0.32	259.42	10.00	37.92
M5	3301.00	3301.00	108.00	210.00	84.00		1905.12	25.00	35.00	23.00	29.00	2.80	226.80	2.62	1259.92	0.34	215.07	10.00	29.99

DATOS ACEPTABLES

Código	"Cb"
M1	32.69
M3	32.02
M4	37.92
M5	29.99

VARIABILIDAD	
Máximo :	37.92
Mínimo :	29.99
D. Estandar :	2.93

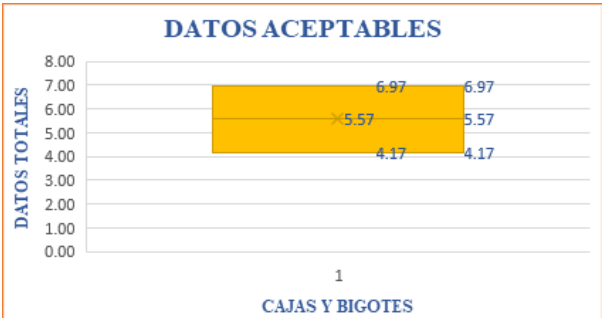
TENDENCIA CENTRAL	
"Cb" prom :	33.16

1

Anexo 14

Resultados del ensayo de erosión acelerada Swinburn 0.00%

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
FICHA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN														
Ensayo	: Erosión acelerada Swinburn (SAET)													
INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA														
Ubicación	: AA.HH. Josefina Ramos, Distrito Imperial, Provincia Cañete, Región Lima													
Coordenadas	: 353829.87 m E; 8556808.35 m S													
Fecha	: 20/09/2024 y 25/09/2024													
Edad	: 60 días													
Dosificación	: 0 % (X) 0.25 % () 0.5 % () 0.75 % ()													
RESULTADOS														
Probeta (Código)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Tiempo (min)	Profundidad (mm)	Resultado (APTO/NO APTO)								
M3	200	105	84	10	6.97	Bloque apto								
M4	203	110	84	10	4.17	Bloque apto								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; background-color: #e0e0e0;">DATOS ACEPTADOS</td> </tr> <tr> <td>Código</td> <td>"D"</td> </tr> <tr> <td>M3</td> <td>6.97</td> </tr> <tr> <td>M4</td> <td>4.17</td> </tr> </table>							DATOS ACEPTADOS		Código	"D"	M3	6.97	M4	4.17
DATOS ACEPTADOS														
Código	"D"													
M3	6.97													
M4	4.17													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; background-color: #e0e0e0;">VARIABILIDAD</td> </tr> <tr> <td>Máximo</td> <td>: 6.97</td> </tr> <tr> <td>Mínimo</td> <td>: 4.17</td> </tr> <tr> <td>D. Estandar</td> <td>: 1.40</td> </tr> </table>							VARIABILIDAD		Máximo	: 6.97	Mínimo	: 4.17	D. Estandar	: 1.40
VARIABILIDAD														
Máximo	: 6.97													
Mínimo	: 4.17													
D. Estandar	: 1.40													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; background-color: #e0e0e0;">TENDENCIA CENTRAL</td> </tr> <tr> <td>"D" promedio</td> <td>: 5.57</td> </tr> </table>							TENDENCIA CENTRAL		"D" promedio	: 5.57				
TENDENCIA CENTRAL														
"D" promedio	: 5.57													



1
CAJAS Y BIGOTES

Anexo 15

Resultados del ensayo de erosión acelerada Swinburn 0.25%

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



FICHA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Ensayo

:

Erosión acelerada Swinburn (SAET)

INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA

Ubicación

:

AA.HH. Josefina Ramos, Distrito Imperial, Provincia Cañete, Región Lima

Coordenadas

:

353829.87 m E; 8556808.35 m S

Fecha

:

20/09/2024 y 25/09/2024

Edad

:

60 días

Dosificación

:

0 % () 0.25 % (**X**) 0.5 % () 0.75 % ()

RESULTADOS

Probeta (Código)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Tiempo (min)	Profundidad (mm)	Resultado (APTO/NO APTO)
M3	202	104	85	10	5.33	Bloque apto
M4	205	108	84	10	7.83	Bloque apto

DATOS ACEPTADOS

Código	"D"
M3	5.33
M4	7.83

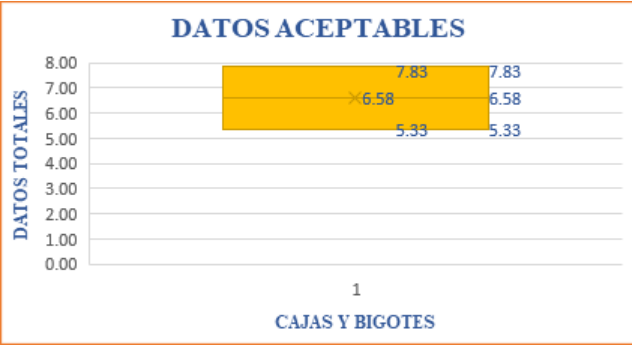
VARIABILIDAD

Máximo	:	7.83
Mínimo	:	5.33
D. Estandar	:	1.25

TENDENCIA CENTRAL

"D" promedio	:	6.58
--------------	---	------

DATOS ACEPTABLES

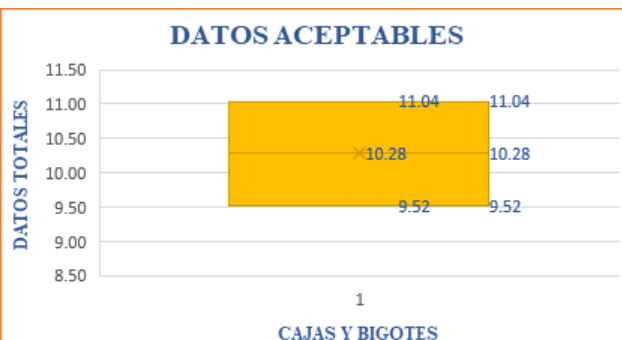


Anexo 16

Resultados del ensayo de erosión acelerada Swinburn 0.50%

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
FICHA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN														
Ensayo	: Erosión acelerada Swinburn (SAET)													
INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA														
Ubicación	: AA.HH. Josefina Ramos, Distrito Imperial, Provincia Cañete, Región Lima													
Coordenadas	: 353829.87 m E; 8556808.35 m S													
Fecha	: 20/09/2024 y 25/09/2024													
Edad	: 60 días													
Dosificación	: 0 % () 0.25 % () 0.5 % (X) 0.75 % ()													
RESULTADOS														
Probeta (Código)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Tiempo (min)	Profundidad (mm)	Resultado (APTO/NO APTO)								
M3	204	105	83	10	11.04	Bloque no apto								
M4	202	106	86	10	9.52	Bloque apto								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; background-color: #e0e0e0;">DATOS ACEPTADOS</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">Código</td> <td style="width: 50%;">"D"</td> </tr> <tr> <td>M3</td> <td>11.04</td> </tr> <tr> <td>M4</td> <td>9.52</td> </tr> </table>							DATOS ACEPTADOS		Código	"D"	M3	11.04	M4	9.52
DATOS ACEPTADOS														
Código	"D"													
M3	11.04													
M4	9.52													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; background-color: #e0e0e0;">VARIABILIDAD</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">Máximo</td> <td style="width: 50%;">: 11.04</td> </tr> <tr> <td>Mínimo</td> <td>: 9.52</td> </tr> <tr> <td>D. Estandar</td> <td>: 0.76</td> </tr> </table>							VARIABILIDAD		Máximo	: 11.04	Mínimo	: 9.52	D. Estandar	: 0.76
VARIABILIDAD														
Máximo	: 11.04													
Mínimo	: 9.52													
D. Estandar	: 0.76													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; background-color: #e0e0e0;">TENDENCIA CENTRAL</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">"D" promedio</td> <td style="width: 50%;">: 10.28</td> </tr> </table>							TENDENCIA CENTRAL		"D" promedio	: 10.28				
TENDENCIA CENTRAL														
"D" promedio	: 10.28													

DATOS ACEPTABLES



Anexo 17

Resultados del ensayo de erosión acelerada swinburn 0.75%

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



FICHA DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Ensayo : Erosión acelerada Swinburn (SAET)

INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA

Ubicación : AA.HH. Josefina Ramos, Distrito Imperial, Provincia Cañete, Región Lima

Coordenadas : 353829.87 m E; 8556808.35 m S

Fecha : 20/09/2024 y 25/09/2024

Edad : 60 días

Dosificación : 0 % () 0.25 % () 0.5 % () 0.75 % (X)

RESULTADOS

Probeta (Código)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Tiempo (min)	Profundidad (mm)	Resultado (APTO/NO APTO)
M3	205	110	87	10	12.61	Bloque no apto
M4	209	109	85	10	13.66	Bloque no apto

DATOS ACEPTADOS

Código	"D"
M3	12.61
M4	13.66

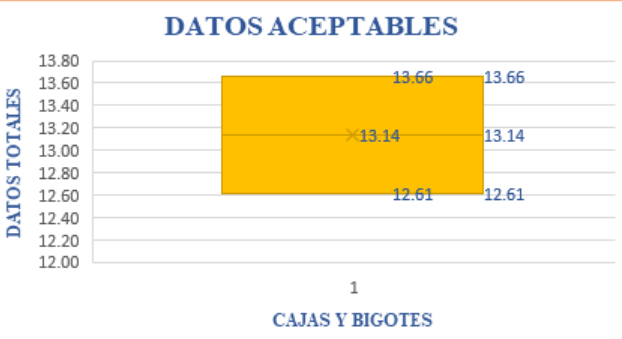
VARIABILIDAD

Máximo	: 13.66
Mínimo	: 12.61
D. Estandar	: 0.53

TENDENCIA CENTRAL

"D" promedio	: 13.14
--------------	---------

DATOS ACEPTABLES



1

CAJAS Y BIGOTES

Anexo 19

Resultado del ensayo de gravedad específica

 UNMSM Universidad Nacional Mayor de San Marcos Universidad del Perú, Ciencias de América	GRAVEDAD ESPECÍFICA CAPTURA DE DATOS DE ENSAYO ASTM D854 - NTP 339.131		Código	LAB_S_0006																																				
			Versión	1																																				
			Fecha	7/8/2023																																				
Proyecto: ELABORACION DE LADRILLOS DE ADOBE Cliente: Víctor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano Localización: Distrito de Imperial, Provincia de Cañete Descripción: ARCILLA ARENOSA DE COLOR AMARILLO CLARO																																								
1. Toma de datos <table border="1"> <tr> <td>Fecha de realización</td> <td>D/M/A</td> <td>1/03/2024</td> <td rowspan="10">  Gs 2.62  </td> </tr> <tr> <td>Perforacion No</td> <td colspan="2">P1</td> </tr> <tr> <td>Muestra No</td> <td colspan="2">M1</td> </tr> <tr> <td>Profundidad</td> <td>m</td> <td>0.0 - 0.4</td> </tr> <tr> <td>Temperatura</td> <td>°C</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>Factor de correccion K</td> <td colspan="2">0.9986</td> </tr> <tr> <td>Peso Recipiente</td> <td>gr</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Peso Recipiente + Muestra Seca</td> <td>gr</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>Peso Matraz 500 ml</td> <td>gr</td> <td>155.4</td> </tr> <tr> <td>Peso agua destilada + Peso Matraz 500 ml</td> <td>gr</td> <td>652.2</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Peso general después de agitar el matraz (Retiro de vacíos). (Muestra seca + Agua destilada + Matraz)</td> <td>gr</td> <td>714.1</td> </tr> </table>					Fecha de realización	D/M/A	1/03/2024	 Gs 2.62 	Perforacion No	P1		Muestra No	M1		Profundidad	m	0.0 - 0.4	Temperatura	°C	26	Factor de correccion K	0.9986		Peso Recipiente	gr	50	Peso Recipiente + Muestra Seca	gr	150	Peso Matraz 500 ml	gr	155.4	Peso agua destilada + Peso Matraz 500 ml	gr	652.2	Peso general después de agitar el matraz (Retiro de vacíos). (Muestra seca + Agua destilada + Matraz)			gr	714.1
Fecha de realización	D/M/A	1/03/2024	 Gs 2.62 																																					
Perforacion No	P1																																							
Muestra No	M1																																							
Profundidad	m	0.0 - 0.4																																						
Temperatura	°C	26																																						
Factor de correccion K	0.9986																																							
Peso Recipiente	gr	50																																						
Peso Recipiente + Muestra Seca	gr	150																																						
Peso Matraz 500 ml	gr	155.4																																						
Peso agua destilada + Peso Matraz 500 ml	gr	652.2																																						
Peso general después de agitar el matraz (Retiro de vacíos). (Muestra seca + Agua destilada + Matraz)			gr	714.1																																				
2. Observaciones 																																								
3. Realizado Por:  Aprobado por: 																																								

Anexo 20

Resultado del ensayo de límites de consistencia

	INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE UNA MUESTRA DE SUELO ASTM D4318 - NTP 339.129				Código	LAB_S_0004	
					Versión	1	
					Fecha	7/06/2023	
Proyecto:	Estabilización de bloques de adobe	Cliente:	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano				
Localización:	Distrito de Imperial, Provincia de Cañete	Lab. Encargado	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EPIC				
Sondeo:	P1	Muestra:	M1	Profundidad (m):	0.0 - 0.4	Fecha de informe	1/03/2024
Fecha de extracción de la muestra	28/02/2024		Fecha ensayo	29/02/2024			
Descripción	ARCILLA ARENOSA DE COLOR AMARILLO CLARO					Pág.	1 de 1

Método de Preparación por Vía Húmeda y Ensayo Multipunto (A)
Procedimiento de Ensayo Manual

No. GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	LÍMITE PLÁSTICO	HUMEDAD NATURAL
	31	25	18			
RECIPIENTE No.	1	2	3	4	5	6
MASA REC. (gr)	15.52	15.54	15.83	15.44	15.50	15.52
MASA R+MH (gr)	28.82	29.02	25.89	21.50	22.00	63.76
MASA R+MS (gr)	24.75	26.80	24.55	20.95	21.41	61.98
W (%)	22.43%	19.72%	13.07%	9.98%	9.98%	3.83%

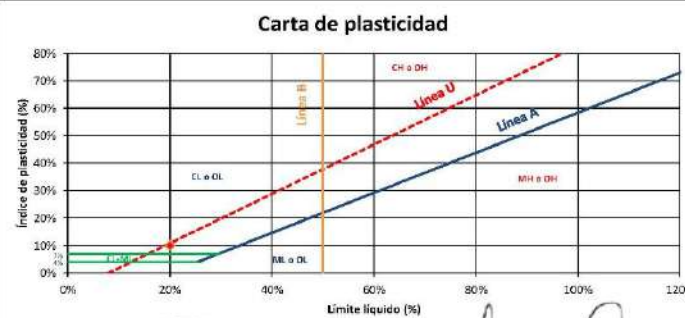
LÍMITE LÍQUIDO	20.0%
LÍMITE PLÁSTICO	10.0%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10.0%
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	0.96

CLASIFICACIÓN	CL o OL
---------------	---------

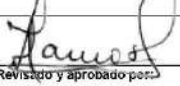
Determinación de límite líquido



Carta de plasticidad




 Ejecutado por:
Estudiante


 Revisado y aprobado por:
Ingeniero Supervisor

Las datos mostrados en el presente informe son resultado de ensayos elaborados y relacionados únicamente con las muestras mostrados en este mismo.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil
 Tel: (01) 6197000
 WWW-UMS, Lima 15081

Anexo 21

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_{M1} 0.00%

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
		ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA						
		INV E-152 ASTM D-2166						
Formato		Revisión No.		Fecha Revisión				
INFORMACIÓN GENERAL								
No. ENSAYO	179	FECHA ENSAYO	2024-08-27	ID. MUESTRA	T_M1 0.00%			
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano							
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello							
MATERIAL	CL-OL							
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06			LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil			
SONDEO	Sondeo			PROFUNDIDAD	1 M			
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación mm	Deformación pulgadas	Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo kPa	kg/cm ²	DIMENSIONES DE LA PROBETA
0	0	0	0	0	0.012	0	0	Dimension L (cm)
10	0.205	-0.02	-0.0008	-0.02	0.012	17.2559	0.17596	Dimension B (cm)
20	0.5	-0.01	-0.0004	-0.01	0.012	42.0875	0.42918	Altura H (cm)
30	0.806	0	0	0	0.012	67.8451	0.69183	Área A ₀ (cm ²)
40	1.156	0	0	0	0.012	97.3064	0.99225	Peso total W _T (g)
50	1.582	0.01	0.00039	0.01	0.012	133.165	1.35791	Volumen total V _T (cm ³)
60	2.022	0.01	0.00039	0.01	0.012	170.202	1.73558	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
80	3.016	0.02	0.00079	0.02	0.012	253.872	2.58878	Peso muestra húmeda W ₁ (g)
100	4.295	0.02	0.00079	0.02	0.012	361.532	3.68661	Peso muestra seca W ₂ (g)
120	5.71	0.029	0.00114	0.029	0.012	480.64	4.90118	Peso del molde W _c (g)
140	6.747	0.029	0.00114	0.029	0.012	567.929	5.79129	% de humedad
160	8.088	0.029	0.00114	0.029	0.012	680.808	6.94234	Peso del agua W _w (g)
180	7.957	0.029	0.00114	0.029	0.012	669.781	6.82989	Peso de sólidos W _s (g)
200	8.806	0.04	0.00157	0.04	0.012	741.246	7.55863	Densidad seca (kg/m ³)
220	9.511	0.04	0.00157	0.04	0.012	800.589	8.16377	Densidad húmeda (kg/m ³)
240	9.599	0.04	0.00157	0.04	0.012	807.997	8.2393	Gravedad específica
260	9.385	0.04	0.00157	0.04	0.012	874.158	8.939665	DATOS DEL ENSAYO
300	9.46	0.05	0.00197	0.05	0.012	796.296	8.11999	Deformación ϵ (%)
330	9.46	0.05	0.00197	0.05	0.012	796.296	8.11999	Esbeltez (L/D)
360	9.46	0.05	0.00197	0.05	0.012	796.296	8.11999	Área corregida (mm ²)
390	9.46	0.05	0.00197	0.05	0.012	796.296	8.11999	Resistencia a la compresión qu (kPa)
420	9.46	0.05	0.00197	0.05	0.012	796.296	8.11999	Resistencia a la compresion (kg/cm2)
450	9.46	0.05	0.00197	0.05	0.012	796.296	8.11999	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN
480	9.46	0.05	0.00197	0.05	0.012	796.296	8.11999	
510	9.46	0.05	0.00197	0.05	0.012	796.296	8.11999	
540	9.46	0.05	0.00197	0.05	0.012	796.296	8.11999	
570	9.46	0.05	0.00197	0.05	0.012	796.296	8.11999	
600	9.46	0.05	0.00197	0.05	0.012	796.296	8.11999	
660	9.46	0.05	0.00197	0.05	0.012	796.296	8.11999	
720	9.46	0.05	0.00197	0.05	0.012	796.296	8.11999	
780	9.46	0.05	0.00197	0.05	0.012	796.296	8.11999	
840	9.46	0.05	0.00197	0.05	0.012	796.296	8.11999	
900	9.46	0.05	0.00197	0.05	0.012	796.296	8.11999	
OBSERVACIONES:								
LABORATORISTA		Administrador del sistema			DIRECTOR LABORATORIO			

Anexo 22

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_{M2} 0.00%

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
		ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA								
		INV E-152 ASTM D-2166								
Formato		Revisión No.		Fecha Revisión						
INFORMACIÓN GENERAL										
No. ENSAYO	180	FECHA ENSAYO	2024-08-27	ID. MUESTRA	T_M2 0.00%					
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano									
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello									
MATERIAL	CL-OL									
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06		LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil						
SONDEO	Sondeo		PROFUNDIDAD	1 M						
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación		Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo		DIMENSIONES DE LA PROBETA		
		mm	pulgadas			kPa	kg/cm ²			
0	0	0	0	0	0.012	0	0	Dimension L (cm)	11.000	
10	0.124	-0.02	-0.0008	-0.02	0.012	10.342	0.10546	Dimension B (cm)	10.900	
20	0.357	0	0	0	0.012	29.7748	0.30362	Altura H (cm)	10.300	
30	0.658	0.02	0.00079	0.02	0.012	54.8791	0.55961	Área A ₀ (cm ²)	119.900	
40	1.085	0.029	0.00114	0.029	0.012	90.4921	0.92277	Peso total W _T (g)	--	
50	1.671	0.04	0.00157	0.04	0.012	139.366	1.42114	Volumen total V _T (cm ³)	1234.970	
60	2.563	0.05	0.00197	0.05	0.012	213.761	2.17977	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDA		
80	4.848	0.08	0.00315	0.08	0.012	404.337	4.1231	Peso muestra húmeda W ₁ (g)	--	
100	7.35	0.09	0.00354	0.09	0.012	613.011	6.25099	Peso muestra seca W ₂ (g)	--	
120	9.443	0.09	0.00354	0.09	0.012	787.573	8.030392	Peso del molde W _c (g)	--	
140	8.324	0.12	0.00472	0.12	0.012	694.245	7.07936	% de humedad	--	
160	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666	Peso del agua W _w (g)	--	
180	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666	Peso de sólidos W _s (g)	--	
200	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666	Densidad seca (kg/m ³)	--	
220	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666	Densidad húmeda (kg/m ³)	--	
240	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666	Gravedad específica	--	
260	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.986654	DATOS DEL ENSAYO		
300	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666	Deformación ϵ (%)	0.140	
330	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666	Esbeltez (L/D)	--	
360	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666	Área corregida (mm ²)	--	
390	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666	Resistencia a la compresión q _u (kPa)	787.573	
420	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666	Resistencia a la compresion (kg/cm2)	8.031	
450	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN		
480	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666			
510	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666			
540	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666			
570	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666			
600	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666			
660	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666			
720	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666			
780	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666			
840	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666			
900	8.215	0.14	0.00551	0.14	0.012	685.154	6.98666			
OBSERVACIONES:										
LABORATORISTA		Administrador del sistema			DIRECTOR LABORATORIO					

Anexo 23

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_{M3} 0.00%

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
		ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA								
		INV E-152 ASTM D-2166								
Formato		Revisión No.		Fecha Revisión						
INFORMACIÓN GENERAL										
No. ENSAYO	181	FECHA ENSAYO	2024-08-27	ID. MUESTRA	T_M3 0.00%					
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano									
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello									
MATERIAL	CL-OL									
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06			LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil					
SONDEO	Sondeo			PROFUNDIDAD	1 M					
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación		Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo		DIMENSIONES DE LA PROBETA		
		mm	pulgadas			kPa	kg/cm ²			
0	0	0	0	0	0.014	0	0	Dimension L (cm)	12.400	
10	0.105	0.01	0.00039	0.01	0.014	7.42784	0.07574	Dimension B (cm)	11.400	
20	0.273	0.01	0.00039	0.01	0.014	19.3124	0.19693	Altura H (cm)	10.500	
30	0.464	0.02	0.00079	0.02	0.014	32.824	0.33471	Área A ₀ (cm ²)	141.360	
40	0.716	0.02	0.00079	0.02	0.014	50.6508	0.5165	Peso total W _T (g)	--	
50	1.05	0.029	0.00114	0.029	0.014	74.2784	0.75743	Volumen total V _T (cm ³)	1484.280	
60	1.453	0.029	0.00114	0.029	0.014	102.787	1.04814	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDA		
80	2.619	0.029	0.00114	0.029	0.014	185.272	1.88925	Peso muestra húmeda W ₁ (g)	--	
100	4.138	0.029	0.00114	0.029	0.014	292.728	2.985	Peso muestra seca W ₂ (g)	--	
120	5.69	0.029	0.00114	0.029	0.014	402.518	4.045606	Peso del molde W _c (g)	--	
140	6.953	0.029	0.00114	0.029	0.014	491.865	5.01564	% de humedad	--	
160	7.917	0.029	0.00114	0.029	0.014	560.059	5.71104	Peso del agua W _w (g)	--	
180	8.511	0.04	0.00157	0.04	0.014	602.08	6.13953	Peso de sólidos W _s (g)	--	
200	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541	Densidad seca (kg/m ³)	--	
220	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541	Densidad húmeda (kg/m ³)	--	
240	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541	Gravedad específica	--	
260	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541	DATOS DEL ENSAYO		
300	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541	Deformación ϵ (%)	0.040	
330	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541	Esbeltez (L/D)	--	
360	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541	Área corregida (mm ²)	--	
390	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541	Resistencia a la compresión q _u (kPa)	602.080	
420	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	6.140	
450	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN		
480	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541			
510	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541			
540	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541			
570	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541			
600	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541			
660	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541			
720	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541			
780	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541			
840	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541			
900	6.315	0.029	0.00114	0.029	0.014	446.732	4.55541			
OBSERVACIONES:										
LABORATORISTA		Administrador del sistema			DIRECTOR LABORATORIO					

Anexo 24

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión $T_{M4} 0.00\%$

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES							
		ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA INV E-152 ASTM D-2166							
Formato		Revisión No.		Fecha Revisión					
INFORMACIÓN GENERAL									
No. ENSAYO	182	FECHA ENSAYO	2024-08-27	ID. MUESTRA	T_M4 0.00%				
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano								
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello								
MATERIAL	CL-OL								
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06		LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil					
SONDEO	Sondeo		PROFUNDIDAD	1 M					
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación		Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo		DIMENSIONES DE LA PROBETA	
		mm	pulgadas			kPa	kg/cm ²		
0	0	0	0	0	0.014	0	0	Dimension L (cm)	12.100
10	0.224	0	0	0	0.014	16.0977	0.16415	Dimension B (cm)	11.500
20	0.568	0	0	0	0.014	40.8193	0.41624	Altura H (cm)	10.000
30	0.977	0	0	0	0.014	70.212	0.71597	Área A ₀ (cm ²)	139.150
40	1.503	0	0	0	0.014	108.013	1.10143	Peso total W _T (g)	--
50	2.15	0	0	0	0.014	154.51	1.57556	Volumen total V _T (cm ³)	1391.500
60	2.889	0	0	0	0.014	207.618	2.11712	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDA	
80	4.616	0	0	0	0.014	331.728	3.3827	Peso muestra húmeda W ₁ (g)	--
100	6.402	0.01	0.00039	0.01	0.014	460.079	4.69152	Peso muestra seca W ₂ (g)	--
120	7.114	0.02	0.00079	0.02	0.014	511.247	5.282864	Peso del molde W _c (g)	--
140	7.451	0.029	0.00114	0.029	0.014	535.465	5.46025	% de humedad	--
160	7.102	0.04	0.00157	0.04	0.014	510.384	5.20449	Peso del agua W _w (g)	--
180	7.053	0.04	0.00157	0.04	0.014	506.863	5.16858	Peso de sólidos W _s (g)	--
200	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814	Densidad seca (kg/m ³)	--
220	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814	Densidad húmeda (kg/m ³)	--
240	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814	Gravedad específica	--
260	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814	DATOS DEL ENSAYO	
300	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814	Deformación ϵ (%)	0.040
330	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814	Esbeltez (L/D)	--
360	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814	Área corregida (mm ²)	--
390	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814	Resistencia a la compresión q _u (kPa)	535.465
420	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	5.460
450	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN	
480	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814		
510	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814		
540	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814		
570	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814		
600	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814		
660	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814		
720	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814		
780	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814		
840	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814		
900	6.875	0.029	0.00114	0.029	0.014	494.071	5.03814		
OBSERVACIONES:									
LABORATORISTA		Administrador del sistema			DIRECTOR LABORATORIO				

Anexo 25

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_{1A} 0.00%

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES									
		ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA									
		INV E-152 ASTM D-2166									
Formato		Revisión No.		Fecha Revisión							
INFORMACIÓN GENERAL											
No. ENSAYO	183	FECHA ENSAYO	2024-08-27	ID. MUESTRA	T_1A 0.00%						
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano										
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello										
MATERIAL	CL-OL										
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06	LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil								
SONDEO	Sondeo	PROFUNDIDAD	1 M								
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación		Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo		DIMENSIONES DE LA PROBETA			
		mm	pulgadas			kPa	kg/cm ²				
0	0	0	0	0	0.012	0	0	Dimension L (cm)	11.000		
10	0.126	0.21	0.00827	0.21	0.012	10.4132	0.10619	Dimension B (cm)	11.000		
20	0.321	0.61	0.02402	0.61	0.012	26.5289	0.27052	Altura H (cm)	10.500		
30	0.644	0.959	0.03776	0.959	0.012	53.2231	0.54273	Área A ₀ (cm ²)	121.000		
40	1.083	1.29	0.05079	1.29	0.012	89.5041	0.91269	Peso total W _T (g)	--		
50	1.691	1.59	0.0626	1.59	0.012	139.752	1.42508	Volumen total V _T (cm ³)	1270.500		
60	2.438	1.84	0.07244	1.84	0.012	201.488	2.05461	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDA			
80	4.745	2.45	0.09646	2.45	0.012	392.149	3.99882	Peso muestra húmeda W ₁ (g)	--		
100	7.3	3.16	0.12441	3.16	0.012	603.306	6.15203	Peso muestra seca W ₂ (g)	--		
120	8.972	3.98	0.15669	3.98	0.012	741.488	7.560974	Peso del molde W _c (g)	--		
140	9.654	4.8	0.18898	4.8	0.012	797.851	8.13585	% de humedad	--		
160	9.647	5.47	0.21535	5.47	0.012	797.273	8.12995	Peso del agua W _w (g)	--		
180	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648	Peso de sólidos W _s (g)	--		
200	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648	Densidad seca (kg/m ³)	--		
220	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648	Densidad húmeda (kg/m ³)	--		
240	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648	Gravedad específica	--		
260	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.446482	DATOS DEL ENSAYO			
300	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648	Deformación ϵ (%)	5.790		
330	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648	Esbeltez (L/D)	--		
360	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648	Área corregida (mm ²)	--		
390	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648	Resistencia a la compresión q _u (kPa)	797.851		
420	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648	Resistencia a la compresion (kg/cm2)	8.136		
450	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN			
480	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648				
510	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648				
540	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648				
570	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648				
600	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648				
660	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648				
720	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648				
780	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648				
840	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648				
900	8.836	5.79	0.22795	5.79	0.012	730.248	7.44648				
OBSERVACIONES:											
LABORATORISTA		Administrador del sistema		DIRECTOR LABORATORIO							

Anexo 26

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_{2A} 0.00%

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES							
		ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA							
		INV E-152 ASTM D-2166							
Formato		Revisión No.		Fecha Revisión					
INFORMACIÓN GENERAL									
No. ENSAYO	184	FECHA ENSAYO	2024-08-27	ID. MUESTRA	T_2A 0.00%				
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano								
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello								
MATERIAL	CL-OL								
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06			LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil				
SONDEO	Sondeo			PROFUNDIDAD	1 M				
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación		Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo		DIMENSIONES DE LA PROBETA	
		mm	pulgadas			kPa	kg/cm ²		
0	0	0	0	0	0.012	0	0	Dimension L (cm)	11.000
10	0.097	0.24	0.00945	0.24	0.012	8.01653	0.08175	Dimension B (cm)	11.000
20	0.252	0.54	0.02126	0.54	0.012	20.8264	0.21237	Altura H (cm)	10.400
30	0.406	0.82	0.03228	0.82	0.012	33.5537	0.34215	Área A ₀ (cm ²)	121.000
40	0.561	1.08	0.04252	1.08	0.012	46.3636	0.47278	Peso total W _T (g)	--
50	0.76	1.33	0.05236	1.33	0.012	62.8099	0.64049	Volumen total V _T (cm ³)	1258.400
60	1.031	1.59	0.0626	1.59	0.012	85.2066	0.86887	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDA	
80	1.732	2.27	0.08937	2.27	0.012	143.14	1.45963	Peso muestra húmeda W ₁ (g)	--
100	2.674	3.05	0.12008	3.05	0.012	220.992	2.2535	Peso muestra seca W ₂ (g)	--
120	3.935	3.75	0.14764	3.75	0.012	325.207	3.36969	Peso del molde W _c (g)	--
140	5.183	4.36	0.17165	4.36	0.012	428.347	4.36794	% de humedad	--
160	6.847	5.02	0.19764	5.02	0.012	565.868	5.77027	Peso del agua W _w (g)	--
180	7.468	5.86	0.23071	5.86	0.012	617.19	6.29361	Peso de sólidos W _s (g)	--
200	8.295	6.779	0.26689	6.779	0.012	685.537	6.99056	Densidad seca (kg/m ³)	--
220	9.256	7.45	0.29331	7.45	0.012	764.959	7.80044	Densidad húmeda (kg/m ³)	--
240	6.998	8.08	0.31811	8.08	0.012	578.347	5.89752	Gravedad específica	--
260	6.998	8.08	0.31811	8.08	0.012	578.347	5.89752	DATOS DEL ENSAYO	
300	6.998	8.08	0.31811	8.08	0.012	578.347	5.89752	Deformación ϵ (%)	8.080
330	6.998	8.08	0.31811	8.08	0.012	578.347	5.89752	Esbeltez (L/D)	--
360	6.998	8.08	0.31811	8.08	0.012	578.347	5.89752	Área corregida (mm ²)	--
390	6.998	8.08	0.31811	8.08	0.012	578.347	5.89752	Resistencia a la compresión q _u (kPa)	764.959
420	6.998	8.08	0.31811	8.08	0.012	578.347	5.89752	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	7.800
450	6.998	8.08	0.31811	8.08	0.012	578.347	5.89752	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN	
480	6.998	8.08	0.31811	8.08	0.012	578.347	5.89752		
510	6.998	8.08	0.31811	8.08	0.012	578.347	5.89752		
540	6.998	8.08	0.31811	8.08	0.012	578.347	5.89752		
570	6.998	8.08	0.31811	8.08	0.012	578.347	5.89752		
600	6.998	8.08	0.31811	8.08	0.012	578.347	5.89752		
660	6.998	8.08	0.31811	8.08	0.012	578.347	5.89752		
720	6.998	8.08	0.31811	8.08	0.012	578.347	5.89752		
780	6.998	8.08	0.31811	8.08	0.012	578.347	5.89752		
840	6.998	8.08	0.31811	8.08	0.012	578.347	5.89752		
900	6.998	8.08	0.31811	8.08	0.012	578.347	5.89752		
OBSERVACIONES:									
LABORATORISTA		Administrador del sistema			DIRECTOR LABORATORIO				

Anexo 27

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_{M1} 0.25%

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES							
		ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA							
		INV E-152 ASTM D-2166							
Formato		Revisión No.		Fecha Revisión					
INFORMACIÓN GENERAL									
No. ENSAYO	185	FECHA ENSAYO	2024-08-27		ID. MUESTRA	T_M1 0.25%			
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano								
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello								
MATERIAL	CL-OL								
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06		LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil					
SONDEO	Sondeo		PROFUNDIDAD	1 M					
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación		Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo		DIMENSIONES DE LA PROBETA	
		mm	pulgadas			kPa	kg/cm ²		
0	0	0	0	0	0.015	0	0	Dimension L (cm)	12.600
10	0.059	-0.01	-0.0004	-0.01	0.015	3.83815	0.03914	Dimension B (cm)	12.200
20	0.157	-0.029	-0.0011	-0.029	0.015	10.2134	0.10415	Altura H (cm)	9.700
30	0.245	-0.05	-0.002	-0.05	0.015	15.9381	0.16252	Área A_0 (cm ²)	153.720
40	0.361	-0.08	-0.0031	-0.08	0.015	23.4843	0.23947	Peso total W_T (g)	--
50	0.473	-0.11	-0.0043	-0.11	0.015	30.7702	0.31377	Volumen total V_T (cm ³)	1491.084
60	0.598	-0.15	-0.0059	-0.15	0.015	38.9019	0.39669	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	
80	0.904	-0.26	-0.0102	-0.26	0.015	58.8082	0.59968	Peso muestra húmeda W_1 (g)	--
100	1.245	-0.37	-0.0146	-0.37	0.015	80.9914	0.82589	Peso muestra seca W_2 (g)	--
120	1.647	-0.43	-0.0169	-0.43	0.015	107.143	1.09256	Peso del molde W_c (g)	--
140	2.134	-0.45	-0.0177	-0.45	0.015	138.824	1.41561	% de humedad	--
160	2.676	-0.45	-0.0177	-0.45	0.015	174.083	1.77516	Peso del agua W_w (g)	--
180	3.288	-0.46	-0.0181	-0.46	0.015	213.895	2.18113	Peso de sólidos W_s (g)	--
200	4.067	-0.46	-0.0181	-0.46	0.015	264.572	2.69789	Densidad seca (kg/m ³)	--
220	5.012	-0.47	-0.0185	-0.47	0.015	326.047	3.32477	Densidad húmeda (kg/m ³)	--
240	5.903	-0.47	-0.0185	-0.47	0.015	384.01	3.91583	Gravedad específica	--
260	6.873	-0.48	-0.0189	-0.48	0.015	447.112	4.5592867	DATOS DEL ENSAYO	
300	8.658	-0.49	-0.0193	-0.49	0.015	563.232	5.74339	Deformación ϵ (%)	-0.010
330	9.734	-0.5	-0.0197	-0.5	0.015	633.229	6.45717	Esbeltez (L/D)	--
360	10.091	-0.51	-0.0201	-0.51	0.015	656.453	6.69399	Área corregida (mm ²)	--
390	10.131	-0.51	-0.0201	-0.51	0.015	659.055	6.72052	Resistencia a la compresión q_u (kPa)	659.055
420	10.131	-0.51	-0.0201	-0.51	0.015	659.055	6.72052	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	6.721
450	10.131	-0.51	-0.0201	-0.51	0.015	659.055	6.72052	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN	
480	10.131	-0.51	-0.0201	-0.51	0.015	659.055	6.72052		
510	10.131	-0.51	-0.0201	-0.51	0.015	659.055	6.72052		
540	10.131	-0.51	-0.0201	-0.51	0.015	659.055	6.72052		
570	10.131	-0.51	-0.0201	-0.51	0.015	659.055	6.72052		
600	10.131	-0.51	-0.0201	-0.51	0.015	659.055	6.72052		
660	10.131	-0.51	-0.0201	-0.51	0.015	659.055	6.72052		
720	10.131	-0.51	-0.0201	-0.51	0.015	659.055	6.72052		
780	10.131	-0.51	-0.0201	-0.51	0.015	659.055	6.72052		
840	10.131	-0.51	-0.0201	-0.51	0.015	659.055	6.72052		
900	10.131	-0.51	-0.0201	-0.51	0.015	659.055	6.72052		
OBSERVACIONES:									
LABORATORISTA		Administrador del sistema			DIRECTOR LABORATORIO				

Anexo 28

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión $T_{M2} 0.25\%$

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
		ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA						
		INV E-152 ASTM D-2166						
Formato		Revisión No.		Fecha Revisión				
INFORMACIÓN GENERAL								
No. ENSAYO	186	FECHA ENSAYO	2024-08-27	ID. MUESTRA	T_M2 0.25%			
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano							
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello							
MATERIAL	CL-OL							
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06	LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil					
SONDEO	Sondeo	PROFUNDIDAD	1 M					
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación mm	Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo kPa	kg/cm ²	DIMENSIONES DE LA PROBETA	
0	0	0	0	0.012	0	0	Dimension L (cm)	11.000
10	0.075	0.029	0.00114	0.029	0.012	6.31313	Dimension B (cm)	10.800
20	0.179	0.05	0.00197	0.05	0.012	15.0673	Altura H (cm)	10.000
30	0.293	0.09	0.00354	0.09	0.012	24.6633	Área A ₀ (cm ²)	118.800
40	0.44	0.15	0.00591	0.15	0.012	37.037	Peso total W _T (g)	--
50	0.605	0.19	0.00748	0.19	0.012	50.9259	Volumen total V _T (cm ³)	1188.000
60	0.814	0.27	0.01063	0.27	0.012	68.5185	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	
80	1.315	0.42	0.01654	0.42	0.012	110.69	Peso muestra húmeda W ₁ (g)	--
100	2.143	0.7	0.02756	0.7	0.012	180.387	Peso muestra seca W ₂ (g)	--
120	3.31	1.059	0.04169	1.059	0.012	278.62	Peso del molde W _c (g)	--
140	4.729	1.42	0.05591	1.42	0.012	398.064	% de humedad	--
160	6.209	1.76	0.06929	1.76	0.012	522.643	Peso del agua W _w (g)	--
180	7.196	2.119	0.08343	2.119	0.012	605.724	Peso de sólidos W _s (g)	--
200	8.519	2.39	0.09409	2.39	0.012	717.088	Densidad seca (kg/m ³)	--
220	8.644	2.62	0.10315	2.62	0.012	727.609	Densidad húmeda (kg/m ³)	--
240	8.519	2.97	0.11693	2.97	0.012	717.088	Gravedad específica	--
260	9.356	3.28	0.12913	3.28	0.012	787.542	DATOS DEL ENSAYO	
300	10.413	3.99	0.15709	3.99	0.012	876.515	Deformación ϵ (%)	4.560
330	9.569	4.44	0.1748	4.44	0.012	805.471	Esbeltez (L/D)	--
360	9.329	4.56	0.17953	4.56	0.012	785.269	Área corregida (mm ²)	--
390	9.329	4.56	0.17953	4.56	0.012	785.269	Resistencia a la compresión qu (kPa)	876.515
420	9.329	4.56	0.17953	4.56	0.012	785.269	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	8.938
450	9.329	4.56	0.17953	4.56	0.012	785.269	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN	
480	9.329	4.56	0.17953	4.56	0.012	785.269		
510	9.329	4.56	0.17953	4.56	0.012	785.269		
540	9.329	4.56	0.17953	4.56	0.012	785.269		
570	9.329	4.56	0.17953	4.56	0.012	785.269		
600	9.329	4.56	0.17953	4.56	0.012	785.269		
660	9.329	4.56	0.17953	4.56	0.012	785.269		
720	9.329	4.56	0.17953	4.56	0.012	785.269		
780	9.329	4.56	0.17953	4.56	0.012	785.269		
840	9.329	4.56	0.17953	4.56	0.012	785.269		
900	9.329	4.56	0.17953	4.56	0.012	785.269		
OBSERVACIONES:								
LABORATORISTA		Administrador del sistema		DIRECTOR LABORATORIO				

Anexo 29

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión $T_{M3} 0.25\%$

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
		ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA					
		INV E-152 ASTM D-2166					
Formato		Revisión No.		Fecha Revisión			
INFORMACIÓN GENERAL							
No. ENSAYO	187	FECHA ENSAYO	2024-08-27	ID. MUESTRA	T_M3 0.25%		
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano						
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello						
MATERIAL	CL-OL						
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06			LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil		
SONDEO	Sondeo			PROFUNDIDAD	1 M		
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación mm	Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo kPa	Esfuerzo kg/cm ²	DIMENSIONES DE LA PROBETA
0	0	0	0	0.011	0	0	Dimension L (cm)
10	0.118	0.11	0.00433	0.11	10.4056	0.10611	Dimension B (cm)
20	0.257	0.18	0.00709	0.18	22.6631	0.2311	Altura H (cm)
30	0.414	0.28	0.01102	0.28	36.5079	0.37228	Área A ₀ (cm ²)
40	0.577	0.35	0.01378	0.35	50.8818	0.51885	Peso total W _T (g)
50	0.748	0.44	0.01732	0.44	65.9612	0.67262	Volumen total V _T (cm ³)
60	0.961	0.529	0.02083	0.529	84.7443	0.86415	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDA
80	1.436	0.7	0.02756	0.7	126.631	1.29129	Peso muestra húmeda W ₁ (g)
100	2.103	0.95	0.0374	0.95	185.45	1.89107	Peso muestra seca W ₂ (g)
120	3.002	1.21	0.04764	1.21	264.727	2.69947	Peso del molde W _c (g)
140	3.991	1.46	0.05748	1.46	351.94	3.5888	% de humedad
160	5.117	1.66	0.06535	1.66	451.235	4.60133	Peso del agua W _w (g)
180	6.181	1.82	0.07165	1.82	545.062	5.5581	Peso de sólidos W _s (g)
200	7.341	1.98	0.07795	1.98	647.354	6.6012	Densidad seca (kg/m ³)
220	8.104	2.1	0.08268	2.1	714.638	7.28731	Densidad húmeda (kg/m ³)
240	8.384	2.169	0.08539	2.169	739.33	7.53909	Gravedad específica
260	8.55	2.27	0.08937	2.27	753.968	7.6883651	DATOS DEL ENSAYO
300	9.744	2.74	0.10787	2.74	859.259	8.76204	Deformación ϵ (%)
330	8.371	2.95	0.11614	2.95	738.183	7.5274	Esbeltez (L/D)
360	8.44	2.97	0.11693	2.97	744.268	7.58945	Área corregida (mm ²)
390	8.44	2.97	0.11693	2.97	744.268	7.58945	Resistencia a la compresión qu (kPa)
420	8.44	2.97	0.11693	2.97	744.268	7.58945	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
450	8.44	2.97	0.11693	2.97	744.268	7.58945	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN
480	8.44	2.97	0.11693	2.97	744.268	7.58945	
510	8.44	2.97	0.11693	2.97	744.268	7.58945	
540	8.44	2.97	0.11693	2.97	744.268	7.58945	
570	8.44	2.97	0.11693	2.97	744.268	7.58945	
600	8.44	2.97	0.11693	2.97	744.268	7.58945	
660	8.44	2.97	0.11693	2.97	744.268	7.58945	
720	8.44	2.97	0.11693	2.97	744.268	7.58945	
780	8.44	2.97	0.11693	2.97	744.268	7.58945	
840	8.44	2.97	0.11693	2.97	744.268	7.58945	
900	8.44	2.97	0.11693	2.97	744.268	7.58945	
OBSERVACIONES:							
LABORATORISTA		Administrador del sistema		DIRECTOR LABORATORIO			

Anexo 30

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión $T_{M4\ 0.25\%}$

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES											
		ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA											
		INV E-152 ASTM D-2166											
		Formato			Revisión No.			Fecha Revisión					
INFORMACIÓN GENERAL													
No. ENSAYO	188	FECHA ENSAYO	2024-08-27			ID. MUESTRA	T_M4 0.25%						
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano												
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello												
MATERIAL	CL-OL												
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06				LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil							
SONDEO	Sondeo				PROFUNDIDAD	1 M							
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación mm	Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo kPa		DIMENSIONES DE LA PROBETA						
0	0	0	0	0	0.011	0	0	Dimension L (cm)		10.700			
10	0.041	0.059	0.00232	0.059	0.011	3.64931	0.03721	Dimension B (cm)		10.500			
20	0.097	0.21	0.00827	0.21	0.011	8.63373	0.08804	Altura H (cm)		10.400			
30	0.151	0.34	0.01339	0.34	0.011	13.4401	0.13705	Área A_0 (cm ²)		112.350			
40	0.213	0.47	0.0185	0.47	0.011	18.9586	0.19332	Peso total W_T (g)		--			
50	0.28	0.59	0.02323	0.59	0.011	24.9221	0.25414	Volumen total V_T (cm ³)		1168.440			
60	0.351	0.72	0.02835	0.72	0.011	31.2417	0.31858	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDA					
80	0.525	1.02	0.04016	1.02	0.011	46.729	0.4765	Peso muestra húmeda W_1 (g)		--			
100	0.733	1.34	0.05276	1.34	0.011	65.2425	0.66529	Peso muestra seca W_2 (g)		--			
120	1.001	1.67	0.06575	1.67	0.011	89.0966	0.90854	Peso del molde W_c (g)		--			
140	1.336	2	0.07874	2	0.011	118.914	1.21259	% de humedad		--			
160	1.736	2.29	0.09016	2.29	0.011	154.517	1.57564	Peso del agua W_w (g)		--			
180	2.152	2.59	0.10197	2.59	0.011	191.544	1.95322	Peso de sólidos W_s (g)		--			
200	2.631	2.84	0.11181	2.84	0.011	234.179	2.38797	Densidad seca (kg/m ³)		--			
220	3.333	3.09	0.12165	3.09	0.011	296.662	3.02512	Densidad húmeda (kg/m ³)		--			
240	4.092	3.35	0.13189	3.35	0.011	364.219	3.71401	Gravedad específica		--			
260	4.913	3.65	0.1437	3.65	0.011	437.294	4.459761	DATOS DEL ENSAYO					
300	6.373	4.37	0.17205	4.37	0.011	567.245	5.78431	Deformación ϵ (%)		6.480			
330	6.963	4.98	0.19606	4.98	0.011	619.76	6.31981	Esbeltz (L/D)		--			
360	7.489	5.61	0.22087	5.61	0.011	666.578	6.79723	Área corregida (mm ²)		--			
390	7.709	6.14	0.24173	6.14	0.011	686.159	6.9969	Resistencia a la compresión q_u (kPa)		686.159			
420	5.795	6.48	0.25512	6.48	0.011	515.799	5.2597	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		6.997			
450	5.795	6.48	0.25512	6.48	0.011	515.799	5.2597	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN					
480	5.795	6.48	0.25512	6.48	0.011	515.799	5.2597						
510	5.795	6.48	0.25512	6.48	0.011	515.799	5.2597						
540	5.795	6.48	0.25512	6.48	0.011	515.799	5.2597						
570	5.795	6.48	0.25512	6.48	0.011	515.799	5.2597						
600	5.795	6.48	0.25512	6.48	0.011	515.799	5.2597						
660	5.795	6.48	0.25512	6.48	0.011	515.799	5.2597						
720	5.795	6.48	0.25512	6.48	0.011	515.799	5.2597						
780	5.795	6.48	0.25512	6.48	0.011	515.799	5.2597						
840	5.795	6.48	0.25512	6.48	0.011	515.799	5.2597						
900	5.795	6.48	0.25512	6.48	0.011	515.799	5.2597						
OBSERVACIONES:													
LABORATORISTA		Administrador del sistema				DIRECTOR LABORATORIO							

Anexo 31

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión $T_{M5\ 0.25\%}$

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA		INV E-152 ASTM D-2166					
		Formato		Revisión No.		Fecha Revisión									
INFORMACIÓN GENERAL															
No. ENSAYO		189		FECHA ENSAYO		2024-08-27		ID. MUESTRA		T_M5 0.25%					
CLIENTE		Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano													
PROYECTO		Estabilización de bloques de adobes con cabello													
MATERIAL		CL-OL													
FECHA DE MUESTREO		2023-11-06				LOCALIZACIÓN		UNMSM E.P. Ing. Civil							
SONDEO		Sondeo				PROFUNDIDAD		1 M							
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación		Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo		DIMENSIONES DE LA PROBETA							
		mm	pulgadas			kPa	kg/cm ²								
0	0	0	0	0	0.014	0	0	Dimension L (cm)		11.800					
10	0.154	0.1	0.00394	0.1	0.014	11.2507	0.11473	Dimension B (cm)		11.600					
20	0.352	0.29	0.01142	0.29	0.014	25.716	0.26223	Altura H (cm)		9.300					
30	0.541	0.46	0.01811	0.46	0.014	39.5237	0.40303	Área A_0 (cm ²)		136.880					
40	0.768	0.63	0.0248	0.63	0.014	56.1075	0.57214	Peso total W_T (g)		--					
50	1.033	0.81	0.03189	0.81	0.014	75.4676	0.76956	Volumen total V_T (cm ³)		1272.984					
60	1.322	0.99	0.03898	0.99	0.014	96.5809	0.98486	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD							
80	2.043	1.33	0.05236	1.33	0.014	149.255	1.52198	Peso muestra húmeda W_1 (g)		--					
100	2.968	1.63	0.06417	1.63	0.014	216.832	2.21108	Peso muestra seca W_2 (g)		--					
120	4.102	1.87	0.07362	1.87	0.014	299.679	3.05588	Peso del molde W_c (g)		--					
140	5.398	2	0.07874	2	0.014	394.36	4.02137	% de humedad		--					
160	6.552	2.05	0.08071	2.05	0.014	478.667	4.88107	Peso del agua W_w (g)		--					
180	7.653	2.159	0.085	2.159	0.014	559.103	5.70128	Peso de sólidos W_s (g)		--					
200	8.066	2.24	0.08819	2.24	0.014	589.275	6.00896	Densidad seca (kg/m ³)		--					
220	8.872	2.47	0.09724	2.47	0.014	648.159	6.60941	Densidad húmeda (kg/m ³)		--					
240	8.855	2.73	0.10748	2.73	0.014	646.917	6.59674	Gravedad específica		--					
260	9.178	2.99	0.11772	2.99	0.014	670.514	6.8373686	DATOS DEL ENSAYO							
300	9.661	3.62	0.14252	3.62	0.014	705.801	7.19719	Deformación ϵ (%)		4.700					
330	10.009	3.91	0.15394	3.91	0.014	731.224	7.45644	Esbeltz (L/D)		--					
360	10.38	4.23	0.16654	4.23	0.014	758.328	7.73283	Área corregida (mm ²)		--					
390	9.505	4.61	0.1815	4.61	0.014	694.404	7.08098	Resistencia a la compresión q_u (kPa)		758.328					
420	9.364	4.7	0.18504	4.7	0.014	684.103	6.97593	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		7.733					
450	9.364	4.7	0.18504	4.7	0.014	684.103	6.97593	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN							
480	9.364	4.7	0.18504	4.7	0.014	684.103	6.97593								
510	9.364	4.7	0.18504	4.7	0.014	684.103	6.97593								
540	9.364	4.7	0.18504	4.7	0.014	684.103	6.97593								
570	9.364	4.7	0.18504	4.7	0.014	684.103	6.97593								
600	9.364	4.7	0.18504	4.7	0.014	684.103	6.97593								
660	9.364	4.7	0.18504	4.7	0.014	684.103	6.97593								
720	9.364	4.7	0.18504	4.7	0.014	684.103	6.97593								
780	9.364	4.7	0.18504	4.7	0.014	684.103	6.97593								
840	9.364	4.7	0.18504	4.7	0.014	684.103	6.97593								
900	9.364	4.7	0.18504	4.7	0.014	684.103	6.97593								
OBSERVACIONES:															
LABORATORISTA		Administrador del sistema				DIRECTOR LABORATORIO									

Anexo 32

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_{1B} 0.25%

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
		ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA					
		INV E-152 ASTM D-2166					
Formato		Revisión No.		Fecha Revisión			
INFORMACIÓN GENERAL							
No. ENSAYO	190	FECHA ENSAYO	2024-08-27	ID. MUESTRA	T_1B 0.25%		
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano						
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello						
MATERIAL	CL-OL						
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06			LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil		
SONDEO	Sondeo			PROFUNDIDAD	1 M		
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación mm	Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo kPa	Esfuerzo kg/cm ²	DIMENSIONES DE LA PROBETA
0	0	0	0	0.012	0	0	Dimension L (cm)
10	0.158	0.25	0.00984	0.012	13.0589	0.13316	Dimension B (cm)
20	0.404	0.59	0.02323	0.012	33.3912	0.3405	Altura H (cm)
30	0.697	0.9	0.03543	0.012	57.6081	0.58744	Área A ₀ (cm ²)
40	1.044	1.22	0.04803	0.012	86.2881	0.8799	Peso total W _T (g)
50	1.428	1.5	0.05906	0.012	118.026	1.20354	Volumen total V _T (cm ³)
60	1.939	1.77	0.06968	0.012	160.261	1.63422	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDA
80	3.307	2.359	0.09287	0.012	273.328	2.78718	Peso muestra húmeda W ₁ (g)
100	5.165	3.04	0.11968	0.012	426.895	4.35313	Peso muestra seca W ₂ (g)
120	7.281	3.66	0.14409	0.012	601.785	6.13652	Peso del molde W _c (g)
140	9.255	4.239	0.16689	0.012	764.939	7.80024	% de humedad
160	10.854	4.86	0.19134	0.012	897.099	9.1479	Peso del agua W _w (g)
180	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	Peso de sólidos W _s (g)
200	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	Densidad seca (kg/m ³)
220	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	Densidad húmeda (kg/m ³)
240	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	Gravedad específica
260	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996037	DATOS DEL ENSAYO
300	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	Deformación ϵ (%)
330	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	Esbeltez (L/D)
360	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	Área corregida (mm ²)
390	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	Resistencia a la compresión qu (kPa)
420	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
450	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN
480	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	
510	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	
540	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	
570	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	
600	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	
660	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	
720	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	
780	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	
840	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	
900	11.034	5.29	0.20827	0.012	911.976	9.2996	
OBSERVACIONES:							
LABORATORISTA		Administrador del sistema		DIRECTOR LABORATORIO			

Anexo 33

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión $T_{M1} 0.50 \%$

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA		INV E-152 ASTM D-2166		
		Formato		Revisión No.		Fecha Revisión						
INFORMACIÓN GENERAL												
No. ENSAYO	190	FECHA ENSAYO	2024-08-27	ID. MUESTRA	T_M1 0.50%							
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano											
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello											
MATERIAL	CL-OL											
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06			LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil							
SONDEO	Sondeo			PROFUNDIDAD	1 M							
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación		Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo		DIMENSIONES DE LA PROBETA				
		mm	pulgadas			kPa	kg/cm ²					
0	0	0	0	0	0.01102	0	0	Dimension L (cm)				10.600
10	0.085	0.059	0.00232	0.059	0.01102	7.71045	0.07863	Dimension B (cm)				10.400
20	0.209	0.19	0.00748	0.19	0.01102	18.9586	0.19333	Altura H (cm)				10.500
30	0.353	0.29	0.01142	0.29	0.01102	32.021	0.32653	Área A ₀ (cm ²)				110.240
40	0.509	0.35	0.01378	0.35	0.01102	46.172	0.47083	Peso total W _T (g)				--
50	0.691	0.42	0.01654	0.42	0.01102	62.6814	0.63918	Volumen total V _T (cm ³)				1157.520
60	0.906	0.5	0.01969	0.5	0.01102	82.1843	0.83805	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD				
80	1.439	0.67	0.02638	0.67	0.01102	130.533	1.33108	Peso muestra húmeda W ₁ (g)				--
100	2.158	0.909	0.03579	0.909	0.01102	195.755	1.99615	Peso muestra seca W ₂ (g)				--
120	3.071	1.2	0.04724	1.2	0.01102	278.574	2.84068	Peso del molde W _c (g)				--
140	4.135	1.49	0.05866	1.49	0.01102	375.091	3.82488	% de humedad				--
160	5.243	1.79	0.07047	1.79	0.01102	475.599	4.84978	Peso del agua W _w (g)				--
180	6.432	2.06	0.0811	2.06	0.01102	583.454	5.9496	Peso de sólidos W _s (g)				--
200	7.771	2.319	0.0913	2.319	0.01102	704.917	7.18818	Densidad seca (kg/m ³)				--
220	8.546	2.52	0.09921	2.52	0.01102	775.218	7.90505	Densidad húmeda (kg/m ³)				--
240	9.159	2.68	0.10551	2.68	0.01102	830.824	8.47208	Gravedad específica				--
260	9.79	2.94	0.11575	2.94	0.01102	888.062	9.05575	DATOS DEL ENSAYO				
300	10.205	3.62	0.14252	3.62	0.01102	925.708	9.43963	Deformación ϵ (%)				5.060
330	10.43	4.37	0.17205	4.37	0.01102	946.118	9.64775	Esbeltez (L/D)				--
360	9.652	5.06	0.19921	5.06	0.01102	875.544	8.9281	Área corregida (mm ²)				--
390	9.652	5.06	0.19921	5.06	0.01102	875.544	8.9281	Resistencia a la compresión q _u (kPa)				946.118
420	9.652	5.06	0.19921	5.06	0.01102	875.544	8.9281	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)				9.648
450	9.652	5.06	0.19921	5.06	0.01102	875.544	8.9281	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN				
480	9.652	5.06	0.19921	5.06	0.01102	875.544	8.9281					
510	9.652	5.06	0.19921	5.06	0.01102	875.544	8.9281					
540	9.652	5.06	0.19921	5.06	0.01102	875.544	8.9281					
570	9.652	5.06	0.19921	5.06	0.01102	875.544	8.9281					
600	9.652	5.06	0.19921	5.06	0.01102	875.544	8.9281					
660	9.652	5.06	0.19921	5.06	0.01102	875.544	8.9281					
720	9.652	5.06	0.19921	5.06	0.01102	875.544	8.9281					
780	9.652	5.06	0.19921	5.06	0.01102	875.544	8.9281					
840	9.652	5.06	0.19921	5.06	0.01102	875.544	8.9281					
900	9.652	5.06	0.19921	5.06	0.01102	875.544	8.9281					
OBSERVACIONES:												
LABORATORISTA		Administrador del sistema				DIRECTOR LABORATORIO						

Anexo 34

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión $T_{M2} 0.50 \%$

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA INV E-152 ASTM D-2166									
		Formato		Revisión No.		Fecha Revisión					
INFORMACIÓN GENERAL											
No. ENSAYO	191	FECHA ENSAYO	2024-08-27	ID. MUESTRA	T_M2 0.5%						
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano										
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello										
MATERIAL	CL-OL										
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06			LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil						
SONDEO	Sondeo			PROFUNDIDAD	1 M						
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación		Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo		DIMENSIONES DE LA PROBETA			
		mm	pulgadas			kPa	kg/cm ²				
0	0	0	0	0	0.011	0	0	Dimension L (cm)	10.700		
10	0.047	0.01	0.00039	0.01	0.011	4.10516	0.04186	Dimension B (cm)	10.700		
20	0.119	0.17	0.00669	0.17	0.011	10.3939	0.10599	Altura H (cm)	10.500		
30	0.186	0.32	0.0126	0.32	0.011	16.246	0.16566	Área A ₀ (cm ²)	114.490		
40	0.266	0.48	0.0189	0.48	0.011	23.2335	0.23692	Peso total W _T (g)	--		
50	0.364	0.63	0.0248	0.63	0.011	31.7932	0.3242	Volumen total V _T (cm ³)	1202.145		
60	0.472	0.75	0.02953	0.75	0.011	41.2263	0.42039	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDA			
80	0.784	1.03	0.04055	1.03	0.011	68.4776	0.69828	Peso muestra húmeda W ₁ (g)	--		
100	1.167	1.31	0.05157	1.31	0.011	101.93	1.0394	Peso muestra seca W ₂ (g)	--		
120	1.701	1.55	0.06102	1.55	0.011	148.572	1.51502	Peso del molde W _c (g)	--		
140	2.421	1.76	0.06929	1.76	0.011	211.46	2.15629	% de humedad	--		
160	3.348	1.93	0.07598	1.93	0.011	292.427	2.98194	Peso del agua W _w (g)	--		
180	4.617	2.13	0.08386	2.13	0.011	403.267	4.11219	Peso de sólidos W _s (g)	--		
200	6.158	2.319	0.0913	2.319	0.011	537.864	5.4847	Densidad seca (kg/m ³)	--		
220	7.659	2.48	0.09764	2.48	0.011	668.967	6.82159	Densidad húmeda (kg/m ³)	--		
240	8.97	2.66	0.10472	2.66	0.011	783.475	7.98925	Gravedad específica	--		
260	9.386	2.92	0.11496	2.92	0.011	819.81	8.35976	DATOS DEL ENSAYO			
300	9.242	3.76	0.14803	3.76	0.011	807.232	8.23151	Deformación ϵ (%)	6.250		
330	9.395	4.49	0.17677	4.49	0.011	820.596	8.36778	Esbeltez (L/D)	--		
360	9.744	5.13	0.20197	5.13	0.011	851.079	8.67862	Área corregida (mm ²)	--		
390	9.523	5.5	0.21654	5.5	0.011	831.776	8.48178	Resistencia a la compresión qu (kPa)	851.079		
420	9.496	5.87	0.2311	5.87	0.011	829.417	8.45774	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	8.679		
450	8.705	6.25	0.24606	6.25	0.011	760.328	7.75322	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN			
480	8.705	6.25	0.24606	6.25	0.011	760.328	7.75322				
510	8.705	6.25	0.24606	6.25	0.011	760.328	7.75322				
540	8.705	6.25	0.24606	6.25	0.011	760.328	7.75322				
570	8.705	6.25	0.24606	6.25	0.011	760.328	7.75322				
600	8.705	6.25	0.24606	6.25	0.011	760.328	7.75322				
660	8.705	6.25	0.24606	6.25	0.011	760.328	7.75322				
720	8.705	6.25	0.24606	6.25	0.011	760.328	7.75322				
780	8.705	6.25	0.24606	6.25	0.011	760.328	7.75322				
840	8.705	6.25	0.24606	6.25	0.011	760.328	7.75322				
900	8.705	6.25	0.24606	6.25	0.011	760.328	7.75322				
OBSERVACIONES:											
LABORATORISTA		Administrador del sistema			DIRECTOR LABORATORIO						

Anexo 35

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión $T_{M3} 0.50 \%$

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
		ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA						
		INV E-152 ASTM D-2166						
Formato		Revisión No.		Fecha Revisión				
INFORMACIÓN GENERAL								
No. ENSAYO	192	FECHA ENSAYO	2024-08-27	ID. MUESTRA	T_M3 0.50%			
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano							
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello							
MATERIAL	CL-OL							
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06	LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil					
SONDEO	Sondeo	PROFUNDIDAD	1 M					
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación mm	Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo kPa	kg/cm ²	DIMENSIONES DE LA PROBETA	
0	0	0	0	0.01254	0	0	Dimension L (cm)	11.000
10	0.071	0.059	0.00232	0.059	0.01254	5.66188	0.05774	Dimension B (cm)
20	0.168	0.24	0.00945	0.24	0.01254	13.3971	0.13661	Altura H (cm)
30	0.273	0.38	0.01496	0.38	0.01254	21.7703	0.222	Área A ₀ (cm ²)
40	0.395	0.529	0.02083	0.529	0.01254	31.4992	0.3212	Peso total W _T (g)
50	0.55	0.66	0.02598	0.66	0.01254	43.8596	0.44725	Volumen total V _T (cm ³)
60	0.742	0.81	0.03189	0.81	0.01254	59.1707	0.60337	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDA
80	1.232	1.12	0.04409	1.12	0.01254	98.2456	1.00183	Peso muestra húmeda W ₁ (g)
100	1.951	1.449	0.05705	1.449	0.01254	155.582	1.5865	Peso muestra seca W ₂ (g)
120	3.003	1.87	0.07362	1.87	0.01254	239.474	2.44196	Peso del molde W _c (g)
140	4.199	2.25	0.08858	2.25	0.01254	334.848	3.41452	% de humedad
160	5.501	2.61	0.10276	2.61	0.01254	438.676	4.47327	Peso del agua W _w (g)
180	6.721	2.99	0.11772	2.99	0.01254	535.965	5.46534	Peso de sólidos W _s (g)
200	8.084	3.29	0.12953	3.29	0.01254	644.657	6.5737	Densidad seca (kg/m ³)
220	9.119	3.57	0.14055	3.57	0.01254	727.193	7.41533	Densidad húmeda (kg/m ³)
240	10.029	3.85	0.15157	3.85	0.01254	799.761	8.15532	Gravedad específica
260	10.763	4.139	0.16295	4.139	0.01254	858.293	8.75219	DATOS DEL ENSAYO
300	11.511	4.88	0.19213	4.88	0.01254	917.943	9.36044	Deformación ϵ (%)
330	11.837	5.48	0.21575	5.48	0.01254	943.939	9.62554	Esbeltez (L/D)
360	12.167	6.01	0.23661	6.01	0.01254	970.255	9.89389	Área corregida (mm ²)
390	12.404	6.42	0.25276	6.42	0.01254	989.155	10.0866	Resistencia a la compresión qu (kPa)
420	12.418	6.81	0.26811	6.81	0.01254	990.271	10.098	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
450	12.068	7.27	0.28622	7.27	0.01254	962.36	9.81338	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN
480	11.801	7.86	0.30945	7.86	0.01254	941.069	9.59626	
510	11.698	8.17	0.32165	8.17	0.01254	932.855	9.51251	
540	11.698	8.17	0.32165	8.17	0.01254	932.855	9.51251	
570	11.698	8.17	0.32165	8.17	0.01254	932.855	9.51251	
600	11.698	8.17	0.32165	8.17	0.01254	932.855	9.51251	
660	11.698	8.17	0.32165	8.17	0.01254	932.855	9.51251	
720	11.698	8.17	0.32165	8.17	0.01254	932.855	9.51251	
780	11.698	8.17	0.32165	8.17	0.01254	932.855	9.51251	
840	11.698	8.17	0.32165	8.17	0.01254	932.855	9.51251	
900	11.698	8.17	0.32165	8.17	0.01254	932.855	9.51251	
OBSERVACIONES:								
LABORATORISTA		Administrador del sistema		DIRECTOR LABORATORIO				

Anexo 36

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión $T_{M4\ 0.50\ \%}$

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA		INV E-152 ASTM D-2166	
		Formato		Revisión No.		Fecha Revisión					
INFORMACIÓN GENERAL											
No. ENSAYO		193		FECHA ENSAYO		2024-08-27		ID. MUESTRA		T_M4 0.50%	
CLIENTE		Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano									
PROYECTO		Estabilización de bloques de adobes con cabello									
MATERIAL		CL-OL									
FECHA DE MUESTREO		2023-11-06				LOCALIZACIÓN		UNMSM E.P. Ing. Civil			
SONDEO		Sondeo				PROFUNDIDAD		1 M			
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación		Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo		DIMENSIONES DE LA PROBETA			
		mm	pulgadas			kPa	kg/cm ²				
0	0	0	0	0	0.01071	0	0	Dimension L (cm)		10.500	
10	0.048	0.029	0.00114	0.029	0.01071	4.48179	0.0457	Dimension B (cm)		10.200	
20	0.116	0.19	0.00748	0.19	0.01071	10.831	0.11045	Altura H (cm)		10.800	
30	0.18	0.32	0.0126	0.32	0.01071	16.8067	0.17138	Área A ₀ (cm ²)		107.100	
40	0.258	0.45	0.01772	0.45	0.01071	24.0896	0.24565	Peso total W _T (g)		--	
50	0.346	0.59	0.02323	0.59	0.01071	32.3063	0.32943	Volumen total V _T (cm ³)		1156.680	
ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD											
60	0.444	0.72	0.02835	0.72	0.01071	41.4566	0.42274	Peso muestra húmeda W ₁ (g)		--	
80	0.684	1.02	0.04016	1.02	0.01071	63.8655	0.65125	Peso muestra seca W ₂ (g)		--	
100	0.977	1.31	0.05157	1.31	0.01071	91.2232	0.93022	Peso del molde W _c (g)		--	
120	1.336	1.61	0.06339	1.61	0.01071	124.743	1.27203	% de humedad		--	
140	1.724	1.93	0.07598	1.93	0.01071	160.971	1.64145	Peso del agua W _w (g)		--	
160	2.164	2.25	0.08858	2.25	0.01071	202.054	2.06039	Peso de sólidos W _s (g)		--	
180	2.725	2.57	0.10118	2.57	0.01071	254.435	2.59453	Densidad seca (kg/m ³)		--	
200	3.38	2.85	0.1122	2.85	0.01071	315.593	3.21816	Densidad húmeda (kg/m ³)		--	
220	4.048	3.12	0.12283	3.12	0.01071	377.965	3.85418	Gravedad específica		--	
240	4.753	3.389	0.13342	3.389	0.01071	443.791	4.52542	DATOS DEL ENSAYO			
260	5.46	3.69	0.14528	3.69	0.01071	509.804	5.19857	Deformación ϵ (%)		5.680	
300	7.541	4.37	0.17205	4.37	0.01071	704.108	7.17993	Esbeltez (L/D)		--	
330	9.044	4.94	0.19449	4.94	0.01071	844.444	8.61097	Área corregida (mm ²)		--	
360	8.265	5.66	0.22283	5.66	0.01071	771.709	7.86927	Resistencia a la compresión qu (kPa)		844.444	
390	8.282	5.68	0.22362	5.68	0.01071	773.296	7.88545	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		8.611	
420	8.282	5.68	0.22362	5.68	0.01071	773.296	7.88545	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN			
450	8.282	5.68	0.22362	5.68	0.01071	773.296	7.88545				
480	8.282	5.68	0.22362	5.68	0.01071	773.296	7.88545				
510	8.282	5.68	0.22362	5.68	0.01071	773.296	7.88545				
540	8.282	5.68	0.22362	5.68	0.01071	773.296	7.88545				
570	8.282	5.68	0.22362	5.68	0.01071	773.296	7.88545				
600	8.282	5.68	0.22362	5.68	0.01071	773.296	7.88545				
660	8.282	5.68	0.22362	5.68	0.01071	773.296	7.88545				
720	8.282	5.68	0.22362	5.68	0.01071	773.296	7.88545				
780	8.282	5.68	0.22362	5.68	0.01071	773.296	7.88545				
840	8.282	5.68	0.22362	5.68	0.01071	773.296	7.88545				
900	8.282	5.68	0.22362	5.68	0.01071	773.296	7.88545				
OBSERVACIONES:											
LABORATORISTA		Administrador del sistema				DIRECTOR LABORATORIO					

Anexo 37

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_{1C} 0.50 %

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
		ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA						
		INV E-152 ASTM D-2166						
Formato		Revisión No.		Fecha Revisión				
INFORMACIÓN GENERAL								
No. ENSAYO	202	FECHA ENSAYO	2024-08-28	ID. MUESTRA	T_1C 0.50%			
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano							
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello							
MATERIAL	CL-OL							
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06	LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil					
SONDEO	Sondeo	PROFUNDIDAD	1 M					
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación mm	Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo kPa	Esfuerzo kg/cm ²	DIMENSIONES DE LA PROBETA	
0	0	0	0	0.01231	0	0	Dimension L (cm)	10.700
10	0.209	0.25	0.00984	0.25	0.01231	16.985	0.1732	Dimension B (cm)
20	0.605	0.61	0.02402	0.61	0.01231	49.167	0.50137	Altura H (cm)
30	1.165	0.92	0.03622	0.92	0.01231	94.677	0.96544	Área A ₀ (cm ²)
40	1.943	1.21	0.04764	1.21	0.01231	157.903	1.61017	Peso total W _T (g)
50	2.923	1.5	0.05906	1.5	0.01231	237.546	2.4223	Volumen total V _T (cm ³)
60	4.172	1.79	0.07047	1.79	0.01231	339.049	3.45735	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDA
80	6.669	2.4	0.09449	2.4	0.01231	541.975	5.52663	Peso muestra húmeda W ₁ (g)
100	8.965	3.16	0.12441	3.16	0.01231	728.566	7.42933	Peso muestra seca W ₂ (g)
120	9.571	3.67	0.14449	3.67	0.01231	777.814	7.93152	Peso del molde W _c (g)
140	9.978	4.16	0.16378	4.16	0.01231	810.89	8.26881	% de humedad
160	9.855	4.82	0.18976	4.82	0.01231	800.894	8.16688	Peso del agua W _w (g)
180	10.107	5.62	0.22126	5.62	0.01231	821.373	8.37571	Peso de sólidos W _s (g)
200	10.232	6.42	0.25276	6.42	0.01231	831.532	8.4793	Densidad seca (kg/m ³)
220	9.936	6.82	0.2685	6.82	0.01231	807.477	8.234	Densidad húmeda (kg/m ³)
240	9.936	6.82	0.2685	6.82	0.01231	807.477	8.234	Gravedad específica
260	9.936	6.82	0.2685	6.82	0.01231	807.477	8.234	DATOS DEL ENSAYO
300	9.936	6.82	0.2685	6.82	0.01231	807.477	8.234	Deformación ϵ (%)
330	9.936	6.82	0.2685	6.82	0.01231	807.477	8.234	Esbeltez (L/D)
360	9.936	6.82	0.2685	6.82	0.01231	807.477	8.234	Área corregida (mm ²)
390	9.936	6.82	0.2685	6.82	0.01231	807.477	8.234	Resistencia a la compresión qu (kPa)
420	9.936	6.82	0.2685	6.82	0.01231	807.477	8.234	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
450	9.936	6.82	0.2685	6.82	0.01231	807.477	8.234	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN
480	9.936	6.82	0.2685	6.82	0.01231	807.477	8.234	
510	9.936	6.82	0.2685	6.82	0.01231	807.477	8.234	
540	9.936	6.82	0.2685	6.82	0.01231	807.477	8.234	
570	9.936	6.82	0.2685	6.82	0.01231	807.477	8.234	
600	9.936	6.82	0.2685	6.82	0.01231	807.477	8.234	
660	9.936	6.82	0.2685	6.82	0.01231	807.477	8.234	
720	9.936	6.82	0.2685	6.82	0.01231	807.477	8.234	
780	9.936	6.82	0.2685	6.82	0.01231	807.477	8.234	
840	9.936	6.82	0.2685	6.82	0.01231	807.477	8.234	
900	9.936	6.82	0.2685	6.82	0.01231	807.477	8.234	
OBSERVACIONES:								
LABORATORISTA		Administrador del sistema		DIRECTOR LABORATORIO				

Anexo 38

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión $T_{2C} 0.50 \%$

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
		ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA						
		INV E-152 ASTM D-2166						
Formato		Revisión No.		Fecha Revisión				
INFORMACIÓN GENERAL								
No. ENSAYO	203	FECHA ENSAYO	2024-08-28	ID. MUESTRA	T _{2C} 0.50%			
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano							
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello							
MATERIAL	CL-OL							
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06	LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil					
SONDEO	Sondeo	PROFUNDIDAD	1 M					
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación mm	Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo kPa	kg/cm ²	DIMENSIONES DE LA PROBETA	
0	0	0	0	0.01113	0	0	Dimension L (cm)	10.700
10	0.086	0.24	0.00945	0.24	0.01113	7.72825	Dimension B (cm)	10.400
20	0.202	0.56	0.02205	0.56	0.01113	18.1524	Altura H (cm)	10.600
30	0.339	0.85	0.03346	0.85	0.01113	30.4637	Área A ₀ (cm ²)	111.280
40	0.49	1.14	0.04488	1.14	0.01113	44.0331	Peso total W _T (g)	--
50	0.648	1.41	0.05551	1.41	0.01113	58.2315	Volumen total V _T (cm ³)	1179.568
60	0.831	1.7	0.06693	1.7	0.01113	74.6765	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDA	
80	1.182	2.3	0.09055	2.3	0.01113	106.219	Peso muestra húmeda W ₁ (g)	--
100	1.511	2.98	0.11732	2.98	0.01113	135.784	Peso muestra seca W ₂ (g)	--
120	2.275	3.57	0.14055	3.57	0.01113	204.439	Peso del molde W _c (g)	--
140	3.255	4.139	0.16295	4.139	0.01113	292.505	% de humedad	--
160	4.47	4.73	0.18622	4.73	0.01113	401.689	Peso del agua W _w (g)	--
180	6.318	5.45	0.21457	5.45	0.01113	567.757	Peso de sólidos W _s (g)	--
200	8.259	6.19	0.2437	6.19	0.01113	742.182	Densidad seca (kg/m ³)	--
220	9.766	6.95	0.27362	6.95	0.01113	877.606	Densidad húmeda (kg/m ³)	--
240	10.509	7.7	0.30315	7.7	0.01113	944.375	Gravedad específica	--
260	10.108	8.6	0.33858	8.6	0.01113	908.339	DATOS DEL ENSAYO	
300	10.001	8.75	0.34449	8.75	0.01113	898.724	Deformación ϵ (%)	8.750
330	10.001	8.75	0.34449	8.75	0.01113	898.724	Esbeltez (L/D)	--
360	10.001	8.75	0.34449	8.75	0.01113	898.724	Área corregida (mm ²)	--
390	10.001	8.75	0.34449	8.75	0.01113	898.724	Resistencia a la compresión qu (kPa)	944.375
420	10.001	8.75	0.34449	8.75	0.01113	898.724	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	9.630
450	10.001	8.75	0.34449	8.75	0.01113	898.724	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN	
480	10.001	8.75	0.34449	8.75	0.01113	898.724		
510	10.001	8.75	0.34449	8.75	0.01113	898.724		
540	10.001	8.75	0.34449	8.75	0.01113	898.724		
570	10.001	8.75	0.34449	8.75	0.01113	898.724		
600	10.001	8.75	0.34449	8.75	0.01113	898.724		
660	10.001	8.75	0.34449	8.75	0.01113	898.724		
720	10.001	8.75	0.34449	8.75	0.01113	898.724		
780	10.001	8.75	0.34449	8.75	0.01113	898.724		
840	10.001	8.75	0.34449	8.75	0.01113	898.724		
900	10.001	8.75	0.34449	8.75	0.01113	898.724		
OBSERVACIONES:								
LABORATORISTA		Administrador del sistema		DIRECTOR LABORATORIO				

Anexo 39

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión $T_{M1} 0.75 \%$

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA INV E-152 ASTM D-2166									
		Formato	Revisión No.		Fecha Revisión						
INFORMACIÓN GENERAL											
No. ENSAYO	194	FECHA ENSAYO	2024-08-27		ID. MUESTRA	T_M1 0.75%					
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano										
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello										
MATERIAL	CL-OL										
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06				LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil					
SONDEO	Sondeo				PROFUNDIDAD	1 M					
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación		Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo		DIMENSIONES DE LA PROBETA			
		mm	pulgadas			kPa	kg/cm ²				
0	0	0	0	0	0.012	0	0	Dimension L (cm)	11.200		
10	0.061	0.09	0.00354	0.09	0.012	5.04299	0.05142	Dimension B (cm)	10.800		
20	0.17	0.25	0.00984	0.25	0.012	14.0542	0.14331	Altura H (cm)	10.000		
30	0.266	0.37	0.01457	0.37	0.012	21.9907	0.22424	Área A ₀ (cm ²)	120.960		
40	0.383	0.49	0.01929	0.49	0.012	31.6634	0.32288	Peso total W _T (g)	--		
50	0.518	0.61	0.02402	0.61	0.012	42.8241	0.43669	Volumen total V _T (cm ³)	1209.600		
60	0.664	0.72	0.02835	0.72	0.012	54.8942	0.55977	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
80	1.054	0.959	0.03776	0.959	0.012	87.1362	0.88855	Peso muestra húmeda W ₁ (g)	--		
100	1.554	1.21	0.04764	1.21	0.012	128.472	1.31006	Peso muestra seca W ₂ (g)	--		
120	2.357	1.54	0.06063	1.54	0.012	194.858	1.987	Peso del molde W _c (g)	--		
140	3.401	1.9	0.0748	1.9	0.012	281.167	2.86712	% de humedad	--		
160	4.633	2.26	0.08898	2.26	0.012	383.019	3.90572	Peso del agua W _w (g)	--		
180	5.977	2.6	0.10236	2.6	0.012	494.13	5.03875	Peso de sólidos W _s (g)	--		
200	7.262	2.87	0.11299	2.87	0.012	600.364	6.12203	Densidad seca (kg/m ³)	--		
220	8.738	3.149	0.12398	3.149	0.012	722.388	7.36633	Densidad húmeda (kg/m ³)	--		
240	9.645	3.38	0.13307	3.38	0.012	797.371	8.13095	Gravedad específica	--		
260	10.234	3.68	0.14488	3.68	0.012	846.065	8.62749	DATOS DEL ENSAYO			
300	10.97	4.43	0.17441	4.43	0.012	906.911	9.24796	Deformación ϵ (%)	6.450		
330	11.05	5.12	0.20157	5.12	0.012	913.525	9.3154	Esbeltez (L/D)	--		
360	10.893	5.75	0.22638	5.75	0.012	900.546	9.18304	Área corregida (mm ²)	--		
390	10.881	6.21	0.24449	6.21	0.012	899.554	9.17293	Resistencia a la compresión qu (kPa)	913.525		
420	10.759	6.45	0.25394	6.45	0.012	889.468	9.07008	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	9.315		
450	10.734	6.45	0.25394	6.45	0.012	887.401	9.049	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN			
480	10.734	6.45	0.25394	6.45	0.012	887.401	9.049				
510	10.734	6.45	0.25394	6.45	0.012	887.401	9.049				
540	10.734	6.45	0.25394	6.45	0.012	887.401	9.049				
570	10.734	6.45	0.25394	6.45	0.012	887.401	9.049				
600	10.734	6.45	0.25394	6.45	0.012	887.401	9.049				
660	10.734	6.45	0.25394	6.45	0.012	887.401	9.049				
720	10.734	6.45	0.25394	6.45	0.012	887.401	9.049				
780	10.734	6.45	0.25394	6.45	0.012	887.401	9.049				
840	10.734	6.45	0.25394	6.45	0.012	887.401	9.049				
900	10.734	6.45	0.25394	6.45	0.012	887.401	9.049				
OBSERVACIONES:											
LABORATORISTA		Administrador del sistema			DIRECTOR LABORATORIO						

Anexo 40

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión $T_{M2} 0.75 \%$

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
		ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA								
		INV E-152 ASTM D-2166								
Formato		Revisión No.		Fecha Revisión						
INFORMACIÓN GENERAL										
No. ENSAYO	195	FECHA ENSAYO	2024-08-27	ID. MUESTRA	T_M2 0.75%					
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano									
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello									
MATERIAL	CL-OL									
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06	LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil							
SONDEO	Sondeo	PROFUNDIDAD	1 M							
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación mm	Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo kPa	kg/cm ²	DIMENSIONES DE LA PROBETA			
0	0	0	0	0.01134	0	0	Dimension L (cm)	10.500		
10	0.059	0.16	0.0063	0.16	0.01134	5.20282	Dimension B (cm)	10.800		
20	0.146	0.34	0.01339	0.34	0.01134	12.8748	Altura H (cm)	10.900		
30	0.235	0.48	0.0189	0.48	0.01134	20.7231	Área A ₀ (cm ²)	113.400		
40	0.355	0.63	0.0248	0.63	0.01134	31.3051	Peso total W _T (g)	--		
50	0.49	0.78	0.03071	0.78	0.01134	43.2099	Volumen total V _T (cm ³)	1236.060		
60	0.633	0.9	0.03543	0.9	0.01134	55.8201	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
80	0.985	1.17	0.04606	1.17	0.01134	86.8607	Peso muestra húmeda W ₁ (g)	--		
100	1.51	1.449	0.05705	1.449	0.01134	133.157	Peso muestra seca W ₂ (g)	--		
120	2.233	1.7	0.06693	1.7	0.01134	196.914	Peso del molde W _c (g)	--		
140	3.217	2	0.07874	2	0.01134	283.686	% de humedad	--		
160	4.358	2.34	0.09213	2.34	0.01134	384.303	Peso del agua W _w (g)	--		
180	5.664	2.71	0.10669	2.71	0.01134	499.471	Peso de sólidos W _s (g)	--		
200	7.031	3.1	0.12205	3.1	0.01134	620.018	Densidad seca (kg/m ³)	--		
220	8.101	3.51	0.13819	3.51	0.01134	714.374	Densidad húmeda (kg/m ³)	--		
240	9.082	3.92	0.15433	3.92	0.01134	800.882	Gravedad específica	--		
260	9.923	4.3	0.16929	4.3	0.01134	875.044	DATOS DEL ENSAYO			
300	9.921	4.89	0.19252	4.89	0.01134	874.868	Deformación ϵ (%)	6.450		
330	10.425	5.41	0.21299	5.41	0.01134	919.312	Esbeltez (L/D)	--		
360	9.863	6.09	0.23976	6.09	0.01134	869.753	Área corregida (mm ²)	--		
390	9.653	6.45	0.25394	6.45	0.01134	851.235	Resistencia a la compresión q _u (kPa)	919.312		
420	9.653	6.45	0.25394	6.45	0.01134	851.235	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	9.374		
450	9.653	6.45	0.25394	6.45	0.01134	851.235	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN			
480	9.653	6.45	0.25394	6.45	0.01134	851.235				
510	9.653	6.45	0.25394	6.45	0.01134	851.235				
540	9.653	6.45	0.25394	6.45	0.01134	851.235				
570	9.653	6.45	0.25394	6.45	0.01134	851.235				
600	9.653	6.45	0.25394	6.45	0.01134	851.235				
660	9.653	6.45	0.25394	6.45	0.01134	851.235				
720	9.653	6.45	0.25394	6.45	0.01134	851.235				
780	9.653	6.45	0.25394	6.45	0.01134	851.235				
840	9.653	6.45	0.25394	6.45	0.01134	851.235				
900	9.653	6.45	0.25394	6.45	0.01134	851.235				
OBSERVACIONES:										
LABORATORISTA		Administrador del sistema		DIRECTOR LABORATORIO						

Anexo 41

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión $T_{M3} 0.75 \%$

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
		ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA						
		INV E-152 ASTM D-2166						
Formato		Revisión No.		Fecha Revisión				
INFORMACIÓN GENERAL								
No. ENSAYO	196	FECHA ENSAYO	2024-08-27	ID. MUESTRA	T_M3 0.75%			
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano							
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello							
MATERIAL	CL-OL							
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06	LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil					
SONDEO	Sondeo	PROFUNDIDAD	1 M					
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación mm	Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo kPa	kg/cm ²	DIMENSIONES DE LA PROBETA	
0	0	0	0	0.01221	0	0	Dimension L (cm)	11.100
10	0.04	0.12	0.00472	0.12	0.01221	3.276	Dimension B (cm)	11.000
20	0.083	0.31	0.0122	0.31	0.01221	6.79771	Altura H (cm)	10.500
30	0.134	0.48	0.0189	0.48	0.01221	10.9746	Área A ₀ (cm ²)	122.100
40	0.192	0.64	0.0252	0.64	0.01221	15.7248	Peso total W _T (g)	--
50	0.26	0.82	0.03228	0.82	0.01221	21.294	Volumen total V _T (cm ³)	1282.050
60	0.33	0.979	0.03854	0.979	0.01221	27.027	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDA	
80	0.482	1.29	0.05079	1.29	0.01221	39.4758	Peso muestra húmeda W ₁ (g)	--
100	0.672	1.6	0.06299	1.6	0.01221	55.0369	Peso muestra seca W ₂ (g)	--
120	0.904	1.88	0.07402	1.88	0.01221	74.0377	Peso del molde W _c (g)	--
140	1.205	2.18	0.08583	2.18	0.01221	98.6896	% de humedad	--
160	1.597	2.52	0.09921	2.52	0.01221	130.794	Peso del agua W _w (g)	--
180	2.132	2.85	0.1122	2.85	0.01221	174.611	Peso de sólidos W _s (g)	--
200	2.784	3.18	0.1252	3.18	0.01221	228.01	Densidad seca (kg/m ³)	--
220	3.521	3.47	0.13661	3.47	0.01221	288.37	Densidad húmeda (kg/m ³)	--
240	4.335	3.71	0.14606	3.71	0.01221	355.037	Gravedad específica	--
260	5.343	3.94	0.15512	3.94	0.01221	437.592	DATOS DEL ENSAYO	
300	6.514	4.55	0.17913	4.55	0.01221	533.497	Deformación ϵ (%)	8.370
330	7.743	5.06	0.19921	5.06	0.01221	634.152	Esbeltez (L/D)	--
360	8.862	5.61	0.22087	5.61	0.01221	725.799	Área corregida (mm ²)	--
390	9.78	6.15	0.24213	6.15	0.01221	800.983	Resistencia a la compresión qu (kPa)	919.328
420	10.528	6.61	0.26024	6.61	0.01221	862.244	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	9.375
450	10.952	6.98	0.2748	6.98	0.01221	896.97	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN	
480	11.151	7.35	0.28937	7.35	0.01221	913.268		
510	11.225	7.87	0.30984	7.87	0.01221	919.328		
540	10.851	8.36	0.32913	8.36	0.01221	888.698		
570	10.789	8.37	0.32953	8.37	0.01221	883.62		
600	10.789	8.37	0.32953	8.37	0.01221	883.62		
660	10.789	8.37	0.32953	8.37	0.01221	883.62		
720	10.789	8.37	0.32953	8.37	0.01221	883.62		
780	10.789	8.37	0.32953	8.37	0.01221	883.62		
840	10.789	8.37	0.32953	8.37	0.01221	883.62		
900	10.789	8.37	0.32953	8.37	0.01221	883.62		
OBSERVACIONES:								
LABORATORISTA		Administrador del sistema		DIRECTOR LABORATORIO				

Anexo 42

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión $T_{M4} 0.75\%$

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA		INV E-152 ASTM D-2166					
		Formato		Revisión No.		Fecha Revisión									
INFORMACIÓN GENERAL															
No. ENSAYO	197		FECHA ENSAYO	2024-08-27		ID. MUESTRA	T_M4 0.75%								
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano														
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello														
MATERIAL	CL-OL														
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06				LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil									
SONDEO	Sondeo				PROFUNDIDAD	1 M									
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación		Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo		DIMENSIONES DE LA PROBETA							
		mm	pulgadas			kPa	kg/cm ²								
0	0	0	0	0	0.01286	0	0	Dimension L (cm)		10.900					
10	0.13	0.15	0.00591	0.15	0.01286	10.1073	0.10307	Dimension B (cm)		11.800					
20	0.303	0.29	0.01142	0.29	0.01286	23.5578	0.24022	Altura H (cm)		10.200					
30	0.449	0.39	0.01535	0.39	0.01286	34.909	0.35597	Área A ₀ (cm ²)		128.620					
40	0.648	0.5	0.01969	0.5	0.01286	50.381	0.51374	Peso total W _T (g)		--					
50	0.843	0.59	0.02323	0.59	0.01286	65.5419	0.66834	Volumen total V _T (cm ³)		1311.924					
60	1.051	0.69	0.02717	0.69	0.01286	81.7136	0.83325	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDA							
80	1.553	0.85	0.03346	0.85	0.01286	120.743	1.23124	Peso muestra húmeda W ₁ (g)		--					
100	2.225	1	0.03937	1	0.01286	172.99	1.76402	Peso muestra seca W ₂ (g)		--					
120	3.117	1.19	0.04685	1.19	0.01286	242.342	2.47121	Peso del molde W _c (g)		--					
140	4.156	1.47	0.05787	1.47	0.01286	323.122	3.29494	% de humedad		--					
160	5.336	1.82	0.07165	1.82	0.01286	414.865	4.23047	Peso del agua W _w (g)		--					
180	6.504	2.24	0.08819	2.24	0.01286	505.676	5.15648	Peso de sólidos W _s (g)		--					
200	7.689	2.67	0.10512	2.67	0.01286	597.807	6.09596	Densidad seca (kg/m ³)		--					
220	8.474	3.1	0.12205	3.1	0.01286	658.84	6.71832	Densidad húmeda (kg/m ³)		--					
240	8.878	3.62	0.14252	3.62	0.01286	690.25	7.03862	Gravedad específica		--					
260	9.597	4.04	0.15905	4.04	0.01286	746.151	7.60866	DATOS DEL ENSAYO							
300	10.602	4.93	0.19409	4.93	0.01286	824.289	8.40544	Deformación ϵ (%)		6.510					
330	10.744	5.6	0.22047	5.6	0.01286	835.329	8.51802	Esbeltz (L/D)		--					
360	10.417	6.25	0.24606	6.25	0.01286	809.905	8.25876	Área corregida (mm ²)		--					
390	10.164	6.51	0.2563	6.51	0.01286	790.235	8.05818	Resistencia a la compresión qu (kPa)		835.329					
420	10.164	6.51	0.2563	6.51	0.01286	790.235	8.05818	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		8.518					
450	10.164	6.51	0.2563	6.51	0.01286	790.235	8.05818	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN							
480	10.164	6.51	0.2563	6.51	0.01286	790.235	8.05818								
510	10.164	6.51	0.2563	6.51	0.01286	790.235	8.05818								
540	10.164	6.51	0.2563	6.51	0.01286	790.235	8.05818								
570	10.164	6.51	0.2563	6.51	0.01286	790.235	8.05818								
600	10.164	6.51	0.2563	6.51	0.01286	790.235	8.05818								
660	10.164	6.51	0.2563	6.51	0.01286	790.235	8.05818								
720	10.164	6.51	0.2563	6.51	0.01286	790.235	8.05818								
780	10.164	6.51	0.2563	6.51	0.01286	790.235	8.05818								
840	10.164	6.51	0.2563	6.51	0.01286	790.235	8.05818								
900	10.164	6.51	0.2563	6.51	0.01286	790.235	8.05818								
OBSERVACIONES:															
LABORATORISTA		Administrador del sistema				DIRECTOR LABORATORIO									

Anexo 43

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión T_{1D} 0.75 %

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
		ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA					
		INV E-152 ASTM D-2166					
Formato		Revisión No.		Fecha Revisión			
INFORMACIÓN GENERAL							
No. ENSAYO	204	FECHA ENSAYO	2024-08-28	ID. MUESTRA	T_1D 0.75%		
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano						
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello						
MATERIAL	CL-OL						
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06			LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil		
SONDEO	Sondeo			PROFUNDIDAD	1 M		
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación mm	Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo kPa kg/cm ²		DIMENSIONES DE LA PROBETA
0	0	0	0	0.01177	0	0	Dimension L (cm)
10	0.135	0.31	0.0122	0.31	0.01177	11.4679	Dimension B (cm)
20	0.343	0.57	0.02244	0.57	0.01177	29.1369	Altura H (cm)
30	0.59	0.8	0.0315	0.8	0.01177	50.1189	Área A ₀ (cm ²)
40	0.858	1.01	0.03976	1.01	0.01177	72.8848	Peso total W _T (g)
50	1.208	1.25	0.04921	1.25	0.01177	102.616	Volumen total V _T (cm ³)
60	1.567	1.48	0.05827	1.48	0.01177	133.112	1259.604
80	2.673	2	0.07874	2	0.01177	227.064	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
100	4.185	2.71	0.10669	2.71	0.01177	355.505	Peso muestra húmeda W ₁ (g)
120	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	Peso muestra seca W ₂ (g)
140	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	Peso del molde W _c (g)
160	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	% de humedad
180	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	Peso del agua W _w (g)
200	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	Peso de sólidos W _s (g)
220	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	Densidad seca (kg/m ³)
240	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	Densidad húmeda (kg/m ³)
260	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	Gravedad específica
300	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	DATOS DEL ENSAYO
330	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	Deformación ϵ (%)
360	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	2.880
390	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	Esbeltez (L/D)
420	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	--
450	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	Área corregida (mm ²)
480	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	--
510	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	Resistencia a la compresión qu (kPa)
540	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	355.505
570	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
600	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	3.625
660	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN
720	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	
780	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	
840	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	
900	3.345	2.88	0.11339	2.88	0.01177	284.149	
OBSERVACIONES:							
LABORATORISTA		Administrador del sistema		DIRECTOR LABORATORIO			

Anexo 44

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión $T_{2D} 0.75 \%$

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
		ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA								
		INV E-152 ASTM D-2166								
Formato		Revisión No.		Fecha Revisión						
INFORMACIÓN GENERAL										
No. ENSAYO	205	FECHA ENSAYO	2024-08-28	ID. MUESTRA	T_2D 0.75%					
CLIENTE	Victor Hugo Vladimiro Huari Maximiliano									
PROYECTO	Estabilización de bloques de adobes con cabello									
MATERIAL	CL-OL									
FECHA DE MUESTREO	2023-11-06	LOCALIZACIÓN	UNMSM E.P. Ing. Civil							
SONDEO	Sondeo	PROFUNDIDAD	1 M							
Tiempo (seg.)	Fuerza (kN)	Deformación mm	Deformación Unitaria ϵ (%)	Área (m ²)	Esfuerzo kPa	kg/cm ²	DIMENSIONES DE LA PROBETA			
0	0	0	0	0.01221	0	0	Dimension L (cm)	10.900		
10	0.096	0.41	0.01614	0.41	0.01221	7.8637	Dimension B (cm)	11.200		
20	0.257	0.73	0.02874	0.73	0.01221	21.0518	Altura H (cm)	10.900		
30	0.44	1.02	0.04016	1.02	0.01221	36.0419	Área A ₀ (cm ²)	122.080		
40	0.681	1.33	0.05236	1.33	0.01221	55.7831	Peso total W _T (g)	--		
50	0.967	1.66	0.06535	1.66	0.01221	79.2104	Volumen total V _T (cm ³)	1330.672		
60	1.34	1.99	0.07835	1.99	0.01221	109.764	ETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
80	2.351	2.68	0.10551	2.68	0.01221	192.579	Peso muestra húmeda W ₁ (g)	--		
100	3.824	3.47	0.13661	3.47	0.01221	313.237	Peso muestra seca W ₂ (g)	--		
120	5.814	4.13	0.1626	4.13	0.01221	476.245	Peso del molde W _c (g)	--		
140	7.597	4.719	0.18579	4.719	0.01221	622.297	% de humedad	--		
160	8.8	5.34	0.21024	5.34	0.01221	720.839	Peso del agua W _w (g)	--		
180	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91	Peso de sólidos W _s (g)	--		
200	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91	Densidad seca (kg/m ³)	--		
220	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91	Densidad húmeda (kg/m ³)	--		
240	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91	Gravedad específica	--		
260	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91	DATOS DEL ENSAYO			
300	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91	Deformación ϵ (%)	5.520		
330	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91	Esbeltez (L/D)	--		
360	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91	Área corregida (mm ²)	--		
390	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91	Resistencia a la compresión qu (kPa)	720.839		
420	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	7.351		
450	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91	ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN			
480	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91				
510	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91				
540	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91				
570	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91				
600	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91				
660	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91				
720	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91				
780	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91				
840	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91				
900	8.691	5.52	0.21732	5.52	0.01221	711.91				
OBSERVACIONES:										
LABORATORISTA		Administrador del sistema		DIRECTOR LABORATORIO						

Anexo 45*Resultados del ensayo Cinta de barro*

(A)



(B)



(C)



(D)

Nota. Pruebas N°1=B, N°2=C, N°3=D

Anexo 46*Resultados del ensayo Presencia de arcilla*

Anexo 47*Resultados del ensayo Resistencia a la compresión - 0.00%*

(T_M1)



(T_M2)



(T_M3)



(T_M4)



(T_1A)



(T_2A)

Anexo 48*Resultados del ensayo Resistencia a la compresión - 0.25%*

(T_M1)



(T_M2)



(T_M3)



(T_M4)



(T_M5)



(T_1B)

Anexo 49*Resultados del ensayo Resistencia a la compresión - 0.50%*

(T_M1)



(T_M2)



(T_M3)



(T_M4)



(T_1C)



(T_2C)

Anexo 50*Resultados del ensayo Resistencia a la compresión - 0.75%*

(T_M1)



(T_M2)



(T_M3)



(T_M4)

Anexo 51

Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M2 0.00%



(A)



(B)



(C)



(D)

Anexo 52

Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M3 0.00%



(A)



(B)



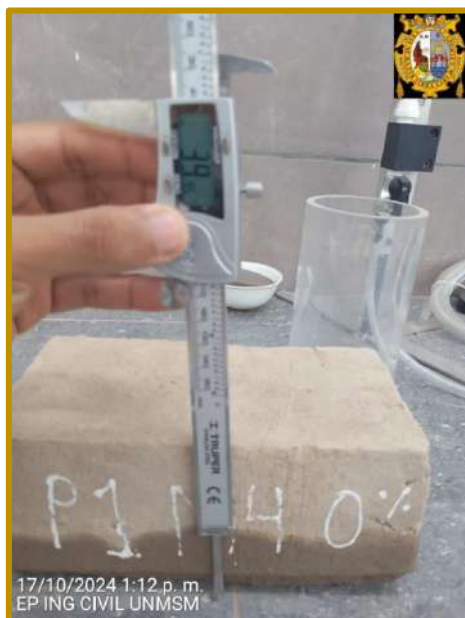
(C)



(D)

Anexo 53

Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M4 0.00%



(A)



(B)



(C)



(D)

Anexo 54

Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M5 0.00%



(A)



(B)



(C)



(D)

Anexo 55

Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M1 0.25%



(A)



(B)



(C)



(D)

Anexo 56

Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M2 0.25%



(A)



(B)



(C)



(D)

Anexo 57

Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M3 0.25%



(A)



(B)



(C)



(D)

Anexo 58

Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M5 0.25%



(A)



(B)



(C)



(D)

Anexo 59

Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M1 0.50%



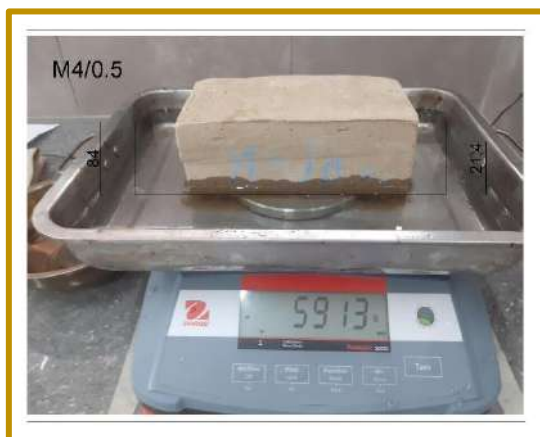
(A)



(B)

Anexo 60

Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M4 0.50%



(A)



(B)

Anexo 61

Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M2 0.50%



(A)



(B)



(C)



(D)

Anexo 62

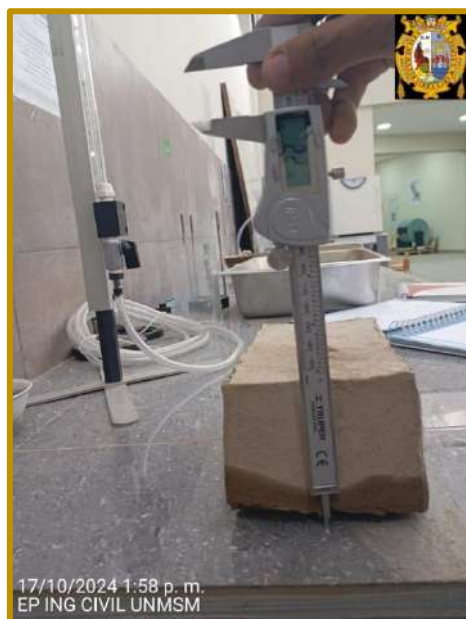
Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M3 0.50%



(A)



(B)



(C)



(D)

Anexo 63

Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M1 0.75%



(A)



(B)



(C)



(D)

Anexo 64

Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M3 0.75%



(A)



(B)



(C)



(D)

Anexo 65

Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M4 0.75%



(A)



(B)



(C)



(D)

Anexo 66

Resultados del ensayo Absorción de agua por capilaridad – M5 0.75%



(A)



(B)



(C)



(D)

Anexo 67*Resultados del ensayo Erosión acelerada Swinburn - 0.00%*

(A-1)



(A-2)



(B-1)



(B-2)

Anexo 68*Resultados del ensayo Erosión acelerada Swinburn - 0.25%*

(A-1)



(A-2)



(B-1)



(B-2)

Anexo 69*Resultados del ensayo Erosión acelerada Swinburn - 0.50%*

(A-1)



(A-2)



(B-1)



(B-2)

Anexo 70*Resultados del ensayo Erosión acelerada Swinburn - 0.75%*

(A-1)



(A-2)



(B-1)



(B-2)

Anexo 71

Certificado de calibración de balanza electrónica SF-400A (1-3)

 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD NTP-ISO/IEC 17025 	
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	
Laboratorio de Masa	N° DE CERTIFICADO MT - 3649 - 2024
Cotización : 6137 SOLICITANTE : HUARI MAXIMILIANO VICTOR HUGO VLADIMIRO DIRECCIÓN : ASENTAMIENTO HUMANO JOSEFINA RAMOS MZ D1 LT 26 IMPERIAL CAÑETE LIMA	METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados. Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados. Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma carece de validez.
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA Marca : NO INDICA Modelo : SF-400A N° de Serie : No indica Capacidad Máxima : 10 000 g Capacidad Mínima : 20 g (*) División de Escala (d) : 1 g División de Verificación (e) : 1 g Clase de Exactitud : III Procedencia : No indica Identificación : ME-5589 ΔT del Local : 10 °C (**) Tipo : Electrónica Ubicación : Área Taller	
FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN Fecha de calibración : 2024-03-18 Fecha de emisión : 2024-03-18 Lugar de calibración : Instalaciones de HUARI MAXIMILIANO VICTOR HUGO VLADIMIRO	
MÉTODO DE CALIBRACIÓN La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.	
AUTORIZADO POR:	
  Gamarra Rodríguez Dennis Gerente Técnico	
PGC-16-r01/Noviembre 2023/Rev. 05	
 www.metrindust.com.pe  Av. del Aire 579 - 581 Urbanización Santa Catalina, La Victoria	 Informes@metrindust.com.pe  (+51) 915 972 598 (+51) 925 033 922
 EMPRESA HOMOLOGADA	

Anexo 72

Certificado de calibración de balanza electrónica SF-400A (2-3)

 METRINDUST	LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD NTP-ISO/IEC 17025	 INACAL IIA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado Registro N° LC-051
--	--	--

Certificado de Calibración
MT - 3649 - 2024

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de METRINDUST S.A.C.	Juego de Pesas 100 mg a 2 kg Clase de exactitud M2	MT - 4246 - 2023 Junio 2023
Patrones de referencia de METRINDUST S.A.C.	Pesa 5 kg Clase de exactitud M2	MT-8954-2023 Octubre 2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	No Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,3 °C	22,4 °C
Humedad Relativa	50 %	50 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	2 500	0,5	0,0	
2	2 500	0,6	-0,1	
3	2 500	0,4	0,1	
4	2 500	0,5	0,0	
5	2 500	0,6	-0,1	
6	2 501	0,7	0,8	
7	2 500	0,5	0,0	
8	2 500	0,6	-0,1	
9	2 500	0,5	0,0	
10	2 501	0,7	0,8	
Emax - Emin (g)		0,9		
e.m.p. ± (g)		3		

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	5 001	0,8	0,7	
2	4 999	0,5	-1,0	
3	5 001	0,7	0,8	
4	5 000	0,5	0,0	
5	4 999	0,6	-1,1	
6	5 001	0,7	0,8	
7	5 001	0,7	0,8	
8	5 000	0,5	0,0	
9	5 001	0,7	0,8	
10	4 999	0,4	-0,9	
Emax - Emin (g)		1,9		
e.m.p. ± (g)		3		

Página : 2 de 3

PGC-16-r01/Noviembre 2023/Rev. 05

 www.metrindust.com.pe  Av. del Aire 579 - 581 Urbanización Santa Catalina, La Victoria	 Informes@metrindust.com.pe  (+51) 915 972 598 (+51) 925 033 922	
---	--	---

EMPRESA HOMOLOGADA

Anexo 73

Certificado de calibración de balanza electrónica SF-400A (3-3)

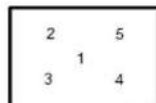


LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
CON SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP-ISO/IEC 17025



Certificado de Calibración
MT - 3649 - 2024

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,4 °C	22,5 °C
Humedad Relativa	50 %	50 %

Determinación de Eo					Determinación del Error Corregido Ec					e.m.p.
N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Ec (g)	± (g)	
1	10	10	0,5	0,0	1 600	1 601	0,6	0,9	2	
2		10	0,7	-0,2		1 602	0,7	1,8		2,0
3		10	0,6	-0,1		1 600	0,5	0,0		0,1
4		10	0,5	0,0		1 598	0,3	-1,8		-1,8
5		10	0,6	-0,1		1 602	0,7	1,8		1,9

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,5 °C	22,3 °C
Humedad Relativa	50 %	50 %

Carga (g)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0,5	0,0						
20	20	0,7	-0,2	-0,2	20	0,5	0,0	0,0	1
50	50	0,5	0,0	0,0	50	0,5	0,0	0,0	1
100	100	0,7	-0,2	-0,2	100	0,4	0,1	0,1	1
200	200	0,6	-0,1	-0,1	201	0,7	0,8	0,8	1
500	500	0,4	0,1	0,1	501	0,7	0,8	0,8	1
1 000	1 001	0,8	0,9	0,9	1 000	0,5	0,0	0,0	2
2 000	2 001	0,7	0,8	0,8	2 001	0,7	0,8	0,8	2
3 000	3 001	0,7	0,8	0,8	3 001	0,8	0,7	0,7	3
4 000	4 002	0,6	1,9	1,9	4 001	0,7	0,8	0,8	3
5 000	5 002	0,8	1,7	1,7	5 002	0,8	1,7	1,7	3

Donde:

I : Indicación de la balanza

ΔL : Carga incrementada

Eo : Error en cero

e.m.p. : Error máximo permitido

E : Error encontrado

Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida = $R - 4,58 \times 10^{-4} \times R$ Incertidumbre Expandida = $2 \times \sqrt{9,4 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 3,0 \times 10^{-2} \times R^2}$ (para $R \leq 5000 \text{ g}$)

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

La indicación de la balanza fue de 5 000 g para una carga de valor nominal 5000 g.

No se está considerando la incertidumbre por deriva de la balanza.

(*) Los valores mencionados se escogieron según NMP-003-2009.

(**) Información proporcionada por el cliente.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

PGC-16-r01/Noviembre 2023/Rev. 05

www.metrindust.com.pe

Informes@metrindust.com.pe

Av. del Aire 579 - 581 Urbanización
Santa Catalina, La Victoria(+51) 915 972 598
(+51) 925 033 922

Página : 3 de 3



Anexo 74

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
BLOQUE DE ADOBE	CABELLO	Porcentaje en peso	Porcentaje (%)	Cuantitativa	Escala de razón
	DOSIS DE CABELLO				
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Esfuerzo de compresión	Presión $\frac{Kg}{cm^2}$	Cuantitativa	Escala de razón
	ABSORCIÓN DE AGUA	Coefficiente de absorción de agua	$\frac{gr}{cm^2 \times \sqrt{min}}$	Cuantitativa	Escala de razón
	EROSIÓN DEL AGUA	Profundidad de oquedad	Milimetro (mm)	Cuantitativa	Escala de razón

Anexo 75

Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
GENERAL	GENERAL	GENERAL	INDEPENDIENTE			
¿Es posible estabilizar bloques de adobe reforzándolos con cabello en el Distrito de Imperial, Provincia de Cañete, Región Lima?	Estabilizar bloques de adobe reforzándolos con cabello en el Distrito de Imperial, Provincia de Cañete, Región Lima.	El uso de cabello como refuerzo logra estabilizar bloques de adobe en el Distrito de Imperial, Provincia de Cañete, Región Lima.	CABELLO	DOSIS DE CABELLO	Porcentaje en peso	Porcentaje (%)
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	DEPENDIENTE			
¿Es posible incrementar la resistencia a la compresión de bloques de adobe reforzándolos con cabello?	Incrementar la resistencia a la compresión de bloques de adobe reforzándolos con cabello.	El uso de cabello como refuerzo, logra incrementar la resistencia a la compresión de bloques de adobe.		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Esfuerzo de compresión	Presión $\frac{Kg}{cm^2}$
¿Es posible reducir la absorción de agua en bloques de adobe reforzándolos con cabello?	Reducir la absorción de agua en bloques de adobe reforzándolos con cabello.	El uso de cabello como refuerzo, reduce la absorción de agua en bloques de adobe.	BLOQUE DE ADOBE	ABSORCIÓN DE AGUA	Coefficiente de absorción de agua	$\frac{gr}{cm^2 \times \sqrt{min}}$
¿Es posible reducir la erosión por caída de agua en bloques de adobe reforzándolos con cabello?	Reducir la erosión por caída de agua en bloques de adobe reforzándolos con cabello.	El uso de cabello como refuerzo, reduce la erosión por caída de agua en bloques de adobe.		EROSIÓN POR CAÍDA DE AGUA	Profundidad de oquedad	Milimetro (mm)