

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A
LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O
MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

AUTORES

CARLOS DIEGO DÍAZ RAMÍREZ

VICTOR EDGARDO PUYEN LAMAS

ASESOR

ING. JUSTO DAVID PEDRAZA FRANCO

Chiclayo, 2019

DEDICATORIA

Esta investigación está dedicada a nuestros padres, por su apoyo incondicional y guiarnos por el buen camino a lo largo de toda nuestra carrera profesional.

AGRADECIMENTOS

Un agradecimiento especial a nuestro asesor, el Ing. Justo Pedraza Franco, debido al tiempo dedicado a esta investigación. Debido a que, con su conocimiento, experiencia y consejos, esta investigación pudo realizarse exitosamente.

Un agradecimiento a nuestros amigos y familiares por el apoyo brindado durante el desarrollo de esta investigación.

RESUMEN

El último fenómeno del niño ocurrido en el norte del Perú ha demostrado que la mayoría de viviendas se encuentran vulnerables a las acciones que este tipo de desastres naturales puedan ocasionar, debido a la ubicación de las viviendas, el material utilizado, y las técnicas de construcción empleadas. Por esto, surge la pregunta ¿Cuánto mejorará la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua, después de evaluar la adición de jabonato de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro? La hipótesis sostiene que alguna de las adiciones de jabonato de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro evaluadas, mejorará la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua, y se justifica desde la perspectiva económica, ambiental, social, técnica y científica. El objetivo general planteado es evaluar qué adición de jabonato de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro mejorará la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua. La investigación es experimental, teniendo como población al departamento de Lambayeque y como muestra el suelo de la ciudad de Túcume, por los resultados obtenidos de los ensayos que se recomiendan en la Norma E.080: Tierra Reforzada. Así mismo, se usaron técnicas e instrumentos para recolectar datos, tales como: la observación directa, experimentos en condiciones controladas de laboratorio y el análisis de datos. El plan de procesamiento de datos abarca: recopilación de información; obtención de materiales y ensayos al suelo para su clasificación; elaboración de las unidades de adobe y finalmente ensayos químicos para observar y obtener la composición físico química del suelo estabilizado y ensayos mecánicos, tanto a la unidad de adobe como a la unión de adobe y mortero (muro) con suelo sin estabilizar y estabilizado en porcentajes de 3%, 6%, 9% y 12%. Finalmente, se realizó una comparación económica en aplicada en un módulo de vivienda y la evaluación de impacto ambiental estudiada en la fabricación de las unidades de adobe y en la realización de los ensayos de laboratorio. Llegando a la conclusión que los porcentajes recomendados para mejorar el comportamiento de la unidad de adobe es de 12% para ambos estabilizantes.

Palabras claves: adobe estabilizado, cactus de San Pedro, jabonato de alumbre, mucílago y resistencia.

ABSTRACT

The last "child phenomenon" in northern Peru has remained in the north of the country has remained in northern Peru. employed. Therefore, the question arises: How much will the resistance of the stabilized adobe improve the action of the water, after evaluating the function of alum jabonate or San Pedro cactus mucilage? The hypothesis that has become an asterisk response of San Pedro cactus evaluated, has improved the resistance of adobe stabilized to the action of water, and is justified from the economic, environmental, social, technical and scientific perspective. The general objective of the plant is to evaluate the amount of alum jabonate or San Pedro cactus mucilage will improve the resistance of adobe stabilized to the action of water. The research is experimental, taking into account the population in the department of Lambayeque and as shown by the soil of the city of Túcume, by the results of the tests that refer to the Standard E.080: Reinforced Earth. Likewise, techniques and instruments are used to collect data, such as: direct observation, experiments in controlled laboratory conditions and data analysis. The data processing plan includes: information collection; Obtaining materials and testing the soil for classification; the elaboration of the units of adobe and finally the tests to obtain and obtain the physical composition the resistance of the stabilized soil and the mechanical tests, as much in the unit of adobe as in the union of adobe and mortar (wall) with unstabilized ground and stabilized in percentages of 3%, 6%, 9% and 12%. Finally, an economic comparison will be made in the application of a housing module and the environmental impact assessment studied in the manufacture of the adobe units and in the performance of the laboratory tests. He concluded that the percentages are recommended to improve the behavior of the adobe unit by 12% for both stabilizers.

Keywords: stabilized adobe, San Pedro cactus, alum soap, mucilage and resistance.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEÓRICO.....	9
2.1.	Antecedentes del problema	9
2.1.1.	Internacional.....	9
2.1.2.	Nacional	11
2.2.	Bases Teórico Científicas.....	15
2.2.1.	Marco legal	16
2.2.1.1.	Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada.....	16
2.2.1.2.	Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma E.070 Albañilería	16
2.2.1.3.	Ley General del Ambiente (Ley N°28611).....	16
2.2.1.4.	NTP 339.127: 1998 (método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo)	17
2.2.1.5.	NTP 339.128: 1999 (suelos. método de ensayo para el análisis granulométrico)	17
2.2.1.6.	NTP 339.129: 1999 (suelos. método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelo)	18
2.2.1.7.	NTP 339.131: 1999 (suelos. método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo)	18
2.2.1.8.	NTP 339.152: 2002 (suelos. método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea)	18
2.2.1.9.	NTP 399.613: 2017 (unidades de albañilería. métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería	18

2.2.1.10.ASTM C 29/ C 29M -97 (método de ensayo estándar para densidad bruta (peso unitario) y vacíos en los agregados).....	18
2.2.2. Unidades de albañilería.....	19
2.2.2.1. Definición.....	19
2.2.2.2. Clasificación por su materia prima	19
2.2.3. Adobe	20
2.2.3.1. Definición de adobe	20
2.2.3.2. Composición y dimensiones del adobe según otros autores	20
2.2.3.3. Componentes del adobe	22
a) Suelo.....	22
b) Agua	24
c) Estabilizante	24
i) Jabonato de alumbre.....	24
(a) Procedimiento de elaboración.....	26
ii) Mucílago de cactus de san pedro (Echinopsis Pachanoi).....	27
(a) Procedimiento de elaboración.....	28
2.2.3.4. Fabricación del adobe	30
2.2.4. Morteros	34
2.2.4.1. Definición.....	34
2.2.4.2. Materia prima	34
2.2.5. Distritos de Lambayeque seleccionados para este proyecto	34
2.2.5.1. Suelo del distrito de Mochumí	34
2.2.5.2. Suelo del distrito de Túcume	35

2.2.5.3. Suelo del distrito de Íllimo.....	36
2.2.6. Interacción suelo – estabilizante	37
2.2.6.1. Microscopía Electrónica de Barrido (MEB)	37
2.2.6.2. Espectroscopia de Energía Dispersiva de Rayos X (XEDS)	38
III. METODOLOGÍA	42
3.1. Tipo y nivel de investigación	42
3.2. Diseño de investigación	42
3.3. Población, muestra y muestreo	43
3.4. Criterios de selección	43
3.5. Operacionalización de variables	44
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	46
3.6.1. Técnicas	46
3.6.2. Fuentes y programas	46
3.6.3. Ensayos de laboratorio	47
3.6.3.1. Ensayos para la selección del suelo	47
a) Resistencia a la rotura después de 2 días	47
b) Peso específico	48
c) Peso volumétrico seco suelto	52
d) Peso volumétrico seco compactado	53
e) Salinidad.....	55
f) Granulometría	59
g) Límites de consistencia	63

h)	Contenido de humedad.....	68
i)	Absorción	71
3.6.3.2.	Ensayos a los estabilizantes	73
a)	Determinación del ph	73
b)	Contenido de sales	73
c)	Identificación de metales pesados.....	73
d)	Porcentaje de volátiles	74
e)	Determinación de la densidad de líquidos	74
f)	Determinación de la viscosidad	77
3.6.3.3.	Ensayos clasificatorios de las unidades de adobe	77
a)	Determinación del peso.....	77
b)	Variación dimensional	80
c)	Alabeo	83
d)	Resistencia a la compresión de la unidad de adobe	86
3.6.3.4.	Ensayos no clasificatorios de las unidades de adobe	90
a)	Resistencia a la compresión en prismas de albañilería	90
b)	Resistencia a la compresión en diagonal de muretes	92
3.6.3.5.	Ensayos comparativos de las unidades de adobe	95
a)	Succión.....	95
b)	Eflorescencia.....	97
c)	Lluvia simulada.....	99
d)	Erosión acelerada	108

e)	Inundación simulada	112
3.6.3.6.	Ensayos al mortero	117
a)	Resistencia a la compresión	117
b)	Resistencia a la tracción	120
3.7.	Procedimiento	122
3.8.	Plan de procesamiento y análisis de datos	123
3.9.	Matriz de consistencia.....	127
3.10.	Consideraciones éticas	127
IV.	RESULTADOS.....	129
4.1.1.	Ensayos para la selección del suelo	130
a)	Resistencia a la rotura después de 2 días	131
b)	Peso específico	131
c)	Peso volumétrico seco suelto y compactado.....	132
d)	Salinidad.....	132
e)	Granulometría	133
f)	Límites de consistencia	134
g)	Contenido de humedad.....	137
h)	Absorción	137
4.1.2.	Ensayos a los estabilizantes	138
a)	Determinación del ph	138
b)	Contenido de sales	138
c)	Identificación de metales pesados.....	139

d)	Porcentaje de volátiles	139
e)	Determinación de la densidad de líquidos	140
f)	Determinación de la viscosidad	141
4.1.3.	Ensayos clasificatorios de las unidades de adobe	141
a)	Determinación del peso.....	141
b)	Variación dimensional	143
c)	Alabeo	147
d)	Resistencia a la compresión de la unidad de adobe	149
4.1.4.	Ensayos no clasificatorios de las unidades de adobe	150
a)	Resistencia a la compresión en prismas de albañilería	150
b)	Resistencia a la compresión en diagonal de muretes	152
4.1.5.	Ensayos comparativos de las unidades de adobe	153
a)	Succión.....	153
b)	Eflorescencia.....	155
c)	Lluvia simulada.....	164
d)	Erosión acelerada	172
e)	Inundación simulada	175
4.1.6.	Ensayos al mortero.....	189
a)	Resistencia a la compresión	189
b)	Resistencia a la tracción	190
4.1.7.	Ensayo con “Microscopio electrónico de Barrido”	191
a)	Suelo natural	191

b)	Suelo con jabonato de alumbre	193
c)	Suelo con mucílago de cactus de San Pedro	194
V.	DISCUSIÓN	197
5.1.	Ensayos para la selección del suelo	197
a)	Resistencia a la rotura después de 2 días	197
b)	Peso específico	197
c)	Peso volumétrico seco suelto	197
d)	Peso volumétrico seco compactado	198
e)	Salinidad.....	198
f)	Granulometría	199
g)	Límites de consistencia	199
h)	Contenido de humedad.....	200
i)	Absorción	200
5.2.	Ensayos a los estabilizantes	200
a)	Determinación del ph	200
b)	Contenido de sales	201
c)	Identificación de metales pesados	201
d)	Porcentaje de volátiles	201
e)	Determinación de la densidad de líquidos	202
f)	Determinación de la viscosidad	202
5.3.	Ensayos clasificatorios de las unidades de adobe	203
a)	Determinación del peso.....	203

b)	Variación dimensional	203
c)	Alabeo	204
d)	Resistencia a la compresión de la unidad de adobe	204
5.3.1.	Ensayos no clasificatorios de las unidades de adobe	205
a)	Resistencia a la compresión en prismas de albañilería	205
b)	Resistencia a la compresión en diagonal de muretes	206
5.4.	Ensayos comparativos de las unidades de adobe	206
a)	Succión.....	206
b)	Eflorescencia.....	207
c)	Lluvia simulada.....	207
d)	Erosión acelerada	210
e)	Inundación simulada	211
5.4.1.	Ensayos al mortero.....	212
a)	Resistencia a la compresión	212
b)	Resistencia a la tracción.....	212
5.4.2.	Ensayo con “Microscopio electrónico de Barrido”	213
a)	Suelo natural	213
b)	Suelo con jabonado de alumbre	213
c)	Suelo con mucílago de cactus de San Pedro	213
VI.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	215
6.1.	Resumen ejecutivo	215
6.2.	Objetivos	215

6.2.1.	Objetivo general	215
6.2.2.	Objetivos específicos	215
6.2.3.	Alcance.....	216
6.3.	Marco legal	216
6.3.1.	Constitución política del Perú	216
6.3.2.	Legislación ambiental peruana.....	217
6.3.3.	Norma para agricultura sostenible	218
6.3.4.	Normativa del ministerio de cultura.....	219
6.3.5.	Reglamento nacional de edificaciones	219
6.3.6.	Normas técnicas peruanas.....	219
6.4.	Descripción y análisis del proyecto	220
6.4.1.	Datos generales de la evaluación	220
6.4.2.	Ubicación del proyecto	222
6.5.	Área de influencia del proyecto	225
6.6.	Línea base ambiental.....	225
6.6.1.	Línea base física.....	225
6.6.1.1.	Ubicación	225
6.6.1.2.	Accesibilidad.....	226
6.6.1.3.	Climatología.....	226
6.6.1.4.	Topografía.....	228
6.6.1.4.1.	Relieve.....	228
6.6.1.4.2.	Extensión territorial.....	228

6.6.1.4.3.	Suelos	228
6.6.2.	Línea base biológica.....	229
6.6.2.1.	Flora	229
6.6.2.2.	Fauna.....	230
6.6.3.	Línea base socioeconómica.....	230
6.6.3.1.	Ambiente social.....	230
6.6.3.2.	Ambiente económico	235
6.7.	Identificación y evaluación de pasivos ambientales	237
6.8.	Identificación y evaluación de impactos ambientales.....	242
6.8.1.	Matriz de Leopold.....	242
6.9.	Plan de manejo ambiental	245
6.9.1.	Programa de prevención y mitigación de los impactos ambientales	245
6.9.1.1.	Características físico químicas.....	245
6.9.1.2.	Condiciones biológicas	250
6.9.1.3.	Factores socio culturales	251
6.9.2.	Análisis de equipos de protección personal	253
6.9.3.	Contenido de plan de manejo ambiental	259
6.10.	Plan de compensación.....	267
6.11.	Conclusiones	268
VII.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	270
VIII.	CONCLUSIONES	274
IX.	RECOMENDACIONES.....	276

X. LISTA DE REFERENCIAS277

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I. DIMENSIONES DEL ADOBE SEGÚN DIFERENTES FUENTES DE INFORMACIÓN.....	21
TABLA II. COMPOSICIÓN DE ADOBE SEGÚN DIFERENTES FUENTES DE INFORMACIÓN.....	23
TABLA III. DOSIFICACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DEL JABONATO DE ALUMBRE.	25
TABLA IV. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	45
TABLA V. CLASIFICACIÓN DE LA LLUVIA EN FUNCIÓN DEL DIÁMETRO DE LAS GOTAS.....	103
TABLA VI. VELOCIDAD TERMINAL DE LA GOTA.....	104
TABLA VII. RESISTENCIA A LA EROSIÓN. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO.....	109
TABLA VIII. MATRIZ DE CONSISTENCIA	127
TABLA IX. ESCALA DE COLORES PARA EL PUNTAJE DE LA MATRIZ DE RESULTADOS.....	129
TABLA X. MATRIZ DE RESULTADOS	129
TABLA XI. ESCALA DE COLORES PARA EL PUNTAJE DE LA MATRIZ DE RESULTADOS.....	130
TABLA XII. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA LA SELECCIÓN DEL SUELO.	130
TABLA XIII. PESO ESPECÍFICO DEL SUELO DE MOCHUMÍ, ÍLLIMO Y TÚCUME...	131
TABLA XIV. PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO Y COMPACTADO DEL SUELO	132
TABLA XV. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO DE MOCHUMÍ	133
TABLA XVI. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO DE ÍLLIMO.....	133

TABLA XVII. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO DE TÚCUME	134
TABLA XVIII. LÍMITES DE CONSISTENCIA – CIUDAD DE TÚCUME	134
TABLA XIX. LÍMITES DE CONSISTENCIA – CIUDAD DE ÍLLIMO.....	135
TABLA XX. LÍMITES DE CONSISTENCIA – CIUDAD DE MOCHUMÍ	136
TABLA XXI. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO DE MOCHUMÍ, ÍLLIMO Y TÚCUME.....	137
TABLA XXII. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.....	137
TABLA XXIII. DETERMINACIÓN DEL PH DE MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO Y JABONATO DE ALUMBRE.....	138
TABLA XXIV. CONTENIDO DE SALES EN LOS ESTABILIZANTES.....	138
TABLA XXV. CANTIDAD DE METALES PESADOS EN EL MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO Y JABONATO DE ALUMBRE.....	139
TABLA XXVI. PORCENTAJE DE SUSTANCIAS VOLÁTILES EN LOS ESTABILIZANTES.....	139
TABLA XXVII. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE LÍQUIDOS - JABONATO DE ALUMBRE	140
TABLA XXVIII. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE LÍQUIDOS – MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO	140
TABLA XXIX. VISCOSIDAD DE LOS ESTABILIZANTES	141
TABLA XXX. ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL PESO (NTP 399.613)	141
TABLA XXXI. VARIACIÓN DIMENSIONAL EN 14 MUESTRAS DE ADOBE.....	143
TABLA XXXII. ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613)	147
TABLA XXXIII. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS DE ADOBE	149

TABLA XXXIV. MEDIDAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PRISMA DE ALBAÑILERÍA	150
TABLA XXXV. ÁREA, CARGA Y ESFUERZO ADMISIBLE DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PRISMA DE ALBAÑILERÍA	150
TABLA XXXVI. ESFUERZOS DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA.....	151
TABLA XXXVII. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA Y COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES.....	152
TABLA XXXVIII. RESULTADOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN DE LAS UNIDADES DE ADOBE	153
TABLA XXXIX. EFLORESCENCIA PRESENTADA EN LAS UNIDADES DE ADOBE SIN ESTABILIZAR.....	155
TABLA XL. EFLORESCENCIA PRESENTADA EN LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO CON JABONATO DE ALUMBRE AL 3%	156
TABLA XLI. EFLORESCENCIA PRESENTADA EN LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO CON JABONATO DE ALUMBRE AL 6%	157
TABLA XLII. FLORESCENCIA PRESENTADA EN LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO CON JABONATO DE ALUMBRE AL 9%	158
TABLA XLIII. EFLORESCENCIA PRESENTADA EN LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO CON JABONATO DE ALUMBRE AL 12%	159
TABLA XLIV. EFLORESCENCIA PRESENTADA EN LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO CON SAN PEDRO AL 3%.....	160
TABLA XLV. EFLORESCENCIA PRESENTADA EN LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO CON SAN PEDRO AL 6%	161
TABLA XLVI. EFLORESCENCIA PRESENTADA EN LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO CON SAN PEDRO AL 9%	162

TABLA XLVII. EFLORESCENCIA PRESENTADA EN LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO CON SAN PEDRO AL 12%.....	163
TABLA XLVIII. DATOS DE GOTA PARA DISEÑAR EL SIMULADOR DE LLUVIA....	164
TABLA XLIX. DATOS DEL SIMULADOR DE LLUVIA	164
TABLA L. DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD, NÚMERO DE GOTAS Y PRECIPITACIÓN DEL SIMULADOR DE LLUVIA	165
TABLA LI. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE GOTA.....	165
TABLA LII. MEDICIONES DEL MECANISMO DE LLUVIA SIMULADA	166
TABLA LIII. RESULTADOS DEL ENSAYO DE LLUVIA SIMULADA DE LA UNIDAD DE ADOBE.....	167
TABLA LIV. RESULTADOS DEL ENSAYO DE LLUVIA SIMULADA AL MURO DE ADOBE	170
TABLA LV. RESULTADOS DE ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA (1)	172
TABLA LVI. RESULTADOS DE ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA (2).....	173
TABLA LVII. RESULTADOS DE ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA (3)	173
TABLA LVIII. RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL MORTERO	190
TABLA LIX. EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO PARA LA ELABORACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. (1)	221
TABLA LX. ENTIDAD AUTORIZADA PARA LA ELABORACIÓN DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. (2).....	221
TABLA LXI. ENTIDAD AUTORIZADA PARA LA ELABORACIÓN DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. (3).....	222
TABLA LXII. DATOS HISTÓRICOS DEL TIEMPO EN TÚCUME.....	228
TABLA LXIII. CIUDAD DE TÚCUME - USO DE SUELO	231

TABLA LXIV. CIUDAD DE TÚCUME - EQUIPAMIENTO SALUD	231
TABLA LXV. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN.....	232
TABLA LXVI. CARACTERÍSTICAS DEL RESERVORIO APOYADO EXISTENTE.....	233
TABLA LXVII. CIUDAD DE TÚCUME - INFRAESTRUCTURA DE SERVICIO BÁSICO - AGUA	233
TABLA LXVIII. CIUDAD DE TÚCUME - INFRAESTRUCTURA DE SERVICIO BÁSICO - ALCANTARILLADO	234
TABLA LXIX. CIUDAD DE TÚCUME – TIPO DE ALUMBRADO	234
TABLA LXX. CIUDAD DE TÚCUME - EQUIPAMIENTO EDUCACIÓN	235
TABLA LXXI. ACTIVIDAD ECONÓMICA DE SU CENTRO DE LABOR	236
TABLA LXXII. FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES - SUELO	239
TABLA LXXIII. FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES – CACTUS DE SAN PEDRO.....	241
TABLA LXXIV. MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA ETAPA DE FABRICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ADOBE	243
TABLA LXXV. MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA ETAPA ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LAS UNIDADES DE ADOBE	244
TABLA LXXVI. FOCOS DE CONTAMINACIÓN, CONTAMINANTES Y EFECTOS SOBRE EL MEDIO DE ATMÓSFERA	260
TABLA LXXVII. FACTOR IMPACTADO, INDICADOR, UNIDAD DE MEDIDA Y, MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS ATMÓSFERA	260
TABLA LXXVIII. FOCOS DE CONTAMINACIÓN, CONTAMINANTES Y EFECTOS SOBRE EL MEDIO DE SUELO.....	261

TABLA LXXIX. FACTOR IMPACTADO, INDICADOR, UNIDAD DE MEDIDA Y, MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS SUELO.	261
TABLA LXXX. FOCOS DE CONTAMINACIÓN, CONTAMINANTES Y EFECTOS SOBRE EL MEDIO DE AGUA	262
TABLA LXXXI. FACTOR IMPACTADO, INDICADOR, UNIDAD DE MEDIDA Y, MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS AGUA.....	262
TABLA LXXXII. FOCOS DE CONTAMINACIÓN, CONTAMINANTES Y EFECTOS SOBRE EL MEDIO DE VEGETACIÓN.....	263
TABLA LXXXIII. FACTOR IMPACTADO, INDICADOR, UNIDAD DE MEDIDA Y, MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS VEGETACIÓN.....	263
TABLA LXXXIV. FOCOS DE CONTAMINACIÓN, CONTAMINANTES Y EFECTOS SOBRE EL MEDIO DE FAUNA.....	264
TABLA LXXXV. FACTOR IMPACTADO, INDICADOR, UNIDAD DE MEDIDA Y, MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS FAUNA.....	264
TABLA LXXXVI. FOCOS DE CONTAMINACIÓN, CONTAMINANTES Y EFECTOS SOBRE EL MEDIO DE PAISAJE	265
TABLA LXXXVII. FACTOR IMPACTADO, INDICADOR, UNIDAD DE MEDIDA Y, MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS PAISAJE.....	265
TABLA LXXXVIII. FOCOS DE CONTAMINACIÓN, CONTAMINANTES Y EFECTOS SOBRE EL MEDIO DE HUMANOS	266
TABLA LXXXIX. FACTOR IMPACTADO, INDICADOR, UNIDAD DE MEDIDA Y, MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS HUMANOS	266
TABLA XC. RESUMEN DE PARTIDAS	272
TABLA XCI. RESULTADOS DEL COSTO DE LA VIVIENDA.....	273

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Otras formas existentes para el adobe: 1) Trapezoidales. 2) Cilíndricos. 3) Cónicos	21
Fig. 2 Muestra de Alumbre	26
Fig. 3 Piedra de Alumbre Molida.....	26
Fig. 4 Rayado de Jabón Neutro en Barra	26
Fig. 5 Preparación del Jabonato de Alumbre	27
Fig. 6 Muestra de cactus de San Pedro.....	28
Fig. 7 Cactus de San Pedro usados para la fabricación de estabilizante	29
Fig. 8 Cactus de San Pedro con las espinas cortadas	29
Fig. 9 Cactus de San Pedro cortado en pedazos pequeños.....	29
Fig. 10 Pedazos de Cactus de San Pedro puestos a remojar por 24 horas	29
Fig. 11 Pedazos de cactus de San Pedro después de haber remojado por 24 horas, puestos a hervir por un periodo de tiempo de 30 minutos o hasta que el agua hierva.....	30
Fig. 12 Almacenaje del Mucílago de Cactus de San Pedro en baldes de aceite de 19 litros	30
Fig. 13 Lugar de extracción del suelo de Túcume para la fabricación de adobes.....	31
Fig. 14 Separación del suelo a trabajar para su respectivo remojo un día antes de la elaboración de las unidades de adobe	31
Fig. 15 Remojo de la tierra para su posterior mezclado con agua estabilizada.....	31
Fig. 16 Mezclado del agua usada para la elaboración de las unidades de adobe con San Pedro 3%.....	31
Fig. 17 Colocación del agua mezclada con San Pedro 3% a la tierra usada para la fabricación de las unidades de adobe	32
Fig. 18 Secado de las unidades de adobe	32

Fig. 19 Transporte de las unidades de adobe de Túcume a la ciudad de Chiclayo	32
Fig. 20 Trayecto recorrido desde la Ciudad de Túcume hasta Lugar de almacenaje - La victoria - Chiclayo	32
Fig. 21 Unidades de adobe transportadas y descargadas en la ciudad de Chiclayo	33
Fig. 22 Lugar donde se extraerá el suelo, cercanías del dren de Mochumí	35
Fig. 23 Ubicación de la zona de extracción del suelo para la fabricación de adobe, Túcume	36
Fig. 24 Ubicación de la zona de extracción del suelo para la elaboración del adobe, Íllimo.	36
Fig. 25 Visita a ladrillera en la ciudad de Íllimo	37
Fig. 26. Ejemplo de materiales visualizados con el Microscopio Electrónico de Barrido.....	38
Fig. 27. Dispersión del haz de electrones elástica e inelástica	39
Fig. 28. Esquema del proceso de la Espectroscopia de Energía Dispersiva de Rayos X (XEDS)	40
Fig. 29. Microscopio electrónico de Barrido (MEB) y computadora para el procesamiento de datos.	40
Fig. 30. Resultados de la prueba de bola: 1) Tierra con adecuada cantidad de arcilla. 2) Tierra con baja cantidad de arcilla	47
Fig. 31. Resultados de la prueba de bola: 1) Tierra con adecuada cantidad de arcilla. 2) Tierra con baja cantidad de arcilla	48
Fig. 32. Peso de fiola utilizada en el ensayo de gravedad específica	50
Fig. 33. Agua destilada utilizada para el ensayo de gravedad específica.....	50
Fig. 34. Peso de fiola con agua destilada (500 gr)	50
Fig. 35. Peso de muestra de suelo para ensayo (100 gr)	50
Fig. 36. Colocación del suelo en la fiola	51
Fig. 37. Fiola hirviendo a baja temperatura.	51

Fig. 38. Agitación de la fiola para eliminar aire atrapado.....	51
Fig. 39. Reposo de muestra de suelo para luego ser pesada.....	51
Fig. 40. Peso de la probeta más la muestra	53
Fig. 41. Peso de la probeta más la muestra	55
Fig. 42. Muestra de Íllimo para ensayar.....	57
Fig. 43. Muestra de Mochumí para ensayar.....	58
Fig. 44. Muestra de Túcume para ensayar.....	58
Fig. 45. Muestras antes del lavado.....	61
Fig. 46. Lavado de muestra	62
Fig. 47. Muestra lavada secada en el horno.....	62
Fig. 48. Tamizado.....	62
Fig. 49. Suelo de Íllimo que pasa la malla N°40.....	67
Fig. 50. Suelo de Mochumí que pasa la malla N°40.....	67
Fig. 51. Suelo de Túcume que pasa la malla N°40	67
Fig. 52. Colocación de muestra húmeda con agua destilada en copa de Casagrande.....	67
Fig. 53. Golpes a la copa de Casagrande para determinación del límite líquido.....	68
Fig. 54. Muestras de suelo para determinación de límite líquido y límite plástico antes de secar en el horno.....	68
Fig. 55. Suelo de Íllimo que pasa la malla N°40.....	70
Fig. 56. Suelo de Mochumí que pasa la malla N°40.....	70
Fig. 57. Suelo de Túcume que pasa la malla N°40.....	70
Fig. 58. Colocación de muestra húmeda con agua destilada en copa de Casagrande.....	70
Fig. 59. Golpes a la copa de Casagrande para determinación del límite líquido.....	71

Fig. 60. Muestras de suelo para determinación de límite líquido y límite plástico antes de secar en el horno.	71
Fig. 61. Peso de muestra de suelo para absorción	72
Fig. 62 Muestra de suelo hirviendo para disminuir contenido de aire.	72
Fig. 63. Balanza Electrónica	76
Fig. 64. Mucílago de cactus de San Pedro – Ensayo de determinación de la densidad de líquidos	76
Fig. 65. Jabonato de alumbre – Ensayo de determinación de la densidad de líquidos	77
Fig. 66 Balanza Electrónica usada para el ensayo de “Determinación del peso”	79
Fig. 67 Brocha usada para el ensayo de “Determinación del peso”	79
Fig. 68 Unidades de adobe ensayadas para “Determinación del peso”	80
Fig. 69. Brocha usada para el ensayo de “Variación dimensional”	82
Fig. 70. Calibrador usado para el ensayo de “Variación dimensional”	82
Fig. 71. Unidades de adobe ensayadas para “Variación dimensional”	83
Fig. 72. Regla metálica usada para el ensayo de “Alabeo”	85
Fig. 73. Varilla metálica usada para el ensayo de “Alabeo”	85
Fig. 74. Brocha usada para el ensayo de “Variación dimensional”	86
Fig. 75. Unidades de adobe ensayadas para “Alabeo”	86
Fig. 76. Ensayo de Compresión a la Unidad de Adobe.....	89
Fig. 77. Ensayo de Compresión a la Unidad de Adobe.....	89
Fig. 78. Fabricación de los muretes para ensayo de “Resistencia a la compresión en prismas de albañilería”.	94

Fig. 79. Fabricación de los muretes para ensayo de “Resistencia a la compresión en diagonal de muretes”.	95
Fig. 80. Nivel de agua 2.5 cm para el ensayo de efluencia.	99
Fig. 81. Almacenaje de las unidades de adobe para el ensayo de efluencia.	99
Fig. 82. Sistema formador de gotas	101
Fig. 83. Soporte del sistema formador de gotas	102
Fig. 84 Figura del cilindro que conforma el mecanismo de lluvia simulada	107
Fig. 85 Figura del cilindro que conforma el mecanismo de lluvia simulada	107
Fig. 86 Figura del mecanismo de lluvia simulada	107
Fig. 87 Depósito con harina para formar grumos con las gotas del mecanismo de “Lluvia simulada”	107
Fig. 88. Grumos de harina formados con las gotas del mecanismo de “Lluvia simulada”	108
Fig. 89. Mesa metálica de soporte para el mecanismo de lluvia simulada	108
Fig. 90. Esquema del ensayo (informativo)	110
Fig. 91. Modelo de erosión acelerada empleado en esta investigación	111
Fig. 92. Mecanismo de erosión acelerada	111
Fig. 93. Construcción del canal	115
Fig. 94. Canal Construido	115
Fig. 95. Impermeabilización del Canal	116
Fig. 96. Prueba Hidráulica del Canal	116
Fig. 97. Muros construidos con porcentaje de estabilizante de 9% y 12%	116
Fig. 98. Muros construidos con porcentaje de estabilizante de 3% y 6%	116

Fig. 99. Ensayo de Inundación Simulada. Muro colapsado de SP estabilizado al 9% al cabo de 5 horas de iniciar el ensayo.	117
Fig. 100. Ensayo de Compresión al mortero.	120
Fig. 101. Falla en el ensayo de compresión al mortero.	120
Fig. 102. Figura del ensayo de resistencia a la tracción	122
Fig. 103. Curva de Límite líquido – Ciudad de Túcume.....	135
Fig. 104. Curva de Límite líquido – Ciudad de Íllimo.....	135
Fig. 105. Curva de Límite líquido – Ciudad de Mochumí	136
Fig. 106. Determinación del peso.....	142
Fig. 107. Variación del peso en %	142
Fig. 108. Variación dimensional del largo	143
Fig. 109. Variación dimensional del largo en porcentaje.....	144
Fig. 110. Variación dimensional del ancho.....	144
Fig. 111. Variación dimensional del ancho en porcentaje	145
Fig. 112. Variación dimensional del alto	145
Fig. 113. Variación dimensional del alto en porcentaje.....	146
Fig. 114. Alabeo de las unidades de adobe	148
Fig. 115. Resistencia a la compresión de las unidades.....	149
Fig. 116. Resistencia a la compresión de pilas de adobe	151
Fig. 117. Resistencia a la tracción indirecta de los muretes.....	152
Fig. 118. Resistencia al esfuerzo de corte en muretes.....	153
Fig. 119. Ensayo de succión.....	154
Fig. 120. Eflorescencia presentada en las unidades de adobe sin estabilizar	155

Fig. 121. Eflorescencia presentada en las unidades de adobe estabilizado con jabonato de alumbre al 3%.....	156
Fig. 122. Eflorescencia presentada en las unidades de adobe estabilizado con jabonato de alumbre al 6%.....	157
Fig. 123. Eflorescencia presentada en las unidades de adobe estabilizado con jabonato de alumbre al 9%.....	158
Fig. 124. Eflorescencia presentada en las unidades de adobe estabilizado con jabonato de alumbre al 12%.....	159
Fig. 125. Eflorescencia presentada en las unidades de adobe estabilizado con san pedro al 3%	160
Fig. 126. Eflorescencia presentada en las unidades de adobe estabilizado con san pedro al 6%	161
Fig. 127. Eflorescencia presentada en las unidades de adobe estabilizado con san pedro al 9%	162
Fig. 128. Eflorescencia presentada en las unidades de adobe estabilizado con san pedro al 12%	163
Fig. 129. Pérdida de peso a los 30 minutos de la unidad de adobe.	167
Fig. 130. Pérdida de peso a los 50 minutos de la unidad de adobe.	168
Fig. 131. Pérdida de peso a los 70 minutos de la unidad de adobe.	168
Fig. 132. Pérdida de peso a los 90 minutos de la unidad de adobe.	169
Fig. 133. Pérdida de peso a los 30 minutos del muro de adobe.	170
Fig. 134. Pérdida de peso a los 50 minutos del muro de adobe.	171
Fig. 135. Pérdida de peso a los 70 minutos del muro de adobe.	171
Fig. 136 Pérdida de peso a los 90 minutos del muro de adobe.	172

Fig. 137. Pérdida de pesos de la unidad antes y después de ser sometida al ensayo de erosión acelerada.....	174
Fig. 138. Porcentaje de la pérdida de peso de las unidades ensayadas.	174
Fig. 139. Oquedad de las unidades de adobe ensayadas.	174
Fig. 140. Tiempo vs absorción Muro SPE 3%	175
Fig. 141. Tiempo vs capilaridad Muro SPE 3%	176
Fig. 142. Tiempo vs absorción Muro JAE 3%	177
Fig. 143. Tiempo vs capilaridad Muro JAE 3%	177
Fig. 144. Tiempo vs absorción Muro SPE 6%	178
Fig. 145. Tiempo vs capilaridad Muro SPE 6%	179
Fig. 146. Tiempo vs absorción Muro JAE 6%	179
Fig. 147. Tiempo vs capilaridad Muro JAE 6%	180
Fig. 148. Tiempo vs absorción Muro SPE 9%	180
Fig. 149. Tiempo vs capilaridad Muro SPE 9%	181
Fig. 150. Tiempo vs absorción Muro JAE 9%	181
Fig. 151. Tiempo vs capilaridad Muro JAE 9%	182
Fig. 152. Tiempo vs absorción Muro SPE 12%	182
Fig. 153. Tiempo vs capilaridad Muro SPE 12%	183
Fig. 154. Tiempo vs absorción Muro JAE 12%	184
Fig. 155. Tiempo vs capilaridad Muro JAE 12%	184
Fig. 156. Tiempo vs absorción Muro AN.	185
Fig. 157. Tiempo vs capilaridad Muro AN.	185
Fig. 158. Tiempo vs absorción.	186

Fig. 159. Tiempo vs capilaridad.....	187
Fig. 160. Tiempo vs volumen acumulado de agua.....	188
Fig. 161. Resistencia a la compresión del mortero.	189
Fig. 162. Resultados del ensayo de resistencia a la tracción del mortero.	190
Fig. 163 a) Microscopía electrónica de barrido a 3000X b) Microscopía electrónica de barrido a 7500X. Suelo arcilloso sin tratamiento	191
Fig. 164 Análisis de EDS (Espectroscopía de dispersión de energía de Rayos X) suelo natural	192
Fig. 165 a) Microscopía electrónica de barrido a 2000X b) Microscopía electrónica de barrido a 7500 X. Suelo arcilloso estabilizado con jabonato de alumbre.....	193
Fig. 166 Análisis de EDS (Espectroscopía de dispersión de energía de Rayos X) suelo con jabonato de alumbre	193
Fig. 167 a) Microscopía electrónica de barrido a 3000X b) Microscopía electrónica de barrido a 7500X. Suelo arcilloso estabilizado con mucílago de cactus de San Pedro	194
Fig. 168 Análisis de EDS (Espectroscopía de dispersión de energía de Rayos X) suelo con mucílago de cactus de San Pedro	195
Fig. 169. Mapa del departamento de Lambayeque.	222
Fig. 170. Mapa de la provincia de Túcume.....	223
Fig. 171. Lugar de extracción del suelo en Túcume, cercano al puente "La Pintada".....	223
Fig. 172. Mapa de la provincia de Chiclayo.	224
Fig. 173. Ubicación del mercado modelo de Chiclayo.	224
Fig. 174. Mapa de distribución de los cactus de San Pedro en el Perú.	224
Fig. 175. Mapa de Túcume, lugar de extracción del suelo para la fabricación de adobe.	225
Fig. 176. Recorrido desde Chiclayo a Túcume.	226

Fig. 177. Climograma de Túcume.....	227
Fig. 178. Diagrama de temperatura Túcume.....	227
Fig. 179. Echinopsis Pachanoi.	229
Fig. 180. Exportaciones de plantas vivas de Echinopsis Pachanoi entre los años 2004 y 2011.	229
Fig. 181. Población según actividad económica	236
Fig. 182. Casco de seguridad.	253
Fig. 183. Zapatos con punta de acero.....	254
Fig. 184. Guantes de seguridad.	255
Fig. 185 .Guantes de PVC.....	255
Fig. 186. Ropa de protección tejida.....	256
Fig. 187. Tapones auditivos.	257
Fig. 188. Lentes con cierre hermético.	257
Fig. 189. Lentes contra protección de partículas.....	258
Fig. 190. Mascarilla purificadora de aire.	259
Fig. 191. Planta general del módulo de vivienda.	270
Fig. 192. Detalle de ventanas en viviendas de adobe.....	271
Fig. 193. Comparación económica entre ambos estabilizantes.....	273

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tabla 1. 1 Número de viviendas según el tipo de material de las paredes	284
Anexo 1. Tabla 1. 2 Número de viviendas según el tipo de material de las paredes y la zona	284
Anexo 1. Tabla 1. 3 Número de viviendas a nivel provincial (Lambayeque) según el tipo de materiales en las paredes	284
Anexo 1. Tabla 1. 4 Precipitaciones máximas acumuladas en 24 horas en la Región Lambayeque	284
Anexo 2. Imágenes 4. 1 Resultados de los ensayos químicos a los estabilizantes hechos en la Universidad Nacional de Trujillo	285
Anexo 2. Imágenes 4. 2 Resultados de los ensayos de cloruros y sulfatos en el suelo de Íllimo	286
Anexo 2. Imágenes 4. 3 Resultados de los ensayos de cloruros y sulfatos en el suelo de Túcume	287
Anexo 2. Imágenes 4. 4 Resultados de los ensayos de cloruros y sulfatos en el suelo de Mochumí	288
Anexo 2. Imágenes 4. 5 Declaración jurada de Carlos Diego Díaz Ramírez	289
Anexo 2. Imágenes 4. 6 Declaración jurada de Víctor Edgardo Puyén Lamas	290
Anexo 2. Imágenes 4. 7 Matriz de resultado parte 1	291
Anexo 2. Imágenes 4. 8 Matriz de resultado parte 2	292
Anexo 2. Imágenes 4. 9 Ensayos para la selección de suelo parte 1	292
Anexo 2. Imágenes 4. 10 Ensayos para la selección de suelo parte 2	293
Anexo 2. Imágenes 4. 11 Ensayos para la selección de suelo parte 3	294
Anexo 2. Imágenes 4. 12 Ensayo de peso específico	295
Anexo 2. Imágenes 4. 13 Ensayo de peso volumétrico seco suelto	296
Anexo 2. Imágenes 4. 14 Ensayo de peso volumétrico seco compactado	297
Anexo 2. Imágenes 4. 15 Ensayo de granulometría	398
Anexo 2. Imágenes 4. 16 Ensayo de límite de consistencia parte 1	399
Anexo 2. Imágenes 4. 17 Ensayo de límite de consistencia parte 2	300
Anexo 2. Imágenes 4. 18 Ensayo de contenido de humedad	301

Anexo 2. Imágenes 4. 19 Ensayo de absorción	302
Anexo 2. Imágenes 4. 20 Ensayo de determinación de PH	303
Anexo 2. Imágenes 4. 21 Ensayo de contenido de sales	304
Anexo 2. Imágenes 4. 22 Ensayo de identificación de metales pesados	305
Anexo 2. Imágenes 4. 23 Identificación de porcentaje de volátiles	306
Anexo 2. Imágenes 4. 24 Ensayo de determinación de la densidad de líquidos parte 1	307
Anexo 2. Imágenes 4. 25 Ensayo de determinación de la densidad de líquidos parte 2	308
Anexo 2. Imágenes 4. 26 Ensayo de determinación de la viscosidad	309
Anexo 2. Imágenes 4. 27 Ensayo de determinación de peso parte 1	310
Anexo 2. Imágenes 4. 28 Ensayo de determinación de peso parte 2	311
Anexo 2. Imágenes 4. 29 Ensayo de variación dimensional parte 1	312
Anexo 2. Imágenes 4. 30 Ensayo de variación dimensional parte 2	313
Anexo 2. Imágenes 4. 31 Ensayo de variación dimensional parte 3	314
Anexo 2. Imágenes 4. 32 Ensayo de variación dimensional parte 4	315
Anexo 2. Imágenes 4. 33 Ensayo de alabeo parte 1	316
Anexo 2. Imágenes 4. 34 Ensayo de alabeo parte 2	317
Anexo 2. Imágenes 4. 35 Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 1	318
Anexo 2. Imágenes 4. 36 Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 2	319
Anexo 2. Imágenes 4. 37 Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 3	320
Anexo 2. Imágenes 4. 38 Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 4	321
Anexo 2. Imágenes 4. 39 Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 5	322
Anexo 2. Imágenes 4. 40 Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 6	323
Anexo 2. Imágenes 4. 41 Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 7	324

Anexo 2. Imágenes 4. 42 Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 8	325
Anexo 2. Imágenes 4. 43 Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 9	326
Anexo 2. Imágenes 4. 44 Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 10	327
Anexo 2. Imágenes 4. 45 Ensayo de la resistencia a la compresión en prismas de albañilería (1)	328
Anexo 2. Imágenes 4. 46 Ensayo de la resistencia a la compresión en prismas de albañilería (2)	329
Anexo 2. Imágenes 4. 47 Ensayo de la resistencia a la compresión en diagonal de muretes parte 1	330
Anexo 2. Imágenes 4. 48 Ensayo de la resistencia a la compresión en diagonal de muretes parte 2	331
Anexo 2. Imágenes 4. 49 Ensayo de succión parte 1	332
Anexo 2. Imágenes 4. 50 Ensayo de succión parte 2	333
Anexo 2. Imágenes 4. 51 Ensayo de succión parte 3	334
Anexo 2. Imágenes 4. 52 Ensayo de eflorescencia parte 1	335
Anexo 2. Imágenes 4. 53 Ensayo de eflorescencia parte 2	336
Anexo 2. Imágenes 4. 54 Ensayo de eflorescencia parte 3	337
Anexo 2. Imágenes 4. 55 Ensayo de eflorescencia parte 4	338
Anexo 2. Imágenes 4. 56 Ensayo de eflorescencia parte 5	339
Anexo 2. Imágenes 4. 57 Ensayo de eflorescencia parte 6	340
Anexo 2. Imágenes 4. 58 Ensayo de eflorescencia parte 7	341
Anexo 2. Imágenes 4. 59 Ensayo de eflorescencia parte 8	342
Anexo 2. Imágenes 4. 60 Ensayo de eflorescencia parte 9	343
Anexo 2. Imágenes 4. 61 Ensayo de eflorescencia parte 10	344
Anexo 2. Imágenes 4. 62 Ensayo de eflorescencia parte 11	345
Anexo 2. Imágenes 4. 63 Ensayo de eflorescencia parte 12	346
Anexo 2. Imágenes 4. 64 Ensayo de eflorescencia parte 13	347

Anexo 2. Imágenes 4. 65 Ensayo de eflorescencia parte 14	348
Anexo 2. Imágenes 4. 66 Ensayo de eflorescencia parte 15	349
Anexo 2. Imágenes 4. 67 Ensayo de eflorescencia parte 16	350
Anexo 2. Imágenes 4. 68 Ensayo de eflorescencia parte 17	351
Anexo 2. Imágenes 4. 69 Ensayo de eflorescencia parte 18	352
Anexo 2. Imágenes 4. 70 Ensayo de eflorescencia parte 19	353
Anexo 2. Imágenes 4. 71 Ensayo de eflorescencia parte 20	354
Anexo 2. Imágenes 4. 72 Ensayo de eflorescencia parte 21	355
Anexo 2. Imágenes 4. 73 Ensayo de eflorescencia parte 22	356
Anexo 2. Imágenes 4. 74 Ensayo de eflorescencia parte 23	357
Anexo 2. Imágenes 4. 75 Ensayo de eflorescencia parte 24	358
Anexo 2. Imágenes 4. 76 Ensayo de eflorescencia parte 25	359
Anexo 2. Imágenes 4. 77 Ensayo de eflorescencia parte 26	360
Anexo 2. Imágenes 4. 78 Ensayo de eflorescencia parte 27	361
Anexo 2. Imágenes 4. 79 Ensayo de eflorescencia parte 28	362
Anexo 2. Imágenes 4. 80 Ensayo de eflorescencia parte 29	363
Anexo 2. Imágenes 4. 81 Ensayo de eflorescencia parte 30	364
Anexo 2. Imágenes 4. 82 Ensayo de eflorescencia parte 31	365
Anexo 2. Imágenes 4. 83 Ensayo de eflorescencia parte 32	366
Anexo 2. Imágenes 4. 84 Ensayo de eflorescencia parte 33	367
Anexo 2. Imágenes 4. 85 Ensayo de eflorescencia parte 34	368
Anexo 2. Imágenes 4. 86 Ensayo de eflorescencia parte 35	369
Anexo 2. Imágenes 4. 87 Ensayo de eflorescencia parte 36	370
Anexo 2. Imágenes 4. 88 Ensayo de lluvia simulada parte 1	371
Anexo 2. Imágenes 4. 89 Ensayo de lluvia simulada parte 2	372
Anexo 2. Imágenes 4. 90 Ensayo de lluvia simulada parte 3	373
Anexo 2. Imágenes 4. 91 Ensayo de lluvia simulada parte 4	374
Anexo 2. Imágenes 4. 92 Ensayo de lluvia simulada parte 5	375
Anexo 2. Imágenes 4. 93 Ensayo de lluvia simulada parte 6	376
Anexo 2. Imágenes 4. 94 Ensayo de lluvia simulada parte 7	377

Anexo 2. Imágenes 4. 95 Ensayo de erosión acelerada parte 1	378
Anexo 2. Imágenes 4. 96 Ensayo de erosión acelerada parte 2	379
Anexo 2. Imágenes 4. 97 Ensayo de inundación simulada parte 1	380
Anexo 2. Imágenes 4. 98 Ensayo de inundación simulada parte 2	381
Anexo 2. Imágenes 4. 99 Ensayo de inundación simulada parte 3	382
Anexo 2. Imágenes 4. 100 Ensayo de inundación simulada parte 4	383
Anexo 2. Imágenes 4. 101 Ensayo de inundación simulada parte 5	384
Anexo 2. Imágenes 4. 102 Ensayo de inundación simulada parte 6	385
Anexo 2. Imágenes 4. 103 Ensayo de inundación simulada parte 7	386
Anexo 2. Imágenes 4. 104 Ensayo de inundación simulada parte 8	387
Anexo 2. Imágenes 4. 105 Ensayo de inundación simulada parte 9	388
Anexo 2. Imágenes 4. 106 Ensayo de inundación simulada parte 10	389
Anexo 2. Imágenes 4. 107 Ensayo de inundación simulada parte 11	390
Anexo 2. Imágenes 4. 108 Ensayo de inundación simulada parte 12	391
Anexo 2. Imágenes 4. 109 Ensayo de inundación simulada parte 13	392
Anexo 2. Imágenes 4. 110 Ensayo de inundación simulada parte 14	393
Anexo 2. Imágenes 4. 111 Ensayo de inundación simulada parte 15	394
Anexo 2. Imágenes 4. 112 Ensayo de inundación simulada parte 16	395
Anexo 2. Imágenes 4. 113 Ensayo de inundación simulada parte 17	396
Anexo 2. Imágenes 4. 114 Ensayo de inundación simulada parte 18	397
Anexo 2. Imágenes 4. 115 Ensayo de inundación simulada parte 19	398
Anexo 2. Imágenes 4. 116 Ensayo de inundación simulada parte 20	399
Anexo 2. Imágenes 4. 117 Ensayo de inundación simulada parte 21	400
Anexo 2. Imágenes 4. 118 Ensayo de resistencia a la compresión parte 1	401
Anexo 2. Imágenes 4. 119 Ensayo de resistencia a la compresión parte 2	402
Anexo 2. Imágenes 4. 120 Ensayo de resistencia a la compresión parte 3	403
Anexo 2. Imágenes 4. 121 Ensayo de resistencia a la compresión parte 4	404
Anexo 2. Imágenes 4. 122 Ensayo de resistencia a la compresión parte 5	405
Anexo 2. Imágenes 4. 123 Ensayo de resistencia a la compresión parte 6	406
Anexo 2. Imágenes 4. 124 Ensayo de resistencia a la compresión parte 7	407

Anexo 2. Imágenes 4. 125 Ensayo de resistencia a la compresión parte 8	408
Anexo 2. Imágenes 4. 126 Ensayo de resistencia a la compresión parte 9	409
Anexo 2. Imágenes 4. 127 Ensayo de resistencia a la compresión parte 10	410
Anexo 2. Imágenes 4. 128 Ensayo de resistencia a la tracción parte 1	411
Anexo 2. Imágenes 4. 129 Ensayo de resistencia a la tracción parte 2	412
Anexo 2. Imágenes 4. 130 Ensayo de resistencia a la tracción parte 3	413
Anexo 2. Imágenes 4. 131 Ensayo de resistencia a la tracción parte 4	414
Anexo 2. Imágenes 4. 132 Ensayo de resistencia a la tracción parte 5	415
Anexo 2. Imágenes 4. 133 Ensayo de resistencia a la tracción parte 6	416
Anexo 2. Imágenes 4. 134 Ensayo de resistencia a la tracción parte 7	417
Anexo 2. Imágenes 4. 135 Ensayo de resistencia a la tracción parte 8	418
Anexo 2. Imágenes 4. 136 Ensayo de resistencia a la tracción parte 9	419
Anexo 2. Imágenes 4. 137 APU Fabricación de adobe parte 1	420
Anexo 2. Imágenes 4. 138 APU Fabricación de adobe parte 2	421
Anexo 2. Imágenes 4. 139 APU Fabricación de adobe parte 3	422
Anexo 2. Imágenes 4. 140 APU Fabricación de adobe parte 4	423
Anexo 2. Imágenes 4. 141 APU Fabricación de adobe parte 5	424
Anexo 2. Imágenes 4. 142 APU Fabricación de adobe parte 5	425
Anexo 2. Imágenes 4. 143 APU Fabricación de adobe parte 6	426
Anexo 2. Imágenes 4. 144 APU Fabricación de adobe parte 7	427
Anexo 2. Imágenes 4. 145 Ensayo de Resistencia a la Compresión de Pilas de Albañilería	428
Anexo 2. Imágenes 4. 146 Ensayo de Resistencia a la Compresión Diagonal de Muretes	429

I. INTRODUCCIÓN

Hoy día, es bien conocido que el número de edificaciones va en aumento, teniendo como material base al concreto, el acero o algún otro material que tenga las características de ser trabajable y perdure con el tiempo. Sin embargo, la tendencia actual no ha permitido que materiales como el adobe o la tierra reforzada se den por muerta, debido a factores como: el querer realizar construcciones más ecológicas o por la realidad económica de algunos países. Al no haber dejado en desuso las construcciones con adobe, es que no pueden ser dejadas de lado las deficiencias que tiene el mismo, como la escasa resistencia a la acción del agua que posee.

Un hecho ocurrido en México, en la región de Tierra Caliente, Centro y Montaña Guerrero, ha dejado en evidencia lo afectado que puede verse el adobe ante la acción del agua, más de 400 viviendas se han visto afectadas por el desbordamiento de las vertientes y arroyos del río Balsas, debido a intensas lluvias que se han dado en un periodo de 72 horas. Esto trajo como consecuencia 238 viviendas dañadas y 115 viviendas inundadas en la región de Tierra Caliente. Si nos vamos a la región Centro, podemos registrar a 20 casas que han sufrido productos de las inundaciones que han originado las intensas lluvias; además, del desplome de una casa construida de adobe y calamina [1].

Las zonas de Cacalotepec y Zompantle se caracterizan por tener una presencia continua de lluvias, al 2017 el número de casas de adobe o tierra reforzada de estas comunidades eran de dos mil quinientos y doscientas respectivamente. Las intensas lluvias que se pueden registrar en estas comunidades, hace que tanto viviendas construidas a base de adobe y cemento, así como las cosechas que conforman las diferentes comunidades existentes se vean muy afectadas por estos fenómenos meteorológicos. A pesar de que las comunidades han intentado reducir el impacto que los fenómenos meteorológicos generan en sus viviendas, el quid del asunto radica en la vulnerabilidad a la acción del agua que tienen los materiales base que las conforman, como es el caso del adobe [2].

En el Perú, también han ocurrido fenómenos meteorológicos que han dejado un gran número de personas afectas, principalmente en aquellas zonas donde el material base de sus construcciones es el adobe. Un claro ejemplo de ello, son las lluvias que han afectado gravemente el norte del país, que han dejado aproximadamente 112 viviendas colapsadas y más de 540

damnificados en la ciudad de Piura. El jefe del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Alberto Lozada, ha recargado gran parte de la responsabilidad a las autoridades de la región por no haber realizado planes de prevención de riesgo de desastres con la adecuada anticipación. Sin embargo, este no es el único motivo por lo que los efectos de este fenómeno han sido tan desastrosos, pues el material del que están hechas dichas viviendas ha podido influir de igual o en mayor medida. Un claro ejemplo del efecto que tiene el tipo de material del que están hechas las viviendas, es en el Asentamiento Humano Miguel Grau, en el distrito de Castilla, en el que el último fenómeno del niño ha dejado más de 30 viviendas desplomadas [3].

El último fenómeno del niño ha traído graves consecuencias en el norte del país, debido a que la mayoría de viviendas que conforman las zonas más afectadas están hechas de adobe. Si nos enfocamos en Piura, el fenómeno mencionado anteriormente ha dejado 165 000 viviendas afectadas y 12 000 viviendas colapsadas. El tipo de situaciones de la que se ha hecho mención contrasta la precariedad de las construcciones en nuestro país y la poca prevención de desastres que existe. Según el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, el país cuenta con más de dos millones de viviendas con riesgo de colapso, debido a tres factores: los materiales utilizados, las zonas donde se ha construido o la combinación de ambas situaciones mencionadas. Según INEI [4], al año 2015, el 34% de las viviendas tenían como material base el adobe y un 43% estaba hecho de calamina. Si bien es cierto, estos datos pueden distar de la realidad actual, son tomados como referencia para darnos cuenta de las condiciones en las que vivían los pobladores de nuestro país al año 2015 [5].

Puno ha registrado la pérdida de al menos de un centenar de viviendas en los barrios de Chanu Chanu y Cerro Colorado, debido a la acción de constantes lluvias, ocurridas en el mes de enero. Las viviendas más afectadas se ubican en el jirón Joaquín Inclán, el agua ha llegado a una altura de hasta 10 cm de alto en las paredes. Esto ha originado que sus paredes se humedezcan de manera peligrosa, pues su material base fue el adobe, ocasionando temor en la población. Este temor radica en los antecedentes que se tienen acerca de la debilidad de las viviendas de adobe ante la acción del agua [6].

En la Anexo 1. Tabla N° 1. 1 Número de viviendas según el tipo de material de las paredes, se puede apreciar que el material más usado es el ladrillo o bloque de cemento, representando el 51.73% del total de viviendas. Este valor ya se esperaba de antemano; sin embargo, debemos de

concentrarnos en el segundo material más usado para la fabricación de las paredes de viviendas, siendo este el adobe. Este material representa el 33.54%, siendo esta una cifra significativa que no debe de ser dejada de lado. Debido a que como se ha expuesto anteriormente, la gran mayoría de viviendas que tienen como materia prima al adobe y que han sufrido los estragos de las inundaciones o lluvias torrenciales, se han visto gravemente afectadas, llegando incluso a colapsar, por la escasa resistencia que tiene este material ante la acción del agua.

A pesar de que es muy conocido que el ladrillo es uno de los materiales más empleados en la construcción de paredes, esto sólo se cumple en las zonas urbanas, en el caso de nuestro país. En la Anexo 1. Tabla N° 1. 2 Número de viviendas según el tipo de material de las paredes y la zona, se puede apreciar que sólo el 9.11% de las viviendas usan el ladrillo o bloque de cemento como material para la construcción de sus paredes, siendo el restante de viviendas construidas con adobe o tapia. Si hablamos de las zonas urbanas, las construcciones con adobe o tapia no dejan de ser una realidad problemática, estando presentes en el 24.13% de las viviendas existentes.

Según el último censo realizado en Lambayeque, el 21 de octubre del 2007, en la Anexo 1. Tabla N° 1. 3 Número de viviendas a nivel provincial (Lambayeque) según el tipo de materiales en las paredes, se aprecia que hay un porcentaje considerable de viviendas que tienen como material base de sus paredes al adobe o tapia. El 43.71 % de las viviendas en Chiclayo, el 81.73 % de las viviendas en Ferreñafe y el 71.12 % de las viviendas en Lambayeque son de adobe, pudiendo llegar a la conclusión que en ciertas provincias de la región llegan a predominar las construcciones de adobe, sobre las de ladrillo o bloque de cemento.

En abril del 2017, a causa del fenómeno del niño es que se creyó conveniente realizar un reporte que represente la situación de los daños en el país. A nivel nacional se registraron 113 víctimas mortales, 178 701 damnificados, 1 049 083 afectados, 397 heridos y 17 desaparecidos. Así mismo, se registraron 20 788 viviendas colapsadas, 19 429 inhabitables y 237 906 afectadas. Los datos mencionados anteriormente nos dan una idea de cómo es que repercutió en el país la acción del fenómeno del niño [7].

Según el diario el Correo, los distritos de la región Lambayeque afectados por el fenómeno del niño fueron 38. Llegando a colapsar más de 799 viviendas en la provincia de Chiclayo, 2 040 viviendas han quedado inhabitables y 5 027 se vieron afectadas de alguna forma por las intensas

lluvias registradas. Sin embargo, la preocupación surge cuando nos damos cuenta que estos números representan en mayor medida a aquellas viviendas construidas con adobe. Según el último reporte actualizado (al 16 de marzo) del Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER) y del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) Regional [8].

A consecuencia del fenómeno del niño, es que las precipitaciones en los meses de febrero y marzo del 2017 han llegado a superar las cifras récord registradas años atrás, principalmente en la estación Jayanca. Estos valores se pueden apreciar en la Anexo 1. Tabla N° 1. 4 Precipitaciones máximas acumuladas en 24 horas en la Región Lambayeque. El único mes en donde los valores de precipitaciones no han superado las cifras récord de años anteriores fue enero del año 2017. Por este motivo, refiriéndose al mes de febrero y marzo, es que dicho fenómeno ha ocasionado consecuencias graves en la región, produciendo el colapso de varias viviendas, principalmente las de adobe.

Del análisis de la situación anteriormente descrita, es que surgió el siguiente problema de investigación ¿Cuánto mejorará la resistencia de adobe estabilizado a la acción del agua, después de evaluar la adición de jabonato de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro? Para atender el problema identificado se planteó la siguiente hipótesis: Algunas de las adiciones de jabonato de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro evaluadas, mejorará la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua. Es así como se definió el objetivo general de evaluar la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonato de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro. Así mismo, se establecieron los siguientes objetivos específicos:

Seleccionar de tres canteras la más adecuada para el estudio, teniendo en cuenta procesos técnicos que evalúen las diferentes propiedades del suelo.

Definir el diseño de mezcla óptimo, que aumente la resistencia a la acción del agua, para la elaboración de unidades de adobe estabilizado con jabonato de alumbre y mucílago de cactus de San Pedro.

Fabricar unidades de adobe y mortero empleando jabonato de alumbre y mucílago de cactus de San Pedro.

Hacer los ensayos físicos, mecánicos y químicos a las unidades de adobe estabilizado y mortero.

Evaluar el impacto ambiental de la fabricación de adobe estabilizado con jabonato de alumbre y mucílago de cactus de San Pedro.

Seleccionar un módulo de vivienda para elaborar el análisis de costos de los elementos que involucren adobe y mortero, fabricados con adobe estabilizado con jabonato de alumbre y mucílago de cactus de San Pedro.

Actualmente en el Perú, las construcciones de adobe son una de las más usadas, sobre todo en zonas rurales, aparte de ser uno de los materiales que se van a seguir usando con el pasar del tiempo. Esto se debe a la serie de ventajas que proporciona el adobe como material de construcción: es un material económico, ecológico, con cualidades aislantes que permiten un bajo consumo energético y no se necesita de mano de obra calificada para su fabricación. Pese a presentar esas características, el adobe tiene un defecto que puede ser determinante en la vulnerabilidad que presenta y más aún si es que está expuesto a las lluvias o inundaciones (poca liberación de energía) y es la escasa resistencia que este demuestra a la acción del agua. El contacto prolongado con esta ocasiona deterioro en sus propiedades físico – mecánicas y posteriormente su desintegración. Muchas investigaciones que se han realizado en el Perú han estudiado y analizado el comportamiento sísmico de las viviendas hechas con este material y presentan una serie de alternativas de solución para reforzarlas y así obtener una mejor respuesta, pero muy pocas evalúan el comportamiento de este ante el efecto de las inundaciones (las cuales se seguirán dando de manera recurrente) que en zonas rurales, tomando como referencia a Lambayeque, afectan más a este tipo de viviendas que un probable sismo.

Por el motivo mencionado anteriormente, es que es de gran importancia mejorar las propiedades físico – mecánicas de las unidades de adobe, siendo necesario incorporar otros materiales que mejoren las condiciones y el comportamiento de este material. Con la adición de estabilizantes, como el mucílago de cactus de San Pedro o el jabonato de alumbre, es que se llegará a obtener adobe estabilizado. Los estabilizantes mencionados anteriormente serán usados con el fin de llegar a impermeabilizar a las unidades de adobe. Esto se espera, pues el jabonato de alumbre presenta antecedentes que aseguran que fue usado para la impermeabilización de techos

en viviendas rurales; mientras que el cactus de San Pedro es una planta de tipo suculenta, al igual como la hoja de tuna o el nopal; siendo estas usadas como impermeabilizantes naturales.

A continuación, evaluaremos cada uno de los aspectos que respaldan el desarrollo de esta investigación.

Evaluándolo desde el punto de vista económico, el hecho de utilizar materiales como jabonato de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro, nos proporciona cierta ventaja, puesto que son materiales de fácil acceso al ser de la zona, fáciles de elaborar y manejables; a esto se le añade el hecho de que el adobe ya es económico, pues es el material predilecto de zonas rurales o con bajos recursos. El jabonato de alumbre es un material hecho a base de jabón, alumbre y agua, que se puede preparar de forma casera, pudiendo encontrar el alumbre en los mercados de Chiclayo o en las ferreterías. Este llega a tener el precio de 1 sol y el jabón usado es de tipo neutro. Por otro lado, el cactus de San Pedro se puede encontrar, pudiendo encontrarse en el mercado de Chiclayo de igual forma, llega a tener un precio que ronda los 3 soles aproximadamente. Evaluar este punto de vista es importante, puesto que la región Lambayeque tiene una tasa de pobreza que oscila entre 18.2% y 24.7%, datos tomados en el año 2014. Estos datos pueden servir como un indicador del tipo de materiales que este tipo de personas busca, llegando a querer economizar lo más que se pueda la construcción de sus viviendas. Debido al costo de la materia prima para producir los estabilizantes anteriormente mencionado y a la disposición que se posee, es que llega a tener una considerable ventaja económica sobre otros estabilizantes con la misma función.

Desde el punto de vista ambiental, el simple hecho de que se intente estabilizar una unidad de adobe, habla mucho acerca de las ventajas ecológicas que podría llegar a tener la aplicación de esta investigación. Esto se debe a que se puede llegar a concluir que los estabilizantes empleados favorecen la impermeabilidad de la unidad, pudiendo así aumentar la calidad de la misma, llegando a ser un material que podría llegar a competir con la unidad de ladrillo cocido. Esto traería consigo la reducción de la polución del aire que se produce al momento de fabricar ladrillos, pues el adobe lo único que necesita son los rayos solares para secar y que se pueda hacer uso de este, llegando así a evitar el proceso de cocción. En Lambayeque existen aproximadamente 115 ladrilleras, distribuidas en las provincias de José Leonardo Ortiz, Chiclayo, Monsefú, Ferreñafe y la provincia de Lambayeque. Esto trae consigo una cocción de

aproximadamente 20 millares de ladrillos al día, análoga a quemar una camionada de 5 toneladas de aserrín, 4 llantas usadas y 300 briquetas de carbón mineral [9].

Cabe resaltar que todo proceso o acción que altere al medio ambiente trae consigo un impacto ambiental, por este motivo, es que dentro del estudio se aborda el objetivo de hacer una evaluación de dicho impacto. Una de las posibilidades más convenientes de reducción del impacto ambiental para la fabricación de las unidades de adobe, es que se puede hacer uso de la tierra que es arrojada al limpiar los drenes. Es así como se le puede dar una disposición final adecuada a los residuos de dicha limpieza y es así como es que los pobladores de las zonas aledañas a los drenes fabrican sus adobes, haciendo el rehúso de dicho material.

Por otro lado, lo que abordará el estudio de impacto ambiental a realizarse, es sin lugar a dudas, la reforestación que se tiene que promover, siendo pieza fundamental, pues el uso de cactus de San Pedro reducirá este espécimen en el medio. Hoy en día no se cuentan con áreas dedicadas exclusivamente para el sembrío de esta planta, sino que normalmente se puede encontrar en zonas rurales. Sin embargo, la posibilidad de que los resultados de este proyecto sean positivos, aumentan más la idea de que se pueda promover el cultivo de la misma a gran escala, reduciendo en gran medida la explotación de los bosques secos y contribuyendo a que se desarrolle una nueva actividad económica. Cabe resaltar que este mismo estudio se realizará al jabonado de alumbre, para verificar el efecto que trae consigo su uso.

El aspecto social es justificado por la gran cantidad de viviendas hechas de adobe que se encuentran en el departamento; habiéndose indicado en la Anexo 1. Tabla N° 1. 3 Número de viviendas a nivel provincial (Lambayeque) según el tipo de materiales en las paredes, el número de estas. Aunque no necesariamente el tener una casa de adobe convierte a una persona en pobre, sí existe una relación en muchos casos. Por ejemplo, en el caso de la región Lambayeque, la pobreza se encuentra en un 18.5 % según reportes del Instituto Nacional de Estadística e Informática. Con el cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación, es que estas personas pueden tener un material seguro con qué construir, sin temor a que en cada lluvia que suceda sus viviendas puedan colapsar. Esto mejorará la calidad de vida de las personas y ayudará a que la pobreza monetaria se reduzca, llegando a tener como consecuencia de ello, una sociedad que pueda concentrar sus esfuerzos en el desarrollo de la misma. Una sociedad contenta y conforme permite que todo el país mejore a largo plazo.

Desde el punto de vista técnico, la utilización del jabonato de alumbre y mucílago de cactus de San Pedro como agente estabilizante del suelo, puede llegar a aumentar las propiedades físico – mecánicas de las unidades de adobe, llegando a tener mejoras en la resistencia a la compresión o la permeabilidad de las mismas. Además, una de las ventajas es la autoconstrucción, pues el proceso de fabricación no es complicado y al igual que el adobe, los mismos pobladores podrían fabricarlos y estabilizar sus propias unidades, pudiendo llegar a construir sus viviendas ellos mismos.

Desde el punto de vista científico, las unidades de adobe se han estudiado para mejorar su comportamiento durante un sismo, y poco se ha investigado sobre la resistencia del adobe estabilizado a los efectos del agua, es importante difundir este tipo de investigaciones puesto que va hacia el sector de la población más vulnerable. No se puede calcular el aporte que una investigación le puede dar a la ciencia, pues depende del uso que se le dé al conocimiento, pero estamos seguros que estudiar un material como este abrirá las puertas a nuevas investigaciones. Aparte de ello, las experiencias que podamos obtener servirán como aspectos a tomar en cuenta para mejores investigaciones, en las que se plantee seguir las recomendaciones que podamos dar o mejorar los procesos empleados en esta investigación.

Basándonos en las justificaciones expuestas anteriormente, mejorar las propiedades de las unidades de adobe, estabilizándolos con jabonato de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro, es una opción para que las construcciones se realicen de forma económica, ecológica y sobre todo sustentable, que puede mejorar la calidad de vida de las personas debido a que sufrirán menos daños en caso se presente una inundación o una fuerte precipitación.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Internacional

G. Ying Yu Chen, Analysis of stabilized adobe in rural east Africa, San Luis Obispo: Faculty of California Polytechnic State University, 2009.

Esta investigación fue realizada en la Universidad Politécnica Estatal de California y tiene como objetivo principal proponer métodos de construcción que implementan unidades de albañilería hecha de tierra que sean asequibles y duraderos en el tiempo, debido a que esta unidad carece de integridad estructural cuando es expuesta a la humedad. Esto se hizo para ayudar a familias con escasos recursos de las zonas rurales de África. En la parte metodológica, se probaron unidades de adobe con 10% de cemento, 5% de cemento, 5% de cemento más 5% de cal, 7% de cal con arena, 7% de cal con arcilla y 10% de cal con arena. Luego de haber probado estas unidades a ensayos como el chorro de agua, sumersión, módulo de ruptura y resistencia a la compresión, se llegó a la conclusión que la muestras con el 5% de cemento más 5% de mezcla de cal y el 7% de cal con mezcla de arcilla fueron las más durables y resistentes [10].

Esta investigación será tomada como referencia debido a que nuestra tesis se basa en la estabilización del adobe, buscando nuevos métodos de estabilización para así tener mas opciones a la hora de elegir el estabilizante. Por otro lado, se utilizarán ensayos como sumersión y resistencia a la compresión.

M. Achenza y L. Fenu, On earth stabilization with natural polymers for earth masonry construction, Cagliari: RILEM, 2006.

En este artículo se presenta la problemática de la poca resistencia de las unidades de adobe, proponiendo una estabilización con fibras vegetales y polímeros naturales. En este caso, se estabilizó la tierra con el residuo de la remolacha y tomates, que son utilizados generalmente como alimentos para animales y dichos resultados se compararon con los del adobe estabilizado con un polímero natural que originalmente está hecho como aditivo del concreto [11].

El mismo hecho que se trate de una estabilización en unidades de albañilería, es suficiente para ser considerada como antecedente de nuestro proyecto debido a que utilizaremos metodologías similares para el análisis de datos.

A. Espinoza Canales, “Caracterización Técnicas y Economía para la Implementación de Impermeabilizantes Naturales en Vivienda de Autoconstrucción”, Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Aguas Calientes, Aguas Calientes, UAA, Mexico, 2016.

La tesis de investigación en mención tiene como problema la eliminación de la humedad o impermeabilización de las superficies que están en contacto con esta, debido a que los daños que trae consigo pueden ser muy perjudiciales para las viviendas que se encuentran bajo la acción de esta condición. Antiguamente se hacía uso de impermeabilizantes de origen natural orgánicos, debido a que cumplían adecuadamente con su fin último y eran sustentables, técnicos y económicos. Uno de los estabilizantes empleados en este trabajo fue el jabonado de alumbre, anteriormente usado para cubrir los techos de las catedrales Europeas. El objetivo de esta tesis fue el de construir procedimientos eficientes para hacer uso de impermeabilizantes orgánicos tradicionales en aquellas viviendas autoconstruidas, populares o carente de recursos, como alternativa a los productos químicos empleados hoy en día.

La siguiente investigación determina las características de la implementación de nuevos impermeabilizantes orgánicos tradicionales en viviendas de autoconstrucción. Uno de los impermeabilizantes utilizados en esta investigación fue el jabonado de alumbre, el cual lo utilizaron como enlucido en losas. Esta investigación es uno de los antecedentes de nuestro proyecto de tesis, puesto que nos guiaremos del proceso de preparación del jabonado de alumbre. La diferencia con nuestro proyecto es que nosotros lo usaremos para cambiar la estructura interna del adobe, para que así el bloque de albañilería en conjunto sea impermeable [12].

Y. G. Aranda Jimenez y E. J. Suarez Domínguez, “Efecto de la impermeabilidad del mucílago de nopal en bloques de tierra comprimidos”, Nova Scientia, Tamaulipas, 2014.

En esta investigación se tiene como objetivo principal evaluar el efecto de la impermeabilidad cuando se introduce en la estructura de los bloques de tierra comprimido mucílago de nopal. La investigación indica que la elección de este material es porque el mucílago, en su estructura tiene

2 polímeros naturales como lo son la amilasa y amilopectina, generando así la hipótesis de poder mejorar las propiedades de este material a la acción del agua [13].

La metodología empleada fue del tipo cuantitativa, debido a que se realizaron diversos ensayos de laboratorio. Primero, se extrajo el mucílago del nopal por medio de macerado a 40°C durante 72 horas, luego se retiró la materia sólida por tamizado y se extrajo el mucílago propiamente dicho. Se utilizó arcilla de la zona y se construyeron 5 lotes de 10 bloques de tierra comprimido, cuyo prensado se realizó con el mecanismo denominado Adobe Press. Los resultados obtenidos fueron la mejora de la resistencia a la compresión en un $61.5 \pm 4.6\%$, así mismo la porosidad fue inversamente proporcional al porcentaje de mucílago utilizado. Se observa una mejora en la abrasión de la unidad, la cual se puede reflejar en durabilidad [13].

La investigación mostrada como antecedente ayuda a este nuevo proyecto con las experiencias obtenidas, debido a que se utilizó el mucílago de especies de cactus y se pudo observar un buen comportamiento. Debido a que el san pedro es una planta predominante en el departamento, se decidió hacer una investigación que pruebe qué tan eficiente es con respecto a otras especies de la misma familia.

2.1.2. Nacional

J. Rojas Vargas y R. A. Vidal Toche, “Comportamiento sísmico de un módulo de dos pisos reforzado y construido con ladrillos ecológicos prensados”, Facultad de Ciencias e Ingenierías. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2014.

La investigación analiza la posibilidad de utilizar ladrillos ecológicos prensados y su comportamiento sísmico en un módulo de dos pisos. Los bloques ecológicos están conformados por tierra (65%), cemento (20%), arena fina (10%) y agua (5%). Se ensayaron los bloques de albañilería y el módulo de dos pisos, tanto los bloques de albañilería como los muretes ensayados tuvieron resultados satisfactorios. Con respecto a la parte sísmica, se recomendó utilizar un módulo más grande, puesto que el peso puesto a prueba no fue suficiente para lograr un resultado significativo. Para nuestra investigación, se tomarán en cuenta los ensayos que se realizaron a las unidades de albañilería [14].

La tesis en mención fue tomada en cuenta porque hacía uso del suelo para poder fabricar unidades de adobe prensado. En este caso, se analizará la posibilidad de emplear esta técnica

como una mejora al proyecto. Además de ello, los porcentajes de cemento con los cuales se inició la evaluación del óptimo contenido, nos sirvió para determinar con qué contenidos de estabilizante se suele empezar para poder proseguir con el desarrollo de los ensayos propios de las unidades de adobe.

D. Cabrera Arias y W. Huaynate Granados, “Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones”, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2010.

Esta investigación tiene como objetivo contribuir al diseño del adobe mejorando su resistencia al agua cuando su energía es baja (como es en el caso de las inundaciones). Se elaboraron 3 propuestas de solución (tres muros), la primera solución fue el sobrecimiento de concreto simple, luego se buscó mejorar la estructura interna del material, estabilizándolo con cemento en un porcentaje de 5% y la tercera solución fue una capa de tarrajeo de cemento portland tipo I. Se realiza un ensayo denominado “Inundación Simulada”, la cual tiene la finalidad de simular una inundación, observando y recopilando datos con respecto al comportamiento del material y sus 3 propuestas de solución. El ensayo tiene dos periodos: Un periodo corto que simula el momento más agresivo de una inundación cuando la reposición de agua es constante y un periodo largo en el cual la reposición cesa [15].

Se ha tomado en consideración el ensayo de inundación simulada, debido a lo novedoso de este y las propiedades que permite evaluar, es que será de gran importancia para la investigación. Al evaluar la resistencia de muros de adobe ante la acción del agua simulando un posible almacenamiento del agua en un periodo de tiempo determinado, es que se llega a tener un valor cuantitativo de la resistencia de los muros de adobe a este fenómeno.

I. A. Romero Bolivar y J. R. Pereyra Marín, «Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones - Parte 2,» Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2012.

Esta tesis es la segunda parte del trabajo de investigación “Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones”, manteniendo la misma idea de evaluar mediante inundación simulada, pero con diferentes propuestas para combatir el efecto erosivo del agua. A diferencia de la primera parte, esta vez se utilizaron como

alternativas de solución un muro hecho de ladrillos de arcilla industrial, la segunda fue con un tarrajeo de mortero pero esta vez con un acabado pulido dándole una superficie lisa, y la tercera fue un sobre cimiento construido con concreto ciclópeo de baja calidad. También se realizó la “Inundación Simulada”. Tanto la primera parte como la segunda son antecedentes directos de esta investigación, con la diferencia que en esta tesis se evaluará y se estabilizará el adobe cambiando directamente su estructura interna, tanto con jabonato de alumbre y mucílago de cactus de San Pedro. También se realizará la “Inundación Simulada” y las pruebas de succión, procedimientos que se explicará en Métodos, Técnicas e Instrumentos de recolección de datos [16].

Ya habiendo dos tesis sobre inundación simulada, se respaldaba aún más la idea de realizar este ensayo y evaluar lo propuesto por Romero Bolivar & J. Pereyra Merín. El procedimiento que describía, los gráficos que se obtenían y por ende los mismos resultados, hacían importante tomar como referencia la tesis en mención. Además de ello, los métodos que usaron para impermeabilizar la superficie de mampostería fueron evaluadas como posibles soluciones ante el problema planteado.

J. A. Valdivia Cariat, “Factibilidad de implementación del material suelo - cemento como material de construcción para viviendas en el Perú”, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2016.

En esta investigación se estudia la factibilidad de tomar en cuenta el material suelo – cemento, aplicado a la fabricación de unidades de albañilería. Se analiza el diseño de mezclas, y el procedimiento de la fabricación misma del bloque de albañilería. Luego se realiza el diseño de dos módulos de vivienda (uno con el material implementado suelo-cemento y el otro de albañilería (ladrillos de arcilla) y el análisis del procedimiento constructivo y de los costos. [17]

Esta tesis servirá de guía para los ensayos y consideraciones a tener en cuenta en el adobe estabilizado. También se tomará en cuenta el análisis de costos, puesto que nuestra investigación presenta un capítulo sobre el análisis de costos en el cual se analizará un módulo de vivienda.

F. M. Villón Chang y D. F. Castillo Gamboa, «Comportamiento sísmico de muros construidos con bloques de tierra prensada,» Facultad de Ciencias e Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2013.

La siguiente investigación evalúa el comportamiento sísmico de muros construidos con bloques de tierra prensada en un proceso constructivo similar al tapial, pero tecnificado. Los bloques son alveolares y su forma permite alojar internamente el refuerzo, el cual estará hecho de tubos de PVC. Se realizan ensayos tanto a los materiales como al bloque de albañilería, para posteriormente ser analizados y simulados sísmicamente [18].

Esta investigación servirá como guía para la fabricación de las unidades de adobe y cómo podríamos aplicar el estabilizante. Además de ello, nos permite conocer las diferentes opciones que se tiene para fabricar dichos elementos, con el fin de mejorar la fricción que hay entre una unidad a otra.

V. Benites Zapata, “Adobe estabilizado con extracto de cabuya (Furcraea Andina)”, Universidad de Piura, Piura, 2017.

La siguiente investigación tiene como fin estabilizar el adobe con un polímero natural llamado extracto de cabuya, el cual mejora las propiedades físicas del bloque de albañilería otorgándole una gran resistencia, sobre todo a la inmersión y al chorro de agua. La tesis presenta una visión parecida a nuestra investigación, la estabilización del adobe o unidad de albañilería de suelo con un estabilizante natural, el cual va orientado hacia las zonas rurales y así tener una ingeniería económica y sostenible. Presenta una propuesta parecida a la nuestra, estabilizar el adobe con un polímero natural, que en nuestro caso será el mucílago de cactus de San Pedro [19].

Esta tesis nos servirá de guía para los procedimientos a seguir con ese polímero, así como los ensayos a realizar y las consideraciones a tener en cuenta en base a las experiencias plasmada, también nos permite evaluar cómo es que se ha hecho la aplicación de la cabuya al adobe y analizar los porcentajes que han sido tomados en cuenta por el investigador, para poder replicarlos en esta investigación.

D. L. Quintana Choqueluque y M. O. Vera Salizar, “Evaluación de la erosión y la resistencia a la compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%”, Universidad Andina del Cusco, Cusco, 2017.

En esta investigación el objetivo principal es contribuir al mejoramiento de las unidades de adobe al estabilizarlas con mucílago de tuna. La metodología fue cuantitativa, debido a la realización de ensayos de laboratorio para los diferentes porcentajes de sustitución planteados. En este proyecto, se realizó un ensayo denominado Erosión Acelerada de Swinburne (SAET), el cual evaluó a través de un equipo que funciona por medio de gravedad y goteo, la erosión causada por esta acción, reflejando los resultados en función de la oquedad que ocasiona [20].

Este ensayo fue realizado también en esta investigación, y fue tomado como referencia para comparar dichos resultados entre las investigaciones.

2.2. Bases Teórico Científicas

Las construcciones de adobe se han desarrollado desde hace muchos siglos atrás, tomando como ejemplo, las pirámides de Egipto, es que podemos darnos cuenta de que existen grandes construcciones que han perdurado con el tiempo hasta la actualidad. A pesar de ser uno de los materiales más fáciles de conseguir y más fácil de fabricar, su empleo ha quedado relegado en un segundo plano por la comercialización del concreto como material de construcción predilecto, por encima de muchos otros. Aparte de ello, cabe resaltar que una de las desventajas que posee el adobe, es la escasa resistencia a la acción prolongada al agua.

Sin embargo, este tipo de técnica debe de ser rescatada, no sólo por la escasa emisión de CO₂ que se produce en su elaboración, en comparación con los ladrillos de arcilla artesanales, sino que es una técnica que aún se emplea en las zonas rurales de nuestro país. Esto se debe a que es un material trabajable, que no necesita de una mano de obra tecnicada para producirlo y la materia prima para su fabricación se suele obtener de casi cualquier lugar donde haya tierra.

2.2.1. Marco legal

2.2.1.1. Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada

Esta norma es de alcance nacional y su aplicación es de carácter obligatorio para elaborar materiales de construcción para edificaciones de tierra reforzada, como lo es el adobe o el tapial reforzado. La norma es referida a las características mecánicas de los materiales para la construcción del tipo de edificaciones mencionadas anteriormente, a los elementos estructurales principales de tierra reforzada, como el comportamiento de muros de adobe y tapial reforzado, teniendo como criterio de diseño la filosofía del diseño sismo resistente. Aparte de lo ya mencionado, esta norma se orienta al diseño, construcción, reparación y reforzamiento de edificaciones de tierra reforzada, la que se ha visto inspirada en una cultura de prevención de desastres y búsqueda de soluciones económicas, seguras, durables, confortables y de fácil difusión.

Esta norma está conformada por 21 artículos y cinco capítulos, cuyos nombres serán mencionados a continuación: Capítulo I. Disposiciones generales, Capítulo II. Consideraciones generales para la construcción de edificaciones de tierra reforzada, Capítulo III. Construcción de edificaciones de tapial reforzado, Capítulo IV. Construcción de edificaciones de adobe reforzado y Capítulo V. Obras patrimoniales de tierra [21].

2.2.1.2. Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma E.070 Albañilería

Esta norma es de alcance general nacional y será tomada como referencia para esta investigación debido a la naturaleza y parecido con el adobe. Ángel San Bartolomé indica que esta norma puede utilizarse como parámetro (sin tomar en cuenta las resistencias especificadas, sino el procedimiento de algunos ensayos tomando en cuenta la naturaleza de los materiales) para realizar algunos ensayos que no se encuentran considerados en la norma E.080 [22].

2.2.1.3. Ley General del Ambiente (Ley N°28611)

Esta ley aborda temas relacionados con el ambiente en el Perú, planteando una serie de derechos en relación al tema mencionado, para garantizar un ambiente saludable, equilibrado y apropiado para el desarrollo de la vida; además, exige que se cumplan ciertas medidas para que

todos contribuyan en la gestión ambiental y la protección del medio ambiente. Se resalta además de esto, el objetivo de regular diversos instrumentos para contribuir con la gestión ambiental en el país, buscando aportar con la responsabilidad social del daño ambiental [23].

Esta ley está dividida en ciento cincuenta y cuatro artículos, cuatro títulos, que son el: Título IV. Responsabilidad por daño ambiental, conformado por tres capítulos, cuyos títulos se mencionarán a continuación: Título IV. Responsabilidad por daño ambiental, conformado por tres capítulos, cuyos títulos se mencionarán a continuación: Capítulo 1. Fiscalización y control, Capítulo 2. Régimen de responsabilidad por el daño ambiental y Capítulo 3. Medios para la resolución y gestión de conflictos ambientales; Título III. Integración de la legislación ambiental, conformada por cuatro capítulos, cuyos títulos se mencionarán a continuación: Capítulo 1. Aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, Capítulo 2. Conservación de la diversidad biológica, Capítulo 3. Calidad ambiental y Capítulo 4. Ciencia, tecnología y educación ambiental.; Título II. De los suelos de la gestión ambiental, conformado por cuatro capítulos, cuyos títulos se mencionarán a continuación: Capítulo 1. Organización del estado, Capítulo 2. Autoridades públicas, Capítulo 3. Población y ambiente y Capítulo 4. Empresa y ambiente; y el Título I. Política nacional del ambiente y gestión ambiental, conformado por tres capítulos, cuyos títulos se mencionarán a continuación: Capítulo 1. Aspectos generales, Capítulo 2. Política nacional del ambiente, Capítulo 3. Gestión ambiental y Capítulo 4. Acceso a la información ambiental y participación ciudadana [24].

2.2.1.4. NTP 339.127: 1998 (método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo)

Esta norma establece el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. Ha sido publicada el 11 de Julio del 2014 [25].

2.2.1.5. NTP 339.128: 1999 (suelos. método de ensayo para el análisis granulométrico)

Esta norma establece el método de análisis granulométrico por tamizado y por la sedimentación de los suelos. Ha sido publicada el 11 de Julio del 2014 [26].

2.2.1.6. NTP 339.129: 1999 (suelos. método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelo)

Esta norma establece los métodos de ensayo para poder determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de una muestra de suelo. Su fecha de publicación es el 11 de Julio del 2014 [27].

2.2.1.7. NTP 339.131: 1999 (suelos. método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo)

Se encarga de establecer el método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de suelo por medio de un picnómetro. Su fecha de publicación es el 11 de Julio del 2014 [28].

2.2.1.8. NTP 339.152: 2002 (suelos. método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea)

Esta norma establece la separación de un extracto acuoso para la determinación del contenido de sales solubles en los suelos. Luego, el método de ensayo que se indica es ampliamente conocido como determinación de sólidos disueltos en aguas, por lo que también es aplicable, en segundo caso a una muestra de agua subterránea. Los datos que puedan obtenerse con estos procedimientos pueden ser de utilidad principalmente en la ingeniería civil. Su fecha de publicación es el 26 de Noviembre del 2002 [29].

2.2.1.9. NTP 399.613: 2017 (unidades de albañilería. métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería)

Se encarga de establecer los procedimientos para el muestreo y ensayo de los ladrillos de arcilla cocida, usados en albañilería [30].

2.2.1.10. ASTM C 29/ C 29M -97 (método de ensayo estándar para densidad bruta (peso unitario) y vacíos en los agregados)

Este ensayo habla acerca de la determinación de la densidad de masa o peso unitario de los agregados, tanto en condición suelta o compacta, y el cálculo de los huecos en agregados gruesos, agregados finos o una combinación de ambos. Sin embargo, cabe resaltar que este método es

aplicable a aquellos agregados que no superen un tamaño máximo nominal de 5 pulgadas o 125 mm. [31]

2.2.2. Unidades de albañilería

2.2.2.1. Definición

La unidad de albañilería es definida por la norma E 070. Albañilería, como aquellos ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice y cal. Estas se caracterizan porque pueden ser sólidas, alveolares, huecas o tubulares.

Una segunda definición sostiene que las unidades de albañilería son aquellos ladrillos que de acuerdo al material con el que se fabrica puede ser arcilla, bloque de concreto y bloque sílico calcáreo. Aunque adiciona el término adobe dentro de los tipos de unidades de albañilería, ya que es el precursor del ladrillo, basándose en el uso de barro arcilloso, aunque no llega a experimentar los cambios físico-químicos de la cocción. [32]

2.2.2.2. Clasificación por su materia prima

Como se ha mencionado anteriormente, las unidades de albañilería pueden ser clasificadas según su materia prima y fabricación, pudiendo ser: unidades de arcilla, unidades de sílice-cal, unidades de concreto y unidades de tierra cruda o adobe.

Los ladrillos que más se usan en el mercado, son los ladrillos de arcilla. La mezcla adecuada para fabricar ladrillos al moldeo debe de ser superior al 30% de arcilla pura. Cuando la mezcla llega a tener menos del 25% o esa cantidad, la unidad se vuelve poco plástica y presenta muchas dificultades para el moldeo.

Las unidades de albañilería de sílice-cal están compuestas por una mezcla de arena fina natural, cal hidratada y agua. Esta se caracteriza por tener perforaciones que no llegan a la cara de asiento superior del elemento. Esto le da la ventaja de evitar el desperdicio o merma a la hora de colocar el mortero sobre el ladrillo. [33]

Las unidades de albañilería de concreto o también llamados bloques de concreto, son elementos prefabricados que son usados como alternativas a los ladrillos de arcilla. Estos se caracterizan por tener mayor rendimiento en m², ahorro de tiempo por la ventaja de ser

prefabricados, buen acabado y ser durables, características que son proporcionadas más que todo por el concreto que se emplea en su fabricación [34].

La unidad de albañilería con tierra o adobe es un bloque macizo cuya materia prima es la tierra. Este puede contener paja u otro tipo de material que mejore su estabilidad frente a agentes externos. De este término parte la definición de adobe estabilizado, al que se le puede incorporar otro material con el fin de mejorar su resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad [21].

2.2.3. Adobe

2.2.3.1. Definición de adobe

Algunos autores sostienen que el término adobe puede significar: “tierra a la que se desposee minuciosamente de todo tipo de impurezas”, “masa de barro” o como “ladrillo formado por una masa de tierra arcillosa”. Estos términos usados para definir el adobe pueden llegar a ser ambiguos e inclusive pueden llegar a ser imprecisos. El concepto de tierra puede llegar a interpretarse como la fracción inorgánica desmenuzable que se encuentra presente en el suelo. El término masa de barro o masa de tierra arcillosa, puede llegar a tener definiciones más complicadas de limitar, como para usarlas como definición de adobe [35].

La definición de adobe según la norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada, sostiene que este material debe ser considerado como un bloque macizo de tierra sin cocer, al que se le puede adicionar otro tipo de material como estabilizante para mejorar sus propiedades, abriendo las puertas hacia la existencia de un adobe estabilizado [21].

2.2.3.2. Composición y dimensiones del adobe según otros autores

El autor Ramírez, en “Deterioro y estabilización del adobe” 2011, expresa que existen diversas definiciones del término adobe, diferentes tipos de suelo, con diferente composición. Por este motivo, las dimensiones del adobe han tenido que adaptarse a tales exigencias, llegando incluso a variar conforme va evolucionando la civilización. Debido a esto, es que se ha hecho uso de moldes y dimensiones distintas para fabricar adobe, llegando a tener formas cónicas, trapezoidales, cilíndricas, etc. [36].

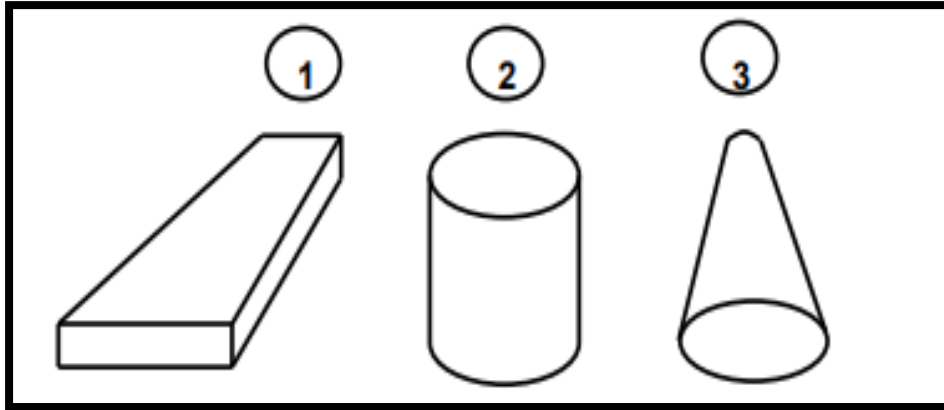


Fig. 1 Otras formas existentes para el adobe: 1) Trapezoidales. 2) Cilíndricos. 3) Cónicos

Fuente: Zapata, Verónica Benítez. Adobe estabilizado con extracto de cabuya (*Furcraea Andina*). 2017.

Debido a las dimensiones que pueden llegar a tener este tipo de unidades, es que la sección que se recomienda puede ser cuadrada o rectangular; tratando de mantener una relación longitudinal – altura adecuada para garantizar el traslape vertical y horizontal. Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, es que para esta forma prismática se debe de cumplir que el largo de la unidad no debe de superar al doble del ancho y su relación largo y altura sea de 4 a 1, tal como se muestra en la tabla siguiente [36].

TABLA I. DIMENSIONES DEL ADOBE SEGÚN DIFERENTES FUENTES DE INFORMACIÓN.

AUTOR	DIMENSIONES DEL ADOBE
NormaE.080	Adobes rectangulares. El largo aproximadamente el doble del ancho. La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1 (en lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm)
Vélez(2010)	Rectangulares, 25 * 35 *10 cm
Morales et al. (1993)	La longitud no debe ser mayor que el doble de su

	<p>ancho más el espesor de una junta de pega; sugiere que tanto la longitud como el ancho tengan una dimensión máxima de 40 cm, una altura máxima de 10cm en lo posible y que la relación entre la longitud y la altura sea aproximadamente de 4 a 1 para permitir un traslape horizontal en proporción 2 a 1, lo cual brinda seguridad ante el efecto de corte producido por los sismos. Por facilidades constructivas y de comportamiento mecánico se recomienda la forma cuadrada del adobe y las dimensiones más adecuadas para su fabricación son 38 x 38 x 8 cm.</p>
--	--

Fuente: Adobe estabilizado con extracto de cabuya (Furcraea Andina) 2017.

2.2.3.3. Componentes del adobe

a) Suelo

El autor Sánchez 2010, sostiene que el suelo es la materia prima usada para la fabricación y elaboración del bloque de adobe y mortero de barro; estando compuesto por tres fases: mineral, gaseosa y líquida. La fase mineral está formada por partículas de diferente granulometría, como los son las gravas, arena, arcilla y limo. El resto de fases ocupa los espacios vacíos que queda entre las partículas [36].

La real academia española sostiene que la tierra es: “Material desmenuzable de que principalmente se compone el suelo natural” [37].

TABLA II. COMPOSICIÓN DE ADOBE SEGÚN DIFERENTES FUENTES DE INFORMACIÓN.

AUTOR/FUENTE	ARCILLA	LIMO	ARENA	M.O.
Bush (1984, USA)	20%	15%	65%	--
Bengtsson y Whitaker (1986, Roma)	10-30%	10-40%	40-80%	0-0.3%
Barrios et al. (1986, España)	35-45%		55-65%	--
Smith et al. (1989, USA)	15-45%		55-85%	--
Doat et al. (1991, Francia)	15-18%	10-28%	55-75%	<3%
Morales et al. (1993, Perú)	25-45%		55-75%	--
Norma E.080 (2000, Perú)	10-20%	15-25%	55-70%	0%
Ducman et al. (2004, USA)	30%	--	--	--
Aguilar (2008, México)	20-30%	--	60%	--
Saroza et al. (2008, Cuba)	>15%	--	--	--
Vélez (2010, Venezuela)	20%	--	80%	--

Fuente: Adobe estabilizado con extracto de cabuya (*Furcraea Andina*) 2017.

b) Agua

El agua tiene un papel importante en el desarrollo de la unidad de adobe y en la elaboración de los estabilizantes a emplear, como el mucílago de san pedro y el jabonado de alumbre. Esta es la responsable de modificar las propiedades tales como la consistencia o trabajabilidad de la mezcla, en el caso de la fabricación del adobe y sirve para diluir los componentes que conforman a los estabilizantes mencionados anteriormente.

c) Estabilizante

Los estabilizantes que se plantean analizar en este estudio son dos: el jabonado de alumbre y el mucílago de cactus de San Pedro (*Echinopsis Pachanoi*). El jabonado de alumbre tiene como materiales: el alumbre, jabón neutro y el agua usada para el mezclado del mismo. El mucílago del cactus de San Pedro será usado después de haber hervido correspondientemente el cactus mismo con agua.

En todos los casos, los estabilizantes fueron seleccionados por las propiedades impermeabilizantes que pueden llegar a tener. Esta propiedad será verificada con una serie de ensayos, que nos darán la información necesaria para determinar cuál es el que impermeabiliza más a la unidad.

i) Jabonado de alumbre

El jabonado de alumbre es un impermeabilizante de uso tradicional; está compuesto por un conjunto de barras de jabón neutro y piedra de alumbre chancada y disuelta en agua. El uso que se le ha dado a este impermeabilizante es como enlucido de superficies, siendo su uso más efectivo cuando dicha superficie no presenta mal estado estructural y no necesita resanes, en lo cual sólo bastaría con la limpieza de la misma y la aplicación del jabonado de alumbre. Las azoteas de las catedrales europeas eran impermeabilizadas con este método, en el cual el jabón es el que se disuelve fácilmente y el alumbre es el encargado de endurecer y hacer más resistente la mezcla [12].

En base a los antecedentes mencionados anteriormente, es que se ha optado por emplear al jabonado de alumbre como estabilizante. Aunque siempre se ha usado como enlucido, en esta

investigación se pretende combinar con el adobe, para fabricar un adobe estabilizado capaz de resistir la acción del agua.

Basándonos en la preparación que se ha sugerido en la tesis magistral del Ing. Ariel Espinoza Canales, “Caracterización técnica económica para la implementación de impermeabilizantes naturales en vivienda de autoconstrucción, popular y de interés social”, es que se procede a usar la dosificación recomendada para la elaboración de este estabilizante, pues el fin de esta investigación no es el de fabricar el jabonado de alumbre, sino el de proponer una dosificación entre el estabilizante y el suelo, con el fin de obtener la impermeabilidad parcial del adobe.

Espinoza Canales elabora una solución de 100 mililitros de jabón en barra y agua, y 100 mililitros de agua y piedra de alumbre. En un recipiente con agua al fuego a 60°C es que se disolvió el jabón en barra previamente rallado. Luego de haber hecho esto, es que se disolverá la piedra de alumbre al agua caliente, a una temperatura de 60°C. La piedra fue molida previamente con el fin de lograr una mezcla homogénea.

TABLA III. DOSIFICACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DEL JABONATO DE ALUMBRE.

UNIDAD	COMPONENTE	PROPORCIÓN(gr/litro)
Gr	Jabón en barra	90.00
Gr	Piedra alumbre	40.00
Gr	Agua	850.00
TOTAL		980.00

Fuente: Caracterización técnica económica para la implementación de impermeabilizantes naturales en vivienda de autoconstrucción, popular y de interés social, 2017.

El alumbre no es ajeno al Perú, característico de zonas como la provincia de Cajatambo, siendo una de las diez provincias que conforman el departamento de Lima y es poseedora de minas de Alumbre, al igual como minas de yeso. En la ciudad de Chiclayo, se puede obtener esta piedra a un costo de dos nuevos soles en el mercado modelo de la misma ciudad.



Fig. 2 Muestra de Alumbre

Fuente: Elaborada por autor

(a) Procedimiento de elaboración

Tomando como referencia la investigación de Espinoza Canales, se tomó la dosificación mencionada anteriormente. Cada barra de jabón neutro pesa 500 gr, así que de acuerdo a eso, también se dosificó la piedra de alumbre en peso. El jabón fue rayado para facilitar su preparación. Luego de ello, es que este puede ser almacenado en un balde de cualquier tipo para su posterior transporte y su uso respectivo.



Fig. 3 Piedra de Alumbre Molida

Fuente: Elaboración propia



Fig. 4 Rayado de Jabón Neutro en Barra

Fuente: Elaboración propia



Fig. 5 Preparación del Jabonato de Alumbre

Fuente: Elaboración propia

ii) **Mucílago de cactus de san pedro (Echinopsis Pachanoi)**

Si bien es cierto, el cactus de San Pedro no ha sido utilizado anteriormente como estabilizante para el adobe, hay una planta muy similar a esta que sí ha sido usada para estabilizarlo, dando buenos resultados. Dicha planta es la Tuna, que forma parte de la familia de las plantas suculentas o cactáceas; esta ha arrojado buenos resultados al momento de usarla como impermeabilizante de morteros, llegando a tener una acción similar a la que le brinda el asfalto al adobe [36].

Aparte de la investigación de Benites Zapata, “Adobe estabilizado con extracto de cabuya (*Furcraea Andina*)”, también se ha investigado el uso del mucílago de nopal o la baba de nopal, como impermeabilizante natural en la tesis de Espinoza Canales, “Caracterización técnica económica para la implementación de impermeabilizantes naturales en viviendas de autoconstrucción, populares o de interés social”. Por este motivo, es que basándonos en estos antecedentes y porque el cactus de san pedro también forma parte de la familia de las suculentas, cabiendo la posibilidad de que el nivel de impermeabilización pueda llegar a ser mejor que otorga el nopal, es que se ha creído conveniente el uso de este estabilizante natural para la impermeabilización de las unidades de adobe [12].

Espinoza Canales recomienda un procedimiento para obtener el mucílago de nopal, el cual se empleará en esta investigación para la obtención del mucílago de cactus de san pedro: Recolectar pencas de más de dos años de edad, las pencas de nopal se lavarán con agua y con un cuchillo se

les cortará las espinas, una vez las pencas cortadas, se depositarán en una cubeta con 19 litros de agua a temperatura ambiente y serán dejadas por un lapso de 24 horas, los cuadros de nopal saturados en agua serán colocados en la coladera para separar la baba de nopal, la precipitación del producto resultante de la filtración de la fase acuosa se llevó a cabo agregando etanol en una relación 1:3, el precipitado de mucílago en forma de hilos se separó mediante una segunda filtración, el resto del solvente se elimina en una estufa por 16 horas a 70°C, los hilos de mucílago pasan por un proceso de molienda, el mucílago seco recuperado se coloca en un mortero de porcelana y se tritura hasta obtener un polvo blanquecino fino [12].

Este tipo de cactus es característico del Bosque seco tipo chaparral, se ubica en las partes bajas y planas de la costa de nueva Arica del valle de Zaña, siendo formado por arbustos y árboles pequeños y deformados. Los algarrobos y diversos tipos de cactus son característicos de este tipo de bosques. En la costa del departamento de Lambayeque predomina el desierto, ambiente hostil al cual se han adaptado ciertos tipos de animales y plantas como el cactus. El costo de este producto es de aproximadamente de dos a cuatro nuevos soles, y es comercializado en el mercado modelo de la ciudad de Chiclayo.



Fig. 6 Muestra de cactus de San Pedro

Fuente: Elaborada por autor

(a) Procedimiento de elaboración

Tomando como referencia al autor Espinoza Canales y su procedimiento para obtener el mucílago de la planta de nopal, es que se procede a describir qué pasos se han seguido para la elaboración del mucílago de cactus de San Pedro. Primero se debe de cortar las espinas del cactus de San Pedro, posterior a ello es que se debe de cortar en trozos pequeños para que se extraiga en lo posible la mayor cantidad de mucílago al remojarlo por un día entero. Luego del remojo del cactus de San Pedro cortado, es que se procede a mezclar con agua en una dosificación de 1:2,

una parte de cactus de San Pedro y la otra de agua, en peso. Como paso final, es que debe de ser hervido por un periodo de tiempo de media hora o hasta que el agua hierva. Luego de ello, es que este puede ser almacenado en un balde de cualquier tipo para su posterior transporte y su uso respectivo.



Fig. 7 Cactus de San Pedro usados para la fabricación de estabilizante

Fuente: Elaboración propia



Fig. 8 Cactus de San Pedro con las espinas cortadas

Fuente: Elaboración propia



Fig. 9 Cactus de San Pedro cortado en pedazos pequeños

Fuente: Elaboración propia



Fig. 10 Pedazos de Cactus de San Pedro puestos a remojar por 24 horas

Fuente: Elaboración propia



Fig. 11 Pedazos de cactus de San Pedro después de haber remojado por 24 horas, puestos a hervir por un periodo de tiempo de 30 minutos o hasta que el agua hierva

Fuente: Elaboración propia



Fig. 12 Almacenaje del Mucílago de Cactus de San Pedro en baldes de aceite de 19 litros

Fuente: Elaboración propia

2.2.3.4. **Fabricación del adobe**

La fabricación de los adobes fue hecha por una persona especializada en este tipo de trabajo. El número total de unidades realizadas para su ensayo respectivo fue de 2 250 unidades, de las cuales fueron destinadas 250 unidades para cada uno de los 8 porcentajes establecidos en el estudio y el resto fue destinado para la fabricación de adobes convencionales. El procedimiento a seguir se describe a continuación: primero se debe de remojar la tierra para que esta sea trabajable, este trabajo normalmente se realiza un día antes del proceso de fabricación del adobe, para este caso no se hizo uso de agua combinada con estabilizante, ya sea jabonado de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro; al día siguiente de haber realizado esto, es que se procede a la combinación con pajilla de arroz, aunque la tierra usada por ser tierra de chacra ya tiene cierta proporción de esta, la pajilla no sólo ayuda a mejorar la adherencia de la tierra, sino que es empleada para mejorar la trabajabilidad de la misma; para este paso es que se hizo uso del agua mezclada con estabilizante, para dicho proceso es que se hizo uso de botellas cortadas con las medidas respectivas de estabilizante, con el fin de facilitar el trabajo de mezclado, estas botellas tenían el porcentaje de 3%, 6%, 9% y 12% respectivamente; la cantidad de baldes usados realmente era variable, debido a cómo es que se encontraba la tierra, al clima y a la trabajabilidad de la misma; como paso final es que se procede a colocar la tierra mezclada y estabilizada con los

estabilizantes respectivos en sus respectivas gaberzas, con medidas de 30*20*10 cm y dejar secar por un tiempo aproximado de 1 semana hasta su respectivo transporte.

El suelo escogido para la elaboración de las unidades de adobe fue el de Túcume. Esto se debe a que después de haber hecho los respectivos ensayos de selección del suelo, se obtuvieron mejores resultados. El lugar de extracción del suelo específico queda específicamente a 323.63 metros del puente la Pintada.



Fig. 13 Lugar de extracción del suelo de Túcume para la fabricación de adobes

Fuente: Google Maps



Fig. 14 Separación del suelo a trabajar para su respectivo remojo un día antes de la elaboración de las unidades de adobe

Fuente: Elaboración propia



Fig. 15 Remojo de la tierra para su posterior mezclado con agua estabilizada

Fuente: Elaboración propia



Fig. 16 Mezclado del agua usada para la elaboración de las unidades de adobe con San Pedro 3%

Fuente: Elaboración propia



Fig. 17 Colocación del agua mezclada con San Pedro 3% a la tierra usada para la fabricación de las unidades de adobe

Fuente: Elaboración propia



Fig. 18 Secado de las unidades de adobe

Fuente: Elaboración propia



Fig. 19 Transporte de las unidades de adobe de Túcume a la ciudad de Chiclayo

Fuente: Elaboración propia

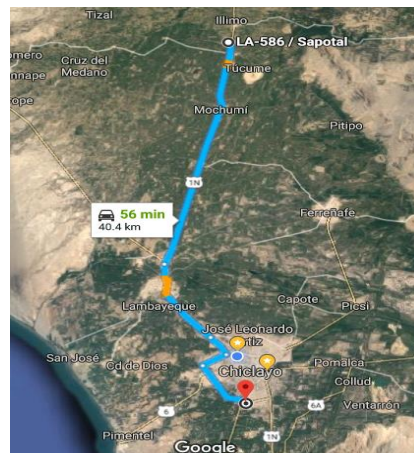


Fig. 20 Trayecto recorrido desde la Ciudad de Túcume hasta Lugar de almacenaje - La victoria - Chiclayo

Fuente: Elaboración propia – Google Maps



Fig. 21 Unidades de adobe transportadas y descargadas en la ciudad de Chiclayo

Fuente: Elaboración propia

2.2.4. Morteros

2.2.4.1. Definición

La mezcla de un aglomerante y agua se denomina pasta y se dice que es de consistencia normal cuando la cantidad de agua de amasado es igual a los huecos del aglomerante suelto; si es menor será seca y mayor fluida, llamándose lechada cuando se amasa con mucha agua.

Nuestro mortero debe tener las siguientes características para su buen comportamiento estructural: garantizar la unión entre los elementos de albañilería en ambos sentidos (vertical y horizontal); permitir que las fuerzas sean transferidas entre los elementos y distribuir las uniformemente en todas las superficies de contacto y compensar cualquier defecto en la horizontalidad de la albañilería [38].

2.2.4.2. Materia prima

Para el mortero se utilizarán suelos arenosos con un tamaño máximo de las partículas de 5mm. [38] También se recomienda que el agua sea potable y libre de materia orgánica.

De ninguna manera se utilizarán arenas de mar y es importante que el módulo de finesa esté entre 1.6 y 2.5% [39].

2.2.5. Distritos de Lambayeque seleccionados para este proyecto

Para la elaboración de las unidades de adobe estabilizado se seleccionaron tres distritos de la región Lambayeque, con el motivo de evaluar las condiciones en las que se encontraba el suelo del lugar de extracción y determinar cuál de las tres opciones evaluadas era la que nos iba a dar como resultado, unidades de mejor calidad. Por este motivo, es que se explicará a continuación cuáles fueron los factores que determinaron la selección de estas tres ciudades: Mochumí, Túcume e Íllimo.

2.2.5.1. Suelo del distrito de Mochumí

La Huaca La Pava se encuentra a 4.5 kilómetros del distrito de Mochumí, provincia de la región Lambayeque. Posee una extensión de 26.24 hectáreas y esta huaca es un vestigio histórico donde se pueden apreciar construcciones piramidales, en la que destaca una estructura de 10 metros de altura, que contiene plataformas y diversos montículos arquitectónicos [40].

En la ciudad de Mochumí, los pobladores extraen el suelo a emplear para la fabricación del adobe del dren de la misma ciudad. El costo del millar de adobe ronda los 250 nuevos soles.

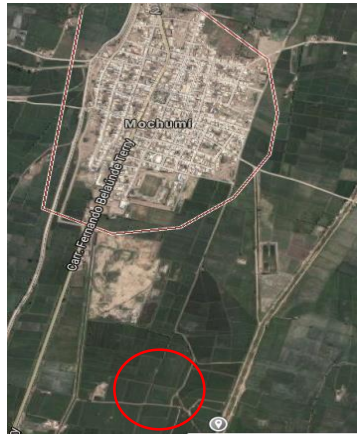


Fig. 22 Lugar donde se extraerá el suelo, cercanías del dren de Mochumí

Fuente: Elaboración propia – Google Maps

2.2.5.2. Suelo del distrito de Túcume

Las Pirámides de Túcume se encuentran ubicadas en la parte baja del valle del río la Leche, un lugar que es considerado como la antigua capital del reino de Lambayeque en la época pre hispánica. Túcume es un complejo que está compuesto por 26 pirámides, de las cuales la mayor de ellas tiene una longitud de 450 metros, 100 metros de ancho y 40 metros de altura [41].

En la ciudad de Túcume, el costo del millar de adobe ronda los 240 nuevos soles, y la extracción del suelo a evaluar se realizó en el terreno de uno de los pobladores del lugar. Para este caso, la mayoría de los fabricantes de adobe hace uso de sus propios terrenos para extraer el suelo que va a ser utilizado.



Fig. 23 Ubicación de la zona de extracción del suelo para la fabricación de adobe, Túcume

Fuente: Google Maps

2.2.5.3. Suelo del distrito de Íllimo

Se decidió estudiar al suelo de Íllimo debido a la cercanía que tiene con los pueblos anteriormente mencionados. Se visitaron los lugares en los cuales se hacen adobes y el costo promedio de un millar es de 250 soles. Entre los lugares visitados se encuentra una ladrillera y un habitante que se dedica solamente a hacer dichos bloques de albañilería.

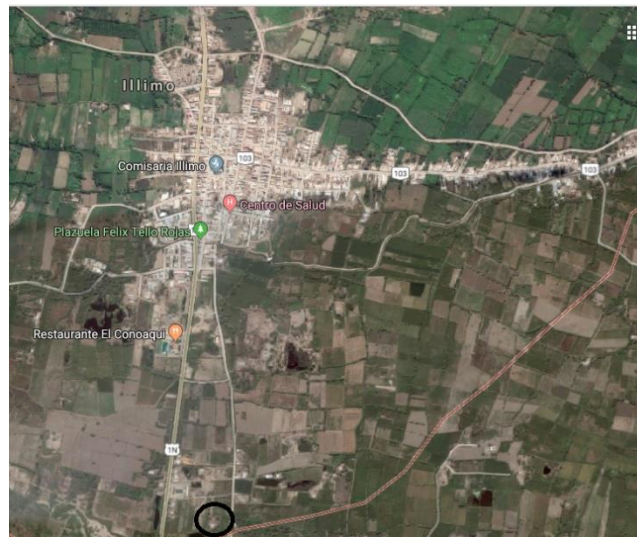


Fig. 24 Ubicación de la zona de extracción del suelo para la elaboración del adobe, Íllimo.

Fuente: Google Maps



Fig. 25 Visita a ladrillera en la ciudad de Íllimo

Fuente: Elaboración propia

2.2.6. Interacción suelo – estabilizante

Con la finalidad de conocer el comportamiento que se tiene en la estructura interna del suelo al ser estabilizado con mucílago de cactus de san pedro o jabonato de alumbre, se realizarán dos pruebas adicionales. En el caso de este proyecto, son adicionales, debido a que no se encuentran dentro de los objetivos, pero creemos conveniente hacerlo para ampliar más el panorama de esta investigación.

2.2.6.1. Microscopía Electrónica de Barrido (MEB)

El microscopio electrónico de barrido se caracteriza por usar un haz de luz para la formación de una imagen. Para esto, es que se cuenta con un dispositivo o filamento generador de un haz de electrones que se encarga de iluminar la muestra y con la ayuda de detectores, se recogen los electrones generados, después de la interacción entre estos con el material en estudio. Dicha interacción nos brinda información acerca de las formas, composición química o textura que conforma la superficie o material analizado [42].

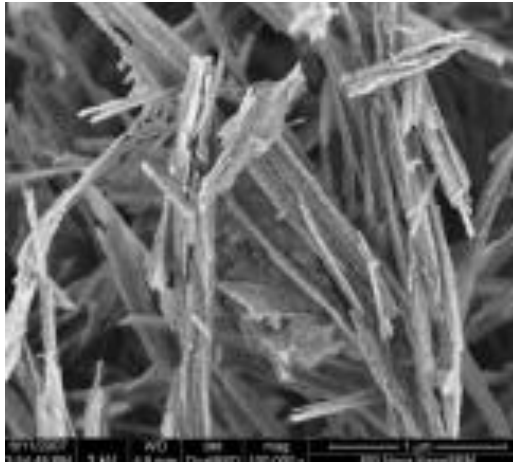


Fig. 26. Ejemplo de materiales visualizados con el Microscopio Electrónico de Barrido

Fuente: CSIC, Principios generales de la Microscopía Electrónica de Barrido, Madrid: Ministerio de Ciencia e Innovación, 2014.

Se hará uso de este equipo, con el fin de realizar tomas de la interacción que tiene los dos estabilizantes empleados, mucílago de cactus de San Pedro y Jabonato de Alumbre, con el suelo en estudio. Esto permitirá comprobar la teoría que se tiene, acerca de la viscosidad que generan estos estabilizantes dentro del adobe. Además cabe resaltar que ha sido realizado este ensayo como un objetivo que escapa al alcance de la presente tesis y que únicamente sirve de complemento y enriquecerá aún más la presente investigación.

2.2.6.2. Espectroscopia de Energía Dispersiva de Rayos X (XEDS)

Para entender el funcionamiento y la teoría en la que se basa este ensayo, tenemos que entender que a nivel atómico, el núcleo de este está rodeado por electrones, las capas que rodean a este núcleo son llamadas en conjunto, nube de electrones. Cuando se pasan a través de una muestra (cualquier material) una corriente de haz de electrones como es el caso del MEB, se genera una dispersión en los electrones elástica o inelástica. La dispersión elástica se da si el electrón tiene una interacción directa con la nube de electrones, lo cual genera una desviación angular pequeña, pero si el electrón se acerca al núcleo (pasa la nube de electrones), se genera una dispersión mayor a 90° [43].

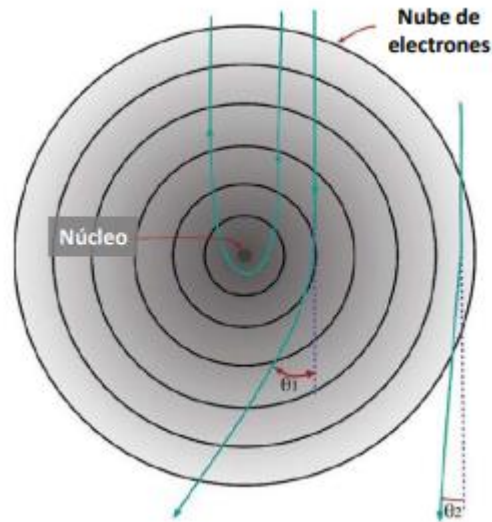


Fig. 27. Dispersión del haz de electrones elástica e inelástica

Fuente: Síntesis y caracterización de nanoalambres con composiciones y propiedades microestructurales y magnéticas diseñadas, 2014.

Estos ensayos fueron desarrollados en la década de 1960 y fue una buena opción en los microscopios electrónicos de barrido [43].

Para resumir como es el funcionamiento de este equipo tenemos:

Un pulso de carga es generado por el detector, y dicha carga es proporcional a la energía de los rayos – X [43].

Una vez que es generado, el pulso es convertido en voltaje [43].

Este voltaje es amplificado a través de un transistor de efecto de campo (FET), totalmente separado de otro tipo de impulsos que son amplificados en su mayoría. Luego de esto son identificados electrónicamente como resultados de los rayos X de la energía específica [43].

La señal que se genera es almacenada en el canal para que se exponga al sistema de salida en forma de espectro (monitor, PC y datos) [43].

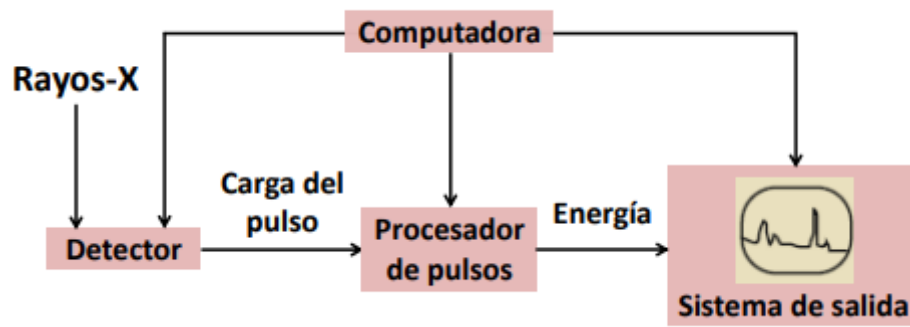


Fig. 28. Esquema del proceso de la Espectroscopia de Energía Dispersiva de Rayos X (XEDS)

Fuente: Síntesis y caracterización de nanoalambres con composiciones y propiedades microestructurales y magnéticas diseñadas, 2014.

Los equipos utilizados, son del laboratorio de química de la Universidad Nacional de Trujillo, los cuales se muestran en la siguiente Figura:

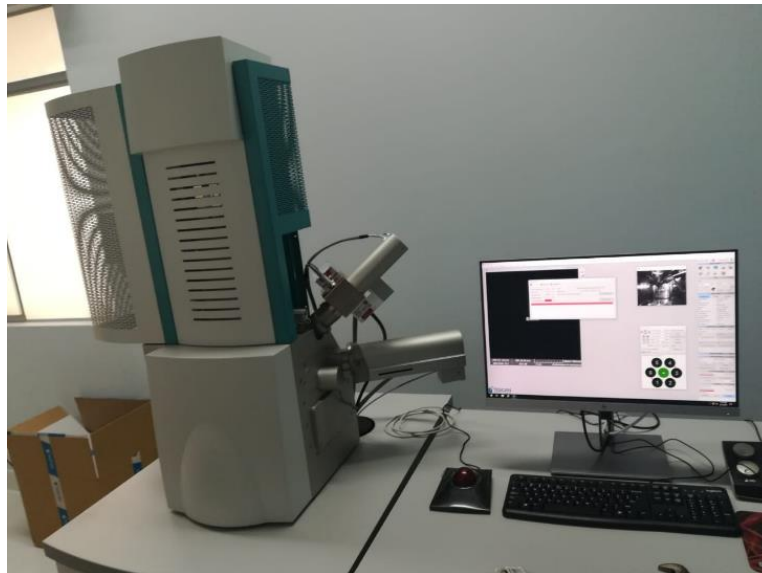


Fig. 29. Microscopio electrónico de Barrido (MEB) y computadora para el procesamiento de datos.

Fuente: Técnico a cargo del Laboratorio de Cerámicos y Suelos de la Universidad Nacional de Trujillo.

Así mismo, el microscopio mostrado es de serie VEGA, diseñada para satisfacer necesidades de MEB. La página web también nos indica que TESCAN (el MEB) ofrece un filamento de LaB₆ (hexaboruro de lantano) como la fuente de electrones. La ventaja principal de este filamento es que ofrece una fuente relativamente estable de emisión de electrones que es comparable con los microscopios FE-MEB, ofreciendo corrientes de electrones a mayores temperaturas de cátodo más baja a diferencia de emisores de tungsteno; esto quiere decir, que se obtiene un mayor brillo y una resolución notablemente mejorada, sobre todo para aplicaciones analíticas que necesitan grandes corrientes de haz.

De la página web del fabricante, podemos ver que entre sus características principales tenemos:

- La cámara grande LM está equipada con una platina motorizada en 5 ejes
- Detectores YAG de primera clase
- 11 puertos de interfaz en la cámara con una geometría analítica optimizada para EDX, EBSD, WDX, etc
- Gran selección de detectores y accesorios
- Nivel de vacío para trabajar alcanzado en pocos minutos compuesto de potentes bombas de vacío tubo moleculares y rotatorias.
- Investigación de muestras no conductoras en la versión de presión variable (LMU)
- Las diferentes opciones para la cámara en suspensión permiten obtener una reducción efectiva de las vibraciones del ambiente en el laboratorio
- Medidas 3D en la superficie reconstruida mediante el software de metrología 3D

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

Por el tipo de investigación que se realizará, este estudio es considerado experimental, debido a que este diseño establece comparaciones entre la hipótesis planteada y los experimentos realizados y permite al investigador una interpretación de los datos obtenidos [44].

Debe de ser considerado de esta manera por la manipulación de variables que se espera realizar para poder alcanzar el logro de los objetivos específicos que se han considerado y a consecuencia de ello, el logro del objetivo general. El experimento que planteamos nos permitirá manipular dichas variables y verificar el efecto que produce dicha manipulación.

Las variables que consideramos como dependientes e independientes, certifican el tipo de investigación que se ha descrito anteriormente. Las variables independientes son: Tipo de Suelo, Jabonato de Alumbre y Mucílago de Cactus de San Pedro. Estas modificarán, dependiendo de la proporción que adicionemos de estabilizante o el tipo de suelo que tengamos, a las variables dependientes.

De acuerdo al fin que se persigue en el estudio, podemos decir que es una investigación aplicada. Esto se debe a que no tenemos como fin último el de descubrir un nuevo conocimiento únicamente, sino que buscamos perfeccionar lo ya conocido y alcanzar una solución al problema expuesto.

3.2. Diseño de investigación

Dentro del diseño de investigación, punto que se define como “el plan o estrategia que los investigadores han seleccionado y desarrollado con la finalidad de obtener la información necesaria”, esta investigación se ha planteado según el enfoque cuantitativo, debido a que dentro del plan de acción propuesto se registraron hechos que se pueden cuantificar y analizar para verificar la certeza de la hipótesis [44].

En el desarrollo de la investigación, se han definido métodos y técnicas, que se caracterizan por ser de carácter investigativo a través de ensayos, de los cuales se extraerán datos que servirán para evaluar lo planteado como problemática y en base a ellos poder plantear una solución que satisfaga el objetivo planteado.

3.3. Población, muestra y muestreo

Nuestra población son los suelos de la región Lambayeque; sin embargo, hemos creído conveniente centrarnos en un tipo de suelo específico, que es en el que hay mayor probabilidad de obtener mejores resultados al momento de realizar los ensayos a las unidades de adobe, al suelo mismo y por ende, al realizar esta investigación; ya que se debe recordar que no todos los suelos son aptos para fabricar adobe, pues deben de cumplir con ciertos requerimientos mínimos y en caso de no cumplir se debe de adicionar arcilla o arena para que pueda ser apto; el ensayo realizado para justificar esta selección del suelo es que se realizó la prueba de “Presencia de arcilla” o “Resistencia seca”, planteado por la norma E080. Diseño y construcción con tierra reforzada. Ver Anexo 2. Fotografía 3. 1 Muestras de suelos después de haber realizado la prueba de “Presencia de arcilla”.

Para poder determinar qué suelo de la región Lambayeque tiene las mejores condiciones para fabricar adobe en esta investigación, es que se hará la selección de tres canteras. De dichas canteras seleccionadas, es que se realizarán los ensayos respectivos para poder seleccionar el mejor suelo posible, para poder desarrollar esta investigación.

El tipo de muestra que va a ser tomada en esta investigación, es una muestra no probabilística con un muestreo de casos tipo. Es considerada una muestra no probabilística porque la elección de las muestras no depende de la probabilidad, sino de las causas que el investigador crea conveniente que se relacionen con las características de la investigación; por este motivo es que no será necesario el uso de fórmulas para encontrar la muestra. El muestreo de casos tipo, que es considerada un tipo de muestra no probabilística, nos permitirá interpretar los resultados obtenidos, como la resistencia a la acción del agua o el grado de impermeabilidad que le puede llegar a brindar los estabilizantes considerados al adobe. Por este motivo, es que la calidad de la información que se obtendrá es sumamente importante [45].

3.4. Criterios de selección

La selección de los suelos, se basó en los resultados de mecánica de suelos que se les realizaron. Esto con el fin de tener un sustento experimental del criterio que habíamos usado para escoger el mejor suelo posible para la realización del presente trabajo de investigación. En el caso de la selección de la materia prima para fabricar los estabilizantes, nos basamos en la calidad del

producto visible. Para el caso del cactus de San Pedro, observamos que no tengan abolladuras y que sean de preferencia especímenes frescos. Si nos referimos al alumbre y al jabón, no se tuvieron consideraciones especiales, ya que son productos que de por sí tienen una calidad mínima propia de la naturaleza del mismo, en el caso del alumbre, así mismo con el jabón.

3.5. Operacionalización de variables

Para la operacionalización se tomó como variable independiente a la adición de los estabilizantes jabonado de alumbre o mucílago de cactus de san pedro a la unidad de adobe el los porcentajes de 3%,6%, 9% y 12%. Esto se debe a que esta es la causa de la variación de las propiedades del adobe, ya sean física, mecánicas o químicas, parámetros para la selección del suelo, que tanto impactará al medio ambiente esta adición y que tan económico será. Estos últimos parámetros son las variables dependientes por las razones expuestas [44].

Para más información, podemos revisar la TABLA IV. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES, donde se muestra la variable independiente, las variables dependientes, las dimensiones, los indicadores, los instrumentos y los índices del proyecto.

TABLA IV. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTO	ÍNDICE
Adición del jabonado de alumbre o mucilago de cactus de san pedro a la unidad de adobe en porcentajes de 3%, 6%,9% y 12%	Propiedades mecánicas del adobe	Ensayos comparativos	Succión	NTP 399.604 y 399.614/ Registro de pesos de unidades de adobes	gr/ mín /200cm2
			Eflorescencia	NTP 399.613/ Registro de características de la unidad	Observación
			Lluvia Simulada	Registros de Peso Erosionado	kg
			Erosión acelerada	Norma Española UNE 41410	cm
			Inundación Simulada	Gráficas de capilaridad y absorción vs Tiempo	cm
		Ensayos clasificatorios	Determinación del peso	NTP 399.613/ Registro de Laboratorio de Resistencia	%
			Variación dimensional	NTP 399.613/ Registro de Laboratorio de Resistencia	%
			Alabeo	NTP 399.613/ Registro de Laboratorio de Resistencia	mm
			Resistencia a la compresión de la unidad	NTP 399.613/ Norma E080/ Registro de Laboratorio de Resistencia	kg/cm2
			Resistencia a la compresión en prismas de albañilería	NTP 399.605 y 399.621 / Registro de Laboratorio de la Resistencia	kg/cm2
	Ensayos no clasificatorios	Resistencia a la compresión en diagonal de muretes	NTP 399.605 y 399.622/ Registro de Laboratorio de la Resistencia	kg/cm2	
		Resistencia a la compresión	ASTM C 109/C109M-16a/ Registro de Laboratorio de Resistencia	kg/cm2	
	Propiedades mecánicas del mortero	Ensayos	Resistencia a la Tracción	Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma E.080	kg/cm2
			Determinación del pH	Escala del pH	pH
	Composición del Jabonado de Alumbre	Ensayos Físico - Químicos	Contenido de Sales	Registro de Laboratorio	%
			Identificación de Metales Pesados	Registro de Laboratorio	%
			Porcentaje de Volátiles	Registro de Laboratorio	%
			Determinación de la Densidad de Líquidos	Registro de Laboratorio	gr/cm3
			Determinación de la Viscosidad	Registro de Laboratorio	cm2/seg
			Determinación del pH	Escala del pH	pH
	Composición del Cactus de San Pedro	Ensayos Físico - Químicos	Contenido de Sales	Registro de Laboratorio	%
			Identificación de Metales Pesados	Registro de Laboratorio	%
			Porcentaje de Volátiles	Registro de Laboratorio	%
			Determinación de la Densidad de Líquidos	Registro de Laboratorio	gr/cm3
			Determinación de la Viscosidad	Registro de Laboratorio	cm2/seg
			Determinación del pH	Escala del pH	pH
	Composición del Suelo	Selección empírica	Resistencia a la rotura después de 2 días	Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma E.080	Dureza del Suelo
		Ensayos de caracterización	Peso Específico	NTP 339.131 / Registro de Pesos	kg/m3
			Peso Volumétrico Seco Suelto	Norma ASTM C 29/ Registro de Pesos Volumétricos	kg/m3
			Peso Volumétrico Seco Compactado	Norma ASTM C 29 / Registro de Pesos Volumétricos	kg/m3
Salinidad			NTP 339.152 / Registro de Cantidad de Sales	Partículas por millón	
Granulometría			NTP 339.128 / Curva Granulométrica	%	
Límites de consistencia			NTP 339.129 / Registro de porcentajes de humedad	%	
Contenido de humedad			NTP 339.127 / Registro de porcentaje de humedad	%	
Módulo de Finura			ASTM C 125/ Curva Granulométrica	%	
Absorción			ASTM C 127/ Registro de porcentaje de absorción	%	
Impacto ambiental	Evaluación de Impacto Ambiental	Impacto Ambiental del Jabonado de Alumbre	Matriz de Leopold	Calificación de Magnitud (+/-) e importancia	
		Impacto Ambiental del uso de Mucilago de Cactus de San Pedro			
Análisis de Costos	Selección de Arquitectura	Costo unitario utilizando unidad de adobe estabilizada con Jabonado de alumbre	Mikrosoft Excel	Soles S/.	
	Metrado	Costo unitario utilizando unidad de adobe estabilizada con Mucilago de Cactus de San Pedro			

Fuente: Elaboración propia

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

Las técnicas necesarias para el desarrollo de este proyecto son las siguientes:

Observación científica: Se procedió a observar las variables en su contexto natural. La técnica de la observación científica se define como el uso sistemático de los sentidos para la recopilación de datos que buscan resolver el problema de este proyecto [44]. Esta técnica será usada en algunos ensayos, sobre todo para la selección del suelo debido a que la Norma E.080 está dirigida a personas con bajos recursos económicos y establece criterios empíricos y sencillos para esta selección, en la cual se usa la observación científica.

Experimentos: Se manipularon las variables independientes, modificando así el comportamiento que van a tener las variables dependientes, con el fin de poder medir el comportamiento de sus propiedades.

Análisis de contenidos: Se han interpretado las diferentes fuentes bibliográficas que han sido necesarias para desarrollar este informe.

3.6.2. Fuentes y programas

Las fuentes utilizadas son:

Norma E 080 Diseño y construcción con tierra reforzada (E 080). 2017

Norma Española UNE 41410 (2008)

Normas Técnicas Peruana (NTP).

Sociedad Americana para ensayos y materiales (ASTM)

Las otras fuentes de información empleadas para la investigación se compilaron en las referencias bibliográficas

Los programas a utilizar serán:

Microsoft office: Excel, Word y power point.

3.6.3. Ensayos de laboratorio

3.6.3.1. Ensayos para la selección del suelo

a) Resistencia a la rotura después de 2 días

Este tipo de pruebas es usado antes de realizar los ensayos propiamente dichos para poder determinar si el suelo es apto para la fabricación de adobe.

Prueba del rollo o prueba de plasticidad:

Se logra al tomar tierra húmeda con las palmas de las manos, formando un rollo de 2 cm de diámetro. Si el rollo formado tiene una longitud entre 5cm a 15 cm, la tierra poseerá una cantidad de arcilla y de arena adecuada para la fabricación de adobes; si el rollo evidencia grietas antes de los 5 cm, se deberá adicionar ciertas proporciones de arcilla. Por el contrario, si alcanza los 15 cm, se deberá proporcionar más arena [21].

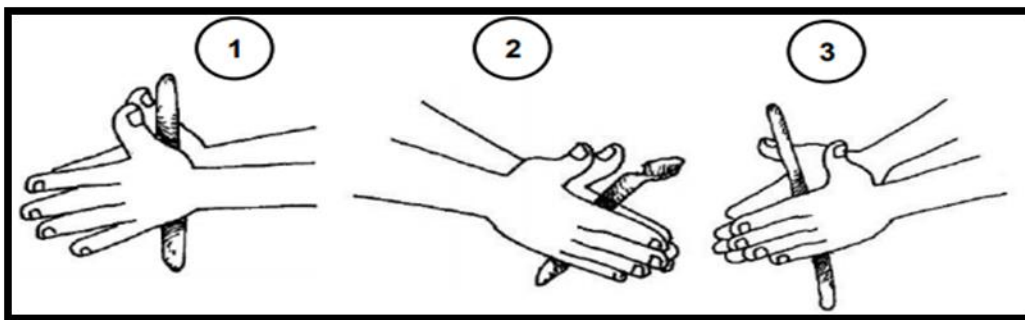


Fig. 30. Resultados de la prueba de bola: 1) Tierra con adecuada cantidad de arcilla. 2) Tierra con baja cantidad de arcilla

Fuente: Adobe estabilizado con extracto de cabuya (*Furcraea Andina*). 2017.

Prueba “Presencia de arcilla” o “Resistencia seca”

Se deberá formar una bolita de 2 cm de diámetro con las manos y dejar secar en la sombra por 2 días. Cuando ya hayan secado las bolitas, se romperá con el dedo pulgar. En tal caso, la bolita se rompa, será un indicio de la presencia adecuada de arcilla, pero si la bolita se rompe con facilidad, el adobe final tendrá escasa resistencia [21].



Fig. 31. Resultados de la prueba de bola: 1) Tierra con adecuada cantidad de arcilla. 2) Tierra con baja cantidad de arcilla

Fuente: Adobe estabilizado con extracto de cabuya (*Furcraea Andina*). 2017.

b) **Peso específico**

(1) Definición

El peso específico nos indica la calidad del suelo, los valores elevados nos dan indicios de un buen comportamiento del material y los valores bajos corresponden a materiales absorbentes y débiles. Es así como se recomienda alcanzar los 2.5 – 3.0 gr/cm³. Si los resultados difieren en más de 0.03, el ensayo debe de repetirse.

(2) Normativa

El ensayo se ha basado en la norma NTP 339.131 y fue empleado para el suelo.

(3) Objetivo del ensayo

Determinar el peso específico de las muestras de suelo extraídas de Mochumí, Túcume e Íllimo.

(4) Instrumentos y equipos

Los instrumentos empleados para el ensayo son:

Picnómetro o frasco volumétrico (en nuestro caso se utilizó una fiola) con volumen de 100cm³ o un frasco taponado con volumen de 50 cm³.

Balanza con aproximación al 0.01 g.

Bomba de vacío para extracción de aire. De no contar con la bomba de vacío se puede utilizar un mechero o cualquier dispositivo para hervir el contenido del picnómetro.

Desecador o recipiente con tapa de cierre.

Horno de secado, manteniendo una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Varios, como cápsulas de porcelana, termómetro, pipeta, etc.

(5) Procedimiento

Primero, extraer dos muestras de suelo, debido a que se obtienen dos resultados de este ensayo.

Segundo, colocar las muestras en un frasco volumétrico, asegurando que no se produzcan pérdidas, en el caso de haber determinada su masa. El frasco volumétrico debe de ser llenado hasta las tres cuartas partes o hasta la mitad, con agua destilada.

Tercero, eliminar el aire atrapado, haciendo uso de los siguientes métodos: someter el contenido a un vacío parcial o hervir el agua por 10 minutos, si es que se está trabajando con un suelo arcilloso.

Cuarto, llenar el picnómetro con agua destilada, limpiar y secar la parte externa haciendo uso de cualquier tela o medio para realizar este procedimiento. Esperar veinticuatro horas para pesar la fiola.

(6) Cálculo

La expresión de los resultados debe de ser de la siguiente manera:

- (1) Peso de la muestra de suelo seco
- (2) Peso de la fiola o picnómetro + peso de agua
- (3) Peso de la muestra + fiola o picnómetro + agua

Usaremos la ecuación (1) para obtener la Gravedad específica.

$$Ge = \frac{(1)}{(1)+(2)-(3)} \quad (1)$$

(7) Fotografías del ensayo

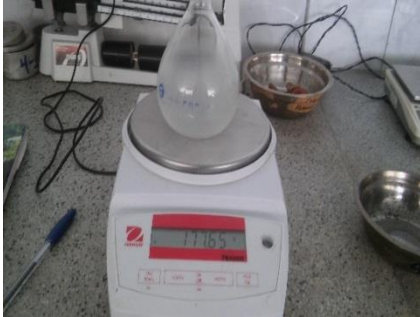


Fig. 32. Peso de fiola utilizada en el ensayo de gravedad específica

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 33. Agua destilada utilizada para el ensayo de gravedad específica

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 34. Peso de fiola con agua destilada (500 gr)

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 35. Peso de muestra de suelo para ensayo (100 gr)

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 36. Colocación del suelo en la fiola

Fuente: Elaboración Propia.



Fig. 37. Fiola hirviendo a baja temperatura.

Fuente: Elaboración Propia.



Fig. 38. Agitación de la fiola para eliminar
aire atrapado

Fuente: Elaboración Propia.



Fig. 39. Reposo de muestra de suelo para
luego ser pesada

Fuente: Elaboración Propia.

c) Peso volumétrico seco suelto

(1) Definición

Consiste en determinar el peso de suelo por metro cúbico, haciendo uso de un recipiente con peso conocido y sin previo acomodo [46].

(2) Normativa

Este ensayo se realizó basado en la norma ASTM C 29 y se le realizó al suelo.

(3) Objetivo del Ensayo

Determinación del peso volumétrico seco.

(4) Instrumentos y Equipos

El equipo y materiales a utilizar en este ensayo son:

Un cucharón.

Un recipiente.

Una regla de 30 centímetros.

Una balanza con capacidad de 20 kg, con una aproximación de 5 cm.

(5) Procedimiento

Primero, el suelo debe de secado al sol y cuarteado.

Segundo, pesar únicamente el recipiente.

Tercero, usar el cucharón para cargar el material y dejar caer desde una altura de 5 cm hasta haber llenado el recipiente, usar como referencia el escantillón y evitar el reacomodo del material con movimientos ajenos al realizado. Posteriormente, enrasar el material con la regla de 30 cm.

Cuarto, se debe de pesar el recipiente conteniendo el material y registrar su peso con una aproximación de 5 gramos.

(6) Cálculo

Por último, se calculará el peso volumétrico del material seco y suelto con la ecuación (2).

$$P. V. S. S. = \frac{W_m}{V_r} \quad (2)$$

Donde:

W_m = peso del material en kg

W_m = (peso del recipiente + material) – (peso del recipiente)

V_r = volumen del recipiente (m³)

(7) Fotografías del ensayo



Fig. 40. Peso de la probeta más la muestra

Fuente: Elaboración Propia

d) Peso volumétrico seco compactado

(1) Definición

Este ensayo busca obtener la cantidad de material en kilogramos por metro cúbico que puede ingresar en un volumen ya conocido, se debe de brindar el acomodo respectivo a las partículas del suelo, mediante golpes con una varilla con punta redondeada.

(2) Normativa

Este ensayo se realizó en base a la norma ASTM C 29 y fue empleado para el suelo.

(3) Objetivo del ensayo

El objetivo del ensayo es determinar el peso volumétrico seco compactado.

(4) Instrumentos y equipos

Un cucharón de lámina.

Un recipiente de volumen conocido.

Una regla de 30 cm.

Una balanza de 20 kg de capacidad y 5 gramos de aproximación.

Una varilla punta bala.

Un martillo de goma.

(5) Procedimiento

Primero, secar y cuartear el suelo bajo el sol

Segundo, pesar el recipiente vacío

Tercero, emplear el cucharón y tomar el material, este debe de ser dejado caer en el recipiente desde una altura de 5 cm.

Cuarto, llenar el recipiente en tres capas, dando 25 golpes de varilla a cada capa y golpeando 15 veces con un martillo de goma en los costados, repartido uniformemente alrededor del molde.

Quinto, enrasar haciendo uso de la regla de 30 cm.

Sexto, pesar el recipiente con el material y registrar el peso del mismo.

(6) Cálculo

Por último, el peso volumétrico del material seco y compactado debe de ser calculado con la siguiente ecuación (3)

$$P.V.S.C. = \frac{Wm}{Vr} \quad (3)$$

Donde:

W_m = peso del material en kg

W_m = (peso del recipiente + material) – (peso del recipiente)

V_r = volumen del recipiente (m³)

(7) Fotografías del ensayo



Fig. 41. Peso de la probeta más la muestra

Fuente: Elaboración Propia

e) **Salinidad**

(1) Definición

El siguiente ensayo permite determinar la cantidad de sales que tenemos presente en el suelo a analizar.

(2) Normativa

La norma usada es la NTP 339.152 y fue empleada para el suelo.

(3) Objetivo del ensayo

Tiene por objetivo determinar la cantidad de sales, cloruros y sulfatos en el suelo.

(4) Instrumentos y equipos

El equipo y los materiales usados serán descritos a continuación:

Un frasco de vidrio.

Agua destilada.

Dos cápsulas, debidamente enumeradas y pesadas.

Equipo de filtración, con papel filtro de poro fino.

Una balanza con precisión a la décima de gramo (0.01 gramos).

Una estufa capaz de mantener una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Unos matraces.

Una muestra de suelo.

(5) Procedimiento

El ensayo ha de ser realizado con la muestra total.

El procedimiento que se debe de seguir para desarrollar este ensayo, es el siguiente:

Primero, cuartear la muestra analizada, después de haber pesado 100 gramos de suelo en la estufa. Recordar que estos deberán estar debidamente pesados.

Segundo, introducir el suelo en el frasco, acompañado por 100 ml de agua destilada, debidamente medidos con un matraz.

Tercero, se debe de agitar el frasco con su contenido durante un tiempo prudente.

Cuarto, se deberá dejar el frasco en reposo hasta que el líquido quede claro.

Quinto, se extraerá de la mezcla el líquido, mediante filtración, utilizando el papel filtro de poro fino.

Sexto, del líquido filtrado se deberá medir una cantidad apropiada para ser vertida a una de las cápsulas y se repetirá el mismo procedimiento para la otra cápsula.

Séptimo, se situarán las cápsulas para la evaporación total del agua de la solución, en la estufa, a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.

Por último, se dejará enfriar las cápsulas y se deberán pesar con balanza analítica o de precisión.

Como precaución, las sales del residuo pueden absorber humedad del aire muy rápidamente, es por eso que el ensayo se debe de realizar de forma muy rápida, con el fin de que transcurra el menor tiempo posible desde que la cápsula sea sacada del horno hasta obtener su masa. [29]

(6) Cálculo

El ensayo fue realizado por el laboratorio de la empresa SOILS E.I.R.L. (Ver Anexos)

El valor que se recomienda es un % sal ≤ 0.3 %. Si el porcentaje de sal es superado, se espera una reducción en la resistencia de la mezcla.

(7) Fotografías del Ensayo

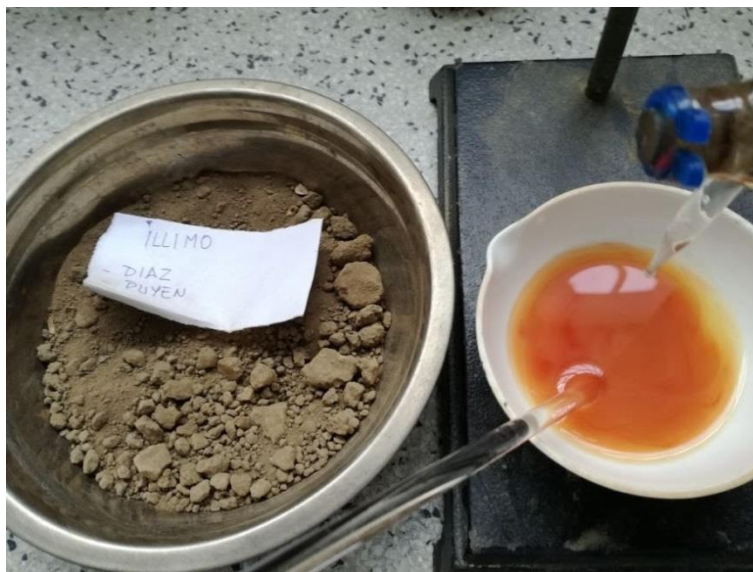


Fig. 42. Muestra de Íllimo para ensayar.

Fuente: Elaboración Propia

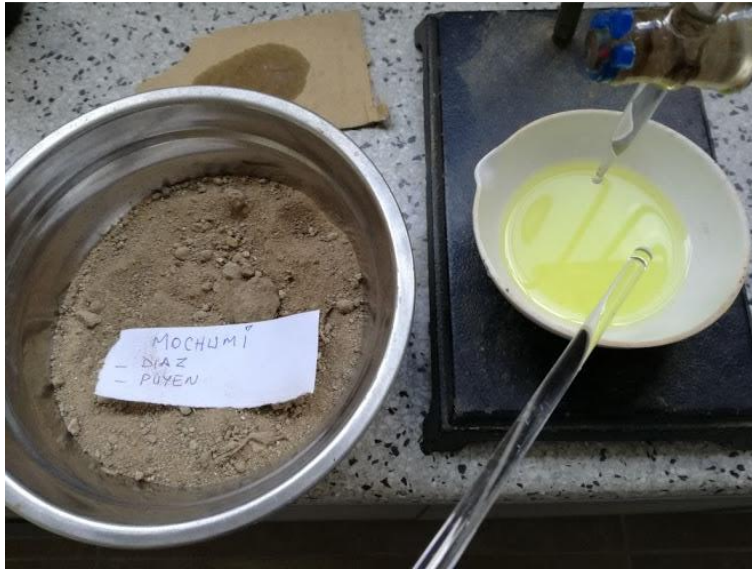


Fig. 43. Muestra de Mochumí para ensayar.

Fuente: Elaboración Propia

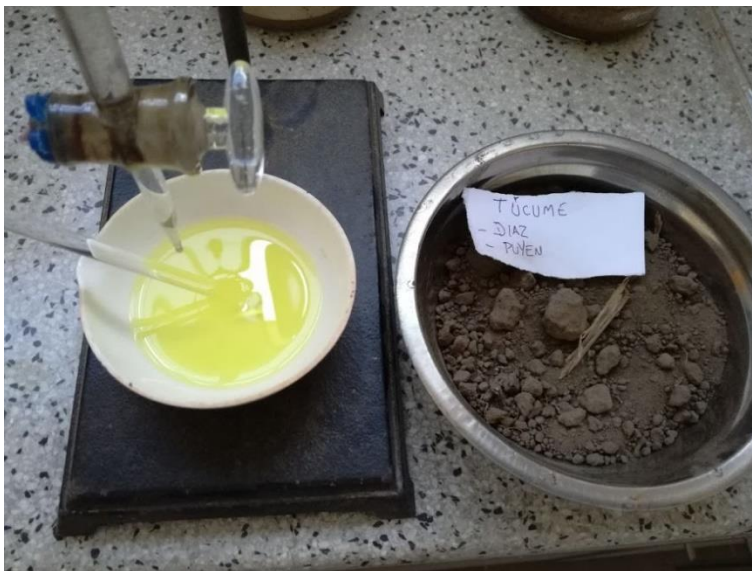


Fig. 44. Muestra de Túcume para ensayar.

Fuente: Elaboración Propia

f) Granulometría

(1) Definición

Este ensayo busca determinar la composición que conforma un volumen de agregado, según su tamaño.

(2) Normativa

La norma empleada es la NTP 339.128 y se le aplicó para analizar el suelo.

(3) Objetivo del ensayo

El objetivo de este ensayo es separar por tamaños las partículas de suelo grueso y fino que conforman una muestra del mismo.

(4) Instrumentos y equipos

El material y el equipo usado para este ensayo es el siguiente:

Un juego de mallas (comúnmente se utilizan: 3'', 2'', 1'', 3/4'', 1/2'', 3/8'', N°04, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y la Charola).

Un cucharón.

Una balanza con aproximación a 0.1gr.

Unas charolas rectangulares de 40 * 60cm.

Una espátula y vidrio de reloj.

Un partidor de muestras o cuarteador.

La malla N°200, para el lavado del suelo que pasó la malla N°4.

Un alambrón de 5mm de diámetro, con punta redondeada.

Un horno o estufa.

Unas charolas de aluminio.

Un vaso de aluminio.

Agua.

El suelo en estudio.

(5) Procedimiento

Primero, secar el suelo bajo el sol, disgregarlo y cuartearlo. Se debe de tomar una muestra representativa, que debe de ser pesada y registrada.

Segundo, pasar el material seleccionado por las mallas establecidas por normal, debe de ir de mayor a menor.

Tercero, pesar el material retenido al pasar por cada malla y anotar este resultado en la columna retenido del registro.

Cuarto, todo lo anterior será realizado hasta la malla N°04 y con el material que pasa esta malla, se procederá a obtener una porción de suelo representativo. Para esto, pasar el material las veces que sean necesarias por el partididor de muestras hasta obtener una de 500 y 1000 gramos.

Quinto, poner a secar la muestra hasta que se enfríe y recolectar una de 200 gramos, que debe ser vaciada en un vaso de aluminio, que debe ser llenado con agua. Si el suelo aún presenta grumos, se debe dejar saturar por 24 horas.

Sexto, agitar el suelo usando el alambrcn con punta redondeada, haciendo figuras que formen un "ocho" durante 15 segundos.

Séptimo, vaciar el líquido a la malla N°200 con el fin de eliminar los finos (material que pasa dicha malla) posteriormente verter más agua al vaso y agitar de la forma anteriormente descrita.

Octavo, acumular arena y reintegrar al vaso, para vaciar sobre la parte trasera de la malla, teniendo cuidado de que no hayan pérdidas. La operación deberá ser repetida hasta 5 veces, con tal que el agua salga limpia.

Noveno, el suelo debe de ser secado al horno, dejar enfriar y después pasar por las mallas N°08 y N°200.

Décimo, pesar retenido en cada malla.

Décimo primero, realizar los cálculos de: % retenido parcial, % retenido acumulado, % que pasa, luego de esto dibujar la curva granulométrica.

Décimo segundo, calcular % de grava, de arena y de finos, así como el coeficiente de uniformidad (Cu) y de curvatura (Cc).

(6) Cálculo

Luego de haber tomado datos del peso retenido en cada malla se procede a realizar el siguiente cálculo a través de la ecuación (4) para obtener el porcentaje de peso retenido:

$$\text{Porcentaje de Peso retenido} = \frac{W_r}{W_s} \times 100\% \quad (4)$$

Donde:

W_r = Peso retenido

W_s = Peso seco de la muestra

Luego se procede a determinar el porcentaje que pasa por esa malla restando el porcentaje que pasa por una malla anterior con el porcentaje retenido en la malla donde se hace el cálculo.

(7) Fotografías del ensayo



Fig. 45. Muestras antes del lavado.

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 46. Lavado de muestra

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 47. Muestra lavada secada en el horno.

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 48. Tamizado

Fuente: Elaboración Propia

g) Límites de consistencia

(1) Definición

Para medir la plasticidad de los suelos han sido desarrollados diversos criterios, siendo uno de ellos el de Attemberg, el que hizo ver que la plasticidad no es una propiedad permanente de los suelos, sino que es circunstancial y depende de su contenido de agua.

Dependiendo del contenido de agua que presente el suelo, se puede presentar los siguientes estados básicos: estado líquido, manteniendo la apariencia y las propiedades de un sólido en suspensión; estado semilíquido, manteniendo las propiedades de un fluido viscoso; estado plástico, manteniendo un comportamiento plástico; estado semisólido, presentando disminución de volumen y la apariencia de un sólido; y estado sólido, en la que no presenta variación de volumen.

Los estados mencionados anteriormente no tienen límites definidos, sino que su establecimiento depende mucho de lo convencional. Las convenciones establecidas por Attemberg para determinar el estado en el que se encuentran están relacionados con los límites, también conocidos como “Límites de Attemberg”. La frontera entre el estado semilíquido y el plástico es llamado límite líquido, y la frontera entre el estado plástico y el estado semisólido es llamada límite plástico.

(2) Normativa

La norma empleada es la NTP 339.129 y fue empleada para analizar las propiedades del suelo.

(3) Objetivo del ensayo

Determinar los límites líquido y plástico, así como el índice de plasticidad.

(4) Instrumentos y equipos

El equipo y material usado para realizar el ensayo es el siguiente:

Copa de Casagrande.

Un ranurador laminar o ranurador curvo.

Una cápsula de porcelana.

Una espátula.

Unas charolas de aluminio o vidrio de reloj.

Malla N°40.

Un horno con temperatura constante de 105°C.

Una balanza con aproximación de 0.01 gramos.

Un molde para contracción lineal.

Un calibrador Vernier.

Una placa de vidrio.

Un alambre con un diámetro de 3.2 mm.

Una piseta.

Una franela.

Agua.

Papel absorbente.

(5) Procedimiento

El procedimiento que se debe de seguir es el descrito a continuación:

Primero, el suelo debe ser cribado por la malla N°40, el que debe ser vaciado en una cápsula de porcelana y debe humedecerse 24 horas antes de estas determinaciones.

Segundo, las charolas de aluminio deben de ser pesadas (4 para LL y 2 para LP).

Tercero, para el límite líquido, el suelo es mezclado en la cápsula de porcelana, hasta que se vea una mezcla manejable, se coloca en la copa de Casagrande, distribuyendo el material del centro hacia los extremos, de tal manera que en el centro quede una superficie a nivel.

Cuarto, se hace una ranura en la parte media del suelo, utilizando el ranurador, de tal forma que este vaya perpendicular a la copa de Casagrande.

Quinto, se procede a darle los golpes en la copa, con una frecuencia de 2 golpes por segundo, hasta que los taludes del material se unan en una longitud de 13 mm. Los golpes son contados y registrados en la columna de número de golpes. Debe tratarse que en esta condición se cumpla entre 4 y 40 golpes, para que la prueba se tome como bien ejecutada; se recomienda que esta condición se logre una vez en cada uno de los siguientes intervalos de golpes: una vez entre 30 y 40 golpes, otra entre 20 y 30 golpes, otra entre 10 y 20 golpes, y otra entre 4 y 10 golpes. Lo anterior mencionado es recomendado con el fin de que los puntos obtenidos al graficar, el número de golpes versus contenido de agua queden separados unos de otros y se pueda definir con mayor claridad la curva de fluidez. En cada una de estos ensayos se toman las muestras del centro de la copa, las cuales son pesadas y se anotan en el registro como: tara + suelo húmedo.

Sexto, estas muestras son introducidas al horno para determinar el contenido de humedad en cada ensayo.

Por último, cuando el suelo tenga la humedad correspondiente al LL (ensaye en el intervalo de 20 a 30 golpes), se llena el molde rectangular, en 3 capas, dándole los suficientes golpes a cada capa contra la mesa, con el fin de extraerle el aire atrapado, para después enrasar el molde, limpiar exteriormente con una franela y pesar, anotándolo como: peso del molde + suelo húmedo.

Para determinar el límite plástico (LP):

Primero, de la muestra menos húmeda pero moldeable, se hace una esfera de 1.5 cm aproximadamente.

Segundo, se gira o se rola con la palma de la mano, sobre la placa de vidrio, tratando de hacer un cilindro alargado con un diámetro de 3.2 mm (se hará uso de un alambre para comparar).

Tercero, si este cilindro presenta agrietamientos múltiples, se dice que el suelo presenta el límite plástico, donde se obtendrán muestras de suelo, se someterán al secado para determinar el contenido de agua, el cual equivale al LP.

Cuarto, en caso de no cumplirse la anterior condición, se hará de nuevo una esfera con el suelo y se repetirá el proceso hasta que se cumpla lo especificado.

El cálculo que se debe de seguir en forma resumida es el siguiente:

Para el límite líquido, las muestras son sacadas del horno, se dejan enfriar y se pesan, registrando en la columna de: tara + suelo seco. Con estos datos se obtiene el contenido de agua en los 4 ensayos, con lo que se procede a graficar: número de golpes contra contenido de agua, obteniéndose cuatro puntos, por los que se traza una línea recta por los puntos o parte intermedia de ellos; a esta recta se le llama Curva de fluidez; en 25 golpes, subimos e interceptamos la curva de fluidez y de ahí con la horizontal, leemos el contenido de humedad, el que corresponderá al límite líquido.

Para el límite plástico, se procede a obtener el contenido de agua correspondiente, estos dos contenidos de humedad se promediarán siempre y cuando no haya una diferencia mayor a 2 puntos porcentuales, en caso lo haya se tendrá que repetir esta prueba. El promedio es el resultado del Límite plástico. [27]

Para obtener el índice de plasticidad se debe de restar el LL – LP

(6) Cálculo

La Ecuación (5) se usará para obtener el contenido de humedad a 15, 25 y 35 golpes en el límite líquido.

$$(\alpha) = \frac{W_w}{W_s} * 100\% \quad (5)$$

W_w = Peso de la muestra húmeda

W_s = Peso de la muestra seca

La Ecuación (6) se usará para obtener el contenido de humedad para el límite plástico.

$$(\alpha) = \frac{W_w}{W_s} * 100\% \quad (6)$$

W_w = Peso de la muestra húmeda

W_s = Peso de la muestra seca

La Ecuación (7) se usará para determinar el índice de plasticidad.

$$IP = LL - LP \quad (7)$$

LL= Límite líquido

LP= Límite Plástico

(7) Fotografías del ensayo

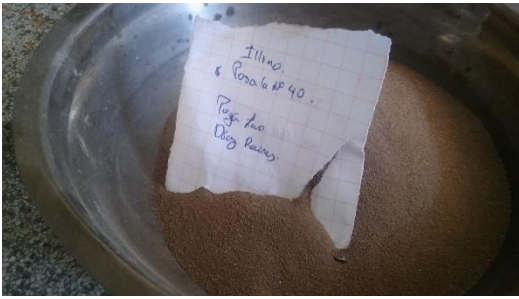


Fig. 49. Suelo de Íllimo que pasa la malla N°40

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 50. Suelo de Mochumí que pasa la malla N°40

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 51. Suelo de Túcume que pasa la malla N°40

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 52. Colocación de muestra húmeda con agua destilada en copa de Casagrande.

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 53. Golpes a la copa de Casagrande para determinación del límite líquido.

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 54. Muestras de suelo para determinación de límite líquido y límite plástico antes de secar en el horno.

Fuente: Elaboración Propia

h) Contenido de humedad

(1) Definición

Este ensayo nos permite determinar la cantidad de agua acumulada en una muestra de suelo en un momento determinado, puede ser llamada como humedad natural del suelo.

(2) Normativa

El ensayo se ha basado en la norma NTP 339.127.

(3) Objetivo del ensayo

Determinar el contenido de agua que presenta una muestra de suelo.

(4) Instrumentos y equipos

Los instrumentos empleados para el ensayo son:

Balanza de 1 kg con una precisión de 0.1 kg.

Horno con temperaturas mayores a los 100°C.

Tara.

Bandeja de fierro de 5/8 in.

Franela.

Cuchillo.

Guantes.

(5) Procedimiento

Primero, pesar dos taras vacías.

Segundo, colocar las muestras de suelo en las taras, hasta llegar a las tres cuartas partes de estas para posteriormente pesarlas.

Tercero, colocar las taras con la muestra húmeda en el horno por 24 horas.

Cuarto, sacar la muestra del horno y pesar la tara más la muestra seca.

(6) Cálculo

La ecuación (8) se usará para obtener el contenido de humedad a 15, 25 y 35 golpes en el límite líquido.

$$W\% = \frac{W_h - W_s}{W_s} * 100 \quad (8)$$

Wh = peso de la muestra húmeda (gr)

Ws = peso de la muestra seca (gr)

(7) Fotografías del ensayo

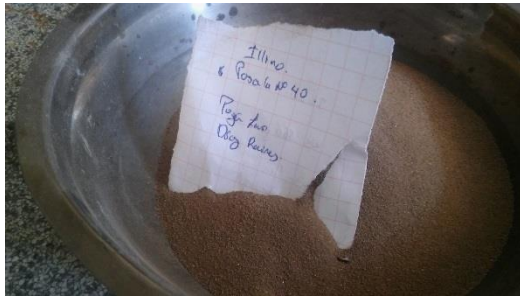


Fig. 55. Suelo de Íllimo que pasa la malla N°40.

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 56. Suelo de Mochumí que pasa la malla N°40.

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 57. Suelo de Túcume que pasa la malla N°40.

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 58. Colocación de muestra húmeda con agua destilada en copa de Casagrande.

Fuente: Elaboración Propia.



Fig. 59. Golpes a la copa de Casagrande para determinación del límite líquido.

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 60. Muestras de suelo para determinación de límite líquido y límite plástico antes de secar en el horno.

Fuente: Elaboración Propia.

i) **Absorción**

(1) Definición

Este ensayo nos permite determinar la cantidad de agua que es absorbida por el material, la cual va a ser expresada en porcentaje.

(2) Normativa

Usando la norma ASTM C 127.

(3) Objetivo del ensayo

Determinar la cantidad de agua absorbida por el suelo.

(4) Instrumentos y equipos

El equipo necesario para poder realizar este ensayo es el siguiente:

Balanza de 1 kg sensible a 0.1 kg.

Horno con temperaturas mayores a 100°C.

Molde cónico y su pisón, bandeja de hierro de 5/8'' de diámetro.

Recipiente, espátula y brocha.

(5) Procedimiento

El procedimiento a seguir es igual al que se ha expuesto para la determinación del peso específico.

(6) Cálculo

Se utilizará la ecuación (9) para obtener el porcentaje de Absorción

$$\%Absorción = \frac{(P_{sss}-P)}{P} \quad (9)$$

(7) Fotografías del ensayo



Fig. 61. Peso de muestra de suelo para absorción

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 62 Muestra de suelo hirviendo para disminuir contenido de aire.

Fuente: Propia

3.6.3.2. Ensayos a los estabilizantes

a) Determinación del ph

El PH es una unidad de medida de la alcalinidad o acidez de una solución, debido a que pretende medir la cantidad de iones de hidrógeno que contiene una solución determinada. El significado de sus siglas son “Potencial de hidrogeniones”. Los valores de PH que pueden llegar a tener los diferentes fluidos rondan desde el valor 0, siendo este el punto máximo de acidez, y el 14, siendo el valor máximo de las sustancias básicas. El punto medio de estos valores representa a un fluido neutro, por este motivo es que las soluciones con un valor por debajo del 7 son ácidas y las que están por encima son básicas [47].

Este ensayo fue mandado a hacer a la Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería Química, Laboratorio de servicios a la comunidad e investigación, LASACI.

b) Contenido de sales

La salinidad es definida como la presencia de concentraciones de sales solubles en un fluido. La alta salinidad que puede llegar a presentar una sustancia ocasiona que la productividad de la vida vegetal se reduzca drásticamente. Los cloruros, sulfatos, bicarbonatos de sodio, calcio y magnesio se encargan de contribuir en diferentes grados a la salinidad del suelo. La salinidad aparte de ello, se refleja en un incremento en la conductividad eléctrica de la solución [48].

Este ensayo fue realizado en la Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería Química, Laboratorio de servicios a la comunidad e investigación (LASACI).

c) Identificación de metales pesados

Este procedimiento consiste en determinar la concentración de algún tipo de metal pesado en específico dentro de un fluido. Según la tabla periódica, estos son elementos químicos con alta densidad, rondando los 4 gr/cm³, masa y periodo atómico mayor a 20 y son tóxicos en concentraciones bajas. Algunos de estos elementos son: aluminio (Al), bario (Ba), berilio (Be), cobalto (Co), cobre (Cu), estaño (Sn), hierro (Fe), manganeso (Mn), cadmio (Cd), mercurio (Hg), plomo (Pb), arsénico (As), cromo (Ccr), molibdeno (Mo), níquel (Ni), plata (Ag), selenio (Se), talio (Tl), vanadio (Va), oro (Au) y zinc (Zn). Concentraciones altas de estos metales, pueden

llegar a traer problemas severos no solo en la salud humana, sino en la animal y vegetal; aparte de que pueden llegar a contaminar el agua de manera considerable [49].

Este ensayo fue mandado a hacer a la Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería Química, Laboratorio de servicios a la comunidad e investigación, LASACI.

d) Porcentaje de volátiles

Los compuestos orgánicos volátiles (COV) son uno de los principales contaminantes atmosféricos presentes en las emisiones gaseosas de una gran variedad de industrias. Si la orientamos a los dos fluidos que se esperan producir en este proyecto, es que tiene alta importancia determinar el porcentaje de COV que pueden llegar a tener, pues es importante tener un alcance del grado de contaminación que llegarán a generar, orientándonos a un estudio de impacto ambiental futuro [50].

Este ensayo fue realizado en la Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería Química, Laboratorio de servicios a la comunidad e investigación (LASACI).

e) Determinación de la densidad de líquidos

(1) Definición

La densidad es considerada como una propiedad básica de cualquier tipo de líquido. Las unidades más comunes de la densidad son gr/ml y kg/m³. En el caso del agua, su densidad es 1gr/ml o bien 1000 kg/m³ [51].

(2) Normativa

Atarés Huerta, Lorena. 2017. Determinación de la densidad de un líquido con el método del picnómetro. España: Universidad Politécnica de Valencia.

(3) Objetivo del ensayo

Calcular la densidad de un líquido partiendo de los datos necesarios, tomando como referencia el método del picnómetro.

(4) Instrumentos y equipos

Los equipos e instrumentos necesarios para la realización del ensayo son:

Balanza electrónica

Fiola

Estabilizantes

Agua

(5) Procedimiento

Primero, pesor la fiola y anotar su masa. (mp)

Segundo, enrasar la fiola con agua (fluido referencial) y anotar su masa (mp + w)

Tercero, enrasar la fiola con disolución (líquido cuya densidad queremos hallar) y anotar su masa (mp + d). Se seguirá el mismo procedimiento que el mencionado anteriormente.

Cuarto, se debe de tener tres datos de masa para la determinación de la densidad de la disolución: mp, mp + w y mp + d.

(6) Cálculos

La densidad p_d será el cociente entre la masa de disolución que hay alojada en el interior de la probeta y el volumen de esta. Se utilizará la ecuación (10) para determinar la densidad de la disolución (p_d)

$$p_d = \frac{m(p+d)-m_p}{m(p+w)-m_p} * p_w \quad (10)$$

Siendo:

P_d = densidad de la disolución

$M(p+d)$ = masa del líquido contenido en la fiola

$M(p+w)$ = masa del agua contenida en la fiola

M_p = peso de la fiola vacía

P_w = densidad del agua

(7) Fotografías del ensayo



Fig. 63. Balanza Electrónica

Fuente: Elaboración propia



Fig. 64. Mucílago de cactus de San Pedro – Ensayo de determinación de la densidad de líquidos

Fuente: Elaboración propia

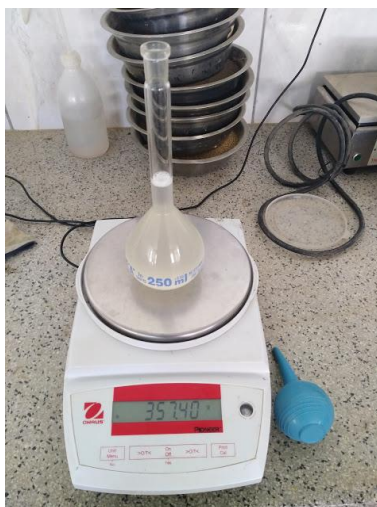


Fig. 65. Jabonato de alumbre – Ensayo de determinación de la densidad de líquidos

Fuente: Elaboración propia

f) **Determinación de la viscosidad**

El concepto de viscosidad nació con Newton, cuando en su obra “Philosophiae Naturalis. Principia Matemática” afirmó que la resistencia que surge a partir de la falta de deslizamiento de un fluido, si el resto de los factores involucrados se mantiene, es proporcional a la velocidad con la que las partes de un fluido son separadas entre sí. La viscosidad surge de la constante de proporcionalidad que describe “la capacidad de deslizamiento de un fluido”, tomando como base la proporcionalidad existente entre el esfuerzo por unidad de área (F/A).

Este ensayo fue realizado en la Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería Química, Laboratorio de servicios a la comunidad e investigación (LASACI).

3.6.3.3. **Ensayos clasificatorios de las unidades de adobe**

a) **Determinación del peso**

(1) **Definición**

Este ensayo consiste en la determinación del peso de las unidades de adobe. Se tienen que tener como mínimo 10 muestras para un lote de 1 000 000 o menos. En el informe se indicará separadamente el peso de cada unidad y el promedio de todas las unidades ensayadas con una aproximación a 0.1 gr. [52].

(2) Normativa

Instituto Nacional de Calidad. 2017. Norma Técnica Peruana 399.613 2017 Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Lima: INACAL.

(3) Objetivo del ensayo

El objetivo del ensayo es determinar el promedio de peso que tienen las unidades de adobe a analizar.

(4) Instrumentos y equipos

Los equipos e instrumentos necesarios para la realización del ensayo son:

Balanza electrónica con sensibilidad de 0.5 gr

Brocha

(5) Procedimiento

Como procedimiento a seguir para la realización de este ensayo, se tiene el siguiente:

Identificar cada uno de los especímenes.

Se realizarán dos pesadas sucesivas, las cuales no deben presentar aumentos o pérdidas mayores del 0.2%.

Si excediera el 0.2% se debe de limpiar con una brocha y volver a pesar.

Anotar los pesos de cada espécimen.

(6) Cálculos

PESO 1: Corresponde a la primera pesada de la unidad de adobe correspondiente.

PESO 2: Corresponde a la segunda pesada de la misma unidad de adobe correspondiente.

PROMEDIO: Se obtiene de promediar todos los pesos obtenidos de las 14 unidades a ensayar, teniendo que promediar 28 valores.

(7) Fotografías del ensayo



Fig. 66 Balanza Electrónica usada para el ensayo de “Determinación del peso”

Fuente: Elaboración propia



Fig. 67 Brocha usada para el ensayo de “Determinación del peso”

Fuente: Elaboración propia



Fig. 68 Unidades de adobe ensayadas para “Determinación del peso”

Fuente: Elaboración propia

b) Variación dimensional

(1) Definición

Este ensayo servirá para determinar el espesor que tendrían que tener las juntas de albañilería. Por cada incremento de 3 mm al espesor de las juntas, existirá una pérdida de resistencia del 15%. [53]

Se indica como variación de dimensión del lote de adobes al porcentaje de cada una de las dimensiones sin decimales [54].

(2) Normativa

Instituto Nacional de Calidad. 2017. Norma Técnica Peruana 399.613 2017 Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Lima: INACAL.

San Bartolomé, Quiun & Silva. 2011. Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería. Lima: Fondo Editorial PUCP.

(3) Objetivo del ensayo

El objetivo del ensayo es determinar el promedio de dimensiones, sea largo, ancho y largo, que tienen las unidades de adobe a analizar.

(4) Instrumentos y equipos

Los equipos e instrumentos necesarios para la realización del ensayo son:

Regla de acero graduada de 30 cm.

Brocha

(5) Procedimiento

Como procedimiento a seguir para la realización de este ensayo, se tiene el siguiente:

Identificar cada uno de los especímenes.

Limpiar los especímenes con una brocha.

Medir con la regla graduada las distancias entre los puntos medios de las aristas opuestas.

Anotar las 4 medidas de longitud, de ancho y de altura por cada espécimen.

La muestra estará constituida por adobes secos enteros, el procedimiento se realizará midiendo el largo, el ancho y el alto de cada cara que conforma la unidad de adobe con una aproximación de 1 mm. La medida final se obtendrá del promedio de las 4 obtenidas, y se determinará el porcentaje de variación que tenga una con respecto a otra.

(6) Cálculos

L1, L2, L3, L4: Corresponde a las medidas de largo tomadas del adobe.

A1, A2, A3, A4: Corresponde a las medidas de ancho tomadas del adobe.

H1, H2, H3, H4: Corresponde a las medidas de alto tomadas del adobe.

LP: Corresponde al promedio del largo de las cuatro medidas tomadas del adobe.

AP: Corresponde al promedio del ancho de las cuatro medidas tomadas del adobe.

HP: Corresponde al promedio del alto de las cuatro medidas tomadas del adobe.

VDL (%): Corresponde a la variación dimensional del largo de las cuatro medidas tomadas.

VDA (%): Corresponde a la variación dimensional del ancho de las cuatro medidas tomadas.

VDH (%): Corresponde a la variación dimensional del alto de las cuatro medidas tomadas.

Se utilizará la ecuación (11) para obtener la variación dimensional del largo:

$$VDL (\%) = \left(\frac{LP (cm)}{30} - 1 \right) * 100 \quad (11)$$

Se utilizará la ecuación (12) para obtener la variación dimensional del ancho:

$$VDA (\%) = \left(\frac{AP (cm)}{20} - 1 \right) * 100 \quad (12)$$

Se utilizará la ecuación (13) para obtener la variación dimensional del alto:

$$VDH (\%) = \left(\frac{HP (cm)}{10} - 1 \right) * 100 \quad (13)$$

(7) Fotografías del ensayo



Fig. 69. Brocha usada para el ensayo de “Variación dimensional”

Fuente: Elaboración propia



Fig. 70. Calibrador usado para el ensayo de “Variación dimensional”

Fuente: Elaboración propia



Fig. 71. Unidades de adobe ensayadas para “Variación dimensional”

Fuente: Elaboración propia

c) **Alabeo**

(1) Definición

La medida de alabeo está altamente relacionado con el espesor que tiene la junta de albañilería. Esta puede disminuir con el contado entre la mezcla y el mortero, formándose vacíos que ocasionan una pérdida de resistencia a la tracción por flexión de la unidad [53].

(2) Normativa

Instituto Nacional de Calidad. 2017. Norma Técnica Peruana 399.613 2017 Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Lima: INACAL.

San Bartolomé, Quiun & Silva. 2011. Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería. Lima: Fondo Editorial PUCP.

(3) Objetivo del ensayo

El objetivo del ensayo es determinar la concavidad o convexidad que tienen las unidades de adobe a analizar.

(4) Instrumentos y equipos

Los equipos e instrumentos necesarios para la realización del ensayo son:

Regla de acero graduada de 30 cm.

Brocha.

Varilla de metal con punta redondeada

(5) Procedimiento

Como procedimiento a seguir para la realización de este ensayo, se tiene el siguiente:

Identificar cada uno de los especímenes y limpiar con una brocha.

Para verificar si es cóncava

Si la superficie es cóncava, colocar la regla de forma longitudinal o diagonal y medir la mayor distancia entre la superficie a la regla con la cuña.

Si los bordes son cóncavos, colocar la regla en el borde y medir la distancia más grande desde el borde hasta la regla con la cuña.

Para verificar si es convexa

Si la superficie es convexa, colocar sobre la superficie plana y medir con la cuña cada una de las cuatro esquinas desde la superficie.

Si los bordes son convexos, colocar la regla en los extremos del borde y medir la distancia más grande desde el borde hasta la regla con la cuña.

(6) Cálculos

BORDES CÓNCAVOS: Medida del máximo borde cóncavo de la unidad de adobe.

BORDES CONVEXOS: Medida del máximo borde convexo de la unidad de adobe.

SUPERFICIES CÓNCAVAS: Medida de la concavidad de la superficie del adobe.

SUPERFICIES CONVEXAS: Medida de la convexidad de la superficie del adobe.

CONCAVIDAD: Máximo valor de concavidad, considerando los bordes y las superficies.

CONVEXIDAD: Máximo valor de la convexidad, considerando los bordes y las superficies.

(7) Fotografías del ensayo



Fig. 72. Regla metálica usada para el ensayo de “Alabeo”

Fuente: Elaboración propia



Fig. 73. Varilla metálica usada para el ensayo de “Alabeo”

Fuente: Elaboración propia



Fig. 74. Brocha usada para el ensayo de “Variación dimensional”

Fuente: Elaboración propia



Fig. 75. Unidades de adobe ensayadas para “Alabeo”

Fuente: Elaboración propia

d) Resistencia a la compresión de la unidad de adobe

(1) Definición

Este ensayo permite obtener la resistencia a la compresión de las unidades de adobe, la cual deberá de ser por lo menos igual a 10.2 kg/cm², según lo especifica la Norma E.080. Además,

este ensayo permite determinar la presencia adecuada de arcillas y comprobar que la tierra usada se encuentra libre de cantidades perjudiciales de materia orgánica [21].

La norma específica que se deben de formar cubos de arista 0.1m. Si bien es cierto, la norma E 080 indica que se deben de ensayar los cubos mencionados anteriormente, se hará uso de la norma NTP 399. 613 adicional a lo que dice la E 080, con el fin de comprobar la variación de los datos entre una y otra. Se optó por estas dos alternativas con el fin de analizar la unidad en su totalidad, que corresponde a la forma en la que se puede encontrar en su uso diario y analizar la unidad con esta forma utópica de encontrarla en el medio, pero indicada por la normativa de tierra reforzada.

(2) Normativa

Reglamento Nacional de Edificaciones. 2017. Norma E.080: Diseño y construcción con tierra reforzada. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Instituto Nacional de Calidad. 2017. Norma Técnica Peruana 399.613 2017 Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Lima: INACAL.

(3) Objetivo del ensayo

Medir la resistencia a la compresión de la unidad de adobe.

Determinar la presencia adecuada de arcillas.

Comprobar que la tierra usada se encuentra libre de cantidades perjudiciales de materia orgánica.

(4) Instrumentos y equipos

Los equipos e instrumentos necesarios para la realización del ensayo son:

Máquina compresora

Regla metálica

Badilejo

Yeso

Arenilla

(5) Procedimiento

Como procedimiento a seguir para la realización de este ensayo, se tiene el siguiente:

Identificar cada uno de los especímenes y limpiar con brocha.

Cubrir los especímenes con una mezcla de arenilla y yeso. Se deja reposar por 24 horas.

Medir el largo y el ancho de cada unidad de la cara superior y de la cara inferior.

Colocar los especímenes sobre su mayor dimensión y aplicar carga hasta la rotura.

Para este ensayo se han usado 6 unidades de adobe secas, analizadas como piezas enteras y analizadas en forma de cubos con arista de 0.10 m. La preparación previa consistió en: registrar las dimensiones de las probetas y la colocación de la cobertura para uniformizar la superficie, con el fin de que los esfuerzos se repartan de manera uniforme. Durante el ensayo se aplicará una carga perpendicular a la superficie y se registrará la carga máxima aplicada.

Se debe de recordar que las medidas tomadas de ambas caras del espécimen deben de ser registradas y el apoyo del mismo se hará sobre la mayor área.

(6) Cálculos

Resistencia a la compresión (f'_b): Se obtiene de dividir la carga de rotura entre el área bruta del espécimen.

Carga de rotura (P): Es la mayor carga perpendicular aplicada a la superficie del adobe, hasta alcanzar la rotura.

Área bruta (A): Es el área sobre la cual se aplica la carga de rotura.

* Se debe de calcular una desviación estándar que se le restará al esfuerzo obtenido, con el fin de obtener un resultado más preciso.

Se utilizará la ecuación (13) para obtener la resistencia a la compresión de las unidades de adobe

$$f'b = \frac{P}{A} \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \quad (14)$$

(7) Fotografías del ensayo



Fig. 76. Ensayo de Compresión a la Unidad de Adobe

Fuente: Elaboración propia.



Fig. 77. Ensayo de Compresión a la Unidad de Adobe

Fuente: Elaboración propia.

3.6.3.4. Ensayos no clasificatorios de las unidades de adobe

a) Resistencia a la compresión en prismas de albañilería

(1) Definición

Este ensayo es realizado con el fin de determinar la resistencia característica a la compresión de la albañilería de adobe (f_m). La norma sostiene que la relación entre la altura y la menor dimensión de la base, será de 3. La resistencia última a la que puede llegar el murete de adobe será de 6.12 kg/cm² [55].

(2) Normativa

Reglamento Nacional de Edificaciones. 2017. Norma E.080: Diseño y construcción con tierra reforzada. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

(3) Objetivo del ensayo

Medir la resistencia a la compresión de la albañilería de adobe (f_m).

(4) Instrumentos y equipos

Los equipos e instrumentos necesarios para la realización del ensayo son:

Máquina compresora

Regla metálica

Badilejo

Yeso

Arenilla

Batea

Plomada

(5) Procedimiento

Como procedimiento a seguir para la realización de este ensayo, se tiene el siguiente:

Identificar cada uno de los especímenes y limpiar con brocha.

Proceder con la construcción de las pilas de adobe, asegurando la verticalidad.

A los 15 días de secado, proceder con la colocación de una cobertura sobre la superficie que entrará en contacto con la máquina compresora, con el fin de distribuir los esfuerzos de una manera adecuada.

Dejar secar la pila hasta que tengan 28 días de edad.

Como paso final, se debe de ensayar dicha pila y determinar el esfuerzo a la compresión que soporta.

Se han construido 6 pilas de 5 hiladas cada uno, con dimensiones nominales de 30*20*10 cm (L*B*H), la que proporciona una relación de esbeltez de aproximadamente 2.9. Durante la construcción de las pilas es necesario controlar la verticalidad con una plomada. Las juntas de la pila variaron entre 2.0 cm y 2.5 cm, aproximadamente.

Al culminar la construcción de la pila y después de 15 días de secado, es que se procedió a uniformizar la superficie que iba a estar en contacto con la máquina compresora. Para esto se hizo uso de la cubierta de yeso con arenilla. Posterior a ello, es que se dejó secar, hasta haber llegado a los 28 días. Una vez haya tenido este tiempo de secado, es que se procedió a ensayar y a analizar los resultados.

(6) Cálculos

Esfuerzo de compresión admisible de murete (f^m): Se obtiene de dividir la carga de rotura entre el área bruta del espécimen.

Resistencia última (f_m): Se obtiene de multiplicar el f^m por 0.4.

Esfuerzo admisible por aplastamiento: Se obtiene de multiplicar la resistencia última por 1.25.

Carga de rotura (P): Es la mayor carga perpendicular aplicada a la superficie del adobe, hasta alcanzar la rotura.

Área bruta (A): Es el área sobre la cual se aplica la carga de rotura.

* Se debe de calcular una desviación estándar que se le restará al esfuerzo obtenido, con el fin de obtener un resultado más preciso.

Con la ecuación (15) se determinará esfuerzo a la compresión del prisma.

$$f'm = \frac{P}{A} \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \quad (15)$$

Con la ecuación (16) se determinará esfuerzo de compresión admisible del murete.

$$fm = f'm * 0.4 \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \quad (16)$$

Con la ecuación (17) se determinará el esfuerzo admisible por aplastamiento

$$\text{esfuerzo admisible por aplastamiento} = fm * 1.25 \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \quad (17)$$

b) Resistencia a la compresión en diagonal de muretes

(1) Definición

Este ensayo es realizado con el fin de medir la resistencia del murete a la tracción indirecta ($f't$). Se deberá garantizar que el promedio de las cuatro mejores resistencias de 6 muestras, supere a la resistencia última, después de 28 días de secado. Las medidas ensayadas del muro son de 0.5m * 0.50m * 0.20m. La resistencia última que se debe de alcanzar es de 0.025 MPa = 0.25 kg/cm² [21].

(2) Normativa

Reglamento Nacional de Edificaciones. 2017. Norma E.080: Diseño y construcción con tierra reforzada. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

(3) Objetivo del ensayo

Medir la resistencia del murete a la tracción indirecta ($f't$).

Instrumentos y equipos

Los equipos e instrumentos necesarios para la realización del ensayo son:

Máquina compresora

Regla metálica

Badilejo

Yeso

Arenilla

Batea

Plomada

(4) Procedimiento

Como procedimiento a seguir para la realización de este ensayo, se tiene el siguiente:

Identificar cada uno de los especímenes y limpiar con brocha.

Proceder con la construcción de los muretes de adobe, asegurando la verticalidad.

A los 15 días de secado, proceder con la colocación de una cobertura sobre la superficie que entrará en contacto con la máquina compresora, con el fin de distribuir los esfuerzos de una manera adecuada.

Dejar secar el muro hasta que tengan 28 días de edad.

Como paso final, se debe de ensayar dicho muro y determinar el esfuerzo a la compresión que soporta.

Se han construido 6 muros de 5 hiladas cada uno, con dimensiones nominales de 50*50*20 cm (L*H*B). Durante la construcción de los muros es necesario controlar la verticalidad con una plomada. Las juntas de los muros variaron entre 2.0 cm y 2.5 cm, aproximadamente.

Al culminar la construcción del muro y después de 15 días de secado, es que se procedió a uniformizar la superficie que iba a estar en contacto con la máquina compresora. Para esto de la cubierta de yeso con arenilla. Posterior a ello, es que se dejó secar, hasta haber llegado a los 28 días. Una vez haya tenido este tiempo de secado, es que se procedió a ensayar y a analizar los resultados.

(5) Cálculos

Esfuerzo de rotura mínimo a la tracción indirecta ($f't$): Se obtiene de dividir la carga de rotura entre dos, un largo del murete (a) y un espesor del mismo (em).

Esfuerzo admisible de corte (Vm): Se obtiene de multiplicar el $f't$ por 0.4.

Carga de rotura (P): Es la mayor carga perpendicular aplicada a la superficie del muro en diagonal, hasta alcanzar la rotura.

Largo del murete (a): Valor correspondiente al largo del murete de adobe.

Espesor del murete (em): Valor correspondiente al espesor del murete del adobe.

* Se debe de calcular una desviación estándar que se le restará al esfuerzo obtenido, con el fin de obtener un resultado más preciso.

Con la ecuación (18) se calculará la resistencia del murete a la tracción indirecta.

$$f't = \frac{P}{2*a*em} \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \quad (18)$$

Con la ecuación (19) se calculará el esfuerzo admisible de corte.

$$vm = f't * 0.4 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) \quad (19)$$

(6) Fotografías del ensayo



Fig. 78. Fabricación de los muretes para ensayo de “Resistencia a la compresión en prismas de albañilería”.

Fuente: Elaborado por autor



Fig. 79. Fabricación de los muretes para ensayo de “Resistencia a la compresión en diagonal de muretes”.

Fuente: Elaborado por autor

3.6.3.5. Ensayos comparativos de las unidades de adobe

a) Succión

(1) Definición

Lo que busca la prueba de succión es determinar el índice de absorción temprana de la unidad de adobe seleccionada, traducido en la cantidad de agua que dicho elemento puede absorber en 1 min \pm 1 seg, en un área de contacto de 200 cm².

(2) Normativa

La prueba de succión será adaptada de la norma NTP 399.613 para los especímenes de la presente investigación.

(3) Objetivo del ensayo

Determinar la succión en los especímenes de adobe.

(4) Instrumentos y equipos

Los aparatos usados para la prueba de succión son los siguientes:

Una bandeja para contener el agua. Se requiere una bandeja completamente plana, con una profundidad no menor de 25 mm, y un área mayor que 2000cm². Esta bandeja debe de contar con agujeros en los bordes para mantener el nivel de agua suministrada.

Soportes para los adobes. Los que consisten en barras de acero no corrosivo de 120 mm *150 mm *6 mm, con el propósito de mantener un nivel de contacto entre el espécimen y el agua.

(5) Procedimiento

Primero, secar las unidades en el horno a una temperatura de 100°C durante 24 horas.

Segundo, tomar las dimensiones de la cara del espécimen en contacto con el agua, luego de ello pesar las unidades en una balanza electrónica con una precisión de 0.5 gramos.

Tercero, ubicar la bandeja sobre una superficie limpia y nivelada.

Cuarto, colocar los soportes metálicos sobre las bandejas seleccionadas.

Quinto, agregar agua continuamente sobre la bandeja metálica con el fin de mantener el nivel de agua constante. El nivel de agua sobre los soportes será de 3 mm +- 0.25 mm.

Sexto, colocar el espécimen sobre los soportes durante 1 min +- 1 segundo.

Séptimo, retirar el espécimen y secar el agua superficial con un paño húmedo para volver a pesar. Este peso debe de incluir el agua succionada por el periodo de un minuto. El secado del agua superficial de los especímenes se hace dentro de los 10 segundos siguientes, después de retirado y pesar después de transcurrido 2 minutos.

Octavo, la succión es calculada como la referencia de pesos (W, gramos) entre el estado inicial y el estado final del espécimen.

(6) Cálculos

La ecuación (20) se utilizará para hallar la succión de la unidad de adobe.

$$S = \frac{200W}{L*B} \quad (20)$$

Donde:

S = succión normalizada a un área de 200 cm².

W = diferencia de pesos del espécimen entre el estado húmedo y seco (gramos).

L = longitud del espécimen (cm).

B = ancho del espécimen (cm).

Para culminar con el ensayo es que se debe de calcular y reportar el promedio de succión de toda la muestra ensayada, con aproximación a 0.1 gr/min/200 cm².

b) Eflorescencia

(1) Definición

Este ensayo está basado en lo que dice la norma NTP 399.613. Los especímenes empleados serán 10, que se repartirán en 5 pares de manera tal que los especímenes de cada par tengan las mismas medidas en cuanto sea posible [30].

(2) Normativa

Instituto Nacional de Calidad. 2017. Norma Técnica Peruana 399.613 2017 Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Lima: INACAL.

(3) Objetivo del ensayo

El objetivo del ensayo es el de reconocer los efectos en cuestiones de color y degradación de la unidad de adobe ante la acción del agua con presencia de cristales de sales.

(4) Instrumentos y equipos

Los equipos e instrumentos necesarios para la realización del ensayo son:

Depósito de almacenaje de las unidades de adobe.

(5) Procedimiento

El procedimiento que se debe de seguir radica principalmente en remojar las unidades de adobe, hasta llegar a una altura de agua de 2.5 cm. Debido a que este ensayo se encuentra orientado a ladrillos de arcillas, es que ha optado por mantener esta cantidad de agua sin que las unidades llegue a deshacerse. Además, se optó por no usar el horno para el secado de la unidad.

Recordar que las unidades deben de estar separadas una de otra, una distancia de aproximadamente 5 cm.

Los especímenes ensayados serán 10, de los cuales 5 serán sometidos a condiciones de humedad y los otros dos no. El ensayo tendrá una duración de 7 días, de los cuales se debe de llevar un registro y evaluar el progreso que se ha tenido de cada uno de ellos. Por último, se debe de llegar a la conclusión de que el espécimen es “No eflorescente” o “Eflorescente”. Se debe de revisar el aspecto y la distribución de la eflorescencia.

Debido a que este ensayo ha sido adaptado del ensayo de eflorescencia descrito para las unidades de ladrillo de arcilla, es que se ha tomado en cuenta el periodo de remojo que tienen las unidades. El primer día estas fueron sometidas al remojo tal y como indica el ensayo, a una altura de agua de 2.5 cm; sin embargo, al día siguiente se pudo observar que las unidades habían absorbido la totalidad del agua y algunas de ellas se encontraban desmoronadas y convirtiéndose en barro. Aunque no fue un efecto muy grave, se decidió no mantenerlas remojadas a diario, pues los efectos iban a ser nocivos para las unidades. El segundo periodo de remojo se realizó en el día 3 por la noche y nuevamente sucedió lo mismo que en el día 1, la totalidad del agua había sido absorbida por las unidades de adobe. Posterior a este periodo, es que se esperó a que se seque totalmente para observar los cambios que surgen después de ambos periodos de remojo.

(6) Cálculos

Para el ensayo de eflorescencia, los resultados obtenidos son totalmente cualitativos. En base a las tomas fotográficas y a la simple observación, es que se puede llegar a la conclusión de cómo es que la acción de los minerales de sal que están presentes en el agua puede afectar a las unidades de adobe, más que todo concentrándonos en el cambio de color.

(7) Fotografías del ensayo



Fig. 80. Nivel de agua 2.5 cm para el ensayo de eflorescencia.

Fuente: Elaboración propia



Fig. 81. Almacenaje de las unidades de adobe para el ensayo de eflorescencia.

Fuente: Elaboración propia

c) Lluvia simulada

(1) Definición

Los simuladores de lluvia son instrumentos utilizados con el fin de aplicar sobre una superficie o ambiente una forma similar a la lluvia natural. Las ventajas que tienen los simuladores de lluvia en las diversas investigaciones realizadas, es que se puede hacer más rápido, eficiente y controlada la investigación con lluvia natural. Sin embargo, a pesar de estas ventajas que demuestra, también presenta ciertas desventajas, así como el tiempo y dinero requerido para la construcción [56].

Las características que debe de presentar un simulador de lluvia son las siguientes:

Distribución de tamaño de gotas similares a la de una lluvia natural.

Velocidad de impacto de la gota cercana a la de una gota natural.

Intensidades de lluvia en el rango de lluvias de interés.

Tamaño del área de investigación satisfactoriamente representativa de las condiciones a ser evaluadas.

Características de la gota y de intensidad uniforme sobre el área de estudio.

Ángulo perpendicular de impacto al suelo

Al variar la temperatura y presentarse viento las condiciones de la lluvia deben permanecer constantes.

Posibilidad de mover el simulador de un área de estudio a otra.

Al hablar de los diferentes tipos de simuladores de lluvia, es que se deben de resaltar dos grandes grupos de estos: los simuladores que hacen uso del método de goteo para la producción de lluvia y aquellos que hacen uso de boquillas pulverizadoras donde las gotas salen con una velocidad inicial determinada [56].

Según el autor Meyer en 1988, los simuladores de lluvia son un gran acierto como herramienta de investigación, siempre y cuando los datos que se obtengan del mismo sean analizados de manera correcta y se tengan en cuenta de manera cuidadosa las características del aparato en cuestión [56].

SIMULADOR PORTÁTIL DE LLUVIA

El investigador Cobo en los años 1998 se encargó de diseñar un tipo de simulador de lluvia portátil, este es el comúnmente conocido como el simulador de lluvia de CIAT. Se caracteriza principalmente por pertenecer al grupo de simuladores por goteo y es usado para hacer evaluaciones de lluvia en zonas de difícil acceso.

La forma de producir las gotas de este simulador es mediante agujas hipodérmicas, las que pueden cambiar con el fin de producir diferentes diámetros de gotas por unidad de tiempo. La altura que normalmente es usada en este tipo de dispositivo es de 1 m, con rangos de diámetro de gota entre 2.5 y 4 mm; y pudiendo llegar a un intensidad de lluvia entre 20 a 120 mm/hr. [56].

PARTES DEL SIMULADOR DE LLUVIA PORTÁTIL

SISTEMA FORMADOR DE GOTAS

Este sistema consta de tres partes: distribuidor de gotas o agujas hipodérmicas, abastecedor de agua y el tubo de entrada de aire o vaso de Mariotte. Con este vaso es que se hace posible regular la presión sobre las aguas, ya que consta de un tubo que permite calibrar la presión deseada para cada evaluación que se desee hacer, ya sea sacándolo para aumentar la intensidad o metiéndolo para disminuirla [56].

El panel de agujas hipodérmicas se debe de ajustar en el acrílico, el cual sirve como plataforma de apoyo para las mismas; con la ayuda de un tapón de caucho, las cuales forman y regulan el tamaño de la gota. Normalmente se suele hacer uso de agujas N° 24, aunque este puede variar de acuerdo a las condiciones esperadas por el investigador. [56]

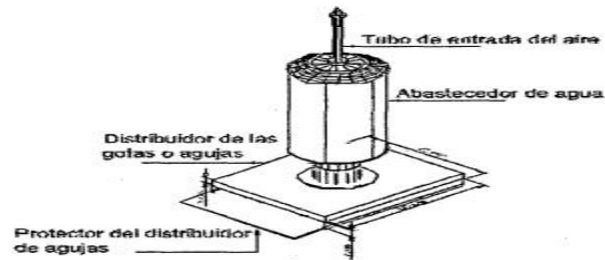


Fig. 82. Sistema formador de gotas

Fuente: Lobato, R. Escorrentía de una cuenca mediante la aplicación de un simulador de lluvia. 2015.

SOPORTE DEL SISTEMA FORMADOR DE GOTAS

Este soporte normalmente es hecho de una estructura metálica que pueda soportar el peso del acrílico y del abastecedor de agua. Aunque cabe la posibilidad de que el abastecedor de agua no forme parte de la estructura en general, sino que esté aparte, con el fin de que se reduzca el peso y así mismo las dimensiones de la estructura de soporte [56].

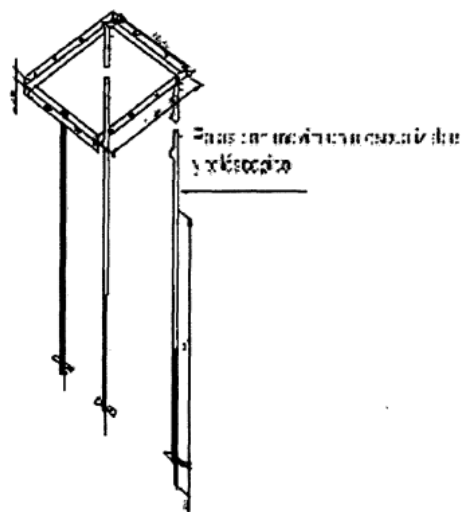


Fig. 83. Soporte del sistema formador de gotas

Fuente: Lobato, R. Escorrentía de una cuenca mediante la aplicación de un simulador de lluvia.
2015.

CONDICIONES DE LLUVIA SIMULADA

El autor Morgan (1986), sustenta que la capacidad de la lluvia es una función de su intensidad y duración, masa, diámetro y velocidad terminal de las gotas. Por este motivo, es importante describir y especificar cada uno de los aspectos mencionados anteriormente en el simulador de lluvia [56].

PRECIPITACIÓN

La precipitación puede ser definida como el fenómeno meteorológico que forma parte del ciclo hidrológico por el cual las partículas de agua caen en estado sólido o líquido al suelo con una determinada velocidad, como resultado de la precipitación de las partículas de agua que se evaporan de la superficie de la tierra.

La precipitación puede presentarse de forma líquida como lluvia, llovizna o chubasco de agua, también conocido como aguacero. Mientras que en forma sólida, puede llegar a presentarse como nieve, chubasco de nieve o granizo [57].

TAMAÑO DE GOTA DE LLUVIA

El diámetro de las gotas de lluvia varía según la intensidad de la misma, generando así gotas de tamaño ínfimo, como lo son las correspondientes a la niebla y aquellas gotas que son producidas por los aguaceros, que llegan a alcanzar un diámetro de 6 – 7 milímetros. Este es el límite físico de las gotas, ya que al sobrepasar dicha medida, estas van a tender a dividirse en precipitados más pequeños por la turbulencia del aire. El diámetro de las gotas de lluvia normalmente oscila el 1.0 a 3.0 milímetros [57].

TABLA V. CLASIFICACIÓN DE LA LLUVIA EN FUNCIÓN DEL DIÁMETRO DE LAS GOTAS

Tipo de lluvia	Diámetro (mm)
Llovizna	0.06 - 0.6
Lluvia	1.0 - 3.0
Aguacero o Chubasco	4.0 - 6.0

Fuente: Luengas, Daniel & De La Rosa, Steve. Diseño y construcción de un simulador de lluvia para estudios hidrológicos. 2015

INTENSIDAD DE LA LLUVIA

La intensidad es definida como la cantidad de agua que cae en un periodo de tiempo determinado y que es medida en milímetros por hora. El caudal de la lluvia o intensidad de las precipitaciones puede cambiar rápidamente en condiciones naturales, lo cual hace poco práctico construir un simulador de lluvia. Por este motivo es que normalmente se suele escoger una intensidad específica a ser replicada [57].

Existen fórmulas que nos permiten determinar la intensidad de la lluvia de manera empírica, pues se hará uso del método racional para hacer el cálculo de la intensidad exacta después de haber fabricado el mecanismo de lluvia simulada. Estas fueron usadas en este estudio con el fin de determinar de manera previa el número de agujeros necesarios para el diseño del mecanismo correspondiente.

VELOCIDAD TERMINAL DE LAS GOTAS DE LLUVIA

Las gotas de lluvia, al momento en que se tienden a precipitar alcanzan una velocidad límite o máxima que es cuando la resistencia del aire se iguala a la fuerza gravitacional y luego continuará cayendo con una velocidad constante. Las gotas que tienen un diámetro entre 5 a 6 mm pueden llegar a velocidades de hasta 9 metros por segundo. [57]

TABLA VI. VELOCIDAD TERMINAL DE LA GOTA

Precipitación	Diámetro (mm)	Velocidad Terminal (cm/sg)	Tiempo empleado en caer 100 metros
Llovizna	0,10	27	1 hora
	0,40	170	10 minutos
lluvia	1,00	390	4 minutos
	2,00	690	2,3 minutos
	4,00	930	1,8 minutos

FUENTE: Luengas, Daniel & De La Rosa, Steve. Diseño y construcción de un simulador de lluvia para estudios hidrológicos. 2015

Tomando como referencia el proyecto titulado “Preservación de las construcciones de adobe en áreas lluviosas”, por Julio Vargas Neumann y otros [58]; es que se pretende someter a los especímenes ensayados a 3 horas diarias de lluvias durante 20 días. El ensayo será detenido cuando el peso acumulado exceda el 10% del peso del espécimen (aproximadamente 0.8 kilogramos). Con estos resultados se pretende generar gráficos de la variación del peso erosionado del material vs el número de horas del ensayo.

(2) Normativa

Lobato, R. 2015. Escorrentía de una cuenca mediante la aplicación de un simulador de lluvia. Caso: Río Chanta, la Encañada – Cajamarca. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

Luengas, Daniel & De La Rosa, Steve. 2015. Diseño y construcción de un simulador de lluvia para estudios hidrológicos. Bogotá: Universidad Distrital Francis José de Caldas.

(3) Objetivo del ensayo

Diseñar el mecanismo de lluvia simulada, con el fin de garantizar las condiciones de intensidad, velocidad y ángulo de acción de la gota, acorde con la realidad o lo más parecido posible.

Determinar el tiempo al que puede estar sometido una unidad de adobe a la acción de la lluvia, sin perder más del 10% de su peso.

Obtener el tiempo al que puede estar sometido una pila, con tres hiladas de adobe, a la acción de la lluvia, sin perder más del 10% de su peso.

(4) Instrumentos y equipos

Los equipos e instrumentos necesarios para la realización del ensayo son:

Mecanismo de lluvia simulada

Balanza

Badilejo

Batea

Plomada

Harina

Bandeja

(5) Procedimiento

Como procedimiento a seguir para la realización de este ensayo, se tiene el siguiente:

Antes de realizar cualquier tipo de medición, es que se debe de comprobar la intensidad, el tamaño de gota y la velocidad de la lluvia, con el fin de asegurar las condiciones del ensayo.

El tamaño de las gotas de lluvia se evalúa con la prueba de las bolitas de harina, la que consiste en dejar caer las gotas de lluvia sobre una bandeja cubierta por harina, dejar secar y pesar, y usando la Fórmula para hallar el diámetro de la gota en base a la masa de las bolitas de harina en gramos

Luego de haber calculado la masa y por ende el diámetro de las gotas de lluvia, es que se puede hacer uso de la Tabla de Velocidad terminal de la gota. Con esto se puede hallar la velocidad de las gotas de lluvia y el tipo de lluvia a la cual se encuentra sometida nuestra unidad [57].

El ensayo consiste en someter a una unidad por cada porcentaje, en total 9 unidades de adobe, a una lluvia simulada por un periodo de tiempo medido en el ensayo. La inclinación de esta será de 27° y se espera realizar dos mediciones: la primera que nos dará resultados producto de someter una única unidad a la lluvia simulada y la otra que corresponde a someter una pila de tres hiladas a las mismas condiciones. El ensayo habrá llegado a su fin, después de que se haya perdido el 10% del peso de la unidad de adobe o de a pila, de acuerdo a cuál se esté ensayando.

(6) Cálculos

Diámetro de la gota de lluvia (D): Diámetro de la gota en milímetros.

Masa de las bolitas (m): Masa de las bolitas de harina en gramos.

Se utilizará la ecuación (21) para hallar el diámetro de la gota en base a la masa de las bolitas de harina en gramos

$$D = 13.18 * m^{0.34} \quad (21)$$

(7) Fotografías del ensayo

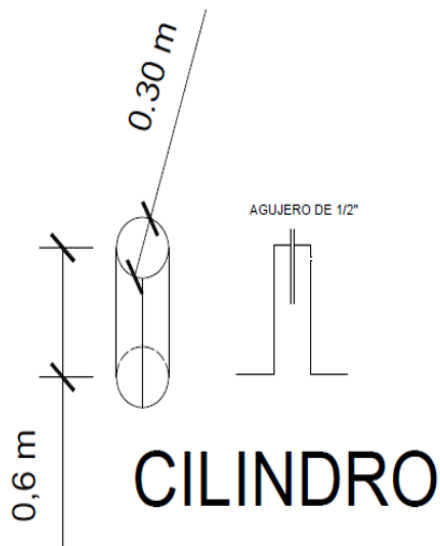


Fig. 84 Figura del cilindro que conforma el mecanismo de lluvia simulada

FUENTE: Elaboración propia

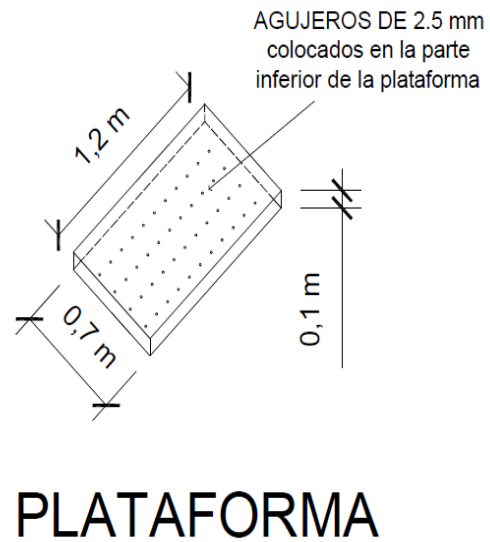


Fig. 85 Figura del cilindro que conforma el mecanismo de lluvia simulada

FUENTE: Elaboración propia

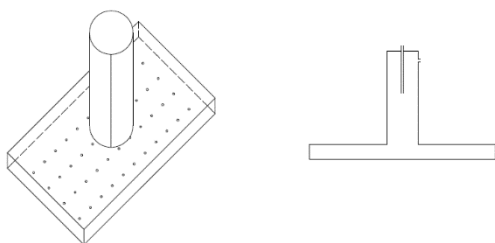


Fig. 86 Figura del mecanismo de lluvia simulada

FUENTE: Elaboración propia



Fig. 87 Depósito con harina para formar grumos con las gotas del mecanismo de "Lluvia simulada"

FUENTE: Elaboración propia



Fig. 88. Grumos de harina formados con las gotas del mecanismo de “Lluvia simulada”

Fuente: Elaboración propia



Fig. 89. Mesa metálica de soporte para el mecanismo de lluvia simulada

Fuente: Elaboración propia

d) Erosión acelerada

(1) Definición

Este ensayo busca comprobar la resistencia que tienen los bloques de tierra comprimido a la exposición severa por erosión. En base a ello, es que se ha elaborado el ensayo denominado “Ensayo de erosión acelerada Swinburne (SAET)” por la norma española, que clasifica a las unidades de bloque de tierra comprimido en “Aptas” o “No aptas”, de acuerdo a la profundidad de la quiedad que genera una gota de lluvia al impactar sobre esta [59].

TABLA VII. RESISTENCIA A LA EROSIÓN. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

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

Fuente: Norma Española. Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo. 2008.

(2) Normativa

Norma Española. 2008. Une 41410. Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo. Madrid: Asociación Española de Normalización y certificación.

(3) Objetivo del ensayo

El objetivo del ensayo es el de clasificar si las unidades de bloque de tierra comprimido son aptas o no aptas, ante la exposición severa a la erosión.

(4) Instrumentos de equipos

Los equipos e instrumentos necesarios para la realización del ensayo son:

Mecanismo de erosión acelerada.

Dos unidades de adobes, elegidos de manera aleatoria.

Varilla de 3mm de diámetro.

(5) Procedimiento

El procedimiento que se debe de seguir consiste en colocar las unidades de bloque de tierra comprimido o en este caso de adobes, bajo el mecanismo de erosión simulada, con una inclinación de 27 grados sobre la superficie de apoyo. Las gotas que caen del mecanismo deben de impactar a una altura de 1 metro con respecto a la cara inclinada del adobe. Como paso final, se debe de medir la oquedad con una varilla de 3 mm y determinar si la unidad es apta o no apta.

(6) Cálculos

Peso inicial: Corresponde al peso de las unidades de adobe antes de ser sometida al ensayo.

Peso final: Corresponde al peso de las unidades de adobe después de ser sometida al ensayo.

% pérdida: Corresponde a la pérdida que ha tenido las unidades de adobe después de ser sometida al ensayo de erosión simulada.

Oquedad: Corresponde a la profundidad del orificio generado por el impacto de la gota sobre la superficie inclinada de la unidad de adobe.

Diámetro de la gota de lluvia (D): Diámetro de la gota en milímetros.

(7) Fotografías del ensayo

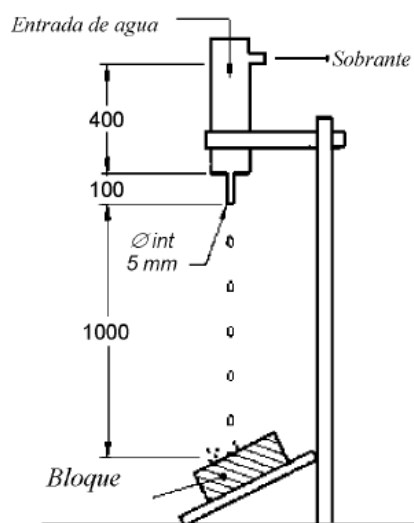


Fig. 90. Esquema del ensayo (informativo)

Fuente: Norma Española. Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo. 2008.

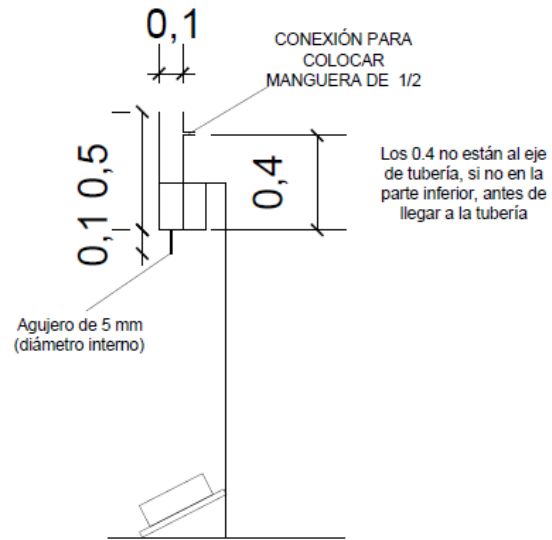


Fig. 91. Modelo de erosión acelerada empleado en esta investigación

Fuente: Elaboración propia



Fig. 92. Mecanismo de erosión acelerada

Fuente: Elaboración propia

e) **Inundación simulada**

(1) Definición

Para fines comparativos entre el adobe y los bloques de albañilería con sus agentes estabilizantes, en esta parte de la investigación se usa el mismo criterio utilizado en “Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones” de Cabrera y Huaynate (2010) y “Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones - Parte 2” de Romero y Pereyra (2012). No existe normativa vigente para este ensayo y el procedimiento se diseñó en la primera parte de la tesis mencionada anteriormente con el asesoramiento del Ing. Ángel San Bartolomé [15]. En su totalidad, serán 9 muros los que serán ensayados. Las medidas que se realizarán será el ascenso de capilaridad y el descenso por absorción, ambas medidas estarán en centímetros

(2) Normativa

Esta prueba no tiene normativa en sí, pero ha sido utilizada anteriormente en dos investigaciones de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesoradas por el Ing. Ángel San Bartolomé.

La norma más cercana sería la de absorción a la unidad de albañilería la cual es la NTP 399.613, también sería un antecedente a esta norma un ensayo utilizado para el concreto, siendo esta norma la ASTM C1585 – 13 que evalúa la absorción y capilaridad del agua en cilindros de concreto en diferentes tiempos, para así tener un registro de la evolución del comportamiento de la muestra. Algo parecido haremos en esta prueba pero con un muro de adobe.

(3) Objetivo del ensayo

El objetivo de este ensayo es conocer el comportamiento de un muro hecho de adobe, en la condición más desfavorable (sin elementos de confinamiento ni sobrecimiento) ante la acción de una inundación. Para eso se evaluará la absorción del muro de adobe medida en cm y el ascenso por capilaridad.

(4) Instrumentos y equipos

Cuatro canales impermeabilizados con sección transversal en forma de U que puedan almacenar agua.

Miras o centímetros para medir el nivel del agua.

Badilejo

Plomada

Batea

Depósitos de agua para llenar los canales.

(5) Procedimiento

Para el ensayo, debido a que serán 4 muros (por cada estabilizante), se tendrá el siguiente procedimiento:

Primero, se utilizará un canal con sección interior en forma de U. Para su fabricación utilizaremos concreto armado y formará un cuadrado de 1.3 metros de lado.

Segundo, el canal estará repartido en 4 segmentos impermeabilizados, los cuales permitan analizar por separado cada espécimen ante una prolongada inundación. Para asegurar la impermeabilidad se realizará un ensayo de estanqueidad para revisar las posibles filtraciones.

Tercero, se construirán 4 muros por separado (1.3 metros) por cada tipo de material, uno en cada sector del canal, en total serán 9 repartidos en periodos de tiempo. Uno del tipo tradicional de la zona, hecho de adobe estabilizado con mucílago de San Pedro en 4 porcentajes diferentes (4 muros). El otro será con otro agente estabilizante, esta vez, con el jabonado de alumbre con 4 dosificaciones diferentes. Esto se repartirá en tiempos en el cronograma de esta investigación. A partir de este momento, cuando hablemos de “4 muros” nos vamos a referir al ensayo de inundación simulada por cada material.

Cuarto, una vez construidos los cuatro muros se dejarán secar a humedad ambiental durante un tiempo de 1 semanas.

Quinto, para medir la cantidad de agua absorbida por cada muro, se colocarán centímetros graduados en cada uno de los 4 segmentos del canal.

Sexto, la inundación de los tres segmentos del canal se realizó de manera simultánea, cuidando que el llenado con agua sea rápido y constante.

Séptimo, desde el momento inicial de inundación se definirán 2 periodos (tal y como en las tesis pasadas): - Periodo Corto de Inundación (PCI). Hasta cumplir las 72 horas de inundación. - Periodo Prolongado de Inundación (PPI). Desde el final del PCI hasta cumplir dos semanas de exposición a la inundación.

“Durante el Periodo Corto de Inundación se entiende que la base del muro pasará de un estado de humedad natural a un estado de saturación, tanto las unidades como el mortero se someten a un ambiente agresivo de absorción continua de agua. De no soportar este tipo de ambiente, se considerará que el muro no es resistente al ensayo de inundación y que es necesaria una mejora considerable al sistema usado. Este periodo intenta representar una inundación por crecida de ríos en la cual la reposición de agua es constante” [60].

“Durante el Periodo Prolongado de Inundación se entiende que la base del muro se encuentra saturada y que ya sobrevivió al ambiente agresivo. De colapsar un muro durante este periodo se considerará que es resistente al ensayo de inundación, pero, como producto de ésta, sufre daños irreparables por desgaste que podrían conllevar a descartar la solución empleada. Este periodo intenta representar la evaporación paulatina del agua y la evacuación posterior de la inundación. Cualquier muro que se mantenga en pie luego de este periodo, se considerará como exitoso en cuanto a la mejora empleada” [60].

Octavo, durante el Periodo Corto de Inundación se realizarán mediciones de absorción y ascenso de agua por capilaridad cada hora (salvando las limitaciones que se tenga para realizar mediciones nocturnas casos en los cuales se interpolaron las mediciones). Cada 24 horas se repuso el volumen de agua perdida por absorción de los muros. Durante todo este periodo se filmó el proceso de manera continua, para determinar el momento exacto del posible colapso del muro.

Noveno, durante el Periodo Prolongado de Inundación se realizaron mediciones de absorción y capilaridad cada 24 horas y al cabo de cada semana se repuso el volumen de agua pérdida por absorción de los muros, para no cortar el ascenso de agua por capilaridad. Durante este periodo se dilatan los tiempos de medición y reposición de agua por lo que no es necesario una grabación continua durante el transcurso de las 2 semanas, el estado de los muros sólo se documentó mediante fotografías diarias.

Décimo, de este ensayo se obtendrán: Tiempo de resistencia de cada muro a la inundación. Gráficas Tiempo vs. Altura de ascenso de agua. Gráficas Tiempo vs. Altura de agua absorbida.

(6) Cálculos

Los cálculos serán especificados en la parte de RESULTADOS, puesto que las mediciones realizadas serán aplicadas directamente en las gráficas, sin hacer algún cálculo.

(7) Fotografías del ensayo



Fig. 93. Construcción del canal

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 94. Canal Construido

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 95. Impermeabilización del Canal

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 96. Prueba Hidráulica del Canal

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 97. Muros construidos con porcentaje de estabilizante de 9% y 12%

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 98. Muros construidos con porcentaje de estabilizante de 3% y 6%

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 99. Ensayo de Inundación Simulada. Muro colapsado de SP estabilizado al 9% al cabo de 5 horas de iniciar el ensayo.

Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.6. Ensayos al mortero

a) Resistencia a la compresión

(1) Definición

Se usará la metodología descrita en la Norma E.080 de Tierra Reforzada, que más para conocer la resistencia de la unidad de adobe, la compresión es para conocer la resistencia de la tierra que se va a utilizar.

Este ensayo permite obtener la resistencia a la compresión de las unidades de adobe, la cual deberá de ser por lo menos igual a 10.2 kg/cm², según lo especifica la Norma E.080. Además, este ensayo permite determinar la presencia adecuada de arcillas y comprobar que la tierra usada se encuentra libre de cantidades perjudiciales de materia orgánica [21].

La norma específica que se deben de formar cubos de arista 0.1m. Si bien es cierto, la norma E 080 indica que se deben de ensayar los cubos mencionados anteriormente.

(2) Normativa

Reglamento Nacional de Edificaciones. 2017. Norma E.080: Diseño y construcción con tierra reforzada. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Instituto Nacional de Calidad. 2017.

(3) Objetivo del ensayo

Medir la resistencia a la compresión de la tierra a utilizar para el mortero.

Determinar la presencia adecuada de arcillas.

Comprobar que la tierra usada se encuentra libre de cantidades perjudiciales de materia orgánica.

(4) Instrumentos y equipos

Los equipos e instrumentos necesarios para la realización del ensayo son:

Máquina compresora

Regla metálica

Badilejo

Yeso

Arenilla

(5) Procedimiento

Como procedimiento a seguir para la realización de este ensayo, se tiene el siguiente:

Identificar cada uno de los especímenes y limpiar con brocha.

Cubrir los especímenes con una mezcla de arenilla y yeso. Se deja reposar por 24 horas.

Medir el largo y el ancho de cada unidad de la cara superior y de la cara inferior.

Colocar los especímenes sobre su mayor dimensión y aplicar carga hasta la rotura.

Para este ensayo se han usado 6 unidades de adobe secas, analizadas como piezas enteras y analizadas en forma de cubos con arista de 0.10 m. La preparación previa consistió en: registrar las dimensiones de las probetas y la colocación de la cobertura para uniformizar la superficie, con el fin de que los esfuerzos se repartan de manera uniforme. Durante el ensayo se aplicará una carga perpendicular a la superficie y se registrará la carga máxima aplicada.

Se debe de recordar que las medidas tomadas de ambas caras del espécimen deben de ser registradas y el apoyo del mismo se hará sobre la mayor área.

(6) Cálculos

Resistencia a la compresión ($f'b$): Se obtiene de dividir la carga de rotura entre el área bruta del espécimen.

Carga de rotura (P): Es la mayor carga perpendicular aplicada a la superficie del cubo de tierra, hasta alcanzar la rotura.

Área bruta (A): Es el área sobre la cual se aplica la carga de rotura.

* Se debe de calcular una desviación estándar que se le restará al esfuerzo obtenido, con el fin de obtener un resultado más preciso.

Se utilizará la ecuación (22) para obtener la resistencia a la compresión de las unidades de la tierra

$$f'b = \frac{P}{A} \left(\frac{kgf}{cm^2} \right) \quad (22)$$

(7) Fotografías del ensayo



Fig. 100. Ensayo de Compresión al mortero.

Fuente: Elaboración propia



Fig. 101. Falla en el ensayo de compresión al mortero.

Fuente: Elaboración propia

b) Resistencia a la tracción

(1) Definición

Este ensayo busca determinar la tracción que tiene el mortero, utilizando dos bloques de adobe (de cualquier calidad). Nos servirá para evaluar si alguno de los estabilizantes tiene algún efecto en la resistencia del mortero a la tracción. Además, con el mismo ensayo se evalúa la adherencia del mortero entre dos bloques de adobe.

(2) Normativa

Se utilizará la Norma E.080 de Tierra Reforzada.

(3) Objetivo del ensayo

Determinar la rotura mínima para la resistencia a la tracción del mortero y la adherencia de este.

(4) Instrumentos y equipos

Badilejo.

Plomada.

Máquina de compresión.

Apoyos de mortero del ancho de la junta.

(5) Procedimiento

Primero, determinar el esfuerzo máximo a la tracción indirecta en probetas conformado por la unión de dos unidades de adobe haciendo uso de mortero de barro con o sin estabilizante. Son sometidos a la compresión, acorde con lo establecido en el ensayo brasileño.

La resistencia última deberá ser de $0.012 \text{ MPa} = 0.12 \text{ kgf/cm}^2$.

El promedio de 4 muestras deberá cumplir la resistencia última indicada anteriormente, pero se deben ensayar 6 muestras.

(6) Cálculos

Se utilizará la ecuación (23) para obtener el esfuerzo de tracción en morteros.

$$\delta = \alpha \frac{P}{axb} \left(\frac{kg}{cm^2} \right) \quad (23)$$

Donde α tiene un valor de 0.5.

(7) Fotografías del ensayo

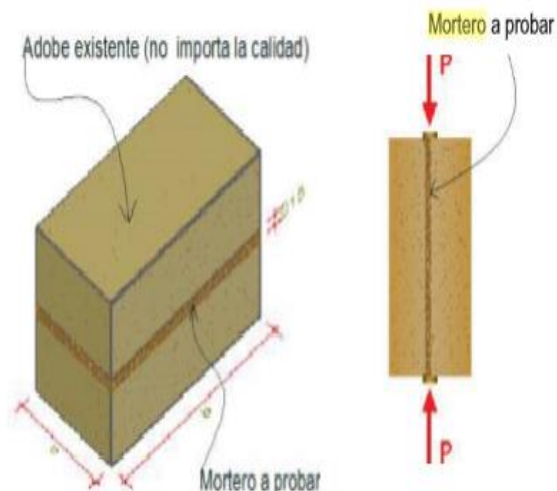


Fig. 102. Figura del ensayo de resistencia a la tracción

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones 2017

3.7. Procedimiento

En esta investigación se presenta un plan o cronograma en el cual se presentan las actividades que se realizarán en el proyecto con respecto al tiempo.

Primero, empezaremos con la recopilación de la información necesaria para poder realizar la investigación dentro de las cuales se encuentran libros e investigaciones que fundamentan el marco teórico, las normas empleadas para la realización del proyecto y la revisión de los ensayos.

Posteriormente, se obtuvieron las muestras de suelo para realizar el estudio de canteras. Luego de haber realizado el estudio, se seleccionó el suelo para poder utilizarlos en la fabricación de las unidades de adobe. A su vez, se realizaron los ensayos correspondientes a los estabilizantes para poder ver su composición química.

Después de fabricar las unidades de adobe con los porcentajes de 3%, 6%, 9% y 12% para cada uno de los estabilizantes, se realizaron los ensayos correspondientes para obtener sus propiedades mecánicas. Dentro de estos ensayos se encuentran: Ensayos clasificatorios, los cuales se utilizan para clasificar a la unidad de adobe. Los no clasificatorios, son aquellos que no

forma parte del objetivo principal de la investigación, pero se realizaron debido a la naturaleza de los materiales de construcción empleados y ante la incógnita de como la variable independiente afecta a esa variable dependiente. Finalmente, se encuentran los ensayos comparativos, que son objeto principal de esta investigación, son los ensayos relacionados con la resistencia a la acción del agua en las unidades de adobe estabilizado.

Se realizará la evaluación económica y la evaluación de impacto ambiental para concluir finalmente, junto con los ensayos realizados anteriormente, cual porcentaje es el que más conviene utilizar y responder las incógnitas posibles que se pueden presentar en esta investigación.

3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

Esta investigación presenta un plan de procesamiento para análisis de datos dividida en 5 fases, las cuales se describen a continuación:

FASE I: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

1. Recopilación de información bibliográfica y antecedentes del proyecto.
2. Análisis de información de proyectos similares.
3. Revisión de las Normas Técnicas E.070 y E.080, así como las Normas Técnicas Peruanas y las ASTM. Alineación de la información de las mismas.
4. Revisión de los ensayos disponibles.
5. Inicio de la evaluación de impacto ambiental.

FASE II: OBTENCIÓN DE LOS MATERIALES Y ENSAYOS AL SUELO

6. Visita de campo al lugar de la obtención del suelo y su extracción.
7. Realizar la coordinación para la obtención del suelo, jabonado de alumbre y mucílago de San Pedro usados para fabricar las unidades de adobe.
8. Obtención de los materiales a utilizar, jabonado de alumbre y mucílago de San Pedro.
9. Ensayos de laboratorio para el suelo:

Peso Específico

Peso Volumétrico Seco y Suelto

Peso Volumétrico Seco y Compactado

Salinidad

Granulometría

Límites de consistencia

Contenido de humedad

Absorción

10. Continuación de la evaluación de impacto ambiental.

FASE III: ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ADOBE, ENSAYOS Y PROCESAMIENTO DE DATOS

11. Ensayos físico – químicos al mucílago de San Pedro y jabonato de alumbre

Determinación del PH

Contenido de sales

Identificación de metales pesados

Porcentaje de volátiles

Determinación de la densidad de líquidos

Determinación de la viscosidad

12. Elaboración de las unidades de adobe, adicionando Mucílago de San Pedro.

13. Elaboración del jabonato de alumbre.

14. Elaboración de las unidades de adobe, usando jabonato de alumbre y mucílago de San Pedro.

15. Elaboración del mortero.

16. Ensayos a las unidades de adobe.

Resistencia a la compresión

Resistencia a la compresión en prismas de albañilería

Resistencia a la compresión en diagonal de muretes

17. Ensayos al mortero:

Resistencia a la compresión

Resistencia a la tracción

Ensayo de adherencia

18. Ensayos comparativos entre las unidades de albañilería:

Succión

Eflorescencia

Inundación Simulada

Lluvia Simulada

Erosión Acelerada

Capacidad de Soporte vs Tiempo Sumergido

19. Continuación de la evaluación de impacto ambiental.

FASE IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

20. Análisis de los resultados y elección de la dosificación, que le brinde a la unidad de adobe mayor resistencia a la acción del agua, de cada estabilizante empleado.

21. Selección de módulo de vivienda para realizar el análisis de costo, de los elementos que involucren las unidades de adobe y mortero, adobe con jabonato de alumbre y mucílago de San Pedro y la arquitectura.

22. Análisis de la evaluación de impacto ambiental. (Finalización)

23. Conclusiones y recomendaciones.

FASE V: PRESENTACIÓN FINAL

24. Presentación del proyecto definitivo a los jurados.

25. Levantamiento de observaciones.

26. Impresión del proyecto definitivo.

27. Definición de fecha y sustentación final de tesis.

3.9. Matriz de consistencia

TABLA VIII. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS	POBLACIÓN Y MUESTRA	
<p>¿Cuánto mejorará la resistencia de adobe estabilizado a la acción del agua, después de evaluar la adición de jabonato de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro?</p>	<p>Objetivo General Evaluar la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando Jabonato de Alumbre o mucílago de cactus de San Pedro.</p>	<p>Alguna de las adiciones de jabonato de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro evaluadas, mejorará la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua.</p>	<p>Variable Independiente Adición de los estabilizantes jabonato de alumbre o mucílago de cactus de san pedro a la unidad de adobe en los porcentajes de 3%, 6%, 9% y 12%</p>	<p>Método de Investigación Por el tipo de investigación que se realizará, este estudio es considerado experimental, debido a que este diseño establece comparaciones entre la hipótesis planteada y los experimentos realizados y permite al investigador una interpretación de los datos obtenidos. [38]</p>	<p>Técnicas y Herramientas Observación científica</p>	<p>Población Suelos del departamento de Lambayeque con características similares a los indicados por la Norma E.080.</p>	
	<p>Objetivos Específicos Seleccionar de tres canteras la más adecuada para el estudio, teniendo en cuenta procesos técnicos que evalúen las diferentes propiedades del suelo.</p>		<p>VARIABLES Dependientes Propiedades mecánicas del adobe</p>		<p>Experimentos</p>		
	<p>Definir el diseño de mezcla óptimo, que aumente la resistencia a la acción del agua, para la elaboración de unidades de adobe estabilizado con jabonato de alumbre y mucílago de cactus de San Pedro.</p>		<p>Propiedades mecánicas del mortero</p>		<p>Análisis de contenidos</p>		<p>Muestra Suelos de Túcume, Íllimo y Mochumí utilizados para la fabricación del adobe y con características similares a los indicados por la Norma E.080.</p>
	<p>Fabricar unidades de adobe y mortero empleando jabonato de alumbre y mucílago de cactus de San Pedro.</p>		<p>Composición del jabonato de alumbre</p>				
	<p>Hacer los ensayos físicos, mecánicos y químicos a las unidades de adobe estabilizado y mortero.</p>		<p>Composición del mucílago de cactus de san pedro</p>				
	<p>Evaluar el impacto ambiental de la fabricación de adobe estabilizado con jabonato de alumbre y mucílago de cactus de San Pedro.</p>		<p>Composición del suelo</p>				
	<p>Seleccionar un módulo de vivienda para elaborar el análisis de costos de los elementos que involucren adobe y mortero, fabricados con adobe estabilizado con jabonato de alumbre y mucílago de cactus de San Pedro.</p>		<p>Impacto ambiental</p>				
			<p>Análisis de costos</p>				

Fuente: Elaboración propia

3.10. Consideraciones éticas

Los aspectos éticos se reflejan gracias a la declaración jurada, documento que se puede encontrar en Anexos.

En dicho documento se asegura que los autores de esta investigación, tienen conocimiento de que el proyecto no se ha desarrollado ni se encuentra en ejecución por ningún otro investigador. Además, se presentan con total veracidad los resultados obtenidos, garantizando autenticidad en esta investigación. Por otro lado, las investigaciones que han sido tomadas como referencia, se

encuentran descritas en el Marco Teórico de esta investigación, en la parte de Antecedentes. En esta parte se describen los objetivos de las investigaciones, la metodología empleada, los resultados obtenidos y las conclusiones a las que llegaron, así como también la manera en que aporta a nuestra investigación y en que se diferencia a la nuestra.

Dichas investigaciones son: “Analysis of stabilized adobe in rural east Africa” escrita por G. Ying Yu Chen, “efecto de la impermeabilidad del mucílago de nopal en bloques de tierra comprimidos” escrita por Y. G. Aranda Jimenez y E. J. Suarez Dominguez, “On earth stabilization with natural polymers for earth masonry construction” escrita por M. Achenza y L. Fenu, “Caracterización Técnicas y Economía para la Implementación de Impermeabilizantes Naturales en Vivienda de Autoconstrucción” escrita por Espinoza Canales. Estas son algunas de las investigaciones encontradas que fueron realizadas a nivel internacional. Luego, a nivel nacional tenemos a investigaciones como “Evaluación de la erosión y la resistencia a la compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%” escrita por D. L. Quintana Choqueluque y M. O. Vera Salizar, “Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones” parte 1 escrita por D. Cabrera Arias y W. Huaynate Granados y la parte 2 de la misma investigación escrita por I. A. Romero Bolivar y J. R. Pereyra Marín, y finalmente la investigación titulada “Adobe estabilizado con extracto de cabuya (*Furcraea Andina*)” escrita por V. Benites Zapata.

IV. RESULTADOS

TABLA IX. ESCALA DE COLORES PARA EL PUNTAJE DE LA MATRIZ DE RESULTADOS

Puesto	Colores	Puntaje
1°		9
2°		8
3°		7
4°		6
5°		5
6°		4
7°		3
8°		2
9°		1

Fuente: Elaboración Propia

Esta escala de colores para el puntaje fue realizada para valorar a través de los resultados de manera cuantitativa y así tener un resultado y una conclusión final fundamentada por la envolvente de todos los resultados obtenidos de cada uno de los ensayos.

TABLA X. MATRIZ DE RESULTADOS

ENSAYO	S3	S6	S9	S12	J3	J6	J9	J12	AN	TOTAL
1. ENSAYOS CLASIFICATORIOS										
1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE	2	4	5	9	1	3	7	8	6	45
2. ENSAYOS NO CLASIFICATORIOS										
2.1 RESIST. A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	5	2	3	4	6	1	7	9	8	45
2.2 RESIST. A LA COMPRESIÓN EN DIAGONAL DE MURETES	1	4	3	7	5	2	6	9	8	45
3. ENSAYOS COMPARATIVOS										
3.1 SUCCIÓN	3	8	4	6	1	5	7	9	2	45
3.2 EFLORESCENCIA	5	2	9	8	3	6	7	4	1	45
3.3 LLUVIA SIMULADA A LA UNIDAD	2	5	6	8	3	4	7	9	1	45
3.4 LLUVIA SIMULADA AL MURO	2	3	7	8	4	5	6	9	1	45
3.5 EROSIÓN ACELERADA	5	1	2	6	9	4	8	7	3	45
3.6 INUNDACIÓN SIMULADA	5	7	2	8	4	6	3	9	1	45
4. ENSAYOS AL MORTERO										0
4.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	3	4	8	5	2	6	7	9	1	45
4.2 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	8	9	7	6	2	3	4	5	1	45
TOTAL	41	49	56	75	40	45	69	87	33	450

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla, se observa cómo se valoró en cada uno de los ensayos dependiendo de los porcentajes, sumando al final los resultados tanto en las columnas como en las filas.

TABLA XI. ESCALA DE COLORES PARA EL PUNTAJE DE LA MATRIZ DE RESULTADOS

Resultado	Código
1°	J12
2°	S12
3°	J9
4°	S9
5°	S6
6°	J6
7°	S3
8°	J3
9°	AN

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se obtuvo la valoración de cada uno de los porcentajes y estabilizantes, obteniendo como resultado que el jabonado de alumbre al 12% y el san pedro al 12% como los mejores resultados en primer y segundo lugar respectivamente, concluyendo con que efectivamente la hipótesis de mejoría es verdadera.

4.1.1. Ensayos para la selección del suelo

TABLA XII. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA LA SELECCIÓN DEL SUELO

Ensayos	Mochumí		Íllimo		Túcume	
Contenido de Humedad (%)	2.82		4.94		3.46	
Peso Específico (gr/cm ³)	2.58		2.56		2.66	
Absorción (%)	7.42%		0.93%		4.35%	
Cloruros (%)	0.015%		0.004%		0.003%	
Sulfatos (%)	No Presenta		No Presenta		No Presenta	
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1262.53		1335.47		1221.96	
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1478.78		1481.35		1387.86	
Límites de Consistencia (%)	Límite Líquido	Límite Plástico	Límite Líquido	Límite Plástico	Límite Líquido	Límite Plástico
	23.58%	14.68%	24.23%	15.47%	23.71%	11.67%
Granulometría (%)	Gruesos	Finos	Gruesos	Finos	Gruesos	Finos
	39.34%	60.66%	30.21%	69.79%	43.68%	56.32%
Clasificación SUCS	CL		CL		CL	
Clasificación AASHTO	A - 4 - Suelo Limoso		A - 4 - Suelo Limoso		A - 6 - Suelo Arcilloso	

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla tenemos los datos del estudio de cantera, teniendo los resultados de cada uno de los ensayos por cada localidad de donde se extrajo el suelo. Finalmente el tipo de suelo elegido fue el de Túcume, debido al tipo de suelo y al porcentaje de finos y gruesos que contiene, así como también el contenido de sales.

a) Resistencia a la rotura después de 2 días

En esta prueba se comportó mejor la muestra de la ciudad de Mochumí y Túcume. Esto se debe a la composición que tienen la cual se vio reflejada en el tipo de suelo luego de hacer el estudio de canteras.

Ver el siguiente anexo:

Anexo 2. Fotografía 3. 1 Muestras de suelos después de haber realizado la prueba de “Presencia de arcilla”

b) Peso específico

TABLA XIII. PESO ESPECÍFICO DEL SUELO DE MOCHUMÍ, ÍLLIMO Y TÚCUME

PESO ESPECÍFICO										
Observaciones :		Ubicación : Mochumí			Ubicación : Íllimo			Ubicación : Túcume		
		Estrato :	E1		Estrato :	E1		Estrato :	E1	
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso del Suelo Seco	Gr	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Peso Frasco Vacío	Gr	177.65	177.65	177.65	177.65	177.65	177.65	177.65	177.65	177.65
Peso Frasco + Agua	Gr	675.55	675.55	675.55	675.55	675.55	675.55	675.55	675.55	675.55
Peso Frasco + Agua +Suelo	Gr	736.82	736.82	736.82	736.48	736.48	736.48	736.93	737.93	738.93
Volumen de Sólidos	Cm ³	38.73	38.73	38.73	39.07	39.07	39.07	38.62	37.62	36.62
Peso Específico de Sólidos	Gr / Cm ³	2.58	2.58	2.58	2.56	2.56	2.56	2.59	2.66	2.73
Promedio	Gr / Cm ³		2.58			2.56			2.66	

Fuente: Elaboración propia

Se ha determinado el valor de peso específico de los tres tipos de suelos evaluados: suelo de Íllimo, Túcume y Mochumí. Para esto es que se han calculado valores de Peso del suelo seco, peso del frasco sin suelo o vacío, peso del frasco con agua añadida, peso del frasco con agua y suelo y el volumen de sólidos. En base a ellos, es que se ha calculado el valor de peso específico, cabe resaltar que se ha tomado como referencia el valor promedio, ya que se hicieron dos ensayos para cada tipo de suelo.

c) **Peso volumétrico seco suelto y compactado**

TABLA XIV. PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO Y COMPACTADO DEL SUELO

Descripción	Unidades	Ubicación : Modumí		Ubicación : Íllimo		Ubicación : Túcume	
		Suelto	Compactado	Suelto	Compactado	Suelto	Compactado
Peso de Probeta	Kg	5.214	5.214	5.214	5.214	5.214	5.214
Diámetro de Probeta	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
Espesor de Probeta	m	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
Altura de Probeta	m	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162
Volumen de Probeta	m ³	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Peso de Probeta + Muestra	Kg						
1°	Kg	6.834	7.040	6.956	7.172	6.760	7.014
2°	Kg	6.842	7.072	6.914	7.130	6.800	7.016
3°	Kg	6.874	7.086	6.944	7.100	6.778	6.976
4°	Kg	6.858	7.114	6.906	7.140	6.784	6.974
5°	Kg	6.846	7.106	6.924	7.140	6.798	7.016
6°	Kg	6.874	7.132	6.942	7.130	6.802	
7°	Kg	6.864	7.094				
8°	Kg	6.854	7.134				
9°	Kg		7.134				
10°	Kg						
Peso de Probeta	Kg						
1°	Kg	1.620	1.826	1.742	1.958	1.546	1.800
2°	Kg	1.628	1.858	1.700	1.916	1.586	1.802
3°	Kg	1.660	1.872	1.730	1.886	1.564	1.762
4°	Kg	1.644	1.900	1.692	1.926	1.570	1.760
5°	Kg	1.632	1.892	1.710	1.926	1.584	1.802
6°	Kg	1.660	1.918	1.728	1.916	1.588	
7°	Kg	1.650	1.880				
8°	Kg	1.640	1.920				
9°	Kg		1.920				
10°	Kg						
Pesos Elegidos	Kg						
1°	Kg	1.644	1.920	1.730	1.926	1.584	1.800
2°	Kg	1.640	1.918	1.742	1.926	1.588	1.802
3°	Kg	1.632	1.920	1.728	1.916	1.586	1.802
Promedio	Kg	1.64	1.92	1.73	1.92	1.59	1.80
Peso Unitario	kg / m³	1262.53	1478.78	1335.47	1481.35	1221.96	1387.86

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se observa que el peso suelo y compactado de la ciudad de Íllimo es mayor que el resto.

d) **Salinidad**

La muestra de suelo que resultó tener mayor contenido de sales fue la de Mochumí, esto se debe a la cercanía que tiene con el dren. Las muestras de suelo de Túcume e Íllimo presentaron mucho menos porcentaje de sales.

Ver el siguiente anexo:

Anexo 3. Imágenes 4. 2 Resultados de los ensayos de cloruros y sulfatos en el suelo.

Se ha determinado el tipo de sales que posee cada tipo de suelo evaluado por medio de un ensayo físico en el que se hace uso del peso para determinar la presencia de las mismas. Luego de ello, se calculó el tipo de sal y la concentración de las mismas.

e) Granulometría

TABLA XV. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO DE MOCHUMÍ

MUESTRA DE MOCHUMÍ						
Peso Inicial de la Muestra Seca		592.00	Gr	Ubicación : Mochumí	D60 = 11.98	Cu = 25.489
Peso de la Muestra Después del Lavado		232.91	Gr	Estrato : E1	D30 = 2.40	Cc = 1.023
Pérdida por Lavado		359.09	Gr	Peso Tara 85.93	D10 = 0.47	
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido			% Q' Pasa	
		(gr.) + Tara	(gr.)	(%)		
1/2	12.700	0	0	0.00	100.00	
3/8	9.525	87.22	1.29	0.22	99.78	
1/4	6.350	86.30	0.37	0.06	99.72	
4	4.760	88.23	2.3	0.39	99.33	
10	2.000	99.92	13.99	2.36	96.97	
20	0.840	99.12	13.19	2.23	94.74	
40	0.420	119.81	33.88	5.72	89.02	
50	0.297	101.67	15.74	2.66	86.36	
100	0.149	150.70	64.77	10.94	75.42	
200	0.074	168.09	82.16	13.88	61.54	
Fondo		450.24	364.31	61.54		
Total Retenido :			592.00	100.00		

Fuente: Elaboración propia

Se ha calculado la composición granulométrica del suelo de Mochumí con el fin de conocer la gradación de este mismo. Para ello, se han empleado los tamices que van desde 1/2 in hasta el tamiz N°200 y en base a ello es que se buscó conocer el peso retenido, así como el porcentaje del mismo y el porcentaje que pasa de este.

TABLA XVI. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO DE ÍLLIMO

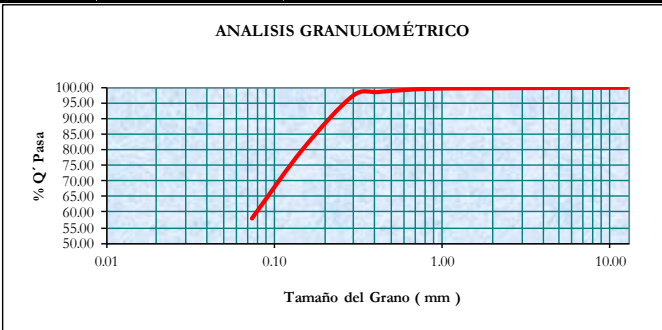
MUESTRA DE ÍLLIMO						
Peso Inicial de la Muestra Seca		568.00	Gr	Ubicación : Íllimo	D60 = 11.98	Cu = 25.489
Peso de la Muestra Después del Lavado		171.62	Gr	Estrato : E1	D30 = 2.40	Cc = 1.023
Pérdida por Lavado		396.38	Gr	Peso Tara 85.95	D10 = 0.47	
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido			% Q' Pasa	
		(gr.) + Tara	(gr.)	(%)		
1/2	12.700	0.000	0.000	0.00	100.00	
3/8	9.525	0.000	0.000	0.00	100.00	
1/4	6.350	0.000	0.000	0.00	100.00	
4	4.760	86.130	0.180	0.03	99.97	
10	2.000	86.500	0.550	0.10	99.87	
20	0.840	86.390	0.440	0.08	99.79	
40	0.420	88.670	2.720	0.48	99.32	
50	0.297	90.280	4.330	0.76	98.55	
100	0.149	149.970	64.020	11.27	87.28	
200	0.074	179.050	93.100	16.39	70.89	
Fondo		488.610	402.660	70.89		
Total Retenido :			568.00	100.00		

Fuente: Elaboración propia

Se ha calculado la composición granulométrica del suelo de Íllimo con el fin de conocer la gradación de este mismo. Para ello, se han empleado los tamices que van desde 1/2 in hasta el tamíz N°200 y en base a ello es que se buscó conocer el peso retenido, así como el porcentaje del mismo y el porcentaje que pasa de este.

TABLA XVII. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO DE TÚCUME

MUESTRA DE TÚCUME						
Peso Inicial de la Muestra Seca		530.00	Gr	Ubicación : Túcume	D60 = 11.98	Cu = 25.489
Peso de la Muestra Después del Lavado		231.49	Gr	Estrato : E1	D30 = 2.40	Cc = 1.023
Pérdida por Lavado		298.51	Gr	Peso Tara 85.95	D10 = 0.47	
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Pasa		
		(gr.) + Tara	(gr.)	(%)		
1/2	12.700	0.000	0.000	0.00	100.00	
3/8	9.525	0.000	0.000	0.00	100.00	
1/4	6.350	86.200	0.250	0.05	99.95	
4	4.760	0.000	0.000	0.00	99.95	
10	2.000	86.550	0.600	0.11	99.84	
20	0.840	86.850	0.900	0.17	99.67	
40	0.420	91.410	5.460	1.03	98.64	
50	0.297	92.280	6.330	1.19	97.45	
100	0.149	177.490	91.540	17.27	80.17	
200	0.074	204.750	118.800	22.42	57.76	
Fondo		392.070	306.120	57.76		
Total Retenido :			530.00	100.00		



Fuente: Elaboración propia

Se ha calculado la composición granulométrica del suelo de Túcume con el fin de conocer la gradación de este mismo. Para ello, se han empleado los tamices que van desde 1/2 in hasta el tamíz N°200 y en base a ello es que se buscó conocer el peso retenido, así como el porcentaje del mismo y el porcentaje que pasa de este.

f) Límites de consistencia

TABLA XVIII. LÍMITES DE CONSISTENCIA – CIUDAD DE TÚCUME

Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
35	22.77
23	24.17
14	24.98
25	23.712
Límite Plástico	
11.67%	

Fuente: Elaboración propia

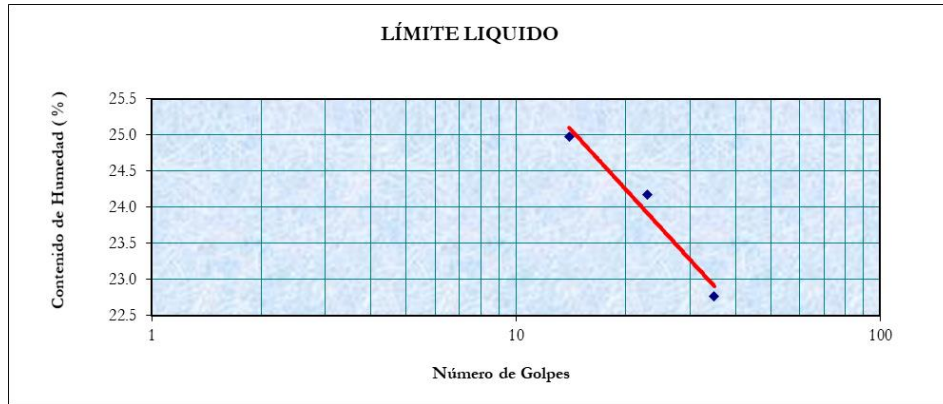


Fig. 103. Curva de Límite líquido – Ciudad de Túcume

Fuente: Elaboración propia

TABLA XIX. LÍMITES DE CONSISTENCIA – CIUDAD DE ÍLLIMO

Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
35	22.95
25	24.27
10	27.64
25	24.231
Límite Plástico	
	15.47%

Fuente: Elaboración propia

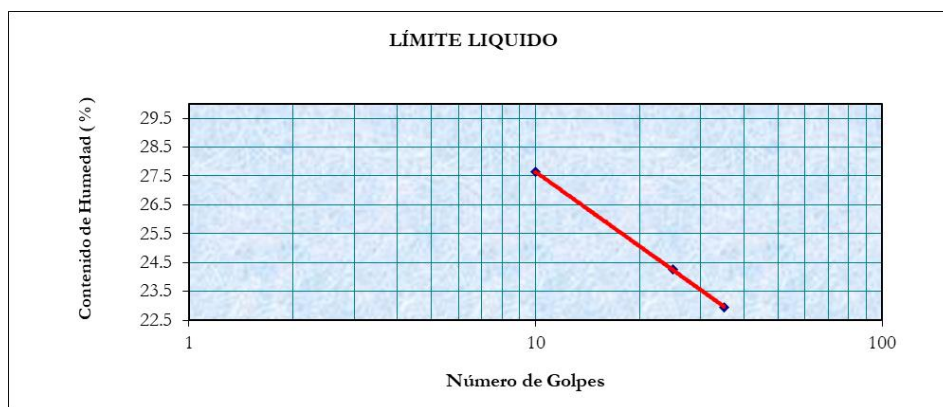


Fig. 104. Curva de Límite líquido – Ciudad de Íllimo

Fuente: Elaboración propia

TABLA XX. LÍMITES DE CONSISTENCIA – CIUDAD DE MOCHUMÍ

Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
33	21.79
25	24.80
15	25.00
25	23.584
Límite Plástico	
14.68%	

Fuente: Elaboración propia

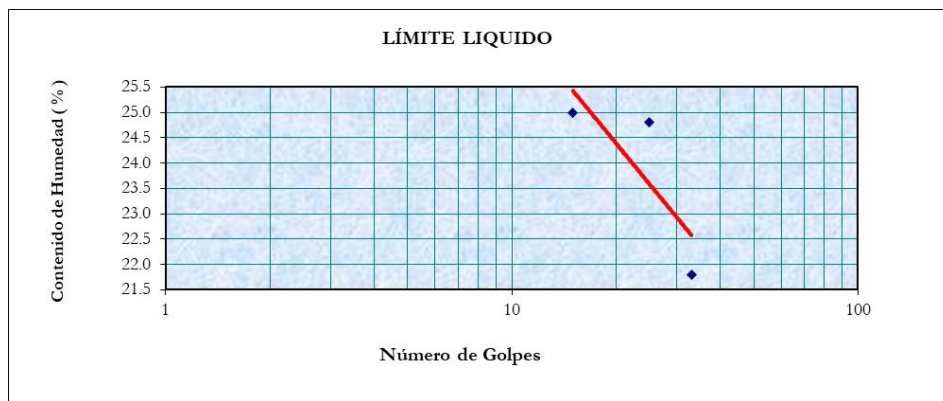


Fig. 105. Curva de Límite líquido – Ciudad de Mochumí

Fuente: Elaboración propia

El suelo que resultó ser tener mayor índice de plasticidad resultó ser el de la ciudad de Túcume, siendo un factor determinante para la elección final del suelo.

g) Contenido de humedad

TABLA XXI. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO DE MOCHUMÍ, ÍLLIMO Y TÚCUME

CONTENIDO DE HUMEDAD										
Observaciones :		Ubicación : Mochumí			Ubicación : Íllimo			Ubicación : Túcume		
		Estrato : E1			Estrato : E1			Estrato : E1		
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	1112.52	1080.00		1121.73	1168.00		1074.00	958.00	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	1080.00	1058.00		1070.00	1122.00		1036.00	932.00	
Peso de la Tara	Gr	112.26	94.00		121.63	82.00		73.99	56.00	
Peso de la Muestra Seca	Gr	967.74	964.00		948.37	1040.00		962.01	876.00	
Peso del Agua	Gr	32.52	22.00		51.73	46.00		38.00	26.00	
Contenido de Humedad	%	3.36	2.28		5.45	4.42		3.95	2.97	
Promedio	%		2.82			4.94			3.46	

Fuente: Elaboración propia

Se ha determinado el contenido de humedad de los suelos mencionados en la tabla mostrada, para ello es que fue necesario conocer el peso de la tara más la muestra húmeda, el peso de la tara más la muestra seca, el peso de la tara únicamente, el peso de la muestra seca y el peso del agua, con ello es que se conocerá el contenido de humedad de una de las dos muestras por suelo. El resultado final será el que corresponde al promedio de ambos resultados.

h) Absorción

TABLA XXII. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

	MOCHUMÍ	TÚCUME	ÍLLIMO
1. FIOLA + AGUA + MUESTRA SSS	744.41 gr	742.55 gr	737.08 gr
2. FIOLA	186.15 gr	186.15 gr	178.04 gr
3. AGUA	458.26 gr	456.40 gr	459.04 gr
4. MUESTRA SSS	100.00 gr	100.00 gr	100.00 gr
5. TARA + MUESTRA SECA	166.22 gr	185.01 gr	182.97 gr
6. TARA	73.13 gr	85.93 gr	87.14 gr
7. MUESTRA SECA	93.09 gr	99.08 gr	95.83 gr
8. ABSORCIÓN	7.42%	0.93%	4.35%

Fuente: Elaboración propia

El suelo con mayor capacidad de absorción resultó ser el de la localidad de Mochumí, esto se debe a que en su granulometría había un mayor contenido de gruesos.

4.1.2. Ensayos a los estabilizantes

a) Determinación del ph

TABLA XXIII. DETERMINACIÓN DEL PH DE MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO Y JABONATO DE ALUMBRE

	Mucílago de cactus de San Pedro	Jabonato de Alumbre
PH	4.25	6.38

Fuente: Elaboración propia

Se ha determinado el nivel de PH que tiene cada estabilizante haciendo uso de un Ph-ímetro para tener un valor en específico y con más precisión.

b) Contenido de sales

TABLA XXIV. CONTENIDO DE SALES EN LOS ESTABILIZANTES

	Mucílago de cactus	Jabonato de alumbre
SALES	NaCl, Cao	Kal, CaO, NaCl

Fuente: Elaboración propia

Para más información, Ver Anexo 3. Imágenes N° 4. 4 Resultados de los ensayos químicos a los estabilizantes realizados en la Universidad Nacional de Trujillo.

Las sales que resultaron contener cada uno de los estabilizantes fueron NaCl para el mucílago de cactus y Kal, CaO y NaCl para el jabonato de alumbre.

c) Identificación de metales pesados

TABLA XXV. CANTIDAD DE METALES PESADOS EN EL MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO Y JABONATO DE ALUMBRE

Metal Pesado	Mucílago de cactus de San Pedro	Jabonato de Alumbre
Fe 2+ (ppm)	234.18	185.57

Fuente: Elaboración propia

Se han empleado ensayos químicos para conocer la concentración de hierro presente en el mucílago de cactus de San Pedro y Jabonato de Alumbre. Sólo se ha considerado la determinación de hierro en los fluidos en mención, por los mitos explicados en el capítulo DISCUSIÓN de resultados.

d) Porcentaje de volátiles

TABLA XXVI. PORCENTAJE DE SUSTANCIAS VOLÁTILES EN LOS ESTABILIZANTES

	Mucílago de cactus	Jabonato de alumbre
SUSTANCIAS VOLÁTILES	Etileno, propano, n - propano, CO2	CO2

Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de material volátil que resultó tener el mucílago de cactus de san pedro fue el etileno, propano, n propano y CO2, mientras que el jabonato de alumbre contiene CO2.

e) Determinación de la densidad de líquidos

TABLA XXVII. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE LÍQUIDOS - JABONATO DE ALUMBRE

pd	1.079	gr/ml
m(p+d)	357.4	gr
m(p+w)	337.71	gr
mp	89.28	gr
pw	1	gr/ml

pd	densidad de la disolución
m(p+d)	masa del líquido contenido en la probeta
m(p+w)	masa del agua contenida en la probeta
mp	peso de la probeta vacía
pw	densidad del agua

Fuente: Elaboración propia

Se ha calculado la densidad del jabonato de alumbre, conociendo la masa del líquido contenido en la probeta, la masa del agua contenida en la probeta, el peso de la probeta vacío y la densidad del agua; con toda esta información se podrá conocer la densidad del fluido en mención.

TABLA XXVIII. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE LÍQUIDOS – MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO

pd	1.072	gr/ml
m(p+d)	355.56	gr
m(p+w)	337.71	gr
mp	89.28	gr
pw	1	gr/ml

pd	densidad de la disolución
m(p+d)	masa del líquido contenido en la probeta
m(p+w)	masa del agua contenida en la probeta
mp	peso de la probeta vacía
pw	densidad del agua

Fuente: Elaboración propia

Se ha calculado la densidad del mucílago de cactus de San Pedro, conociendo la masa del líquido contenido en la probeta, la masa del agua contenida en la probeta, el peso de la probeta vacío y la densidad del agua; con toda esta información se podrá conocer la densidad del fluido en mención.

f) Determinación de la viscosidad

TABLA XXIX. VISCOSIDAD DE LOS ESTABILIZANTES

	Mucílago de cactus	Jabonato de alumbre
VISCOSIDAD (dl/gr)	2.62	6.85

Fuente: Elaboración propia.

El jabonato de alumbre resultó ser una sustancia más viscosa que el mucílago del cactus de san pedro, esto se debe a que en su composición, se tiene compuestos de jabón.

4.1.3. Ensayos clasificatorios de las unidades de adobe

a) Determinación del peso

TABLA XXX. ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL PESO (NTP 399.613)

ADOBE N°	PESO 1 (Kg)	PESO 2 (Kg)	VARIACIÓN (%)
PESO 1	8.182	8.182	0.00%
PESO 2	8.19	8.19	0.00%
PESO 3	8.444	8.444	0.00%
PESO 4	8.278	8.276	0.02%
PESO 5	8.126	8.126	0.00%
PESO 6	8.414	8.414	0.00%
PESO 7	8.126	8.126	0.00%
PESO 8	8.778	8.778	0.00%
PESO 9	8.316	8.316	0.00%
PESO 10	7.95	7.95	0.00%
PESO 11	8.416	8.416	0.00%
PESO 12	8.62	8.62	0.00%
PESO 13	8.828	8.828	0.00%
PESO 14	8.342	8.342	0.00%
PROMEDIO	8.358		

Fuente: Elaboración propia

Se han empleado 14 unidades de adobe y se han pesado dos veces cada una de ellas, con el fin de determinar la variación de peso que pueden llegar a tener.

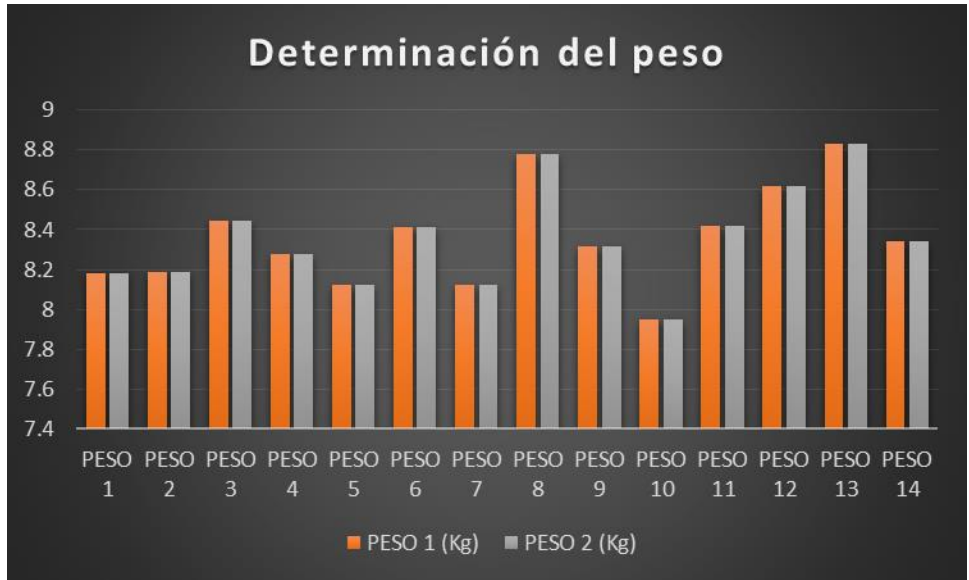


Fig. 106. Determinación del peso

Fuente: Elaboración propia

Se muestra una representación gráfica de las 14 unidades de adobe pesadas y el peso que llega a tener cada una de ellas en cada medición que se ha hecho.



Fig. 107. Variación del peso en %

Fuente: Elaboración propia

Se muestra en una tabla el porcentaje de variación que ha llegado a tener las unidades pesadas un par de veces en el presente ensayo.

b) Variación dimensional

TABLA XXXI. VARIACIÓN DIMENSIONAL EN 14 MUESTRAS DE ADOBE

ADOBE N°	LP (cm)	AP (cm)	HP (cm)	VDL (%)	VDA (%)	VDH (%)
VD1	30.0	20.4	8.3	0.08%	1.75%	-16.75%
VD2	30.4	20.3	8.5	1.38%	1.25%	-15.00%
VD3	30.2	20.3	8.4	0.71%	1.31%	-16.38%
VD4	30.4	20.8	8.2	1.33%	4.06%	-18.00%
VD5	30.1	20.2	8.4	0.46%	0.81%	-16.13%
VD6	30.1	20.2	8.7	0.17%	0.75%	-13.38%
VD7	30.1	20.1	8.6	0.25%	0.25%	-14.25%
VD8	29.8	20.0	9.1	-0.75%	0.00%	-9.38%
VD9	30.0	20.0	8.7	-0.08%	0.12%	-12.75%
VD10	30.4	20.4	8.3	1.42%	1.88%	-17.13%
VD11	29.9	20.0	8.8	-0.21%	-0.25%	-11.63%
VD12	29.3	20.1	8.9	-2.42%	0.37%	-11.50%
VD13	29.7	20.1	8.9	-0.92%	0.31%	-10.75%
VD14	30.0	20.0	8.8	0.03%	0.19%	-12.00%
	VDL (%)	0.10%				
	VDA (%)	0.92%				
	VDH (%)	-13.93%				

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, la variación dimensional en el largo es de un promedio de 0.1%, mientras que en el ancho de 0.92%. En la altura se tuvo una variación dimensional del 13.93%



Fig. 108. Variación dimensional del largo

Fuente: Elaboración propia.

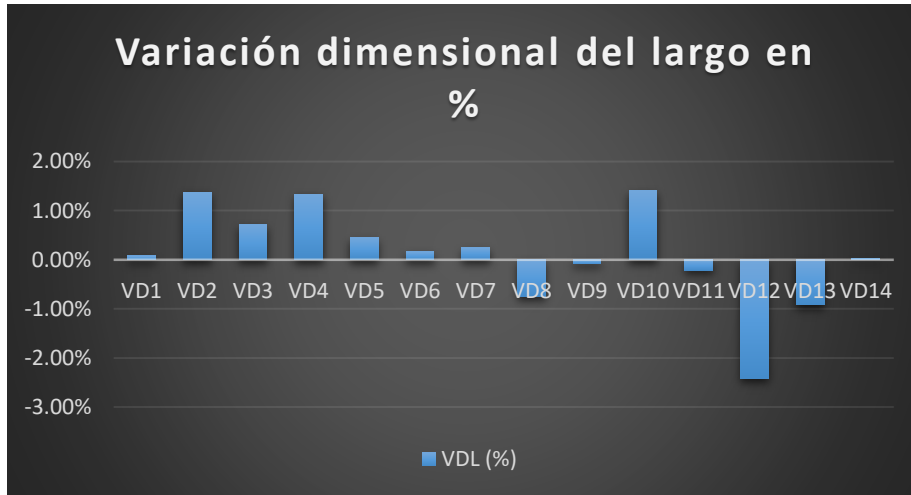


Fig. 109. Variación dimensional del largo en porcentaje

Fuente: Elaboración propia.

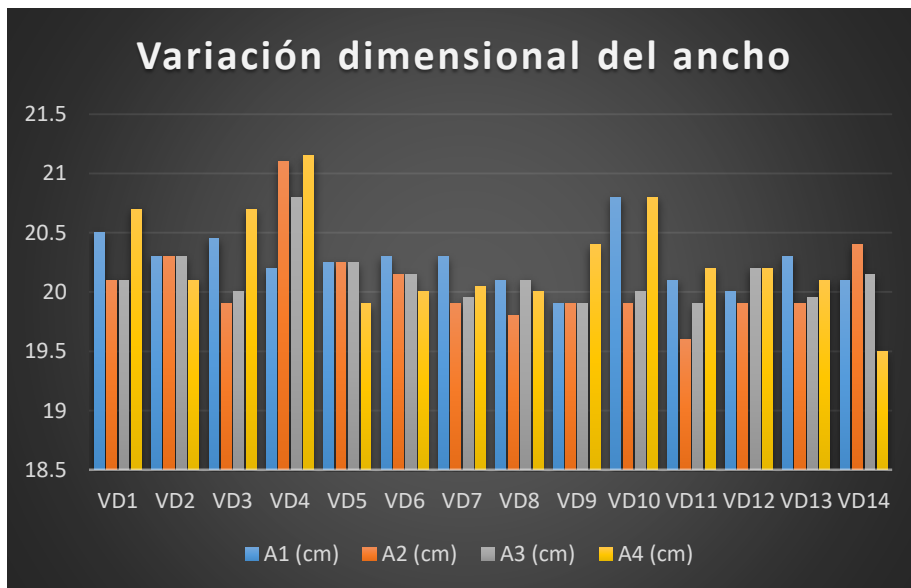


Fig. 110. Variación dimensional del ancho

Fuente: Elaboración propia.

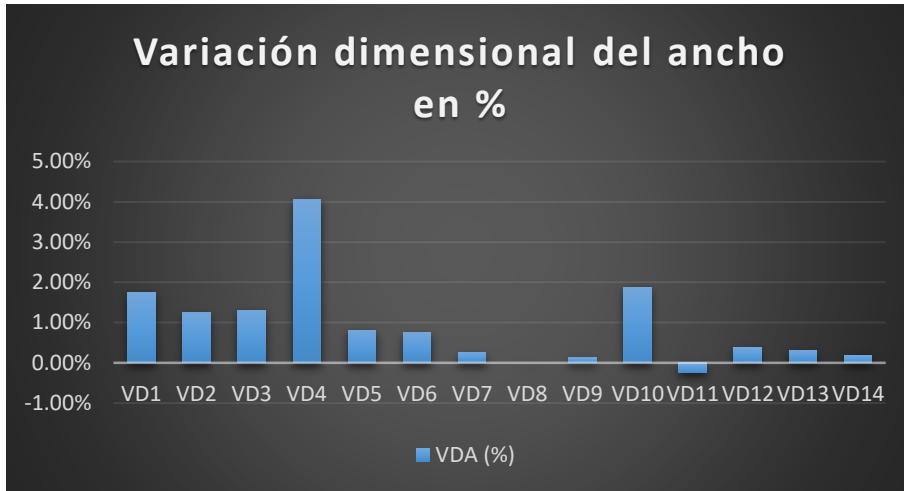


Fig. 111. Variación dimensional del ancho en porcentaje

Fuente: Elaboración propia.

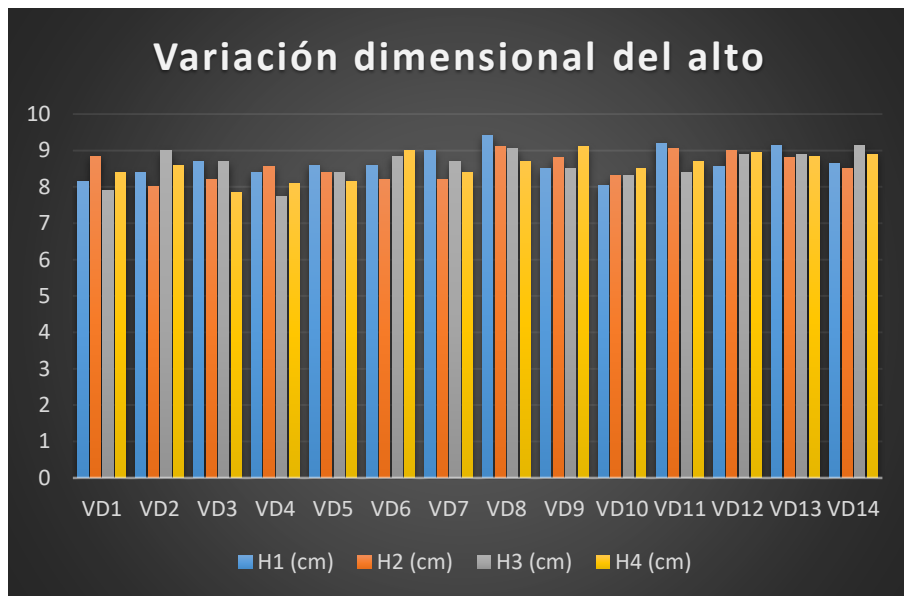


Fig. 112. Variación dimensional del alto

Fuente: Elaboración propia.

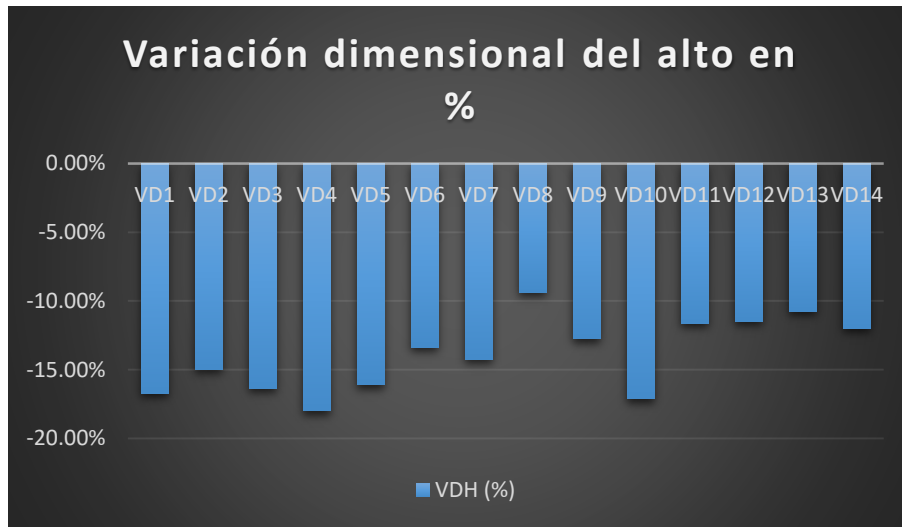


Fig. 113. Variación dimensional del alto en porcentaje

Fuente: Elaboración propia.

c) **Alabeo**

TABLA XXXII. ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613)

ADOBE N°	BORDES (mm)		SUPERFICIES (mm)	
	BORDE CÓNCAVO (mm)	BORDE CONVEXO (mm)	SUPERFICIE CÓNCAVA (mm)	SUPERFICIE CONVEXA (mm)
ALABEO 1	10			10
ALABEO 2	13			5
ALABEO 3	12			2
ALABEO 4		10	2	
ALABEO 5		10	10	
ALABEO 6		10	10	
ALABEO 7		12	15	
ALABEO 8		10	10	
ALABEO 9	13			10
ALABEO 10		9	10	
ALABEO 11		2	8	
ALABEO 12		10	8	
ALABEO 13		10	4	
ALABEO 14		10	10	
CONCAVIDAD	15.0	mm		
CONVEXIDAD	12.0	mm		

Fuente: Elaboración propia

Se ha determinado la medida de bordes y superficies cóncavos y convexos que puede llegar a tener una unidad de adobe, de una muestra de 14 de estas, siendo indiferente si es que tienen o no estabilizantes, ya que forman parte de los ensayos no clasificatorios considerados en el presente trabajo de investigación. Los resultados de concavidad máxima y convexidad máxima son: 15 mm y 12 mm respectivamente.

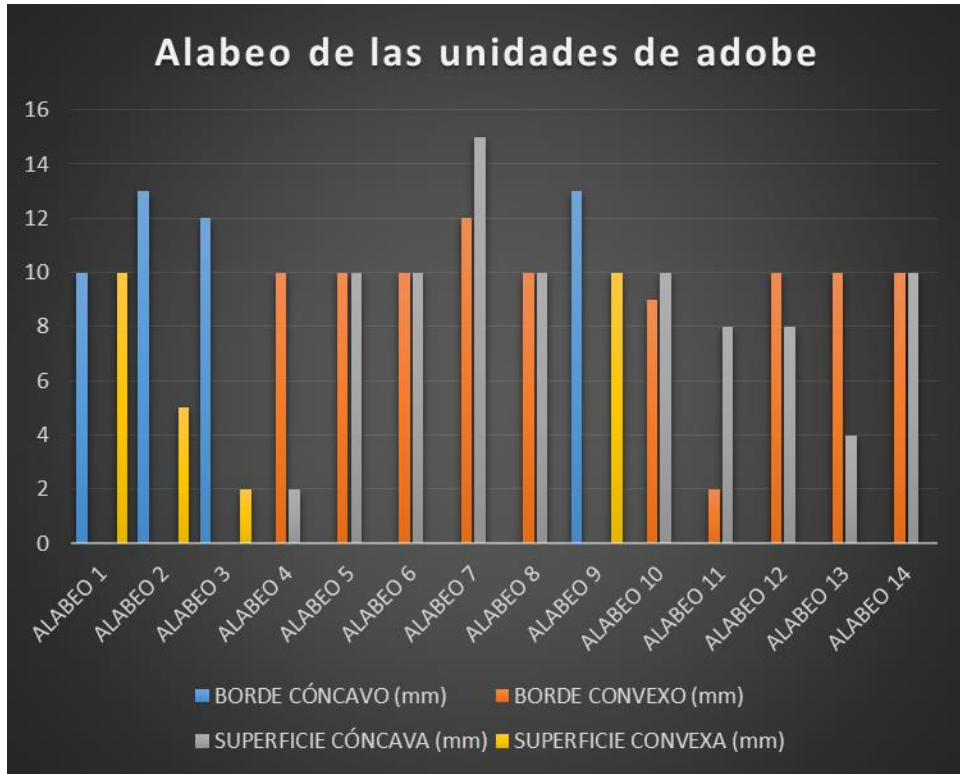


Fig. 114. Alabeo de las unidades de adobe

Fuente: Elaboración propia

Se procede a mostrar una representación gráfica de las medidas de concavidad y convexidad que puede tener una unidad de adobe, pudiendo ser de borde o de superficie.

d) **Resistencia a la compresión de la unidad de adobe**

TABLA XXXIII. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS DE ADOBE

Muestra	Esfuerzo	
Muestra Patrón	10.227	kg/cm ²
Muestra de Adobe con JA al 3%	6.680	kg/cm ²
Muestra de Adobe con JA al 6%	7.860	kg/cm ²
Muestra de Adobe con JA al 9%	10.322	kg/cm ²
Muestra de Adobe con JA al 12%	10.536	kg/cm ²
Muestra de Adobe con SP al 3%	7.564	kg/cm ²
Muestra de Adobe con SP al 6%	8.613	kg/cm ²
Muestra de Adobe con SP al 9%	9.517	kg/cm ²
Muestra de Adobe con SP al 12%	10.871	kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Se ensayaron 6 especímenes de cada uno de los tipos de adobe estabilizado, obteniendo como resultado que el mayor fue el de jabonato de alumbre estabilizado al 12%

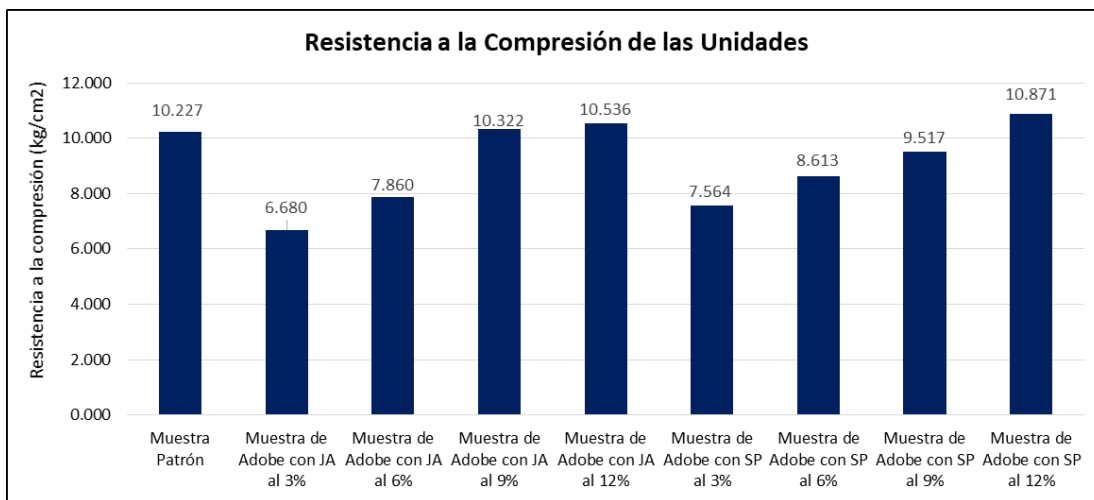


Fig. 115. Resistencia a la compresión de las unidades

Fuente: Elaboración propia.

La muestra que resultó ser más resistente a la compresión por unidad de albañilería fue la del adobe estabilizado con san pedro al 12%, seguido por el de jabonato de alumbre del mismo porcentaje.

4.1.4. Ensayos no clasificatorios de las unidades de adobe

a) Resistencia a la compresión en prismas de albañilería

TABLA XXXIV. MEDIDAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PRISMA DE ALBAÑILERÍA

Muestra	Superior		Inferior		Promedio	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho
Pila Patrón	29.2	19.7	29.2	19.7	29.2	19.7
Adobe Estabilizado JA3%	28.9	19.5	28.9	19.5	28.9	19.5
Adobe Estabilizado JA6%	29.1	19	29.1	19	29.1	19
Adobe Estabilizado JA9%	29.2	19.8	29.2	19.8	29.2	19.8
Adobe Estabilizado JA12%	28.3	19.7	28.3	19.7	28.3	19.7
Adobe Estabilizado S3%	30	19.2	30	19.2	30	19.2
Adobe Estabilizado S6%	29.4	18.9	29.4	18.9	29.4	18.9
Adobe Estabilizado S9%	29.1	19.6	29.1	19.6	29.1	19.6
Adobe Estabilizado S12%	29.3	18.6	29.3	18.6	29.3	18.6

Fuente: Elaboración propia

Se procede a mostrar las cuatro medidas de cada unidad de adobe evaluada, tanto en la cara superior como en la cara inferior de la misma. Es así como se determina la medida promedio para calcular el esfuerzo admisible de la pila.

TABLA XXXV. ÁREA, CARGA Y ESFUERZO ADMISIBLE DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PRISMA DE ALBAÑILERÍA

Muestra	Área	Carga	Esfuerzo Admisible de la Pila (f_m)	Esfuerzo Admisible de Compresión por Aplastamiento	Verificación
Pila Patrón	575.24	3750	6.519	8.149	Resistencia Aceptable
Adobe Estabilizado JA3%	563.55	3000	5.323	6.654	Baja Resistencia
Adobe Estabilizado JA6%	552.9	2250	4.069	5.087	Baja Resistencia
Adobe Estabilizado JA9%	578.16	3500	6.054	7.567	Baja Resistencia
Adobe Estabilizado JA12%	557.51	4000	7.175	8.968	Resistencia Aceptable
Adobe Estabilizado S3%	576	3000	5.208	6.510	Baja Resistencia
Adobe Estabilizado S6%	555.66	2250	4.049	5.062	Baja Resistencia
Adobe Estabilizado S9%	570.36	2750	4.822	6.027	Baja Resistencia
Adobe Estabilizado S12%	544.98	2750	5.046	6.308	Baja Resistencia

Fuente: Elaboración propia

Se muestra la carga aplicada al prisma evaluado, cuya descripción se encuentra en la tabla comentada.; además del área en contacto, el esfuerzo admisible de la pila, el esfuerzo admisible

de compresión por aplastamiento y la verificación para corroborar si posee una resistencia alta, aceptable o baja.

TABLA XXXVI. ESFUERZOS DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

Muestra	Esfuerzo
Pila Patrón	6.519 kg/cm ²
Adobe Estabilizado JA3%	5.323 kg/cm ²
Adobe Estabilizado JA6%	4.069 kg/cm ²
Adobe Estabilizado JA9%	6.054 kg/cm ²
Adobe Estabilizado JA12%	7.175 kg/cm ²
Adobe Estabilizado S3%	5.208 kg/cm ²
Adobe Estabilizado S6%	4.049 kg/cm ²
Adobe Estabilizado S9%	4.822 kg/cm ²
Adobe Estabilizado S12%	5.046 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Se muestra una tabla resumen en la que se muestran todos los esfuerzos obtenidos de cada muestra evaluada. Sus unidades son kg/cm².

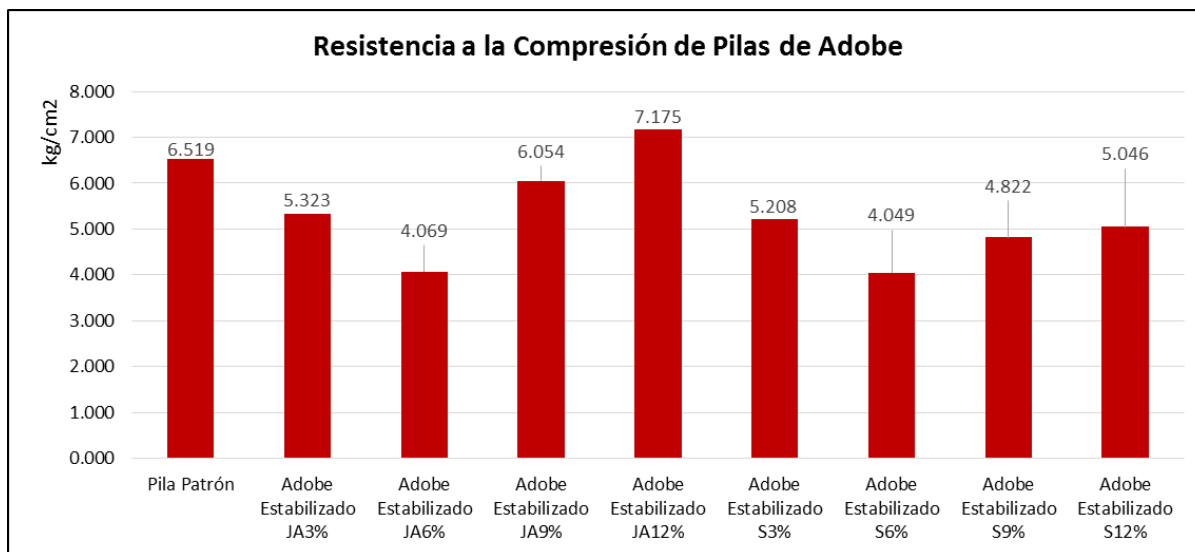


Fig. 116. Resistencia a la compresión de pilas de adobe

Fuente: Elaboración propia

El gráfico forma parte de una representación gráfica de cada pila analizada y ensayada. Es así como se puede tener resultados más referenciales de cuán mejor es un estabilizante en comparación del otro.

b) Resistencia a la compresión en diagonal de muretes

TABLA XXXVII. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA Y COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES

UNIDAD	f' t (kg/cm ²)	Vm (kg/cm ²)
S3	0.690	0.276
S6	0.735	0.294
S9	0.719	0.288
S12	1.015	0.406
J3	0.796	0.318
J6	0.704	0.282
J9	0.915	0.366
J12	1.790	0.716
AN	1.175	0.470

Fuente: Elaboración propia.

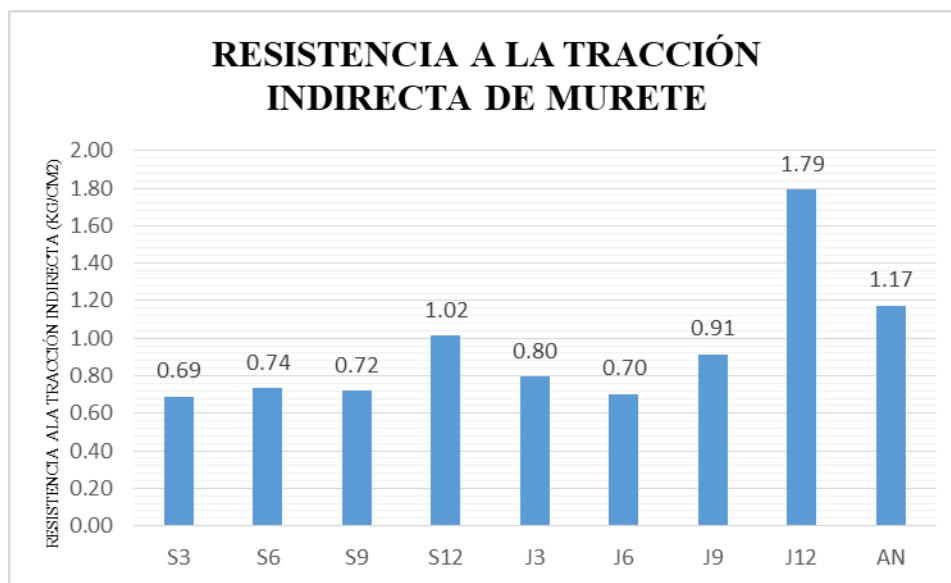


Fig. 117. Resistencia a la tracción indirecta de los muretes

Fuente: Elaboración propia.

Las muestras con mayor resistencia a la tracción indirecta es la del jabonado de alumbre al 12%, mientras que la que presentó menor resistencia fue la del adobe estabilizado con san pedro al 3%.

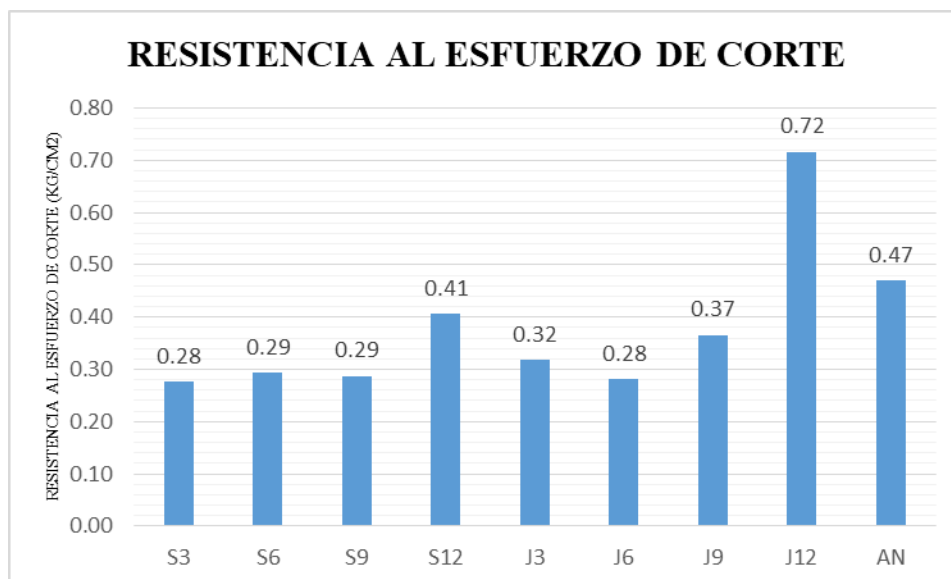


Fig. 118. Resistencia al esfuerzo de corte en muretes

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la resistencia al corte, la muestra que mayor resistencia logró fue la del jabonato al 12% con 0.72 kg/cm², cabe resaltar que las muestras de mortero también fueron estabilizadas.

4.1.5. Ensayos comparativos de las unidades de adobe

a) Succión

TABLA XXXVIII. RESULTADOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN DE LAS UNIDADES DE ADOBE

Muestra Patrón	-9.73	gr/min/200cm ²
Muestra SP Estabilizada al 3%	-4.68	gr/min/200cm ²
Muestra SP Estabilizada al 6%	5.22	gr/min/200cm ²
Muestra SP Estabilizada al 9%	-4.48	gr/min/200cm ²
Muestra SP Estabilizada al 12%	-1.68	gr/min/200cm ²
Muestra JA Estabilizado al 3%	-11.68	gr/min/200cm ²
Muestra JA Estabilizado al 6%	-1.87	gr/min/200cm ²
Muestra de JA Estabilizado al 9%	1.36	gr/min/200cm ²
Muestra de JA Estabilizado al 12%	8.93	gr/min/200cm ²

Fuente: Elaboración propia

Para determinar los resultados de la cantidad de peso succionado por las unidades de adobe, es que se requirió de mantener un nivel de agua constante y tener controlado el tiempo en el que

aborvieron el agua, el que tuvo que ser un minuto. Así es como se pueden parecer pérdidas o ganancias de peso.

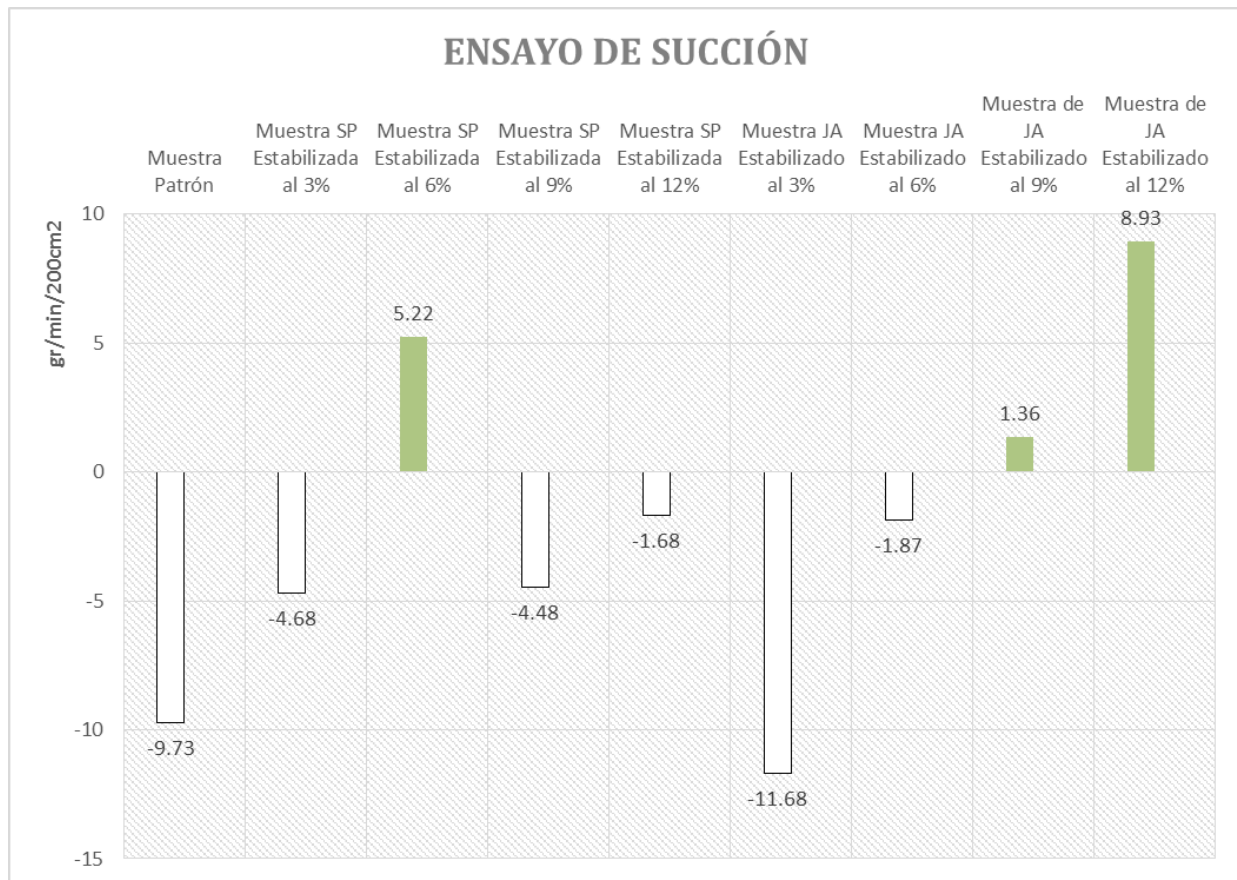


Fig. 119. Ensayo de succión

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico comentado se pueden observar ganancias y pérdidas de peso de acuerdo al tipo de unidad que fue analizada. Es así como la muestra estabilizada con 6% de San Pedro, con 6% de Jabonato y 12% de Jabonato fueron las únicas que ganaron masa, en comparación al resto que lo único que tuvo fue pérdida de peso.

b) Eflorescencia

TABLA XXXIX. EFLORESCENCIA PRESENTADA EN LAS UNIDADES DE ADOBE SIN ESTABILIZAR

UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación	
1	Eflorescente	15%	85%
2	Eflorescente	25%	75%
3	Eflorescente	10%	90%
4	Eflorescente	10%	90%
5	Eflorescente	35%	65%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, todas las muestras resultaron eflorescentes, con una evaluación visual de hasta 35% de eflorescencia en la superficie.

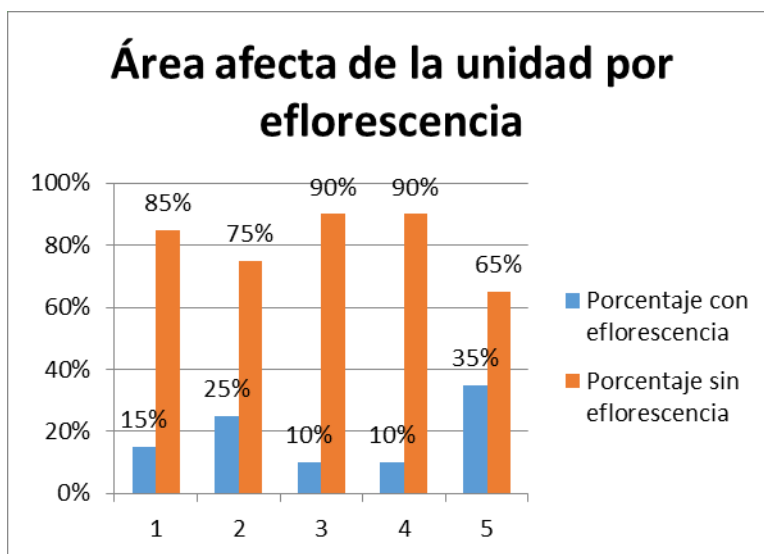


Fig. 120. Eflorescencia presentada en las unidades de adobe sin estabilizar

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, todas las muestras resultaron eflorescentes, con una evaluación visual de hasta 35% de eflorescencia en la superficie.

TABLA XL. EFLORESCENCIA PRESENTADA EN LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO CON JABONATO DE ALUMBRE AL 3%

UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación	
1	Eflorescente	5%	95%
2	Eflorescente	30%	70%
3	Eflorescente	15%	85%
4	Eflorescente	10%	90%
5	Eflorescente	5%	95%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, todas las muestras resultaron eflorescentes, con una evaluación visual de hasta 30% de eflorescencia en la superficie.

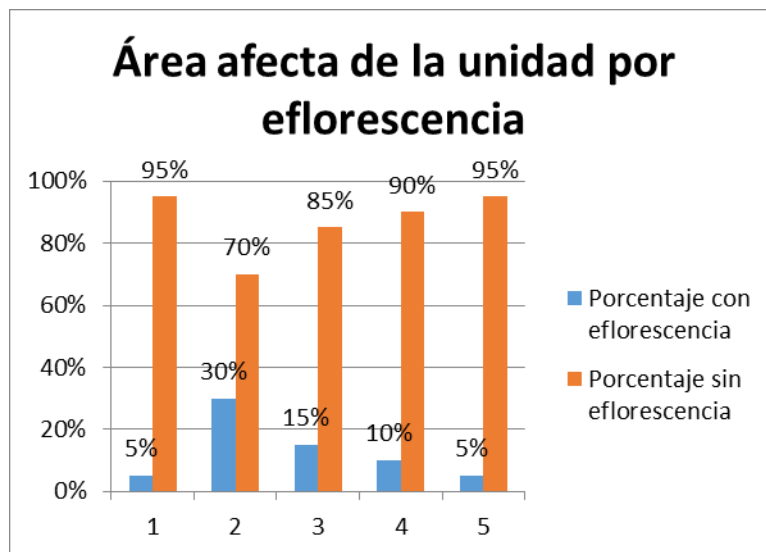


Fig. 121. Eflorescencia presentada en las unidades de adobe estabilizado con jabonato de alumbre al 3%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, todas las muestras resultaron eflorescentes, con una evaluación visual de hasta 30% de eflorescencia en la superficie.

TABLA XLI. EFLORESCENCIA PRESENTADA EN LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO CON JABONATO DE ALUMBRE AL 6%

UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación	
1	Eflorescente	5%	95%
2	Eflorescente	20%	80%
3	Eflorescente	15%	85%
4	Eflorescente	15%	85%
5	No eflorescente	0%	100%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, solo 4 muestras resultaron eflorescentes, con una evaluación visual de hasta 20% de eflorescencia en la superficie.

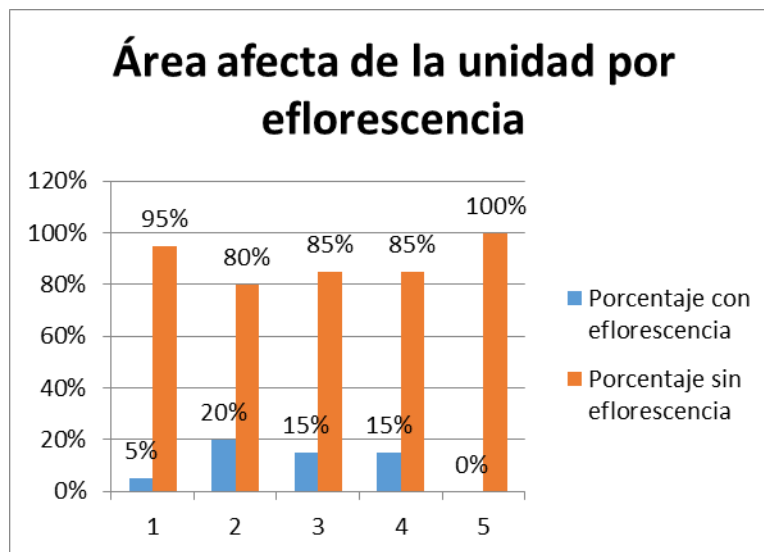


Fig. 122. Eflorescencia presentada en las unidades de adobe estabilizado con jabonato de alumbre al 6%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, solo 4 muestras resultaron eflorescentes, con una evaluación visual de hasta 20% de eflorescencia en la superficie.

TABLA XLII. FLORESCENCIA PRESENTADA EN LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO CON JABONATO DE ALUMBRE AL 9%

UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación	
1	Eflorescente	20%	80%
2	Eflorescente	35%	65%
3	Eflorescente	15%	85%
4	No eflorescente	0%	100%
5	No eflorescente	0%	100%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, solo 3 muestras resultaron eflorescentes, con una evaluación visual de hasta 35% de eflorescencia en la superficie.

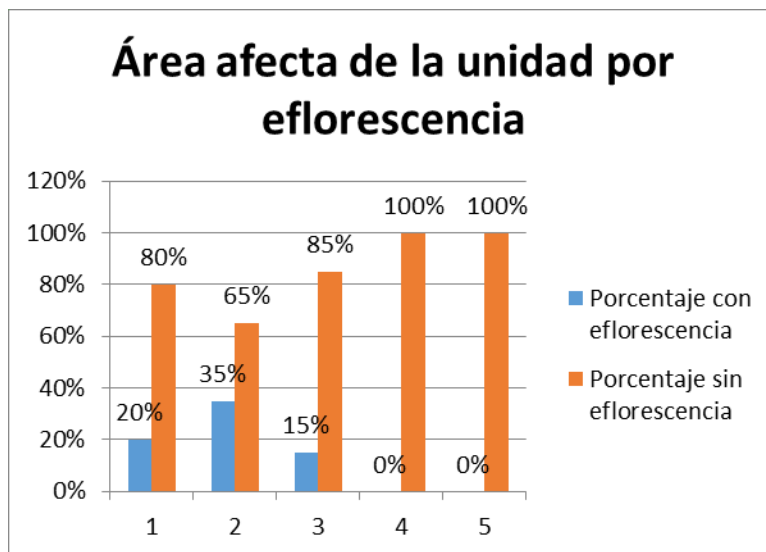


Fig. 123. Eflorescencia presentada en las unidades de adobe estabilizado con jabonato de alumbre al 9%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, solo 3 muestras resultaron eflorescentes, con una evaluación visual de hasta 35% de eflorescencia en la superficie.

TABLA XLIII. EFLORESCENCIA PRESENTADA EN LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO CON JABONATO DE ALUMBRE AL 12%

UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación	
1	Eflorescente	20%	80%
2	Eflorescente	15%	85%
3	Eflorescente	25%	75%
4	Eflorescente	10%	90%
5	No eflorescente	0%	100%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, solo 4 muestras resultaron eflorescentes, con una evaluación visual de hasta 25% de eflorescencia en la superficie.

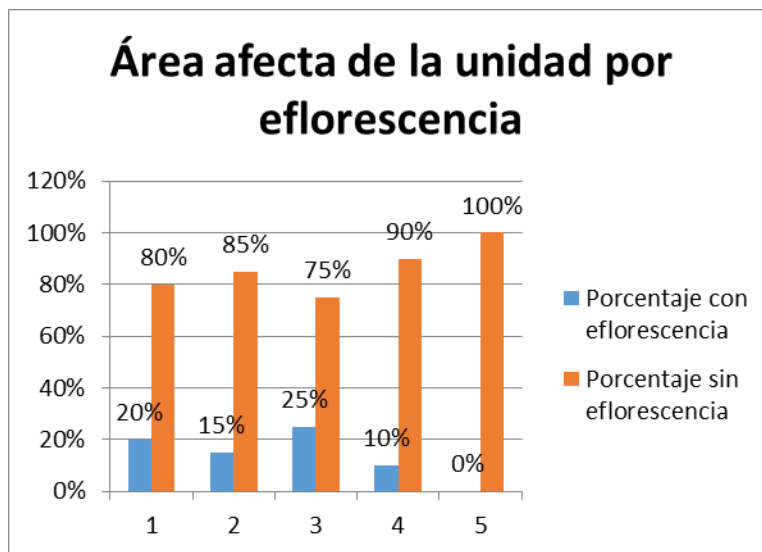


Fig. 124. Eflorescencia presentada en las unidades de adobe estabilizado con jabonato de alumbre al 12%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, solo 4 muestras resultaron eflorescentes, con una evaluación visual de hasta 25% de eflorescencia en la superficie.

TABLA XLIV. EFLORESCENCIA PRESENTADA EN LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO CON SAN PEDRO AL 3%

UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación	
1	Eflorescente	15%	85%
2	Eflorescente	20%	80%
3	No eflorescente	0%	100%
4	No eflorescente	0%	100%
5	Eflorescente	35%	65%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, solo 3 muestras resultaron eflorescentes, con una evaluación visual de hasta 35% de eflorescencia en la superficie.

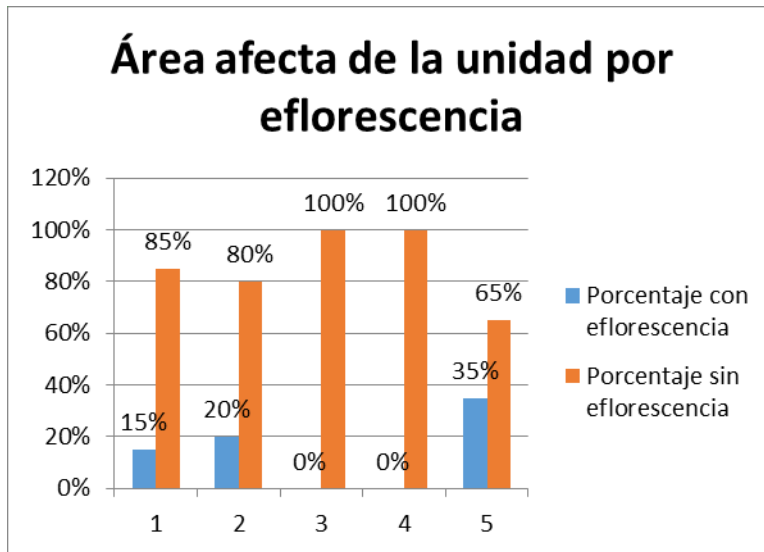


Fig. 125. Eflorescencia presentada en las unidades de adobe estabilizado con san pedro al 3%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, solo 3 muestras resultaron eflorescentes, con una evaluación visual de hasta 35% de eflorescencia en la superficie.

TABLA XLV. EFLORESCENCIA PRESENTADA EN LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO CON SAN PEDRO AL 6%

UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación	
1	Eflorescente	25%	75%
2	Eflorescente	30%	70%
3	Eflorescente	20%	80%
4	Eflorescente	10%	90%
5	Eflorescente	10%	90%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, todas las muestras resultaron eflorescentes, con una evaluación visual de hasta 30% de eflorescencia en la superficie.

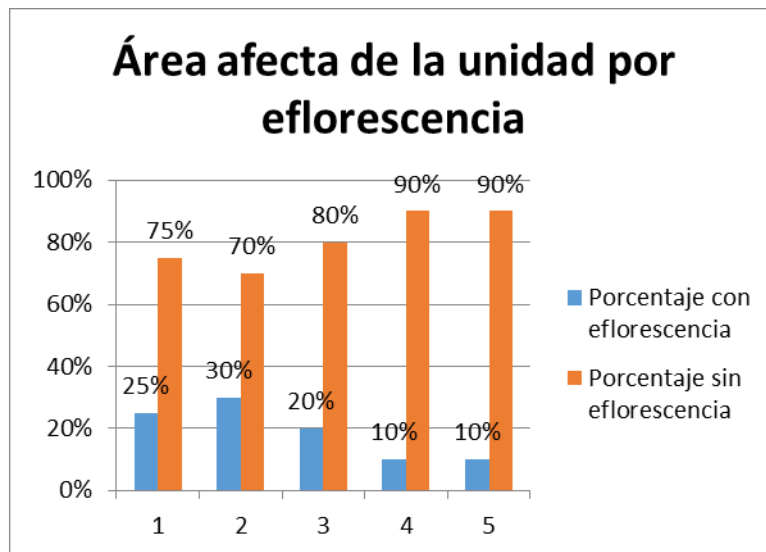


Fig. 126. Eflorescencia presentada en las unidades de adobe estabilizado con san pedro al 6%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, todas las muestras resultaron eflorescentes, con una evaluación visual de hasta 30% de eflorescencia en la superficie.

TABLA XLVI. EFLORESCENCIA PRESENTADA EN LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO CON SAN PEDRO AL 9%

UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación	
1	Eflorescente	25%	75%
2	Eflorescente	20%	80%
3	No eflorescente	0%	100%
4	Eflorescente	20%	80%
5	No eflorescente	0%	100%

Fuente: Elaboración propia.

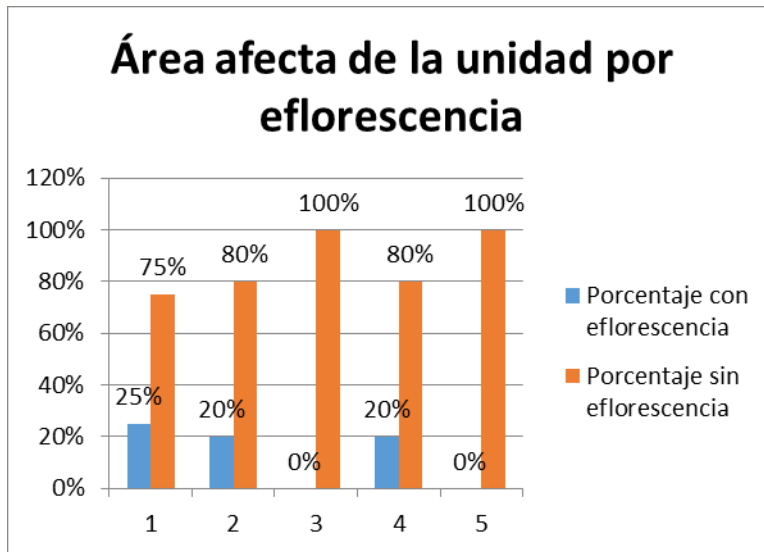


Fig. 127. Eflorescencia presentada en las unidades de adobe estabilizado con san pedro al 9%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, solo 3 muestras resultaron eflorescentes, con una evaluación visual de hasta 25% de eflorescencia en la superficie.

TABLA XLVII. EFLORESCENCIA PRESENTADA EN LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO CON SAN PEDRO AL 12%

UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación	
1	Eflorescente	25%	75%
2	Eflorescente	35%	65%
3	Eflorescente	10%	90%
4	No eflorescente	0%	100%
5	No eflorescente	0%	100%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, solo 3 muestras resultaron eflorescentes, con una evaluación visual de hasta 35% de eflorescencia en la superficie.

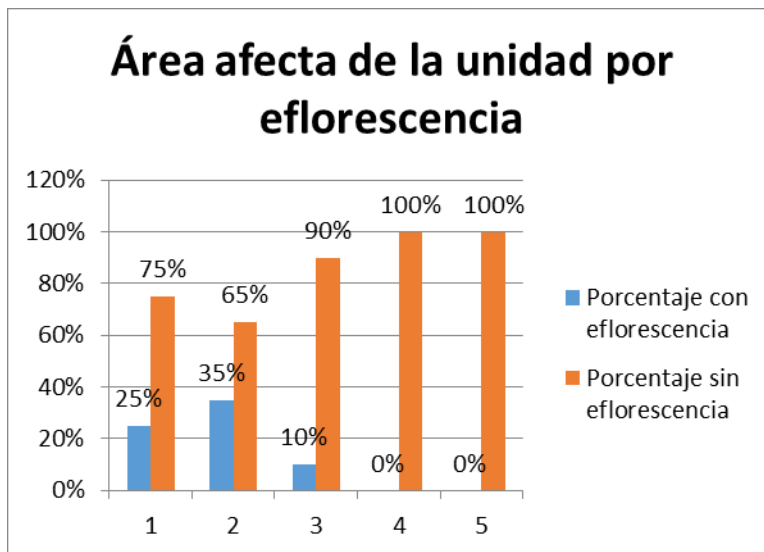


Fig. 128. Eflorescencia presentada en las unidades de adobe estabilizado con san pedro al 12%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, solo 3 muestras resultaron eflorescentes, con una evaluación visual de hasta 35% de eflorescencia en la superficie.

c) **Lluvia simulada**

TABLA XLVIII. DATOS DE GOTA PARA DISEÑAR EL SIMULADOR DE LLUVIA

Datos de la gota

N° de agujeros	44		
Diámetro	2.5	mm	Se considera que es esfera
Volumen	8.18	mm ³	
	0.00000055	m ³	
Velocidad	1.5	m/s	V=raiz(2*g*h)
H del vaso de Mariotte	0.11	m	

Fuente: Elaboración propia

Por cuestiones de diseño, se consideró las gotas de lluvia como una esfera con 2.5 mm de diámetro y una velocidad alcanzable de 1.5 m/s. El simulador de lluvia cuenta con 44 agujeros.

TABLA XLIX. DATOS DEL SIMULADOR DE LLUVIA

Datos del simulador

Altura de caída	1	m
Área del simulador	0.84	m ²
Tiempo de estudio	1	min

Fuente: Elaboración propia

Los datos mínimos que tendría que cumplir el simulador de lluvia son: una caída de agua de 1 m, un área de influencia de 0.84 m² y un tiempo de estudio de 1 minuto.

TABLA L. DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD, NÚMERO DE GOTAS Y PRECIPITACIÓN DEL SIMULADOR DE LLUVIA

Cálculo		
N° de gotas	3960	N°
Volumen llenado	0.0022	m ³
Precipitación	2.581	mm
Intensidad	154.89	mm/hr

Fuente: Elaboración propia

En base a las condiciones de diseño mencionadas anteriormente, es que se espera obtener una intensidad de 154.89 mm/hr.

TABLA LI. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE GOTA

$$D = 13.18 * m^{0.34}$$

i	m (gr)	D (mm)
1	0.26	8.33693372
2	0.08	5.58426482
3	0.15	6.91490851
4	0.25	8.22649832
5	0.13	6.58652205
		7.12982548

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de complementar la información y determinar con exactitud el diámetro real de la gota producida es que se hizo uso de la fórmula señalada en la tabla y descrita en ítems anteriores, llegando a un valor de 7.13 mm de diámetro de gota.

TABLA LII. MEDICIONES DEL MECANISMO DE LLUVIA SIMULADA

$$Q_p = 0.278 * C * i * A$$

T (Tiempo)	60	seg
Área	0.113411495	m ²
Alto	0.00125	m
V (Volumen)	0.000141764	m ³
Q _p (caudal pico)	2.36274E-06	m ³ /s
C (coeficiente de escorrentía)	1	
i (intensidad)	74.94004796	mm/hr
A (área de la cuenca)	1.13411E-07	km ²
Velocidad	2.08333E-05	m/s
C = Es/ Pr		
Es (lámina escurrida)	1	mm
Pr (precipitación)	1	mm

Fuente: Elaboración propia

Conociendo los datos reales de la medida de gota y ya construida la máquina, haciendo mediciones en tiempo real, se pudo determinar la intensidad producida por el mecanismo de lluvia simulada, llegando a una intensidad de 74.94 mm/hr.

Lluvia simulada en la unidad de adobe

TABLA LIII. RESULTADOS DEL ENSAYO DE LLUVIA SIMULADA DE LA UNIDAD DE ADOBE

UNIDAD	S3	S6	S9	S12	J3	J6	J9	J12	AN
Peso inicial	8.6	7.8	7.5	7.9	8.2	8.5	7.5	8	7.5
30 min	8	7.4	7.2	7.7	7.9	8.2	7.3	7.8	7
% Pérdida	6.98%	5.13%	4.00%	2.53%	3.66%	3.53%	2.67%	2.50%	6.67%
50 min	7.5	7.2	7.1	7.5	7.5	7.9	7	7.7	6.5
% Pérdida	12.79%	7.69%	5.33%	5.06%	8.54%	7.06%	6.67%	3.75%	13.33%
70 min		6.9	6.8	7.3	7.2	7.5	6.9	7.5	
% Pérdida		11.54%	9.33%	7.59%	12.20%	11.76%	8.00%	6.25%	
90 min			6.5	7			6.6	7.2	
% Pérdida			13.33%	11.39%			12.00%	10.00%	

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a determinar la pérdida de peso expresada en porcentaje de cada una de las unidades de adobe evaluadas en el presente ensayo. Dichas medidas fueron realizadas a los 30 minutos, 50 minutos, 70 minutos y 90 minutos; hasta que se obtuvo una pérdida de peso mayor al 10%.



Fig. 129. Pérdida de peso a los 30 minutos de la unidad de adobe.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico mostrado se aprecian las pérdidas de peso que ha tenido cada unidad de adobe, tomando como referencia el peso inicial de las mismas, después de ser sometidas a un periodo de lluvia simulada de 30 minutos.



Fig. 130. Pérdida de peso a los 50 minutos de la unidad de adobe.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico mostrado se aprecian las pérdidas de peso que ha tenido cada unidad de adobe, tomando como referencia el peso inicial de las mismas, después de ser sometidas a un periodo de lluvia simulada de 50 minutos.



Fig. 131. Pérdida de peso a los 70 minutos de la unidad de adobe.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico mostrado se aprecian las pérdidas de peso que ha tenido cada unidad de adobe, tomando como referencia el peso inicial de las mismas, después de ser sometidas a un periodo de lluvia simulada de 70 minutos.

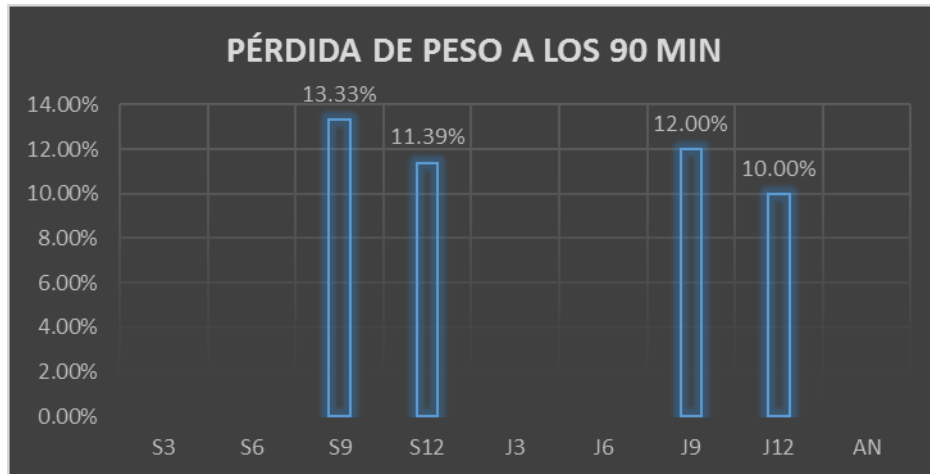


Fig. 132. Pérdida de peso a los 90 minutos de la unidad de adobe.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico mostrado se aprecia las pérdidas de peso que ha tenido cada unidad de adobe, tomando como referencia el peso inicial de las mismas, después de ser sometidas a un periodo de lluvia simulada de 90 minutos.

Lluvia simulada en el muro de adobe

TABLA LIV. RESULTADOS DEL ENSAYO DE LLUVIA SIMULADA AL MURO DE ADOBE

UNIDAD	S3	S6	S9	S12	J3	J6	J9	J12	AN
Peso inicial	27.2	26.3	26.5	26.9	26	26.5	26.5	26.8	27
30 min	25.2	24.5	25.3	25.8	24.6	25.3	25.6	26.1	25.1
% Pérdida	7.35%	6.84%	4.53%	4.09%	5.38%	4.53%	3.40%	2.61%	7.04%
50 min	23.6	23.3	24.5	25	23.2	24.1	24.2	25.2	23.2
% Pérdida	13.24%	11.41%	7.55%	7.06%	10.77%	9.06%	8.68%	5.97%	14.07%
70 min			23.7	24.4		23.2	23.4	24.7	
% Pérdida			10.57%	9.29%		12.45%	11.70%	7.84%	
90 min				23.6				23.6	
% Pérdida				12.27%				11.94%	

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a determinar la pérdida de peso expresada en porcentaje de cada uno de los muros de adobe evaluados en el presente ensayo. Dichas medidas fueron realizadas a los 30 minutos, 50 minutos, 70 minutos y 90 minutos; hasta que se obtuvo una pérdida de peso mayor al 10%.



Fig. 133. Pérdida de peso a los 30 minutos del muro de adobe.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico mostrado se aprecian las pérdidas de peso que ha tenido cada muro de adobe, tomando como referencia el peso inicial de las mismas, después de ser sometidas a un periodo de lluvia simulada de 30 minutos.



Fig. 134. Pérdida de peso a los 50 minutos del muro de adobe.

Fuente: Elaboración propia

El el gráfico mostrado se aprecian las pérdidas de peso que ha tenido cada muro de adobe, tomando como referencia el peso inicial de las mismas, después de ser sometidas a un periodo de lluvia simulada de 50 minutos.



Fig. 135. Pérdida de peso a los 70 minutos del muro de adobe.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico mostrado se aprecian las pérdidas de peso que ha tenido cada muro de adobe, tomando como referencia el peso inicial de las mismas, después de ser sometidas a un periodo de lluvia simulada de 70 minutos.



Fig. 136 Pérdida de peso a los 90 minutos del muro de adobe.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico mostrado se aprecian las pérdidas de peso que ha tenido cada muro de adobe, tomando como referencia el peso inicial de las mismas, después de ser sometidas a un periodo de lluvia simulada de 90 minutos.

d) Erosión acelerada

TABLA LV. RESULTADOS DE ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA (1)

UNIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TIPO ADOBE	S3	S6	S9	S12	J3	J6	J9	J12	AN
PESO INICIAL (Kg)	8	8.8	9.8	9	8.5	8.1	8.7	9	9.1
PESO FINAL	7.8	7.8	9.5	8.9	8.3	7.8	8.6	8.9	8.8
% PÉRDIDA	2.50%	11.36%	3.06%	1.11%	2.35%	3.70%	1.15%	1.11%	3.30%
OQUEDAD (cm)	2.15	4.5	3.7	2.5	2.25	3	2.8	2	3.8

Fuente: Elaboración propia.

En esta ronda de prueba, se obtuvo que la mayor oquedad fue presentada por el adobe sin estabilizar con una oquedad de 3.8 cm.

TABLA LVI. RESULTADOS DE ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA (2)

UNIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TIPO ADOBE	S3	S6	S9	S12	J3	J6	J9	J12	AN
PESO INICIAL (Kg)	8.3	9	9	8.5	9	8.5	9.5	8.3	8.9
PESO FINAL	8.2	8.7	8.8	8.4	8.8	8.2	9.4	8.2	8.5
% PÉRDIDA	1.20%	3.33%	2.22%	1.18%	2.22%	3.53%	1.05%	1.20%	4.49%
OQUEDAD (cm)	3.4	2.75	3.2	3	2.3	3	2.5	3.3	3

Fuente: Elaboración propia.

En esta ronda de prueba, se obtuvo que la mayor oquedad fue presentada por el adobe estabilizado con san pedro al 3% con una oquedad de 3.4 cm.

TABLA LVII. RESULTADOS DE ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA (3)

UNIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TIPO ADOBE	S3	S6	S9	S12	J3	J6	J9	J12	AN
PESO INICIAL	8.15	8.90	9.40	8.75	8.75	8.30	9.10	8.65	9.00
PESO FINAL	8.00	8.25	9.15	8.65	8.55	8.00	9.00	8.55	8.65
% PÉRDIDA	1.85%	7.35%	2.64%	1.14%	2.29%	3.62%	1.10%	1.16%	3.90%
OQUEDAD	2.78	3.63	3.45	2.75	2.28	3.00	2.65	2.65	3.40

Fuente: Elaboración propia.

En esta ronda de prueba, se obtuvo que la mayor oquedad fue presentada por el adobe estabilizado con san pedro al 9% con una oquedad de 3.45 cm.

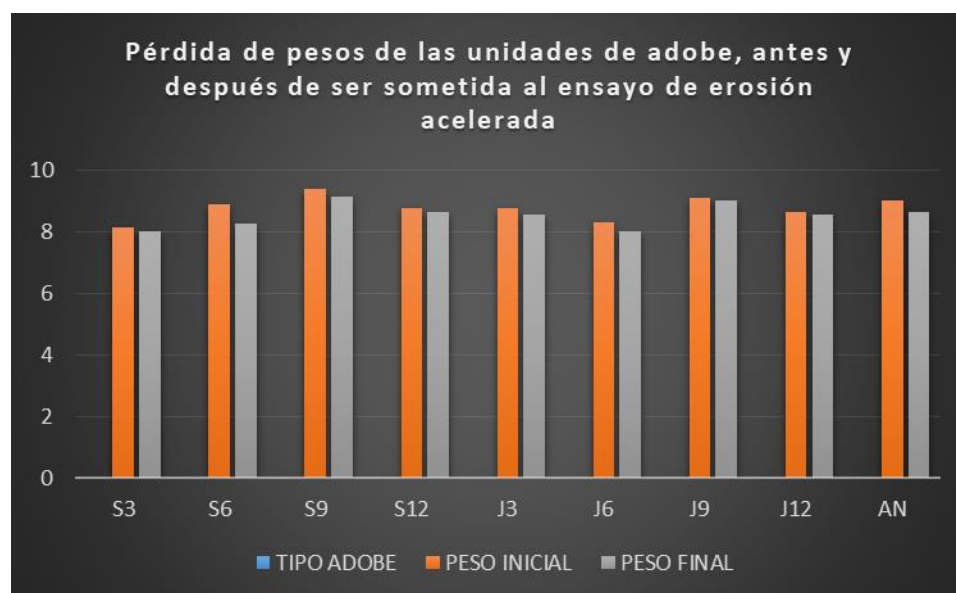


Fig. 137. Pérdida de pesos de la unidad antes y después de ser sometida al ensayo de erosión acelerada.

Fuente: Elaboración propia.

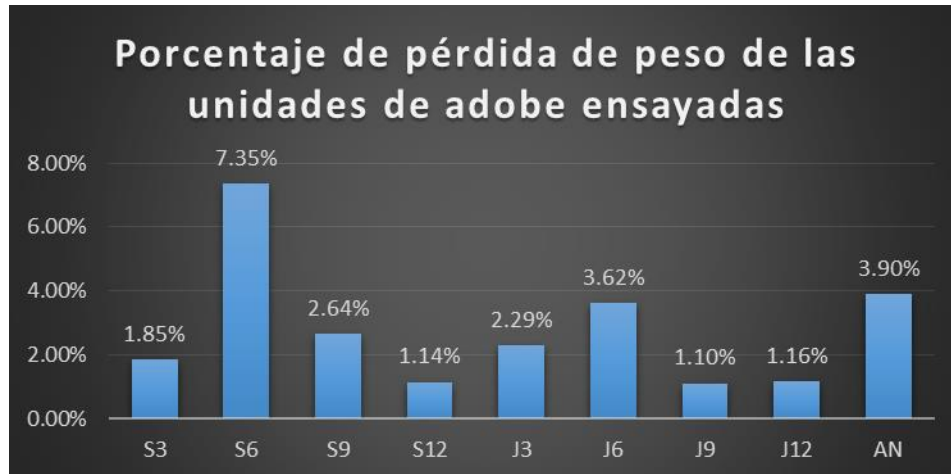


Fig. 138. Porcentaje de la pérdida de peso de las unidades ensayadas.

Fuente: Elaboración propia.

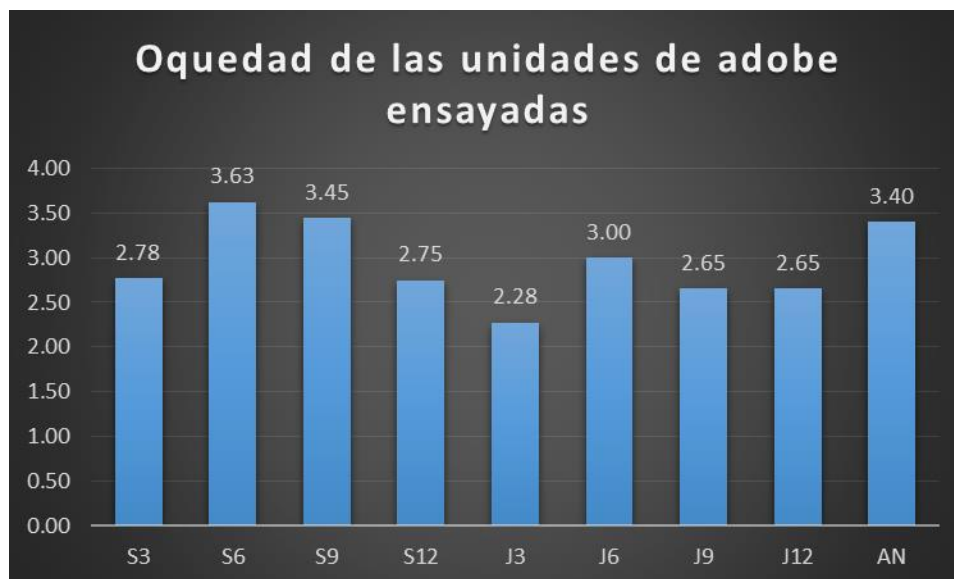


Fig. 139. Oquedad de las unidades de adobe ensayadas.

Fuente: Elaboración propia.

La muestra de adobe con más oquedad en centímetros fue la del adobe estabilizado con san pedro al 6%, seguida del san pedro al 9% y por el adobe sin estabilizar. Todas las oquedades resultaron mucho mayores a la oquedad permisible por la Norma UNE 41410.

e) **Inundación simulada**

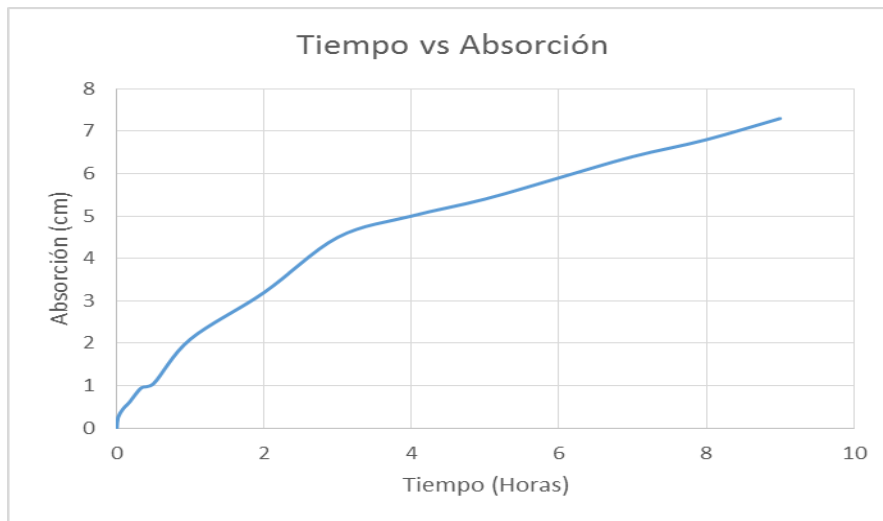


Fig. 140. Tiempo vs absorción Muro SPE 3%

Fuente: Elaboración propia.

Se procede a mostrar la gráfica de absorción del muro de adobe conforme va pasando un periodo de tiempo determinado. Esto demuestra la capacidad que tiene la unidad de albañilería para absorber una determinada cantidad de agua dentro de su composición interna.

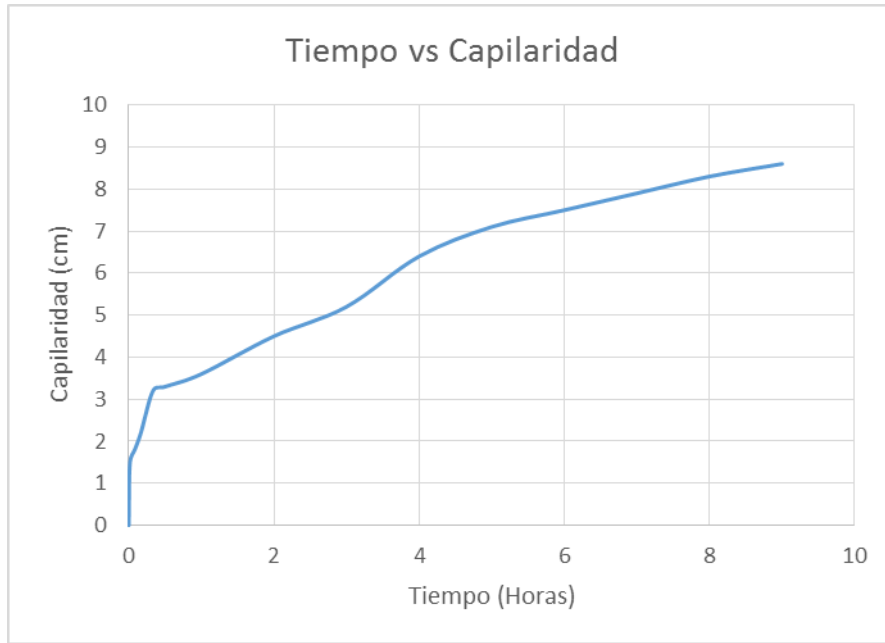


Fig. 141. Tiempo vs capilaridad Muro SPE 3%

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra cómo ha sido el comportamiento de la unidad de albañilería con respecto a la capacidad de absorción que esta posee. La que ha sido medida conforme va desarrollándose el descenso del agua en el canal de control empleado para la realización de este ensayo.

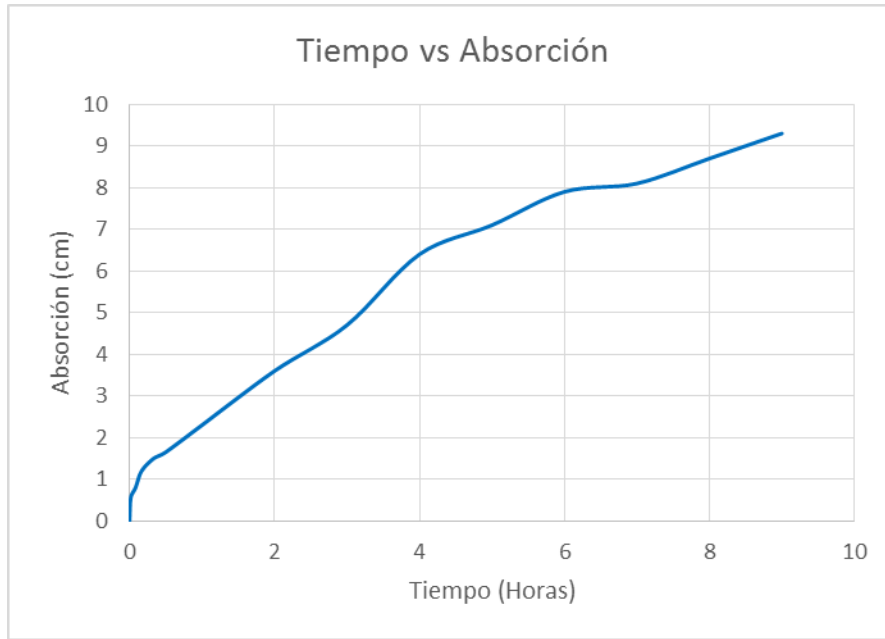


Fig. 142. Tiempo vs absorción Muro JAE 3%

Fuente: Elaboración propia.

Se procede a mostrar la gráfica de absorción del muro de adobe conforme va pasando un periodo de tiempo determinado. Esto demuestra la capacidad que tiene la unidad de albañilería para absorber una determinada cantidad de agua dentro de su composición interna.

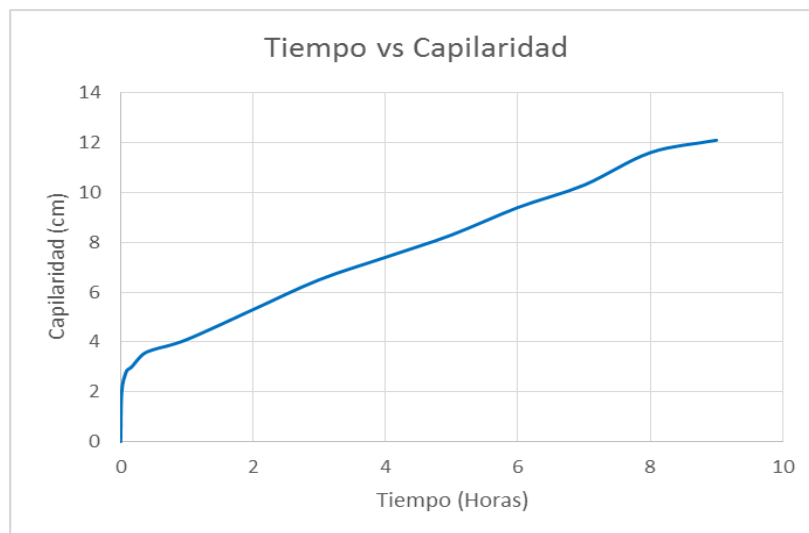


Fig. 143. Tiempo vs capilaridad Muro JAE 3%

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra cómo ha sido el comportamiento de la unidad de albañilería con respecto a la capacidad de absorción que esta posee. La que ha sido medida conforme va desarrollándose el descenso del agua en el canal de control empleado para la realización de este ensayo.

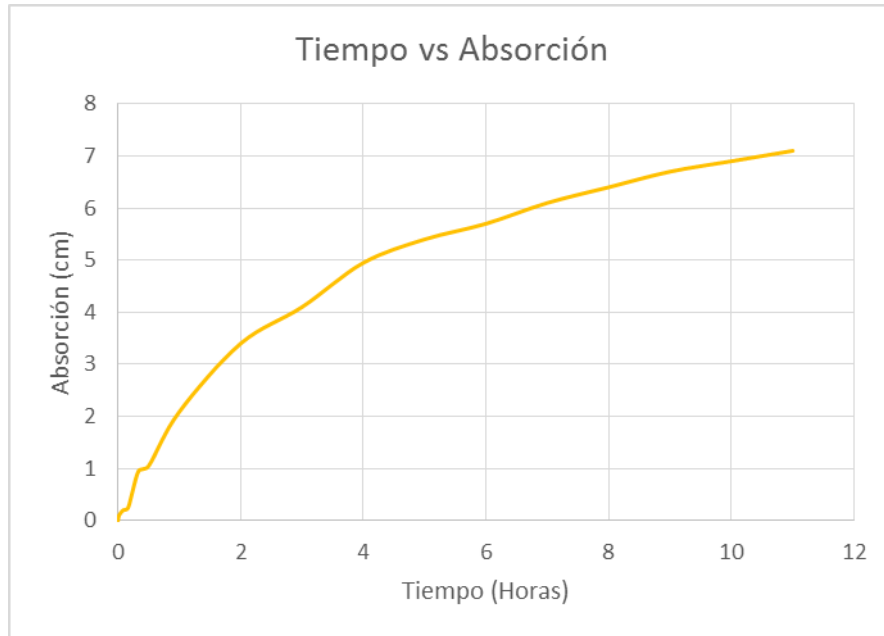


Fig. 144. Tiempo vs absorción Muro SPE 6%

Fuente: Elaboración propia.

Se procede a mostrar la gráfica de absorción del muro de adobe conforme va pasando un periodo de tiempo determinado. Esto demuestra la capacidad que tiene la unidad de albañilería para absorber una determinada cantidad de agua dentro de su composición interna.

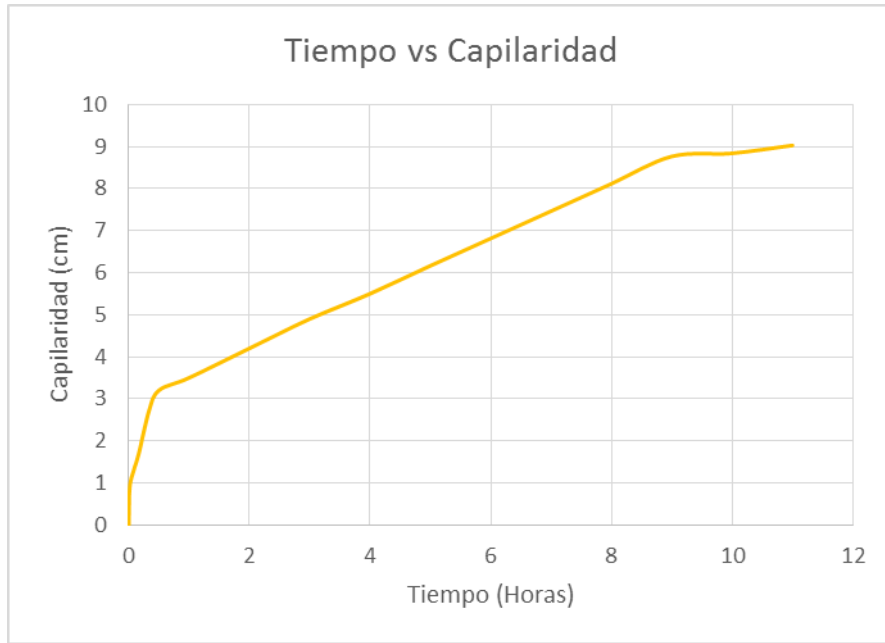


Fig. 145. Tiempo vs capilaridad Muro SPE 6%

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra cómo ha sido el comportamiento de la unidad de albañilería con respecto a la capacidad de absorción que esta posee. La que ha sido medida conforme va desarrollándose el descenso del agua en el canal de control empleado para la realización de este ensayo.



Fig. 146. Tiempo vs absorción Muro JAE 6%

Fuente: Elaboración propia.

Se procede a mostrar la gráfica de absorción del muro de adobe conforme va pasando un periodo de tiempo determinado. Esto demuestra la capacidad que tiene la unidad de albañilería para absorber una determinada cantidad de agua dentro de su composición interna.

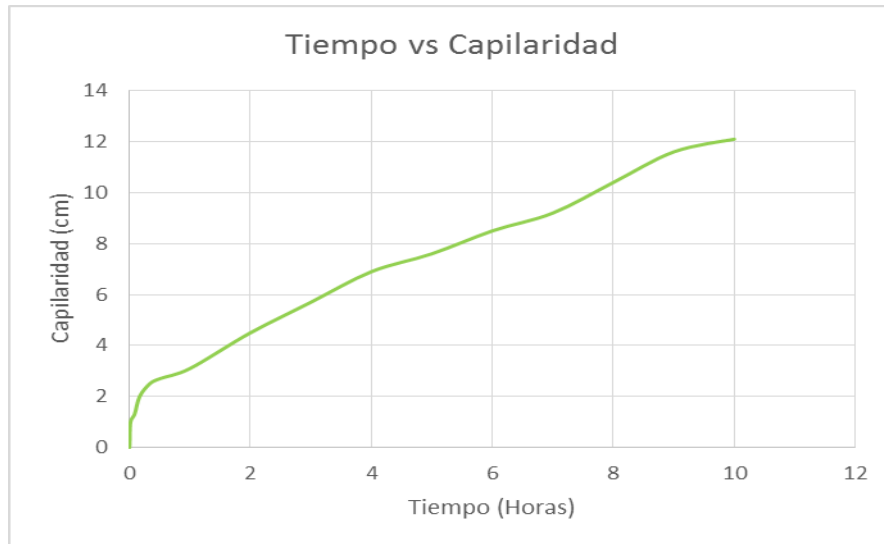


Fig. 147. Tiempo vs capilaridad Muro JAE 6%

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra cómo ha sido el comportamiento de la unidad de albañilería con respecto a la capacidad de absorción que esta posee. La que ha sido medida conforme va desarrollándose el descenso del agua en el canal de control empleado para la realización de este ensayo.



Fig. 148. Tiempo vs absorción Muro SPE 9%

Fuente: Elaboración propia.

Se procede a mostrar la gráfica de absorción del muro de adobe conforme va pasando un periodo de tiempo determinado. Esto demuestra la capacidad que tiene la unidad de albañilería para absorber una determinada cantidad de agua dentro de su composición interna.

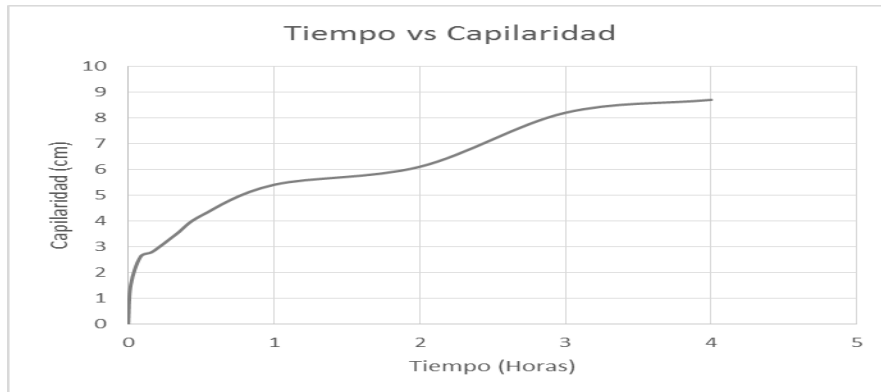


Fig. 149. Tiempo vs capilaridad Muro SPE 9%

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra cómo ha sido el comportamiento de la unidad de albañilería con respecto a la capacidad de absorción que esta posee. La que ha sido medida conforme va desarrollándose el descenso del agua en el canal de control empleado para la realización de este ensayo.

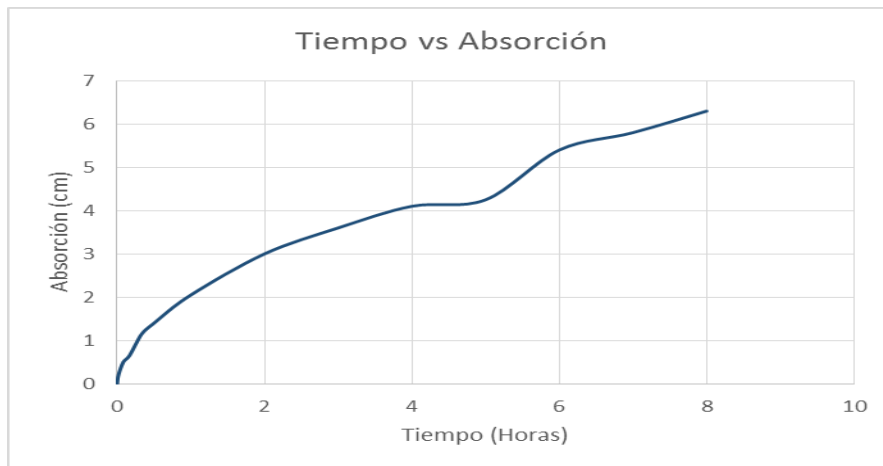


Fig. 150. Tiempo vs absorción Muro JAE 9%

Fuente: Elaboración propia.

Se procede a mostrar la gráfica de absorción del muro de adobe conforme va pasando un periodo de tiempo determinado. Esto demuestra la capacidad que tiene la unidad de albañilería para absorber una determinada cantidad de agua dentro de su composición interna.

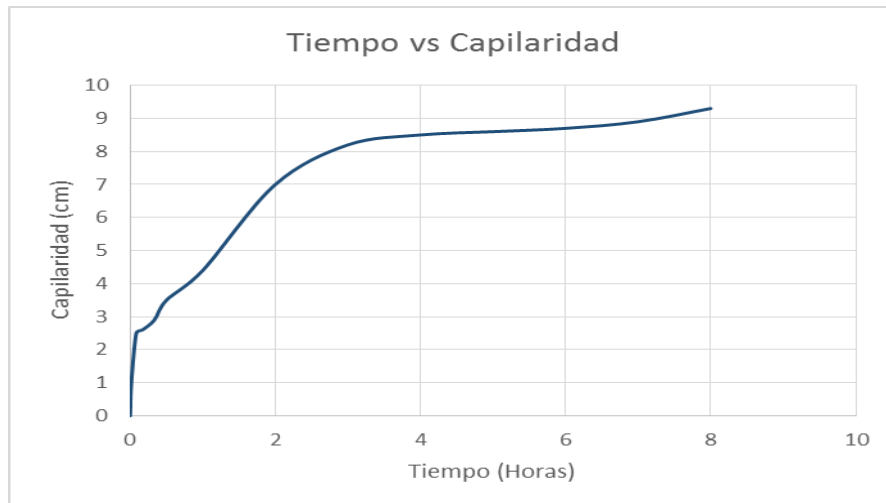


Fig. 151. Tiempo vs capilaridad Muro JAE 9%

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra cómo ha sido el comportamiento de la unidad de albañilería con respecto a la capacidad de absorción que esta posee. La que ha sido medida conforme va desarrollándose el descenso del agua en el canal de control empleado para la realización de este ensayo.

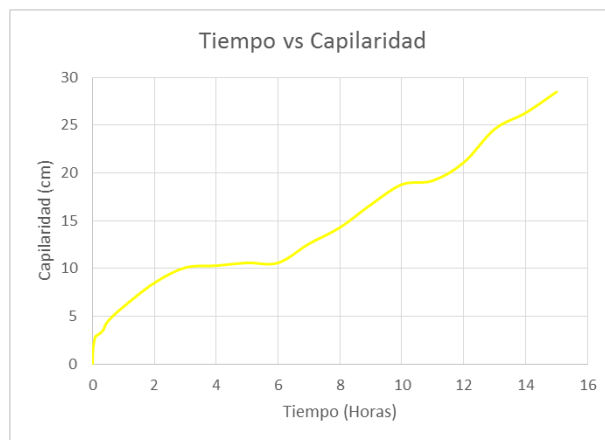


Fig. 152. Tiempo vs absorción Muro SPE 12%

Fuente: Elaboración propia.

Se procede a mostrar la gráfica de absorción del muro de adobe conforme va pasando un periodo de tiempo determinado. Esto demuestra la capacidad que tiene la unidad de albañilería para absorber una determinada cantidad de agua dentro de su composición interna.



Fig. 153. Tiempo vs capilaridad Muro SPE 12%

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra cómo ha sido el comportamiento de la unidad de albañilería con respecto a la capacidad de absorción que esta posee. La que ha sido medida conforme va desarrollándose el descenso del agua en el canal de control empleado para la realización de este ensayo.



Fig. 154. Tiempo vs absorción Muro JAE 12%

Fuente: Elaboración propia.

Se procede a mostrar la gráfica de absorción del muro de adobe conforme va pasando un periodo de tiempo determinado. Esto demuestra la capacidad que tiene la unidad de albañilería para absorber una determinada cantidad de agua dentro de su composición interna.

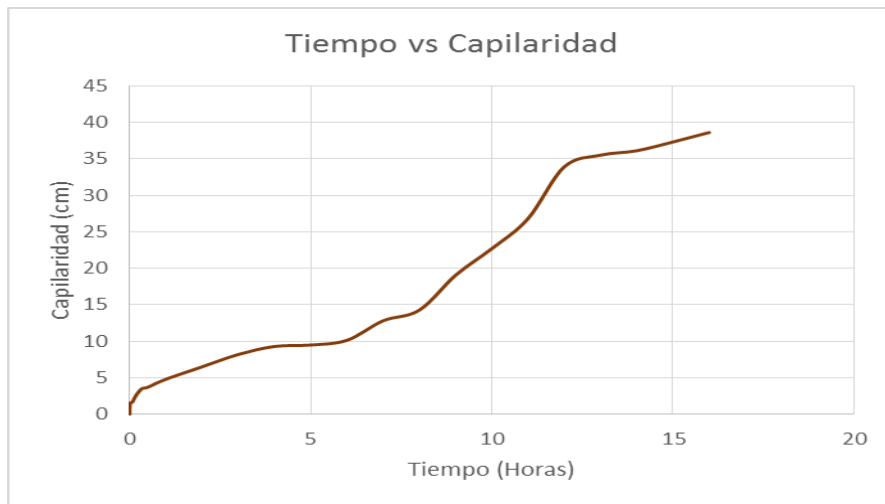


Fig. 155. Tiempo vs capilaridad Muro JAE 12%

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra cómo ha sido el comportamiento de la unidad de albañilería con respecto a la capacidad de absorción que esta posee. La que ha sido medida conforme va desarrollándose el descenso del agua en el canal de control empleado para la realización de este ensayo.

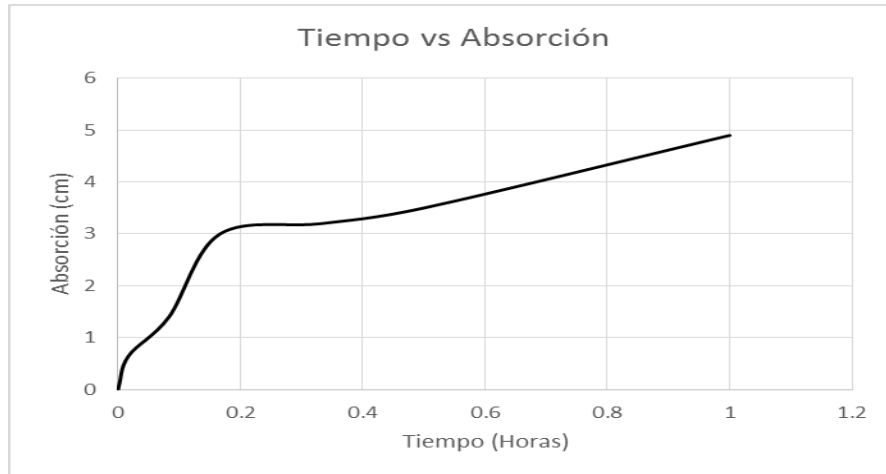


Fig. 156. Tiempo vs absorción Muro AN.

Fuente: Elaboración propia.

Se procede a mostrar la gráfica de absorción del muro de adobe conforme va pasando un periodo de tiempo determinado. Esto demuestra la capacidad que tiene la unidad de albañilería para absorber una determinada cantidad de agua dentro de su composición interna.

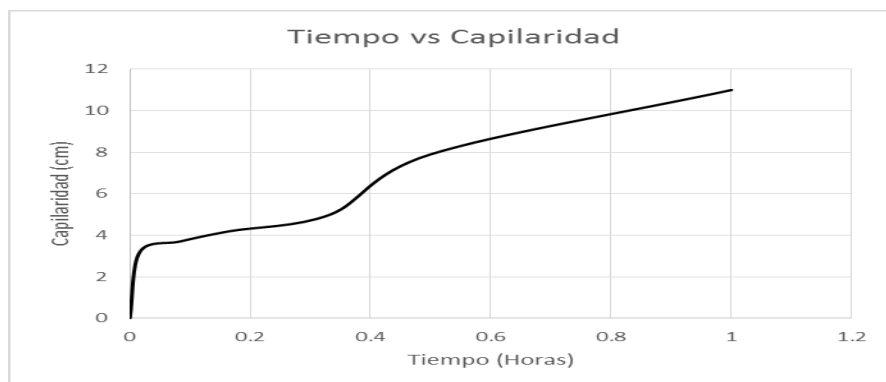


Fig. 157. Tiempo vs capilaridad Muro AN.

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra cómo ha sido el comportamiento de la unidad de albañilería con respecto a la capacidad de absorción que esta posee. La que ha sido medida conforme va desarrollándose el descenso del agua en el canal de control empleado para la realización de este ensayo.

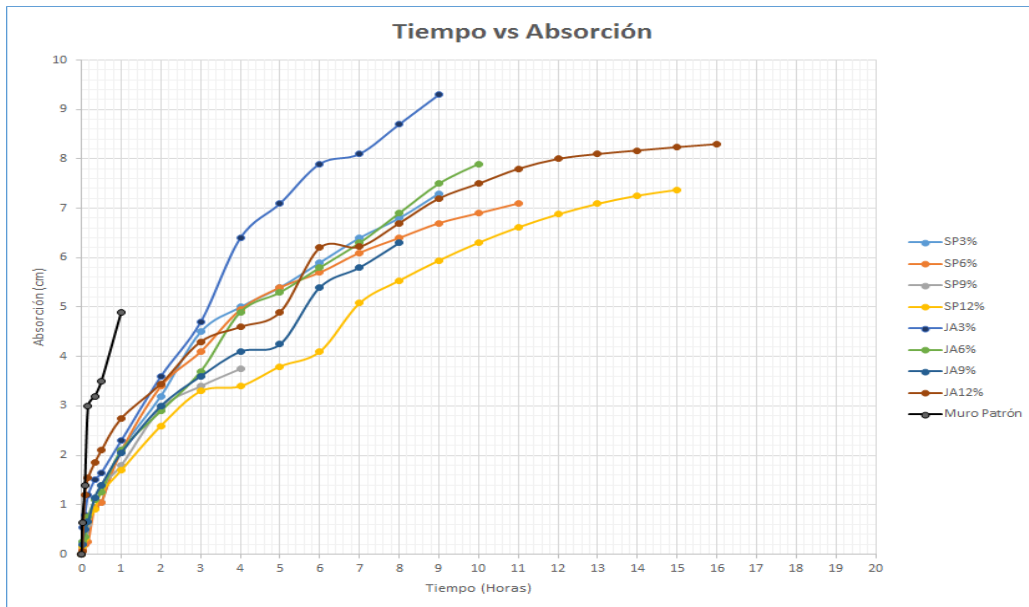


Fig. 158. Tiempo vs absorción.

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra en el gráfico evaluado la absorción que ha tenido cada muro de adobe, tanto estabilizado como no estabilizado, con lo cual se puede apreciar el comportamiento de cada uno de ellos de una manera resumida.

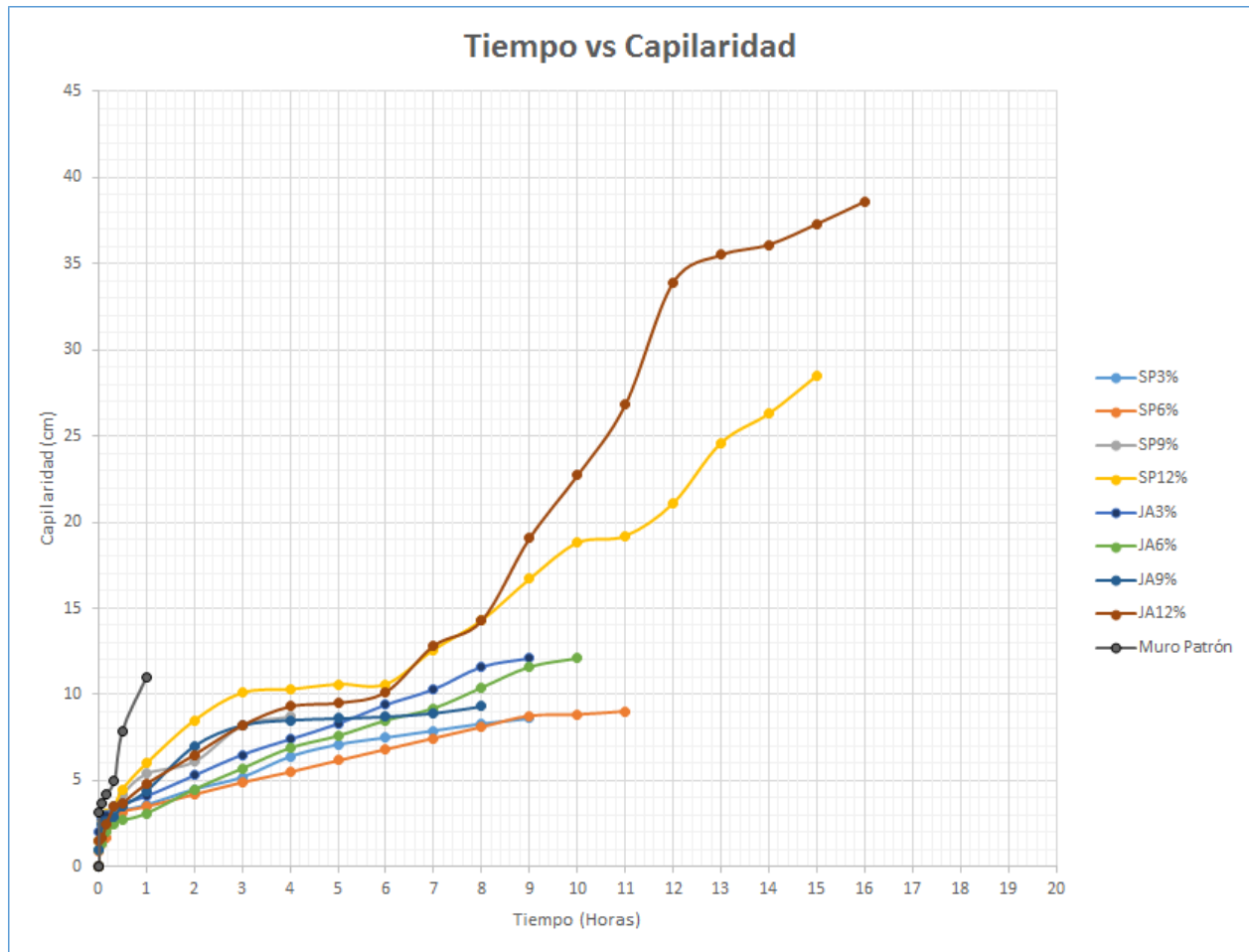


Fig. 159. Tiempo vs capilaridad.

Fuente: Elaboración propia.

Se procede a mostrar el grado de capilaridad que posee cada muro de adobe, lo que nos da una idea del comportamiento que tiene este con el paso del tiempo, permitiéndonos tener uno mejor juicio al momento de evaluar los resultados.

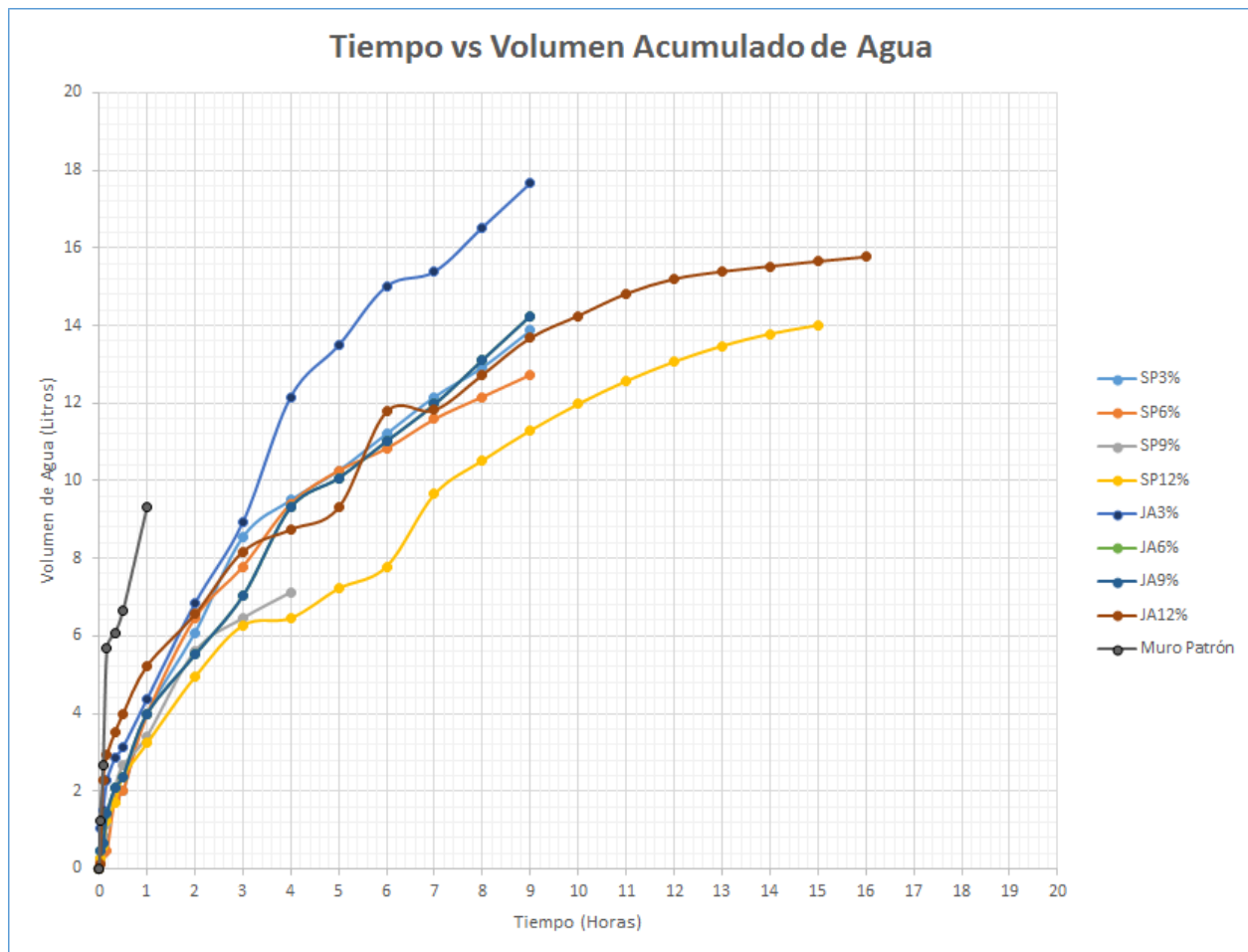


Fig. 160. Tiempo vs volumen acumulado de agua.

Fuente: Elaboración propia.

El volumen acumulado de agua es una forma de evaluar cómo es que la capilaridad con la absorción han tenido un efecto sobre el muro de adobe y sobre el agua almacenada en el canal de control diseñado exclusivamente para la realización de este ensayo.

4.1.6. Ensayos al mortero

a) Resistencia a la compresión

Muestra	Esfuerzo
Muestra Patrón	7.704 kg/cm ²
Muestra de Adobe con JA al 3%	8.507 kg/cm ²
Muestra de Adobe con JA al 6%	9.697 kg/cm ²
Muestra de Adobe con JA al 9%	10.023 kg/cm ²
Muestra de Adobe con JA al 12%	10.209 kg/cm ²
Muestra de Adobe con SP al 3%	9.084 kg/cm ²
Muestra de Adobe con SP al 6%	9.218 kg/cm ²
Muestra de Adobe con SP al 9%	10.205 kg/cm ²
Muestra de Adobe con SP al 12%	9.353 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Se realizaron 6 especímenes de prueba por cada tipo de adobe estabilizado. La muestra de mortero que obtuvo mayor resistencia a la compresión fue la del adobe estabilizado con jabonato de alumbre al 12%, teniendo todas las muestras estabilizadas ventajas sobre el mortero sin estabilizar.

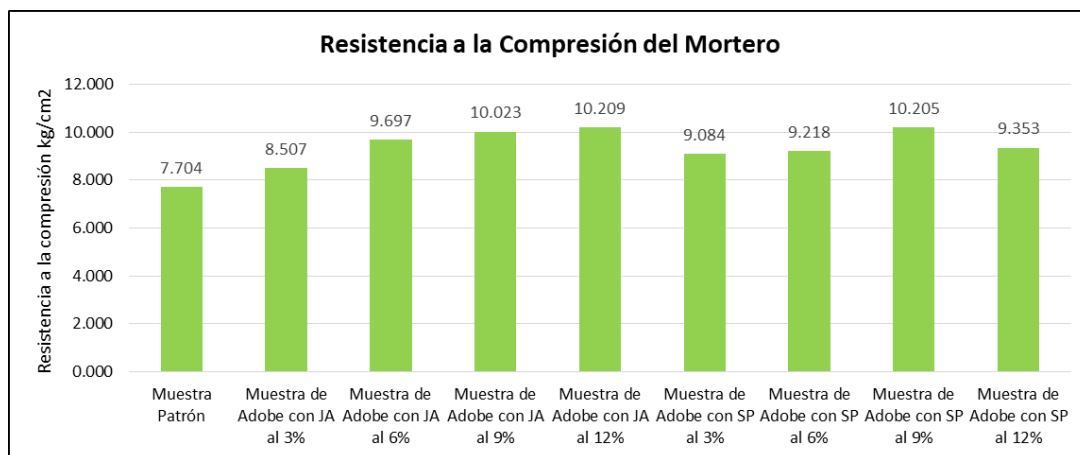


Fig. 161. Resistencia a la compresión del mortero.

Fuente: Elaboración propia.

La muestra de mortero que obtuvo mayor resistencia a la compresión fue la del adobe estabilizado con jabonato de alumbre al 12%, teniendo todas las muestras estabilizadas ventajas sobre el mortero sin estabilizar.

b) Resistencia a la tracción

TABLA LVIII. RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL MORTERO

Muestra	Esfuerzo	
Muestra Patrón	0.374	kg/cm ²
Muestra de Adobe con JA al 3%	0.383	kg/cm ²
Muestra de Adobe con JA al 6%	0.387	kg/cm ²
Muestra de Adobe con JA al 9%	0.391	kg/cm ²
Muestra de Adobe con JA al 12%	0.407	kg/cm ²
Muestra de Adobe con SP al 3%	0.607	kg/cm ²
Muestra de Adobe con SP al 6%	0.614	kg/cm ²
Muestra de Adobe con SP al 9%	0.551	kg/cm ²
Muestra de Adobe con SP al 12%	0.538	kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

El valor mínimo que se puede obtener en este ensayo por norma es de 0.12 kg/cm², con los resultados mostrados en la tabla analizada se demuestra que todas las unidades desarrollan una resistencia a la tracción aceptable, aunque cabe resultar que uno más que otro.

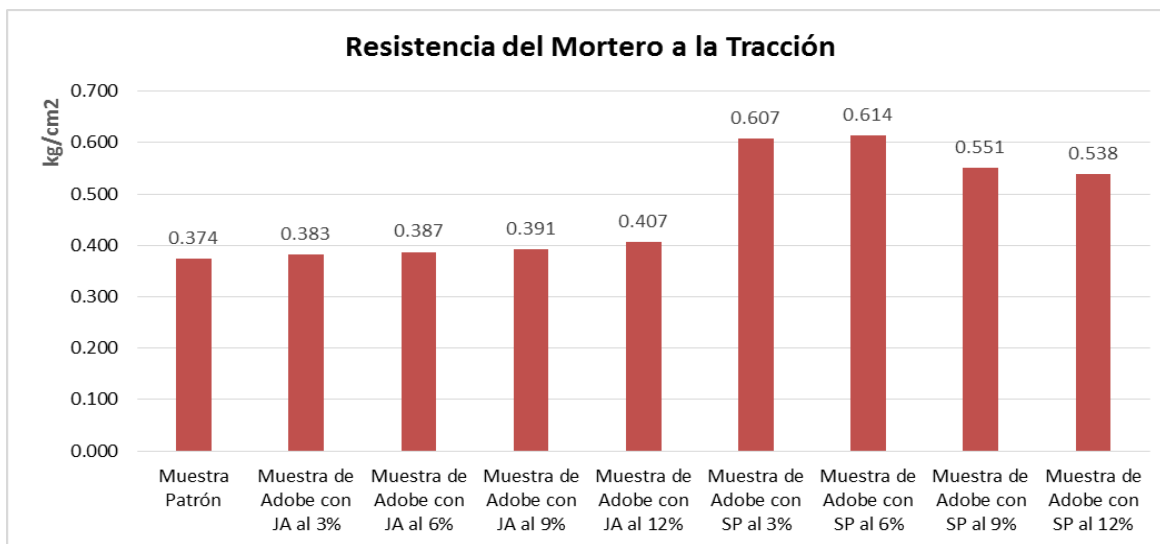


Fig. 162. Resultados del ensayo de resistencia a la tracción del mortero.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico se puede apreciar cuánto más resistencia a la tracción desarrolla el mortero de adobe estabilizado o no con respecto al otro. Prácticamente es una representación visual y más

descriptiva de los resultados obtenidos en este ensayo. Cabe resaltar que los resultados serán evaluados en el capítulo de discusión.

4.1.7. Ensayo con “Microscopio electrónico de Barrido”

a) Suelo natural

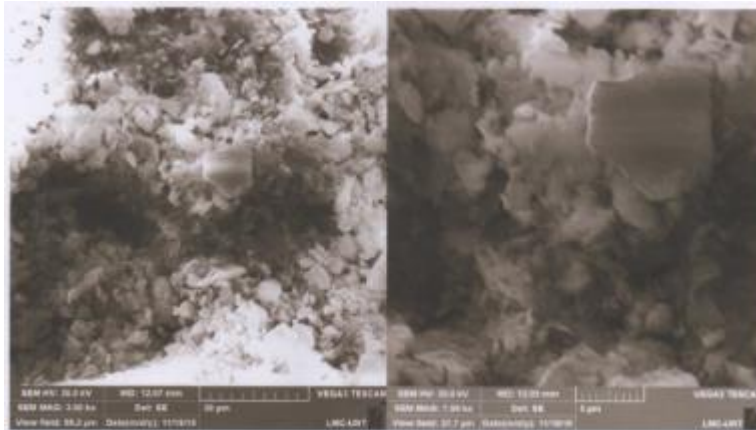


Fig. 163 a) Microscopia electrónica de barrido a 3000X b) Microscopía electrónica de barrido a 7500X. Suelo arcilloso sin tratamiento

Fuente: Universidad Nacional de Trujillo (2018)

Las microscopías electrónicas de barrido muestran la morfología de una suelo generalmente compuesto de arcillas y limo, partículas que se muestran en formas de láminas separadas y(o) sueltas (ver figura a y b); así mismo se puede observar porosidades entre estas partículas. Estas partículas suelen ser higroscópicas, lo que al absorber agua en exceso se vuelven colapsables o durante su secado se generan agrietamientos.

Los rasgos texturales típicos que se observaron en las imágenes indicaron la existencia de aglomerados de arcilla y de laminación de las rocas de su origen, lo que permite inferir que las rocas se depositaron en ambientes de elevada energía.

La laminación se determinó por el proceso de sedimentación. En ambientes tranquilos la deposición se presenta según la dirección de orientación preferencial y la roca exhibe textura laminar en todas las escalas, en tanto que en ambientes marcadamente energéticos las rocas arcillosas, por lo general, no presentan laminación, o sea, su textura es al azar.

Element *	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions
C	CO ₂	43.23	2.73	0.81
O				3.00
Na	Na ₂ O	0.46	0.08	0.01
Mg	MgO	1.04	0.07	0.02
Al	Al ₂ O ₃	16.77	0.21	0.17
Si	SiO ₂	37.53	0.62	0.51
K	K ₂ O	3.09	0.07	0.05
Ca	CaO	0.73	0.04	0.01
Ti	TiO ₂	0.30	0.04	0.00
Fe	FeO	2.85	0.07	0.03
Total		100.00		1.62 (Cation sum)

Fig. 164 Análisis de EDS (Espectroscopía de dispersión de energía de Rayos X) suelo natural

Fuente: Universidad Nacional de Trujillo (2018)

En los espectros característicos de dichas muestras, ellos se detectaron la presencia de silicio (Si) como componente mayoritario que se adjudicó a las fases silicatadas. En orden decreciente se relacionaron los cationes de aluminio (Al), potasio (K), hierro (Fe), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na). Los espectros correspondieron a las muestras arcillosas, la composición química evidenció la naturaleza de dichas rocas de composición silicatada alumínica en la que los elementos mayoritarios son: silicio, aluminio, calcio y magnesio.

El contenido de calcio (CO₂) justifica el carácter carbonatado de los sedimentos arcillosos, aspecto que se manifiesta en mayor o menor medida en tales rocas. Los elementos que se observaron en menor proporción fueron: hierro, potasio y azufre. Se consideraron no constituyentes en las citadas arcillas y sí contaminantes que se vinculan frecuentemente con las rocas adyacentes. El caso particular del azufre es asociado con el hierro (pirita). Se constataron con los análisis las semejanzas que existen en la composición química tanto de las muestras de los pozos como de las de la superficie, aspecto que permitió correlacionar los sedimentos.

b) Suelo con jabonato de alumbre

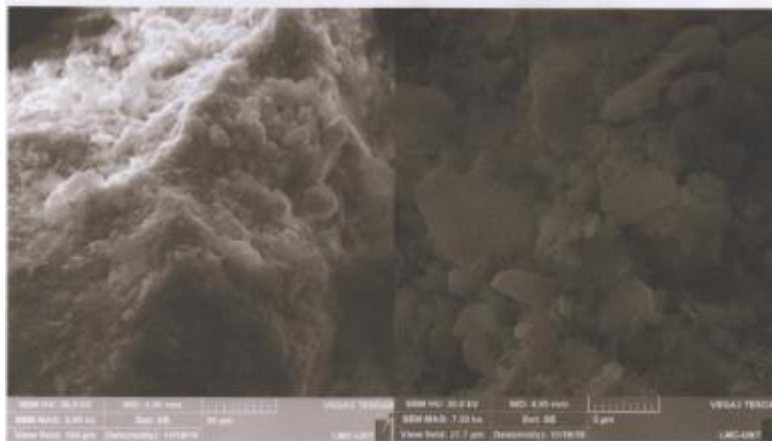


Fig. 165 a) Microscopía electrónica de barrido a 2000X b) Microscopía electrónica de barrido a 7500 X. Suelo arcilloso estabilizado con jabonato de alumbre

Fuente: Universidad Nacional de Trujillo (2018)

La microscopía electrónica de la muestra de suelo tratada con jabonato de alumbre sigue presentando pequeñas partículas laminares dispersas, pero en menor cantidad en comparación a un suelo sin aditivo, y es que esta muestra de suelo presenta zonas con mejor aglomeración de partículas y es que el aditivo ayuda a romper la tensión superficial de las partículas de arcilla y permite ese mejor aglomeramiento, y por ende una mejor estabilidad física - mecánica. Así también si es que las partículas permanecen más juntas disminuye la cantidad de micro porosidades que existía en un suelo sin jabonato de alumbre.

Element *	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions
C	CO2	27.53	3.83	0.56
O				3.00
Na	Na2O	0.80	0.11	0.02
Mg	MgO	1.40	0.11	0.03
Al	Al2O3	14.94	0.38	0.25
Si	SiO2	44.21	1.01	0.66
K	K2O	4.51	0.12	0.09
Ca	CaO	1.32	0.06	0.02
Ti	TiO2	0.39	0.06	0.00
Fe	FeO	4.23	0.13	0.05
Rb	Rb2O	0.68	0.21	0.01
Total		100.00		1.70 (Cation sum)

Fig. 166 Análisis de EDS (Espectroscopía de dispersión de energía de Rayos X) suelo con jabonato de alumbre

Fuente: Universidad Nacional de Trujillo (2018)

En los espectros característicos de dichas muestras, ellos se detectaron la presencia de silicio (Si) como componente mayoritario que se adjudicó a las fases silicatadas. En orden decreciente se relacionaron los cationes de aluminio (Al), potasio (K), hierro (Fe), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na). Los espectros correspondieron a las muestras arcillosas, la composición química evidenció la naturaleza de dichas rocas de composición silicatada aluminica en la que los elementos mayoritarios son: silicio, aluminio, calcio y magnesio.

El contenido de calcio (CO₂) justifica el carácter carbonatado de los sedimentos arcillosos, aspecto que se manifiesta en mayor o menor medida en tales rocas. Los elementos que se observaron en menor proporción fueron: hierro, potasio y azufre. Se consideraron no constituyentes en las citadas arcillas y sí contaminantes que se vinculan frecuentemente con las rocas adyacentes. El caso particular del azufre es asociado con el hierro (pirita). Se constataron con los análisis las semejanzas que existen en la composición química tanto de las muestras de los pozos como de las de la superficie, aspecto que permitió correlacionar los sedimentos.

c) **Suelo con mucílago de cactus de San Pedro**

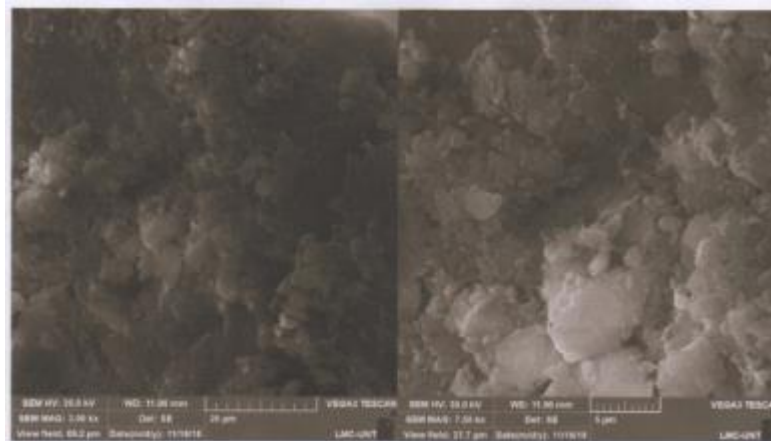


Fig. 167 a) Microscopía electrónica de barrido a 3000X b) Microscopía electrónica de barrido a 7500X. Suelo arcilloso estabilizado con mucílago de cactus de San Pedro

Fuente: Universidad Nacional de Trujillo (2018)

La microscopía electrónica de la muestra de suelo tratada con mucílago de cactus de San Pedro sigue presentando pequeñas partículas laminares dispersas, pero mejorar el grado de aglomeración de las partículas y también su factor de empaquetamiento. Todo esto ayuda a que

se mejore la durabilidad del suelo y también aumente su resistencia a la penetración del agua, y disminuya el grado de agrietamiento después del secado.

Las arcillas determinadas, dada su naturales, tienden a comportarse en gran medida como poco tenaces. La permeabilidad de cualquier formación arcilloso depende fundamentalmente del grado de tenacidad de la unión entre las partículas individuales, o sea, la permeabilidad será menor si todas las partículas se encuentra compactos y agregadas, mientras que será mayor si están dispersas y circulando con el fluido. En los casos estudiados, los fluidos que se mueven a través de los poros, tropiezan con condiciones críticas de flujo, caminos y paredes polares tortuosas y rugosas con gran superficie específica y minerales reactivos tales como arcillas, micas, feldespatos y compuestos de hierro.

Element *	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions
C	CO ₂	26.43	3.41	0.34
O				3.00
Na	Na ₂ O	1.34	0.10	0.04
Mg	MgO	1.66	0.10	0.04
Al	Al ₂ O ₃	16.84	0.36	0.30
Si	SiO ₂	41.74	0.87	0.65
K	K ₂ O	4.07	0.10	0.08
Ca	CaO	1.65	0.06	0.03
Ti	TiO ₂	0.37	0.05	0.00
Fe	FeO	3.98	0.11	0.05
Total		100.00		1.72 (Cation sum)

Fig. 168 Análisis de EDS (Espectroscopía de dispersión de energía de Rayos X) suelo con mucílago de cactus de San Pedro

Fuente: Universidad Nacional de Trujillo (2018)

En los espectros característicos de dichas muestras, ellos se detectaron la presencia de silicio (Si) como componente mayoritario que se adjudicó a las fases silicatadas. En orden decreciente se relacionaron los cationes de aluminio (Al), potasio (K), hierro (Fe), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na). Los espectros correspondieron a las muestras arcillosas, la composición química evidenció la naturaleza de dichas rocas de composición silicatada alumínica en la que los elementos mayoritarios son: silicio, aluminio, calcio y magnesio.

El contenido de calcio (CO₂) justifica el carácter carbonatado de los sedimentos arcillosos, aspecto que se manifiesta en mayor o menor medida en tales rocas. Los elementos que se

observaron en menor proporción fueron: hierro, potasio y azufre. Se consideraron no constituyentes en las citadas arcillas y sí contaminantes que se vinculan frecuentemente con las rocas adyacentes. El caso particular del azufre es asociado con el hierro (pirita). Se constataron con los análisis las semejanzas que existen en la composición química tanto de las muestras de los pozos como de las de la superficie, aspecto que permitió correlacionar los sedimentos.

V. DISCUSIÓN

5.1. Ensayos para la selección del suelo

a) Resistencia a la rotura después de 2 días

Luego de visitar los distritos que sirvieron como base para realizar nuestro estudio de canteras, de cada uno se extrajeron muestras de aproximadamente 500 gr (para este ensayo), luego se realizó el amasado y forma las muestras de suelos que demanda este ensayo y se dejó secar 3 días. Los resultados fueron que el suelo de Túcume, Mochumí e Íllimo tuvieron mejores resultados pasando la prueba. Las muestras de otros distritos como Pomalca, Pátapo, Lambayeque y Mórrope no pasaron la prueba. Cabe destacar que esta prueba se realizó en etapa de Proyecto de Tesis, y sirvió como base para la selección de los tres lugares para el estudio de canteras. Tanto las muestras de Túcume como la de Mochumí obtuvieron resistencias altas medidas tal y como indica la norma. Se decidió hacer este ensayo puesto que la Norma E.080 lo da como requisito para determinar si la tierra utilizada para la fabricación es apta o no, cabe indicar que es un método basado en observación y sensibilidad debido a que no se cuentan con medidas cuantitativas, si no, cualitativas.

b) Peso específico

El peso específico de los materiales nos dice, a diferencia del peso volumétrico, la masa que tiene un material en una unidad de volumen, considerando que el suelo no tiene contenido de aire. La muestra de suelo que resultó con mayor peso específico es la muestra de Túcume con 2.66 gr/cm³, siguiendo la muestra del suelo de Mochumí 2.58 gr/cm³ y luego la de Íllimo con 2.56 gr/cm³.

c) Peso volumétrico seco suelto

El peso volumétrico seco suelto nos indica el peso que tiene un material, en este caso el suelo, en una unidad de volumen, considerando los espacios vacíos entre las partículas del suelo, este resultado nos sirvió para tener una idea de la cantidad de suelo que íbamos a necesitar para hacer una cierta cantidad de unidades de adobes, sobre todo para el transporte. La muestra de suelo que resultó con mayor peso volumétrico seco suelto es la muestra de Íllimo con 1335.47 kg/m³, siguiendo la muestra del suelo de Mochumí 1262.53 kg/m³ y luego la de Túcume con 1221.96

kg/m³. Este ensayo se utilizó para calcular los metros cúbicos de tierra que entrarían en el volquete.

Esto se llevó a cabo ante la duda de transportar las unidades de adobe al lugar de los ensayos ya hechos o transportar la tierra para fabricarlos en dicho lugar. El resultado de este análisis se compara con el del peso volumétrico compactado para teniendo en cuenta criterios de peso y cantidad para determinar el número de viajes y reducir el presupuesto de esta investigación.

d) Peso volumétrico seco compactado

El peso volumétrico seco compactado nos indica el peso que tiene un material, en este caso el suelo, en una unidad de volumen, considerando los espacios vacíos entre las partículas del suelo pero luego de haberlos reducido mediante una compactación o acomodo de partículas de manera manual, tal y como se describió en el procedimiento del ensayo. Este resultado nos sirvió para tener una idea de la cantidad de suelo que íbamos a necesitar para hacer una unidad de adobe. La muestra de suelo que resultó con mayor peso volumétrico seco suelto es la muestra de Íllimo con 1481.35 kg/m³, siguiendo la muestra del suelo de Mochumí 1478.78 kg/m³ y luego la de Túcume con 1387.86 kg/m³. Este ensayo se utilizó para calcular los metros cúbicos que entran en una unidad de adobe (para tener una referencia del peso de la unidad) y realizar el transporte de las muestras desde la ciudad de Túcume hasta el lugar donde realizaremos los ensayos. Finalmente se decidió transportar los adobes ya fabricados, debido a que solo se realizaron 2 viajes (aspecto económico) y reducir la emisión de particulados que se presentaría si se transporta la tierra en estado suelto.

e) Salinidad

El porcentaje de sales para el suelo en sí, no es perjudicial, si no para los materiales que van a estar a su alrededor o si se puede decir, como recubrimiento, por ejemplo. El suelo de Mochumí fue el que más porcentaje de sales tuvo; este resultado tiene sentido puesto que la muestra de suelo se encontraba cerca de un dren contaminado, al parecer, con aguas negras. Esta exposición pudo haber generado un aumento en la concentración de sales, para ser exactos, cloruros.

Las otras muestras no presentan una cantidad significativa de cloruros. Ni una muestra presentó sulfatos.

f) Granulometría

La granulometría nos sirvió para la clasificación del suelo. Es importante conocer la cantidad de gruesos y finos que tiene nuestro suelo, para este caso, para la fabricación de unidades de albañilería de adobe. La norma indica unos parámetros entre los cuales se debe encontrar la cantidad de finos y gruesos. Mientras los finos, para ser exacto, las arcillas, proveen de consistencia a la mezcla de barro para que sea trabajable y sea adapte al molde que se le dé, los gruesos proveen resistencia tanto a la fisuración como a la compresión. Es importante por eso tener un suelo con ambos componentes, sobre todo un suelo con más contenido de arcilla (los limos también son finos, pero tienen poca consistencia).

Por ese sentido, luego de hacer la granulometría se procedió a calcular los porcentajes de finos y gruesos de las muestras de suelo, siendo la que tenía un porcentaje más equilibrado la muestra de Túcume con 56.32% de finos y 43.68% de gruesos (arenas).

Este resultado, junto con la clasificación SUCS del suelo CL y A-6 Suelo Arcilloso, fue uno de los que tomó fuerza para decidir el lugar de extracción de las muestras de suelo.

g) Límites de consistencia

Los límites de consistencia nos dan un parámetro importante llamado Índice de Plasticidad, el cual nos indica cuán plástico es nuestro suelo y nos servirá para la clasificación del suelo junto con la granulometría. Es importante conocer este parámetro, puesto que, mientras más plástico sea nuestro suelo, mejor calidad tendrá el adobe, aunque ese debemos compararlo también con su resistencia. El suelo que mayor índice de plasticidad tuvo fue el de la ciudad de Túcume con un porcentaje de 12.04%. Este resultado junto con el de granulometría nos permitió clasificar el suelo mediante la clasificación SUCS y elegir así la ciudad de Túcume como cantera y lugar de extracción del suelo para las unidades de albañilería de adobe.

Debido a los resultados que se obtuvieron en este ensayo, se tomó la decisión de tomar como elección el suelo de la ciudad de Túcume debido a la plasticidad que tenía, lo cual indicaba a su vez, la cantidad de arcilla que contiene. Esta cantidad de arcilla ayudó a compensar y estar dentro de los parámetros que indica la norma para la elección del suelo, en donde se indica que la cantidad de arcilla y arena deberá ser muy parecida. Esto se debe a que la arcilla le dará la

propiedad de plasticidad al adobe, para poder tener una buena consistencia y las partículas llegue a unirse, por otro lado, la arena otorga resistencia a la unidad.

h) Contenido de humedad

El contenido de humedad es un parámetro que nos indica el contenido de agua o humedad que tiene un suelo en estado natural.

Esto nos sirvió para determinar la cantidad de agua que era necesaria para la fabricación de adobe y de mortero, teniendo en cuenta que, la Norma E.080 indica que debe ser como máximo un 20% de agua para la fabricación de adobe y mortero.

El suelo que tuvo mayor contenido de humedad fue el de Íllimo con un 4.94 %, seguido del de Túcume con un 3.46% y luego el de Mochumí con un 2.82%.

i) Absorción

El procedimiento es similar al ensayo de peso específico, pero este ensayo nos da como resultado la capacidad de absorción de un suelo. Esto nos sirvió para conocer cómo se comporta un suelo, in situ, frente a acciones externas, como lo es el agua y se tomó como referencia para la elección del suelo.

En este ensayo se obtuvo que el suelo que absorbió menos agua fue el de Íllimo, seguido por el de Túcume y luego el de Mochumí. Sin embargo, se eligió finalmente el suelo de Túcume debido a las otras características que posee como los límites de consistencia y la granulometría.

5.2. Ensayos a los estabilizantes

a) Determinación del ph

Según los resultados obtenidos con el ensayo de determinación de PH, ambos estabilizantes son ácidos, aunque uno más que otro. El mucílago de cactus de San Pedro es más ácido que el jabonato de alumbre, por 2.13. La consecuencia que puede traer consigo la acidez de un estabilizante con respecto a otro es el crecimiento de plantas que puede traer consigo. Mientras que un suelo sea más ácido, hay menores posibilidades que prospere el desarrollo de cultivos en el mismo, si es que es el caso de que el suelo usado para la fabricación de los adobes se quiere reutilizar para la agricultura. La solución a esta acidez podría ser la estabilización con cal, así se

podría hacer uso de esta tierra para la agricultura. En el caso del jabonato, no hay mayor problema de su uso con fines agrícolas, esto se debe a que tiene un valor muy cercano al 7, que vendría a ser un suelo prácticamente neutro.

b) Contenido de sales

El contenido de sales del mucílago de cactus de San Pedro trajo como resultado que contenía NaCl y CaO. Mientras que el mismo ensayo realizado al jabonato de alumbre, trajo como resultado, que este estaba compuesto por Kal, CaO y NaCl. El NaCl o también denominada sal de mesa, es la responsable de la salinidad del océano y está en grandes concentraciones en la sal de mesa que consumimos cada uno de nosotros. El CaO o también denominado “Cal Viva” es la obtenida del resultado de la calcinación de las piedras calizas, este compuesto le da alcalinidad a los estabilizantes, mejor dicho, de alguna u otra forma reduce la acidez que presentan estos compuestos. El compuesto KAl proviene del alumbre adicionado al estabilizante y es el encargado de darle cierta dureza al estabilizante, debido a que tiene un efecto floculante sobre los fluidos. Esto quiere decir que tiene la propiedad de aumentar la capacidad de decantación de un fluido y facilitar su posterior filtrado. El contenido de sales tiende a ser un factor determinante en el ensayo de eflorescencia realizado a las unidades de adobe, debido a que a mayor presencia de sales, es que aumenta más la probabilidad de que se desarrolle este fenómeno.

c) Identificación de metales pesados

Según los resultados obtenidos en el ensayo de identificación de metales pesados, es que se puede interpretar que se puede interpretar que las concentraciones de Fe +2 son realmente alto en estos dos estabilizantes. El límite máximo permisible de este metal en el agua es de 0.3 ppm, para garantizar la calidad de la misma. El mucílago de cactus de san pedro tiene una concentración de hierro de 234.18 ppm y el jabonato de alumbre tiene una concentración de 185.57 ppm. Ambos fluidos, al ser mezclados con el agua, hacen que esta no esté apta para el consumo humano.

d) Porcentaje de volátiles

Las sustancias volátiles presentes en el mucílago de cactus de san pedro son tres: el etileno, el propano y el dióxido de carbono. Mientras que el jabonato de alumbre, presenta únicamente dióxido de carbono como gas volátil presente en este compuesto. Los efectos que puede tener

para la salud la volatilidad del etileno, es que puede llegar a irritar la nariz, la garganta y el tracto respiratorio, también puede llegar a provocar ciertos efectos en el sistema nervioso central, como los son jaquecas, náuseas y vómitos; en exposiciones prolongadas genera somnolencia, jaqueca, debilidad, forma de caminar irregular y pérdida de conciencia. Cabe resaltar que el mucílago de cactus de san pedro es usado como alucinógeno por los practicantes de brujería en la localidad de Lambayeque. El propano trae efectos más perjudiciales en la salud, como lo es el de reemplazar el oxígeno presente en los pulmones, que a la larga puede llevar a traer problemas muy graves. Al igual que el propano, el CO₂ puede ocasionar asfixia por desplazamiento de oxígeno en los pulmones, aparte de que puede ocasionar ciertos efectos dañinos sobre la salud de las personas.

e) Determinación de la densidad de líquidos

La densidad de los líquidos nos da un indicador de cuán pesado puede llegar a ser un litro de estabilizante, en este caso el jabonato de alumbre y el mucílago de San Pedro. Basándonos en los resultados obtenidos después de hacer el ensayo respectivo, es que se puede afirmar que el jabonato de alumbre es más denso que el mucílago de cactus de San Pedro, siendo los resultados los siguientes respectivamente: 1.079 gr/ml y 1.072 gr/ml. Si bien es cierto, su diferencia es realmente mínima, en la que sólo dista de 0.003 gr/ml un estabilizante con respecto al otro. Sin embargo, esto influye de cierta forma en el peso de la mezcla agua más estabilizante, en la que una mezcla o el adobe en general llegarían a tener un peso mayor al adobe normal, en el que sólo se hace uso del agua para su fabricación.

f) Determinación de la viscosidad

El ensayo de viscosidad realizado a los dos estabilizantes estudiados en esta tesis, nos brinda información importante acerca de la dificultad de mezclado que puede llegar a tener un estabilizante con respecto al otro; si es que lo relacionamos con el esfuerzo necesario para alcanzar un mezclado óptimo y la dificultad que esto conlleva. EL mucílago de cactus de San Pedro presentó una viscosidad de 2.62 dl/gr; mientras que el jabonato de alumbre presentó un valor de 6.85 dl/gr. Este resultado muestra que la mezcla de suelo más jabonato de alumbre requiere mayor trabajo por parte del operario, queriendo tener una distribución regular del estabilizante entre la tierra, que la que se puede llegar a realizar con el mucílago de cactus de san pedro.

5.3. Ensayos clasificatorios de las unidades de adobe

a) Determinación del peso

Este ensayo permite como límite de variación, considerando aumentos y pérdidas, hasta del 0.2%. Cuando nos referimos a este ensayo y al resto de ensayo clasificatorios, normalmente es pasado por alto su importancia y es que si bien es cierto no forman parte del objetivo final del estudio realizado, sirven para poder tener una idea de la regularidad que tienen las unidades de adobe a ensayar. El adobe al ser un material formado por agua y suelo principalmente, tiende a tener una carencia presencia de liga, pues esta función radica principalmente en el tipo de suelo que sea usado para su fabricación, principalmente la presencia de arcilla. Al ser expuesto al secado, es que hay altas probabilidades de que cierta cantidad de partículas que lo conforman se desprendan del mismo ante el manipuleo de la unidad y así llegar a variar su peso. Para el caso de las unidades usadas para este estudio, es que se ha llegado a una variación de peso máxima de 0.02%, siendo un valor bastante reducido, si lo comparamos con el límite permisible de 0.2% expuesto por la norma mencionada en apartados anteriores del ensayo analizado.

San Bartolomé, Quiun, & Silva [53] recomienda valores de peso que no superen el valor máximo permisible, mencionado anteriormente (0.2%). Esto se debe a que en todos los ensayos se toma como valor definitivo un resultado promedio y es importante que las unidades tengan características físicas parecidas.

b) Variación dimensional

Si bien es cierto no hay un valor específico que debería de tener las unidades de adobe en este resultado, cabe destacar que la importancia del mismo radica en el cálculo del espesor de junta. Entre mayor diferencia haya en las medidas de las aristas de la unidad con respecto a la otra, ya sea largo, ancho o alto, mayor o menor será el espesor de junta que tendrá una y otra unidad. Según los autores San Bartolomé, Quiun, & Silva, el espesor de junta mínimo tendría que ser de 10mm y un aumento o disminución de 3mm en dicho valor, podría originar una disminución en la resistencia a la compresión que puede llegar a tener el muro de albañilería.

Los valores máximos que tendrían que haber resultado de dicho ensayo, tomando como referencia las medidas estándar de nuestras unidades de adobe, 10 cm de alto* 20 cm de ancho*

30 cm de largo, son de 10.03 cm, 20.03 cm y 30.03 cm respectivamente, obteniendo como porcentaje de variación dimensional: 0.3%, 0.15% y 0.1%. Los resultados obtenidos fueron los siguientes, siguiendo el mismo orden de porcentajes mencionado anteriormente: 0.1%, 0.92 y -13.93%. Los valores resultantes del ensayo distaron mucho de los porcentajes tomados como referencia para evitar un aumento de 3mm en la junta de alguna de las aristas de la unidad. Si bien es cierto, las unidades de adobe tienden a ser más frágiles al manipuleo, el transporte, la carga y descarga, todos estos son factores que juegan un papel importante en la regularidad de las medidas de cada uno de sus lados. Estos resultados van a jugar un papel importante en el ensayo de compresión diagonal de muretes y la compresión de pilas, ya que, según los estudios de los autores mencionados esta variación tendrá un papel determinante en los resultados obtenidos.

c) Alabeo

Cuando hablamos del ensayo de variabilidad de alabeo, también tiene una justificación muy parecida al del ensayo de variabilidad dimensional, pues su fin está relacionado con el espesor de la junta vertical; además de ello, también está muy relacionado con la falla a tracción por flexión que podría originar en un muro de adobe el volteo. Por estos motivos, es que se recomienda tener una concavidad o convexidad no mayor a 13 mm, 3 mm el máximo permisible y 10 mm correspondiente al espesor de junta mínimo, ya que aumenta el riesgo de falla por flexión y puede llegar a reducir hasta un 15% la resistencia a la compresión de los muros construidos. Los resultados obtenidos de concavidad y convexidad son los siguientes respectivamente: 15 mm y 12 mm. En el caso de la concavidad, se puede apreciar que hay un aumento de 2 mm entre el máximo recomendado y el obtenido en las unidades de las que se dispone para esta investigación. En base a ello, es que se puede pensar que el efecto que podría tener es que favorezca la falla de tracción por flexión y podría llegar a reducir hasta en un 25% la resistencia a la compresión, ya anteriormente explicado y mencionado.

d) Resistencia a la compresión de la unidad de adobe

En todo material que será usado en el sector construcción, sobre todo en la rama de estructuras, se debe conocer su resistencia a la compresión. La Norma E.080: Tierra Reforzada nos da un valor permisible de 10.2 kg/cm² .

Los resultados por cada porcentaje, en algunos casos superaron ese valor admisible como lo fue en la muestra patrón, y en los porcentajes de 9% y 12% de adición de jabonato de alumbre y 12% de adición del mucílago de cactus de san pedro.

Este resultados nos dio a entender que la aplicación del aditivo en pocos porcentajes no fortalecía la resistencia a la compresión, sino todo lo contrario, la disminuía en un primer instante, pero conforme se iba adicionando más estabilizante la resistencia superaba incluso la resistencia de la muestra patrón, dando pie a que futura investigaciones prueben con mayores porcentajes de esos estabilizantes.

En la investigación “Evaluación de la erosión y la resistencia a la compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%” se obtuvieron resultados para la resistencia la compresión a los 30 días 7.76 kg/cm² para el adobe estabilizado al 0% y de 10.43 kg/cm² para el adobe estabilizado al 25% con mucílago de tuna, valor que supera levemente al que obtuvimos nosotros que fue de 10.871 kg/cm² para el adobe estabilizado con san pedro al 12% únicamente mientras que se obtuvo 10.53 kg/cm² para el adobe estabilizado con jabonato de alumbre al 12%. Las variaciones en la investigación anteriormente mencionada son notorias conforme se va aumentando el porcentaje de mucílago de tuna.

5.3.1. Ensayos no clasificatorios de las unidades de adobe

a) Resistencia a la compresión en prismas de albañilería

Al igual que con la compresión a la unidad de adobe, las muestras con mayor porcentaje fueron las que más resistieron, incluyendo al muro patrón. Para este caso, bastante incidencia tuvo el mortero, puesto que, como se mencionó anteriormente, variaciones pequeñas como las de 3 mm en el espesor del mortero pueden generar pérdidas de resistencia a la compresión.

La pila patrón fue la segunda muestra que más resistió, la primera fue la del jabonato de alumbre al 12%. Las que menos resistieron en su respectivo porcentaje fueron las de 6 % y puede que mucha de esa incidencia tenga que ver con la influencia del espesor del mortero en las muestras.

b) Resistencia a la compresión en diagonal de muretes

Tomando como referencia los resultados obtenidos en el ensayo de compresión diagonal de murete es que se puede apreciar que el jabonado de 12% desarrolla mayor resistencia a la compresión diagonal que el resto de unidades estabilizadas con diferentes porcentajes y estabilizantes, hasta más que la unidad sin estabilizar, adobe normal. Si analizamos la resistencia desarrollada por los diferentes porcentajes de este estabilizantes, es que se puede apreciar que los porcentajes de 3 hasta 9% no llegan a desarrollar una gran cantidad de resistencia a la compresión diagonal, sino que por lo contrario, reduce la resistencia que puede llegar a tener el adobe normal. La misma tendencia sucede con las unidades estabilizadas con Mucílago de Cactus de San Pedro, en la que el mayor porcentaje desarrolla una mayor resistencia que los porcentajes inferiores al de 12%; sin embargo, lo que sucede con este estabilizante es que no llega a mejorar la resistencia a la compresión diagonal que la que desarrolla el adobe normal, es decir que empeora el muro.

El único estabilizante que mejora la resistencia de los muros de adobe, es el jabonado de 12%, el resto de estabilizantes y diferentes porcentajes disminuye la resistencia de los muros de adobe a la resistencia a la compresión diagonal.

5.4. Ensayos comparativos de las unidades de adobe

a) Succión

El resultado de este ensayo con respecto a los destructivos ya es un poco más significativo para las conclusiones finales de esta investigación. Todas las muestras, a excepción de las estabilizadas con san pedro al 6% y jabonado de alumbre al 9% y 12% sufrieron pérdida de peso, es decir, en vez de succionar perdieron partículas y por lo tanto, peso, debido a la acción del agua.

La muestra que más pérdida de peso sufrió fue la de jabonado de alumbre estabilizado al 3%, siguiendo la muestra patrón, la estabilizada con san pedro al 3%, 9% y 12% (la de 6% si presentó succión) y la de jabonado de alumbre al 6%. En el caso del san pedro se tuvo succión en la estabilización al 6%, eso quiere decir que luego la adicción del san pedro puede resultar perjudicial. En cambio, en el jabonado de alumbre se obtuvo un resultado escalonado, subiendo la resistencia al agua con forme se aumenta el porcentaje de estabilizante.

b) Eflorescencia

El ensayo de eflorescencia está relacionado con la cantidad de sales presentes en el suelo y en los estabilizantes. Ya que el jabonado de alumbre arrojó una mayor cantidad de sales, es que las unidades estabilizadas con esta sustancia se caracterizaron por presentar una mayor cantidad de eflorescencia, la que está relacionada directamente con la cantidad de sales que posee el suelo y que incorpora el estabilizante. Si bien es cierto, en base a esto, teóricamente las unidades que presentan mayor cantidad de estabilizante son las que tendrían que tener más eflorescencia, pero esta tendencia se cumple sólo entre el porcentaje 12 y 9 de jabonado, ya para las unidades de 6 y 3, el nivel de sales se dispara y llegan a tener una cantidad de eflorescencia considerable, siendo la unidad con menos eflorescencia las de 9%, siguiéndole a esta, las unidades de 6 y 12%, y la unidad con menos eflorescencia la unidad de 3%.

Las unidades estabilizadas con mucílago de cactus de san pedro mostraron poco desarrollo de eflorescencia en comparación a los estabilizados con Jabonado, esto se debe a que el cactus de San Pedro de cierta forma reduce la probabilidad de desarrollar eflorescencia a la unidad, esto se debe a la composición que posee y la reacción que hace cuando se combina con el suelo. Por este mismo motivo, es que las unidades estabilizadas con san pedro al 12% y 9%, llegaron a reducir un nivel de eflorescencia bastante reducido en comparación con las estabilizadas con San Pedro al 3% y 6%, las cuales llegaron a desarrollar mayor cantidad de eflorescencia en comparación a las mencionadas anteriormente.

Cuando nos referimos al adobe normal es que este llega a desarrollar mayor cantidad de eflorescencia en comparación a los adobes estabilizados con san pedro y menor al desarrollado por las unidades estabilizadas con Jabonado de Alumbre. Esto se debe principalmente a las sales que aporta el jabonado y a la capacidad para neutralizar las sales que tiene el suelo por parte del mucílago de cactus de san pedro.

c) Lluvia simulada

El ensayo de lluvia simulada tuvo una duración de aproximadamente 90 minutos, en los que 9 unidades, una de cada porcentaje, fueron sometidas a una lluvia controlada bajo condiciones establecidas, mencionadas en apartados anteriores. Los tiempos en los que se realizaron las mediciones de pérdida de peso, son los siguientes: 30 min, 50 min, 70 min y 90 min.

A los 30 minutos de haber sometido a las diferentes unidades de adobe a una lluvia simulada, es que se pudo apreciar que la unidad con mayor pérdida de peso fue el san pedro 3% y la unidad que soportó más fue el jabonato de 12%. El san pedro de 3% tuvo una pérdida de peso del 6.98%; mientras que el jabonato de 12% tuvo una pérdida de peso de tan solo el 2.5%. El estabilizante que se acercó a este buen comportamiento fue el san pedro de 12% con una pérdida de sólo 2.53% del peso inicial. Con estos resultados se podría decir que las máximas dosificaciones de cada porcentaje tuvieron un comportamiento muy parecido, aunque el jabonato fue el que tuvo una ligera resistencia por encima del san pedro. Si nos referimos a las mínimas dosificaciones de cada estabilizante, es que se puede concluir que el jabonato de 3% tuvo una mayor resistencia a comparación del san pedro de 3%, los resultados de pérdida de peso se muestran a continuación de forma ordenada, 3.66% y 6.98%. Mientras que los adobes estabilizados con san pedro llegan a tener una mejora significativa conforme se aumenta el porcentaje de este en la unidad de adobe, las estabilizadas con jabonato mejoran de manera mucho menos diferenciada entre una y otra. Con respecto a la unidad de adobe ordinario, a los 30 minutos tuvo una menor pérdida de peso que la unidad estabilizada con mayor pérdida de peso, san pedro de 3%.

A los 50 minutos de haber sometido las unidades de adobe al ensayo mencionado anteriormente, es que el adobe que tuvo más pérdida de peso fue el adobe normal, con 13.33%. Mientras que la unidad que registró menor pérdida de peso fue el de Jabonato 12%, con una pérdida de peso de tan solo 3.75%. Al analizar únicamente las unidades estabilizadas con san pedro, es que se mantiene la tendencia diferenciada entre los diferentes porcentajes, habiendo una diferencia entre el san pedro de 12%, unidad con menor pérdida de peso, y el san pedro de 3%, unidad con mayor pérdida de peso, de 7.73%. Las unidades estabilizadas con jabonato, recién en este tiempo empezaron a mostrar una diferencia regular entre los porcentajes de pérdida de peso que han llegado a tener las diferentes dosificaciones empleadas, llegando a una diferencia entre el jabonato de 12%, con una pérdida de 3.75%, y el jabonato de 3%, con una pérdida de 8.54%, de 4.79% en pérdida de peso. En base a estos resultados, es que las unidades de jabonato aún siguen generando mayor resistencia a la presencia de una lluvia simulada que la dada por las unidades estabilizadas con san pedro. Con respecto a las unidades normales, es que desarrollaron una pérdida de peso mucho mayor que el resto de unidades, lo cual era esperado, aunque a los 30 minutos no se representó de forma cuantitativa.

Ya para el minuto 70, es que se perdieron dos unidades, estas corresponden a los porcentajes de san pedro de 3% y adobe normal, quienes sobrepasaron el 10% de pérdida de peso. Dentro de las unidades restantes, la unidad que tuvo menor pérdida de peso fue la de jabonato de 12%, con una pérdida de 6.25% del peso. Mientras que la unidad con mayor pérdida de peso fue el jabonato 3%, con una pérdida de peso del 12.20%. Ya habiendo descartado a las unidades de san pedro de 3% y la que corresponde a la unidad normal, es que las unidades estabilizadas con jabonato son las que muestran mayor resistencia a este minuto, lo que demuestra la resistencia a la lluvia simulada que le proporciona este estabilizante a las unidades.

En los últimos 90 minutos, las unidades que fueron descartadas son el san pedro 6%, jabonato 3% y jabonato 6%. La unidad con mayor pérdida de peso fue el san pedro de 9% con una pérdida de peso del 13.33%; y la unidad con menor pérdida de peso fue el jabonato 12% con una pérdida de peso del 10%.

En base a los resultados, las unidades de jabonato llegan a desarrollar una pérdida de peso menor con el transcurso del tiempo. Mientras que las unidades de san pedro desarrollan una mayor pérdida de peso con el transcurso del tiempo. A corto plazo, las unidades de san pedro pierden menos peso que las de jabonato. Mientras que a largo plazo, las unidades de jabonato llegan a perder menos peso que las de san pedro.

Después de haber realizado el ensayo de lluvia simulada a las unidades de adobe, es que se creyó conveniente realizar este mismo procedimiento a unos muros hechos con tres unidades de adobes en vertical, una en la parte superior, otra en la parte inferior y una unidad partida en la parte central con el fin de simular las juntas verticales y horizontales que pueden haber en una edificación de adobe.

Al conocer cuál es el comportamiento de esta porción de muro, podríamos conocer si el mortero llega a soportar tanto como la unidad de adobe o si en este caso el comportamiento en conjunto empeora la acción del estabilizante aplicado en el suelo. A diferencia de las unidades ensayadas individualmente, los muros llegan a soportar menos de forma ligera, esto significa que el mortero de alguna forma perjudica el comportamiento global del sistema unidad – mortero.

Los porcentajes que resistieron menos fueron los de San Pedro de 3%, San Pedro de 6%, Jabonato de 3% y el adobe normal. De los cuales el jabonato 3% es el que perdió menos

porcentaje de peso, mientras que el muro que perdió más peso fue la de adobe normal. Esta pérdida de peso anteriormente descrita sucedió en el minuto 50. Ya en el minutos 70, los adobes que llegaron a perder más del 10% de peso fueron el San Pedro 9%, Jabonato 6% y Jabonato 9%, siendo el muro que perdió más peso el Jabonato 6% y el que perdió menos peso el San Pedro de 9%. En el minuto 90, los muros que aún seguían resistiendo fueron el San Pedro de 12% y el Jabonato de 12%, siendo el muro de jabonato el que perdió menos peso, llegando a una pérdida de tan solo 11.94%, mientras que el muro de San Pedro llegó a una pérdida del 12.27%.

Al igual que en las unidades de adobe, los muros de adobe hechos siguen la misma tendencia con respecto a la pérdida de peso por la lluvia simulada. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, el comportamiento que puede llegar a tener la unidad de adobe en comparación al muro es mucho mejor, esto debido a que en el muro ingresa otra variante que es el comportamiento independiente que puede llegar a tener el mortero estabilizado sobre el conjunto.

d) Erosión acelerada

El ensayo de erosión acelerada se encarga de medir la oquedad que puede producir un chorro de agua sobre las unidades de adobe. En base a los resultados que se han obtenido es que se puede apreciar que el jabonato de 3% tuvo mayor resistencia al impacto del chorro de agua, mientras que la unidad que se comportó peor fue el san pedro de 6%. El jabonato de 3% tuvo una pérdida de peso del 2.29% y una oquedad de 2.28 cm. Mientras que le san pedro tuvo una pérdida de peso del 7.35% y una oquedad de 3.63 cm.

Si analizamos las unidades de san pedro, el porcentaje que se comportó mejor fue el de 12%, seguido del de 3%, 6% y por último el de 9%. Se puede apreciar que el menor porcentaje mostró un mejor comportamiento que el resto de porcentajes, a excepción del de 12%; mientras que los porcentajes por encima de este, ya sea el de 6% y el de 9% fueron los que peor se comportaron del estabilizante. En base a ello, es que se puede deducir que el comportamiento de la unidad empeora cuando se aumenta el porcentaje de estabilizante, hasta que llega a un punto de mejora, cuando se incrementa la dosificación a 12% de san pedro. Teniendo como referencia a ello, es que se puede decir que entre mayor sea la dosis y sobrepase el 12%, podrá haber alguna mejora, aunque no sea significativa.

Cuando analizamos a sólo las unidades de jabonato, es que ocurre un fenómeno muy similar al del san pedro. El jabonato de 3% es el que tiene una mayor resistencia cuando hablamos de la resistencia al chorro de agua, en comparación con las dosificaciones de mayor porcentaje, el jabonato de 6% es el que tiene un peor comportamiento con respecto al resto de porcentajes; mientras que el jabonato de 9% y 12% tienen una resistencia superior que el de 6% pero menor que el de 3%, aunque si analizamos la pérdida de peso con el porcentaje de 9% y 12%, es que el de 9% muestra mayor superioridad. En base a estos resultados, es que se concluye que el porcentaje de 3% es el que brinda una resistencia suficiente como para resistir una erosión acelerada; mientras que el aumento de dosificación empeora los resultados.

En la investigación “Evaluación de la erosión y la resistencia a la compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%” se obtuvieron resultados para la Erosión acelerada de Swinburne (SAET), que para los adobes sin estabilizar se produjo una oquedad de 2.7 cm, para los adobes estabilizados con mucílago de tuna al 25% una oquedad de 1.9 cm, para los adobes estabilizados con mucílago de tuna al 50% una oquedad de 1.02 cm, , para los adobes estabilizados con mucílago de tuna al 75% una oquedad de 0.65 cm y finalmente para los adobes estabilizados con mucílago de tuna al 100% una oquedad de 0.3 cm. Se ve la mejora que se da en esta investigación ante la erosión causada por el goteo, mientras que en nuestra investigación se obtuvo una oquedad de hasta 3.8 cm mientras que para el jabonato de alumbre al 12% se obtuvo 2 cm y para la muestra estabilizada con san pedro 2.5 cm.

e) Inundación simulada

La finalidad de este ensayo fue evaluar la resistencia a la acción del agua en un periodo prolongado de inundación. Se evaluaron dos características: la absorción y la capilaridad.

En ambas características fue más efectiva la estabilización con jabonato de alumbre al 12%, seguida la del san pedro al 12%, llegando a tener una resistencia de 16 horas y 15 horas respectivamente.

El muro patrón fue el primero en derrumbarse tan solo a la hora de haberse iniciado el ensayo de inundación simulada.

Cabe resaltar que en los resultados obtenidos tiene mucho que ver la erosión que sufrió cada uno de los muros, así como la adherencia que existe entre el mortero y la unidad de adobe. Esto se debe a que se impermeabilizaron los dos elementos con el fin de hacerlo más resistente al agua y en el proceso nos planteamos la hipótesis mencionada, que relaciona la adherencia con la impermeabilidad. En las recomendaciones se sugiere ciertas soluciones que tendrían que ser probadas en investigaciones futuras que tomen como antecedente el presente trabajo de investigación.

5.4.1. Ensayos al mortero

a) Resistencia a la compresión

En este ensayo, la finalidad fue conocer la resistencia a la compresión que tiene en sí, la tierra que se usará para la fabricación del adobe.

La muestra que tuvo menor resistencia fue la muestra patrón, y fue subiendo con forme se iba estabilizando. En el jabonado de alumbre fue subiendo de manera escalonada yendo de 8.507 kg/cm² hasta 10.209 kg/cm² teniendo así la Resistencia aceptable.

Mientras que en las muestras estabilizadas con san pedro fue un poco irregular su evolución, alcanzando el punto máximo de resistencia el adobe estabilizado al 9%, siendo la única resistencia aceptable con 9.205 kg/cm².

b) Resistencia a la tracción

En este ensayo se evalúa la resistencia que tiene la junta de mortero entre dos bloques de adobe a una carga paralela a su plano. Esto se pudo llevar a cabo mediante la tracción indirecta.

A diferencia de los otros ensayos, en este ensayo todos los resultados fueron aceptables, siendo la muestra con más resistencia el adobe estabilizado con san pedro al 6% y siendo la menor en la muestra patrón. En las muestras estabilizadas con jabonado de alumbre las resistencias siguieron siendo de manera escalonada yendo desde 0.383 kg/cm² hasta 0.407 kg/cm². Los resultados obtenidos se relacionan con los obtenidos en el ensayo de inundación simulada, principalmente por la forma de falla que han tenido los muros y el proceso de erosión que se desarrolló en estos.

5.4.2. Ensayo con “Microscopio electrónico de Barrido”

a) Suelo natural

Se puede apreciar en los resultados obtenidos la composición característica de un suelo arcilloso, en el que se evidencia problemas de agrietamiento por un secado brusco y alta capacidad de colapso ante una absorción de humedad alta. Todas estas características que pueden o no ser mejoradas por la incorporación de los estabilizantes que toma como base el desarrollo de esta investigación.

b) Suelo con jabonado de alumbre

Se evidencia la mejora en el comportamiento ante los problemas de agrietamiento y calapsabilidad del suelo, en comparación a lo que se tenía inicialmente. Cuando se incorporó el jabonado de alumbre al suelo, lo que ocasionó fue lo siguiente: Esta muestra de suelo presenta zonas con mejor aglomeración de partículas y es que el aditivo ayuda a romper la tensión superficial de las partículas de arcilla y permite ese mejor aglomeramiento, y por ende una mejor estabilidad física - mecánica. Así también si es que las partículas permanecen más juntas disminuye la cantidad de micro porosidades que existía en un suelo sin jabonado de alumbre.

c) Suelo con mucílago de cactus de San Pedro

La incorporación del mucílago de cactus de san pedro al suelo, mejora el grado de aglomeración de las partículas y también su factor de empaquetamiento. Todo esto ayuda a que se mejore la durabilidad del suelo y también aumente su resistencia a la penetración del agua, y disminuya el grado de agrietamiento después del secado.

Las arcillas determinadas, dada su naturales, tienden a comportarse en gran medida como poco tenaces. La permeabilidad de cualquier formación arcilloso depende fundamentalmente del grado de tenacidad de la unión entre las partículas individuales, o sea, la permeabilidad será menor si todas las partículas se encuentra compactos y agregadas, mientras que será mayor si están dispersas y circulando con el fluido. En los casos estudiados, los fluidos que se mueven a través de los poros, tropiezan con condiciones críticas de flujo, caminos y paredes polares tortuosas y rugosas con gran superficie específica y minerales reactivos tales como arcillas, micas, feldspatos y compuestos de hierro.

Para complementar estos resultados, al revisar el tomo 1 del libro de Mecánica de Suelos: Fundamentos de la mecánica de suelos, de Juárez Badillo y Rico Rodríguez [61], podemos encontrar en el Capítulo II: Físico Química de las arcillas, una explicación de como es el comportamiento de las arcillas y los minerales que estos contienen, así también se hace mención a los ensayos realizados como los son la microscopía electrónica de barrido y la difracción de rayos X. En este capítulo, nos hablan sobre el intercambio catiónico que se tiene en las arcillas y como es que estas se benefician en la resistencia si es que se tienen elementos químicos como H^+ , K^+ , Fe^{+++} , Al^{+++} , Mg^{++} , Ba^{++} , Ca^{++} , Na^+ y Li^+ [61].

Así mismo, cuando una partícula cristalina de arcilla está rodeada de agua, los átomos del oxígeno del cristal quedan en la superficie de estos como consecuencia de su constitución interna. De esta forma, se logra una partícula de arcilla más resistente a la acción del agua.

VI. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Resumen ejecutivo

La presente evaluación de impacto ambiental aplicada al proyecto de investigación “Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonato de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro” tiene como área de influencia a la ciudad de Túcume e involucra a los materiales del título en mención. Se plantea como objetivo general el de Realizar la evaluación de impacto ambiental del proyecto denominado “Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonato de alumbre o mucílago de cactus de san pedro”; y como objetivos generales: describir el proyecto para la evaluación de impacto ambiental., definir los diferentes impactos generados por del proyecto denominado “Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonato de alumbre o mucílago de cactus de san pedro”, establecer la línea base ambiental para la EIA del proyecto en estudio, recomendar las medidas de prevención y mitigación para los efectos negativos que pudieran presentarse durante su construcción, operación y mantenimiento, elaborar un programa de monitoreo y vigilancia para evaluar las medidas de mitigación y control de parámetros ambientales, diseñar un plan de manejo ambiental, un plan de manejo de residuos, plan de contingencia y plan de abandono correspondiente. En base a ello es que se llega a la conclusión que el impacto generado por el desarrollo de este proyecto es positivo y debe de ser considerado como un aporte a la calidad ambiental.

6.2. Objetivos

6.2.1. Objetivo general

Realizar la evaluación de impacto ambiental del proyecto denominado “Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonato de alumbre o mucílago de cactus de san pedro”.

6.2.2. Objetivos específicos

Describir el proyecto para la evaluación de impacto ambiental.

Definir los diferentes impactos generados por del proyecto denominado “Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonato de alumbre o mucílago de cactus de san pedro”.

Establecer la línea base ambiental para la EIA del proyecto en estudio.

Recomendar las medidas de prevención y mitigación para los efectos negativos que pudieran presentarse durante su construcción, operación y mantenimiento.

Elaborar un programa de monitoreo y vigilancia para evaluar las medidas de mitigación y control de parámetros ambientales.

Diseñar un plan de manejo ambiental, un plan de manejo de residuos, plan de contingencia y plan de abandono correspondiente.

6.2.3. Alcance

El desarrollo del proyecto permitirá que los trabajadores que se dedican a la fabricación del adobe sean conscientes del impacto que esta genera al medio ambiente; así como conocer qué medidas pueden aplicar para poder mitigar dichos efectos. Como el objetivo final de la presente investigación es el de impermeabilizar las unidades de adobe haciendo uso de san pedro y jabonato de alumbre, es que se desarrollará la innovación en la comunidad de estudio, pues los fabricantes de adobe ahora podrán fabricar adobes estabilizados con la garantía de que estos pueden soportar considerablemente la acción del agua, lo cual no venía ocurriendo hasta el momento con los métodos usados por ellos. Por este motivo, es que se seguirá produciendo empleo y así se desarrollará un crecimiento económico en sus hogares y por último un crecimiento económico en el distrito de Túcume.

Además se hará una evaluación del efecto que puede llegar a tener en el medio la elaboración y explotación de los materiales base para la fabricación de jabonato de alumbre y el mucílago de cactus de san pedro.

6.3. Marco legal

6.3.1. Constitución política del Perú

Es considerada como la norma legal con mayor trascendencia jurídica en el país, que resalta los derechos de la persona humana, la libertad, la calidad de vida y el desarrollo personal y social

de la misma. En el Título III del Régimen Económico y en el Capítulo II del Ambiente y de los Recursos Naturales se sostiene que tanto los recursos renovables y no renovables son considerados como un patrimonio de la Nación. Por este motivo es que se sostiene el desarrollo sostenible de la mayoría de actividades realizadas en el país, así como la conservación de las áreas protegidas y la diversidad biológica [62].

6.3.2. Legislación ambiental peruana

La legislación mencionada reafirma lo establecido por la Constitución Política del Perú, considerando una serie de normas que establecen el uso del suelo, los minerales, los bosques, el agua y en general aquellos recursos renovables y no renovables que conforman al estado peruano. Además de ello, se habla acerca de usar el suelo acorde al fin que tiene este, que debe de ir acorde a un plan establecido por las municipalidades correspondientes, los terrenos de cultivo usados como tales, la zona industrial usada como tal, etc. En el artículo 10.- se habla acerca de las normas que rigen la flora en general, en donde se establecen consideraciones mínimas para los cultivos en general, así como algunas disposiciones, tales como: siembra, control sanitario, control de malezas, sanciones, disposiciones complementarias y disposiciones transitorias [63].

Ley general del ambiente Ley N° 28611

Esta ley aborda temas relacionados con el ambiente en el Perú, planteando una serie de derechos en relación al tema mencionado, para garantizar un ambiente saludable, equilibrado y apropiado para el desarrollo de la vida; además, exige que se cumplan ciertas medidas para que todos contribuyan en la gestión ambiental y la protección del medio ambiente. Se resalta además de esto, el objetivo de regular diversos instrumentos para contribuir con la gestión ambiental en el país, buscando aportar con la responsabilidad social del daño ambiental.

La Ley General del Ambiente tiene como principal objetivo “mejorar la calidad de vida de las personas y promover el desarrollo sostenible del país, mediante el aprovechamiento responsable de los recursos y el respeto de los derechos fundamentales de la persona”.

Ejes estratégicos de la gestión ambiental

Es el documento que comete los ejes y objetivos de la Política Ambiental aprobados por el Consejo de Ministros en su sesión del 10 de octubre de 2012. Este documento recoge el informe

de la Comisión Multisectorial formada por la Resolución Suprema N° 189-2012-PCM compuesta por los ministerios de Agricultura, Cultura, Energía y Minas, Economía y Finanzas, Salud, Producción, Desarrollo e Inclusión Social, Ambiente y el presidente del Consejo de Ministros.

Ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental. LEY N° 27446

Esta ley establece que los Ministerios deberán comunicar al Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) las regulaciones al respecto. Esta ley no modifica las atribuciones sectoriales en cuanto a las autoridades ambientales competentes. Las actividades a realizarse no requerirán una coordinación directa con el CONAM. La autoridad competente ambiental para dichas actividades hará de conocimiento respectivo al CONAM, si el caso lo requiriese.

Ley de recursos hídricos LEY N° 29338

La presente Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos en el Perú. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable. Tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta.

Ley de gestión integral de residuos sólidos. LEY N° 1278

La presente ley indica que el manejo de los residuos que realiza toda persona deberá ser sanitaria y ambientalmente adecuado, con tal de prevenir impactos negativos y asegurar la protección de la salud.

6.3.3. Norma para agricultura sostenible

La norma de agricultura sostenible se plantea como objetivo general el alentar a las fincas a analizar y mitigar los efectos ambientales y sociales que puede traer las prácticas que estas realizan. Toma como base el mejoramiento continuo y los procesos de tecnificación de las actividades realizadas. Además, se basa en la factibilidad ambiental, social y económica que las fincas deberían de tener al desarrollar una agricultura sostenible. En base a esta norma es que se realizan las auditorías, basándose en los artículos y secciones que la conforman [64].

6.3.4. Normativa del ministerio de cultura

Marco legal de protección del patrimonio cultural

Establece la defensa, protección, propiedad, marco legal de todos los bienes que constituyen al patrimonio cultural. Además, se entiende por patrimonio cultural a toda manifestación humana, la cual se representa por su valor, en este caso, arqueológico o tradicional [65].

6.3.5. Reglamento nacional de edificaciones

Norma E.080 diseño y construcción con tierra reforzada (2017)

La presente norma establece parámetros y especificaciones mínimas que debe cumplir una vivienda hecha con adobe o tierra reforzada. Se describen las consideraciones que se deben tener en cuenta para la construcción de viviendas de tapial, tierra reforzada o adobe, así como también el mantenimiento y restauración de obras patrimoniales en nuestro país, estableciendo parámetros constructivos y de diseño (sísmicos) así como recomendaciones para la fabricación para las unidades de adobe y su mortero (en el caso de este proyecto) [21].

6.3.6. Normas técnicas peruanas

NTP 339.127: 1998 (método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo)

Esta norma establece el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. Ha sido publicada el 11 de Julio del 2014 [25].

NTP 339.128: 1999 (suelos. método de ensayo para el análisis granulométrico)

Esta norma establece el método de análisis granulométrico por tamizado y por la sedimentación de los suelos. Ha sido publicada el 11 de Julio del 2014 [26].

NTP 339.129: 1999 (suelos. método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelo)

Esta norma establece los métodos de ensayo para poder determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de una muestra de suelo. Su fecha de publicación es el 11 de Julio del 2014 [27].

NTP 339.131: 1999 (suelos. método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo)

Se encarga de establecer el método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de suelo por medio de un picnómetro. Su fecha de publicación es el 11 de Julio del 2014 [28].

NTP 339.152: 2002 (suelos. método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea)

Esta norma establece la separación de un extracto acuoso para la determinación del contenido de sales solubles en los suelos. Luego, el método de ensayo que se indica es ampliamente conocido como determinación de sólidos disueltos en aguas, por lo que también es aplicable, en segundo caso a una muestra de agua subterránea. Los datos que puedan obtenerse con estos procedimientos pueden ser de utilidad principalmente en la ingeniería civil. Su fecha de publicación es el 26 de Noviembre del 2015 [29].

NTP 399.613: 2017 (unidades de albañilería. métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería)

Se encarga de establecer los procedimientos para el muestreo y ensayo de los ladrillos de arcilla cocida, usados en albañilería [30].

ASTM C 29/ C 29M -97 (método de ensayo estándar para densidad bruta (peso unitario) y vacíos en los agregados)

Este ensayo habla acerca de la determinación de la densidad de masa o peso unitario de los agregados, tanto en condición suelta o compacta, y el cálculo de los huecos en agregados gruesos, agregados finos o una combinación de ambos. Sin embargo, cabe resaltar que este método es aplicable a aquellos agregados que no superen un tamaño máximo nominal de 5 pulgadas o 125 mm [31].

6.4. Descripción y análisis del proyecto

6.4.1. Datos generales de la evaluación

Equipo multidisciplinario

TABLA LIX. EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO PARA LA ELABORACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. (1)

Nombre y Apellido	Colegiatura	Participación o Responsabilidad	Firma
Justo David Pedraza Franco	C.I.P. N° 64633	Asesor	
Carlos Diego Díaz Ramírez	-	Proyectista	
Víctor Edgardo Puyén Lamas	-	Proyectista	

Fuente: Elaboración Propia

Entidad autorizada para la elaboración del estudio de impacto ambiental semidetallado

TABLA LX. ENTIDAD AUTORIZADA PARA LA ELABORACIÓN DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. (2)

Razón Social	Víctor Edgardo Puyén Lamas
Representante Legal	Víctor Edgardo Puyén Lamas
Número de Registro en MVCS	-
Domicilio	Calle San Martín N°335 (Reque – Chiclayo – Lambayeque)
Teléfono	945623571
Correo Electrónico	Galopuyen08@gmail.com

Fuente: Elaboración Propia

TABLA LXI. ENTIDAD AUTORIZADA PARA LA ELABORACIÓN DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. (3)

Razón Social	Carlos Diego Díaz Ramírez
Representante Legal	Carlos Diego Díaz Ramírez
Número de Registro en MVCS	-
Domicilio	Eleodoro Coral – Urb. Primavera Cuarta Etapa (Chiclayo – Chiclayo – Lambayeque)
Teléfono	964812755
Correo Electrónico	Cdiegodiaz5@gmail.com

Fuente: Elaboración Propia

6.4.2. Ubicación del proyecto

El presente proyecto hace uso del suelo de la ciudad de Túcume, con el fin de fabricar las unidades de adobe a ensayar y estabilizar. La zona desde donde se ha extraído el suelo está ubicada en la región de Lambayeque, distrito de Túcume, a 325 metros del puente la pintada.



Fig. 169. Mapa del departamento de Lambayeque.

Fuente: Google Imágenes.



Fig. 170. Mapa de la provincia de Túcume.

Fuente: Google Imágenes.



Fig. 171. Lugar de extracción del suelo en Túcume, cercano al puente "La Pintada".

Fuente: Google Maps.

Para la elaboración de los estabilizantes, la materia prima fue adquirida en el mercado modelo de Chiclayo, región Lambayeque; tanto el alumbre, como el cactus de san pedro.



Fig. 172. Mapa de la provincia de Chiclayo.

Fuente: Elaboración propia – Google.



Fig. 173. Ubicación del mercado modelo de Chiclayo.

Fuente: Google Maps.

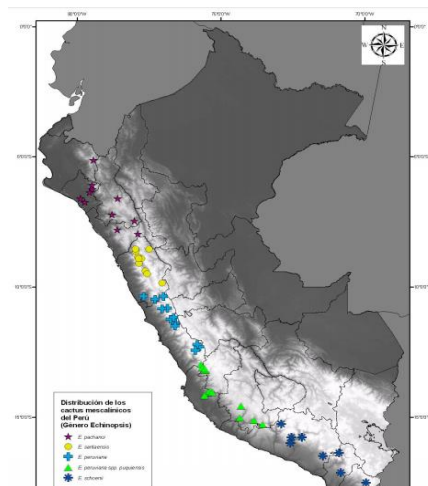


Fig. 174. Mapa de distribución de los cactus de San Pedro en el Perú.

Fuente: Google.

6.5. Área de influencia del proyecto

La determinación del área de influencia del proyecto consiste en determinar los diferentes aspectos e impactos que afectan, de manera positiva o negativa, al proyecto. Para la determinación del ámbito espacial tendremos en cuenta los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos más relevantes del entorno del proyecto.

El área de influencia puede ser de manera directa o indirecta. El área de influencia directa está conformada por áreas que pueden experimentar cambios en su medio físico, biótico y socioeconómico. El área de influencia indirecta, está compuesta por el área donde se experimentarán impactos, pero por efectos de dinámicas provenientes de los cambios que se realizaron de manera directa.

El área de influencia directa, debido a la fabricación de las unidades de albañilería, será la ciudad de Túcume. Esta ciudad se eligió debido a la importancia cultural que tiene en nuestro departamento. Debido a que el adobe es un material que se fabrica en varios distritos del departamento de Lambayeque, el área de influencia indirecta será el departamento de Lambayeque. Además, este proyecto será válido para los tipos de suelo que sean como el presentado en la muestra. Luego de tener los resultados de laboratorio, este suelo sería una arcilla de baja plasticidad (CL) según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos o un Suelo Arcilloso según AASHTO.

6.6. Línea base ambiental

6.6.1. Línea base física

6.6.1.1. Ubicación



Fig. 175. Mapa de Túcume, lugar de extracción del suelo para la fabricación de adobe.

Fuente: Google Maps.

6.6.1.2. Accesibilidad

Ruta por la carretera más corta desde Chiclayo a Túcume, puente la pintada, siendo la distancia de 34.2 Km y la duración aproximada de viaje de 47 minutos.

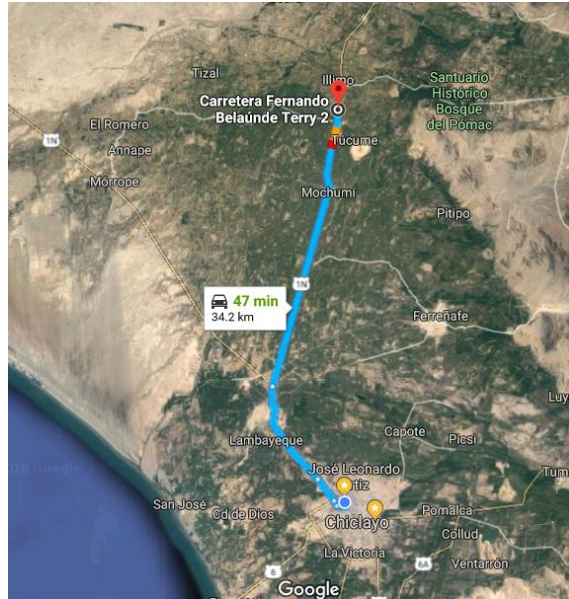


Fig. 176. Recorrido desde Chiclayo a Túcume.

Fuente: Google Maps.

6.6.1.3. Climatología

Túcume se considera que tiene un clima desértico, con una temperatura anual de 22.8°C y una precipitación media de 41 mm.

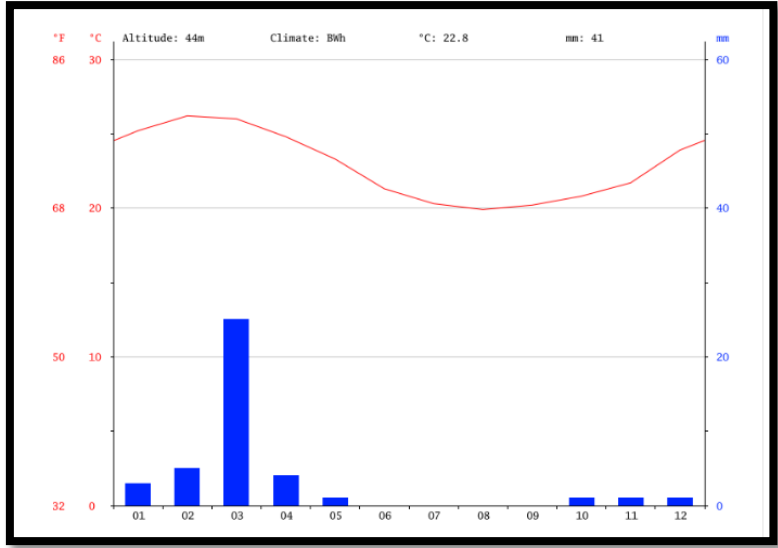


Fig. 177. Climograma de Túcume.

Fuente: Google Imágenes.

La menor cantidad de lluvia ocurre en junio, se espera que en los 3 meses siguientes la precipitación sea de 0 mm.

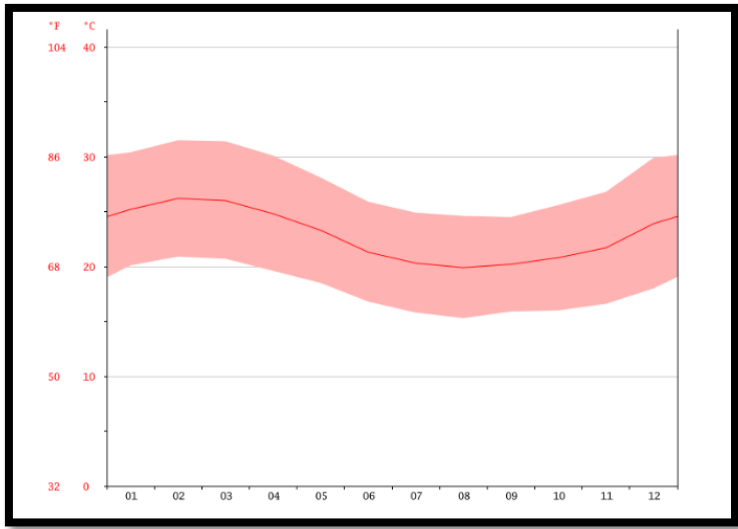


Fig. 178. Diagrama de temperatura Túcume.

Fuente: Google Imágenes.

Las temperaturas más altas se concentran en el mes de febrero, alrededor de 26.2 °C. Se espera que el mes más frío de este año sea agosto, con una temperatura promedio de 19.9 °C.

TABLA LXII. DATOS HISTÓRICOS DEL TIEMPO EN TÚCUME

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	25.2	26.2	26	24.8	23.3	21.3	20.3	19.9	20.2	20.8	21.7	23.9
Temperatura mín. (°C)	20.1	20.9	20.7	19.6	18.5	16.8	16.8	15.3	15.9	16	16.6	18
Temperatura máx. (°C)	30.4	31.5	31.4	30.1	28.1	25.9	24.9	24.6	24.5	25.6	26.8	29.9
Temperatura media (°F)	77.4	79.2	78.8	76.6	73.9	70.3	68.5	67.8	68.4	69.4	71.1	75.0
Temperatura mín. (°F)	68.2	69.6	69.3	67.3	65.3	62.2	60.4	59.5	60.6	60.8	61.9	64.4
Temperatura máx. (°F)	86.7	88.7	88.5	86.2	82.6	78.6	76.8	76.3	76.1	78.1	80.2	85.8
Precipitación (mm)	3	5	25	4	1	0	0	0	0	1	1	1

Fuente: Google Imágenes.

La variación en la precipitación entre los meses más secos y más húmedos es de 25 mm. A lo largo del año, las temperaturas varían en 6.3°C.

6.6.1.4. Topografía

6.6.1.4.1. Relieve

El relieve de Túcume se caracteriza por ser llano, aunque presenta ciertas elevaciones de poca altitud. Como es característico de las zonas costeras, presenta extensas planicies aluviales.

6.6.1.4.2. Extensión territorial

Túcume cuenta con una superficie de 67 Km², lo que representa el 2.7% del territorio de la provincia de Lambayeque y el 1.8% de la misma región.

6.6.1.4.3. Suelos

Más de 10 412.22 Ha son usadas para el sembrío de diferentes cultivos, sembradas en la campaña grande o de verano con cultivos temporales como el arroz (3 379.53 Ha), maíz amarillo duro (1 203.3 Ha), algodón (647.36 Ha), camote (26 Ha) y maíz amiláceo (25 Ha); y en la campaña chica o de invierno con un total de 478 Ha el suelo es dedicado al cultivo de leguminosas de grano como rotación del cultivo de arroz.

6.6.2. Línea base biológica

6.6.2.1. Flora

En esta parte tratará principalmente, el efecto o el impacto que tiene este proyecto sobre la planta que se utilizará como estabilizante como el adobe: El “San Pedro” o *Echinopsis pachanoi*.

El informe de la autoridad científica CITES Perú del año 2013, define a la *Echinopsis Pachanoi* como “un cactus columnar (crece de manera vertical) que se distribuye en el norte del Perú y que tradicionalmente ha sido utilizado en ceremonias de adivinación y medicina folclórica desde épocas pre-hispánicas hasta nuestros días.”



Fig. 179. *Echinopsis Pachanoi*.

Fuente: Informe de la Autoridad Científica CITES Perú, *Echinopsis Pachanoi*.

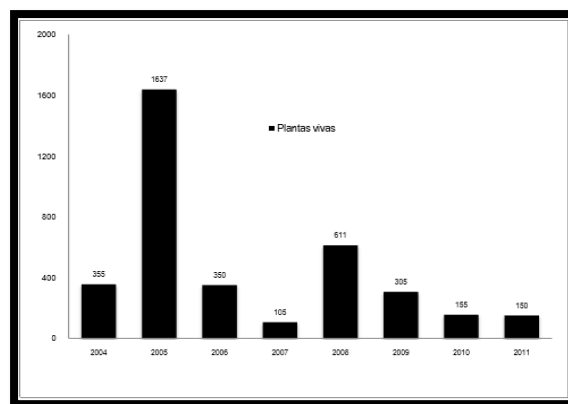


Fig. 180. Exportaciones de plantas vivas de *Echinopsis Pachanoi* entre los años 2004 y 2011.

Fuente: Informe de la Autoridad Científica CITES Perú, *Echinopsis Pachanoi*.

6.6.2.2. Fauna

Entre la fauna nativa del departamento de Lambayeque en general, nos podemos encontrar con aves como lo son el gallinazo; el cual es un ave rapiña muy común en el departamento de Lambayeque, generalmente es de color negro aunque puede tener también la cabeza de color rojo. También encontramos al güerequeque, al chisco y a la tórtola. En zonas donde es abundante la flora o en los cerros, se puede encontrar algunos zorros.

6.6.3. Línea base socioeconómica

6.6.3.1. Ambiente social

Vivienda

Uso residencial. El área urbana se encuentra conformado principalmente por edificaciones de viviendas unifamiliares. El área central de la ciudad está conformada por aquellas construcciones con materiales base más resistentes como el concreto armado y el área periférica, conformada por edificaciones a base de adobe y caña. Los lotes predominantes rondan medidas de 125 m² y 280 m²; aquellas construcciones antiguas tienen medidas que van desde 300 m² a 500 m² [66].

Uso comercial. El área comercial de Túcume representa el 4.28% del área total. Están conformado por establecimiento menores que se encargan de la venta de mercadería y se concentran en las calles San Pedro, San Marcelo y Victoria. Además de ello, existe el comercio de combustible, artesanías, venta de ropa, entre otros [66].

Uso industrial. Con un área de influencia de 1.94%, está conformada por plantas de procesamiento agroindustrial como molinos de arroz y plantas procesadoras de menestras y maíz, los que se encuentran distribuidos en la zona norte de la ciudad [66].

Usos especiales. Referido a aquellas edificaciones institucionales y de servicio, tales como: Municipalidad, Iglesia, Biblioteca municipal, Banco de la Nación, EPSEL, Reservorio apoyado, entre otros. Todas estas edificaciones representan el 4.75% del área de la ciudad [66].

TABLA LXIII. CIUDAD DE TÚCUME - USO DE SUELO

Tipo de material predominante de paredes	Viviendas	%
Ladrillo o bloque de cemento	1511	34.4
Piedra o sillar con cal o cemento	5	0.1
Adobe o tapia	2673	60.9
Quincha (caña con barro)	169	3.9
Piedra con barro	1	0
Madera	13	0.3
Estera	12	0.3
Otro material	4	0.1
Total de viviendas	4388	100

Fuente: Municipalidad Distrital de Túcume & GENEPRD 2018.

Salud

El equipamiento urbano en salud de la ciudad de Túcume es básico, cuenta con: dos centro de salud (MINSA y ESSALUD), una botica municipal y un laboratorio particular. Todos estos se encuentran en un estado de conservación regular. [66]

TABLA LXIV. CIUDAD DE TÚCUME - EQUIPAMIENTO SALUD

AMBITO	TIPO DE INFRAESTRUC.	CENTROS DE SALUD									Observación, Afectación Fenómeno El Niño	
		Tipo de Sistema	Mater. de Construc.		Estado de Conserv.			Servicios Básicos				
			L	A	B	R	M	AG	DES	L		
TÚCUME	Centro de Salud	PUBLICO (ESSALUD)		X		X			X	X	X	Cobertura
	Centro de Salud	PUBLICO (MINSA)	X		X				X	X	X	
	Botica Municipal	Municipalidad de Túcume	X		X				X	X	X	
	Laboratorio	PRIVADO	X		X				X	X	X	

Fuente: INDECI 2004.

Agua y Saneamiento

El sistema de agua de la ciudad de Túcume se encuentra conformado por un reservorio apoyado, dos pozos tubulares profundos, una línea de impulsión, una línea de aducción, una

estación de bombeo y su respectiva red de distribución. La empresa encargada de administrar el sistema de agua y alcantarillado de esta ciudad es EPSEL S.A.

La fuente de captación se encuentra conformada por el pozo N°01, que viene estando en funcionamiento desde 1972, este impulsa directamente a las redes; y el pozo N°02, en funcionamiento desde 1994, que impulsa hacia el reservorio mediante líneas de impulsión de 6 a 8 pulgadas de diámetro [67].

TABLA LXV. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN

Captación	Diámetro	Profundidad	Caudal Inicial	Caudal de Operación (Abril 2001)	Horario de Bombeo	Línea de Impulsión N° 1 (Ø 6")	Línea de Impulsión N° 2 (Ø 8")
POZO N° 1	12"	29.00 m	20 a 22 l/seg.	18 l/seg.	Esporádico Sábado o Domingo 4 horas (redes)	A red de distribución	
POZO N° 2	15"	49.50 m	45 l/seg.	35 l/seg.	Diario 6 horas (reservorio y redes)		Al reservorio y redes

Fuente: INDECI 2004

Si nos referimos a la red de distribución, podemos decir que abarca una extensión de 9591.70 metros y tiene como material base el AC y PVC, contando con diámetros de 3 in, 4 in y 6 pulgadas. Se encuentra puesta en funcionamiento desde el año 1972. Además, en todo Túcume existen pozos de agua artesanales usados por los pobladores en sus propias viviendas, cisternas de concreto abastecidas por los camiones de EPSEL y el Gobierno Regional, así como el abastecimiento de agua por cilindros [67].

TABLA LXVI. CARACTERÍSTICAS DEL RESERVORIO APOYADO EXISTENTE

CARACTERÍSTICAS	RESERVORIO APOYADO
Volumen	200 m ³
Dimensiones de la base inferior	12.20m.
Dimensiones de la base superior	10.90 m.
Altura Util	1.65 m.
Altura del reservorio	3.25 m.
Tubería de entrada y de salida	8" y "
Tubería de rebose y limpia	6"

Fuente: INDECI 2004

El tratamiento de agua es realizado en las estaciones de bombeo a través de cloro en forma de gas, por el método de inyección al vacío. Si nos referimos a la calidad bacteriológica, cabe resaltar que no cuenta con contaminación fecal. [67]

TABLA LXVII. CIUDAD DE TÚCUME - INFRAESTRUCTURA DE SERVICIO BÁSICO - AGUA

Tipo de servicios de agua potable	Cantidad	%
Red pública de agua dentro la vivienda	2,752	62.7
Red pública de agua fuera la vivienda	204	4.6
Pilón de uso público	104	2.4
Camión, cisterna u otro similar	125	2.8
Pozo	1.126	26.5
Río, acequia, manantial	14	0.3
Otro tipo	27	0.6
Total de viviendas	4,388	100.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Túcume & GENEPRD 2018.

Si nos referimos a la red de alcantarillado que conforma la ciudad de Túcume, podemos decir que este es del tipo separativo y está constituido por una red colectora, una cámara de bombeo, una línea de impulsión y una laguna de estabilización, cuyas redes se extienden sobre una superficie de más de 16.16 hectáreas, con una extensión de 9602.95 ml, con diámetros que van desde las 6 pulgadas, hasta las 12 pulgadas. Los efluentes recolectados son transportados a una cámara de bombeo que no cuenta con una línea de rebose. La cámara húmeda tiene un diámetro de 6 pulgadas y con una longitud de 2382 ml, conecta la cámara de bombeo a la laguna de oxidación [67].

TABLA LXVIII. CIUDAD DE TÚCUME - INFRAESTRUCTURA DE SERVICIO BÁSICO -
ALCANTARILLADO

Disponibilidad de servicios higiénicos	Cantidad	%
Red pública de desagüe dentro la vivienda	1338	30.5
Red pública de desagüe fuera la vivienda	4	0.1
Pozo séptico	278	6.3
Pozo negro, letrina	2674	60.9
Río, acequia o canal	3	0.1
No tiene	91	2.1
Total de viviendas	4388	100

Fuente: Municipalidad Distrital de Túcume & GENEPRD 2018.

Energía

La energía de la que se abastece la ciudad de Túcume proviene del sistema interconectado SEIN, que llega a la sub estación Chiclayo Oeste en 220 000 voltios y es transformada a 60 000 voltios. La empresa distribuidora es Electronorte que compra la energía para distribuirla a través de las instalaciones de transmisión secundaria y la convierte a los niveles de 22 900 y 10 000 voltios hasta llegar a sub estaciones de baja y media tensión [67].

TABLA LXIX. CIUDAD DE TÚCUME – TIPO DE ALUMBRADO

Tipo de Alumbrado	Cantidad	%
Electricidad	4179	95.3
Kerosene, mechero, lamparín	39	0.9
Petróleo, gas, lámpara	2	0
Vela	125	2.9
Otro	6	0.1
No tiene	37	0.8
Total de viviendas	4,388	100.0

Fuente: Municipalidad Distrital de Túcume & GENEPRD 2018.

Educación

La educación en Túcume está conformada por centros educativos estatales y no estatales, correspondientes a educación inicial, primaria, secundaria y ocupacional. Además de ello, en el nivel ocupacional CEO, se puede decir que en la ciudad de Túcume se brindan carreras como: computación, corte y confección y formación pre universitaria para la postulación a la universidad Pedro Ruíz Gallo; además de contar con un instituto pedagógico. [67]

TABLA LXX. CIUDAD DE TÚCUME - EQUIPAMIENTO EDUCACIÓN

Etapa, modalidad y nivel	Total	Gestión	
		Pública	Privada
Total	80	52	28
Básica Alternativa - Avanzado	2	0	2
Inicial no Escolarizado	17	17	0
Inicial Jardín	21	13	8
Primaria	26	16	10
Secundaria	12	5	7
Superior Tecnológica	1	0	1
Técnico Productiva	1	1	0

Fuente: Municipalidad Distrital de Túcume & GENEPRD 2018.

Transporte

La ciudad de Túcume se encuentra conectada al eje vial de la Carretera Panamericana antigua a través de dos puentes, puente el Pavo y Huaca Grande, que permite la integración directa con la Región del Nor Oriental, los distritos del Norte de la Región y por ende, con la ciudad de Chiclayo. Se complementa a ello, las vías de acceso que brindan las acequias, lo que facilita la conexión de aquellas localidades menores como los caseríos. En base a lo mencionado anteriormente, se puede decir que Túcume cuenta con una articulación transversal que promueve y desarrolla la dinámica urbana de esta ciudad con el resto que conforma la Región [66].

6.6.3.2. Ambiente económico

La principal actividad de Túcume es la agrícola, la población dedicada a esta actividad es del 52.20%, le sigue aquellas personas que presan servicios (23.50%) y las que desarrollan otras actividades (12.00%) [67].

TABLA LXXI. ACTIVIDAD ECONÓMICA DE SU CENTRO DE LABOR

Actividad económica	Población	%
Agrícola	3,334	52.20
Pecuaría	27	0.40
Forestal	7	0.10
Pesquera	27	0.40
Minera	10	0.20
Artesanal	40	0.60
Comercial	486	7.60
Servicios	1,498	23.50
Otros	768	12.00
Estado (gobierno)	184	2.90
Total de población	6,381	100

Fuente: Municipalidad Distrital de Túcume & GENEPRD 2018

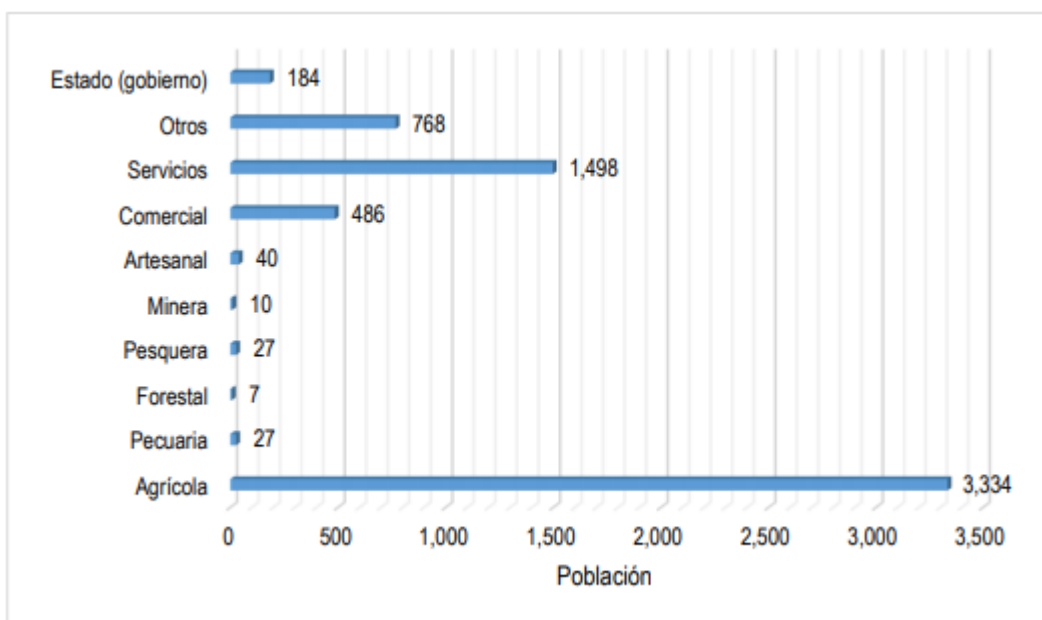


Fig. 181. Población según actividad económica

Fuente: Municipalidad Distrital de Túcume & GENEPRD 2018

6.7. Identificación y evaluación de pasivos ambientales

Para la determinación de los pasivos ambientales hemos utilizado la matriz de importancia. Para esto se deben haber identificado las acciones y factores del medio. Esta valoración será del tipo cualitativo y se cruzarán dos puntos importantes de la evaluación de impacto ambiental: las incidencias ambientales que se pudieran presentar y la valoración de la importancia de los efectos [68].

Se define al pasivo ambiental como “un daño ambiental o impacto no mitigado. Este pasivo es considerado cuando afecta de manera perceptible y cuantificable elementos ambientales naturales (físicos y bióticos) y humanos e incluso bienes públicos (infraestructura) como parques y sitios arqueológicos” [68].

Para la determinación de los parámetros en la matriz de importancia, tenemos que tener en cuenta los siguientes términos:

Signo: signo de impacto que se debe al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-)

Intensidad (I): Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor impactado.

Extensión (EX): Se refiere al grado de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.

Momento (MO): Se refiere al tiempo de manifestación del impacto luego de haber realizado la acción.

Persistencia (PE): Se refiere al tiempo que permanecería dicho efecto.

Reversibilidad (RV): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado. Ser reversible significa que sin la intervención de la mano del hombre puede volver a su estado natural.

Recuperabilidad (MC): Se refiere a la capacidad de reconstrucción del factor afectado. Ser recuperable significa que con la intervención de la mano del hombre puede volver a su estado natural.

Sinergia (SI): La capacidad de que el impacto se vea afectado (incrementado) por la intervención de otras acciones.



Acumulación (AC): Acumulación del efecto progresivo, cuando se realiza dicha acción de forma continua.

Efecto (EF): Se refiere directamente a la relación causa – efecto.

Periodicidad (PR): Se refiere a la regularidad de la manifestación del evento (ya sea de forma periódica o continua).

Esta determinación de los pasivos ambientales se realizó en esta investigación, basándonos en las Fichas de Identificación de Pasivos Ambientales que nos otorga PROVÍAS para la identificación de estos en obras de carreteras, adoptándolos así para nuestra investigación.

TABLA LXXII. FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES - SUELO

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES N° 01											
1. LOCALIZACIÓN											
Ciudad de Túcume											
2. BREVE DESCRIPCIÓN AMBIENTAL											
Durante la construcción de una ladrillera, o en este caso, un lugar de fabricación de adobes (lo cual es muy parecido), se suelen hacer excavaciones para obtener la materia prima (suelo), lo cual afecta tanto a este medio, como al paisaje. La alteración del suelo se da puesto que el adobe se fabrica con suelos que se han ido consolidando a lo largo de los años, rompiendo así esa brecha.											
3. DESCRIPCIÓN DEL PASIVO AMBIENTAL											
El pasivo ambiental es el suelo que es excavado para la fabricación de adobes. En nuestro caso, se realizó la fabricación en la ciudad de Túcume.											
											
4. CAUSA / ORIGEN											
Extracción de material, ya sea de ladera o de tierra de cultivo, utilizado para la fabricación de las unidades de adobe.											
5. TIPOS DE PASIVOS AMBIENTALES											
Deslizamiento y derrumbes		Erosión, sedimentación de cauce		Botaderos laterales indiscriminados							
Contaminación de aguas		Daños ecológicos y paisajísticos	X	Áreas degradadas							
Accesos a poblados interrumpidos		Daños a las fuentes de agua de los poblados		Curva peligrosa							
6. MATRIZ DE IMPORTANCIA (Marcar con una X según evaluación)											
INTENSIDAD		EXTENSIÓN		MOMENTO		PERSISTENCIA		REVERSIBILIDAD		IMPORTANCIA	
Baja	X	Local	X	Largo Plazo	Fugaz	Corto Plazo	X				
Media		Regional		Mediano Plazo	Temporal	Mediano Plazo					
Alta		Extra regional		Inmediato	X	Permanente	X	Irreversible			
SINERGIA		ACUMULACIÓN		EFECTO		PERIODICIDAD		RECUPERABILIDAD		LIGERO 	
Sin sinergismo	X	Simple	X	Indirecto	X	Discontinuo		Recuperable	x		
Sinérgico		Acumulativo		Directo		Periódico		Mitigable			
Muy sinérgico						Continuo	X	Irrecuperable			

8. CATEGORIA AMBIENTAL

Ecología		Aspectos Estéticos	X
Contaminación Ambiental		Aspectos de Interés Humano	

9. CROQUIS DE SOLUCIÓN




10. MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y/O CORRECTIVAS

Una de las partidas que más dinero y trabajo demanda en la ingeniería civil es el movimiento de tierras. Para una carretera o una obra de saneamiento, incluso para edificaciones grandes que cuyos diseños cuentan con sótanos, etc. Se realizan grandes cantidades de movimiento de tierras. Ese suelo muchas veces es de mala calidad para dicha obra, sin embargo, podría aprovecharse ese recurso para la fabricación de los adobes como ayuda social en zonas rurales debido a que es un material térmico y fácil de fabricar.

Fuente: Elaboración propia

TABLA LXXIII. FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES – CACTUS DE SAN PEDRO

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES N° 012							
1. LOCALIZACIÓN							
Ciudad de Túcume							
2. BREVE DESCRIPCIÓN AMBIENTAL							
Para la preparación de uno de los estabilizantes de esta investigación se requiere de dicha planta. El cactus del san pedro es susceptible a una sobreexplotación de ese recurso si se demuestra que podría dar un gran aporte ya sea medicinal o en este caso, ingenieril.							
3. DESCRIPCIÓN DEL PASIVO AMBIENTAL							
El pasivo ambiental es la explotación del recurso natural, el cactus de san pedro. (Echinopsis Pachanoi)							
							
4. CAUSA / ORIGEN							
Extracción del cactus de san pedro para la preparación del estabilizante.							
5. TIPOS DE PASIVOS AMBIENTALES							
Deslizamiento y derrumbes		Erosión, sedimentación de cauce		Botaderos laterales indiscriminados			
Contaminación de aguas		Daños ecológicos y paisajísticos	X	Áreas degradadas			
Accesos a poblados interrumpidos		Daños a las fuentes de agua de los poblados		Curva peligrosa			
6. MATRIZ DE IMPORTANCIA (Marcar con una X según evaluación)							
INTENSIDAD	EXTENSIÓN		MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD		IMPORTANCIA
Baja	X	Local	X	Largo Plazo	Fugaz	Corto Plazo	X
Media		Regional		Mediano Plazo	Temporal	Mediano Plazo	
Alta		Extra regional		Inmediato	X	Permanente	X
SINERGIA	ACUMULACIÓN	EFEECTO	PERIODICIDAD	RECUPERABILIDAD			

Sin sinergismo	Simple	X	Indirecto	X	Discontinuo	Recuperable	x
Sinérgico	X	Acumulativo	Directo		Periódico	Mitigable	
Muy sinérgico					Continuo	X	Irrecuperable
8. CATEGORIA AMBIENTAL							
Ecología		X	Aspectos Estéticos				
Contaminación Ambiental			Aspectos de Interés Humano				
9. CROQUIS DE SOLUCIÓN							
							
10. MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y/O CORRECTIVAS							
La medida correctiva que se debe adaptar en esta parte es la reforestación. La cual dependerá de la demanda que se tenga de dicha planta.							

Fuente: Elaboración propia

6.8. Identificación y evaluación de impactos ambientales

Para esta parte, se identificaron las actividades durante la ejecución del proyecto que podrían generar algún tipo de impacto, ya sea positivo o negativo. Luego se realizará el Plan de Manejo Ambiental para la mitigación de los impactos.

6.8.1. Matriz de Leopold

Para este estudio es conveniente hacer un análisis matricial, para el cual usaremos la Matriz de Leopold. Se utilizó esta matriz debido a su fácil explicación y porque el fin de este Estudio de Impacto Ambiental es identificar y mitigar los impactos generados por las distintas actividades durante la realización del proyecto. El método de Batelle Columbus, por ejemplo, analiza los impactos antes y después de la realización del proyecto [68].

TABLA LXXIV. MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA ETAPA DE FABRICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ADOBE

COMPONENTE AMBIENTAL	ACCIONES DEL PROYECTO FACTORES AMBIENTALES		ETAPA DE FABRICACIÓN										IMPACTO TOTAL								
			ALTERACIÓN DE CUBIERTA VEGETAL	EXCAVACIÓN SUPERFICIAL	CONSTRUCCIÓN DE NORIA	FABRICACIÓN DEL MUCILAGO DE SAN PEDRO	FABRICACIÓN DEL JABONATO DE ALUMBRE	FABRICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ADOBE	TRANSPORTE DE LAS UNIDADES DE ADOBE	FABRICACIÓN DEL MORTERO	CONSTRUCCIÓN DE LAS MUESTRAS DE ADOBE	ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO	Magnitud	Importancia	Ponderado						
FACTORES FÍSICOS - QUÍMICOS	Tierra	Morfología del terreno	-3/4	-3/4	-3/6					-3/3									-12	17	-51
		Contaminación del suelo																	0	0	0
	Agua	Contaminación de aguas superficiales y subterráneas			-2/5														-2	5	-10
		Calidad								-3/3			-3/3						-6	6	-18
	Aire	Calidad (polvo)	-3/4	-3/4						-3/4	-4/4	-2/4	-2/4	-2/2					-17	22	-64
		Calidad (Gases, humo)				-3/5	-4/5			-2/4	-2/4								-9	14	-43
		Ruido o contaminación sonora					-2/2			-2/3									-4	5	-10
Procesos	Erosión	-5/6	-5/6	-5/6						-2/2								-17	20	-94	
CONDICIONES BIOLÓGICAS	Flora	Diversidad				-5/4													-5	4	-20
	Fauna	Diversidad de especies	-2/2	-2/2	-2/2														-6	6	-12
FACTORES CULTURALES	Usos del Suelo	Naturaleza y espacios abiertos								8/9			8/9						12	18	140
		Pastos																	0	0	0
	Estética	Vistas escénicas y panorámicas								8/9			8/9						12	18	136
		Calidad de vida								5/6			5/6						10	12	60
		Salud y seguridad												-3/6					-3	6	-18
	Actividades	Empleo estacional								6/6			6/3	7/7	5/2				24	16	113
		Eliminación de residuos				-2/2	-2/2												-4	4	-8
		Beneficiosos económicos	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	5/2				53	48	298
IMPACTO TOTAL	MAGNITUD	-7	-7	-6	-4	-2	24	-4	28	2	2							-	-	399	
	IMPORTANCIA	22	22	25	17	15	46	19	40	15	7							-	-	-	
	PONDERADO	-22	-22	-26	-3	8	216	2	211	27	8							399	-	-	

Fuente: Elaboración propia

TABLA LXXV. MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA ETAPA ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LAS UNIDADES DE ADOBE

COMPONENTE AMBIENTAL	ACCIONES DEL PROYECTO FACTORES AMBIENTALES		ENSAYOS DE LABORATORIO															
			ENSAYOS AL SUELO	ENSAYOS AL ESTABILIZANTE	EROSIÓN A CELERADA	INUNDACIÓN SIMULADA	LLUVIA SIMULADA	SUCCIÓN	COMPRESIÓN A LA UNIDAD	COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES	COMPRESIÓN A LAS PILAS	COMPRESIÓN AL MORTERO	ENSAYO DE TRACCIÓN AL MORTERO					
FACTORES FÍSICOS - QUÍMICOS	Tierra	Morfología del terreno	-1															
		Contaminación del suelo	1															
	Agua	Contaminación de aguas superficiales y subterráneas																
		Calidad			-1	-1	-1	-1	-1									
	Aire	Calidad (polvo)			1	1	1	1	1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
		Calidad (Gases, humo)									1	1	1	1	1	1	1	1
		Ruido o contaminación sonora									-1	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1
Procesos	Erosión									2	2	2	1	1	1	1	1	
CONDICIONES BIOLÓGICAS	Flora	Diversidad																
	Fauna	Diversidad de especies																
FACTORES CULTURALES	Usos del Suelo	Naturaleza y espacios abiertos																
		Pastos																
	Estética	Vistas escenicas y panorámicas																
	Nivel Cultural	Calidad de vida																
		Salud y seguridad									-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
	Actividades	Empleo estacional									4	4	4	4	4	4	4	4
Eliminación de residuos																		
		Beneficiosos económicos																
IMPACTO TOTAL	MAGNITUD		-1	0	-1	-2	-1	-1	-4	-5	-5	-4	-4					
	IMPORTANCIA		1	0	1	2	1	1	7	7	7	6	6					
	PONDERADO		-1	0	-1	-2	-1	-1	-11	-13	-13	-10	-10					

Fuente: Elaboración propia

6.9. Plan de manejo ambiental

Ante esta situación se plante un plan de manejo ambiental (PMA), el cual constituye un documento técnico que contiene un conjunto estructurado de medidas que buscar evitar, mitigar, restaurar o compensar los impactos ambientales negativos que son esperados durante la ejecución del proyecto de investigación.

Como instrumentos de las medidas mencionadas anteriormente, se está considerando la ejecución de los siguientes programas:

Programa de prevención y mitigación de impactos ambientales.

Programa de monitoreo ambiental.

6.9.1. Programa de prevención y mitigación de los impactos ambientales

Se identificaron y evaluaron los impactos ambientales con el objetivo de determinar los impactos más significativos, con los cuales se han tomado las siguientes medidas de mitigación para eliminar o minimizar los impactos negativos y/o en todo caso maximizar los impactos positivos ya previstos anteriormente.

6.9.1.1. Características físico químicas

- a) Suelo
- Relieve

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para la prevención y mitigación
La morfología del terreno se va a ver impactada de forma negativa por la extracción del suelo, con el fin de fabricar las unidades de adobe estabilizado. La cantidad de suelo extraído fue leve y su relación es directa al número de unidades fabricadas.	Utilización de BTC (Bloques de tierra comprimido), se puede decir que es una unidad de adobe con un proceso de elaboración más tecnificado, el cual hace uso de una menor cantidad de suelo para su fabricación.

➤ Erosión

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para la prevención y mitigación
<p>La erosión del suelo en el proceso de extracción para la fabricación de las unidades de adobe.</p> <p>Esparcimiento de polvo durante el transporte, carga, descarga y almacenamiento de las unidades de adobe.</p> <p>Explotación de la piedra de alumbre para fabricar estabilizante.</p>	<p>Promover el uso de bloques de tierra comprimido para hacer uso de un menor volumen de tierra.</p> <p>Los vehículos que transporten los adobes deben de cubrir con toldos o mantas las unidades.</p> <p>Establecer un área específica para el almacenamiento de dichas unidades.</p> <p>reducir en mayor medida el porcentaje de piedra de alumbre en la fabricación de estabilizante, con el fin de tener un porcentaje óptimo que brinde buenos resultados o realizar investigaciones para hacer uso de otro componente que reduzca el uso de la misma.</p>

➤ Fertilidad

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para la prevención y mitigación
<p>Al momento de mezclar el suelo con los diferentes estabilizantes empleados, se modifican las propiedades iniciales de este. Al usar ambos estabilizantes y en base a los resultados de laboratorio obtenidos, es que el PH del suelo se</p>	<p>No concentrar los adobes estabilizados en un solo punto, sino que estos deben de ser esparcidos y combinados con suelo sin estabilizar, con el fin de que se disipe la acidez o alcalinidad del suelo y así las diferentes especies de plantas puedan</p>

<p>modifica, esto hace que algunas plantas que anteriormente crecían sobre este no vuelvan a hacer y no pueda ser usado para la agricultura, en algunos sembríos.</p>	<p>encontrar adecuadas condiciones para su crecimiento y desarrollo.</p>
---	--

b) Agua

➤ Afectación calidad del agua

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para la prevención y mitigación
<p>Al momento de mezclar el agua con el jabonato de alumbre, esta puede llegar a ser tóxica para los humanos.</p> <p>El mucílago de cactus de San Pedro no vuelve tóxica al agua, pero sí puede generar problemas si es que es consumida, efecto alucinógeno.</p>	<p>Utilización mínima de agua para evitar el desperdicio de la misma.</p>

c) Aire

➤ Partículas

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para la prevención y mitigación
<p>El polvo generado al momento del transporte, carga, descarga y almacenamiento de las unidades de adobe. Esto se genera por la pérdida de la cohesión entre las partículas de suelo, debido a que no se cuenta de ningún material aglomerante que garantice dicha</p>	<p>Los sitios usados para el almacenamiento de las unidades deben de ser cubiertos adecuadamente.</p> <p>Los vehículos que se encarguen del transporte de las unidades deben de cubrir con mantas o toldos a las unidades.</p> <p>La carga y descarga debe de ser realizada</p>

unión al 100%.	con mucho cuidado, con el fin de evitar producir una gran cantidad de polvo y dañar las unidades.
----------------	---

➤ Gases

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para la prevención y mitigación
<p>Combustión generada por los motores de los vehículos de transporte.</p> <p>Combustión generada al momento de hervir el agua con el jabonado de alambre o cactus de san pedro, para la fabricación de los estabilizantes. El cual genera un olor desagradable en el caso del san pedro y en el caso del jabonado puede generar algo de asfixia en algunas personas.</p>	<p>Vehículos de transporte en buen estado con un mantenimiento adecuado para minimizar los gases, como por ejemplo dióxido de carbono, entre otros.</p> <p>El hervido para la fabricación de estabilizantes debe de ser hecho en un lugar abierto y usando equipos de protección.</p>

➤ Ruido

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para la prevención y mitigación
<p>El chancado del alambre en la fabricación del jabonado de alambre, produce niveles de ruido que pueden generar incomodidad al resto de las personas cercanas al lugar de fabricación.</p>	<p>Las personas que intervengan en los diferentes procesos deben de hacer uso de protección contra ruidos, como por ejemplo orejeras.</p>

d) Paisaje

➤ Alteración del paisaje

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para la prevención y mitigación
<p>El chancado del alumbre en la fabricación del jabonado de alumbre, produce niveles de ruido que pueden generar incomodidad al resto de las personas cercanas al lugar de fabricación.</p> <p>La explotación de cactus de san pedro, genera una alteración al paisaje importante, por la pérdida de hábitat para algunos animales nativos de la zona de explotación.</p>	<p>Las personas que intervengan en los diferentes procesos deben de hacer uso de protección contra ruidos, como por ejemplo orejeras.</p> <p>Recuperar las zonas explotadas mediante la reforestación es una forma de mermar el impacto ambiental generado por dicha explotación de especímenes de cactus de san pedro.</p>

➤ Pérdida de hábitat

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para la prevención y mitigación
<p>La explotación de cactus de san pedro, genera una alteración al paisaje importante, por la pérdida de hábitat para algunos animales nativos de la zona de explotación.</p>	<p>Recuperar las zonas explotadas mediante la reforestación es una forma de mermar el impacto ambiental generado por dicha explotación de especímenes de cactus de san pedro.</p>

6.9.1.2. Condiciones biológicas

a) Flora

➤ Afectación a la flora

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para la prevención y mitigación
<p>En el caso del suelo combinado con mucílago de cactus de San Pedro, se puede asumir que el impacto es bajo, debido a que al ser un producto orgánico, este se desintegra en el medio suelo y permite que la vegetación prospere de una forma más rápida.</p> <p>En el caso del suelo combinado con jabonato de alumbre, el alumbre y el jabón de cierta forma contaminan el suelo y lo vuelven más ácido, lo que hace menos probable el crecimiento de vegetación en el mismo.</p> <p>Pérdida de cactus de san pedro, por la extracción de esta planta en la fabricación de mucílago de cactus de san pedro.</p>	<p>Se debería de tratar de equiparar la acidez del suelo mediante el mezclado y combinación entre suelo con estabilizante y suelo normal, o se podría hacer uso de otro producto para devolverle sus propiedades iniciales.</p> <p>Se recomienda reforestar la cantidad de plantas que se proyectan usar para la fabricación de mucílago de san pedro, con el fin de tener a disposición especímenes aceptables para futuras temporadas de extracción.</p>

b) Fauna

➤ Afectación a la fauna

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para la prevención y mitigación
<p>Los animales que consumen agua de lluvia que está almacenada sobre los suelos estabilizados, productos de adobes estabilizados en forma de barro pueden llegar a sufrir intoxicación si lo consumen en grandes cantidades.</p> <p>Al momento de extraer los cactus de san pedro, hay una pérdida del hábitat de los animales que hacen uso de eso cultivos.</p>	<p>Evitar dejar suelo estabilizado expuesto al medio ambiente, cubrirlo con una manta o plástico que impida que los animales domésticos o silvestres consuman el agua que se encuentra sobre este o agua estabilizada.</p> <p>La reforestación es una forma de mantener en condiciones iniciales el hábitat explotada por la extracción de cactus de san pedro.</p>

6.9.1.3. Factores socio culturales

a) Socio económico

➤ Demanda de bienes y servicios

Beneficios
<p>El requerir productos como el cactus de san pedro, el jabón neutro y la piedra de alumbre, que son conseguidos en el mercado modelo, es que se genera ingreso para los moradores locales.</p> <p>El requerir los servicios de fabricantes de adobe y trabajadores que se dedican a asentar este tipo de unidades y a trabajar con ellas, es un medio para mantener vivo este material local, generando ingresos en estos trabajadores.</p>

➤ Seguridad

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para la prevención y mitigación
<p>El ruido generado para chancar la piedra de alumbre, el hervir el jabonato de alumbre que puede llegar a ser tóxico si es que se respira en grandes proporciones o el cortar el cactus de san pedro, puede generar problemas en la salud o la realización de estas actividades sin los medios de protección necesarios puede ser perjudicial para la misma.</p>	<p>Se debe de hacer uso de mascarilla, guantes y orejeras, entre otros medios de protección, para salvaguardar la seguridad de las personas que se encargan de fabricar los estabilizantes.</p>

➤ Empleo

Beneficios
<p>Se genera empleo a los vendedores de mercado modelo de Chiclayo, que es donde se compraron los cactus de san pedro, los jabones neutros y la piedra de alumbre.</p> <p>En la localidad de Túcume es que se contrató los servicios de un poblador local para fabricar las unidades de adobe, así como la contratación de personal para el transporte y asentado de muros de adobe.</p>

➤ Ingreso

Beneficios
<p>La fabricación de las unidades de adobe, la fabricación de los estabilizantes y los diferentes trabajos que conlleva y trae consigo el uso del adobe, trae como beneficio el ingreso para los pobladores que se dedican a este trabajo o para aquellos relacionados de manera indirecta con el mismo.</p>

- b) Cultural
- Costumbres

Beneficios
<p>El mejorar las unidades de adobe con diferentes estabilizantes, viendo y buscando diferentes beneficios que trae consigo el empleo de los mismos, promueve el uso de este tipo de unidades, que ha sido usado de generación en generación. Siendo Túcume una ciudad que tiene en su cultura el uso de las mismas, en las pirámides de Túcume, es que trae consigo un beneficio no sólo económico o social, sino también uno cultura.</p>

6.9.2. Análisis de equipos de protección personal

- a) Casco de seguridad

El tipo de casco usado es de tipo C, que se caracteriza por dar protección contra impactos, lluvia, llamas, salpicadura de sustancias ígneas, pero a los cuales no se les impone exigencias en lo referente a condiciones dieléctricas.

Estos serán usados en el proceso de fabricación de las unidades de adobe, carga, descarga y transporte de las mismas. Se recomienda que sean usados también el proceso de chancar la piedra de alumbre. [69]



Fig. 182. Casco de seguridad.

Fuente: Google Imágenes.

b) Calzado de seguridad

Las piernas y pies se deben de proteger contra las lesiones que pueden causar objetos que caen, ruedan o vuelca, contra las cortaduras de materiales filosos o punzantes y de efectos corrosivos de productos químicos. Para estos tipos de trabajo, relacionados con el manipuleo, elaboración, transporte, carga y descarga de las unidades de adobe y estabilizantes, es que se hará uso de calzados con puntera protectora o punta de acero. Estos zapatos con puntera protectora, serán usados en aquellos trabajos donde exista riesgo de que objetos pesados afecten a los pies [69].



Fig. 183. Zapatos con punta de acero.

Fuente: Google Imágenes.

c) Guantes de seguridad

Las extremidades superiores son la parte del cuerpo que se ven expuestas con mayor frecuencia al riesgo de lesiones, como consecuencia de su activa participación en los proceso de producción y en los puntos de operación de máquinas. Algunos índices estadísticos señalan que aproximadamente un 30% de las lesiones que se originan por accidentes del trabajo afectan a manos y brazos.

Los guantes usados para los trabajos que involucran a las unidades de adobe serán guantes de cuero curtido al cromo. Estos se emplean para aquellos trabajos en que las principales lesiones

son causadas por fricción o raspaduras. Generalmente para prevenir riesgos de cortaduras por cuerpos con aristas o bordes vivos. Por este motivo es que suelen usarse guantes reforzados con malla de acero, aunque para este tipo de trabajo no es necesario ese nivel de seguridad. [69]



Fig. 184. Guantes de seguridad.

Fuente: Google Imágenes.

En el caso de la fabricación de los estabilizantes, deben de ser usados guantes de material sintético. Los más usados y conocidos son de caucho, neopreno y PVC, los cuales se usan preferentemente en trabajos donde se manipulan productos químicos tales como ácidos, aceites y solventes, para este caso será mucílago de cactus de san pedro y jabonato de alumbre. [69]



Fig. 185 .Guantes de PVC.

Fuente: Google Imágenes.

d) Ropa de trabajo

La ropa protectora protege al trabajador del contacto con el polvo, aceite, grasa e incluso sustancias causticas o corrosivas. La ropa de protección usada será tejida, esta se utiliza sólo cuando se requiere una ligera protección, en especial contra el polvo. La tela utilizada es más corriente que el algodón estrechamente tejido y el modelo más aceptado es el overol con puños ajustados en las muñecas y tobillos [69].



Fig. 186. Ropa de protección tejida.

Fuente: Google Imágenes.

e) Protección auditiva

El equipo de protección auditiva es usado en el trabajo de chancado de la piedra de alumbre. Los tapones se caracterizan por ser elementos que se insertan en el conducto auditivo externo y permanecen en posición sin ningún dispositivo de sujeción especial. Existen de diferentes materiales, formas y tamaños, lo que hace más sencillo el trabajo de seleccionarlos de acuerdo al riesgo o característica de la misma persona. [69]



Fig. 187. Tapones auditivos.

Fuente: Google Imágenes.

f) Lentes de protección

Los lentes usados para los trabajos de fabricación de los estabilizantes deben de proporcionar un cierre hermético para los ojos, evitando así el contacto con el líquido, humo, vapor o gas que emanan los estabilizantes. Los materiales de fabricación son diversos y se caracterizan porque sus bordes van en contacto con la piel, lo que da la hermeticidad necesaria. Además, presentan el inconveniente de la falta de ventilación, lo que podría empañarlos. [69]



Fig. 188. Lentes con cierre hermético.

Fuente: Google Imágenes.

Para los trabajos manuales, relacionados con la fabricación, transporte, carga y descarga, entre otros trabajos que tengan que ver con las unidades de adobe, se hacen uso de anteojos que no posean protección lateral, pero que sí protegen la vista cuando las partículas saltan hacia cualquier dirección. [69]



Fig. 189. Lentes contra protección de partículas.

Fuente: Google Imágenes.

g) Protección respiratoria

Los protectores de las vías respiratorias son elementos destinados a proteger a los trabajadores contra la contaminación del aire que se respira, con ocasión de la realización de su trabajo. La contaminación de dicho medio puede estar representada por partículas dispersas, gases o vapores mezclados con el aire y deficiencia de oxígeno en él.

El tipo de protección recomendada son los purificadores de aire, que tienen como objetivo el impedir que los agentes contaminantes del aire ingresen al organismo del trabajador y se caracterizan porque pueden cubrir completamente la cara del trabajador o sólo la nariz y la boca del mismo. Esta medida de protección debe de ser usado en el momento de hervir los diferentes estabilizantes, ya que el jabonado de alumbre puede llegar a ocasionar cierta asfixia al momento de hervirlo con agua. Además, se recomienda su uso al momento de trabajar con las unidades de adobe, principalmente en el manipuleo excesivo de las mismas, como lo es en la carga, descarga y transporte, debido a que al ser suelo más agua, puede llegar a expender una cantidad exagerada de partículas. [69]



Fig. 190. Mascarilla purificadora de aire.

Fuente: Google Imágenes.

6.9.3. Contenido de plan de manejo ambiental

Este programa permitirá la verificación del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas en ítems anteriores, siendo el programa de prevención y mitigación de los impactos ambientales.

El programa de monitoreo será desarrollado con los equipos pertinentes según se dé la evaluación del estado de polvo, gases en el ambiente, etc; de los cuales es necesario establecer parámetros para su medición, con el fin de medir la calidad de vida óptima para la población que habita el área de influencia directa, distrito de Túcume, o indirecta de nuestro proyecto.

TABLA LXXVI. FOCOS DE CONTAMINACIÓN, CONTAMINANTES Y EFECTOS SOBRE EL MEDIO DE ATMÓSFERA

ATMÓSFERA		
FOCOS DE CONTAMINACIÓN	CONTAMINANTES	EFFECTOS SOBRE EL MEDIO
Vehículos automóbiles	CO2	Efectos sobre la estratósfera
Actividades de la construcción	Ruidos	Perturbación de actividades típicas
	Polvo	Efectos sobre la visibilidad y vías respiratorias
	CO2	Efectos sobre la estratósfera
	Etileno	Incidencia sobre la salud y el bienestar del hombre
	Propano	Efectos sobre la estratósfera

Fuente: Elaboración propia

TABLA LXXVII. FACTOR IMPACTADO, INDICADOR, UNIDAD DE MEDIDA Y, MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS ATMÓSFERA

ATMÓSFERA			
FACTOR IMPACTADO	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS
Calidad del aire	ICAIRE	%	Programa de control y vigilancia de la calidad del aire
Nivel de ruido	Nivel sonoro	dBA	Aislamiento acústico/ Mapa acústico urbano e interurbano
Nivel de polvo	Concentración	mg/m3	Instalar sistemas de ventilación natural o trabajar en campo abierto
Calidad del aire	ICAIRE	%	Programa de control y vigilancia de la calidad del aire
Calidad del aire	ICAIRE	%	Programa de control y vigilancia de la calidad del aire
Calidad del aire	ICAIRE	%	Programa de control y vigilancia de la calidad del aire

Fuente: Elaboración propia.

TABLA LXXVIII. FOCOS DE CONTAMINACIÓN, CONTAMINANTES Y EFECTOS SOBRE EL MEDIO DE SUELO

SUELO		
FOCOS DE CONTAMINACIÓN	CONTAMINANTES	EFECTOS SOBRE EL MEDIO
Operaciones que modifiquen la potencialidad de erosión del suelo (deforestación)	Variación del riesgo de erosión	Pérdida del suelo vegetal
Operaciones que implican la presencia de sustancias contaminantes	Uso de estabilizantes	Salinización del suelo
		Alcalinización de suelos
Explotación del suelo	Geomorfología (Forma y textura del relieve)	Deterioro del paisaje
		Explotación de canteras

Fuente: Elaboración propia

TABLA LXXIX. FACTOR IMPACTADO, INDICADOR, UNIDAD DE MEDIDA Y, MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS SUELO.

SUELO			
FACTOR IMPACTADO	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS
Relieve	Subjetivo	Estimativo	Replantaciones forestales
Salinidad	Concentración	ppm	Prácticas de desalinización por riego, drenaje y aplicación de yeso
Capacidad agraria	Productividad	índice	Aplicación de fertilizantes
Carácter topográfico	Clasificación topográfica	Tipo de suelo	Mejora de la textura y estructura
Ocupación del suelo	% de pérdida del suelo	%	Medidas compensatorias a la pérdida de suelo

Fuente: Elaboración propia

TABLA LXXX. FOCOS DE CONTAMINACIÓN, CONTAMINANTES Y EFECTOS SOBRE EL MEDIO DE AGUA

AGUA		
FOCOS DE CONTAMINACIÓN	CONTAMINANTES	EFFECTOS SOBRE EL MEDIO
Mezclado de agua con estabilizantes	Compuestos inorgánicos (sales)	Aumenta la salinidad de los suelos
	Compuestos tóxicos (estabilizantes)	Afecta el crecimiento de la vida vegetal

FUENTE: Elaboración propia

TABLA LXXXI. FACTOR IMPACTADO, INDICADOR, UNIDAD DE MEDIDA Y, MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS AGUA

AGUA			
FACTOR IMPACTADO	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS
Salinización	Nivel de salinidad	gr/lt	Perímetros de protección
Contenidos de sólidos disueltos	Contenido de S.D.	mg/lt	Perímetros de protección

Fuente: Elaboración propia

TABLA LXXXII. FOCOS DE CONTAMINACIÓN, CONTAMINANTES Y EFECTOS SOBRE EL MEDIO DE VEGETACIÓN

VEGETACIÓN		
FOCOS DE CONTAMINACIÓN	CONTAMINANTES	EFFECTOS SOBRE EL MEDIO
Explotación del suelo	Geomorfología (Forma y textura del relieve)	Deterioro del paisaje
Operaciones que modifican la potencialidad de erosión del suelo (deforestación)	Obras y actuaciones que destruyen la cubierta vegetal	Reducción de la cantidad de especímenes de plantas
Operaciones que disminuyen el desarrollo radicular o cambian la composición y estructura del suelo (riego con agua salina)	Contaminantes del suelo	Salinización del suelo
Operaciones que implican la presencia de sustancias contaminantes (prácticas que dejan residuos)	Contaminantes del suelo	Disminución de la producción por modificación del vigor vegetativo

Fuente: Elaboración propia

TABLA LXXXIII. FACTOR IMPACTADO, INDICADOR, UNIDAD DE MEDIDA Y, MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS VEGETACIÓN.

VEGETACIÓN			
FACTOR IMPACTADO	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS
Regeneración natural	índice de regeneración	Adimensional / %	Métodos de ordenación y aprovechamiento racional (explotación equilibrada)
Especies amenazadas	Población ponderada afectada	Adimensional / %	Reforestación
Salinidad	Concentración	ppm	Prácticas de desalinización por riego, drenaje y aplicación de yeso
Productividad	Rendimiento	Adimensional / %	Utilización racional de fertilizantes

Fuente: Elaboración propia

TABLA LXXXIV. FOCOS DE CONTAMINACIÓN, CONTAMINANTES Y EFECTOS SOBRE EL MEDIO DE FAUNA

FAUNA		
FOCOS DE CONTAMINACIÓN	CONTAMINANTES	EFFECTOS SOBRE EL MEDIO
Contaminantes del suelo	Aguas contaminadas	Cambios químicos en el suelo
Pérdida de Hábitad	Actuaciones que degradan el hábitad	Afectación a los hábitats de reposo, alimentación o refugio

Fuente: Elaboración propia

TABLA LXXXV. FACTOR IMPACTADO, INDICADOR, UNIDAD DE MEDIDA Y, MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS FAUNA

FAUNA			
FACTOR IMPACTADO	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS
Fragilidad	Índice de sensibilidad a los cambios introducidos	Adimensional	Protección contra la contaminación del agua
Especies y población en general	Población afectada ponderada	%	Planes de protección y conservación de la fauna

Fuente: Elaboración propia

TABLA LXXXVI. FOCOS DE CONTAMINACIÓN, CONTAMINANTES Y EFECTOS SOBRE EL MEDIO DE PAISAJE

PAISAJE		
FOCOS DE CONTAMINACIÓN	CONTAMINANTES	EFFECTOS SOBRE EL MEDIO
Operaciones que modifican la topografía y el suelo	Cambios topográficos y del perfil del suelo	Degradación de la geomorfología
Operaciones que modifican la naturalidad (explotación de canteras)	Cambios de uso del suelo	Degradación del medio
Operaciones que afectan la singularidad (Flora ejemplar)	Eliminación de vegetación	Dstrucción de elementos naturales

Fuente: Elaboración propia

TABLA LXXXVII. FACTOR IMPACTADO, INDICADOR, UNIDAD DE MEDIDA Y, MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS PAISAJE

PAISAJE			
FACTOR IMPACTADO	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS
Topografía	Calidad intrínseca	Adimensional (0-100)	Adaptación a las formas del medio
Ocupación del suelo	Calidad intrínseca	Adimensional (0-100)	En función a la capacidad de acogida del lugar
Calidad global directa y subjetiva del paisaje	Valor relativo del paisaje (directo)	Adimensional (0-100)	Plantación de vegetación con formas parecidas al del paisaje para generar el menor impacto posible al hábitat

Fuente: Elaboración propia

TABLA LXXXVIII. FOCOS DE CONTAMINACIÓN, CONTAMINANTES Y EFECTOS SOBRE EL MEDIO DE HUMANOS

HUMANOS		
FOCOS DE CONTAMINACIÓN	CONTAMINANTES	EFFECTOS SOBRE EL MEDIO
Nivel de accidentes	Inseguridad en el trabajo	Efectos sobre la salud

Fuente: Elaboración propia.

TABLA LXXXIX. FACTOR IMPACTADO, INDICADOR, UNIDAD DE MEDIDA Y, MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS HUMANOS

HUMANOS			
FACTOR IMPACTADO	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS
Salud	Relación entre el número de personas afectadas y las existentes en el entorno	%	Uso de EPP

Fuente: Elaboración propia

6.10. Plan de compensación

El plan de compensación toma como referencia a lo establecido en el plan de manejo ambiental, en donde se explica la responsabilidad que deben de tener para con los medios involucrados, con tal de evitar la pérdida indiscriminada de recursos naturales, más aún cuando la realidad actual amerita el cuidado del medio en general.

Medidas de una plan de compensación ambiental

Medidas de conversación:

Mejoramiento del estado de conservación de los ecosistemas involucrados.

Todo lo que se ha establecido en el plan de manejo ambiental debe de ser cumplido para alcanzar los objetivos planteados en el desarrollo de la presente evaluación de impacto ambiental.

6.11. Conclusiones

Se llega a la conclusión que el área de influencia del proyecto será toda la localidad de Túcume con un efecto que se puede expandir hasta la región Lambayeque. Además de ello, las características del proyecto demuestran la realidad económica, política y social de la misma localidad que serán importantes dentro de la EIA al tener relación directa con la afectación de los recursos humanos, la flora, fauna o el ambiente.

Se ha dividido los impactos ambientales en dos etapas: fabricación de las unidades de adobe y ensayos de laboratorio para las unidades de adobe. En la etapa de fabricación, se ha obtenido un impacto positivo con un ponderado de 399. En la etapa de ensayos de laboratorio se ha llegado a una afectación de 63 al medio ambiente. Sumando ambas acciones, se puede llegar a un efecto positivo de la realización de este proyecto de 336.

Se han establecido las características socioeconómicas, biológicas y físicas con el fin de establecer una línea base ambiental, que nos permitirá conocer las características básicas de la ciudad de Túcume y poder realizar la matriz de impactos ambientales de manera adecuada; además de establecer en cómo afectará dichos impactos en base a esta línea de manera objetiva y con valores cuantitativos de referencia.

Las medidas de prevención establecidas tienen que ver con la fabricación de los estabilizantes y con la fabricación de las unidades de adobe. Están orientados a la protección de ojos y vías respiratorias, debido a que se va a trabajar con compuestos solubles y volátiles que en grandes concentraciones pueden traer efectos nocivos para la salud. En el caso de la fabricación de las unidades de adobe, la protección está relacionado directamente con las partículas volátiles que desprende este al estar conformado por tierra.

Los parámetros de medición de la contaminación ambiental están relacionados directamente con el monitoreo de la contaminación del suelo (ácidos, concentración de sales, etc) y la contaminación del aire generado por el manipuleo de las unidades de adobe y fabricación de estabilizantes.

Se ha llegado a la conclusión que una de las formas más eficientes para reducir el impacto ambiental es el de usar el suelo proveniente de los drenes como material base para fabricar

unidades de adobe. Además de ello, la reforestación es otra de las medidas más óptimas para compensar el uso de cactus de San Pedro.

VII. EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este capítulo evaluaremos como afecta económicamente la adición de los estabilizantes en los diferentes porcentajes que se pueden presentar.

Se eligió el módulo de vivienda, el cual se encuentra en el libro de Construcción de viviendas saludables y sismo resistentes de adobe reforzado con geomallas en la zona de la costa del Fondo Editorial PUCP, cuyos autores son Julio Vargas Neumann, Daniel Torrealva y Marcial Blondet. Dicho libro nos explica el procedimiento y recomendaciones para las fabricaciones de unidades de adobe y de casas hechas en la región de la costa, tomando en cuenta parámetros ambientales como el tipo de suelo, agua, aire y el clima. Los autores de este libro forman parte del comité que realizó la norma E.080: Tierra reforzada, por lo que podemos encontrar similitudes entre la norma y esta publicación [70].

El módulo consta de una distribución simple, en la cual se presentan 2 dormitorios y 2 salas de uso múltiple, dicha vivienda cuenta con refuerzo de geomallas.

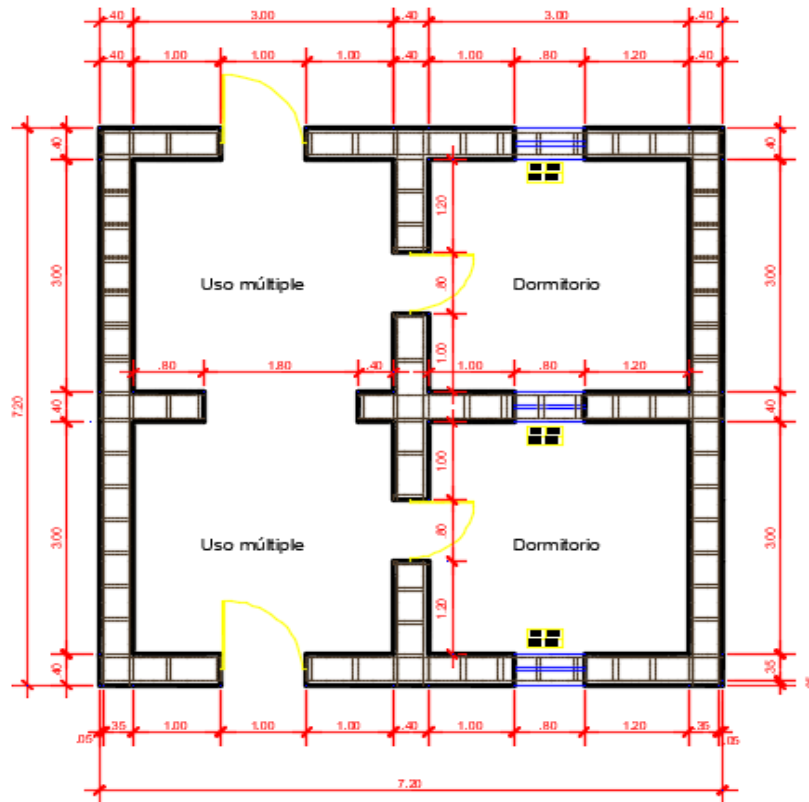


Fig. 191. Planta general del módulo de vivienda.

Fuente: Construcción de viviendas saludables y sismo resistentes de adobe reforzado con geomallas en la zona de la costa, 2007

Así mismo, se presenta un detalle general de ser el caso que se presentaran aberturas en los muros, recomendando cuales deberán ser los límites máximos permitidos.

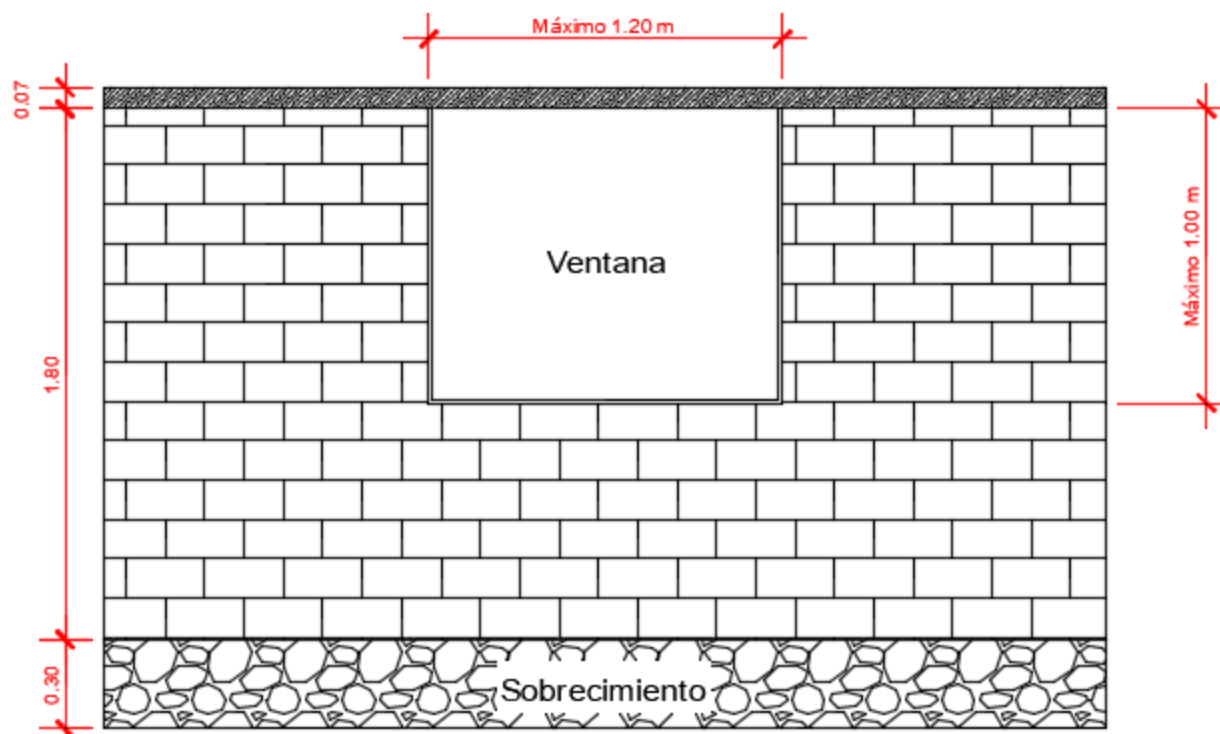


Fig. 192. Detalle de ventanas en viviendas de adobe.

Fuente: Construcción de viviendas saludables y sismo resistentes de adobe reforzado con geomallas en la zona de la costa, 2007

Luego de haber definido la arquitectura, tenemos los resultados del análisis de costos unitarios, cuyo desagregado se presentará en los anexos de este capítulo. Cabe resaltar que solo se tomó en cuenta el costo de la construcción del muro, puesto que las demás partidas que se realizarán no están influenciadas por la estabilización del adobe y sus diferentes porcentajes.

TABLA XC. RESUMEN DE PARTIDAS

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO
1.01	FABRICACIÓN DE MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO	LT	3.84
1.02	FABRICACIÓN DE JABONATO DE ALUMBRE	LT	5.66
2.01	FABRICACIÓN DE ADOBES CONVENCIONALES	millar	246.64
2.02	FABRICACIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON SAN PEDRO 3%	millar	326.54
2.03	FABRICACIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON SAN PEDRO 6%	millar	401.47
2.04	FABRICACIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON SAN PEDRO 9%	millar	471.43
2.05	FABRICACIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON SAN PEDRO 12%	millar	536.42
2.06	FABRICACIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON JABONATO DE ALUMBRE 3%	millar	364.85
2.07	FABRICACIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON JABONATO DE ALUMBRE 6%	millar	475.72
2.08	FABRICACIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON JABONATO DE ALUMBRE 9%	millar	579.25
2.09	FABRICACIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON JABONATO DE ALUMBRE 12%	millar	675.44
3.01	MURO DE ADOBE CONVENCIONAL	m2	60.27
3.02	MURO DE ADOBE ESTABILIZADO SAN PEDRO 3%	m2	63.62
3.03	MURO DE ADOBE ESTABILIZADO SAN PEDRO 6%	m2	66.77
3.04	MURO DE ADOBE ESTABILIZADO SAN PEDRO 9%	m2	69.71
3.05	MURO DE ADOBE ESTABILIZADO SAN PEDRO 12%	m2	72.44
3.06	MURO DE ADOBE ESTABILIZADO JABONATO DE ALUMBRE 3%	m2	65.23
3.07	MURO DE ADOBE ESTABILIZADO JABONATO DE ALUMBRE 6%	m2	69.89
3.08	MURO DE ADOBE ESTABILIZADO JABONATO DE ALUMBRE 9%	m2	74.24
3.09	MURO DE ADOBE ESTABILIZADO JABONATO DE ALUMBRE 12%	m2	78.28
3.1	TARRAJEO EN MUROS DE ADOBE	m2	26.46
3.12	ENCOFRADO PARA SOBRECIMIENTO	m2	25.34
3.13	CONCRETO SIMPLE PARA SOBRECIMIENTO 210 KG/CM2	m3	1581.97

Fuente: Elaboración propia.

Luego de haber realizado el metrado respectivo, se obtuvieron 60.28 m² de adobe en las muros, obteniéndose así el costo total de los muros de dicha vivienda.

TABLA XCI. RESULTADOS DEL COSTO DE LA VIVIENDA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	COSTO	TOTAL	INCREMENTO
MURO DE ADOBE CONVENCIONAL	m ²	60.28	S/ 60.27	S/3,632.82	0.00%
MURO DE ADOBE ESTABILIZADO SAN PEDRO 3%	m ²	60.28	S/ 63.62	S/3,835.11	5.57%
MURO DE ADOBE ESTABILIZADO SAN PEDRO 6%	m ²	60.28	S/ 66.77	S/4,024.81	10.79%
MURO DE ADOBE ESTABILIZADO SAN PEDRO 9%	m ²	60.28	S/ 69.71	S/4,201.94	15.67%
MURO DE ADOBE ESTABILIZADO SAN PEDRO 12%	m ²	60.28	S/ 72.44	S/4,366.48	20.20%
MURO DE ADOBE ESTABILIZADO JABONATO DE ALUMBRE 3%	m ²	60.28	S/ 65.23	S/3,932.10	8.24%
MURO DE ADOBE ESTABILIZADO JABONATO DE ALUMBRE 6%	m ²	60.28	S/ 69.89	S/4,212.80	15.97%
MURO DE ADOBE ESTABILIZADO JABONATO DE ALUMBRE 9%	m ²	60.28	S/ 74.24	S/4,474.92	23.18%
MURO DE ADOBE ESTABILIZADO JABONATO DE ALUMBRE 12%	m ²	60.28	S/ 78.28	S/4,718.45	29.88%

Fuente: Elaboración propia.

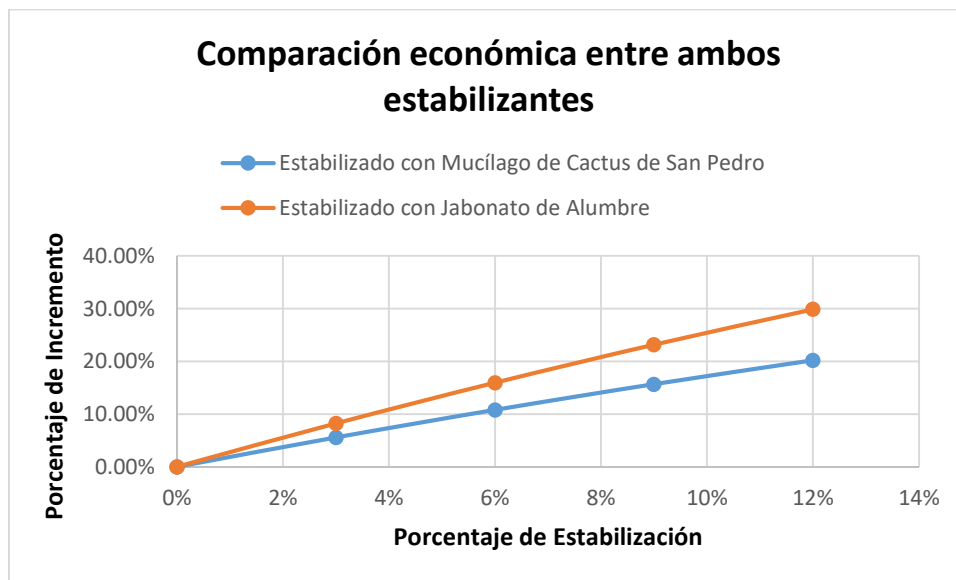


Fig. 193. Comparación económica entre ambos estabilizantes.

Fuente: Elaboración propia

Luego de revisar el gráfico mostrado podemos llegar a la conclusión que para un mismo porcentaje de estabilización, el jabonato de alumbre tiene a ser más caro económicamente conforme se incrementa dicho porcentaje. Teniendo al inicio tan solo una diferencia de 2.67% cuando está la unidad de adobe con un porcentaje de 3% de estabilización, 5.17% cuando está la unidad de adobe con un porcentaje de 6% de estabilización, 7.51% cuando está con un porcentaje de 9% de estabilización y de 9.69% cuando está con un porcentaje de 12% de estabilización.

VIII. CONCLUSIONES

De las tres localidades seleccionadas para el estudio de canteras: Íllimo, Mochumí y Túcume, resultó tener una mejor composición el suelo de la ciudad de Túcume (del lugar de extracción). Con una clasificación de suelo arcilloso, donde las partículas finas tenían un porcentaje de 56.32% y las partículas gruesas de 43.68% y un índice de plasticidad de 12.04%, es que este suelo resultó elegido para la fabricación de las unidades de adobe.

En el caso del mucílago de Cactus de San Pedro y Jabonato de Alumbre, los diseños de mezcla óptimos corresponden a una dosificación del 12% de estabilizante mezclado con suelo para la fabricación de una unidad de adobe. Esto es sustentado con la matriz de resultados explicada anteriormente en el proyecto de investigación.

Se han llegado a fabricar 250 unidades de adobe con cada porcentaje de adobe estabilizado empleado. El mortero fue realizado con la misma dosificación empleada para fabricar las unidades y además se reutilizó las unidades que sufrieron daños en el manipuleo para fabricar mortero.

Se realizaron los ensayos físico, químico y mecánicos a las unidades de adobe estabilizado y mortero. Los mismos están descritos en ítems anteriores y los resultados de los ensayos físicos nos llevan a la conclusión que la resistencia se desarrolla hasta en un porcentaje del 30% después de haber pasado el 9% de estabilizante en ambos casos. Los ensayos químicos demostraron los efectos sobre la salud que puede traer el empleo de los estabilizantes y los mecánicos están relacionados directamente con los físicos y la resistencia que se llega a desarrollar.

Las unidades de adobe más resistentes mecánicamente y a la acción del agua fueron los porcentajes de 12% para los adobes estabilizados con san pedro y jabonato de alumbre respectivamente, siendo un mejor estabilizante el jabonato de alumbre. Esto se vio reflejado en la espectrometría de difracción de rayos X y en la microscopía electrónica de barrido, donde se muestra el incremento de los minerales en la estructura interna del suelo lo cual ayuda a mejorar su resistencia. Con respecto al mortero, el adobe fabricado de manera convencional tiene una adherencia regular al tratarse del mismo material, sin embargo, los adobes estabilizados cuentan con una adherencia menor (observado durante los ensayos de corte diagonal e inundación simulada en sus modos de falla) debido a las superficies impermeables que se forman y a las

diferentes edades de la unidad de adobe al momento de construir el muro. Sin embargo, se obtuvieron resultados similares a los de la unidad en la evaluación del mortero.

Luego de realizar la evaluación de impacto ambiental, se llegó a la conclusión que los factores más frágiles son el aire, debido al polvo que se generó durante el transporte de los materiales, la erosión debido a la extracción del material para la fabricación de las unidades de adobe y la flora, debido a la biodiversidad del cactus empleado como estabilizante; sin embargo, se encontraron factores que son beneficiosos como lo son los factores culturales, esto se ve reflejado en la parte estética y en la vista panorámica de la naturaleza y espacios abiertos. Por otro lado, las acciones que fueron más agresivas son la excavación superficial, la alteración de la cubierta vegetal y la construcción de norias (en zonas rurales, muchos lugares donde se suelen fabricar estos materiales no cuentan con servicios de agua); sin embargo, la fabricación del adobe es una acción que genera impactos positivos en la mayoría de factores, presentando impactos negativos insignificantes en otros factores.

Se llegó a la conclusión que las muestras que cuentan con un mayor porcentaje de estabilizante tienden a ser más costosas, esto era algo que ya se esperaba, sin embargo, la diferencia no es mucha con respecto al adobe sin estabilizar. Para los muros hechos con adobe estabilizado con jabonato de alumbre al 12% solo hubo un incremento de 29.88% en el precio con respecto al adobe normal y un incremento de 20% en el costo para el adobe estabilizado con mucílago de cactus de san pedro. Sin embargo, esa diferencia de 9.88% en el costo entre ambos estabilizantes no es significativa si comparamos los resultados que se obtuvieron en los ensayos de laboratorio, llegando a concluir que el adobe estabilizado al 12% es el más apto tanto económica como mecánicamente para construir una vivienda hecha de adobe reforzado.

IX. RECOMENDACIONES

Durante el proceso de selección de suelo en el estudio de canteras, se recomienda para futuras investigaciones realizar los ensayos in situ que recomienda la Norma E.080 en varios lugares de una misma zona, para obtener así un radio más grande de influencia y un mejor ajuste.

Se recomienda usar otras medidas y formas de unidades de adobe con el fin de garantizar una mayor fricción entre la unidad y el mortero. Por ejemplo, pueden ser consideradas unidades alveolares para que se pueda atravesar por ellas caña de azúcar, o puede ser considerado un diseño machi hembrado.

Se recomienda realizar un estudio a las unidades de adobe con un mayor porcentaje de estabilización, debido a que se ha demostrado en otras investigaciones que este factor puede ser beneficioso para la unidad, sin embargo, no sabemos cómo se comportarán los estabilizantes de este proyecto con una mayor concentración de estos en la unidad de adobe. Además, debido a la adherencia que se presenta entre la unidad y mortero, se recomienda utilizar los reforzamientos en viviendas expuestas en la Norma E.080: Diseño y construcción en tierra reforzada y en el libro de Construcción de viviendas saludables y sismo resistentes de adobe reforzado con geomallas en la zona de la costa, sierra o selva (según sea el caso), para que así se garantice una vivienda resistente a la acción del agua y a la acción sísmica, al respetar el proceso constructivo y los materiales utilizados.

Se recomienda reducir aún más el impacto ambiental, con el reúso de los adobes que no son usados en obras abandonadas o de tierras de drenes en desuso o en proceso de limpieza.

Se recomienda combinar estabilizantes químico entre sí, por ejemplo: cemento con jabonato de alumbre o con mucílago de cactus de san pedro, con el fin de evaluar su reacción química y esperar mejores resultados.

Se recomienda utilizar estos estabilizantes en bloques de tierra comprimido (BTC) y evaluar, que tanto influye la compactación del suelo al estar este estabilizado.

X. LISTA DE REFERENCIAS

- [1] I. Flores, «Lluvias dejan más de 400 viviendas afectadas en Guerrero,» *Televisa.News*, 5 Septiembre 2017.
- [2] A. Murat, «Gobierno de Murat ignora a mixes afectados por sismo y lluvias,» *Regeneración*, 14 Septiembre 2017.
- [3] R. Zapata, «Piura: Lluvias provocan el colapso de unas 112 viviendas,» *El Comercio*, 1 Febrero 2017.
- [4] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «Compendio Estadístico,» INEI, Lima, 2016.
- [5] J. Lira Segura , «Editorial: Precariedad y vivienda,» *Gestión*, 22 Marzo 2017.
- [6] K. Sánchez, «Lluvias inundan 50 viviendas en zona bada de Puno,» *La República*, 12 Enero 2017.
- [7] O. P. d. I. Salud y O. M. d. I. Salud, *Lluvias e inundaciones en Perú*, Lima: Oficina Regional para Las Américas, 2017.
- [8] Diario Correo, «Diario Correo,» 25 Marzo 2017. [En línea]. Available: <http://diariocorreo.pe/edicion/lambayeque/lambayeque-los-38-districtos-son-azotados-por-el-nino-costero-739362/>. [Último acceso: 5 Septiembre 2017].
- [9] Programa Regional de Aire Limpio y el Ministerio de la Producción, «ESTUDIO DIAGNÓSTICO SOBRE LAS LADRILLERAS,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.redladrilleras.net/assets/files/fb27f168113ce59412e89faab27e4633.pdf>. [Último acceso: 05 Septiembre 2017].
- [10] G. Ying Yu Chen, *Analysis of stabilized adobe in rural east Africa*, San Luis Obispo: Faculty of California Polytechnic State University, 2009.
- [11] M. Achenza y L. Fenu, *On earth stabilization with natural polymers for earth masonry construction*, Cagliari: RILEM, 2006.

- [12] A. Espinoza Canales, «Caracterización técnica económica para la implementación de impermeabilizantes naturales en vivienda de autoconstrucción, popular y de interés social,» Universidad Autónoma de Aguascalientes, Ciudad de México, 2016.
- [13] Y. G. Aranda Jimenez y E. J. Suarez Dominguez, «Efecto de la impermeabilidad del mucílago de nopal en bloques de tierra comprimidos,» Nova Scientia, Tamaulipas, 2014.
- [14] J. Rojas Vargas y R. A. Vidal Toche, «Comportamiento sísmico de un módulo de dos pisos reforzado y construido con ladrillos ecológicos prensados,» Facultad de Ciencias e Ingenierías. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2014.
- [15] D. Cabrera Arias y W. Huaynate Granados, «Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones,» Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2010.
- [16] I. A. Romero Bolivar y J. R. Pereyra Marín, «Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones - Parte 2,» Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2012.
- [17] J. A. Valdivia Cariat, «Factibilidad de implementación del material suelo - cemento como material de construcción para viviendas en el Perú,» Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2016.
- [18] F. M. Villón Chang y D. F. Castillo Gamboa, «Comportamiento sísmico de muros construidos con bloques de tierra prensada,» Facultad de Ciencias e Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2013.
- [19] V. Benites Zapata, «Adobe estabilizado con extracto de cabuya (Furcraea Andina),» Universidad de Piura, Piura, 2017.
- [20] D. L. Quintana Choqueluque y M. O. Vera Salizar, «Evaluación de la erosión y la resistencia a la compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%,» Universidad Andina del Cusco, Cusco, 2017.
- [21] C. y. S. Ministerio de Vivienda, «Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada,» El Peruano, Lima, 2017.

- [22] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.070: Albañilería,» El Peruano, Lima, 2006.
- [23] Congreso de la República del Perú, «Ley General del Ambiente,» 24 Junio 2007. [En línea]. Available: http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ley_n-28611.pdf. [Último acceso: 11 Septiembre 2017].
- [24] MINAM, «Ley General del Ambiente,» Ministerio del Ambiente, Lima, 2005.
- [25] INACAL, «Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo NTP 339.127:1998,» INACAL, Lima, 1998.
- [26] INACAL, «Suelos: método de ensayo para el análisis granulométrico NTP 339.128:1999,» INACAL, Lima, 1999.
- [27] INACAL, «Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP 339.129: 1999,» INACAL, Lima, 1999.
- [28] INACAL, «Suelos. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo,» INACAL, Lima, 1999.
- [29] INACAL, «Suelos. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea,» INACAL, Lima, 2002.
- [30] INACAL, «Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería NTP 399.613: 2017,» INACAL, Lima, 2017.
- [31] ASTM C, «Método de ensayo estándar para densidad bruta (peso unitario) y vacíos en los agregados ASTM C 29/ C 29M,» ASTM, Pensilvania, 2002.
- [32] J. Cruz Díaz, «CLASE+SEMANA+N°02+UNIDAD+DE+ALBAÑILERIA+PARTE+1 Albañilería,» 18 Septiembre 2014. [En línea]. Available: <https://ubooks.s3.amazonaws.com/uploads/book/raw/1473456814123-x5qp4n05quj0yfc3-528371ff89cefa349c041d482f432845/CLASE+SEMANA+N%C2%B002+UNIDAD+DE+ALBA%C3%91ILERIA+PARTE+1.pdf>. [Último acceso: 25 Septiembre 2017].
- [33] CONSTRUCTIVO, «LADRILLO SÍLICO CALACÁREO KK11H,» 22 Septiembre 2016. [En línea]. Available: <http://www.constructivo.com/cn/d/novedad.php?id=284>. [Último acceso: 12

Septiembre 2017].

- [34] Cementos Pacasmayo, «Bloques,» 27 Junio 2013. [En línea]. Available: <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/prefabricados/bloque/>. [Último acceso: 12 Septiembre 2017].
- [35] J. E. Gama Castro, T. Cruz y Cruz, T. Pi Puig, R. Alcalá Matínez, H. Cabadas Báez, C. Jasso Castañeda, J. Díaz Ortega, S. Sánchez Pérez, F. López Aguilar y R. Vilanova de Allende, «Arquitectura de tierra: el adobe como material de construcción en la época prehispánica,» *Sociedad Geológica Mexican*, vol. 64, nº 2, pp. 177-188, 2012.
- [36] V. Benites Zapata, «Adobe estabilizado con extracto de cabuya (*Furcraea Andina*),» Universidad de Piura, Piura, 2017.
- [37] RAE, «Definición de tierra,» 20 Junio 2017. [En línea]. Available: <http://dle.rae.es/?id=Zj5UJym>. [Último acceso: 5 Septiembre 2017].
- [38] J. A. Valdivia Cariat, «Factibilidad de implementación del material suelo - cemento como material de construcción para viviendas en el Perú,» Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2016.
- [39] L. M. Akarley Poma y P. J. Abanto Flores, «Características físicas y mecánicas de unidades de albañilería ecológicas frabricadas con suelo - cemento en la ciudad de Trujillo,» Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, 2014.
- [40] C. d. puente, «Monumento arqueológico: La Pava,» 5 Octubre 2016. [En línea]. Available: <https://caminodelpuente.wordpress.com/2016/10/05/monumento-arqueologico-la-pava/>. [Último acceso: 28 Octubre 2017].
- [41] lambayeque.net, «peru.com,» 7 Octubre 2014. [En línea]. Available: <https://peru.com/viajes/conozca-peru/piramides-tucume-orgullo-lambayeque-fotos-noticia-290565>. [Último acceso: 28 Octubre 2017].
- [42] CSIC, *Principios generales de la Microscopía Electrónica de Barrido*, Madrid: Ministerio de Ciencia e Innovación, 2014.
- [43] E. Díaz Barriga Castro, «Síntesis y caracterización de nanoalambres con composiciones y propiedades microestructurales y magnéticas diseñadas,» Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, 2014.

- [44] M. Taboada Neyra, Metodología de la Investigación Científica, 1era Edición ed., Trujillo: Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Trujillo (EDUNT), 2013.
- [45] R. Hernández Sampieri, Metodología de la Investigación, Mexico: Mc Graw Hill, 2010.
- [46] A. Polanco Rodríguez, «MANUAL_DE_LAB_MEC_DE_SUELOS_I Manual de Prácticas de Laboratorio de Mecánica de Suelos I.,» 26 Enero 2012. [En línea]. Available: http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL_DE_LAB_MEC_DE_SUELOS_I.pdf. [Último acceso: 5 Septiembre 2017].
- [47] conceptodefinition.de, «conceptodefinition.de,» www.conceptodefinition.de, 2016 Septiembre 26. [En línea]. Available: <https://conceptodefinition.de/ph/>. [Último acceso: 2018 Octubre 14].
- [48] M. M. Quintero Gonzales , «Condiciones actuales de la salinidad del área de influencia de la poza de Escobedo, Cuatrociénegas, COAH.,» Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, 2013.
- [49] L. F. Londoño Franco, P. T. Londoño Muñoz y F. G. Muñoz Garcia, «Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal,» *Bioteología en el sector agropecuario y agroindustrial*, vol. XIV, nº 2, pp. 145-153, 2016.
- [50] M. d. C. Perez Gil, «Aplicación de técnicas de biología molecular para la caracterización de la población microbiana en la degradación de compuestos orgánicos volátiles (COV) mediante biofiltros y biofiltros percoladores,» Universidad de Valencia, Valencia, 2015.
- [51] L. Atarés Huerta, «Determinación de la densidad de un líquido con el método del picnómetro,» Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2011.
- [52] INACAL, «Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería,» INACAL, Lima, 2017.
- [53] A. San Bartolomé, Q. D. y Silva, «Diseño y construcción de estructuras sismoresistente de albañilería,» Fondo Editorial PUCP, Lima, 2011.
- [54] I. N. d. I. Calidad, «Norma Técnica Peruana 399.613 2017 Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Lima: INACAL.»

- [55] RNE, «Norma E 080. Diseño y construcción con tierra reforzada,» Ministerios de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Lima, 2017.
- [56] R. Lobato, «Escorrentía de una cuenca mediante la aplicación de un simulador de lluvia caso: Río Chanta, la Encañada - Cajamarca.,» Universidad Naional de Cajamarca, Cajamarca, 2015.
- [57] D. & D. L. R. S. Luengas, «Diseño y construcción de un simulador de lluvia para estudios hidrológicos,» Universidad Distrital Francis José de Caldas, Bogotá, 2015.
- [58] J. Vargas Neuman, E. Heredia Zavoni, J. Bariola Bernales y P. K. Mehta, «Preservación de las construcciones de adobe en áreas lluviosas,» Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 1986.
- [59] Asociación Española de Normalización y Certificación, «UNE 41410: Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.,» Madrid, 2008.
- [60] I. a. Romero Bolivar y J. R. Pereyra Marín, «Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una expocisión prolongada de agua por efecto de inundaciones - Parte 2,» Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2012.
- [61] E. Juaréz Badillo y A. Rico Rodriguez, *Mecánica de Suelos*, 3ra ed., México: Limusa, 2012.
- [62] Tribunal Constitucional del Perú, «Compendio Normativo,» Centro de Estudios Constitucionales, Lima, 2015.
- [63] INAPMAS, «Legislación Ambiental Peruana,» República del Perú, Lima, 1991.
- [64] RAS, «Norma para agricultura sostenible,» Red de Agricultura Sostenible, Lima, 2010.
- [65] Dirección General de Defensa del Patrimonio Cultural, *Marco legal de Protección del Patrimonio Cultural*, Lima: Ministerio de Cultura, 2016.
- [66] INDECI, «Plan de uso del suelo y propuestas de medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Túcume,» INDECI, Túcume, 2004.
- [67] Municipalidad Distrital de Túcume y GENEPRED, «Informe de evaluación de riesgo de inundación pluvial en el sector A - Noreste, Distrito de Túcume, provincia y departamento

de Lambayeque,» MDT, Túcume, 2018.

- [68] V. Conesa Fernández -Vítora, «Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental,» Mundi - Prensa, Madrid , 2003.
- [69] M. Abrego D., S. Molinos B. y P. Ruiz A., Equipos de protección personal, Santiago: ACHS, 2016.
- [70] J. Vargas Neumann, D. Torrealva y M. Blondet, Construcción de casas saludables y sismoresistentes de adobe reforzado con geomallas, Lima: Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú, 2007.
- [71] Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerios de Salud, Ministerio de Hacienda, Ministerio del Ambiente y Energía, Ministerio de Obras Públicas y Ministerio de Transporte, «Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de suelos,» Poder Ejecutivo, Lima, 2013.
- [72] M. Taboada Neyra, Ciencias Aplicadas Diseño y Análisis de Experimentos, Trujillo: Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Trujillo (EDUNT), 2014.

XI. ANEXOS

11.1.ANEXO 1 – TABLAS

Anexo 1. Tabla 1. 1 Número de viviendas según el tipo de material de las paredes

Tipo de Material de las paredes	Número de Viviendas (Miles)
Ladrillo o bloque de cemento	4331.23
Piedra o sillar con cal o cemento	51.55
Adobe o tapia	2808.10
Quincha (caña con barro)	139.80
Piedra con barro	65.69
Madera	709.64
Estera	30.28
Otro Material	235.14

Fuente: INEI., 2016.

Anexo 1. Tabla 1. 2 Número de viviendas según el tipo de material de las paredes y la zona

Tipo de Material de las paredes	Número de Viviendas (Miles)	
	Zonas Urbanas	Zonas Rurales
Ladrillo o bloque de cemento	4,183.2	148.0
Adobe o tapia	1,330.8	1,477.3

Fuente: INEI., 2016.

Anexo 1. Tabla 1. 3 Número de viviendas a nivel provincial (Lambayeque) según el tipo de materiales en las paredes

Tipo de Material de las paredes	Número de Viviendas (Miles)		
	Chiclayo	Ferreñafe	Lambayeque
Ladrillo o bloque de cemento	90,928	3,733	13,922
Adobe o tapia	70,619	16,701	34,285

Fuente: INEI, 2007.

Anexo 1. Tabla 1. 4 Precipitaciones máximas acumuladas en 24 horas en la Región Lambayeque

Lambayeque	Estaciones	Max 24/hr (mm)								
		ene-17	Record 1	Record 2	feb-17	Record 1	Record 2	mar-17	Record 1	Record 2
		Cayalti	2.4	26.2/1983	22.8/1998	41.9	77.3/1998	41.9/2017	51.3	78.2/1972
Reque	1.1	48.3/1983	7.5/1998	21.4	60.4/1998	21.4/2017	29.8	56/1983	49.5/1998	
Jayanca	25.9	59.6/1998	37.4/1983	120.8	120.8/2017	109.8/2017	113	113/2017	94.8/2017	
Tinajones	14.6	60.9/1998	19.0/2008	81.8	290.7/2002	81.6/2017	85.7	116.3/1998	93.2/1971	

Fuente: SENAMHI, 2017

11.2. ANEXO 2 – IMÁGENES

Anexo 2. Imágenes 4. 1 Resultados de los ensayos químicos a los estabilizantes hechos en la Universidad Nacional de Trujillo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION
LASACI



INFORME DE ANÁLISIS

Solicitante (s):	Victor Payen Lamas/ Carlos Diego, Díaz Ramírez	
Título de investigación:	<i>"Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua, adicionando jabonato de alumbre a mucilago de cactus de san pedro"</i>	
Muestra :	Mucilago de Cactus-Jabonato de Alumbre	
Fecha de ingreso:	08 de Marzo del 2018	
Muestra puesta en Laboratorio		

Análisis	Mucilago de Cactus	Jabonato de alumbre
Sales	NaCl, CaO	KAl, CaO, NaCl
pH	4.25	6.38
Sustancias volátiles	Etileno, propano, n- propano, CO ₂	CO ₂
Fe ²⁺ (ppm)	234.18	185.57
Viscosidad (dl/g)	2.62	6.85

TRUJILLO 12 DE MARZO DEL 2018



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACETTE - CARBON - CAL
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
☎ 949958632 / 933623974

FUENTE: LASACI, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Trujillo

Anexo 2. Imágenes 4. 2 Resultados de los ensayos de cloruros y sulfatos en el suelo de Íllimo



SOLICITUD DE ENSAYO: CS1195-EQ

CERTIFICADO DE ENSAYO QUÍMICO EN SUELO

SOLICITADO POR: Carlos Diego Díaz Ramírez - Victor Edgardo Puyén Lamas
 PROYECTO: Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonado de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro
 FECHA DE ENSAYO: 22/01/2018
 EQUIPO UTILIZADO: Balanza con división de escala de 0.001 g., capacidad máxima 210 g. Marca Ohaus, clase III. Certificado y fecha de calibración CCB-133-2017, 2017-09-11.
 Horno mufla con alcance de indicación de 1100°C, marca Thermo Scientific. Certificado y fecha de calibración CMI-015-2017, 2017-09-08.

Muestra: Suelo
 Procedencia: Cacerío Las Iglesias - Íllimo

Norma de Ensayo	Denominación	Resultado
Norma Técnica Peruana 400.042	Método de ensayo para la determinación cuantitativa de Sulfatos Solubles	NO PRESENTA

Muestra: Suelo
 Procedencia: Cacerío Las Iglesias - Íllimo

Norma de Ensayo	Denominación	Resultado (%)
Norma Técnica Peruana 400.042	Método de ensayo para la determinación cuantitativa de Cloruros Solubles	0.003

Potencial de Hidrógeno (pH): 7.16

Chiclayo, 23.01.2018

PEDRO RAMÓN PATAZCA ROJAS
 INGENIERO CIVIL
 R.O. CIR. N° 155104

FUENTE: Laboratorio SOILS E.I.R.L

Anexo 2. Imágenes 4. 3 Resultados de los ensayos de cloruros y sulfatos en el suelo de Túcume



SOLICITUD DE ENSAYO: CS1195-EQ

CERTIFICADO DE ENSAYO QUÍMICO EN SUELO

SOLICITADO POR: Carlos Diego Díaz Ramírez - Victor Edgardo Puyén Lamas
PROYECTO/OBRA: Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonato de alumbre o muclago de cactus de San Pedro
FECHA DE ENSAYO: 22/01/2018
EQUIPO UTILIZADO: Balanza con división de escala de 0.001 g., capacidad máxima 210 g. Marca Ohaus, clase III. Certificado y fecha de calibración CCB-133-2017, 2017-09-11.
Horno mufla con alcance de indicación de 1100°C, marca Thermo Scientific. Certificado y fecha de calibración CMI-015-2017, 2017-09-08.

Muestra: Suelo
Procedencia: Túcume

Norma de Ensayo	Denominación	Resultado
Norma Técnica Peruana 400.042	Método de ensayo para la determinación cuantitativa de Sulfatos Solubles	NO PRESENTA

Muestra: Suelo
Procedencia: Túcume

Norma de Ensayo	Denominación	Resultado (%)
Norma Técnica Peruana 400.042	Método de ensayo para la determinación cuantitativa de Cloruros Solubles	0.004

Potencial de Hidrógeno (pH) Natural 7.47

Chiclayo, 23.01.2018

PEDRO RAMÓN PATAZO ROJAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIR. N° 166109

FUENTE: Laboratorio SOILS E.I.R.L

Anexo 2. Imágenes 4. 4 Resultados de los ensayos de cloruros y sulfatos en el suelo de Mochumí



SOLICITUD DE ENSAYO: CS1195-EQ

CERTIFICADO DE ENSAYO QUÍMICO EN SUELO

SOLICITADO POR: Carlos Diego Díaz Ramírez - Victor Edgardo Puyén Lamas
PROYECTO/OBRA: Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonado de alumbre o mucilago de cactus de San Pedro
FECHA DE ENSAYO: 22/01/2018
EQUIPO UTILIZADO: Balanza con division de escala de 0.001 g., capacidad máxima 210 g. Marca Ohaus, clase III. Certificado y fecha de calibración CCB-133-2017, 2017-09-11.
Horno mufla con alcance de indicación de 1100°C, marca Thermo Scientific. Certificado y fecha de calibración CMI-015-2017, 2017-09-08.

Muestra: Suelo
Procedencia: Dren de la ciudad de Mochumí

Norma de Ensayo	Denominación	Resultado
Norma Técnica Peruana 400.042	Método de ensayo para la determinación cuantitativa de Sulfatos Solubles	NO PRESENTA

Muestra: Suelo
Procedencia: Dren de la ciudad de Mochumí

Norma de Ensayo	Denominación	Resultado (%)
Norma Técnica Peruana 400.042	Método de ensayo para la determinación cuantitativa de Cloruros Solubles	0.015

Potencial de Hidrógeno (pH): 6.67

Chiclayo, 23.01.2018

PEDRO RAMÓN PAZARC ROJAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 155409

FUENTE: Laboratorio SOILS E.I.R.L

Anexo 2. Imágenes 4. 5 Declaración jurada de Carlos Diego Díaz Ramírez



"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

DECLARACIÓN JURADA

Yo, CARLOS DIEGO DÍAZ RAMÍREZ, identificado con DNI N° 71415380, código universitario: 141ME4900B, con domicilio en Calle Demetrio E. Coral 165 Urb. Primavera IV Etapa, alumno de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, declaro bajo juramento tener conocimiento que el proyecto de tesis nominado "Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonado de alumbre o muclago de cactus de San Pedro" no ha sido ni viene siendo realizado por ninguna persona o institución, cometiéndome a las acciones que tiene la Universidad, por lo cual se firma el presente documento en señal de veracidad.

Chiclayo, 27 de Octubre del 2017



CARLOS DIEGO DÍAZ RAMÍREZ



Yo, Notario, certifico que el texto que antecede pertenece a
CARLOS DIEGO DÍAZ RAMÍREZ
identificado (a) con: DNI: 71415380 DNI: 71415380
de acuerdo al art. 108 D. Leg. 1049, El Notario no asume
responsabilidad sobre el contenido del documento.
Chiclayo, 27 OCT 2017




Henry Tragedo Villanueva

Anexo 2. Imágenes 4. 6 Declaración jurada de Víctor Edgardo Puyén Lamas



"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

DECLARACIÓN JURADA

Yo, CARLOS DIEGO DÍAZ RAMÍREZ, identificado con DNI N° 71415380, código universitario: 141ME49008, con domicilio en Calle Demetrio E. Coral 165 Urb. Primavera IV Etapa, alumno de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, declaro bajo juramento tener conocimiento que el proyecto de tesis nominado "Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonado de alumbre o muclago de cactus de San Pedro" no ha sido ni viene siendo realizado por ninguna persona o institución, cometiéndome a las acciones que tiene la Universidad, por lo cual se firma el presente documento en señal de veracidad.

Chiclayo, 27 de Octubre del 2017




CARLOS DIEGO DÍAZ RAMÍREZ

Yo, Notario, certifico que el sujeto que antecede pertenece a
CARLOS DIEGO DÍAZ RAMÍREZ
identificado (n) con: DNI: 71415380 DNI: 71415380
De acuerdo al art. 108 D. Leg. 1049, El Notario no asume
responsabilidad sobre el contenido del documento.
Chiclayo, 27 OCT 2017






Notario Abogado Villanueva

Anexo 2. Imágenes 4. 7 Matriz de resultado parte 1

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL		ESCUELA 																										
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																												
MATRIZ DE RESULTADOS / ADOBES ESTABILIZADOS																												
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA:	17/06/2018																									
LUGAR:	Campus USAT																											
El puntaje para el estabilizante que se comportó mejor ante el ensayo sometido es de 9. Este irá descendiendo conforme su comportamiento empeore, hasta llegar al valor de 1.																												
ENSAYO	S3	S6	S9	S12	J3	J6	J9	J12	AN	TOTAL																		
1. ENSAYOS CLASIFICATORIOS																												
1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE	2	4	5	9	1	3	7	8	6	45																		
2. ENSAYOS NO CLASIFICATORIOS																												
2.1 RESIST. A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	5	2	3	4	6	1	7	9	8	45																		
2.2 RESIST. A LA COMPRESIÓN EN DIAGONAL DE MURETES	1	4	3	7	5	2	6	9	8	45																		
3. ENSAYOS COMPARATIVOS																												
3.1 SUCCIÓN	3	8	4	6	1	5	7	9	2	45																		
3.2 EFLORESCENCIA	5	2	9	8	3	6	7	4	1	45																		
3.3 LLUVIA SIMULADA A LA UNIDAD	2	5	6	8	3	4	7	9	1	45																		
3.4 LLUVIA SIMULADA AL MURO	2	3	7	8	4	5	6	9	1																			
3.5 EROSIÓN ACELERADA	5	1	2	6	9	4	8	7	3	45																		
3.6 INUNDACIÓN SIMULADA	5	7	2	8	4	6	3	9	1	45																		
4. ENSAYOS AL MORTERO																												
4.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	3	4	8	5	2	6	7	9	1	45																		
4.2 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	8	9	7	6	2	3	4	5	1	45																		
TOTAL	41	49	56	75	40	45	69	87	33	450																		
<table border="1" style="margin-left: auto;"> <tr><td>1°</td><td>J12</td></tr> <tr><td>2°</td><td>S12</td></tr> <tr><td>3°</td><td>J9</td></tr> <tr><td>4°</td><td>S9</td></tr> <tr><td>5°</td><td>S6</td></tr> <tr><td>6°</td><td>J6</td></tr> <tr><td>7°</td><td>S3</td></tr> <tr><td>8°</td><td>J3</td></tr> <tr><td>9°</td><td>AN</td></tr> </table>											1°	J12	2°	S12	3°	J9	4°	S9	5°	S6	6°	J6	7°	S3	8°	J3	9°	AN
1°	J12																											
2°	S12																											
3°	J9																											
4°	S9																											
5°	S6																											
6°	J6																											
7°	S3																											
8°	J3																											
9°	AN																											





Anexo 2. Imágenes 4. 10 Ensayos para la selección de suelo parte 2

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL	
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"		
CLASIFICACIÓN AASHTO		
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Victor Edgardo Puyén Lamas	FECHA: 10/05/2018
LUGAR:	Campus USAT	
CLASIFICACIÓN AASHTO		
Parámetros Usados	Ubicación :	Mochumí
% Que Pasa la Malla N° 200 61.54	Estrato :	E1
% Que Pasa la Malla N° 40 89.02	Determinación del Índice de Grupo IG	
% Que Pasa la Malla N° 10 96.97	a = 26.54	IG = 6.00
Límite Líquido LL = 23.61 %	b = 40.00	
Límite Plástico LP = 14.68 %	c = 0.00	
Índice de Plasticidad : IP = 8.93 %	d = 0.00	
Tipo de Suelo :	Material Limo Arcilloso	
Clasificación de Suelos : A - 4		
Suelo :	(6)	
Tipo de Material :	Suelo Limoso	
CLASIFICACIÓN AASHTO		
Parámetros Usados	Ubicación :	Illimo
% Que Pasa la Malla N° 200 70.89	Estrato :	E1
% Que Pasa la Malla N° 40 99.32	Determinación del Índice de Grupo IG	
% Que Pasa la Malla N° 10 99.87	a = 35.89	IG = 8.00
Límite Líquido LL = 24.23 %	b = 40.00	
Límite Plástico LP = 15.47 %	c = 0.00	
Índice de Plasticidad : IP = 8.76 %	d = 0.00	
Tipo de Suelo :	Material Limo Arcilloso	
Clasificación de Suelos : A - 4		
Suelo :	(8)	
Tipo de Material :	Suelo Limoso	
CLASIFICACIÓN AASHTO		
Parámetros Usados	Ubicación :	Túcume
% Que Pasa la Malla N° 200 57.76	Estrato :	E1
% Que Pasa la Malla N° 40 98.64	Determinación del Índice de Grupo IG	
% Que Pasa la Malla N° 10 99.84	a = 22.76	IG = 6.00
Límite Líquido LL = 23.71 %	b = 40.00	
Límite Plástico LP = 11.67 %	c = 0.00	
Índice de Plasticidad : IP = 12.04 %	d = 2.04	
Tipo de Suelo :	Material Limo Arcilloso	
Clasificación de Suelos : A - 6		
Suelo :	(6)	
Tipo de Material :	Suelo Arcilloso	



Anexo 2. Imágenes 4. 11 Ensayos para la selección de suelo parte 3

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL	
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"		
CLASIFICACIÓN SUCS		
RESISTAS:	Carlos Diego Diaz Ramirez Victor Edgardo Poyén Lamas	FECHA: 10/05/2018
LUGAR:	Campus USAT	
CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S		
Ubicación:	Mochumi	
Estrato:	E1	
% Que Pasa la Malla N° 200	61.54	
	99.33	
Límite Líquido LL =	23.60836685 %	
Límite Plástico LP =	14.67889908 %	
Índice de Plasticidad IP =	8.93 %	
Tipo de Suelo Según su Granulometría:	Suelo Fino Baja Plasticidad	
Tipo de Simbología:	Simbología Normal	
Tipo de Suelo:	CL, ML, OL	
Suelo:	CL	Inorgánico
Características del Suelo:	CL	Son arcillas de baja plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %, se caracterizan por tener de baja a media compresibilidad.
CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S		
Ubicación:	Illimo	
Estrato:	E1	
% Que Pasa la Malla N° 200	70.89	
	99.97	
Límite Líquido LL =	24.23059869 %	
Límite Plástico LP =	15.46707504 %	
Índice de Plasticidad IP =	8.76 %	
Tipo de Suelo Según su Granulometría:	Suelo Fino Baja Plasticidad	
Tipo de Simbología:	Simbología Normal	
Tipo de Suelo:	CL, ML, OL	
Suelo:	CL	Inorgánico
Características del Suelo:	CL	Son arcillas de baja plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %, se caracterizan por tener de baja a media compresibilidad.
CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S		
Ubicación:	Técume	
Estrato:	E1	
% Que Pasa la Malla N° 200	57.76	
	99.95	
Límite Líquido LL =	23.71 %	
Límite Plástico LP =	11.67247387 %	
Índice de Plasticidad IP =	12.04 %	
Tipo de Suelo Según su Granulometría:	Suelo Fino Baja Plasticidad	
Tipo de Simbología:	Simbología Normal	
Tipo de Suelo:	CL, ML, OL	
Suelo:	CL	Inorgánico
Características del Suelo:	CL	Son arcillas de baja plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %, se caracterizan por tener de baja a media compresibilidad.



Anexo 2. Imágenes 4. 12 Ensayo de peso específico

Observaciones :		Ubicación : Modurni			Ubicación : Ilimo			Ubicación : Tuzuma		
		Entrno : E1			Entrno : E1			Entrno : E1		
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	1112.52	1080.00		1121.73	1168.00		1074.00	958.00	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	1080.00	1058.00		1070.00	1122.00		1036.00	932.00	
Peso de la Tara	Gr	312.26	94.00		121.63	82.00		73.99	56.00	
Peso de la Muestra Seca	Gr	967.74	964.00		948.37	1040.00		962.01	876.00	
Peso del Agua	Gr	32.52	22.00		31.73	46.00		38.00	26.00	
Contenido de Humedad	%	3.36	2.28		3.45	4.42		3.95	2.97	
Promedio	%		2.82			4.94			3.46	

Observaciones :		Ubicación : Modurni			Ubicación : Ilimo			Ubicación : Tuzuma		
		Entrno : E1			Entrno : E1			Entrno : E1		
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso del Suelo Seco	Gr	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Peso Frasco Vacío	Gr	177.65	177.65	177.65	177.65	177.65	177.65	177.65	177.65	177.65
Peso Frasco + Agua	Gr	675.55	675.55	675.55	675.55	675.55	675.55	675.55	675.55	675.55
Peso Frasco + Agua + Suelo	Gr	736.82	736.82	736.82	736.88	736.88	736.88	736.93	737.93	738.93
Volumen de Sólidos	Cm ³	38.73	38.73	38.73	39.07	39.07	39.07	38.62	37.62	36.62
Peso Específico de Sólidos	Gr / Cm ³	2.58	2.58	2.58	2.56	2.56	2.56	2.59	2.66	2.73
Promedio	Gr / Cm ³		2.56			2.56			2.66	





Anexo 2. Imágenes 4. 13 Ensayo de peso volumétrico seco suelto

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"					
PESO UNITARIO							
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Victor Edgardo Papín Lamas	FECHA:	10/05/2018				
LUGAR:	Campus USAT						
NORMA:	ASTM C29/C29M - 07						
Descripción	Unidades	Absorción:		Humedad:		Ténese	
		Suelto	Compactado	Suelto	Compactado	Suelto	Compactado
Peso de Probeta	Kg	5.214	5.214	5.214	5.214	5.214	5.214
Diámetro de Probeta	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
Espesor de Probeta	m	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
Altura de Probeta	m	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162
Volumen de Probeta	m ³	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Peso de Probeta + Muestra	Kg						
1 ^a	Kg	6.834	7.040	6.956	7.172	6.760	7.014
2 ^a	Kg	6.842	7.072	6.914	7.130	6.800	7.016
3 ^a	Kg	6.874	7.086	6.944	7.100	6.778	6.976
4 ^a	Kg	6.858	7.114	6.906	7.140	6.784	6.974
5 ^a	Kg	6.846	7.106	6.924	7.140	6.798	7.016
6 ^a	Kg	6.874	7.132	6.942	7.130	6.802	
7 ^a	Kg	6.864	7.094				
8 ^a	Kg	6.854	7.134				
9 ^a	Kg		7.134				
10 ^a	Kg						
Peso de Probeta	Kg						
1 ^a	Kg	1.620	1.826	1.742	1.958	1.546	1.800
2 ^a	Kg	1.628	1.858	1.700	1.916	1.586	1.802
3 ^a	Kg	1.660	1.872	1.730	1.896	1.564	1.762
4 ^a	Kg	1.644	1.900	1.692	1.926	1.570	1.760
5 ^a	Kg	1.632	1.892	1.710	1.926	1.584	1.802
6 ^a	Kg	1.660	1.918	1.728	1.916	1.588	
7 ^a	Kg	1.650	1.880				
8 ^a	Kg	1.640	1.920				
9 ^a	Kg		1.920				
10 ^a	Kg						
Pesos Elegidos	Kg						
1 ^a	Kg	1.644	1.920	1.730	1.926	1.584	1.800
2 ^a	Kg	1.640	1.918	1.742	1.926	1.588	1.802
3 ^a	Kg	1.632	1.920	1.728	1.916	1.586	1.802
Promedio	Kg	1.64	1.92	1.73	1.92	1.59	1.80
Peso Unitario	kg / m ³	1262.53	1678.78	1335.47	1481.35	1221.96	1397.86



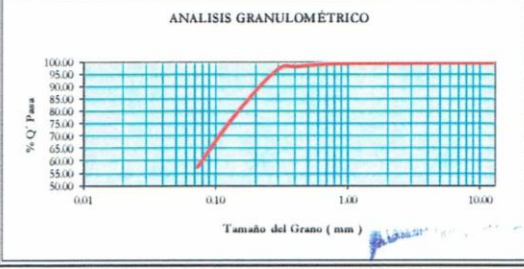
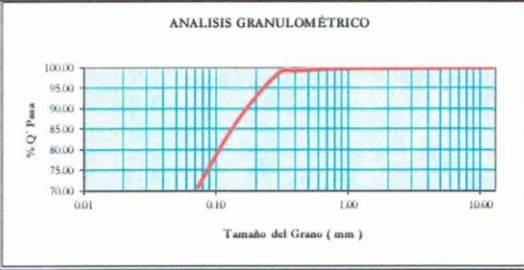
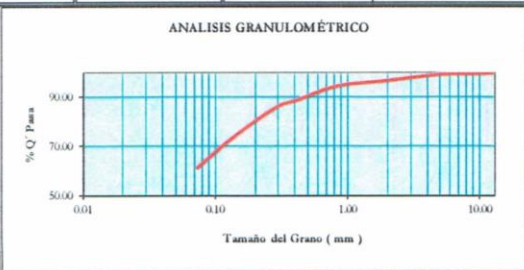
Anexo 2. Imágenes 4. 14 Ensayo de peso volumétrico seco compactado

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL							
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"							
PESO UNITARIO							
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramirez Victor Edgardo Puyén Lamas	FECHA:		10/05/2018			
LUGAR:	Campus USAT						
NORMA:	ASTM C29/C29M - 07						
Descripción	Unidades	Ubicación : Modumi		Ubicación : Illimo		Ubicación : Tucume	
		Suelto	Compactado	Suelto	Compactado	Suelto	Compactado
Peso de Probeta	Kg	5.214	5.214	5.214	5.214	5.214	5.214
Diámetro de Probeta	m	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
Espesor de Probeta	m	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
Altura de Probeta	m	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162
Volumen de Probeta	m ³	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Peso de Probeta + Muestra	Kg						
1°	Kg	6.834	7.040	6.956	7.172	6.760	7.014
2°	Kg	6.842	7.072	6.914	7.130	6.800	7.016
3°	Kg	6.874	7.086	6.944	7.100	6.778	6.976
4°	Kg	6.858	7.114	6.906	7.140	6.784	6.974
5°	Kg	6.846	7.106	6.924	7.140	6.798	7.016
6°	Kg	6.874	7.132	6.942	7.130	6.802	
7°	Kg	6.864	7.094				
8°	Kg	6.854	7.134				
9°	Kg		7.134				
10°	Kg						
Peso de Probeta	Kg						
1°	Kg	1.620	1.826	1.742	1.958	1.546	1.800
2°	Kg	1.628	1.858	1.700	1.916	1.586	1.802
3°	Kg	1.660	1.872	1.730	1.886	1.564	1.762
4°	Kg	1.644	1.900	1.692	1.926	1.570	1.760
5°	Kg	1.632	1.892	1.710	1.926	1.584	1.802
6°	Kg	1.660	1.918	1.728	1.916	1.588	
7°	Kg	1.650	1.880				
8°	Kg	1.640	1.920				
9°	Kg		1.920				
10°	Kg						
Pesos Elegidos	Kg						
1°	Kg	1.644	1.920	1.730	1.926	1.584	1.800
2°	Kg	1.640	1.918	1.742	1.926	1.588	1.802
3°	Kg	1.632	1.920	1.728	1.916	1.586	1.802
Promedio	Kg	1.64	1.92	1.73	1.92	1.59	1.80
Peso Unitario	kg / m ³	1262.53	1478.78	1335.47	1481.35	1221.96	1387.86



Anexo 2. Imágenes 4. 15 Ensayo de granulometría

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL				
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
TESISISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Payén Lamas		FECHA: 10/05/2018		
LUGAR: Campus USAT				
NORMA: NTP 339 125				
MUESTRA DE MOCHUMÍ				
Peso Inicial de la Muestra Seca	592.00 Gr	Ubicación: Mochumí	D60 = 11.98	Cu = 25.489
Peso de la Muestra Después del Lavado	232.91 Gr	Estrato: E1	D30 = 2.40	Cc = 1.023
Perdida por Lavado	359.09 Gr	Peso Tara: 85.93	D10 = 0.47	
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.) + Tara (gr.)		% Q' Pasa
		(gr.)	(%)	
1/2	12.700	0	0.00	100.00
3/8	9.525	87.22	1.29	99.78
1/4	6.350	86.30	0.37	99.72
4	4.760	88.23	2.3	99.33
10	2.000	99.92	13.99	96.97
20	0.840	99.12	13.19	94.74
40	0.420	119.81	33.88	89.02
50	0.297	101.67	15.74	86.36
100	0.149	150.70	64.77	75.42
200	0.074	168.09	82.16	61.54
Fondo		450.24	364.31	61.54
Total Retenido:			592.00	100.00
MUESTRA DE ÍLLIMO				
Peso Inicial de la Muestra Seca	568.00 Gr	Ubicación: Íllimo	D60 = 11.98	Cu = 25.489
Peso de la Muestra Después del Lavado	171.62 Gr	Estrato: E1	D30 = 2.40	Cc = 1.023
Perdida por Lavado	396.38 Gr	Peso Tara: 85.95	D10 = 0.47	
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.) + Tara (gr.)		% Q' Pasa
		(gr.)	(%)	
1/2	12.700	0.000	0.00	100.00
3/8	9.525	0.000	0.00	100.00
1/4	6.350	0.000	0.00	100.00
4	4.760	86.130	0.180	99.97
10	2.000	86.500	0.550	99.87
20	0.840	86.390	0.440	99.79
40	0.420	88.670	2.720	99.32
50	0.297	90.280	4.330	98.55
100	0.149	149.970	64.020	87.28
200	0.074	179.050	93.100	70.89
Fondo		488.610	402.660	70.89
Total Retenido:			568.00	100.00
MUESTRA DE TÚCUME				
Peso Inicial de la Muestra Seca	530.00 Gr	Ubicación: Túcume	D60 = 11.98	Cu = 25.489
Peso de la Muestra Después del Lavado	231.49 Gr	Estrato: E1	D30 = 2.40	Cc = 1.023
Perdida por Lavado	298.51 Gr	Peso Tara: 85.95	D10 = 0.47	
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.) + Tara (gr.)		% Q' Pasa
		(gr.)	(%)	
1/2	12.700	0.000	0.00	100.00
3/8	9.525	0.000	0.00	100.00
1/4	6.350	86.200	0.250	99.95
4	4.760	0.000	0.00	99.95
10	2.000	86.550	0.600	99.84
20	0.840	86.850	0.900	99.67
40	0.420	91.410	5.460	98.64
50	0.297	92.280	6.330	97.45
100	0.149	177.490	91.540	80.17
200	0.074	204.750	118.800	57.76
Fondo		392.070	306.120	57.76
Total Retenido:			530.00	100.00

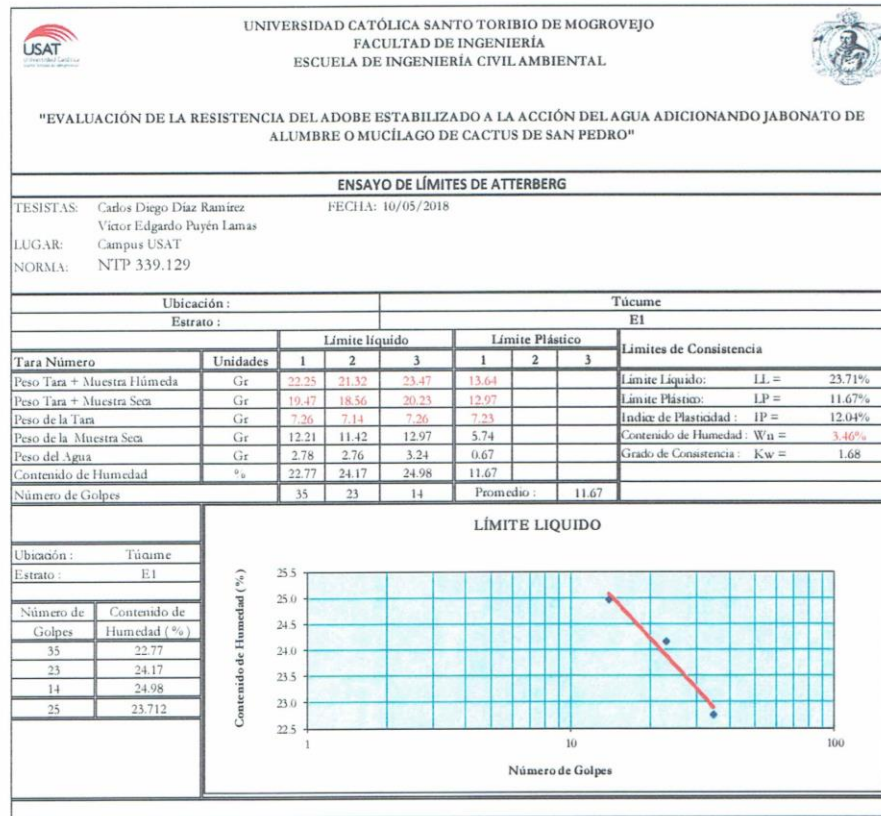


Anexo 2. Imágenes 4. 16 Ensayo de límite de consistencia parte 1

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA						ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL	
<p style="text-align: center;">"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"</p>									
ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG									
TESISTAS: Carlos Diego Díaz Ramirez				FECHA: 10/05/2018					
LUGAR: Víctor Edgardo Puyén Lamas									
NORMA: Campus USAT									
NORMA: NTP 339.129									
Fecha de Muestreo : 06/01/2018									
Ubicación : Mochumí									
Estrato : E1									
		Límite Líquido			Límite Plástico			Límites de Consistencia	
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	3		
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	20.66	25.25	17.40	19.67			Límite Líquido: LL =	23.61%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	18.25	23.50	14.86	19.19			Límite Plástico: LP =	14.68%
Peso de la Tara	Gr	7.19	16.50	4.62	15.92			Índice de Plasticidad: IP =	8.93%
Peso de la Muestra Seca	Gr	11.06	7.00	10.24	3.27			Contenido de Humedad: W _n =	2.82%
Peso del Agua	Gr	2.41	1.75	2.54	0.48			Grado de Consistencia: K _w =	2.33
Contenido de Humedad	%	21.79	25.00	24.80	14.68				
Número de Golpes		33	25	15	Promedio :			14.68	
LÍMITE LIQUIDO									
Ubicación : Mochumí									
Estrato : E1									
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)								
33	21.79								
25	25.00								
15	24.80								
25	23.608								
LÍMITE LIQUIDO									
Ubicación : Ñilimo									
Estrato : E1									
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)								
35	22.95								
25	24.27								
10	27.64								
25	24.231								
LÍMITE LIQUIDO									



Anexo 2. Imágenes 4. 17 Ensayo de límite de consistencia parte 2



Anexo 2. Imágenes 4. 18 Ensayo de contenido de humedad

Observaciones :		Ubicación : Mochumi			Ubicación : Ñilimo			Ubicación : Túcume		
Tara Número		Estrato : E1			Estrato : E1			Estrato : E1		
Unidades	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	1112.52	1080.00		1121.73	1168.00		1074.00	958.00	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	1080.00	1058.00		1070.00	1122.00		1036.00	932.00	
Peso de la Tara	Gr	112.26	94.00		121.63	82.00		73.99	56.00	
Peso de la Muestra Seca	Gr	967.74	964.00		948.37	1040.00		962.01	876.00	
Peso del Agua	Gr	32.52	22.00		51.73	46.00		38.00	26.00	
Contenido de Humedad	%	3.36	2.28		5.45	4.42		3.95	2.97	
Promedio	%		2.82			4.94			3.46	

Observaciones :		Ubicación : Mochumi			Ubicación : Ñilimo			Ubicación : Túcume		
Tara Número		Estrato : E1			Estrato : E1			Estrato : E1		
Unidades	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Peso del Suelo Seco	Gr	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Peso Frasco Vacío	Gr	177.65	177.65	177.65	177.65	177.65	177.65	177.65	177.65	177.65
Peso Frasco + Agua	Gr	675.55	675.55	675.55	675.55	675.55	675.55	675.55	675.55	675.55
Peso Frasco + Agua + Suelo	Gr	736.82	736.82	736.82	736.48	736.48	736.48	736.93	737.93	738.93
Volumen de Sólidos	Cm ³	38.73	38.73	38.73	39.07	39.07	39.07	38.62	37.62	36.62
Peso Especifico de Sólidos	Gr / Cm ³	2.58	2.58	2.58	2.56	2.56	2.56	2.59	2.66	2.73
Promedio	Gr / Cm ³		2.58			2.56			2.66	





Anexo 2. Imágenes 4. 19 Ensayo de absorción

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																																					
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																																						
ABSORCIÓN																																						
TESISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez	FECHA: 14/06/2018																																					
LUGAR: Campus USAT	Víctor Edgardo Puyén Lamas																																					
NORMA: ASTM C 127																																						
<table border="1" data-bbox="500 661 1128 892"> <thead> <tr> <th></th> <th>MOCHUMÍ</th> <th>TÚCUME</th> <th>ÍLLIMO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. FIOLA + AGUA + MUESTRA SSS</td> <td>744.41 gr</td> <td>742.55 gr</td> <td>737.08 gr</td> </tr> <tr> <td>2. FIOLA</td> <td>186.15 gr</td> <td>186.15 gr</td> <td>178.04 gr</td> </tr> <tr> <td>3. AGUA</td> <td>458.26 gr</td> <td>456.40 gr</td> <td>459.04 gr</td> </tr> <tr> <td>4. MUESTRA SSS</td> <td>100.00 gr</td> <td>100.00 gr</td> <td>100.00 gr</td> </tr> <tr> <td>5. TARA + MUESTRA SECA</td> <td>166.22 gr</td> <td>185.01 gr</td> <td>182.97 gr</td> </tr> <tr> <td>6. TARA</td> <td>73.13 gr</td> <td>85.93 gr</td> <td>87.14 gr</td> </tr> <tr> <td>7. MUESTRA SECA</td> <td>93.09 gr</td> <td>99.08 gr</td> <td>95.83 gr</td> </tr> <tr> <td>8. ABSORCIÓN</td> <td>7.42%</td> <td>0.93%</td> <td>4.35%</td> </tr> </tbody> </table>		MOCHUMÍ	TÚCUME	ÍLLIMO	1. FIOLA + AGUA + MUESTRA SSS	744.41 gr	742.55 gr	737.08 gr	2. FIOLA	186.15 gr	186.15 gr	178.04 gr	3. AGUA	458.26 gr	456.40 gr	459.04 gr	4. MUESTRA SSS	100.00 gr	100.00 gr	100.00 gr	5. TARA + MUESTRA SECA	166.22 gr	185.01 gr	182.97 gr	6. TARA	73.13 gr	85.93 gr	87.14 gr	7. MUESTRA SECA	93.09 gr	99.08 gr	95.83 gr	8. ABSORCIÓN	7.42%	0.93%	4.35%		
	MOCHUMÍ	TÚCUME	ÍLLIMO																																			
1. FIOLA + AGUA + MUESTRA SSS	744.41 gr	742.55 gr	737.08 gr																																			
2. FIOLA	186.15 gr	186.15 gr	178.04 gr																																			
3. AGUA	458.26 gr	456.40 gr	459.04 gr																																			
4. MUESTRA SSS	100.00 gr	100.00 gr	100.00 gr																																			
5. TARA + MUESTRA SECA	166.22 gr	185.01 gr	182.97 gr																																			
6. TARA	73.13 gr	85.93 gr	87.14 gr																																			
7. MUESTRA SECA	93.09 gr	99.08 gr	95.83 gr																																			
8. ABSORCIÓN	7.42%	0.93%	4.35%																																			

Elaborado por: [Firma]





Anexo 2. Imágenes 4. 20 Ensayo de determinación de PH

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL		
	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"		
DETERMINACIÓN DEL PH			
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez	FECHA:	07/05/2018
	Víctor Edgardo Puyén Lamas		
LUGAR:	Universidad Nacional de Trujillo		
	Mucílago de cactus	Jabonato de alumbre	
	PH	4.25	6.38
Datos sacados del informe elaborado por el LASACI (Laboratorio de servicios a la comunidad e investigación) la Universidad Nacional de Trujillo			



Anexo 2. Imágenes 4. 21 Ensayo de contenido de sales


	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL			
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"				
CONTENIDO DE SALES				
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez	FECHA:	07/05/2018	
	Víctor Edgardo Puyén Lamas			
LUGAR:	Universidad Nacional de Trujillo			
		Mucílago de cactus	Jabonato de alumbre	
	SALES	NaCl, Cao	Kal, CaO, NaCl	
Datos sacados del informe elaborado por el LASACI (Laboratorio de servicios a la comunidad e investigación) la Universidad Nacional de Trujillo				

Anexo 2. Imágenes 4. 22 Ensayo de identificación de metales pesados

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL			
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"				
IDENTIFICACIÓN DE METALES PESADOS				
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez	FECHA:	07/05/2018	
	Víctor Edgardo Puyén Lamas			
LUGAR:	Universidad Nacional de Trujillo			
		Mucílago de cactus	Jabonato de alumbre	
	Fe 2+ (ppm)	234.18	185.57	
Datos sacados del informe elaborado por el LASACI (Laboratorio de servicios a la comunidad e investigación) la Universidad Nacional de Trujillo				



Anexo 2. Imágenes 4. 23 Identificación de porcentaje de volátiles

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL			
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"					
PORCENTAJE DE VOLÁTILES					
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez	FECHA:	07/05/2018		
	Víctor Edgardo Puyén Lamas				
LUGAR:	Universidad Nacional de Trujillo				
		Mucílago de cactus	Jabonato de alumbre		
SUSTANCIAS VOLÁTILES		Etileno, propano, n - propano, CO2	CO2		
Datos sacados del informe elaborado por el LASACI (Laboratorio de servicios a la comunidad e investigación) la Universidad Nacional de Trujillo					

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL



Anexo 2. Imágenes 4. 24 Ensayo de determinación de la densidad de líquidos parte 1

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL	
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"		
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE LÍQUIDOS - JABONATO DE ALUMBRE		
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA: 09/05/2018
LUGAR:	Campus USAT	
. Balanza electrónica . Estabilizantes . Probeta . Agua		
pd	1.079	gr/ml
m(p+d)	357.4	gr
m(p+w)	337.71	gr
mp	89.28	gr
pw	1	gr/ml
pd	densidad de la disolución	
m(p+d)	masa del líquido contenido en la probeta	
m(p+w)	masa del agua contenida en la probeta	
mp	peso de la probeta vacía	
pw	densidad del agua	



Anexo 2. Imágenes 4. 25 Ensayo de determinación de la densidad de líquidos parte 2

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL</p> 															
<p>"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"</p>															
<p>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE LÍQUIDOS - MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO</p>															
<p>TESISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez FECHA: 09/05/2018 Víctor Edgardo Puyén Lamas</p>															
<p>LUGAR: Campus USAT</p>															
<p>. Balanza electrónica . Estabilizantes . Probeta . Agua</p>															
<table border="1"> <tr> <td>pd</td> <td style="text-align: center;">1.072</td> <td>gr/ml</td> </tr> <tr> <td>m(p+d)</td> <td style="text-align: center;">355.56</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>m(p+w)</td> <td style="text-align: center;">337.71</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>mp</td> <td style="text-align: center;">89.28</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>pw</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>gr/ml</td> </tr> </table>	pd	1.072	gr/ml	m(p+d)	355.56	gr	m(p+w)	337.71	gr	mp	89.28	gr	pw	1	gr/ml
pd	1.072	gr/ml													
m(p+d)	355.56	gr													
m(p+w)	337.71	gr													
mp	89.28	gr													
pw	1	gr/ml													
<p>pd densidad de la disolución m(p+d) masa del líquido contenido en la probeta m(p+w) masa del agua contenida en la probeta mp peso de la probeta vacía pw densidad del agua</p>															

Reporte de Laboratorio





Anexo 2. Imágenes 4. 26 Ensayo de determinación de la viscosidad

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL			
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"					
DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD					
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez	FECHA:	07/05/2018		
	Víctor Edgardo Puyén Lamas				
LUGAR:	Universidad Nacional de Trujillo				
		Mucílago de cactus	Jabonato de alumbre		
VISCOSIDAD (dl/gr)		2.62	6.85		
Datos sacados del informe elaborado por el LASACI (Laboratorio de servicios a la comunidad e investigación) la Universidad Nacional de Trujillo					

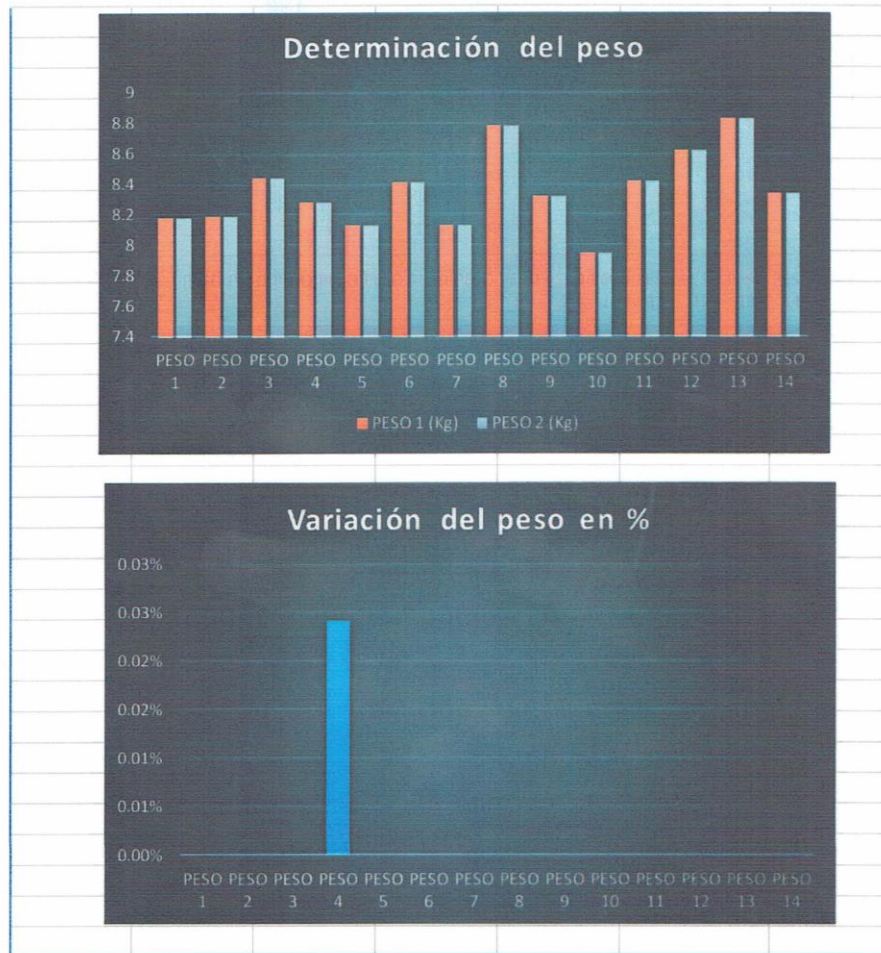


Anexo 2. Imágenes 4. 27 Ensayo de determinación de peso parte 1



	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL			
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"				
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL PESO (NTP 399.613)				
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez	FECHA:	03/05/2018	
	Víctor Edgardo Puyén Lamas			
LUGAR:	Campus USAT			
	.Brocha			
	.Balanza electrónica con sensibilidad de 0.5 gr			
Análisis de los datos del ensayo de determinación del peso				
	ADOBE N°	PESO 1 (Kg)	PESO 2 (Kg)	VARIACIÓN (%)
	PESO 1	8.182	8.182	0.00%
	PESO 2	8.19	8.19	0.00%
	PESO 3	8.444	8.444	0.00%
	PESO 4	8.278	8.276	0.02%
	PESO 5	8.126	8.126	0.00%
	PESO 6	8.414	8.414	0.00%
	PESO 7	8.126	8.126	0.00%
	PESO 8	8.778	8.778	0.00%
	PESO 9	8.316	8.316	0.00%
	PESO 10	7.95	7.95	0.00%
	PESO 11	8.416	8.416	0.00%
	PESO 12	8.62	8.62	0.00%
	PESO 13	8.828	8.828	0.00%
	PESO 14	8.342	8.342	0.00%
	PROMEDIO	8.358		



Anexo 2. Imágenes 4. 28 Ensayo de determinación de peso parte 2



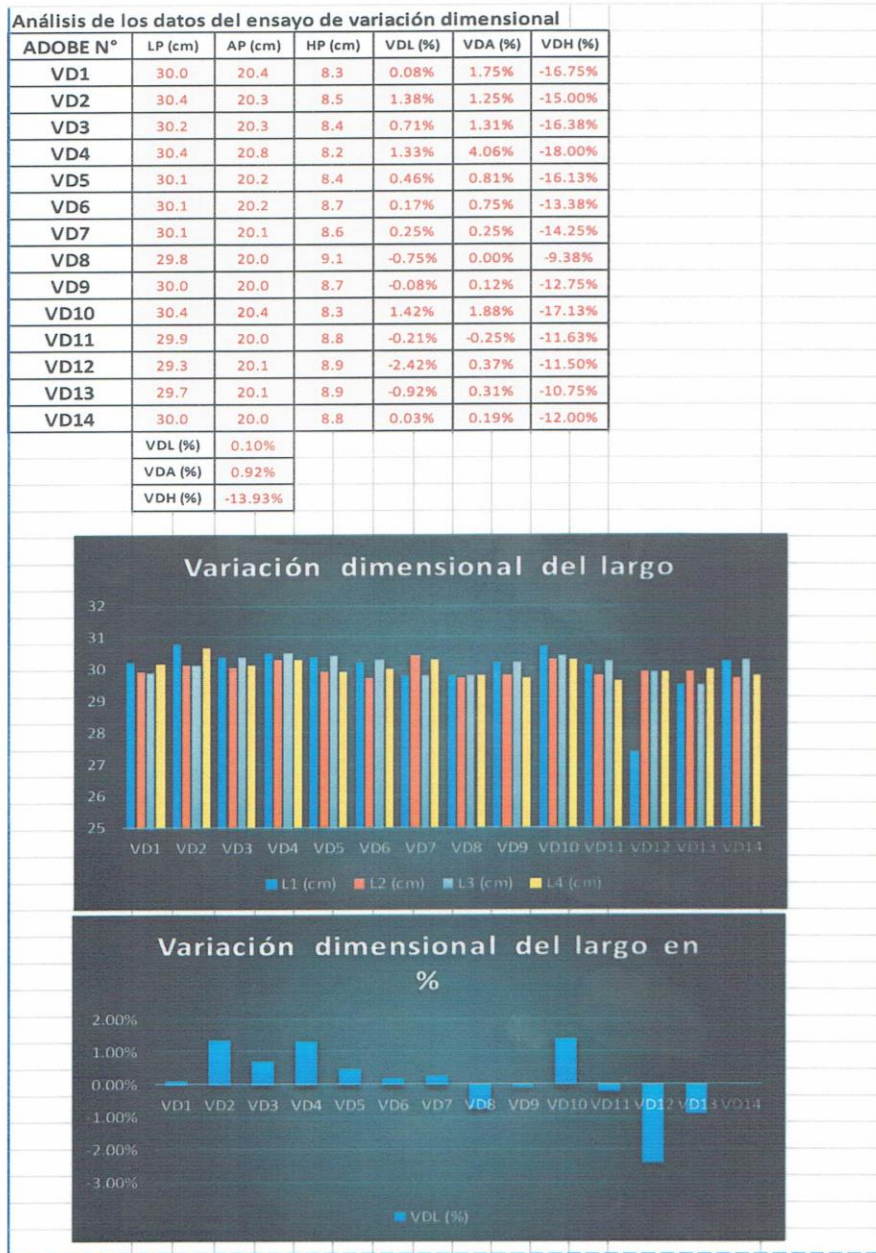
Anexo 2. Imágenes 4. 29 Ensayo de variación dimensional parte 1

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL										
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"												
ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL (NTP 399.613)												
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez			FECHA:	03/05/2018							
	Víctor Edgardo Puyén Lamas											
LUGAR:	Campus USAT											
	.Brocha											
	.Regla de acero graduada de 30 cm											
Datos del ensayo de variación dimensional												
ADOBE N°	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)
VD1	30	30	30	30	21	20	20	21	8.2	8.9	7.9	8.4
VD2	31	30	30	31	20	20	20	20	8.4	8	9	8.6
VD3	30	30	30	30	20	20	20	21	8.7	8.2	8.7	7.9
VD4	31	30	31	30	20	21	21	21	8.4	8.6	7.8	8.1
VD5	30	30	30	30	20	20	20	20	8.6	8.4	8.4	8.2
VD6	30	30	30	30	20	20	20	20	8.6	8.2	8.9	9
VD7	30	30	30	30	20	20	20	20	9	8.2	8.7	8.4
VD8	30	30	30	30	20	20	20	20	9.4	9.1	9.1	8.7
VD9	30	30	30	30	20	20	20	20	8.5	8.8	8.5	9.1
VD10	31	30	30	30	21	20	20	21	8.1	8.3	8.3	8.5
VD11	30	30	30	30	20	20	20	20	9.2	9.1	8.4	8.7
VD12	27	30	30	30	20	20	20	20	8.6	9	8.9	9
VD13	30	30	30	30	20	20	20	20	9.2	8.8	8.9	8.9
VD14	30	30	30	30	20	20	20	20	8.7	8.5	9.2	8.9

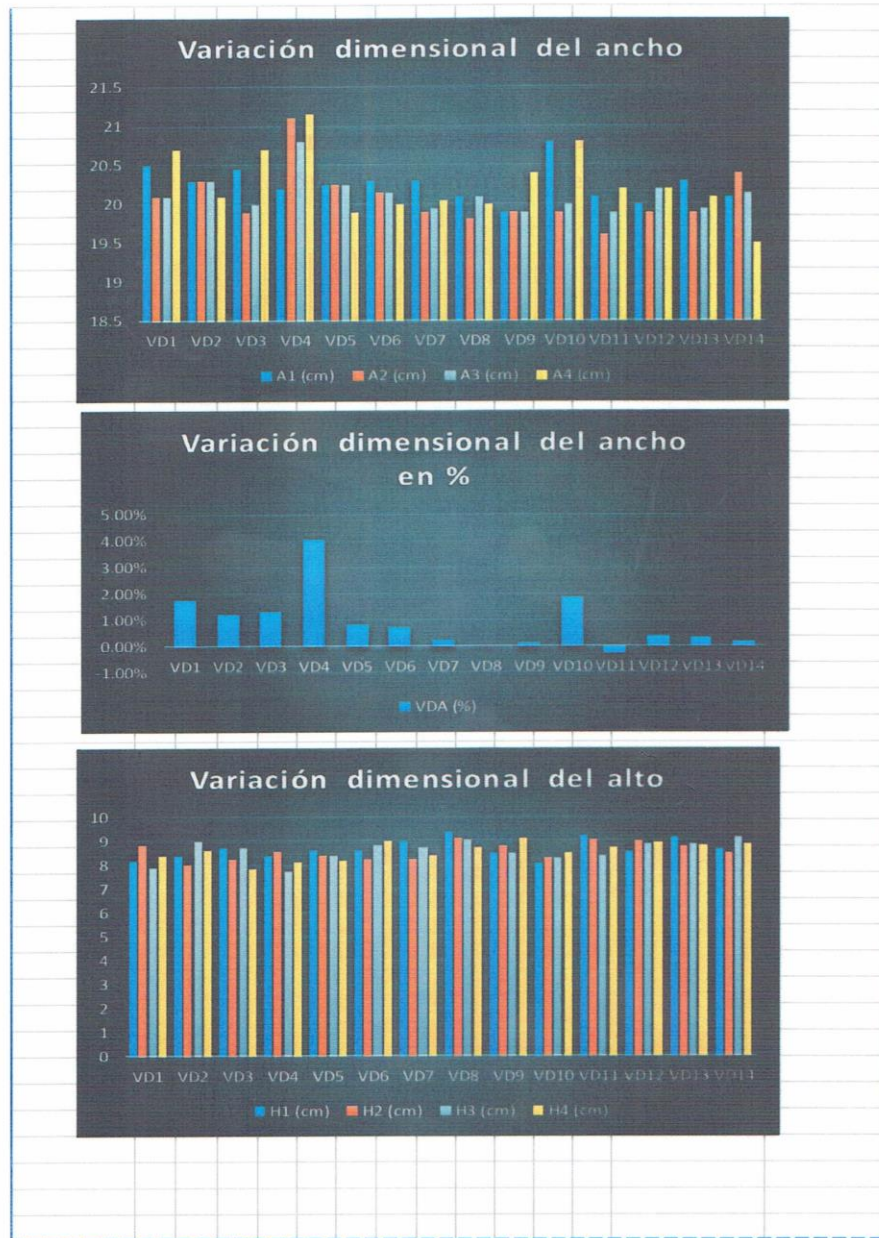


UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE
MOGROVEJO

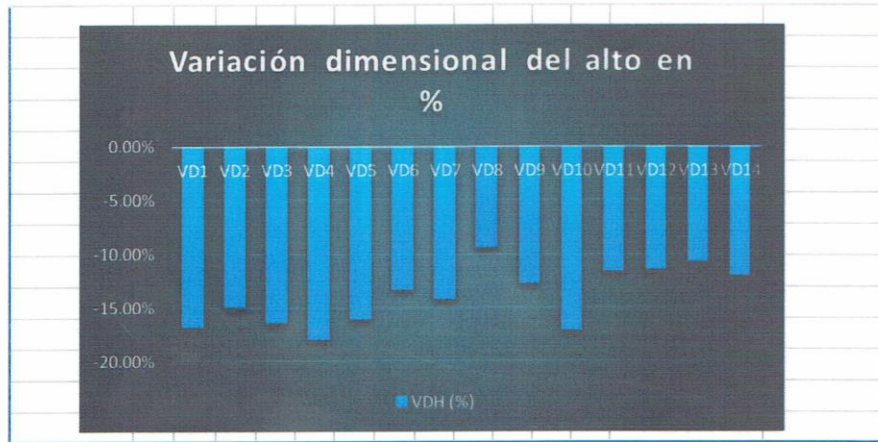
Anexo 2. Imágenes 4. 30 Ensayo de variación dimensional parte 2





Anexo 2. Imágenes 4. 31 Ensayo de variación dimensional parte 3



Anexo 2. Imágenes 4. 32 Ensayo de variación dimensional parte 4

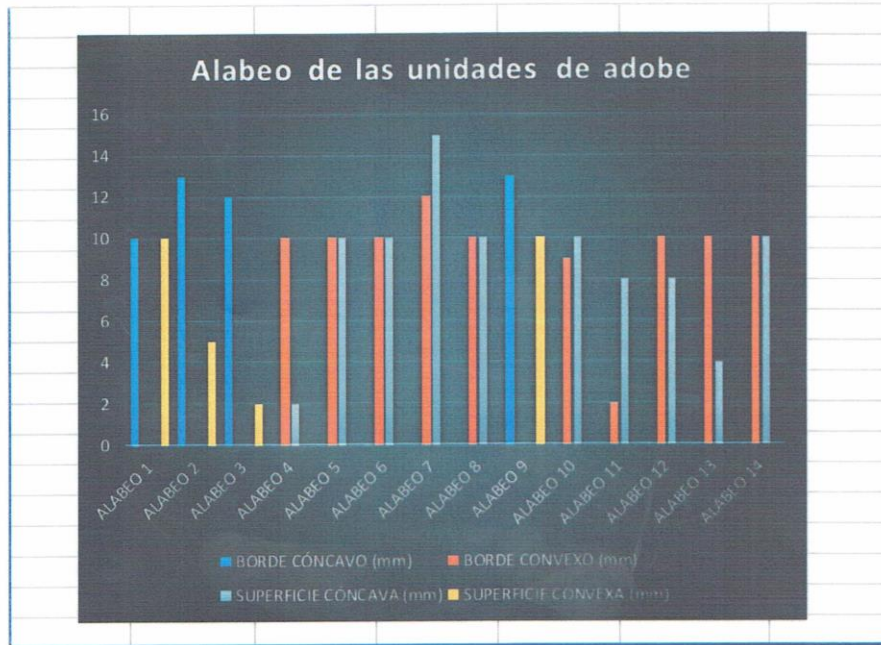


Anexo 2. Imágenes 4. 33 Ensayo de alabeo parte 1



		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL			
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"					
ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613)					
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez		FECHA:	03/05/2018	
	Víctor Edgardo Puyén Lamas				
LUGAR:	Campus USAT				
	.Brocha				
	.Regla de acero graduada de 30 cm				
	.Varilla de metal con punta redondeada				
Análisis de los datos del ensayo de alabeo					
ADOBE N°	BORDES (mm)		SUPERFICIES (mm)		
	BORDE CÓNCAVO (mm)	BORDE CONVEXO (mm)	SUPERFICIE CÓNCAVA (mm)	SUPERFICIE CONVEXA (mm)	
ALABEO 1	10			10	
ALABEO 2	13			5	
ALABEO 3	12			2	
ALABEO 4		10	2		
ALABEO 5		10	10		
ALABEO 6		10	10		
ALABEO 7		12	15		
ALABEO 8		10	10		
ALABEO 9	13			10	
ALABEO 10		9	10		
ALABEO 11		2	8		
ALABEO 12		10	8		
ALABEO 13		10	4		
ALABEO 14		10	10		
CONCAVIDAD	15.0	mm			
CONVEXIDAD	12.0	mm			



Anexo 2. Imágenes 4. 34 Ensayo de alabeo parte 2





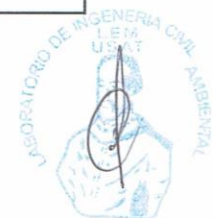
Anexo 2. Imágenes 4. 35 Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 1

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																										
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																											
ESFUERZO MÍNIMO DE ROTURA: COMPRESIÓN A LA UNIDAD																											
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA:	14/06/2018																								
LUGAR:	Campus USAT																										
Muestra Patrón																											
	Superior		Inferior		Promedio																						
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																					
Muestra N°1	30.1	20.4	30.1	20.4	30.1	20.4																					
Muestra N°2	29.9	20.3	29.9	20.3	29.9	20.3																					
Muestra N°3	30.4	20.4	30.4	20.4	30.4	20.4																					
Muestra N°4	30.6	20.7	30.6	20.7	30.6	20.7																					
Muestra N°5	30.4	20.6	30.4	20.6	30.4	20.6																					
Muestra N°6	30.1	20.3	30.1	20.3	30.1	20.3																					
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la compresión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>614.04</td><td>6300</td><td>10.260</td></tr> <tr><td>606.97</td><td>6350</td><td>10.462</td></tr> <tr><td>620.16</td><td>6330</td><td>10.207</td></tr> <tr><td>633.42</td><td>6100</td><td>9.630</td></tr> <tr><td>626.24</td><td>6250</td><td>9.980</td></tr> <tr><td>611.03</td><td>6000</td><td>9.819</td></tr> </tbody> </table>							Área	Carga	Resistencia a la compresión	614.04	6300	10.260	606.97	6350	10.462	620.16	6330	10.207	633.42	6100	9.630	626.24	6250	9.980	611.03	6000	9.819
Área	Carga	Resistencia a la compresión																									
614.04	6300	10.260																									
606.97	6350	10.462																									
620.16	6330	10.207																									
633.42	6100	9.630																									
626.24	6250	9.980																									
611.03	6000	9.819																									
Muestras a Promediar																											
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																								
Muestra N°1	10.462	10.227	Adobe de Resistencia Aceptable																								
Muestra N°2	10.260																										
Muestra N°3	10.207																										
Muestra N°4	9.980																										
<p>Nota: Unidades en kilogramos y centímetros Carga admisible : 10.2 kg/cm²</p>																											





Anexo 2. Imágenes 4. 36 Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 2

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																										
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																											
ESFUERZO MÍNIMO DE ROTURA: COMPRESIÓN A LA UNIDAD																											
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA: 13/06/2018																									
LUGAR:	Campus USAT																										
Muestra de Adobe con JA al 3%																											
	Superior		Inferior		Promedio																						
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																					
Muestra N°1	30.1	20.4	30	20.3	30.05	20.35																					
Muestra N°2	29.9	20.3	30	20.4	29.95	20.35																					
Muestra N°3	30.4	20.4	30.3	20.3	30.35	20.35																					
Muestra N°4	30.6	20.7	30.5	20.8	30.55	20.75																					
Muestra N°5	30.4	20.6	30.5	20.7	30.45	20.65																					
Muestra N°6	30.1	20.3	30.2	20.4	30.15	20.35																					
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la compresión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>611.5175</td><td>3847</td><td>6.291</td></tr> <tr><td>609.4825</td><td>2931</td><td>4.809</td></tr> <tr><td>617.6225</td><td>3548</td><td>5.745</td></tr> <tr><td>633.9125</td><td>4118</td><td>6.496</td></tr> <tr><td>628.7925</td><td>4882</td><td>7.764</td></tr> <tr><td>613.5525</td><td>3785</td><td>6.169</td></tr> </tbody> </table>							Área	Carga	Resistencia a la compresión	611.5175	3847	6.291	609.4825	2931	4.809	617.6225	3548	5.745	633.9125	4118	6.496	628.7925	4882	7.764	613.5525	3785	6.169
Área	Carga	Resistencia a la compresión																									
611.5175	3847	6.291																									
609.4825	2931	4.809																									
617.6225	3548	5.745																									
633.9125	4118	6.496																									
628.7925	4882	7.764																									
613.5525	3785	6.169																									
Muestras a Promediar																											
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																								
Muestra N°1	7.764	6.680	Adobe de Baja Resistencia																								
Muestra N°2	6.496																										
Muestra N°3	6.291																										
Muestra N°4	6.169																										
Nota:																											
Unidades en kilogramos y centímetros																											
Carga admisible : 10.2 kg/cm ²																											





Anexo 2. Imágenes 4. 37 Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 3

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																																																							
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																																																								
ESFUERZO MÍNIMO DE ROTURA: COMPRESIÓN A LA UNIDAD																																																								
TESISISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas LUGAR: Campus USAT	FECHA: 13/06/2018																																																							
Muestra de Adobe con JA al 6%																																																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Superior</th> <th colspan="2">Inferior</th> <th colspan="2">Promedio</th> </tr> <tr> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>29</td> <td>20</td> <td>29</td> <td>19.5</td> <td>29</td> <td>19.75</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>29</td> <td>20</td> <td>29</td> <td>19</td> <td>29</td> <td>19.5</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>29</td> <td>20</td> <td>29</td> <td>20</td> <td>29</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>29</td> <td>20</td> <td>29</td> <td>28</td> <td>29</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°5</td> <td>30.1</td> <td>19</td> <td>29.5</td> <td>19.5</td> <td>29.8</td> <td>19.25</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°6</td> <td>29</td> <td>20</td> <td>29</td> <td>20</td> <td>29</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	Superior		Inferior		Promedio		Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Muestra N°1	29	20	29	19.5	29	19.75	Muestra N°2	29	20	29	19	29	19.5	Muestra N°3	29	20	29	20	29	20	Muestra N°4	29	20	29	28	29	24	Muestra N°5	30.1	19	29.5	19.5	29.8	19.25	Muestra N°6	29	20	29	20	29	20	
Superior		Inferior		Promedio																																																				
Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																																																			
Muestra N°1	29	20	29	19.5	29	19.75																																																		
Muestra N°2	29	20	29	19	29	19.5																																																		
Muestra N°3	29	20	29	20	29	20																																																		
Muestra N°4	29	20	29	28	29	24																																																		
Muestra N°5	30.1	19	29.5	19.5	29.8	19.25																																																		
Muestra N°6	29	20	29	20	29	20																																																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la compresión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>572.75</td> <td>4240</td> <td>7.403</td> </tr> <tr> <td>565.5</td> <td>3200</td> <td>5.659</td> </tr> <tr> <td>580</td> <td>3920</td> <td>6.759</td> </tr> <tr> <td>696</td> <td>5320</td> <td>7.644</td> </tr> <tr> <td>573.65</td> <td>5240</td> <td>9.134</td> </tr> <tr> <td>580</td> <td>4210</td> <td>7.259</td> </tr> </tbody> </table>	Área	Carga	Resistencia a la compresión	572.75	4240	7.403	565.5	3200	5.659	580	3920	6.759	696	5320	7.644	573.65	5240	9.134	580	4210	7.259																																		
Área	Carga	Resistencia a la compresión																																																						
572.75	4240	7.403																																																						
565.5	3200	5.659																																																						
580	3920	6.759																																																						
696	5320	7.644																																																						
573.65	5240	9.134																																																						
580	4210	7.259																																																						
Muestras a Promediar																																																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Orden</th> <th>Resistencia</th> <th>Promedio</th> <th>Verificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>7.403</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">7.860</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">Adobe de Baja Resistencia</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>9.134</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>7.259</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>7.644</td> </tr> </tbody> </table>	Orden	Resistencia	Promedio	Verificación	Muestra N°1	7.403	7.860	Adobe de Baja Resistencia	Muestra N°2	9.134	Muestra N°3	7.259	Muestra N°4	7.644																																									
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																																																					
Muestra N°1	7.403	7.860	Adobe de Baja Resistencia																																																					
Muestra N°2	9.134																																																							
Muestra N°3	7.259																																																							
Muestra N°4	7.644																																																							
Nota: Unidades en kilogramos y centímetros Carga admisible : 10.2 kg/cm ²																																																								





Anexo 2. Imágenes 4. 38 Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 4

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																						
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																							
ESFUERZO MÍNIMO DE ROTURA: COMPRESIÓN A LA UNIDAD																							
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA: 13/06/2018																					
LUGAR:	Campus USAT																						
Muestra de Adobe con JA al 9%																							
	Superior	Inferior	Promedio																				
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																	
Muestra N°1	29	19	29	19.5	29	19.25																	
Muestra N°2	29	19.3	28	19.5	28.5	19.4																	
Muestra N°3	29	20	29	20	29	20																	
Muestra N°4	29	20	29	20	29	20																	
Muestra N°5	29	19.5	29	20	29	19.75																	
Muestra N°6	28	20	29	20	28.5	20																	
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la compresión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">558.25</td> <td style="text-align: center;">6690</td> <td style="text-align: center;">11.984</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">552.9</td> <td style="text-align: center;">3760</td> <td style="text-align: center;">6.801</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">580</td> <td style="text-align: center;">5530</td> <td style="text-align: center;">9.534</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">580</td> <td style="text-align: center;">7040</td> <td style="text-align: center;">12.138</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">572.75</td> <td style="text-align: center;">3280</td> <td style="text-align: center;">5.727</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">570</td> <td style="text-align: center;">4350</td> <td style="text-align: center;">7.632</td> </tr> </tbody> </table>			Área	Carga	Resistencia a la compresión	558.25	6690	11.984	552.9	3760	6.801	580	5530	9.534	580	7040	12.138	572.75	3280	5.727	570	4350	7.632
Área	Carga	Resistencia a la compresión																					
558.25	6690	11.984																					
552.9	3760	6.801																					
580	5530	9.534																					
580	7040	12.138																					
572.75	3280	5.727																					
570	4350	7.632																					
Muestras a Promediar																							
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																				
Muestra N°1	11.984	10.322	Adobe de Resistencia Aceptable																				
Muestra N°2	7.632																						
Muestra N°3	9.534																						
Muestra N°4	12.138																						
<p>Nota:</p> <p>Unidades en kilogramos y centímetros</p> <p>Carga admisible : 10.2 kg/cm²</p>																							





Anexo 2. Imágenes 4. 39 Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 5

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																							
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																								
ESFUERZO MÍNIMO DE ROTURA: COMPRESIÓN A LA UNIDAD																								
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA: 13/06/2018																						
LUGAR:	Campus USAT																							
Muestra de Adobe con JA al 12%																								
	Superior	Inferior	Promedio																					
	Largo Ancho	Largo Ancho	Largo Ancho																					
Muestra N°1	28.5 19.5	29 19.8	28.75 19.65																					
Muestra N°2	26 19	27 19	26.5 19																					
Muestra N°3	28.5 19.1	28.5 19.1	28.5 19.1																					
Muestra N°4	29 19.5	29 19.5	29 19.5																					
Muestra N°5	29.5 19.5	29 19.5	29.25 19.5																					
Muestra N°6	29 19.5	29.5 19	29.25 19.25																					
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la compresión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>564.9375</td><td>5440</td><td>9.629</td></tr> <tr><td>503.5</td><td>4550</td><td>9.037</td></tr> <tr><td>544.35</td><td>6550</td><td>12.033</td></tr> <tr><td>565.5</td><td>5480</td><td>9.691</td></tr> <tr><td>570.375</td><td>5550</td><td>9.730</td></tr> <tr><td>563.0625</td><td>6020</td><td>10.692</td></tr> </tbody> </table>			Área	Carga	Resistencia a la compresión	564.9375	5440	9.629	503.5	4550	9.037	544.35	6550	12.033	565.5	5480	9.691	570.375	5550	9.730	563.0625	6020	10.692	
Área	Carga	Resistencia a la compresión																						
564.9375	5440	9.629																						
503.5	4550	9.037																						
544.35	6550	12.033																						
565.5	5480	9.691																						
570.375	5550	9.730																						
563.0625	6020	10.692																						
Muestras a Promediar																								
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																					
Muestra N°1	9.730	10.536	Adobe de Resistencia Aceptable																					
Muestra N°2	10.692																							
Muestra N°3	12.033																							
Muestra N°4	9.691																							
Nota:																								
Unidades en kilogramos y centímetros																								
Carga admisible :		10.2 kg/cm ²																						





UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE

Anexo 2. Imágenes 4. 40 Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 6

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																																																	
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																																																		
ESFUERZO MÍNIMO DE ROTURA: COMPRESIÓN A LA UNIDAD																																																		
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA: 13/06/2018																																																
LUGAR:	Campus USAT																																																	
Muestra de Adobe con SP al 3%																																																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Superior</th> <th colspan="2">Inferior</th> <th colspan="2">Promedio</th> </tr> <tr> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>26.5</td> <td>19</td> <td>29</td> <td>16.5</td> <td>27.75</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>28</td> <td>20</td> <td>28</td> <td>18.5</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>29</td> <td>20</td> <td>29</td> <td>19</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>29</td> <td>18</td> <td>26</td> <td>18</td> <td>27.5</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°5</td> <td>28</td> <td>17</td> <td>28</td> <td>19</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°6</td> <td>28</td> <td>17</td> <td>29</td> <td>18</td> <td>28.5</td> </tr> </tbody> </table>	Superior		Inferior		Promedio		Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Muestra N°1	26.5	19	29	16.5	27.75	Muestra N°2	28	20	28	18.5	28	Muestra N°3	29	20	29	19	29	Muestra N°4	29	18	26	18	27.5	Muestra N°5	28	17	28	19	28	Muestra N°6	28	17	29	18	28.5	
Superior		Inferior		Promedio																																														
Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																																													
Muestra N°1	26.5	19	29	16.5	27.75																																													
Muestra N°2	28	20	28	18.5	28																																													
Muestra N°3	29	20	29	19	29																																													
Muestra N°4	29	18	26	18	27.5																																													
Muestra N°5	28	17	28	19	28																																													
Muestra N°6	28	17	29	18	28.5																																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la compresión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>492.5625</td> <td>3440</td> <td>6.984</td> </tr> <tr> <td>539</td> <td>2630</td> <td>4.879</td> </tr> <tr> <td>565.5</td> <td>3770</td> <td>6.667</td> </tr> <tr> <td>495</td> <td>3020</td> <td>6.101</td> </tr> <tr> <td>504</td> <td>1710</td> <td>3.393</td> </tr> <tr> <td>498.75</td> <td>5240</td> <td>10.506</td> </tr> </tbody> </table>	Área	Carga	Resistencia a la compresión	492.5625	3440	6.984	539	2630	4.879	565.5	3770	6.667	495	3020	6.101	504	1710	3.393	498.75	5240	10.506																												
Área	Carga	Resistencia a la compresión																																																
492.5625	3440	6.984																																																
539	2630	4.879																																																
565.5	3770	6.667																																																
495	3020	6.101																																																
504	1710	3.393																																																
498.75	5240	10.506																																																
Muestras a Promediar																																																		
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																																															
Muestra N°1	6.984	7.564	Adobe de Baja Resistencia																																															
Muestra N°2	10.506																																																	
Muestra N°3	6.667																																																	
Muestra N°4	6.101																																																	
<p>Nota: Unidades en kilogramos y centímetros Carga admisible : 10.2 kg/cm²</p>																																																		





Anexo 2. Imágenes 4. 41 Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 7

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																							
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																								
ESFUERZO MÍNIMO DE ROTURA: COMPRESIÓN A LA UNIDAD																								
TESISISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas Campus USAT	FECHA: 13/06/2018																						
Muestra de Adobe con SP al 6%																								
	Superior	Inferior	Promedio																					
	Largo Ancho	Largo Ancho	Largo Ancho																					
Muestra N°1	30 20	30 20	30 20																					
Muestra N°2	29.7 20.4	29.5 20.5	29.6 20.45																					
Muestra N°3	29 18.7	28.5 19.7	28.75 19.2																					
Muestra N°4	26.5 17.5	29.7 20	28.1 18.75																					
Muestra N°5	28.5 20	29.3 18.5	28.9 19.25																					
Muestra N°6	28 19.4	27 19	27.5 19.2																					
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la compresión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>600</td> <td>6720</td> <td>11.200</td> </tr> <tr> <td>605.32</td> <td>4810</td> <td>7.946</td> </tr> <tr> <td>552</td> <td>1670</td> <td>3.025</td> </tr> <tr> <td>526.875</td> <td>1680</td> <td>3.189</td> </tr> <tr> <td>556.325</td> <td>6460</td> <td>11.612</td> </tr> <tr> <td>528</td> <td>1950</td> <td>3.693</td> </tr> </tbody> </table>			Área	Carga	Resistencia a la compresión	600	6720	11.200	605.32	4810	7.946	552	1670	3.025	526.875	1680	3.189	556.325	6460	11.612	528	1950	3.693	
Área	Carga	Resistencia a la compresión																						
600	6720	11.200																						
605.32	4810	7.946																						
552	1670	3.025																						
526.875	1680	3.189																						
556.325	6460	11.612																						
528	1950	3.693																						
Muestras a Promediar																								
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																					
Muestra N°1	11.200	8.613	Adobe de Baja Resistencia																					
Muestra N°2	7.946																							
Muestra N°3	11.612																							
Muestra N°4	3.693																							
Nota: Unidades en kilogramos y centímetros Carga admisible : 10.2 kg/cm ²																								





Anexo 2. Imágenes 4. 42Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 8

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																										
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																											
ESFUERZO MÍNIMO DE ROTURA: COMPRESIÓN A LA UNIDAD																											
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA:	13/06/2018																								
LUGAR:	Campus USAT																										
Muestra de Adobe con SP al 9%																											
	Superior		Inferior		Promedio																						
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																					
Muestra N°1	29	19	26	19	27.5	19																					
Muestra N°2	28.5	20	29.5	20	29	20																					
Muestra N°3	29	19.5	29	19.5	29	19.5																					
Muestra N°4	29.5	19.5	29.1	19	29.3	19.25																					
Muestra N°5	28	19.5	29	18.5	28.5	19																					
Muestra N°6	29.5	16	28	20.5	28.75	18.25																					
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la compresión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">522.5</td> <td style="text-align: center;">5200</td> <td style="text-align: center;">9.952</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">580</td> <td style="text-align: center;">4850</td> <td style="text-align: center;">8.362</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">565.5</td> <td style="text-align: center;">1850</td> <td style="text-align: center;">3.271</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">564.025</td> <td style="text-align: center;">2350</td> <td style="text-align: center;">4.166</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">541.5</td> <td style="text-align: center;">5320</td> <td style="text-align: center;">9.825</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">524.6875</td> <td style="text-align: center;">5210</td> <td style="text-align: center;">9.930</td> </tr> </tbody> </table>							Área	Carga	Resistencia a la compresión	522.5	5200	9.952	580	4850	8.362	565.5	1850	3.271	564.025	2350	4.166	541.5	5320	9.825	524.6875	5210	9.930
Área	Carga	Resistencia a la compresión																									
522.5	5200	9.952																									
580	4850	8.362																									
565.5	1850	3.271																									
564.025	2350	4.166																									
541.5	5320	9.825																									
524.6875	5210	9.930																									
Muestras a Promediar																											
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																								
Muestra N°1	9.952	9.517	Adobe de Baja Resistencia																								
Muestra N°2	8.362																										
Muestra N°3	9.825																										
Muestra N°4	9.930																										
<p>Nota: Unidades en kilogramos y centímetros Carga admisible : 10.2 kg/cm²</p>																											

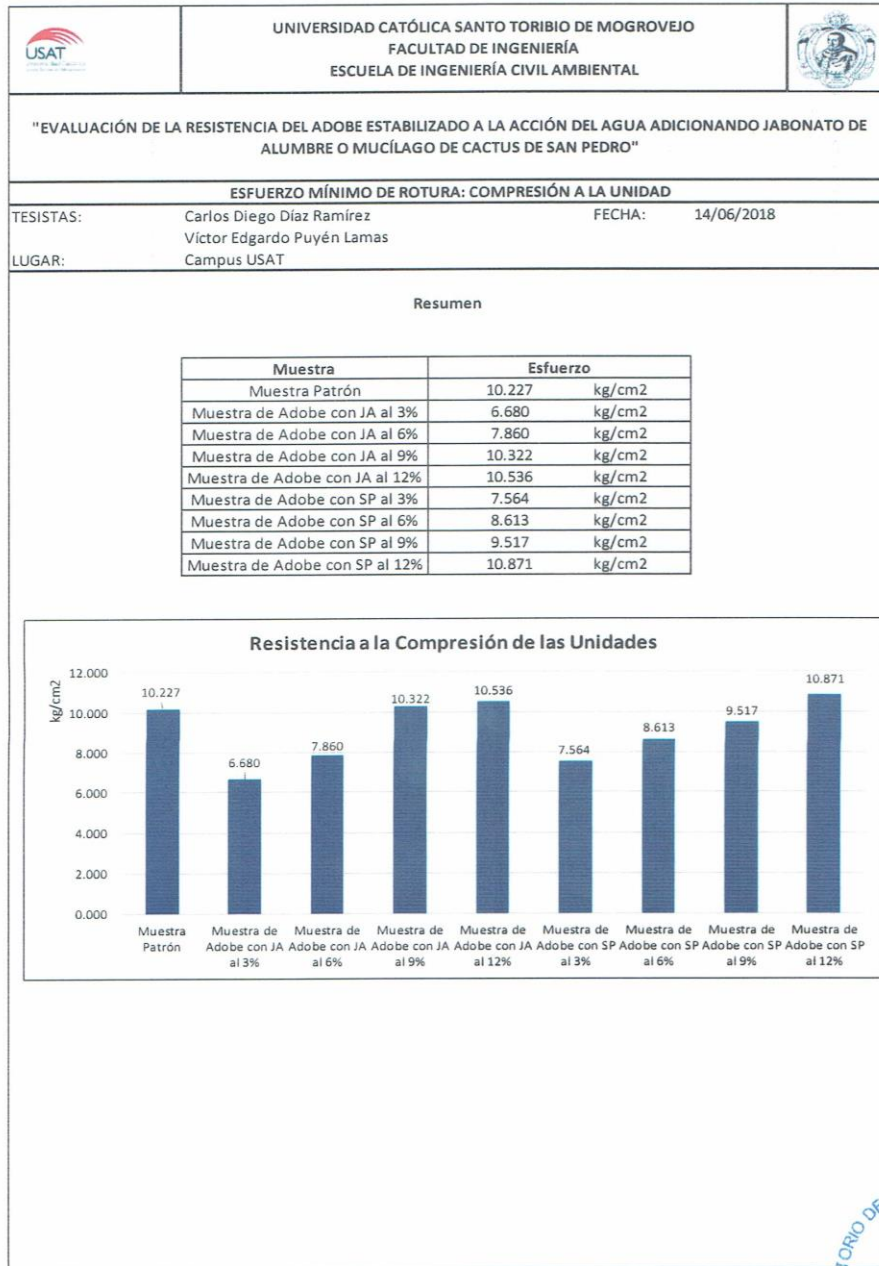


Anexo 2. Imágenes 4. 43 Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 9



	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																							
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																								
ESFUERZO MÍNIMO DE ROTURA: COMPRESIÓN A LA UNIDAD																								
TESISITAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA: 13/06/2018																						
LUGAR:	Campus USAT																							
Muestra de Adobe con SP al 12%																								
	Superior	Inferior	Promedio																					
	Largo Ancho	Largo Ancho	Largo Ancho																					
Muestra N°1	27 19,5	29 18,5	28 19																					
Muestra N°2	29 18,5	29 19	29 18,75																					
Muestra N°3	29 19	29 19	29 19																					
Muestra N°4	29 19	28 19	28,5 19																					
Muestra N°5	28,5 19	28,5 19	28,5 19																					
Muestra N°6	29 18,5	28,5 19,5	28,75 19																					
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la compresión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>532</td> <td>4910</td> <td>9.229</td> </tr> <tr> <td>543.75</td> <td>5750</td> <td>10.575</td> </tr> <tr> <td>551</td> <td>6420</td> <td>11.652</td> </tr> <tr> <td>541.5</td> <td>6330</td> <td>11.690</td> </tr> <tr> <td>541.5</td> <td>5180</td> <td>9.566</td> </tr> <tr> <td>546.25</td> <td>5200</td> <td>9.519</td> </tr> </tbody> </table>			Área	Carga	Resistencia a la compresión	532	4910	9.229	543.75	5750	10.575	551	6420	11.652	541.5	6330	11.690	541.5	5180	9.566	546.25	5200	9.519	
Área	Carga	Resistencia a la compresión																						
532	4910	9.229																						
543.75	5750	10.575																						
551	6420	11.652																						
541.5	6330	11.690																						
541.5	5180	9.566																						
546.25	5200	9.519																						
Muestras a Promediar																								
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																					
Muestra N°1	9.566	10.871	Adobe de Resistencia Aceptable																					
Muestra N°2	10.575																							
Muestra N°3	11.652																							
Muestra N°4	11.690																							
Nota: Unidades en kilogramos y centímetros Carga admisible : 10.2 kg/cm ²																								



Anexo 2. Imágenes 4. 44 Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe parte 10



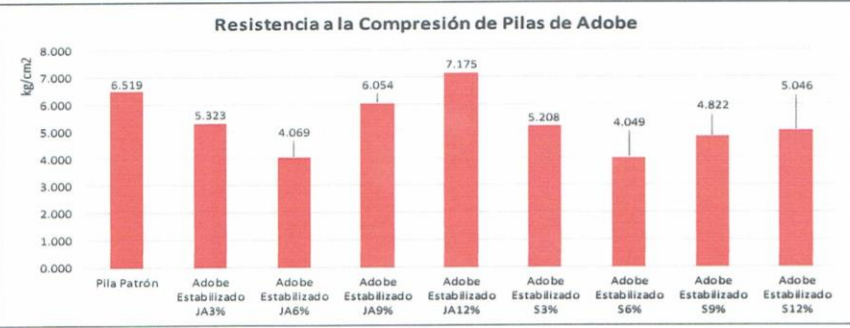


Anexo 2. Imágenes 4. 45 Ensayo de la resistencia a la compresión en prismas de albañilería parte 1

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL						
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"								
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS (NTP 399.613 - NORMA E.080)								
TESISTAS:		Carlos Diego Díaz Ramírez			FECHA:			13/06/2018
LUGAR:		Victor Edgardo Puyén Lamas						
		Campus USAT						
RESUMEN								
Muestra	Superior		Inferior		Promedio			
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho		
Pila Patrón	29.2	19.7	29.2	19.7	29.2	19.7		
Adobe Estabilizado JA3%	28.9	19.5	28.9	19.5	28.9	19.5		
Adobe Estabilizado JA6%	29.1	19	29.1	19	29.1	19		
Adobe Estabilizado JA9%	29.2	19.8	29.2	19.8	29.2	19.8		
Adobe Estabilizado JA12%	28.3	19.7	28.3	19.7	28.3	19.7		
Adobe Estabilizado S3%	30	19.2	30	19.2	30	19.2		
Adobe Estabilizado S6%	29.4	18.9	29.4	18.9	29.4	18.9		
Adobe Estabilizado S9%	29.1	19.6	29.1	19.6	29.1	19.6		
Adobe Estabilizado S12%	29.3	18.6	29.3	18.6	29.3	18.6		
Muestra	Área	Carga	Esfuerzo Admisible de la Pila (fm)	Esfuerzo Admisible de Compresión por Aplastamiento	Verificación			
Pila Patrón	575.24	3750	6.519	8.149	Resistencia Aceptable			
Adobe Estabilizado JA3%	563.55	3000	5.323	6.654	Baja Resistencia			
Adobe Estabilizado JA6%	552.9	2250	4.069	5.087	Baja Resistencia			
Adobe Estabilizado JA9%	578.16	3500	6.054	7.567	Baja Resistencia			
Adobe Estabilizado JA12%	557.51	4000	7.175	8.968	Resistencia Aceptable			
Adobe Estabilizado S3%	576	3000	5.208	6.510	Baja Resistencia			
Adobe Estabilizado S6%	555.66	2250	4.049	5.062	Baja Resistencia			
Adobe Estabilizado S9%	570.36	2750	4.822	6.027	Baja Resistencia			
Adobe Estabilizado S12%	544.98	2750	5.046	6.308	Baja Resistencia			
Nota: Unidades en kilogramos y centímetros Carga admisible : 6.12 kg/cm ²								



Anexo 2. Imágenes 4. 46 Ensayo de la resistencia a la compresión en prismas de albañilería parte 2

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																					
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																						
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS (NTP 399.613 - NORMA E.080)																						
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Victor Edgardo Puyén Lamas	FECHA: 13/06/2018																				
LUGAR:	Campus USAT																					
Resumen																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Muestra</th> <th style="width: 50%;">Esfuerzo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pila Patrón</td> <td>6.519 kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Adobe Estabilizado JA3%</td> <td>5.323 kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Adobe Estabilizado JA6%</td> <td>4.069 kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Adobe Estabilizado JA9%</td> <td>6.054 kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Adobe Estabilizado JA12%</td> <td>7.175 kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Adobe Estabilizado S3%</td> <td>5.208 kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Adobe Estabilizado S6%</td> <td>4.049 kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Adobe Estabilizado S9%</td> <td>4.822 kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Adobe Estabilizado S12%</td> <td>5.046 kg/cm²</td> </tr> </tbody> </table>			Muestra	Esfuerzo	Pila Patrón	6.519 kg/cm ²	Adobe Estabilizado JA3%	5.323 kg/cm ²	Adobe Estabilizado JA6%	4.069 kg/cm ²	Adobe Estabilizado JA9%	6.054 kg/cm ²	Adobe Estabilizado JA12%	7.175 kg/cm ²	Adobe Estabilizado S3%	5.208 kg/cm ²	Adobe Estabilizado S6%	4.049 kg/cm ²	Adobe Estabilizado S9%	4.822 kg/cm ²	Adobe Estabilizado S12%	5.046 kg/cm ²
Muestra	Esfuerzo																					
Pila Patrón	6.519 kg/cm ²																					
Adobe Estabilizado JA3%	5.323 kg/cm ²																					
Adobe Estabilizado JA6%	4.069 kg/cm ²																					
Adobe Estabilizado JA9%	6.054 kg/cm ²																					
Adobe Estabilizado JA12%	7.175 kg/cm ²																					
Adobe Estabilizado S3%	5.208 kg/cm ²																					
Adobe Estabilizado S6%	4.049 kg/cm ²																					
Adobe Estabilizado S9%	4.822 kg/cm ²																					
Adobe Estabilizado S12%	5.046 kg/cm ²																					
																						
El ensayo se realizó en el Laboratorio de Materiales de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.																						



Anexo 2. Imágenes 4. 47 Ensayo de la resistencia a la compresión en diagonal de muretes parte 1

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL						
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"							
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN DIAGONAL DE MURETES (E 080)							
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA: 17/06/2018					
LUGAR:	Campus USAT						
	. Máquina compresora . Regla metálica . Badilejo	. Yeso . Arenilla . Batea . Plomada					
Análisis de los datos del ensayo de resistencia a la compresión en prismas de albañilería							
UNIDAD	P (kg-f)	a (largo) (cm)	e m (cm)	f't (kg/cm ²)		Vm (kg/cm ²)	
S3	1375.0	49.8	20.0	0.69	OK	0.28	OK
S6	1500.0	51.0	20.0	0.74	OK	0.29	OK
S9	1500.0	50.9	20.5	0.72	OK	0.29	OK
S12	2000.0	50.0	19.7	1.02	OK	0.41	OK
J3	1500.0	48.1	19.6	0.80	OK	0.32	OK
J6	1375.0	49.3	19.8	0.70	OK	0.28	OK
J9	1750.0	48.8	19.6	0.91	OK	0.37	OK
J12	3250.0	48.8	18.6	1.79	OK	0.72	OK
AN	2250.0	49.1	19.5	1.17	OK	0.47	OK

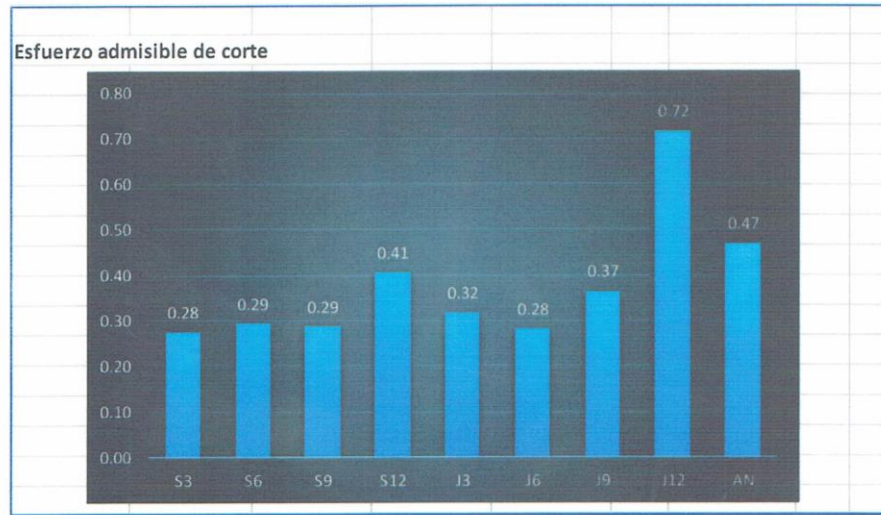
Resistencia a la tracción indirecta de murete





Unit	Value (kg/cm ²)
S3	0.69
S6	0.74
S9	0.72
S12	1.02
J3	0.80
J6	0.70
J9	0.91
J12	1.79
AN	1.17



Anexo 2. Imágenes 4. 48 Ensayo de la resistencia a la compresión en diagonal de muretes parte 2





Anexo 2. Imágenes 4. 49 Ensayo de succión parte 1

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL							
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"									
ENSAYO DE SUCCIÓN									
TESISISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas				FECHA: 10/05/2018					
LUGAR: Campus USAT									
Muestra Patrón									
N° Muestra	Base (cm)	Largo (cm)	Área de la Superficie (cm ²)	Peso Inicial (gr)	Peso Con Agua (gr)	Peso de Agua	Succión (gr/min/200)	Succión Promedio (gr/min/200cm ²)	
MP	19.7	29.2	575.24	8396	8404	8	2.7814	-9.72715 gr/min/200cm ²	
MP	19.5	30.5	594.75	7942	7884	-58	-19.5040		
MP	19.6	28.9	566.44	8070	8088	18	6.3555		
MP	20	29.1	582.00	8092	8048	-44	-15.1203		
MP	20.3	30	609.00	8212	8198	-14	-4.5977		
MP	20.6	30.9	636.54	8258	8168	-90	-28.2779		
Muestra SP Estabilizada al 3%									
N° Muestra	Base (cm)	Largo (cm)	Área de la Superficie (cm ²)	Peso Inicial (gr)	Peso Con Agua (gr)	Peso de Agua	Succión (gr/min/200)	Succión Promedio (gr/min/200cm ²)	
SPE3%- 1	20.7	30.2	625.14	8426	8408	-18	-5.7587	-4.68008 gr/min/200cm ²	
SPE3%- 2	20.5	30.4	623.20	8172	8160	-12	-3.8511		
SPE3%- 3	19.7	30	591.00	8166	8168	2	0.6768		
SPE3%- 4	20.225	30.01	606.95	8104	8084	-20	-6.5903		
SPE3%- 5	20.32	30.1	611.63	8112	8088	-24	-7.8479		
SPE3%- 6	20.289	30.142	611.55	8196	8181.6	-14.4	-4.7093		
Muestra SP Estabilizada al 6%									
N° Muestra	Base (cm)	Largo (cm)	Área de la Superficie (cm ²)	Peso Inicial (gr)	Peso Con Agua (gr)	Peso de Agua	Succión (gr/min/200)	Succión Promedio (gr/min/200cm ²)	
SPE6%- 1	19.3	30	579.00	8760	8774	14	4.8359	5.22248 gr/min/200cm ²	
SPE6%- 2	19.3	29.3	565.49	8404	8418	14	4.9515		
SPE6%- 3	20	29.5	590.00	8330	8344	14	4.7458		
SPE6%- 4	19.8	29.8	590.04	8290	8314	24	8.1350		
SPE6%- 5	30	20	600.00	7932	7942	10	3.3333		
SPE6%- 6	30	20	600.00	8796	8812	16	5.3333		
Muestra SP Estabilizada al 9%									
N° Muestra	Base (cm)	Largo (cm)	Área de la Superficie (cm ²)	Peso Inicial (gr)	Peso Con Agua (gr)	Peso de Agua	Succión (gr/min/200)	Succión Promedio (gr/min/200cm ²)	
SPE9%- 1	19.9	29.2	581.08	8006	7994	-12	-4.1302	-4.47951 gr/min/200cm ²	
SPE9%- 2	19.7	28.9	569.33	8180	8144	-36	-12.6464		
SPE9%- 3	19.8	29.1	576.18	8252	8236	-16	-5.5538		
SPE9%- 4	19.9	30	597.00	8620	8584	-36	-12.0603		
SPE9%- 5	20.1	28.7	576.87	9110	9116	6	2.0802		
SPE9%- 6	20.1	29.3	588.93	8792	8808	16	5.4336		
Muestra SP Estabilizada al 12%									
N° Muestra	Base (cm)	Largo (cm)	Área de la Superficie (cm ²)	Peso Inicial (gr)	Peso Con Agua (gr)	Peso de Agua	Succión (gr/min/200)	Succión Promedio (gr/min/200cm ²)	
SPE12%- 1	19.5	29.2	569.40	8372	8384	12	4.2150	-1.67774 gr/min/200cm ²	
SPE12%- 2	19.5	29.5	575.25	8606	8602	-4	-1.3907		
SPE12%- 3	19.7	29.1	573.27	8320	8318	-2	-0.6978		
SPE12%- 4	19.7	30	591.00	8402	8364	-38	-12.8596		
SPE12%- 5	19.3	28.7	553.91	8404	8396	-8	-2.8886		
SPE12%- 6	19.2	29.3	562.56	8486	8496	10	3.5552		

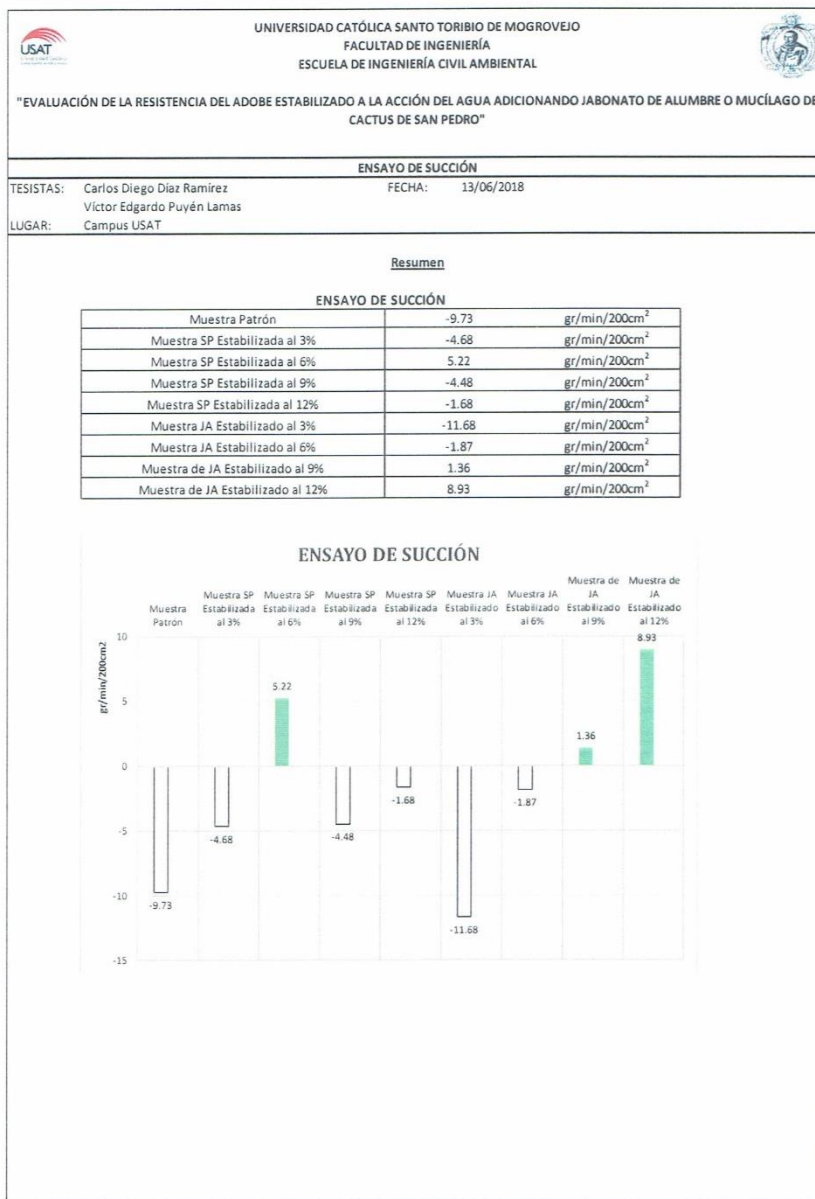


Anexo 2. Imágenes 4. 50 Ensayo de succión parte 2

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL							
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"									
ENSAYO DE SUCCIÓN									
TESISITAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas LUGAR: Campus USAT		FECHA: 10/05/2018							
Muestra JA Estabilizado al 3%									
N° Muestra	Base (cm)	Largo (cm)	Área de la Superficie (cm ²)	Peso Inicial (gr)	Peso Con Agua (gr)	Peso de Agua	Succión (gr/min/200)	Succión Promedio (gr/min/200cm ²)	
JAE3%- 1	19.6	29.2	572.32	8494	8496	2	0.6989	-11.6767 gr/min/200cm ²	
JAE3%- 2	19.7	28.9	569.33	8638	8582	-56	-19.6722		
JAE3%- 3	20	30	600.00	8706	8656	-50	-16.6667		
JAE3%- 4	19.7	29.9	589.03	8736	8701	-35	-11.8839		
JAE3%- 5	20	30.1	602.00	8698	8664	-34	-11.2957		
JAE3%- 6	19.9	30.4	604.96	8754	8720	-34	-11.2404		
Muestra JA Estabilizado al 6%									
N° Muestra	Base (cm)	Largo (cm)	Área de la Superficie (cm ²)	Peso Inicial (gr)	Peso Con Agua (gr)	Peso de Agua	Succión (gr/min/200)	Succión Promedio (gr/min/200cm ²)	
JAE6%- 1	19.8	30.1	595.98	8066	8096	30	10.0675	-1.86704 gr/min/200cm ²	
JAE6%- 2	19.4	30.2	585.88	8778	8778	0	0.0000		
JAE6%- 3	20.1	29.9	600.99	8692	8650	-42	-13.9769		
JAE6%- 4	20	29.5	590.00	8512	8508	-4	-1.3559		
JAE6%- 5	19.2	29.7	570.24	8615	8605	-10	-3.5073		
JAE6%- 6	19.6	29.4	576.24	8564	8557	-7	-2.4295		
Muestra de JA Estabilizado al 9%									
N° Muestra	Base (cm)	Largo (cm)	Área de la Superficie (cm ²)	Peso Inicial (gr)	Peso Con Agua (gr)	Peso de Agua	Succión (gr/min/200)	Succión Promedio (gr/min/200cm ²)	
JAE9%- 1	19.7	30.1	592.97	8852	8872	20	6.7457	1.36318 gr/min/200cm ²	
JAE9%- 2	19.9	30.4	604.96	8252	8256	4	1.3224		
JAE9%- 3	20.3	29.8	604.94	8582	8552	-30	-9.9183		
JAE9%- 4	19.5	29.9	583.05	8562	8560	-2	-0.6860		
JAE9%- 5	20.1	30.1	605.01	8745	8767	22	7.2726		
JAE9%- 6	19.3	30.1	580.93	8653.5	8663.5	10	3.4428		
Muestra de JA Estabilizado al 12%									
N° Muestra	Base (cm)	Largo (cm)	Área de la Superficie (cm ²)	Peso Inicial (gr)	Peso Con Agua (gr)	Peso de Agua	Succión (gr/min/200)	Succión Promedio (gr/min/200cm ²)	
JAE12%- 1	19.3	30.3	584.79	9222	9228	6	2.0520	8.93036 gr/min/200cm ²	
JAE12%- 2	19.6	30.5	597.80	8210	8252	42	14.0515		
JAE12%- 3	20.4	29.3	597.72	8198	8226	28	9.3689		
JAE12%- 4	20.1	29.9	600.99	8543	8569	25	8.4305		
JAE12%- 5	19.1	29.8	569.18	8632	8662	30	10.5415		
JAE12%- 6	19.1	30.1	574.91	8561	8587	26	9.1377		



Anexo 2. Imágenes 4. 51 Ensayo de succión parte 3



Anexo 2. Imágenes 4. 52 Ensayo de eflorescencia parte 1

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL 		
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABÓNATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"		
ENSAYO DE EFLORESCENCIA (NTP 399.613)		
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA: 14/06/2018
LUGAR:	Campus USAT	
. Depósito de almacenaje de las unidades de adobe SAN PEDRO 12% Unidades de adobe usadas como referencia		
		
Imagen	Día	Descripción
	0	Instante en el que se empieza a remojar las unidades de adobe



Anexo 2. Imágenes 4. 53 Ensayo de eflorescencia parte 2

	<p>1</p>	<p>Las unidades succionaron toda el agua que se le había colocado, a diferencia que las unidades de jabonato, sí se colocó más agua después de haber succionado la totalidad de la que se le colocó inicialmente</p>
	<p>2</p>	<p>No hay presencia de eflorescencia después de haber colocado más agua por segundo día consecutivo</p>
	<p>3</p>	<p>Se puede apreciar cierta coloración blanca en el centro del adobe número 3</p>
	<p>4</p>	<p>El borde inferior de la unidad 1 presenta coloración blanca, lo mismo sucede con la unidad 3, aunque en esta se presenta en ambos bordes.</p>

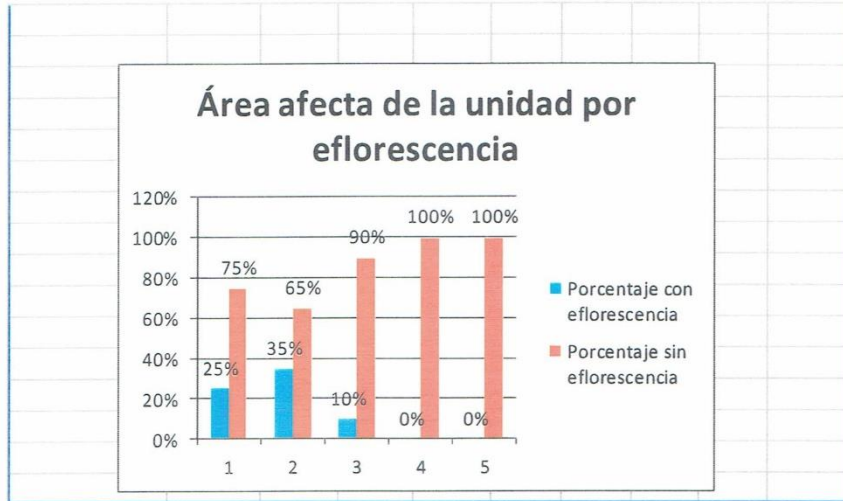


Anexo 2. Imágenes 4. 54 Ensayo de eflorescencia parte 3



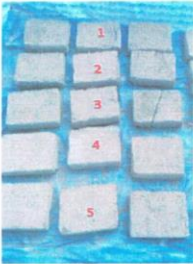
	5	<p>La unidad de adobe 1, 2 y 3 presentan coloración blanca en todos sus bordes.</p>																										
	6	<p>Sólo la unidad 1 y 2 ha continuado teniendo una coloración blanca pronunciada en sus bordes, mientras que la unidad 3 presenta un ligero color blanco.</p>																										
	7	<p>La unidad 1 y 2 son las que presentan mayor coloración blanca en los bordes; mientras que la unidad 3 presenta un ligero color blanco en la parte superior e inferior.</p>																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>UNIDAD</th> <th>CONCLUSIÓN</th> <th colspan="2">Evaluación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Eflorescente</td> <td>25%</td> <td>75%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Eflorescente</td> <td>35%</td> <td>65%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Eflorescente</td> <td>10%</td> <td>90%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>No eflorescente</td> <td>0%</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>No eflorescente</td> <td>0%</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación		1	Eflorescente	25%	75%	2	Eflorescente	35%	65%	3	Eflorescente	10%	90%	4	No eflorescente	0%	100%	5	No eflorescente	0%	100%		<table border="1"> <tbody> <tr> <td>14%</td> </tr> </tbody> </table>	14%	
UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación																										
1	Eflorescente	25%	75%																									
2	Eflorescente	35%	65%																									
3	Eflorescente	10%	90%																									
4	No eflorescente	0%	100%																									
5	No eflorescente	0%	100%																									
14%																												

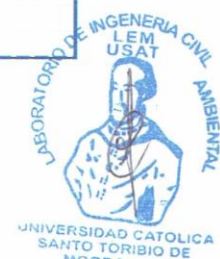


Anexo 2. Imágenes 4. 55 Ensayo de eflorescencia parte 4





Anexo 2. Imágenes 4. 56 Ensayo de eflorescencia parte 5

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL			
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"					
ENSAYO DE EFLORESCENCIA (NTP 399.613)					
TESISISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas		FECHA: 14/06/2018			
LUGAR: Campus USAT					
. Depósito de almacenaje de las unidades de adobe					
SAN PEDRO 9%					
Unidades de adobe usadas como referencia					
					
Imagen		Día	Descripción		
		0	Instante en el que se empieza a remojar las unidades de adobe		



Anexo 2. Imágenes 4. 57 Ensayo de eflorescencia parte 6

	<p>1</p>	<p>Las unidades succionaron toda el agua que se le había colocado, a diferencia que las unidades de jabonato, sí se colocó más agua después de haber succionado la totalidad de la que se le colocó inicialmente</p>
	<p>2</p>	<p>No hay presencia de eflorescencia después de haber colocado más agua por segundo día consecutivo</p>
	<p>3</p>	<p>La unidad número 4 presenta una pequeña coloración blanca en el borde izquierdo</p>
	<p>4</p>	<p>La unidad 1 presenta coloración blanca en todos sus bordes; mientras que la unidad 4 presenta este mismo aspecto en el borde izquierdo, casi hasta llegar a la mitad de la unidad</p>

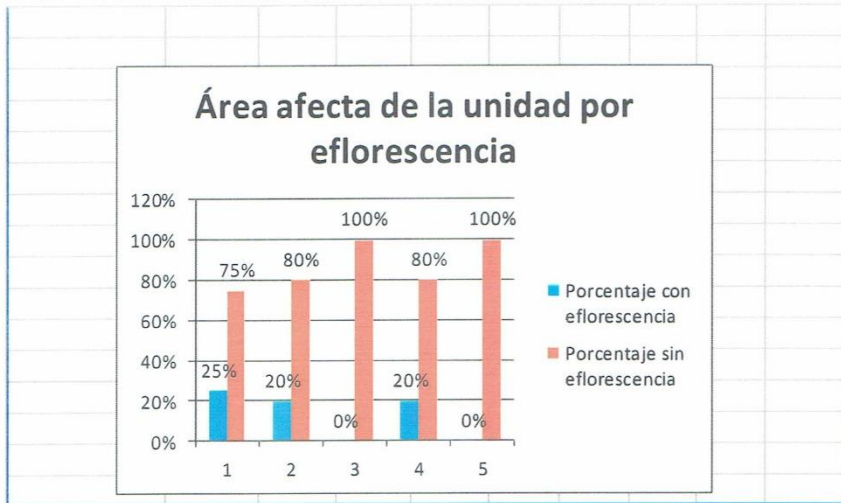


Anexo 2. Imágenes 4. 58 Ensayo de eflorescencia parte 7



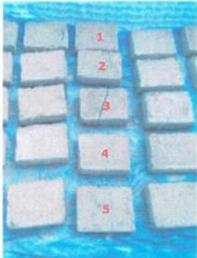
	5	<p>La unidad 1 presenta coloración blanca en el bode inferior, derecho e izquierdo; la unidad 4 presenta eflorescencia que va desde el borde izquierdo hasta la parte central de la unidad</p>																												
	6	<p>Sólo la unidad 1 y 4 presenta coloración blanca en sus bordes</p>																												
	7	<p>La unidad 1 y 2 presentan eflorescencia en los bordes, todos los bordes; mientras que la unidad 4 tiene sufre de este mismo fenómeno en la zona izquierda, desde el borde hasta antes del centro de la unidad.</p>																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>UNIDAD</th> <th>CONCLUSIÓN</th> <th colspan="2">Evaluación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Eflorescente</td> <td>25%</td> <td>75%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Eflorescente</td> <td>20%</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>No eflorescente</td> <td>0%</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Eflorescente</td> <td>20%</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>No eflorescente</td> <td>0%</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>13%</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación		1	Eflorescente	25%	75%	2	Eflorescente	20%	80%	3	No eflorescente	0%	100%	4	Eflorescente	20%	80%	5	No eflorescente	0%	100%			13%			
UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación																												
1	Eflorescente	25%	75%																											
2	Eflorescente	20%	80%																											
3	No eflorescente	0%	100%																											
4	Eflorescente	20%	80%																											
5	No eflorescente	0%	100%																											
		13%																												



Anexo 2. Imágenes 4. 59 Ensayo de eflorescencia parte 8

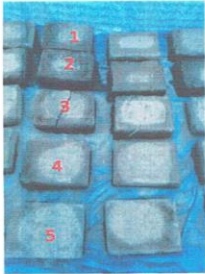
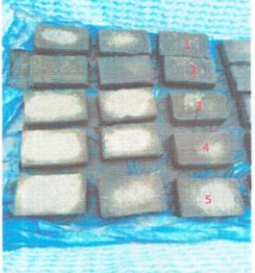




Anexo 2. Imágenes 4. 60Ensayo de eflorescencia parte 9

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL		
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"				
ENSAYO DE EFLORESCENCIA (NTP 399.613)				
TESISISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas		FECHA: 14/06/2018		
LUGAR: Campus USAT				
. Depósito de almacenaje de las unidades de adobe				
SAN PEDRO 6% Unidades de adobe usadas como referencia				
				
Imagen	Día	Descripción		
	0	Instante en el que se empieza a remojar las unidades de adobe		






Anexo 2. Imágenes 4. 61 Ensayo de eflorescencia parte 10

	<p>1</p>	<p>Las unidades succionaron toda el agua que se le había colocado, a diferencia que las unidades de jabonato, sí se colocó más agua después de haber succionado la totalidad de la que se le colocó inicialmente</p>
	<p>2</p>	<p>No hay presencia de eflorescencia después de haber colocado más agua por segundo día consecutivo</p>
	<p>3</p>	<p>Los bordes de la unidad 3, todo el borde izquierdo tiene una coloración blanca.</p>
	<p>4</p>	<p>La unidad 3 presenta coloración blanca en todos sus bordes, lo mismo sucede con la unidad 5; mientras que la unidad 4 sólo presenta este aspecto de forma leve en el borde inferior</p>

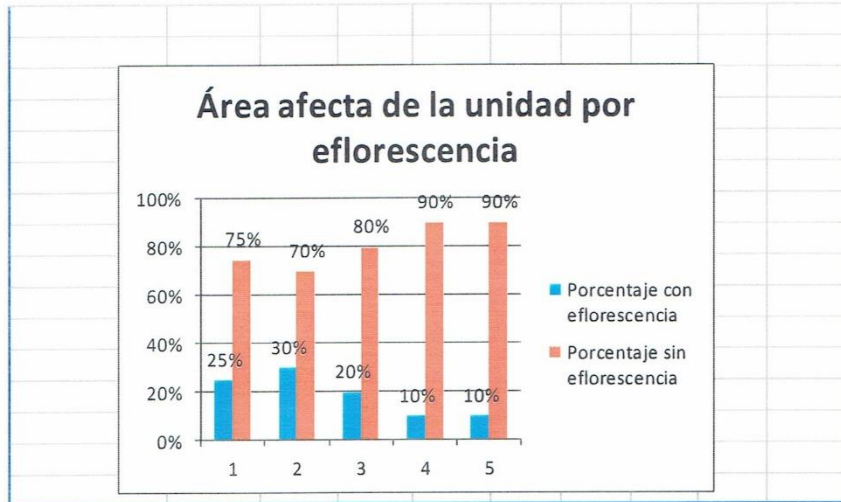


Anexo 2. Imágenes 4. 62Ensayo de eflorescencia parte 11

	5	<p>La unidad 3 presenta coloración blanquecina en el todos sus bodes, al igual ue la unidad 4, aunque en</p>																													
	6	<p>La unidad 1 presenta coloración blanca en sus bordes, junto con la unidad 3 que presenta este color blanco ligero en su borde inferior e izquierdo.</p>																													
	7	<p>La unidad 1, 2 y 3 presentan eflorescencia en sus bordes; mientras que la unidad 4 y 5 sufren de este mismo fenómeno, pero de una manera bastante ligera.</p>																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>UNIDAD</th> <th>CONCLUSIÓN</th> <th colspan="2">Evaluación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Eflorescente</td> <td>25%</td> <td>75%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Eflorescente</td> <td>30%</td> <td>70%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Eflorescente</td> <td>20%</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Eflorescente</td> <td>10%</td> <td>90%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Eflorescente</td> <td>10%</td> <td>90%</td> </tr> </tbody> </table>	UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación		1	Eflorescente	25%	75%	2	Eflorescente	30%	70%	3	Eflorescente	20%	80%	4	Eflorescente	10%	90%	5	Eflorescente	10%	90%							
UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación																													
1	Eflorescente	25%	75%																												
2	Eflorescente	30%	70%																												
3	Eflorescente	20%	80%																												
4	Eflorescente	10%	90%																												
5	Eflorescente	10%	90%																												
		19%																													



Anexo 2. Imágenes 4. 63Ensayo de eflorescencia parte 12



Anexo 2. Imágenes 4. 64 Ensayo de eflorescencia parte 13




		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL		
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"				
ENSAYO DE EFLORESCENCIA (NTP 399.613)				
TESISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas		FECHA: 14/06/2018		
LUGAR: Campus USAT				
. Depósito de almacenaje de las unidades de adobe				
SAN PEDRO 3%				
Unidades de adobe usadas como referencia				
				
Imagen	Día	Descripción		
	0	Instante en el que se empieza a remojar las unidades de adobe		



Anexo 2. Imágenes 4. 65Ensayo de eflorescencia parte 14

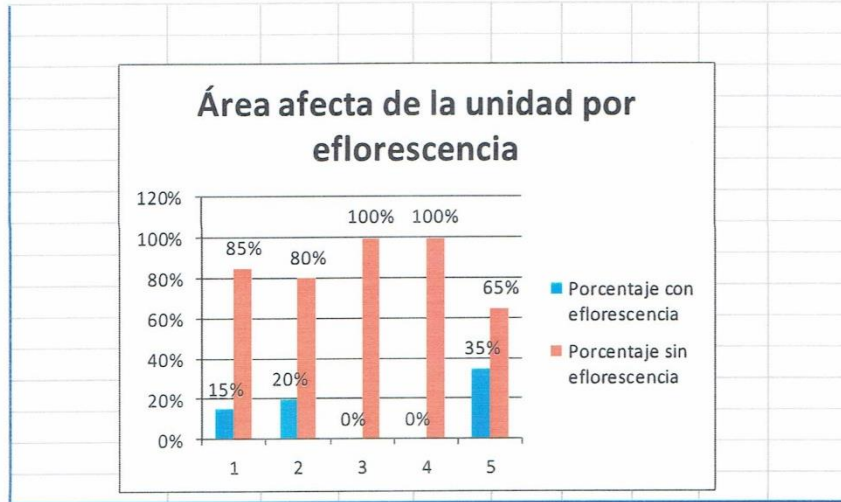
	<p>1</p>	<p>Las unidades succionaron toda el agua que se le había colocado, a diferencia que las unidades de jabonato, sí se colocó más agua después de haber succionado la totalidad de la que se le colocó inicialmente</p>
	<p>2</p>	<p>No hay presencia de eflorescencia después de haber colocado más agua por segundo día consecutivo</p>
	<p>3</p>	<p>El centro de la unidad 3 empieza a tener cierta coloración blanca en el centro</p>
	<p>4</p>	<p>La unidad 1 presenta coloración blanca en el borde inferior, la unidad 2 lo presenta en todos sus bordes menos en el derecho, la unidad 3 en el borde inferior, lo mismo que la unidad 4 y la unidad 5 de igual forma, pero en todos sus bordes.</p>

Anexo 2. Imágenes 4. 66 Ensayo de eflorescencia parte 15

	5	<p>La unidad 1 y 2 presenta coloración blanquecina en los bordes, de manera leve. Sin embargo, la unidad 5 presenta eflorescencia en mayor concentración en los bordes de la unidad.</p>																													
	6	<p>La unidad 1, 2 y 5 son las unidades que presentan eflorescencia en sus bordes; aunque la unidad 5 tiene un color más porlongado en sus superficie</p>																													
	7	<p>La unidad 1 y 2 presentan eflorescencia en sus bordes, la unidad 5 es la unidad que presenta este fenómeno de una forma más pronunciada.</p>																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>UNIDAD</th> <th>CONCLUSIÓN</th> <th colspan="2">Evaluación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Eflorescente</td> <td>15%</td> <td>85%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Eflorescente</td> <td>20%</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>No eflorescente</td> <td>0%</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>No eflorescente</td> <td>0%</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Eflorescente</td> <td>35%</td> <td>65%</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>14%</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación		1	Eflorescente	15%	85%	2	Eflorescente	20%	80%	3	No eflorescente	0%	100%	4	No eflorescente	0%	100%	5	Eflorescente	35%	65%			14%				
UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación																													
1	Eflorescente	15%	85%																												
2	Eflorescente	20%	80%																												
3	No eflorescente	0%	100%																												
4	No eflorescente	0%	100%																												
5	Eflorescente	35%	65%																												
		14%																													



Anexo 2. Imágenes 4. 67 Ensayo de eflorescencia parte 16







Anexo 2. Imágenes 4. 68 Ensayo de eflorescencia parte 17

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL			
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"					
ENSAYO DE EFLORESCENCIA (NTP 399.613)					
TESISISTAS:		Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas		FECHA: 14/06/2018	
LUGAR:		Campus USAT			
. Depósito de almacenaje de las unidades de adobe					
ADOBE NORMAL					
Unidades de adobe usadas como referencia					
					
Imagen		Día	Descripción		
		0	Instante en el que se empieza a remojar las unidades de adobe		



Anexo 2. Imágenes 4. 69 Ensayo de eflorescencia parte 18

	<p>1</p>	<p>Las unidades succionaron toda el agua que se le había colocado, a diferencia que las unidades de jabonato, sí se colocó más agua después de haber succionado la totalidad de la que se le colocó inicialmente</p>
	<p>2</p>	<p>No hay presencia de eflorescencia después de haber colocado más agua por segundo día consecutivo</p>
	<p>3</p>	<p>La unidad tres empieza a tener coloración blanca en el centro de la misma</p>
	<p>4</p>	<p>La unidad 1 presenta cierta coloración en el borde inferior y en el borde izquierdo, mientras que la unidad 3 presenta este mismo aspecto en todos sus bordes.</p>

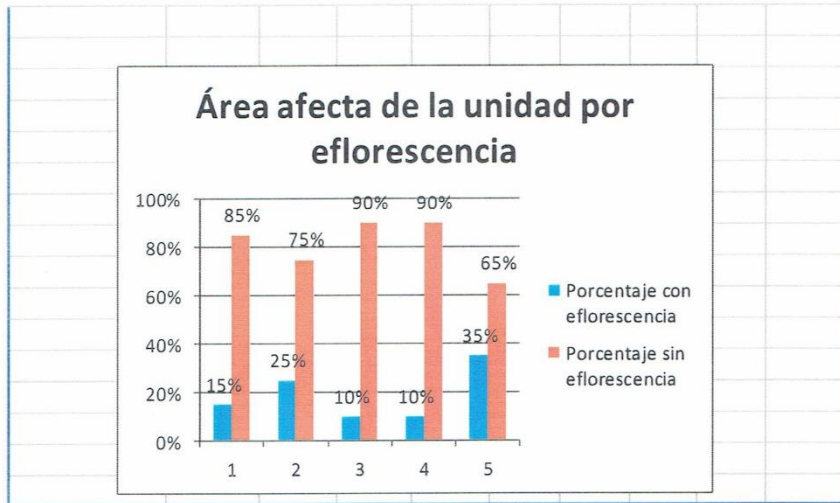


Anexo 2. Imágenes 4. 70 Ensayo de eflorescencia parte 19



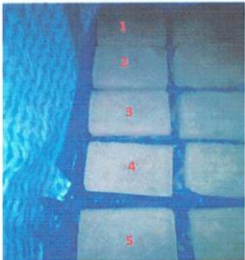
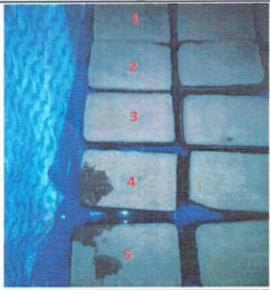
	5	<p>La unidad 1 y la unidad 3 presenta eflorescencia en los bordes, la unidad 4 y 5 presenta este mismo fenómeno de forma más leve en los bordes</p>																										
	6	<p>La unidad 5, 2 y 1 son las unidades que presenta eflorescencia en sus bordes, aunque la unidad 5 tiene un color más pronunciado.</p>																										
	7	<p>Todas las unidades presentan eflorescencia, la unidad 1, 2, 3 y 4 son las que la presentan de una manera menos pronunciada, pero la unidad 5 es en la que se concentra más.</p>																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>UNIDAD</th> <th>CONCLUSIÓN</th> <th colspan="2">Evaluación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Eflorescente</td> <td>15%</td> <td>85%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Eflorescente</td> <td>25%</td> <td>75%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Eflorescente</td> <td>10%</td> <td>90%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Eflorescente</td> <td>10%</td> <td>90%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Eflorescente</td> <td>35%</td> <td>65%</td> </tr> </tbody> </table>	UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación		1	Eflorescente	15%	85%	2	Eflorescente	25%	75%	3	Eflorescente	10%	90%	4	Eflorescente	10%	90%	5	Eflorescente	35%	65%		<table border="1"> <tbody> <tr> <td>19%</td> </tr> </tbody> </table>	19%	
UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación																										
1	Eflorescente	15%	85%																									
2	Eflorescente	25%	75%																									
3	Eflorescente	10%	90%																									
4	Eflorescente	10%	90%																									
5	Eflorescente	35%	65%																									
19%																												



Anexo 2. Imágenes 4. 71Ensayo de efloroscencia parte 20

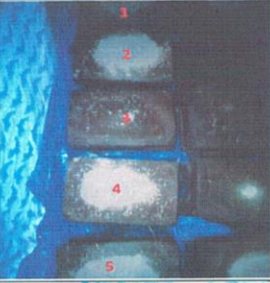

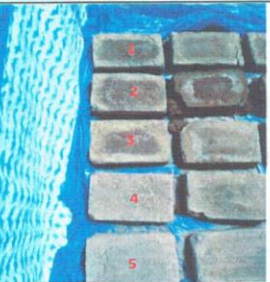
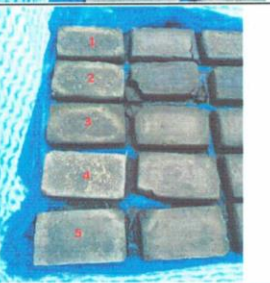


Anexo 2. Imágenes 4. 72Ensayo de eflorescencia parte 21

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL		
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"		
ENSAYO DE EFLORESCENCIA (NTP 399.613)		
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA: 13/06/2018
LUGAR:	Campus USAT	
. Depósito de almacenaje de las unidades de adobe JABONATO 12% Unidades de adobe usadas como referencia		
		
Imagen	Día	Descripción
	0	Instante en el que se empieza a remojar las unidades de adobe



Anexo 2. Imágenes 4. 73Ensayo de efluorescencia parte 22

	<p>1</p>	<p>Las unidades de adobe han succionado toda el agua, no se colocó más agua porque iba a originar que estas se deshagan</p>
	<p>2</p>	<p>Las unidades no presentan ningún cambio de color y aún se encuentran muy húmedas como para adicionar más agua.</p>
	<p>3</p>	<p>No hay presencia de efluorescencia en ningunas de las unidades.</p>
	<p>4</p>	<p>Los adobes 1, 2 y 3 empiezan a tener ciertas manchas blancas alrededor de la macha húmeda que se aprecia en los mismos.</p>



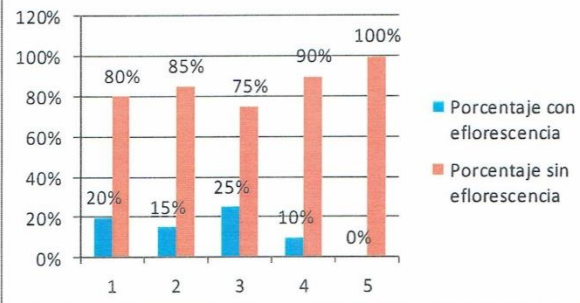
Anexo 2. Imágenes 4. 74Ensayo de eflorescencia parte 23

	5	Los adobes 1, 2 y 3 persisten con las manchas blancas alrededor de la zona húmeda del medio de su superficie superior.																								
	6	El adobe 1 tiene manchas blancas en el borde inferior tenues, el adobe 2 del mismo modo y el adobe 3 tiene estas manchas en el borde superior e inferior																								
	7	El adobe 1 persistió con las manchas blancas en el borde inferior, el adobe 2 presentó manchas blancas concentradas en las esquinas inferiores , el adobe 3 presentó manchas blancas en los bordes superior e inferior, el adobe 4 presentó manchas blancas tenues en el borde inferior.																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>UNIDAD</th> <th>CONCLUSIÓN</th> <th colspan="2">Evaluación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Eflorescente</td> <td>20%</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Eflorescente</td> <td>15%</td> <td>85%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Eflorescente</td> <td>25%</td> <td>75%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Eflorescente</td> <td>10%</td> <td>90%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>No eflorescente</td> <td>0%</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>			UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación		1	Eflorescente	20%	80%	2	Eflorescente	15%	85%	3	Eflorescente	25%	75%	4	Eflorescente	10%	90%	5	No eflorescente	0%	100%
UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación																								
1	Eflorescente	20%	80%																							
2	Eflorescente	15%	85%																							
3	Eflorescente	25%	75%																							
4	Eflorescente	10%	90%																							
5	No eflorescente	0%	100%																							



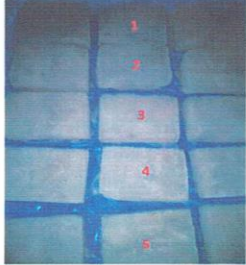
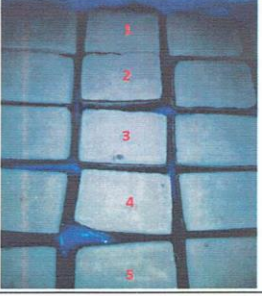


Anexo 2. Imágenes 4. 75Ensayo de efluorescencia parte 24

Área afecta de la unidad por eflorescencia



Anexo 2. Imágenes 4. 76 Ensayo de eflorescencia parte 25

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL			
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"					
ENSAYO DE EFLORESCENCIA (NTP 399.613)					
TESISTAS:		Carlos Diego Díaz Ramírez		FECHA: 13/06/2018	
		Víctor Edgardo Puyén Lamas			
LUGAR:		Campus USAT			
Depósito de almacenaje de las unidades de adobe					
JABONATO 9%					
Unidades de adobe usadas como referencia					
					
Imagen	Día	Descripción			
	0	No hay presencia de eflorescencia en ninguna de las muestras			



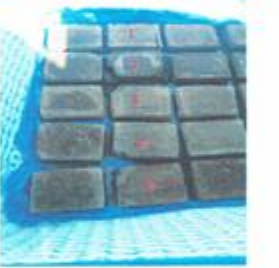


Anexo 2. Imágenes 4. 77Ensayo de efluorescencia parte 26

	<p>1</p>	<p>Las unidades no presentan ningún cambio de color y aún se encuentran muy húmedas como para adicionar más agua.</p>
	<p>2</p>	<p>La unidad 1, 2 y 3; muestran cierto color blanco en su superficie.</p>
	<p>3</p>	<p>La unidad 1, 2 y 3; muestran cierto color blanco en su superficie.</p>
	<p>4</p>	<p>El color blanco que presentaban las unidades 1, 2 y 3 se ha degradado debido a que se ha humedecido por segunda vez las unidades de adobe. Aunque aún quedan cierta presencia de esta mancha.</p>



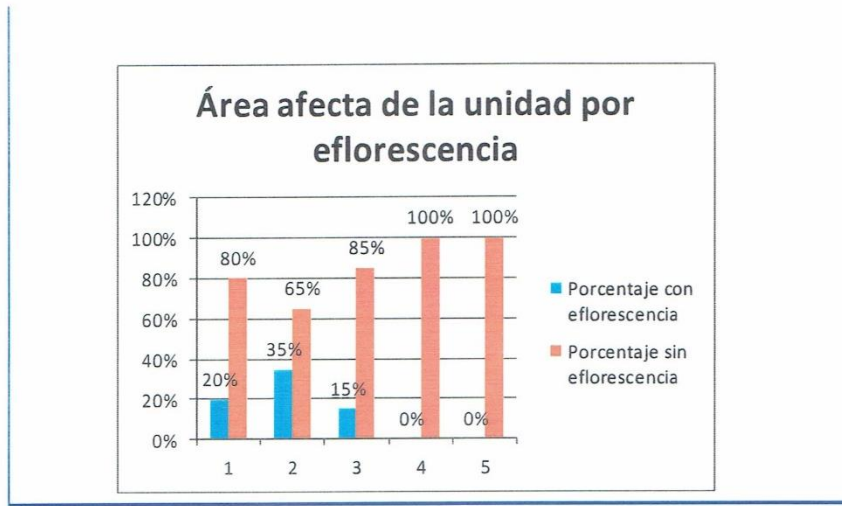
Anexo 2. Imágenes 4. 78Ensayo de eflorescencia parte 27

	5	<p>El color blanco que se había degradado en los adobes 1, 2 y 3 ha vuelto a aparecer en la superficie de los mismos. Se puede apreciar que el adobe 2 es el que presenta más eflorescencia en su superficie.</p>
	6	<p>La unidad 1 presenta manchas blancas tenues en los bordes de la mancha humedecida, la unidad 2 presenta la misma distribución aunque las manchas se encuentran más presentes en la unidad, con respecto al adobe 3, ya se ha secado la unidad pero mantiene las manchas en los bordes.</p>
	7	<p>El adobe 1 persistió con las manchas blancas alrededor de la humedad observada en el centro del mismo, el adobe 2 continuó con la misma predisposición, aunque las manchas fueron mucho mayores a las encontradas en el adobe 1, el adobe 3 presenta una superficie seca y las manchas blancas se concentraron en el borde izquierdo central del mismo.</p>



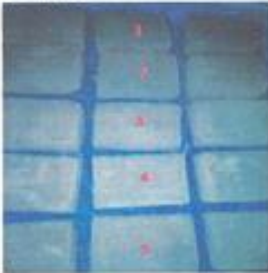
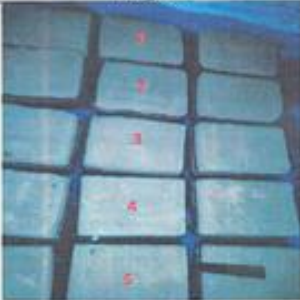
UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación	
1	Eflorescente	20%	80%
2	Eflorescente	35%	65%
3	Eflorescente	15%	85%
4	No eflorescente	0%	100%
5	No eflorescente	0%	100%



Anexo 2. Imágenes 4. 79Ensayo de eflorescencia parte 28

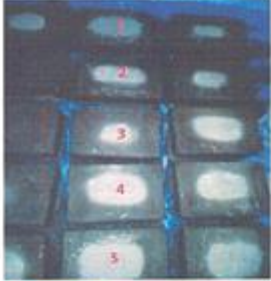


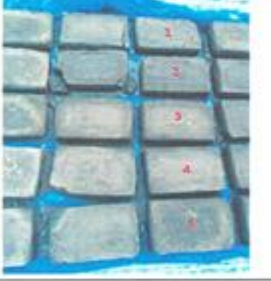


Anexo 2. Imágenes 4. 80Ensayo de eflorescencia parte 29

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL		
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"				
ENSAYO DE EFLORESCENCIA (NTP 399.613)				
TESISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas		FECHA: 13/06/2018		
LUGAR: Campus USAT				
. Depósito de almacenaje de las unidades de adobe				
JABONATO 6%				
Unidades de adobe usadas como referencia				
				
Imagen	Día	Descripción		
	0	No hay presencia de eflorescencia en ninguna de las muestras		



Anexo 2. Imágenes 4. 81 Ensayo de efluencia parte 30

	1	<p>Las unidades no presentan ningún cambio de color y aún se encuentran muy húmedas como para adicionar más agua.</p>
	2	<p>La unidad 2 y 3 empieza a presentar manchas blancas en las esquinas, bastante tenues</p>
	3	<p>La unidad 2 presenta color blanco en su superficie</p>
	4	<p>Aunque se apreciaba cierto color blanco en la unidad 2 un día antes, ahora y después de haber remojado por segunda vez a todas las unidades, es que esta mancha ha desaparecido.</p>

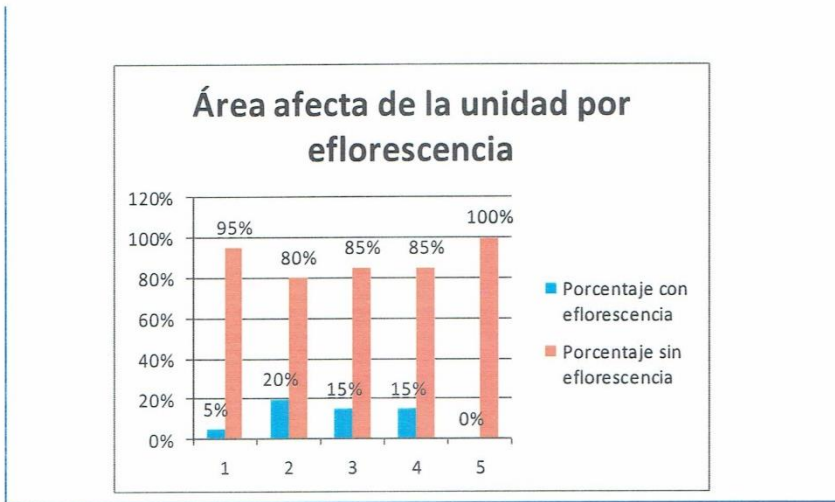


Anexo 2. Imágenes 4. 82 Ensayo de efluorescencia parte 31



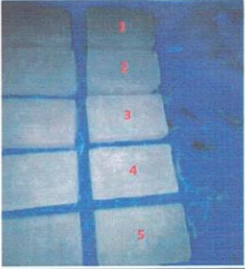

	5	El adobe 1 y 2 empieza a presentar manchas blancas en su superficie.																								
	6	La unidad 1 aún mantiene ciertas manchas blancas muy tenues alrededor de la mancha húmeda. La unidad 2 presenta mayor cantidad de manchas blancas en su superficie. La unidad 3 presenta una leve cantidad de manchas blancas en el borde de sus lados.																								
	7	La unidad 1 mantiene las manchas blancas en un porcentaje bastante reducido, la unidad 2 presenta manchas blancas más pronunciadas, la unidad 3 presenta manchas en los bordes, aunque son leves; lo mismo sucede con la unidad 4.																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>UNIDAD</th> <th>CONCLUSIÓN</th> <th colspan="2">Evaluación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Efluorescente</td> <td>5%</td> <td>95%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Efluorescente</td> <td>20%</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Efluorescente</td> <td>15%</td> <td>85%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Efluorescente</td> <td>15%</td> <td>85%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>No efluorescente</td> <td>0%</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>			UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación		1	Efluorescente	5%	95%	2	Efluorescente	20%	80%	3	Efluorescente	15%	85%	4	Efluorescente	15%	85%	5	No efluorescente	0%	100%
UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación																								
1	Efluorescente	5%	95%																							
2	Efluorescente	20%	80%																							
3	Efluorescente	15%	85%																							
4	Efluorescente	15%	85%																							
5	No efluorescente	0%	100%																							



Anexo 2. Imágenes 4. 83 Ensayo de eflorescencia parte 32




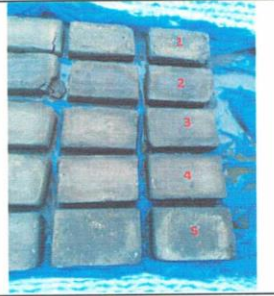


Anexo 2. Imágenes 4. 84 Ensayo de eflorescencia parte 33

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL		
  <p>"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"</p>		
ENSAYO DE EFLORESCENCIA (NTP 399.613)		
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA: 13/06/2018
LUGAR:	Campus USAT	
<p>. Depósito de almacenaje de las unidades de adobe</p> <p>JABONATO 3%</p> <p>Unidades de adobe usadas como referencia</p> 		
Imagen	Día	Descripción
	0	No hay presencia de eflorescencia en ninguna de las muestras



Anexo 2. Imágenes 4. 85Ensayo de efluorescencia parte 34

	<p>1</p>	<p>Las unidades no presentan ningún cambio de color y aún se encuentran muy húmedas como para adicionar más agua.</p>
	<p>2</p>	<p>La unidad 2 presenta cierto color blanco en su superficie.</p>
	<p>3</p>	<p>La unidad 2 y 3 presenta cierto color blanco en su superficie.</p>
	<p>4</p>	<p>Tanto la unidad 2 como la unidad 3, dejaron de presentar el color blanco en su superficie después de la segunda perior de remojo al que fueron sometidas.</p>



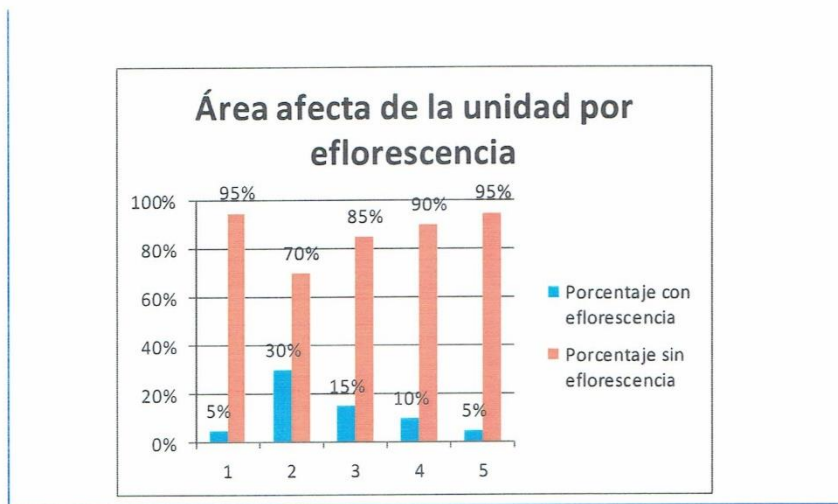
Anexo 2. Imágenes 4. 86Ensayo de efluorescencia parte 35

	5	<p>El adobe 1, 2 y 3 empieza a tener un color blanco en su superficie. El adobe 4 también empieza a tener ciertas manchas blancas en los bordes.</p>
	6	<p>La mancha en el adobe 1 es tenue y se presenta en las esquinas superiores del mismo. El adobe 2 presenta mayor cantidad de manchas blancas alrededor de la mancha húmeda. El adobe 3 presenta manchas blancas en los bordes, tenues.</p>
	7	<p>El adobe 1 presenta unas ligeras manchas blancas, el adobe 2 es el que presenta mayor efluorescencia, el adobe 3 tiene manchas blancas en los bordes, al igual que el adobe 4 y 5</p>



UNIDAD	CONCLUSIÓN	Evaluación	
1	Efluorescente	5%	95%
2	Efluorescente	30%	70%
3	Efluorescente	15%	85%
4	Efluorescente	10%	90%
5	Efluorescente	5%	95%



Anexo 2. Imágenes 4. 87Ensayo de efloroscencia parte 36



Anexo 2. Imágenes 4. 88 Ensayo de lluvia simulada parte 1

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL			
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"					
DISEÑO DEL MECANISMO DE LLUVIA SIMULADA					
TESISTAS:		Carlos Diego Díaz Ramírez		FECHA: 10/05/2018	
		Víctor Edgardo Puyén Lamas			
LUGAR:		Campus USAT			
Datos de la gota					
N° de agujeros	44				
Diámetro	2.5		mm	Se considera que es esfera	
Volumen	8.18		mm ³		
	0.00000055		m ³		
Velocidad	1.5		m/s	V=raiz(2*g*h)	
H del vaso de Mariotte	0.11		m		
Datos del simulador					
Altura de caída	1		m		
Área del simulador	0.84		m ²		
Tiempo de estudio	1		min		
Cálculo					
N° de gotas	3960		N°		
Volumen llenado	0.0022		m ³		
Precipitación	2.581		mm		
Intensidad	154.89		mm/hr		



Anexo 2. Imágenes 4. 89 Ensayo de lluvia simulada parte 2

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																						
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																							
CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE GOTA																							
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA: 10/05/2018																					
LUGAR:	Campus USAT																						
. Depósito . Harina . Balanza																							
$D = 13.18 * m^{0.34}$																							
<table border="1"><thead><tr><th>i</th><th>m (gr)</th><th>D (mm)</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>0.26</td><td>8.33693372</td></tr><tr><td>2</td><td>0.08</td><td>5.58426482</td></tr><tr><td>3</td><td>0.15</td><td>6.91490851</td></tr><tr><td>4</td><td>0.25</td><td>8.22649832</td></tr><tr><td>5</td><td>0.13</td><td>6.58652205</td></tr><tr><td></td><td></td><td>7.12982548</td></tr></tbody></table>			i	m (gr)	D (mm)	1	0.26	8.33693372	2	0.08	5.58426482	3	0.15	6.91490851	4	0.25	8.22649832	5	0.13	6.58652205			7.12982548
i	m (gr)	D (mm)																					
1	0.26	8.33693372																					
2	0.08	5.58426482																					
3	0.15	6.91490851																					
4	0.25	8.22649832																					
5	0.13	6.58652205																					
		7.12982548																					





Anexo 2. Imágenes 4. 90 Ensayo de lluvia simulada parte 3


	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL		
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"			
CÁLCULO DE LA INTENSIDAD HACIENDO USO DEL MÉTODO RACIONAL			
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez	FECHA:	13/06/2018
	Víctor Edgardo Puyén Lamas		
LUGAR:	Campus USAT		
$Q_p = 0.278 * C * i * A$			
T (Tiempo)	60	seg	
Área	0.113411495	m ²	
Alto	0.00125	m	
V (Volumen)	0.000141764	m ³	
Qp (caudal pico)	2.36274E-06	m ³ /s	
C (coeficiente de escorrentía)	1		
i (intensidad)	74.94004796	mm/hr	
A (área de la cuenca)	1.13411E-07	km ²	
Velocidad	2.08333E-05	m/s	
C = Es/ Pr			
Es (lámina escurrida)	1	mm	
Pr (precipitación)	1	mm	



Anexo 2. Imágenes 4. 91 Ensayo de lluvia simulada parte 4

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO DE INGENIERÍA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL					FACULT. ESCUEI			
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"										
ENSAYO DE LLUVIA SIMULADA PARA UNIDAD DE ADOBE										
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas					FECHA:	13/05/2018			
LUGAR:	Campus USAT									
	. Mecanismo de lluvia simulada					. Harina				
	. Balanza					. Bandeja				
	. Badilejo									
	. Batea									
	. Plomada									
UNIDAD	S3	S6	S9	S12	J3	J6	J9	J12	AN	
Peso inicial	8.6	7.8	7.5	7.9	8.2	8.5	7.5	8	7.5	
30 min	8	7.4	7.2	7.7	7.9	8.2	7.3	7.8	7	
% Pérdida	6.98%	5.13%	4.00%	2.53%	3.66%	3.53%	2.67%	2.50%	6.67%	
50 min	7.5	7.2	7.1	7.5	7.5	7.9	7	7.7	6.5	
% Pérdida	12.79%	7.69%	5.33%	5.06%	8.54%	7.06%	6.67%	3.75%	13.33%	
70 min		6.9	6.8	7.3	7.2	7.5	6.9	7.5		
% Pérdida		11.54%	9.33%	7.59%	12.20%	11.76%	8.00%	6.25%		
90 min			6.5	7			6.6	7.2		
% Pérdida			13.33%	11.39%			12.00%	10.00%		

PÉRDIDA DE PESO A LOS 30 MIN




Unidad	% Pérdida
S3	6.98%
S6	5.13%
S9	4.00%
S12	2.53%
J3	3.66%
J6	3.53%
J9	2.67%
J12	2.50%
AN	6.67%




Anexo 2. Imágenes 4. 92 Ensayo de lluvia simulada parte 5



Anexo 2. Imágenes 4. 93 Ensayo de lluvia simulada parte 6



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"

ENSAYO DE LLUVIA SIMULADA PARA MUROS DE ADOBE

TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA:	14/06/2018
LUGAR:	Campus USAT		

- . Mecanismo de lluvia simulada
- . Balanza
- . Badilejo
- . Batea
- . Plomada

- . Harina
- . Bandeja

UNIDAD	S3	S6	S9	S12	J3	J6	J9	J12	AN
Peso inicial	27.2	26.3	26.5	26.9	26	26.5	26.5	26.8	27
30 min	25.2	24.5	25.3	25.8	24.6	25.3	25.6	26.1	25.1
% Pérdida	7.35%	6.84%	4.53%	4.09%	5.38%	4.53%	3.40%	2.61%	7.04%
50 min	23.6	23.3	24.5	25	23.2	24.1	24.2	25.2	23.2
% Pérdida	13.24%	11.41%	7.55%	7.06%	10.77%	9.06%	8.68%	5.97%	14.07%
70 min			23.7	24.4		23.2	23.4	24.7	
% Pérdida			10.57%	9.29%		12.45%	11.70%	7.84%	
90 min				23.6				23.6	
% Pérdida				12.27%				11.94%	



PÉRDIDA DE PESO A LOS 30 MIN



Anexo 2. Imágenes 4. 94 Ensayo de lluvia simulada parte 7

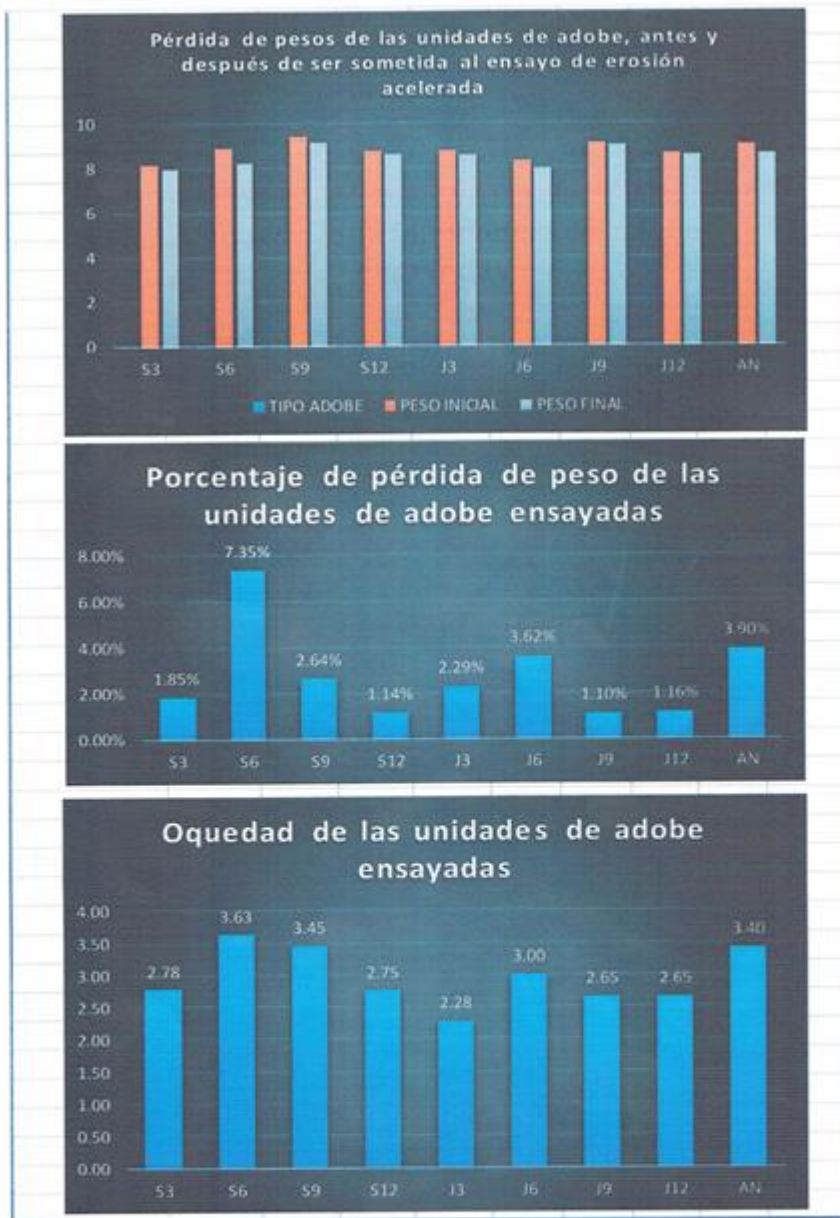


Anexo 2. Imágenes 4. 95 Ensayo de erosión acelerada parte 1


		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL									
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"											
ENSAYO DE EROSIÓN ACCELERADA SWINBURNE (SAET)											
TESISTAS:		Carlos Diego Díaz Ramírez					FECHA:		13/05/2018		
		Víctor Edgardo Puyén Lamas									
LUGAR:		Campus USAT									
. Mecanismo de erosión acelerada . Dos unidades de adobes, elegidos de manera aleatoria . Varilla de 3mm de diámetro											
Primer grupo de adobes											
UNIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
TIPO ADOBE	S3	S6	S9	S12	J3	J6	J9	J12	AN		
PESO INICIAL (Kg)	8	8.8	9.8	9	8.5	8.1	8.7	9	9.1		
PESO FINAL	7.8	7.8	9.5	8.9	8.3	7.8	8.6	8.9	8.8		
% PÉRDIDA	2.50%	11.36%	3.06%	1.11%	2.35%	3.70%	1.15%	1.11%	3.30%		
OQUEDAD (cm)	2.15	4.5	3.7	2.5	2.25	3	2.8	2	3.8		
Segundo grupo de adobes											
UNIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
TIPO ADOBE	S3	S6	S9	S12	J3	J6	J9	J12	AN		
PESO INICIAL (Kg)	8.3	9	9	8.5	9	8.5	9.5	8.3	8.9		
PESO FINAL	8.2	8.7	8.8	8.4	8.8	8.2	9.4	8.2	8.5		
% PÉRDIDA	1.20%	3.33%	2.22%	1.18%	2.22%	3.53%	1.05%	1.20%	4.49%		
OQUEDAD (cm)	3.4	2.75	3.2	3	2.3	3	2.5	3.3	3		
Promedio											
UNIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
TIPO ADOBE	S3	S6	S9	S12	J3	J6	J9	J12	AN		
PESO INICIAL	8.15	8.90	9.40	8.75	8.75	8.30	9.10	8.65	9.00		
PESO FINAL	8.00	8.25	9.15	8.65	8.55	8.00	9.00	8.55	8.65		
% PÉRDIDA	1.85%	7.35%	2.64%	1.14%	2.29%	3.62%	1.10%	1.16%	3.90%		
OQUEDAD	2.78	3.63	3.45	2.75	2.28	3.00	2.65	2.65	3.40		



Anexo 2. Imágenes 4. 96 Ensayo de erosión acelerada parte 2

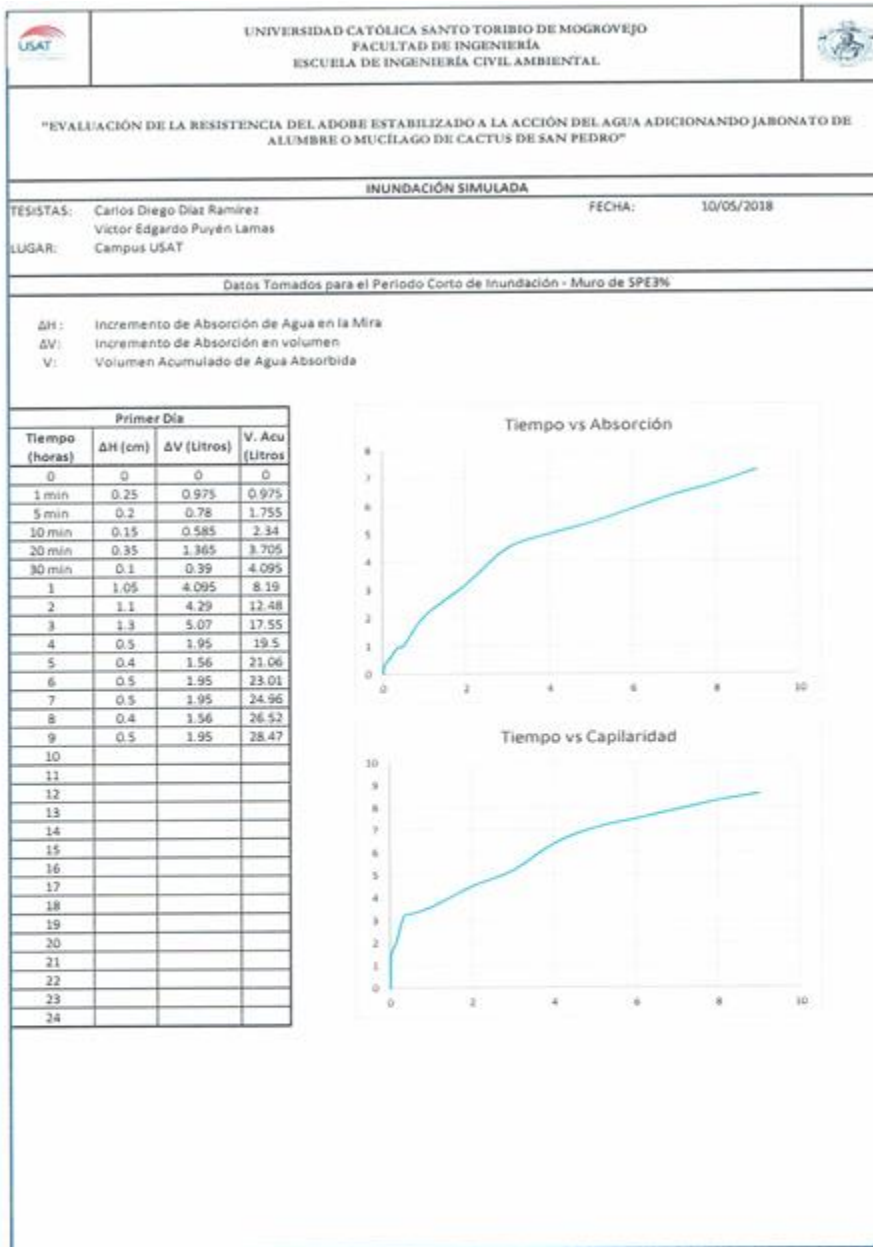


Anexo 2. Imágenes 4. 97 Ensayo de inundación simulada parte 1



USAT		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL			
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"					
INUNDACIÓN SIMULADA					
TESISTAS:		Carlos Diego Díaz Ramírez Victor Edgardo Puyén Lamas		FECHA: 10/05/2018	
LUGAR:		Campus USAT			
Periodo Corto de Inundación - Muro de SP Estabilizado al 3%					
Datos Tomados para el Periodo Corto de Inundación - Muro de SPE3%					
Fecha	Hora	Tiempo Transcurrido (Hrs)	Ascenso por Capilaridad	Descenso Por Absorción	Observaciones
05/05/2018	8:18	0 min	0	0	
	8:19	1 min	1.5	0.25	
	8:24	5 min	1.8	0.45	
	8:29	10 min	2.2	0.6	
	8:39	20 min	3.2	0.95	
	8:49	30 min	3.3	1.05	
	9:19	1	3.6	2.1	
	10:19	2	4.5	3.2	
	11:19	3	5.2	4.5	
	12:19	4	6.4	5	
	13:19	5	7.1	5.4	
	14:19	6	7.5	5.9	
	15:19	7	7.9	6.4	
	16:19	8	8.3	6.8	
	17:19	9	8.6	7.3	Falló
	18:19	10			
	19:19	11			
	20:19	12			
	21:19	13			
	22:19	14			
	23:19	15			
	0:19	16			
	1:19	17			
	2:19	18			
	3:19	19			
	4:19	20			
	5:19	21			
	6:19	22			
	7:19	23			
	8:19	24			
	9:19	25			
	10:19	26			
	11:19	27			
	12:19	28			
	13:19	29			
	14:19	30			
	15:19	31			
	16:19	32			
	17:19	33			
	18:19	34			
	19:19	35			
	20:19	36			



Anexo 2. Imágenes 4. 98 Ensayo de inundación simulada parte 2

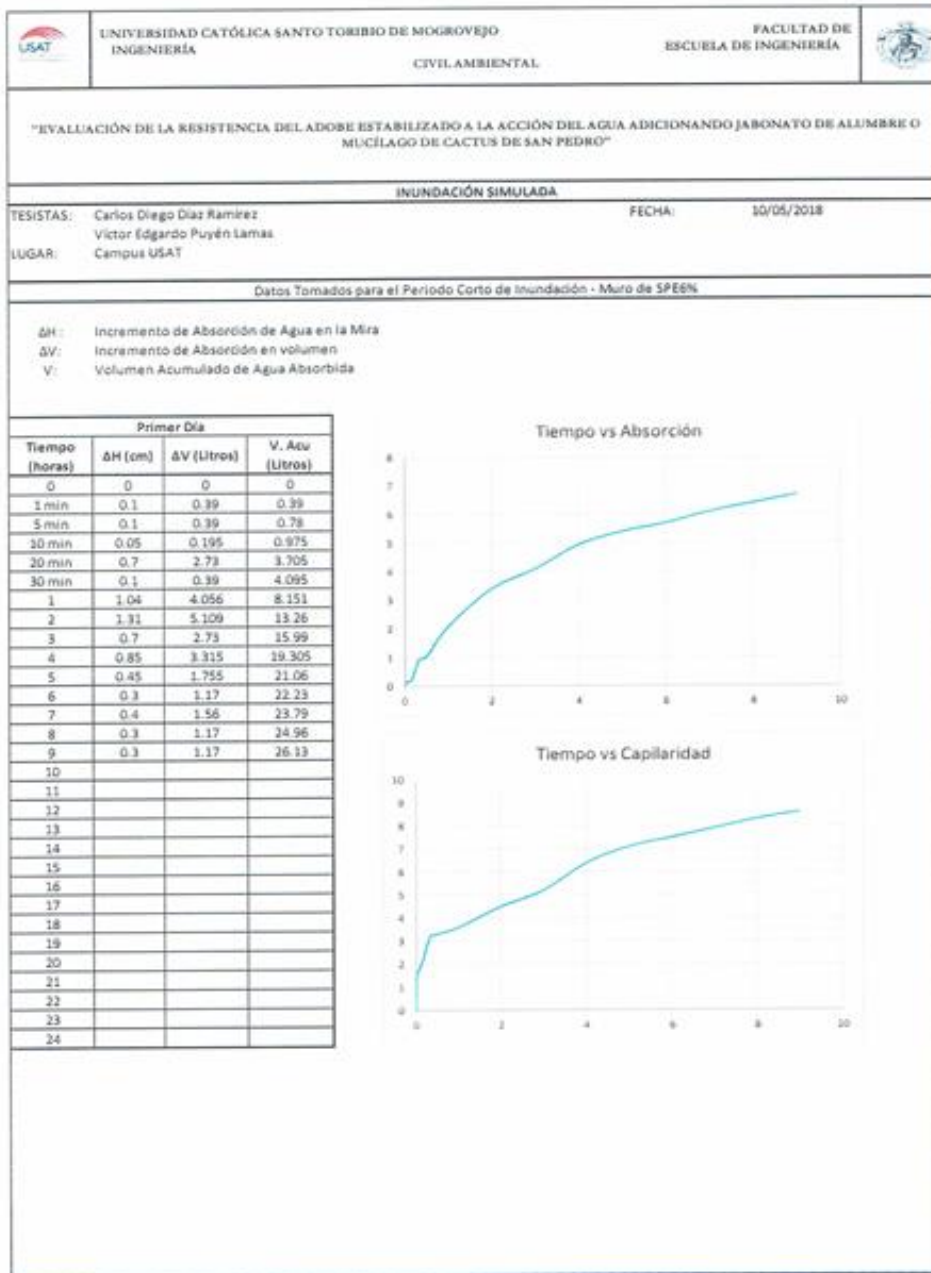


Anexo 2. Imágenes 4. 99 Ensayo de inundación simulada parte 3



 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO INGENIERÍA		FACULTAD DE ESCUELA DE INGENIERÍA			
CIVIL AMBIENTAL					
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABÓNATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"					
INUNDACIÓN SIMULADA					
TESISISTAS: Carlos Diego Díaz Ramirez Víctor Edgardo Puyén Lamas		FECHA: 10/05/2018			
LUGAR: Campus USAT					
Periodo Corto de Inundación - Muro de SP Estabilizado al 6%					
Datos Tomados para el Periodo Corto de Inundación - Muro de SPE6%					
Fecha	Hora	Tiempo Transcurrido (Hrs)	Ascenso por Capilaridad	Descenso Por Absorción	Observaciones
05/05/2018	8:41	0 min	0	0	
	8:42	1 min	0.9	0.1	
	8:47	5 min	1.3	0.2	
	8:52	10 min	1.7	0.25	
	9:02	20 min	2.7	0.95	
	9:12	30 min	3.2	1.05	
	9:42	1	3.5	2.09	
	10:42	2	4.2	3.4	
	11:42	3	4.9	4.1	
	12:42	4	5.5	4.95	
	13:42	5	6.17	5.4	
	14:42	6	6.82	5.7	
	15:42	7	7.47	6.1	
	16:42	8	8.12	6.4	
	17:42	9	8.77	6.7	
	18:42	10			
	19:42	11			
	20:42	12			
	21:42	13			
	22:42	14			
	23:42	15			
	0:42	16			
	1:42	17			
	2:42	18			
	3:42	19			
	4:42	20			
	5:42	21			
	6:42	22			
	7:42	23			
	8:42	24			
	9:42	25			
	10:42	26			
	11:42	27			
	12:42	28			
	13:42	29			
	14:42	30			
	15:42	31			
	16:42	32			
	17:42	33			
	18:42	34			
	19:42	35			
	20:42	36			



Anexo 2. Imágenes 4. 100 Ensayo de inundación simulada parte 4





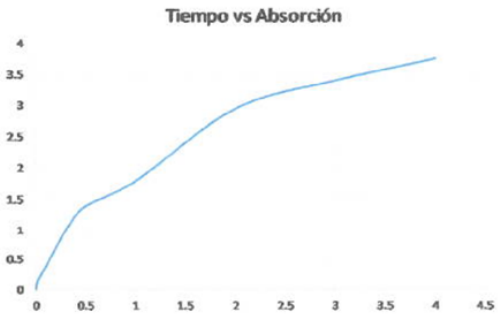
Anexo 2. Imágenes 4. 101 Ensayo de inundación simulada parte 5


		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL		FACULTAD DE ESCUELA DE INGENIERÍA 	
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"					
INUNDACIÓN SIMULADA					
TESISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas		FECHA: 10/05/2018			
LUGAR: Campus USAT					
Periodo Corto de Inundación - Muro de SP Estabilizado al 9%					
Datos Tomados para el Periodo Corto de Inundación - Muro de SPE9%					
Fecha	Hora	Tiempo Transcurrido (Hrs)	Ascenso por Capilaridad	Descenso Por Absorción	Observaciones
22/04/2018	12:46	0 min	0	0	
	12:47	1 min	1.5	0.15	
	12:52	5 min	2.6	0.35	
	12:57	10 min	2.8	0.6	
	13:07	20 min	3.5	1.1	
	13:17	30 min	4.2	1.4	
	13:47	1	5.4	1.8	
	14:47	2	6.1	2.95	
	15:47	3	8.2	3.4	
	16:47	4	8.7	3.75	Falló por Socavación. Hora: 17:24
	17:47	5			
	18:47	6			
	19:47	7			
	20:47	8			
	21:47	9			
	22:47	10			
	23:47	11			
	0:47	12			
	1:47	13			
	2:47	14			
	3:47	15			
	4:47	16			
	5:47	17			
	6:47	18			
	7:47	19			
	8:47	20			
	9:47	21			
	10:47	22			
	11:47	23			
	12:47	24			
	13:47	25			
	14:47	26			
	15:47	27			
	16:47	28			
	17:47	29			
	18:47	30			
	19:47	31			
	20:47	32			
	21:47	33			
	22:47	34			
	23:47	35			
	0:47	36			


 Rivadeneira Obitas Henry
 MOGROVEJO

Anexo 2. Imágenes 4. 102 Ensayo de inundación simulada parte 6



	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL	FACULTAD DE ESCUELA DE INGENIERÍA	
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"			
INUNDACIÓN SIMULADA			
TESIS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas		FECHA: 10/05/2018	
LUGAR: Campus USAT			
Datos Tomados para el Periodo Corto de Inundación - Muro de SPE9%			
ΔH : Incremento de Absorción de Agua en la Mira ΔV : Incremento de Absorción en volumen V : Volumen Acumulado de Agua Absorbida			
Primer Día			
Tiempo (horas)	ΔH (cm)	ΔV (Litros)	V. Acu (Litros)
0	0	0	0
1 min	0.15	0.585	0.585
5 min	0.2	0.78	1.365
10 min	0.25	0.975	2.34
20 min	0.5	1.95	4.29
30 min	0.3	1.17	5.46
1	0.4	1.56	7.02
2	1.15	4.485	11.505
3	0.45	1.755	13.26
4	0.35	1.365	14.625
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			









 Rivadeneyra Oblitas deny

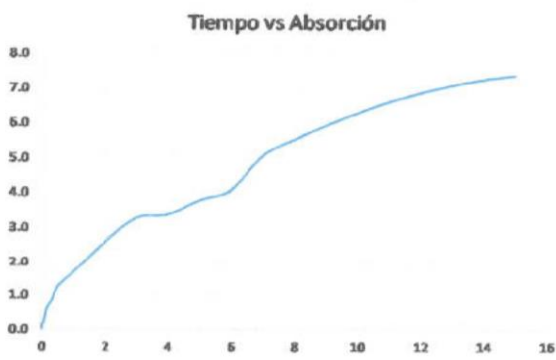
Anexo 2. Imágenes 4. 103 Ensayo de inundación simulada parte 7

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO INGENIERÍA	FACULTAD DE ESCUELA DE INGENIERÍA			
	CIVIL AMBIENTAL				
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"					
INUNDACIÓN SIMULADA					
TESISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas LUGAR: Campus USAT	FECHA: 10/05/2018				
Periodo Corto de Inundación - Muro de SP Estabilizado al 12%					
Datos Tomados para el Periodo Corto de Inundación - Muro de SPE12%					
Fecha	Hora	Tiempo Transcurrido (Hrs)	Ascenso por Capilaridad (mm)	Descenso Por Absorción	Observaciones
12:05	12:05	0 min	0	0.0	
	12:06	1 min	1.5	0.2	
	12:11	5 min	2.8	0.3	
	12:16	10 min	3.05	0.7	
	12:26	20 min	3.5	0.9	
	12:36	30 min	4.5	1.3	
	13:06	1	6	1.7	Socavación Externa
	14:06	2	8.5	2.6	
	15:06	3	10.1	3.3	
	16:06	4	10.3	3.4	
	17:06	5	10.6	3.8	
	18:06	6	10.6	4.1	
	19:06	7	12.6	5.1	
	20:06	8	14.3	5.5	
	21:06	9	16.7	5.9	
	22:06	10	18.8	6.3	
	23:06	11	19.2	6.6	
	0:06	12	21.1	6.9	
	1:06	13	24.6	7.1	
	2:06	14	26.3	7.3	
	3:06	15	28.5	7.4	Falló
	4:06	16			
	5:06	17			
	6:06	18			
	7:06	19	-		
	8:06	20			
	9:06	21			
	10:06	22			
	11:06	23			
	12:06	24			
	13:06	25			
	14:06	26			
	15:06	27			
	16:06	28			
	17:06	29			
	18:06	30			
	19:06	31			
	20:06	32			
	21:06	33			
	22:06	34			
	23:06	35			
	0:06	36			

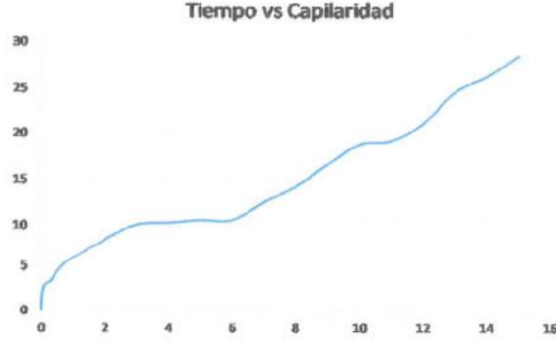

 Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 2. Imágenes 4. 104 Ensayo de inundación simulada parte 8


	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL	FACULTAD DE ESCUELA DE INGENIERÍA	
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"			
INUNDACIÓN SIMULADA			
TESISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas		FECHA: 10/05/2018	
LUGAR: Campus USAT			
Datos Tomados para el Período Corto de Inundación - Muro de SPE12%			
ΔH : Incremento de Absorción de Agua en la Mira ΔV : Incremento de Absorción en volumen V : Volumen Acumulado de Agua Absorbida			
Primer Día			
Tiempo (horas)	ΔH (cm)	ΔV (Litros)	V. Acu (Litros)
0.000	0.000	0.000	0.000
1.000	0.150	0.585	0.585
5.000	0.150	0.585	1.170
10.000	0.350	1.365	2.535
20.000	0.250	0.975	3.510
30.000	0.350	1.365	4.875
1.000	0.450	1.755	6.630
2.000	0.900	3.51	10.140
3.000	0.700	2.73	12.870
4.000	0.100	0.39	13.260
5.000	0.400	1.56	14.820
6.000	0.300	1.17	15.990
7.000	0.980	3.82083	19.811
8.000	0.457	1.78113	21.592
9.000	0.408	1.59159	23.184
10.000	0.360	1.40205	24.586
11.000	0.311	1.21251	25.798
12.000	0.262	1.02297	26.821
13.000	0.214	0.83343	27.655
14.000	0.165	0.64389	28.298
15.000	0.117	0.45435	28.753
16.000			
17.000			
18.000			
19.000			
20.000			
21.000			
22.000			
23.000			
24.000			





Tiempo vs Absorción



Tiempo vs Capilaridad




 Rivadeneira Oblitas Henry
 JEFE DE LABORATORIO

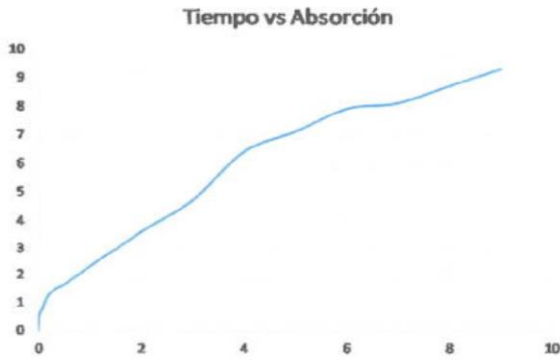
Anexo 2. Imágenes 4. 105 Ensayo de inundación simulada parte 9

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL				
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"						
INUNDACIÓN SIMULADA						
TESISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas		FECHA: 10/05/2018				
LUGAR: Campus USAT						
Periodo Corto de Inundación - Muro de JA Estabilizado al 3%						
Datos Tomados para el Periodo Corto de Inundación - Muro de JAE3%						
Fecha	Hora	Tiempo Transcurrido (Hrs)	Asenso por Capilaridad	Descenso Por Absorción	Observaciones	
05/05/2018	8:18	0 min	0	0		
	8:19	1 min	2	0.55		
	8:24	5 min	2.8	0.8		
	8:29	10 min	3	1.2		
	8:39	20 min	3.5	1.5		
	8:49	30 min	3.7	1.65		
	9:19	1	4.1	2.3		
	10:19	2	5.3	3.6		
	11:19	3	6.5	4.7		
	12:19	4	7.4	6.40		
	13:19	5	8.3	7.1		
	14:19	6	9.4	7.9		
	15:19	7	10.3	8.1		
	16:19	8	11.6	8.7		
	17:19	9	12.1	9.3	Falló	
	18:19	10				
	19:19	11				
	20:19	12				
	21:19	13				
	22:19	14				
	23:19	15				
	0:19	16				
	1:19	17				
	2:19	18				
	3:19	19				
	4:19	20				
	5:19	21				
	6:19	22				
	7:19	23				
	8:19	24				
	9:19	25				
	10:19	26				
	11:19	27				
	12:19	28				
	13:19	29				
	14:19	30				
	15:19	31				
	16:19	32				
	17:19	33				
	18:19	34				
	19:19	35				
	20:19	36				

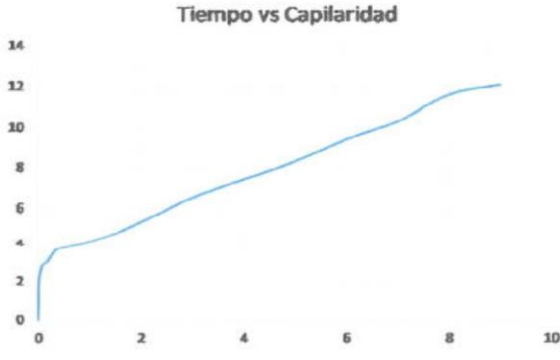

 Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 2. Imágenes 4. 106 Ensayo de inundación simulada parte 10

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL.		
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"			
INUNDACIÓN SIMULADA			
TESISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas LUGAR: Campus USAT	FECHA: 10/05/2018		
Datos Tomados para el Periodo Corto de Inundación - Muro de JAE3%			
ΔH : Incremento de Absorción de Agua en la Mira ΔV : Incremento de Absorción en volumen V : Volumen Acumulado de Agua Absorbida			
Primer Día			
Tiempo (horas)	ΔH (mm)	ΔV (Litros)	V. Acu (Litros)
0.000	0.000	0.000	0.000
1.000	0.550	2.145	2.145
5.000	0.250	0.975	3.120
10.000	0.400	1.560	4.680
20.000	0.300	1.170	5.850
30.000	0.150	0.585	6.435
1.000	0.650	2.535	8.970
2.000	1.300	5.070	14.040
3.000	1.100	4.290	18.330
4.000	1.700	6.630	24.960
5.000	0.700	2.730	27.690
6.000	0.800	3.120	30.810
7.000	0.200	0.780	31.590
8.000	0.600	2.340	33.930
9.000	0.600	2.340	36.270
10.000			
11.000			
12.000			
13.000			
14.000			
15.000			
16.000			
17.000			
18.000			
19.000			
20.000			
21.000			
22.000			
23.000			
24.000			





Tiempo vs Absorción



Tiempo vs Capilaridad




 Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

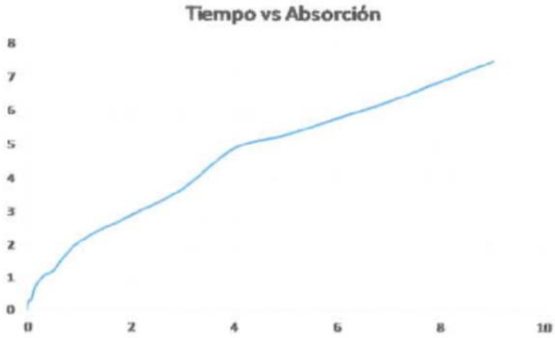
Anexo 2. Imágenes 4. 107 Ensayo de inundación simulada parte 11

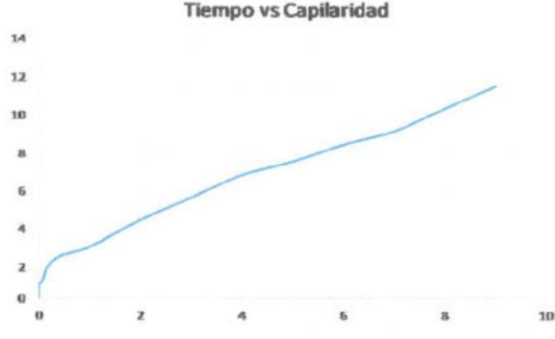
		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO INGENIERÍA		FACULTAD DE ESCUELA DE INGENIERÍA			
CIVIL AMBIENTAL							
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"							
INUNDACIÓN SIMULADA							
TESISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas				FECHA: 10/05/2018			
LUGAR: Campus USAT							
Período Corto de Inundación - Muro de JA Estabilizado al 6%							
Datos Tomados para el Período Corto de Inundación - Muro de JAE6%							
Fecha	Hora	Tiempo Transcurrido (Hrs)	Ascenso por Capilaridad	Descenso Por Absorción	Observaciones		
05/05/2018	8:41	0 min	0	0			
	8:42	1 min	1	0.25			
	8:47	5 min	1.3	0.35			
	8:52	10 min	2	0.75			
	9:02	20 min	2.5	1.1			
	9:12	30 min	2.7	1.25			
	9:42	1	3.1	2.1			
	10:42	2	4.5	2.9			
	11:42	3	5.7	3.7			
	12:42	4	6.9	4.90			
	13:42	5	7.6	5.3			
	14:42	6	8.5	5.8			
	15:42	7	9.2	6.3			
	16:42	8	10.4	6.9			
	17:42	9	11.6	7.5			
	18:42	10					
	19:42	11					
	20:42	12					
	21:42	13					
	22:42	14					
	23:42	15					
	0:42	16					
	1:42	17					
	2:42	18					
	3:42	19					
	4:42	20					
	5:42	21					
	6:42	22					
	7:42	23					
	8:42	24					
	9:42	25					
	10:42	26					
	11:42	27					
	12:42	28					
	13:42	29					
	14:42	30					
	15:42	31					
	16:42	32					
	17:42	33					
	18:42	34					
	19:42	35					
	20:42	36					


 Rivendeyra Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 2. Imágenes 4. 108 Ensayo de inundación simulada parte 12



	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL	FACULTAD DE ESCUELA DE INGENIERÍA	
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"			
INUNDACIÓN SIMULADA			
TESISISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA:	10/05/2018
LUGAR:	Campus USAT		
Datos Tomados para el Periodo Corto de Inundación - Muro de JAE6%			
ΔH : Incremento de Absorción de Agua en la Mira ΔV: Incremento de Absorción en volumen V: Volumen Acumulado de Agua Absorbida			
Primer Día			
Tiempo (horas)	ΔH (mm)	ΔV (Litros)	V. Acu (Litros)
0.000	0.000	0.000	0.000
1.000	0.250	0.650	0.650
5.000	0.100	0.390	1.040
10.000	0.400	1.560	2.600
20.000	0.350	1.365	3.965
30.000	0.150	0.585	4.550
1.000	0.850	3.315	7.865
2.000	0.800	3.120	10.985
3.000	0.800	3.120	14.105
4.000	1.200	4.680	18.785
5.000	0.400	1.560	20.345
6.000	0.500	1.950	22.295
7.000	0.500	1.950	24.245
8.000	0.600	2.340	26.585
9.000	0.600	2.340	28.925
10.000			
11.000			
12.000			
13.000			
14.000			
15.000			
16.000			
17.000			
18.000			
19.000			
20.000			
21.000			
22.000			
23.000			
24.000			









 Rivdenebra Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

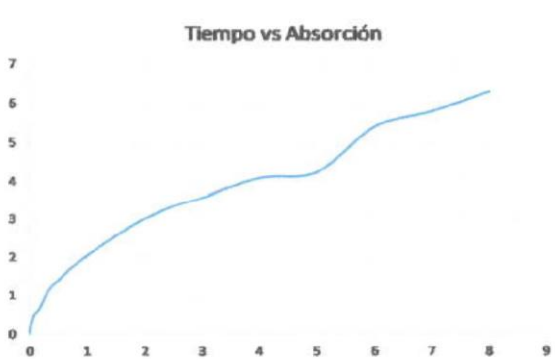
Anexo 2. Imágenes 4. 109 Ensayo de inundación simulada parte 13


		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL		FACULTAD DE ESCUELA DE INGENIERÍA		
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"						
INUNDACIÓN SIMULADA						
TESISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas		FECHA: 10/05/2018				
LUGAR: Campus USAT						
Período Corto de Inundación - Muro de JA Estabilizado al 9%						
Datos Tomados para el Período Corto de Inundación - Muro de JAE9%						
Fecha	Hora	Tiempo Transcurrido (Hrs)	Ascenso por Capilaridad	Descenso Por Absorción	Observaciones	
22/04/2018	12:24	0 min	0	0		
	12:25	1 min	1	0.2		
	12:30	5 min	2.5	0.5		
	12:35	10 min	2.6	0.65		
	12:45	20 min	2.9	1.15		
	12:55	30 min	3.5	1.4		
	13:25	1	4.4	2.05		
	14:25	2	7	3		
	15:25	3	8.2	3.6		
	16:25	4	8.5	4.1		
	17:25	5	8.6	4.25		
	18:25	6	8.7	5.4		
	19:25	7	8.9	5.8		
	20:25	8	9.3	6.3	Falló	
	21:25	9				
	22:25	10				
	23:25	11				
	0:25	12				
	1:25	13				
	2:25	14				
	3:25	15				
	4:25	16				
	5:25	17				
	6:25	18				
	7:25	19				
	8:25	20				
	9:25	21				
	10:25	22				
	11:25	23				
	12:25	24				
	13:25	25				
	14:25	26				
	15:25	27				
	16:25	28				
	17:25	29				
	18:25	30				
	19:25	31				
	20:25	32				
	21:25	33				
	22:25	34				
	23:25	35				
	0:25	36				


 Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 2. Imágenes 4. 110 Ensayo de inundación simulada parte 14



	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL	FACULTAD DE ESCUELA DE INGENIERÍA	
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"			
INUNDACIÓN SIMULADA			
TESISISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas LUGAR: Campus USAT	FECHA: 10/05/2018		
Datos Tomados para el Periodo Corto de Inundación - Muro de JAE9%			
ΔH: Incremento de Absorción de Agua en la Mira ΔV: Incremento de Absorción en volumen V: Volumen Acumulado de Agua Absorbida			
Primer Día			
Tiempo (horas)	ΔH (mm)	ΔV (Litros)	V. Acu (Litros)
0.000	0.000	0.000	0.000
1.000	0.200	0.780	0.780
5.000	0.300	1.170	1.950
10.000	0.150	0.585	2.535
20.000	0.500	1.950	4.485
30.000	0.250	0.975	5.460
1.000	0.650	2.535	7.995
2.000	0.950	3.705	11.700
3.000	0.600	2.340	14.040
4.000	0.500	1.950	15.990
5.000	0.150	0.585	16.575
6.000	1.150	4.485	21.060
7.000	0.400	1.560	22.620
8.000	0.500	1.950	24.570
9.000			
10.000			
11.000			
12.000			
13.000			
14.000			
15.000			
16.000			
17.000			
18.000			
19.000			
20.000			
21.000			
22.000			
23.000			
24.000			





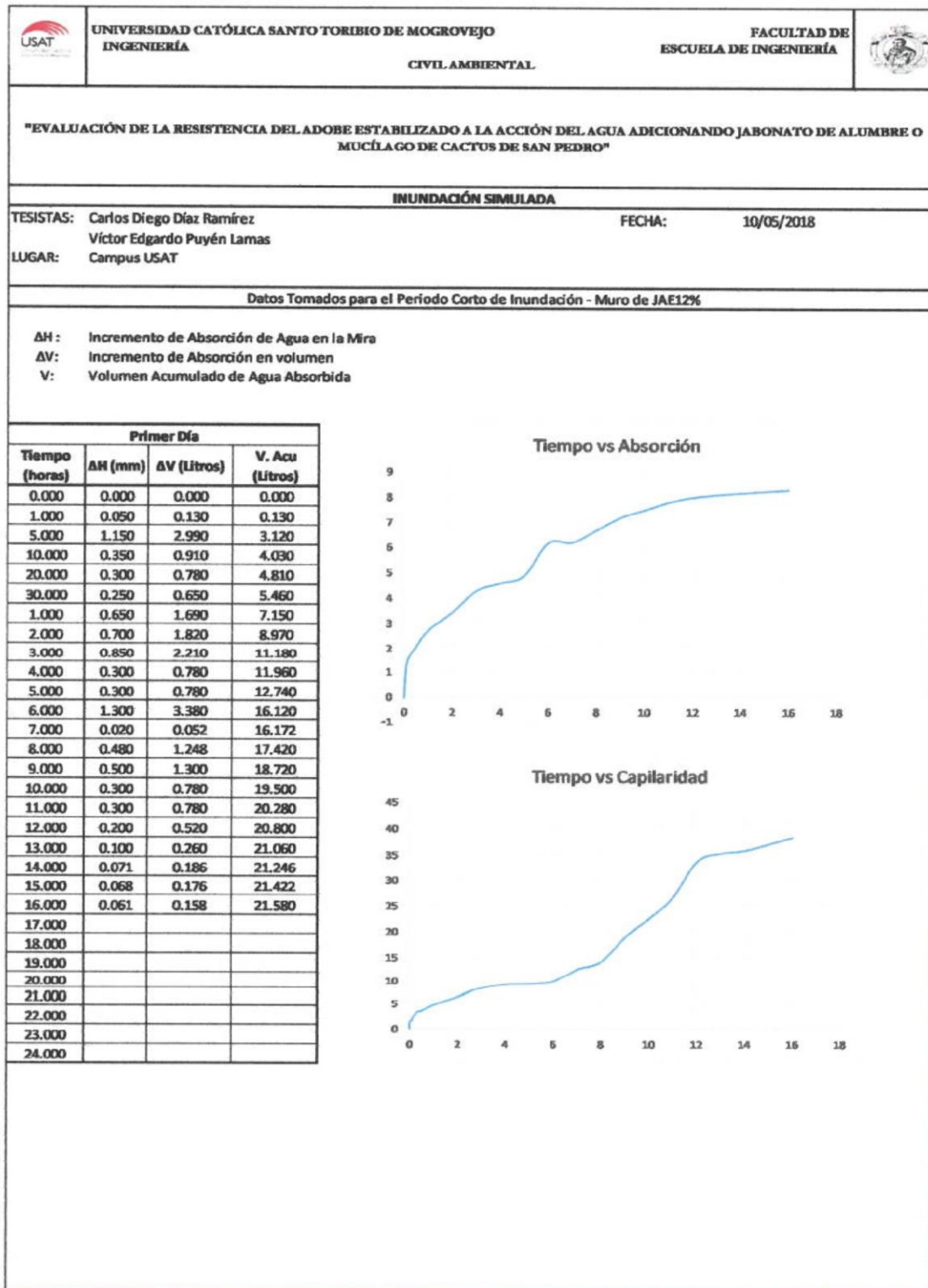

 Rivendeyra Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 2. Imágenes 4. 111 Ensayo de inundación simulada parte 15

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO INGENIERÍA		FACULTAD DE ESCUELA DE INGENIERÍA		
CIVIL AMBIENTAL						
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"						
INUNDACIÓN SIMULADA						
TESISISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas		FECHA: 10/05/2018				
LUGAR: Campus USAT						
Período Corto de Inundación - Muro de JA Estabilizado al 12%						
Datos Tomados para el Período Corto de Inundación - Muro de JAE12%						
Fecha	Hora	Tiempo Transcurrido (Hrs)	Ascenso por Capilaridad	Descenso Por Absorción	Observaciones	
22/04/2018	11:38	0 min	0	0		
	11:39	1 min	1.5	0.05		
	11:44	5 min	1.7	1.2		
	11:49	10 min	2.5	1.55		
	11:59	20 min	3.5	1.85		
	12:09	30 min	3.7	2.1		
	12:39	1	4.8	2.75		
	13:39	2	6.5	3.45		
	14:39	3	8.2	4.3		
	15:39	4	9.3	4.6		
	16:39	5	9.5	4.9		
	17:39	6	10.1	6.20		
	18:39	7	12.8	6.22		
	19:39	8	14.3	6.70		
	20:39	9	19.1	7.20		
	21:39	10	22.7	7.50		
	22:39	11	26.8	7.80		
	23:39	12	33.9	8.00		
	0:39	13	35.5	8.10		
	1:39	14	36.1	8.17		
	2:39	15	37.3	8.24		
	3:39	16	38.6	8.30	Falló	
	4:39	17				
	5:39	18				
	6:39	19				
	7:39	20				
	8:39	21				
	9:39	22				
	10:39	23				
	11:39	24				
	12:39	25				
	13:39	26				
	14:39	27				
	15:39	28				
	16:39	29				
	17:39	30				
18:39	31					
19:39	32					
20:39	33					
21:39	34					
22:39	35					
23:39	36					




 Rivadeneyra Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 2. Imágenes 4. 112 Ensayo de inundación simulada parte 16






 Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO


Anexo 2. Imágenes 4. 113 Ensayo de inundación simulada parte 17

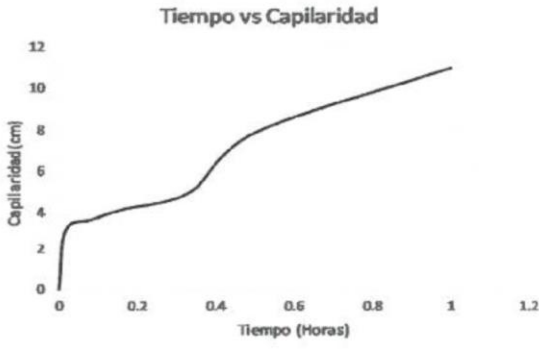
		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL				
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"						
INUNDACIÓN SIMULADA						
TESISISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas		FECHA: 13/06/2018				
LUGAR: Campus USAT						
Periodo Corto de Inundación - Muro Patrón						
Datos Tomados para el Periodo Corto de Inundación - Muro Patrón						
Fecha	Hora	Tiempo Transcurrido (Hrs)	Ascenso por Capilaridad	Descenso Por Absorción	Observaciones	
05/05/2018	13:06	0 min	0	0		
	13:07	1 min	3.2	0.64		
	13:13	5 min	3.7	1.4		
	13:16	10 min	4.2	3		
	13:26	20 min	5	3.2		
	13:36	30 min	7.9	3.5		
	14:06	1	11	4.9	Falló (14:37 pm)	
	15:06	2				
	16:06	3				
	17:06	4				
	18:06	5				
	19:06	6				
	20:06	7				
	21:06	8				
	22:06	9				
	23:06	10				
	0:06	11				
	1:06	12				
	2:06	13				
	3:06	14				
	4:06	15				
	5:06	16				
	6:06	17				
	7:06	18				
	8:06	19				
	9:06	20				
	10:06	21				
	11:06	22				
	12:06	23				
	13:06	24				
	14:06	25				
	15:06	26				
	16:06	27				
	17:06	28				
	18:06	29				
	19:06	30				
	20:06	31				
	21:06	32				
	22:06	33				
	23:06	34				
	0:06	35				
	1:06	36				


 Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 2. Imágenes 4. 114 Ensayo de inundación simulada parte 18

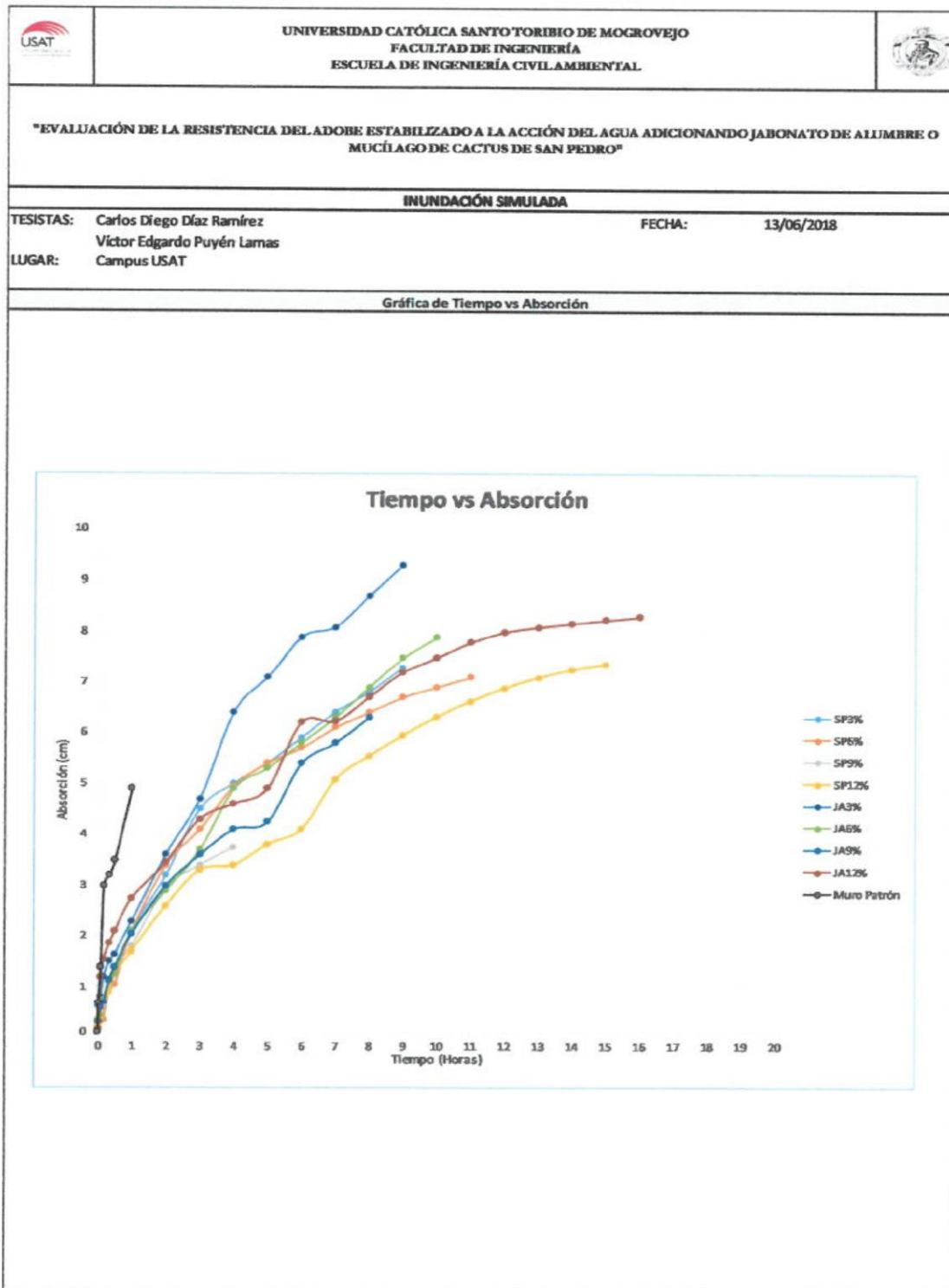
	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL		
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"			
INUNDACIÓN SIMULADA			
TESISISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas LUGAR: Campus USAT	FECHA: 13/06/2018		
Datos Tomados para el Periodo Corto de Inundación - Muro de Patrón			
ΔH: Incremento de Absorción de Agua en la Mira ΔV: Incremento de Absorción en volumen V: Volumen Acumulado de Agua Absorbida			
Primer Día			
Tiempo (horas)	ΔH (mm)	ΔV (Litros)	V. Acu (Litros)
0.000	0.000	0.000	0.000
1.000	0.640	1.216	1.216
5.000	0.760	1.444	2.660
10.000	1.600	3.04	5.700
20.000	0.200	0.38	6.080
30.000	0.300	0.57	6.650
1.000	1.400	2.66	9.310
2.000			
3.000			
4.000			
5.000			
6.000			
7.000			
8.000			
9.000			
10.000			
11.000			
12.000			
13.000			
14.000			
15.000			
16.000			
17.000			
18.000			
19.000			
20.000			
21.000			
22.000			
23.000			
24.000			





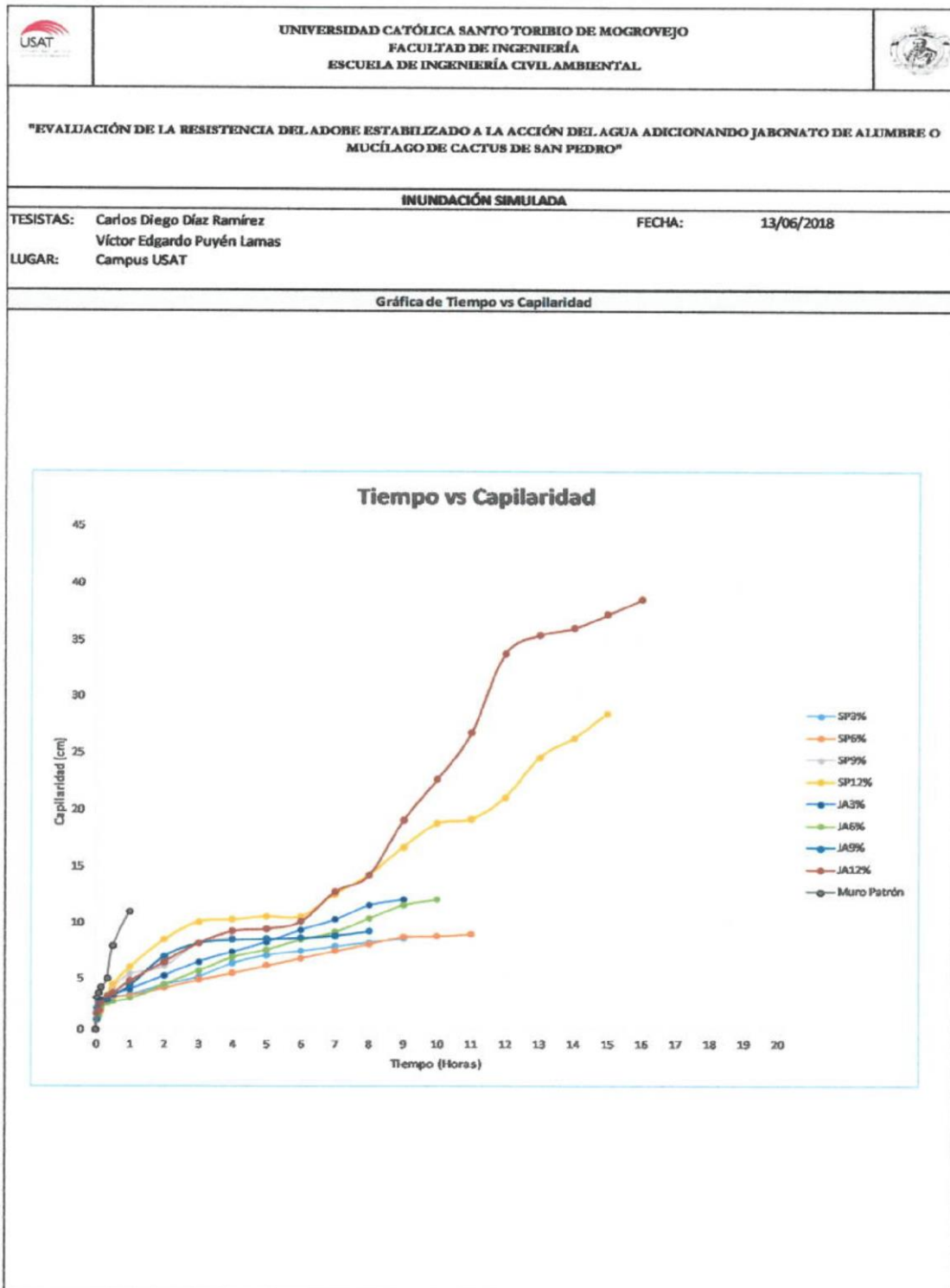

 Rivadeneira Oblitas Henry
 LABORATORIO

Anexo 2. Imágenes 4. 115 Ensayo de inundación simulada parte 19



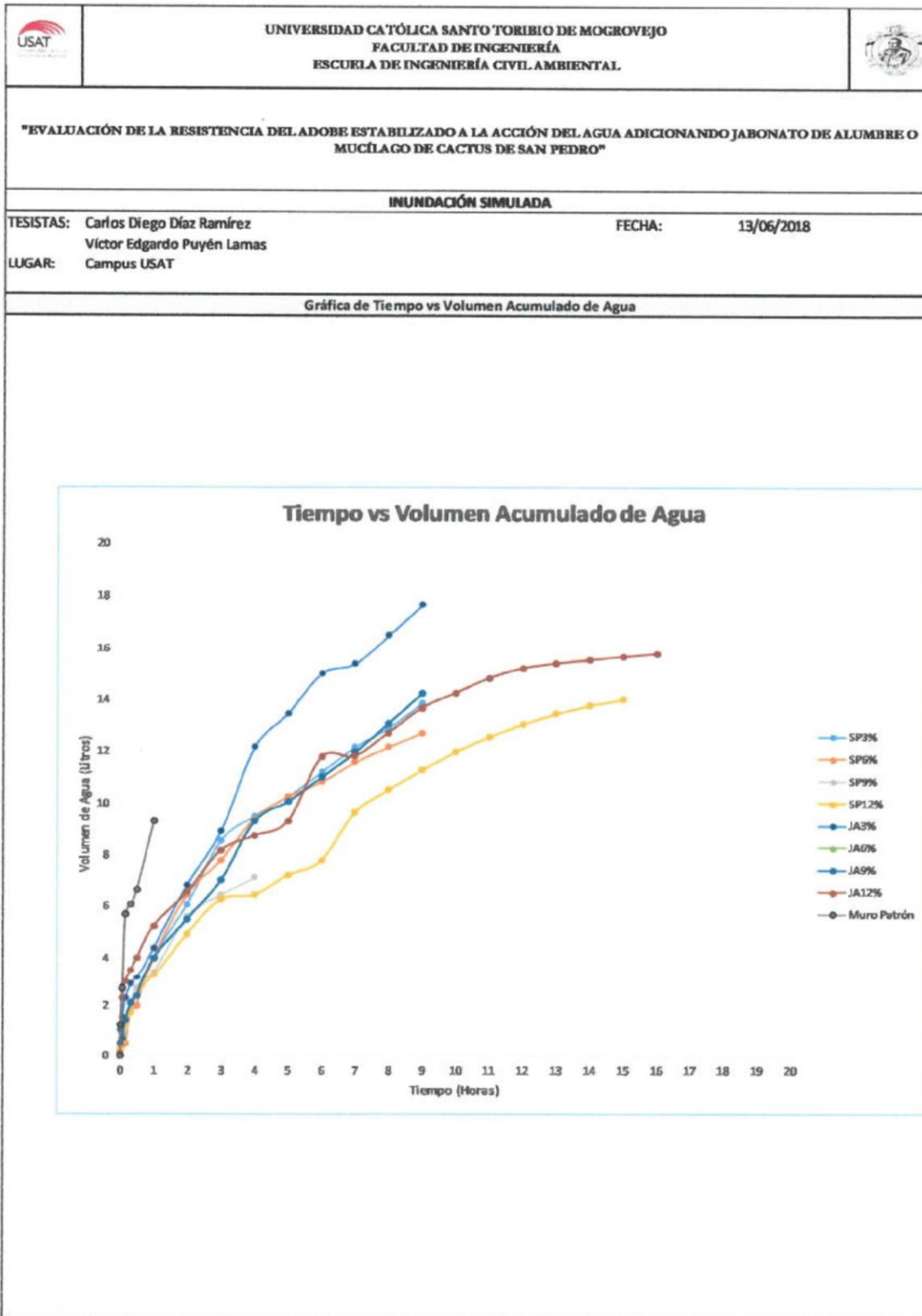

 Rivadeneira Oblitas Henry,
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 2. Imágenes 4. 116 Ensayo de inundación simulada parte 20






 Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 2. Imágenes 4. 117 Ensayo de inundación simulada parte 21






 Rivenderley Oblitas Henríquez

Anexo 2. Imágenes 4. 118 Ensayo de resistencia a la compresión parte 1

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																						
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																							
ESFUERZO MÍNIMO DE ROTURA: MORTERO																							
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA: 13/06/2018																					
LUGAR:	Campus USAT																						
Muestra Patrón																							
	Superior		Inferior		Promedio																		
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																	
Muestra N°1	10.1	10.1	9.9	9.9	10	10																	
Muestra N°2	10.2	10.1	9.8	9.9	10	10																	
Muestra N°3	10.1	9.7	9.8	9.9	9.95	9.8																	
Muestra N°4	10	10.1	10	10.1	10	10.1																	
Muestra N°5	10.1	10.1	9.9	9.9	10	10																	
Muestra N°6	10.1	10.1	9.9	9.9	10	10																	
<table border="1" data-bbox="483 993 967 1203"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la compresión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100</td> <td>820</td> <td>8.200</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>740</td> <td>7.400</td> </tr> <tr> <td>97.51</td> <td>750</td> <td>7.692</td> </tr> <tr> <td>101</td> <td>760</td> <td>7.525</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>			Área	Carga	Resistencia a la compresión	100	820	8.200	100	740	7.400	97.51	750	7.692	101	760	7.525	100	-	-	100	-	-
Área	Carga	Resistencia a la compresión																					
100	820	8.200																					
100	740	7.400																					
97.51	750	7.692																					
101	760	7.525																					
100	-	-																					
100	-	-																					
Muestras a Promediar																							
	<table border="1" data-bbox="277 1304 967 1434"> <thead> <tr> <th>Orden</th> <th>Resistencia</th> <th>Promedio</th> <th>Verificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>8.200</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">7.704</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">Adobe de Baja Resistencia</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>7.400</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>7.692</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>7.525</td> </tr> </tbody> </table>	Orden	Resistencia	Promedio	Verificación	Muestra N°1	8.200	7.704	Adobe de Baja Resistencia	Muestra N°2	7.400	Muestra N°3	7.692	Muestra N°4	7.525								
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																				
Muestra N°1	8.200	7.704	Adobe de Baja Resistencia																				
Muestra N°2	7.400																						
Muestra N°3	7.692																						
Muestra N°4	7.525																						
<p>Nota: Unidades en kilogramos y centímetros Carga admisible : 10.2 kg/cm²</p>																							




 RIVERA NEYRA Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 2. Imágenes 4. 119 Ensayo de resistencia a la compresión parte 2

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																										
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																											
ESFUERZO MÍNIMO DE ROTURA: MORTERO																											
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez	FECHA: 13/06/2018																									
LUGAR:	Víctor Edgardo Puyén Lamas Campus USAT																										
Muestra de Adobe con JA al 3%																											
	Superior		Inferior		Promedio																						
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																					
Muestra N°1	9.5	9.4	10	10.1	9.75	9.75																					
Muestra N°2	10.5	9.5	10	9	10.25	9.25																					
Muestra N°3	9	10	10	10	9.5	10																					
Muestra N°4	10.1	10.1	10	9.6	10.05	9.85																					
Muestra N°5	10.1	9.5	10	9.6	10.05	9.55																					
Muestra N°6	9.5	7.8	7.9	9.4	8.7	8.6																					
<table border="1" data-bbox="435 987 938 1192"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la compresión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>95.0625</td> <td>840</td> <td>8.836</td> </tr> <tr> <td>94.8125</td> <td>900</td> <td>9.492</td> </tr> <tr> <td>95</td> <td>810</td> <td>8.526</td> </tr> <tr> <td>98.9925</td> <td>710</td> <td>7.172</td> </tr> <tr> <td>95.9775</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>74.82</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>							Área	Carga	Resistencia a la compresión	95.0625	840	8.836	94.8125	900	9.492	95	810	8.526	98.9925	710	7.172	95.9775	-	-	74.82	-	-
Área	Carga	Resistencia a la compresión																									
95.0625	840	8.836																									
94.8125	900	9.492																									
95	810	8.526																									
98.9925	710	7.172																									
95.9775	-	-																									
74.82	-	-																									
Muestras a Promediar																											
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																								
Muestra N°1	8.836	8.507	Adobe de Baja Resistencia																								
Muestra N°2	9.492																										
Muestra N°3	8.526																										
Muestra N°4	7.172																										
<p>Nota: Unidades en kilogramos y centímetros Carga admisible : 10.2 kg/cm²</p>																											




 Rivdeneyra Oblitas Henry
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

Anexo 2. Imágenes 4. 120 Ensayo de resistencia a la compresión parte 3

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																										
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																											
ESFUERZO MÍNIMO DE ROTURA: MORTERO																											
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA: 13/06/2018																									
LUGAR:	Campus USAT																										
Muestra de Adobe con JA al 6%																											
	Superior	Inferior	Promedio																								
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																					
Muestra N°1	9	9.5	9.5	9	9.25	9.25																					
Muestra N°2	10	9.5	9.5	9.5	9.75	9.5																					
Muestra N°3	9	9.5	9	10	9	9.75																					
Muestra N°4	9	9	9.5	9.5	9.25	9.25																					
Muestra N°5	9	9.5	8	8.5	8.5	9																					
Muestra N°6	9.5	9	10	10	9.75	9.5																					
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la compresión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">85.5625</td> <td style="text-align: center;">820</td> <td style="text-align: center;">9.584</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">92.625</td> <td style="text-align: center;">850</td> <td style="text-align: center;">9.177</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">87.75</td> <td style="text-align: center;">740</td> <td style="text-align: center;">8.433</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">85.5625</td> <td style="text-align: center;">830</td> <td style="text-align: center;">9.701</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">76.5</td> <td style="text-align: center;">790</td> <td style="text-align: center;">10.327</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">92.625</td> <td style="text-align: center;">720</td> <td style="text-align: center;">7.773</td> </tr> </tbody> </table>							Área	Carga	Resistencia a la compresión	85.5625	820	9.584	92.625	850	9.177	87.75	740	8.433	85.5625	830	9.701	76.5	790	10.327	92.625	720	7.773
Área	Carga	Resistencia a la compresión																									
85.5625	820	9.584																									
92.625	850	9.177																									
87.75	740	8.433																									
85.5625	830	9.701																									
76.5	790	10.327																									
92.625	720	7.773																									
Muestras a Promediar																											
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																								
Muestra N°1	9.584	9.697	Adobe de Baja Resistencia																								
Muestra N°2	9.177																										
Muestra N°3	9.701																										
Muestra N°4	10.327																										
Nota:																											
Unidades en kilogramos y centímetros																											
Carga admisible :		10.2 kg/cm ²																									




 Rivasdeyra Oblitas de la Cruz
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 2. Imágenes 4. 121 Ensayo de resistencia a la compresión parte 4

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																										
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																											
ESFUERZO MÍNIMO DE ROTURA: MORTERO																											
TESISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas LUGAR: Campus USAT	FECHA: 13/06/2018																										
Muestra de Adobe con JA al 9%																											
	Superior	Inferior	Promedio																								
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																					
Muestra N°1	9.4	9.5	9.6	9.7	9.5	9.6																					
Muestra N°2	9.5	9.5	9.4	9.5	9.45	9.5																					
Muestra N°3	10.5	9	7	10	8.75	9.5																					
Muestra N°4	9	9	9	9	9	9																					
Muestra N°5	9.5	9.2	9.5	9.4	9.5	9.3																					
Muestra N°6	9.5	9	9	9	9.25	9																					
<table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la compresión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">91.2</td> <td style="text-align: center;">720</td> <td style="text-align: center;">7.895</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">89.775</td> <td style="text-align: center;">920</td> <td style="text-align: center;">10.248</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">83.125</td> <td style="text-align: center;">800</td> <td style="text-align: center;">9.624</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">81</td> <td style="text-align: center;">840</td> <td style="text-align: center;">10.370</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">88.35</td> <td style="text-align: center;">770</td> <td style="text-align: center;">8.715</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">83.25</td> <td style="text-align: center;">820</td> <td style="text-align: center;">9.850</td> </tr> </tbody> </table>							Área	Carga	Resistencia a la compresión	91.2	720	7.895	89.775	920	10.248	83.125	800	9.624	81	840	10.370	88.35	770	8.715	83.25	820	9.850
Área	Carga	Resistencia a la compresión																									
91.2	720	7.895																									
89.775	920	10.248																									
83.125	800	9.624																									
81	840	10.370																									
88.35	770	8.715																									
83.25	820	9.850																									
Muestras a Promediar																											
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																								
Muestra N°1	10.248	10,023	Adobe de Baja Resistencia																								
Muestra N°2	9.624																										
Muestra N°3	10.370																										
Muestra N°4	9.850																										
Nota: Unidades en kilogramos y centímetros Carga admisible : 10.2 kg/cm²																											




 Rivinderleya Oblitas Henrí

Anexo 2. Imágenes 4. 122 Ensayo de resistencia a la compresión parte 5

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																										
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																											
ESFUERZO MÍNIMO DE ROTURA: MORTERO																											
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez	FECHA: 13/06/2018																									
LUGAR:	Víctor Edgardo Puyén Lamas Campus USAT																										
Muestra de Adobe con JA al 12%																											
	Superior		Inferior		Promedio																						
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																					
Muestra N°1	9.5	9.4	10	10.1	9.75	9.75																					
Muestra N°2	10.5	9.5	10	9	10.25	9.25																					
Muestra N°3	9	10	10	10	9.5	10																					
Muestra N°4	10.1	10.1	10	9.6	10.05	9.85																					
Muestra N°5	10.1	9.5	10	9.6	10.05	9.55																					
Muestra N°6	9.5	7.8	7.9	9.4	8.7	8.6																					
<table border="1" data-bbox="423 961 930 1167"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la compresión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>95.0625</td> <td>940</td> <td>9.888</td> </tr> <tr> <td>94.8125</td> <td>950</td> <td>10.020</td> </tr> <tr> <td>95</td> <td>820</td> <td>8.632</td> </tr> <tr> <td>98.9925</td> <td>800</td> <td>8.081</td> </tr> <tr> <td>95.9775</td> <td>820</td> <td>8.544</td> </tr> <tr> <td>74.82</td> <td>920</td> <td>12.296</td> </tr> </tbody> </table>							Área	Carga	Resistencia a la compresión	95.0625	940	9.888	94.8125	950	10.020	95	820	8.632	98.9925	800	8.081	95.9775	820	8.544	74.82	920	12.296
Área	Carga	Resistencia a la compresión																									
95.0625	940	9.888																									
94.8125	950	10.020																									
95	820	8.632																									
98.9925	800	8.081																									
95.9775	820	8.544																									
74.82	920	12.296																									
Muestras a Promediar																											
<table border="1" data-bbox="212 1266 930 1398"> <thead> <tr> <th>Orden</th> <th>Resistencia</th> <th>Promedio</th> <th>Verificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>9.888</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">10.209</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">Adobe de Resistencia Aceptable</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>10.020</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>8.632</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>12.296</td> </tr> </tbody> </table>	Orden	Resistencia	Promedio	Verificación	Muestra N°1	9.888	10.209	Adobe de Resistencia Aceptable	Muestra N°2	10.020	Muestra N°3	8.632	Muestra N°4	12.296													
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																								
Muestra N°1	9.888	10.209	Adobe de Resistencia Aceptable																								
Muestra N°2	10.020																										
Muestra N°3	8.632																										
Muestra N°4	12.296																										
Nota: Unidades en kilogramos y centímetros Carga admisible : 10.2 kg/cm ²																											




 Rivendeyra Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 2. Imágenes 4. 123 Ensayo de resistencia a la compresión parte 6

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																																																								
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																																																									
ESFUERZO MÍNIMO DE ROTURA: MORTERO																																																									
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez	FECHA: 13/06/2018																																																							
LUGAR:	Víctor Edgardo Puyén Lamas Campus USAT																																																								
Muestra de Adobe con SP al 3%																																																									
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Superior</th> <th colspan="2">Inferior</th> <th colspan="2">Promedio</th> </tr> <tr> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>9.5</td> <td>9.5</td> <td>9.75</td> <td>9.75</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>9.5</td> <td>9.5</td> <td>9.75</td> <td>9.75</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>9.5</td> <td>9.5</td> <td>9.75</td> <td>9.75</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>9.5</td> <td>9.5</td> <td>9.75</td> <td>9.75</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°5</td> <td>9.5</td> <td>9.5</td> <td>9.5</td> <td>9.5</td> <td>9.5</td> <td>9.5</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°6</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>			Superior		Inferior		Promedio		Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Muestra N°1	10	10	9.5	9.5	9.75	9.75	Muestra N°2	10	10	9.5	9.5	9.75	9.75	Muestra N°3	10	10	9.5	9.5	9.75	9.75	Muestra N°4	10	10	9.5	9.5	9.75	9.75	Muestra N°5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	Muestra N°6	-	-	-	-	-	-
	Superior			Inferior		Promedio																																																			
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																																																			
Muestra N°1	10	10	9.5	9.5	9.75	9.75																																																			
Muestra N°2	10	10	9.5	9.5	9.75	9.75																																																			
Muestra N°3	10	10	9.5	9.5	9.75	9.75																																																			
Muestra N°4	10	10	9.5	9.5	9.75	9.75																																																			
Muestra N°5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5																																																			
Muestra N°6	-	-	-	-	-	-																																																			
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la compresión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>95.0625</td> <td>840</td> <td>8.836</td> </tr> <tr> <td>95.0625</td> <td>840</td> <td>8.836</td> </tr> <tr> <td>95.0625</td> <td>810</td> <td>8.521</td> </tr> <tr> <td>95.0625</td> <td>900</td> <td>9.467</td> </tr> <tr> <td>90.25</td> <td>830</td> <td>9.197</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		Área	Carga	Resistencia a la compresión	95.0625	840	8.836	95.0625	840	8.836	95.0625	810	8.521	95.0625	900	9.467	90.25	830	9.197	-	-	-																																		
Área	Carga	Resistencia a la compresión																																																							
95.0625	840	8.836																																																							
95.0625	840	8.836																																																							
95.0625	810	8.521																																																							
95.0625	900	9.467																																																							
90.25	830	9.197																																																							
-	-	-																																																							
Muestras a Promediar																																																									
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Orden</th> <th>Resistencia</th> <th>Promedio</th> <th>Verificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>9.467</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">9.084</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; background-color: yellow;">Adobe de Baja Resistencia</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>9.197</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>8.836</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>8.836</td> </tr> </tbody> </table>		Orden	Resistencia	Promedio	Verificación	Muestra N°1	9.467	9.084	Adobe de Baja Resistencia	Muestra N°2	9.197	Muestra N°3	8.836	Muestra N°4	8.836																																									
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																																																						
Muestra N°1	9.467	9.084	Adobe de Baja Resistencia																																																						
Muestra N°2	9.197																																																								
Muestra N°3	8.836																																																								
Muestra N°4	8.836																																																								
Nota:																																																									
Unidades en kilogramos y centímetros																																																									
Carga admisible : 10.2 kg/cm ²																																																									




 Rivas Obispo Oblita
 LABOR

Anexo 2. Imágenes 4. 124 Ensayo de resistencia a la compresión parte 7

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																																																		
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																																																			
ESFUERZO MÍNIMO DE ROTURA: MORTERO																																																			
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez	FECHA: 13/06/2018																																																	
LUGAR:	Víctor Edgardo Puyén Lamas Campus USAT																																																		
Muestra de Adobe con SP al 6%																																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Superior</th> <th colspan="2">Inferior</th> <th colspan="2">Promedio</th> </tr> <tr> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>9.5</td> <td>10</td> <td>10.5</td> <td>10.4</td> <td>10.2</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>10.5</td> <td>10.3</td> <td>10</td> <td>10.5</td> <td>10.4</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>10.5</td> <td>10.5</td> <td>9.5</td> <td>9.5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>10.3</td> <td>10.5</td> <td>9.3</td> <td>9</td> <td>9.75</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°5</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>9.5</td> <td>10.4</td> <td>9.25</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°6</td> <td>10.5</td> <td>10.5</td> <td>9</td> <td>9</td> <td>9.75</td> </tr> </tbody> </table>		Superior		Inferior		Promedio		Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Muestra N°1	9.5	10	10.5	10.4	10.2	Muestra N°2	10.5	10.3	10	10.5	10.4	Muestra N°3	10.5	10.5	9.5	9.5	10	Muestra N°4	10.3	10.5	9.3	9	9.75	Muestra N°5	9	10	9.5	10.4	9.25	Muestra N°6	10.5	10.5	9	9	9.75	
Superior		Inferior		Promedio																																															
Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																																														
Muestra N°1	9.5	10	10.5	10.4	10.2																																														
Muestra N°2	10.5	10.3	10	10.5	10.4																																														
Muestra N°3	10.5	10.5	9.5	9.5	10																																														
Muestra N°4	10.3	10.5	9.3	9	9.75																																														
Muestra N°5	9	10	9.5	10.4	9.25																																														
Muestra N°6	10.5	10.5	9	9	9.75																																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la compresión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>102</td> <td>880</td> <td>8.627</td> </tr> <tr> <td>106.6</td> <td>830</td> <td>7.786</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>920</td> <td>9.200</td> </tr> <tr> <td>95.55</td> <td>895</td> <td>9.367</td> </tr> <tr> <td>94.35</td> <td>740</td> <td>7.843</td> </tr> <tr> <td>95.0625</td> <td>920</td> <td>9.678</td> </tr> </tbody> </table>		Área	Carga	Resistencia a la compresión	102	880	8.627	106.6	830	7.786	100	920	9.200	95.55	895	9.367	94.35	740	7.843	95.0625	920	9.678																												
Área	Carga	Resistencia a la compresión																																																	
102	880	8.627																																																	
106.6	830	7.786																																																	
100	920	9.200																																																	
95.55	895	9.367																																																	
94.35	740	7.843																																																	
95.0625	920	9.678																																																	
Muestras a Promediar																																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Orden</th> <th>Resistencia</th> <th>Promedio</th> <th>Verificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>8.627</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">9.218</td> <td rowspan="4" style="background-color: yellow;">Adobe de Baja Resistencia</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>9.367</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>9.200</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>9.678</td> </tr> </tbody> </table>		Orden	Resistencia	Promedio	Verificación	Muestra N°1	8.627	9.218	Adobe de Baja Resistencia	Muestra N°2	9.367	Muestra N°3	9.200	Muestra N°4	9.678																																			
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																																																
Muestra N°1	8.627	9.218	Adobe de Baja Resistencia																																																
Muestra N°2	9.367																																																		
Muestra N°3	9.200																																																		
Muestra N°4	9.678																																																		
Nota:																																																			
Unidades en kilogramos y centímetros																																																			
Carga admisible : 10.2 kg/cm ²																																																			




 Rivasdeyra Oblitas Henríquez
 LABORATORIO

Anexo 2. Imágenes 4. 125 Ensayo de resistencia a la compresión parte 8

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																										
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																											
ESFUERZO MÍNIMO DE ROTURA: MORTERO																											
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez	FECHA: 13/06/2018																									
LUGAR:	Víctor Edgardo Puyén Lamas Campus USAT																										
Muestra de Adobe con SP al 9%																											
	Superior		Inferior		Promedio																						
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																					
Muestra N°1	9.5	9	9.5	9.5	9.5	9.25																					
Muestra N°2	9.5	9.4	9	9.6	9.25	9.5																					
Muestra N°3	10.3	9	10.1	9	10.2	9																					
Muestra N°4	7.5	9	8.5	9	8	9																					
Muestra N°5	10	9.5	9.5	9	9.75	9.25																					
Muestra N°6	10	10	10	10	10	10																					
<table border="1" data-bbox="435 898 938 1087"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la compresión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>87.875</td><td>900</td><td>10.242</td></tr> <tr><td>87.875</td><td>880</td><td>10.014</td></tr> <tr><td>91.8</td><td>790</td><td>8.606</td></tr> <tr><td>72</td><td>850</td><td>11.806</td></tr> <tr><td>90.1875</td><td>790</td><td>8.760</td></tr> <tr><td>100</td><td>830</td><td>8.300</td></tr> </tbody> </table>							Área	Carga	Resistencia a la compresión	87.875	900	10.242	87.875	880	10.014	91.8	790	8.606	72	850	11.806	90.1875	790	8.760	100	830	8.300
Área	Carga	Resistencia a la compresión																									
87.875	900	10.242																									
87.875	880	10.014																									
91.8	790	8.606																									
72	850	11.806																									
90.1875	790	8.760																									
100	830	8.300																									
Muestras a Promediar																											
	Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																							
Muestra N°1	10.242	10.205	Adobe de Resistencia Aceptable																								
Muestra N°2	10.014																										
Muestra N°3	8.760																										
Muestra N°4	11.806																										
Nota:																											
Unidades en kilogramos y centímetros																											
Carga admisible : 10.2 kg/cm ²																											

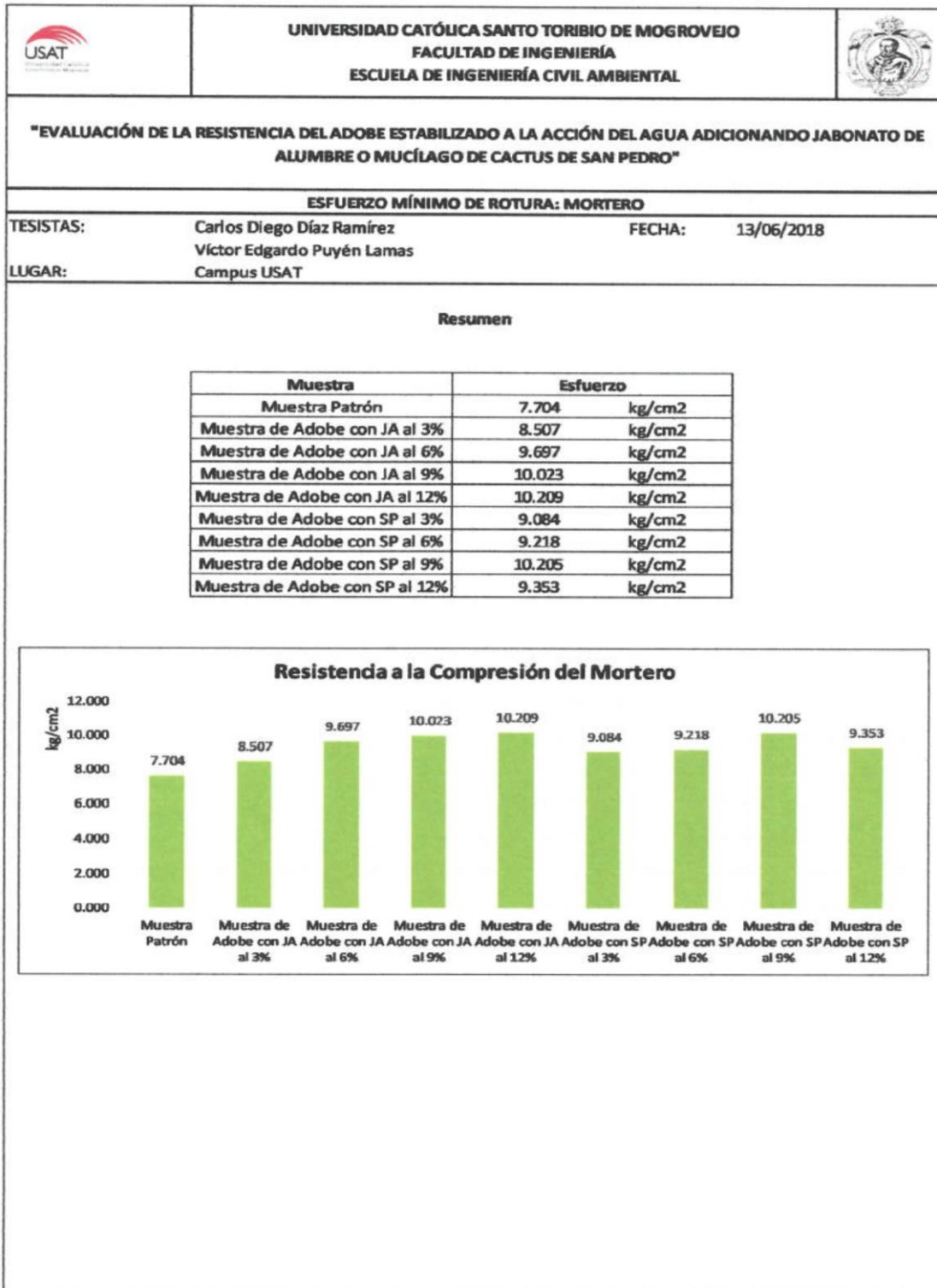

 Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 2. Imágenes 4. 126 Ensayo de resistencia a la compresión parte 9

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																										
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																											
ESFUERZO MÍNIMO DE ROTURA: MORTERO																											
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez	FECHA: 13/06/2018																									
LUGAR:	Víctor Edgardo Puyén Lamas Campus USAT																										
Muestra de Adobe con SP al 12%																											
	Superior		Inferior		Promedio																						
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																					
Muestra N°1	10.4	9	9	10.5	9.7	9.75																					
Muestra N°2	9	9	9.5	9.4	9.25	9.2																					
Muestra N°3	9	9.5	9	9.5	9	9.5																					
Muestra N°4	10	10	9.5	9.5	9.75	9.75																					
Muestra N°5	10	7.5	7.5	9	8.75	8.25																					
Muestra N°6	-	-	-	-	-	-																					
<table border="1" data-bbox="461 999 964 1209"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la compresión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>94.575</td> <td>790</td> <td>8.353</td> </tr> <tr> <td>85.1</td> <td>740</td> <td>8.696</td> </tr> <tr> <td>85.5</td> <td>770</td> <td>9.006</td> </tr> <tr> <td>95.0625</td> <td>720</td> <td>7.574</td> </tr> <tr> <td>72.1875</td> <td>820</td> <td>11.359</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>							Área	Carga	Resistencia a la compresión	94.575	790	8.353	85.1	740	8.696	85.5	770	9.006	95.0625	720	7.574	72.1875	820	11.359	-	-	-
Área	Carga	Resistencia a la compresión																									
94.575	790	8.353																									
85.1	740	8.696																									
85.5	770	9.006																									
95.0625	720	7.574																									
72.1875	820	11.359																									
-	-	-																									
Muestras a Promediar																											
<table border="1" data-bbox="245 1310 964 1444"> <thead> <tr> <th>Orden</th> <th>Resistencia</th> <th>Promedio</th> <th>Verificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>8.353</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">9.353</td> <td rowspan="4" style="background-color: yellow; text-align: center;">Adobe de Baja Resistencia</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>8.696</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>9.006</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>11.359</td> </tr> </tbody> </table>	Orden	Resistencia	Promedio	Verificación	Muestra N°1	8.353	9.353	Adobe de Baja Resistencia	Muestra N°2	8.696	Muestra N°3	9.006	Muestra N°4	11.359													
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																								
Muestra N°1	8.353	9.353	Adobe de Baja Resistencia																								
Muestra N°2	8.696																										
Muestra N°3	9.006																										
Muestra N°4	11.359																										
<p>Nota: Unidades en kilogramos y centímetros Carga admisible : 10.2 kg/cm²</p>																											




 Rivas Leyra Oblitas Henry
 LABORATORIO

Anexo 2. Imágenes 4. 127 Ensayo de resistencia a la compresión parte 10






 Rivadeneira Oblitas A.
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 2. Imágenes 4. 128 Ensayo de resistencia a la tracción parte 1

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																																																									
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																																																										
RESISTENCIA DEL MORTERO A LA TRACCIÓN																																																										
TESISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas LUGAR: Campus USAT	FECHA: 13/06/2018																																																									
Muestra Patrón																																																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">Superior</th> <th colspan="2">Inferior</th> <th colspan="2">Promedio</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>29.7</td> <td>19.6</td> <td>29.7</td> <td>19.6</td> <td>29.7</td> <td>19.6</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>29.5</td> <td>19.4</td> <td>29.5</td> <td>19.4</td> <td>29.5</td> <td>19.4</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>30.7</td> <td>20.2</td> <td>30.7</td> <td>20.2</td> <td>30.7</td> <td>20.2</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>29.9</td> <td>19.7</td> <td>29.9</td> <td>19.7</td> <td>29.9</td> <td>19.7</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°5</td> <td>30.1</td> <td>19.9</td> <td>30.1</td> <td>19.9</td> <td>30.1</td> <td>19.9</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°6</td> <td>30</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>			Superior		Inferior		Promedio			Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Muestra N°1	29.7	19.6	29.7	19.6	29.7	19.6	Muestra N°2	29.5	19.4	29.5	19.4	29.5	19.4	Muestra N°3	30.7	20.2	30.7	20.2	30.7	20.2	Muestra N°4	29.9	19.7	29.9	19.7	29.9	19.7	Muestra N°5	30.1	19.9	30.1	19.9	30.1	19.9	Muestra N°6	30	20	30	20	30	20
	Superior		Inferior		Promedio																																																					
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																																																				
Muestra N°1	29.7	19.6	29.7	19.6	29.7	19.6																																																				
Muestra N°2	29.5	19.4	29.5	19.4	29.5	19.4																																																				
Muestra N°3	30.7	20.2	30.7	20.2	30.7	20.2																																																				
Muestra N°4	29.9	19.7	29.9	19.7	29.9	19.7																																																				
Muestra N°5	30.1	19.9	30.1	19.9	30.1	19.9																																																				
Muestra N°6	30	20	30	20	30	20																																																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la Tracción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>582.12</td> <td>400</td> <td>0.344</td> </tr> <tr> <td>572.3</td> <td>420</td> <td>0.367</td> </tr> <tr> <td>620.14</td> <td>510</td> <td>0.411</td> </tr> <tr> <td>589.03</td> <td>440</td> <td>0.373</td> </tr> <tr> <td>598.99</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>600</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		Área	Carga	Resistencia a la Tracción	582.12	400	0.344	572.3	420	0.367	620.14	510	0.411	589.03	440	0.373	598.99	-	-	600	-	-	<table border="1"> <tr> <td>α</td> <td>0.5</td> </tr> </table>	α	0.5																																
Área	Carga	Resistencia a la Tracción																																																								
582.12	400	0.344																																																								
572.3	420	0.367																																																								
620.14	510	0.411																																																								
589.03	440	0.373																																																								
598.99	-	-																																																								
600	-	-																																																								
α	0.5																																																									
Muestras a Promediar																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Orden</th> <th>Resistencia</th> <th>Promedio</th> <th>Verificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>0.344</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">0.374</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">Adobe de Resistencia Aceptable</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>0.367</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>0.411</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>0.373</td> </tr> </tbody> </table>			Orden	Resistencia	Promedio	Verificación	Muestra N°1	0.344	0.374	Adobe de Resistencia Aceptable	Muestra N°2	0.367	Muestra N°3	0.411	Muestra N°4	0.373																																										
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																																																							
Muestra N°1	0.344	0.374	Adobe de Resistencia Aceptable																																																							
Muestra N°2	0.367																																																									
Muestra N°3	0.411																																																									
Muestra N°4	0.373																																																									
<p>Nota: Unidades en kilogramos y centímetros Carga admisible : 0.12 kg/cm²</p>																																																										




 Ríndele Oblitas de

Anexo 2. Imágenes 4. 129 Ensayo de resistencia a la tracción parte 2

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																												
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																													
RESISTENCIA DEL MORTERO A LA TRACCIÓN																													
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA: 13/06/2018																											
LUGAR:	Campus USAT																												
Muestra de Adobe con JA al 3%																													
	Superior		Inferior		Promedio																								
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																							
Muestra N°1	30.2	19.8	30.2	19.8	30.2	19.8																							
Muestra N°2	29.4	19.8	29.4	19.8	29.4	19.8																							
Muestra N°3	29	20	29	20	29	20																							
Muestra N°4	29.9	19.8	29.9	19.8	29.9	19.8																							
Muestra N°5	29.7	19.7	29.7	19.7	29.7	19.7																							
Muestra N°6	30	20	30	20	30	20																							
			<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la Tracción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>597.96</td> <td>440</td> <td>0.368</td> </tr> <tr> <td>582.12</td> <td>450</td> <td>0.387</td> </tr> <tr> <td>580</td> <td>440</td> <td>0.379</td> </tr> <tr> <td>592.02</td> <td>470</td> <td>0.397</td> </tr> <tr> <td>585.09</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>600</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		Área	Carga	Resistencia a la Tracción	597.96	440	0.368	582.12	450	0.387	580	440	0.379	592.02	470	0.397	585.09	-	-	600	-	-	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">α</td> <td style="text-align: center;">0.5</td> </tr> </table>		α	0.5
Área	Carga	Resistencia a la Tracción																											
597.96	440	0.368																											
582.12	450	0.387																											
580	440	0.379																											
592.02	470	0.397																											
585.09	-	-																											
600	-	-																											
α	0.5																												
			Muestras a Promediar																										
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Orden</th> <th>Resistencia</th> <th>Promedio</th> <th>Verificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td style="text-align: center;">0.368</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">0.383</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">Adobe de Resistencia Aceptable</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td style="text-align: center;">0.387</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td style="text-align: center;">0.379</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td style="text-align: center;">0.397</td> </tr> </tbody> </table>	Orden	Resistencia	Promedio	Verificación	Muestra N°1	0.368	0.383	Adobe de Resistencia Aceptable	Muestra N°2	0.387	Muestra N°3	0.379	Muestra N°4	0.397														
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																										
Muestra N°1	0.368	0.383	Adobe de Resistencia Aceptable																										
Muestra N°2	0.387																												
Muestra N°3	0.379																												
Muestra N°4	0.397																												
Nota:			Unidades en kilogramos y centímetros																										
Carga admisible :			0.12 kg/cm ²																										




 Rivadeneira Oblitas A
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 2. Imágenes 4. 130 Ensayo de resistencia a la tracción parte 3

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL							
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"								
RESISTENCIA DEL MORTERO A LA TRACCIÓN								
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez	FECHA: 13/06/2018						
	Víctor Edgardo Puyén Lamas							
LUGAR:	Campus USAT							
Muestra de Adobe con JA al 6%								
	Superior		Inferior		Promedio			
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho		
Muestra N°1	29.3	19.5	29.3	19.5	29.3	19.5		
Muestra N°2	28.9	19.4	28.9	19.4	28.9	19.4		
Muestra N°3	29.8	19.5	29.8	19.5	29.8	19.5		
Muestra N°4	29.9	20.1	29.9	20.1	29.9	20.1		
Muestra N°5	30.1	19.9	30.1	19.9	30.1	19.9		
Muestra N°6	30.2	19.8	30.2	19.8	30.2	19.8		
	Área		Carga		Resistencia a la Tracción			
	571.35		450		0.394			
	560.66		440		0.392			
	581.1		460		0.396			
	600.99		440		0.366			
	598.99		-		-			
	597.96		-		-			
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">α</td> <td style="text-align: center;">0.5</td> </tr> </table>							α	0.5
α	0.5							
Muestras a Promediar								
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación					
Muestra N°1	0.394	0.387	Adobe de Resistencia Aceptable					
Muestra N°2	0.392							
Muestra N°3	0.396							
Muestra N°4	0.366							
Nota: Unidades en kilogramos y centímetros Carga admisible : 0.12 kg/cm ²								




 Rivadefeyra Oblitas den

Anexo 2. Imágenes 4. 131 Ensayo de resistencia a la tracción parte 4

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																									
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																										
RESISTENCIA DEL MORTERO A LA TRACCIÓN																										
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA: 13/06/2018																								
LUGAR:	Campus USAT																									
Muestra de Adobe con JA al 12%																										
	Superior		Inferior		Promedio																					
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																				
Muestra N°1	29.5	19.3	29.5	19.3	29.5	19.3																				
Muestra N°2	29.3	19.5	29.3	19.5	29.3	19.5																				
Muestra N°3	29.5	19.8	29.5	19.8	29.5	19.8																				
Muestra N°4	30.1	19.1	30.1	19.1	30.1	19.1																				
Muestra N°5	30	20	30	20	30	20																				
Muestra N°6	30.1	20.1	30.1	20.1	30.1	20.1																				
<table border="1" data-bbox="451 1003 950 1213"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la Tracción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>569.35</td> <td>450</td> <td>0.395</td> </tr> <tr> <td>571.35</td> <td>560</td> <td>0.490</td> </tr> <tr> <td>584.1</td> <td>420</td> <td>0.360</td> </tr> <tr> <td>574.91</td> <td>440</td> <td>0.383</td> </tr> <tr> <td>600</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>605.01</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>			Área	Carga	Resistencia a la Tracción	569.35	450	0.395	571.35	560	0.490	584.1	420	0.360	574.91	440	0.383	600	-	-	605.01	-	-	<table border="1" data-bbox="1076 1050 1326 1081"> <tr> <td>α</td> <td>0.5</td> </tr> </table>	α	0.5
Área	Carga	Resistencia a la Tracción																								
569.35	450	0.395																								
571.35	560	0.490																								
584.1	420	0.360																								
574.91	440	0.383																								
600	-	-																								
605.01	-	-																								
α	0.5																									
Muestras a Promediar																										
<table border="1" data-bbox="235 1318 950 1444"> <thead> <tr> <th>Orden</th> <th>Resistencia</th> <th>Promedio</th> <th>Verificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>0.395</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">0.407</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">Adobe de Resistencia Aceptable</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>0.490</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>0.360</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>0.383</td> </tr> </tbody> </table>	Orden	Resistencia	Promedio	Verificación	Muestra N°1	0.395	0.407	Adobe de Resistencia Aceptable	Muestra N°2	0.490	Muestra N°3	0.360	Muestra N°4	0.383												
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																							
Muestra N°1	0.395	0.407	Adobe de Resistencia Aceptable																							
Muestra N°2	0.490																									
Muestra N°3	0.360																									
Muestra N°4	0.383																									
<p>Nota: Unidades en kilogramos y centímetros Carga admisible : 0.12 kg/cm²</p>																										




 Rivadeneira Oblitas

Anexo 2. Imágenes 4. 132 Ensayo de resistencia a la tracción parte 5

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																																																		
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																																																			
RESISTENCIA DEL MORTERO A LA TRACCIÓN																																																			
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez	FECHA: 13/06/2018																																																	
LUGAR:	Víctor Edgardo Puyén Lamas	Campus USAT																																																	
Muestra de Adobe con SP al 3%																																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Superior</th> <th colspan="2">Inferior</th> <th colspan="2">Promedio</th> </tr> <tr> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>29.5</td> <td>20</td> <td>29.5</td> <td>20</td> <td>29.5</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>29.1</td> <td>19.8</td> <td>29.1</td> <td>19.8</td> <td>29.1</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>30.1</td> <td>19.8</td> <td>30.1</td> <td>19.8</td> <td>30.1</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>29.4</td> <td>19.1</td> <td>29.4</td> <td>19.1</td> <td>29.4</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°5</td> <td>29.1</td> <td>19.6</td> <td>29.1</td> <td>19.6</td> <td>29.1</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°6</td> <td>29.8</td> <td>20</td> <td>29.8</td> <td>20</td> <td>29.8</td> </tr> </tbody> </table>		Superior		Inferior		Promedio		Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Muestra N°1	29.5	20	29.5	20	29.5	Muestra N°2	29.1	19.8	29.1	19.8	29.1	Muestra N°3	30.1	19.8	30.1	19.8	30.1	Muestra N°4	29.4	19.1	29.4	19.1	29.4	Muestra N°5	29.1	19.6	29.1	19.6	29.1	Muestra N°6	29.8	20	29.8	20	29.8	
Superior		Inferior		Promedio																																															
Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																																														
Muestra N°1	29.5	20	29.5	20	29.5																																														
Muestra N°2	29.1	19.8	29.1	19.8	29.1																																														
Muestra N°3	30.1	19.8	30.1	19.8	30.1																																														
Muestra N°4	29.4	19.1	29.4	19.1	29.4																																														
Muestra N°5	29.1	19.6	29.1	19.6	29.1																																														
Muestra N°6	29.8	20	29.8	20	29.8																																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la Tracción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>590</td> <td>850</td> <td>0.720</td> </tr> <tr> <td>576.18</td> <td>720</td> <td>0.625</td> </tr> <tr> <td>595.98</td> <td>740</td> <td>0.621</td> </tr> <tr> <td>561.54</td> <td>519</td> <td>0.462</td> </tr> <tr> <td>570.36</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>596</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		Área	Carga	Resistencia a la Tracción	590	850	0.720	576.18	720	0.625	595.98	740	0.621	561.54	519	0.462	570.36	-	-	596	-	-	<table border="1"> <tr> <td>α</td> <td>0.5</td> </tr> </table>	α	0.5																									
Área	Carga	Resistencia a la Tracción																																																	
590	850	0.720																																																	
576.18	720	0.625																																																	
595.98	740	0.621																																																	
561.54	519	0.462																																																	
570.36	-	-																																																	
596	-	-																																																	
α	0.5																																																		
Muestras a Promediar																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Orden</th> <th>Resistencia</th> <th>Promedio</th> <th>Verificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>0.720</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">0.607</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">Adobe de Resistencia Aceptable</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>0.625</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>0.621</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>0.462</td> </tr> </tbody> </table>	Orden	Resistencia	Promedio	Verificación	Muestra N°1	0.720	0.607	Adobe de Resistencia Aceptable	Muestra N°2	0.625	Muestra N°3	0.621	Muestra N°4	0.462																																					
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																																																
Muestra N°1	0.720	0.607	Adobe de Resistencia Aceptable																																																
Muestra N°2	0.625																																																		
Muestra N°3	0.621																																																		
Muestra N°4	0.462																																																		
Nota:																																																			
Unidades en kilogramos y centímetros																																																			
Carga admisible : 0.12 kg/cm ²																																																			




 Rivdenevra Oblitas
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 2. Imágenes 4. 133 Ensayo de resistencia a la tracción parte 6

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																																																		
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																																																			
RESISTENCIA DEL MORTERO A LA TRACCIÓN																																																			
TESISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas LUGAR: Campus USAT	FECHA: 13/06/2018																																																		
Muestra de Adobe con SP al 6%																																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Superior</th> <th colspan="2">Inferior</th> <th colspan="2">Promedio</th> </tr> <tr> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>29.3</td> <td>20</td> <td>29.3</td> <td>20</td> <td>29.3</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>30</td> <td>19.4</td> <td>30</td> <td>19.4</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>29.2</td> <td>20</td> <td>29.2</td> <td>20</td> <td>29.2</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>29.1</td> <td>19.9</td> <td>29.1</td> <td>19.9</td> <td>29.1</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°5</td> <td>30.1</td> <td>20.1</td> <td>30.1</td> <td>20.1</td> <td>30.1</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°6</td> <td>29.8</td> <td>19.7</td> <td>29.8</td> <td>19.7</td> <td>29.8</td> </tr> </tbody> </table>	Superior		Inferior		Promedio		Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Muestra N°1	29.3	20	29.3	20	29.3	Muestra N°2	30	19.4	30	19.4	30	Muestra N°3	29.2	20	29.2	20	29.2	Muestra N°4	29.1	19.9	29.1	19.9	29.1	Muestra N°5	30.1	20.1	30.1	20.1	30.1	Muestra N°6	29.8	19.7	29.8	19.7	29.8		
Superior		Inferior		Promedio																																															
Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																																														
Muestra N°1	29.3	20	29.3	20	29.3																																														
Muestra N°2	30	19.4	30	19.4	30																																														
Muestra N°3	29.2	20	29.2	20	29.2																																														
Muestra N°4	29.1	19.9	29.1	19.9	29.1																																														
Muestra N°5	30.1	20.1	30.1	20.1	30.1																																														
Muestra N°6	29.8	19.7	29.8	19.7	29.8																																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la Tracción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>586</td> <td>610</td> <td>0.520</td> </tr> <tr> <td>582</td> <td>550</td> <td>0.473</td> </tr> <tr> <td>584</td> <td>860</td> <td>0.736</td> </tr> <tr> <td>579.09</td> <td>840</td> <td>0.725</td> </tr> <tr> <td>605.01</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>587.06</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Área	Carga	Resistencia a la Tracción	586	610	0.520	582	550	0.473	584	860	0.736	579.09	840	0.725	605.01	-	-	587.06	-	-	<table border="1"> <tr> <td>α</td> <td>0.5</td> </tr> </table>	α	0.5																										
Área	Carga	Resistencia a la Tracción																																																	
586	610	0.520																																																	
582	550	0.473																																																	
584	860	0.736																																																	
579.09	840	0.725																																																	
605.01	-	-																																																	
587.06	-	-																																																	
α	0.5																																																		
Muestras a Promediar																																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Orden</th> <th>Resistencia</th> <th>Promedio</th> <th>Verificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>0.520</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">0.614</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">Adobe de Resistencia Aceptable</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>0.473</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>0.736</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>0.725</td> </tr> </tbody> </table>	Orden	Resistencia	Promedio	Verificación	Muestra N°1	0.520	0.614	Adobe de Resistencia Aceptable	Muestra N°2	0.473	Muestra N°3	0.736	Muestra N°4	0.725																																				
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																																																
Muestra N°1	0.520	0.614	Adobe de Resistencia Aceptable																																																
Muestra N°2	0.473																																																		
Muestra N°3	0.736																																																		
Muestra N°4	0.725																																																		
Nota: Unidades en kilogramos y centímetros Carga admisible : 0.12 kg/cm ²																																																			




 Rivadeneira Oblitas

Anexo 2. Imágenes 4. 134 Ensayo de resistencia a la tracción parte 7

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																																																	
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																																																		
RESISTENCIA DEL MORTERO A LA TRACCIÓN																																																		
TESISTAS: Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas LUGAR: Campus USAT	FECHA: 13/06/2018																																																	
Muestra de Adobe con SP al 9%																																																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Superior</th> <th colspan="2">inferior</th> <th colspan="2">Promedio</th> </tr> <tr> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>29.5</td> <td>20.1</td> <td>29.5</td> <td>20.1</td> <td>29.5</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>29</td> <td>19.5</td> <td>29</td> <td>19.5</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>29.3</td> <td>20.2</td> <td>29.3</td> <td>20.2</td> <td>29.3</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>30</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>20</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°5</td> <td>29.1</td> <td>20.1</td> <td>29.1</td> <td>20.1</td> <td>29.1</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°6</td> <td>29.6</td> <td>19.9</td> <td>29.6</td> <td>19.9</td> <td>29.6</td> </tr> </tbody> </table>	Superior		inferior		Promedio		Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Muestra N°1	29.5	20.1	29.5	20.1	29.5	Muestra N°2	29	19.5	29	19.5	29	Muestra N°3	29.3	20.2	29.3	20.2	29.3	Muestra N°4	30	20	30	20	30	Muestra N°5	29.1	20.1	29.1	20.1	29.1	Muestra N°6	29.6	19.9	29.6	19.9	29.6	
Superior		inferior		Promedio																																														
Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																																													
Muestra N°1	29.5	20.1	29.5	20.1	29.5																																													
Muestra N°2	29	19.5	29	19.5	29																																													
Muestra N°3	29.3	20.2	29.3	20.2	29.3																																													
Muestra N°4	30	20	30	20	30																																													
Muestra N°5	29.1	20.1	29.1	20.1	29.1																																													
Muestra N°6	29.6	19.9	29.6	19.9	29.6																																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la Tracción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>592.95</td> <td>610</td> <td>0.514</td> </tr> <tr> <td>565.5</td> <td>650</td> <td>0.575</td> </tr> <tr> <td>591.86</td> <td>600</td> <td>0.507</td> </tr> <tr> <td>600</td> <td>730</td> <td>0.608</td> </tr> <tr> <td>584.91</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>589.04</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Área	Carga	Resistencia a la Tracción	592.95	610	0.514	565.5	650	0.575	591.86	600	0.507	600	730	0.608	584.91	-	-	589.04	-	-	<table border="1"> <tr> <td>α</td> <td>0.5</td> </tr> </table>	α	0.5																									
Área	Carga	Resistencia a la Tracción																																																
592.95	610	0.514																																																
565.5	650	0.575																																																
591.86	600	0.507																																																
600	730	0.608																																																
584.91	-	-																																																
589.04	-	-																																																
α	0.5																																																	
Muestras a Promediar																																																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Orden</th> <th>Resistencia</th> <th>Promedio</th> <th>Verificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>0.514</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">0.551</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">Adobe de Resistencia Aceptable</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>0.575</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>0.507</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>0.608</td> </tr> </tbody> </table>	Orden	Resistencia	Promedio	Verificación	Muestra N°1	0.514	0.551	Adobe de Resistencia Aceptable	Muestra N°2	0.575	Muestra N°3	0.507	Muestra N°4	0.608																																			
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																																															
Muestra N°1	0.514	0.551	Adobe de Resistencia Aceptable																																															
Muestra N°2	0.575																																																	
Muestra N°3	0.507																																																	
Muestra N°4	0.608																																																	
Nota: Unidades en kilogramos y centímetros Carga admisible : 0.12 kg/cm2																																																		

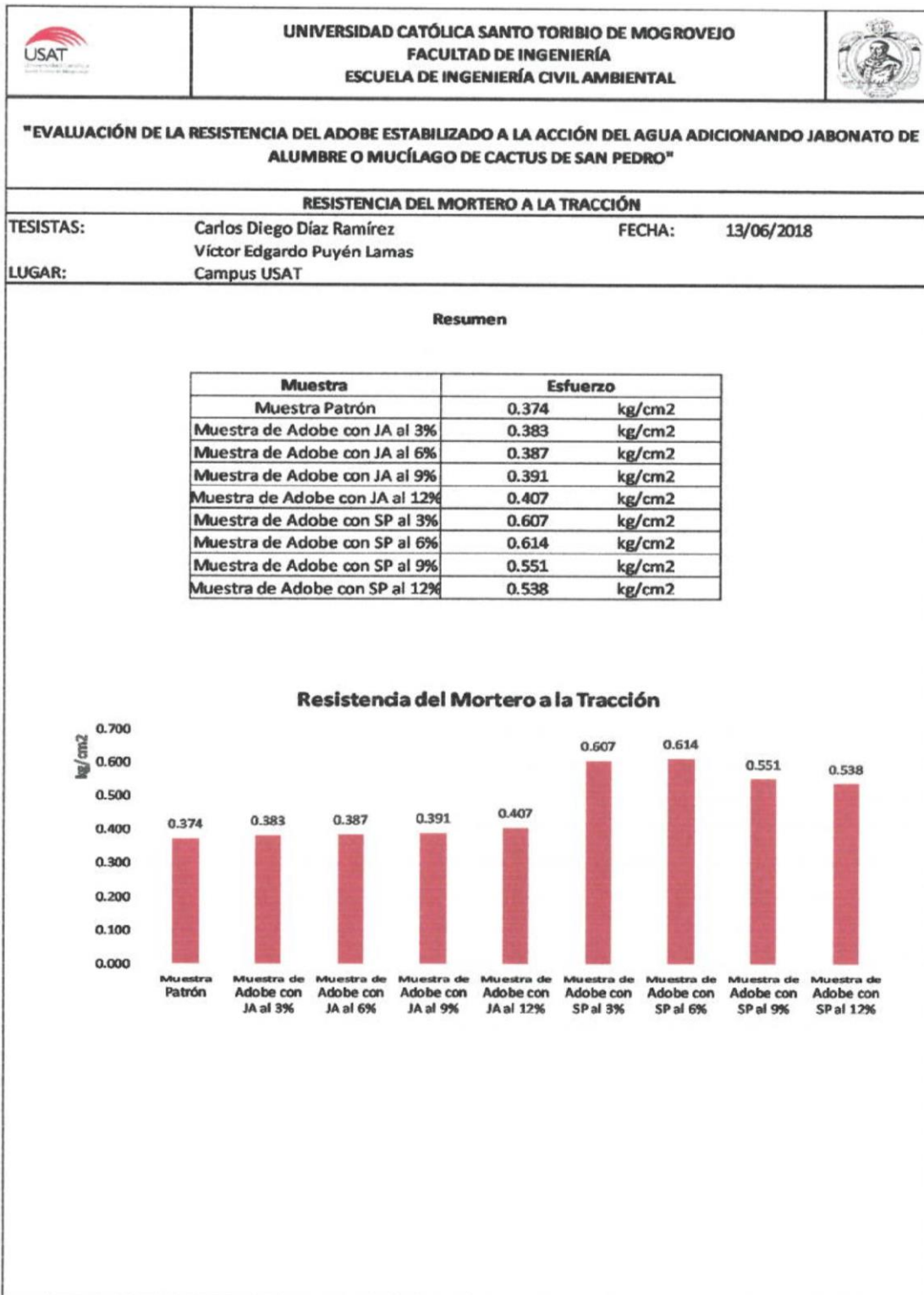

 Rivadeneyra Oblitas

Anexo 2. Imágenes 4. 135 Ensayo de resistencia a la tracción parte 8

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL																												
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO"																													
RESISTENCIA DEL MORTERO A LA TRACCIÓN																													
TESISTAS:	Carlos Diego Díaz Ramírez Víctor Edgardo Puyén Lamas	FECHA: 13/06/2018																											
LUGAR:	Campus USAT																												
Muestra de Adobe con SP al 12%																													
	Superior		Inferior		Promedio																								
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho																							
Muestra N°1	29.5	19.6	29.5	19.6	29.5	19.6																							
Muestra N°2	29.3	19.7	29.3	19.7	29.3	19.7																							
Muestra N°3	28.5	19.5	28.5	19.5	28.5	19.5																							
Muestra N°4	29.1	20.1	29.1	20.1	29.1	20.1																							
Muestra N°5	29.7	20	29.7	20	29.7	20																							
Muestra N°6	29.1	19.8	29.1	19.8	29.1	19.8																							
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Carga</th> <th>Resistencia a la Tracción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>578.2</td><td>760</td><td>0.657</td></tr> <tr><td>577.21</td><td>760</td><td>0.658</td></tr> <tr><td>555.75</td><td>530</td><td>0.477</td></tr> <tr><td>584.91</td><td>420</td><td>0.359</td></tr> <tr><td>594</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>576.18</td><td>-</td><td>-</td></tr> </tbody> </table>		Área	Carga	Resistencia a la Tracción	578.2	760	0.657	577.21	760	0.658	555.75	530	0.477	584.91	420	0.359	594	-	-	576.18	-	-			<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>α</td> <td>0.5</td> </tr> </table>		α	0.5
Área	Carga	Resistencia a la Tracción																											
578.2	760	0.657																											
577.21	760	0.658																											
555.75	530	0.477																											
584.91	420	0.359																											
594	-	-																											
576.18	-	-																											
α	0.5																												
Muestras a Promediar																													
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Orden</th> <th>Resistencia</th> <th>Promedio</th> <th>Verificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N°1</td> <td>0.657</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">0.538</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">Adobe de Resistencia Aceptable</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°2</td> <td>0.658</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°3</td> <td>0.477</td> </tr> <tr> <td>Muestra N°4</td> <td>0.359</td> </tr> </tbody> </table>	Orden	Resistencia	Promedio	Verificación	Muestra N°1	0.657	0.538	Adobe de Resistencia Aceptable	Muestra N°2	0.658	Muestra N°3	0.477	Muestra N°4	0.359														
Orden	Resistencia	Promedio	Verificación																										
Muestra N°1	0.657	0.538	Adobe de Resistencia Aceptable																										
Muestra N°2	0.658																												
Muestra N°3	0.477																												
Muestra N°4	0.359																												
<p>Nota: Unidades en kilogramos y centímetros Carga admisible : 0.12 kg/cm²</p>																													


 Rivedeneira Obitas d
 LABORATO

Anexo 2. Imágenes 4. 136Ensayo de resistencia a la tracción parte 9



Anexo 2. Imágenes 4. 137 APU Fabricación de adobe parte 1

1.01 FABRICACIÓN DE MUCÍLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO							
Unidad	LT	Costo por:					LT
Rendimiento	120.00	LT/día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra						1.40	
Operario	HH	1	0.06666667	21.01	1.40		
Equipo						0.04	
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	1.40	0.04		
Materiales						2.39	
Agua	M3		0.00083333	20.97	0.017		
San Pedro	UND		1	2	2.0		
Gas	UND		0.00833333	45	0.4		
TOTAL (S/.)						3.84	
1.02 FABRICACIÓN DE JABONATO DE ALUMBRE							
Unidad	LT	Costo por:					LT
Rendimiento	120.00	LT/día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra						1.40	
Operario	HH	1	0.06666667	21.01	1.40		
Equipo						0.04	
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	1.40	0.04		
Materiales						4.22	
Agua	M3		0.001	20.97	0.021		
Alumbre	kg		0.04	15	0.6		
Jabón neutro	kg		0.09	30	2.7		
Gas	UND		0.02	45	0.9		
TOTAL (S/.)						5.66	
2.01 FABRICACIÓN DE ADOBES CONVENCIONALES							
Unidad	millar	Costo por:					millar
Rendimiento	1.00	millar/día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra						168.08	
Operario	HH	1	8	21.01	168.08		
Equipo						5.04	
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	168.08	5.04		
Materiales						73.51	
Agua	M3		0.72	20.97	15.098		
Suelo	M3		6	9.736	58.4		
TOTAL (S/.)						246.64	

Anexo 2. Imágenes 4. 138 APU Fabricación de adobe parte 2

2.02 FABRICACIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON SAN PEDRO 3%							
Unidad	millar	Costo por:					millar
Rendimiento	1.00 millar/día						
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra						168.08	
Operario	HH	1	8	21.01	168.08		
Equipo						5.04	
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	168.08	5.04		
Materiales						153.42	
Agua	M3		0.6984	20.97	14.6		
San Pedro 3.00%	LT		20.952	3.84	80.4		
Suelo	M3		6	9.736	58.4		
TOTAL (S./)						326.54	
2.03 FABRICACIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON SAN PEDRO 6%							
Unidad	millar	Costo por:					millar
Rendimiento	1.00 millar/día						
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra						168.08	
Operario	HH	1	8	21.01	168.08		
Equipo						5.04	
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	168.08	5.04		
Materiales						228.35	
Agua	M3		0.6768	20.97	14.2		
San Pedro 6.00%	LT		40.608	3.84	155.7		
Suelo	M3		6	9.736	58.4		
TOTAL (S./)						401.47	
2.04 FABRICACIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON SAN PEDRO 9%							
Unidad	millar	Costo por:					millar
Rendimiento	1.00 millar/día						
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra						168.08	
Operario	HH	1	8	21.01	168.08		
Equipo						5.04	
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	168.08	5.04		
Materiales						298.31	
Agua	M3		0.6552	20.97	13.7		
San Pedro 9.00%	LT		58.968	3.84	226.2		
Suelo	M3		6	9.736	58.4		
TOTAL (S./)						471.43	

Anexo 2. Imágenes 4. 139 APU Fabricación de adobe parte 3

2.05 FABRICACIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON SAN PEDRO 12%							
Unidad	millar	Costo por:					millar
Rendimiento	1.00 millar/día						
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra						168.08	
Operario	HH	1	8	21.01	168.08		
Equipo						5.04	
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	168.08	5.04		
Materiales						363.30	
Agua	M3		0.6336	20.97	13.3		
San Pedro 12.00%	LT		76.032	3.84	291.6		
Suelo	M3		6	9.736	58.4		
TOTAL (S./)						536.42	
2.06 FABRICACIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON JABONATO DE ALUMBRE 3%							
Unidad	millar	Costo por:					millar
Rendimiento	1.00 millar/día						
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra						168.08	
Operario	HH	1	8	21.01	168.08		
Equipo						5.04	
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	168.08	5.04		
Materiales						191.73	
Agua	M3		0.6984	20.97	14.6		
Jabonato 3.00%	LT		20.952	5.66	118.7		
Suelo	M3		6	9.736	58.4		
TOTAL (S./)						364.85	
2.07 FABRICACIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON JABONATO DE ALUMBRE 6%							
Unidad	millar	Costo por:					millar
Rendimiento	1.00 millar/día						
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra						168.08	
Operario	HH	1	8	21.01	168.08		
Equipo						5.04	
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	168.08	5.04		
Materiales						302.60	
Agua	M3		0.6768	20.97	14.2		
Jabonato 6.00%	LT		40.608	5.66	230.0		
Suelo	M3		6	9.736	58.4		
TOTAL (S./)						475.72	

Anexo 2. Imágenes 4. 140 APU Fabricación de adobe parte 4

2.08 FABRICACIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON JABONATO DE ALUMBRE 9%							
Unidad	millar	Costo por:					millar
Rendimiento	1.00	millar/día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra						168.08	
Operario	HH	1	8	21.01	168.08		
Equipo						5.04	
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	168.08	5.04		
Materiales						406.13	
Agua	M3		0.6552	20.97	13.7		
Jabonato 9.00%	LT		58.968	5.66	334.0		
Suelo	M3		6	9.736	58.4		
TOTAL (S/.)						579.25	
2.09 FABRICACIÓN DE ADOBES ESTABILIZADOS CON JABONATO DE ALUMBRE 12%							
Unidad	millar	Costo por:					millar
Rendimiento	1.00	millar/día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra						168.08	
Operario	HH	1	8	21.01	168.08		
Equipo						5.04	
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	168.08	5.04		
Materiales						502.32	
Agua	M3		0.6336	20.97	13.3		
Jabonato 12.00%	LT		76.032	5.66	430.6		
Suelo	M3		6	9.736	58.4		
TOTAL (S/.)						675.44	
3.01 MURO DE ADOBE CONVENCIONAL							
Unidad	m2						m2
Aparejo	soga						
Rendimiento	6	m2/día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra						48.45	
Operario	HH	1	1.33333333	21.01	28.01		
Peón	HH	1	1.33333333	15.33	20.44		
Equipo						1.45	
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	48.45	1.45		
Materiales						10.36	
Adobe	UND		42	0.2466368	10.4		
TOTAL (S/.)						60.27	

Anexo 2. Imágenes 4. 141 APU Fabricación de adobe parte 5

3.02		MURO DE ADOBE ESTABILIZADO SAN PEDRO 3%					
Unidad	m2						m2
Aparejo	soga						
Rendimiento	6	m2/día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra							48.45
Operario	HH	1	1.33333333	21.01	28.01		
Peón	HH	1	1.33333333	15.33	20.44		
Equipo							1.45
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	48.45	1.45		
Materiales							13.71
Adobe estabilizado	UND		42	0.32653816	13.7		
TOTAL (S/.)							63.62
3.03		MURO DE ADOBE ESTABILIZADO SAN PEDRO 6%					
Unidad	m2						m2
Aparejo	soga						
Rendimiento	6	m2/día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra							48.45
Operario	HH	1	1.33333333	21.01	28.01		
Peón	HH	1	1.33333333	15.33	20.44		
Equipo							1.45
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	48.45	1.45		
Materiales							16.86
Adobe estabilizado	UND		42	0.40	16.9		
TOTAL (S/.)							66.77
3.04		MURO DE ADOBE ESTABILIZADO SAN PEDRO 9%					
Unidad	m2						m2
Aparejo	soga						
Rendimiento	6	m2/día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra							48.45
Operario	HH	1	1.33333333	21.01	28.01		
Peón	HH	1	1.33333333	15.33	20.44		
Equipo							1.45
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	48.45	1.45		
Materiales							19.80
Adobe estabilizado	UND		42	0.47	19.8		
TOTAL (S/.)							69.71

Anexo 2. Imágenes 4. 142 APU Fabricación de adobe parte 5

3.05		MURO DE ADOBE ESTABILIZADO SAN PEDRO 12%					
Unidad	m2						m2
Aparejo	soga						
Rendimiento	6	m2/día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra							48.45
Operario	HH	1	1.33333333	21.01	28.01		
Peón	HH	1	1.33333333	15.33	20.44		
Equipo							1.45
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	48.45	1.45		
Materiales							22.53
Adobe estabilizado	UND		42	0.54	22.5		
TOTAL (S/.)							72.44
3.06		MURO DE ADOBE ESTABILIZADO JABONATO DE ALUMBRE 3%					
Unidad	m2						m2
Aparejo	soga						
Rendimiento	6	m2/día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra							48.45
Operario	HH	1	1.33333333	21.01	28.01		
Peón	HH	1	1.33333333	15.33	20.44		
Equipo							1.45
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	48.45	1.45		
Materiales							15.32
Adobe estabilizado	UND		42	0.36	15.3		
TOTAL (S/.)							65.23
3.07		MURO DE ADOBE ESTABILIZADO JABONATO DE ALUMBRE 6%					
Unidad	m2						m2
Aparejo	soga						
Rendimiento	6	m2/día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra							48.45
Operario	HH	1	1.33333333	21.01	28.01		
Peón	HH	1	1.33333333	15.33	20.44		
Equipo							1.45
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	48.45	1.45		
Materiales							19.98
Adobe estabilizado	UND		42	0.48	20.0		
TOTAL (S/.)							69.89

Anexo 2. Imágenes 4. 143 APU Fabricación de adobe parte 6

3.08 MURO DE ADOBE ESTABILIZADO JABONATO DE ALUMBRE 9%							
Unidad	m2						m2
Aparejo	soga						
Rendimiento	6	m2/día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra							48.45
Operario	HH	1	1.33333333	21.01	28.01		
Peón	HH	1	1.33333333	15.33	20.44		
Equipo							1.45
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	48.45	1.45		
Materiales							24.33
Adobe estabilizado	UND		42	0.58	24.3		
TOTAL (S/.)							74.24
3.09 MURO DE ADOBE ESTABILIZADO JABONATO DE ALUMBRE 12%							
Unidad	m2						m2
Aparejo	soga						
Rendimiento	6	m2/día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra							48.45
Operario	HH	1	1.33333333	21.01	28.01		
Peón	HH	1	1.33333333	15.33	20.44		
Equipo							1.45
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	48.45	1.45		
Materiales							28.37
Adobe estabilizado	UND		42	0.68	28.4		
TOTAL (S/.)							78.28
3.1 TARRAJEO EN MUROS DE ADOBE							
Unidad	m2						m2
Rendimiento	4.5	m2/día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra							25.49
Operario	HH	0.5	0.88888889	21.01	18.68		
Peón	HH	0.25	0.44444444	15.33	6.81		
Equipo							0.76
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	25.49	0.76		
Materiales							0.21
Agua	m3		0.01	20.97	0.2		
Cemento Prtoland Tipo I	BL		0.24	17.5	4.2		
Arena Fina	m3		0.03	37.67	1.1		
TOTAL (S/.)							26.46

Anexo 2. Imágenes 4. 144 APU Fabricación de adobe parte 7

3.12 ENCOFRADO PARA SOBRECIMIENTO							
Unidad	m2						m2
Rendimiento	8.5	m2/día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra							24.32
Operario	HH	0.5	0.47058824	21.01	9.89		
Peón	HH	1	0.94117647	15.33	14.43		
Equipo							0.73
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	24.32	0.73		
Materiales							0.30
Alambre Negro N°08	KG		0.3		0.3		
Clavos de 2" a 4"	KG		0.33		0.3		
Madera Tornillo Larga	P2		2.18		2.2		
TOTAL (S/.)							25.34
3.13 CONCRETO SIMPLE PARA SOBRECIMIENTO 210 KG/CM2							
Unidad	m3						m3
Rendimiento	1	m3/día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	P.U.	Parcial	TOTAL	
Mano de obra							1530.80
Operario	HH	4	32	21.01	672.32		
Peón	HH	7	56	15.33	858.48		
Equipo							45.92
Herramientas Manuales (% Mano de Obra)	%		3	1530.80	45.92		
Materiales							5.24
Agua	m3		0.25	20.97	5.2		
Cemento Prtoland Tipo I	BL		8.72	17.5	152.6		
Arena Gruesa	m3		0.51		0.5		
Piedra 1/4"	m3		0.46	37.67	17.3		
TOTAL (S/.)							1581.97

Anexo 2. Imágenes 4. 145 Ensayo de Resistencia a la Compresión de Pilas de Albañilería



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA
 (NTP 399.613 - Norma E.080: Diseño y Construcción en Tierra Reforzada)

INFORME N°020 - 2018 - LEM - FICSA

SOLICITANTE : SR. VICTOR EDGARDO PUYÉN LAMAS - SR. CARLOS DIEGO DÍAZ RAMÍREZ
 PROCEDENCIA DE ESPECÍMENES : PROYECTO DE TESIS: EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOSRE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCLAJEO DE CACTUS DE SAN PEDRO
 UBICACIÓN : DISTRITO: TUCUME PROVINCIA: LAMBAYEQUE REGION: LAMBAYEQUE
 PERSONA QUE ENTREGÓ ESPECÍMENES : SR. VICTOR EDGARDO PUYÉN LAMAS - SR. CARLOS DIEGO DÍAZ RAMÍREZ

DATOS DEL MURETE	FECHA DE FABRICACION	FECHA DEL ENSAYO	EDAD DEL MURETE EN DIAS	CARGA DE ROTURA (Kg.F)	RESIST. A LA COMPRESIÓN (F _m) (Kg/cm ²)
Pila Patrón	15/05/2018	16/06/2018	28	3,750	6.519
Pila Estabilizado con San Pedro al 3%	15/05/2018	16/06/2018	28	3,000	5.208
Pila Estabilizado con San Pedro al 6%	15/05/2018	16/06/2018	28	2,250	4.049
Pila Estabilizado con San Pedro al 9%	15/05/2018	16/06/2018	28	2,750	4.822
Pila Estabilizado con San Pedro al 12%	15/05/2018	16/06/2018	28	2,750	5.046
Pila Estabilizado con Jabonato de Alumbre al 3%	15/05/2018	16/06/2018	28	3,000	5.323
Pila Estabilizado con Jabonato de Alumbre al 6%	15/05/2018	16/06/2018	28	2,250	4.069
Pila Estabilizado con Jabonato de Alumbre al 9%	15/05/2018	16/06/2018	28	3,500	6.054
Pila Estabilizado con Jabonato de Alumbre al 12%	15/05/2018	16/06/2018	28	4,000	7.175

CARACTERÍSTICAS DEL MURETE	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm ²)	ESF. ADM. POR APLASTAMIENTO (kg/cm ²)
Pila Patrón	29.2	29.2	19.7	575.24	8.149
Pila Estabilizado con San Pedro al 3%	30	30	19.2	576	6.510
Pila Estabilizado con San Pedro al 6%	29.4	29.4	18.9	555.66	5.062
Pila Estabilizado con San Pedro al 9%	29.1	29.1	19.6	570.36	6.027
Pila Estabilizado con San Pedro al 12%	29.3	29.3	18.6	544.98	6.308
Pila Estabilizado con Jabonato de Alumbre al 3%	28.9	28.9	19.5	563.55	6.654
Pila Estabilizado con Jabonato de Alumbre al 6%	29.1	29.1	19.0	552.9	5.087
Pila Estabilizado con Jabonato de Alumbre al 9%	29.2	29.2	19.8	578.16	7.567
Pila Estabilizado con Jabonato de Alumbre al 12%	28.3	28.3	19.7	557.51	8.968

NOTAS:

1. El ensayo ha sido presentado por: SR. VICTOR EDGARDO PUYÉN LAMAS - SR. CARLOS DIEGO DÍAZ RAMÍREZ
2. El Laboratorio de Ensayo de Materiales, no ha intervenido en la preparación y muestreo del Murete de Ladriño: solo se ha limitado al ensayo correspondiente, respondiendo por ello.
3. Los datos de los materiales y su procedencia han sido declarados por la persona que entregó los especímenes de ensayo, siendo responsable de su veracidad.
4. La prensa de ensayo cuenta con Certificación de Calibración vigente.
5. Este informe consta de una página, estando prohibida su reproducción sin autorización del Laboratorio.

Lambayeque, 18 de Junio del 2018

JEFATURA
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FICSA
 ING. ROBERTO LUIS MARTÍNEZ SANTOS
 REG. CIP 37768
 JEFE

JLMS/CAMS/ms

Anexo 2. Imágenes 4. 146 Ensayo de Resistencia a la Compresión Diagonal de Murete de Albañilería



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETE DE ALBAÑILERÍA
 (NTP 399.621 - Norma E.080: Diseño y Construcción en Tierra Reforzada)

INFORME N°029 - 2018 - LEM - FICSA

SOLICITANTE
 PROCEDENCIA DE ESPÉCIMENES

: SR. VICTOR EDGARDO PUYÉN LAMAS - SR. CARLOS DIEGO DÍAZ RAMÍREZ
 PROYECTO DE TESIS: EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADORBE ESTABILIZADO A LA ACCIÓN DEL AGUA ADICIONANDO JABONATO DE ALUMBRE O MUCLAGO DE CACTUS DE SAN PEDRO

UBICACIÓN

: DISTRITO: TUCUME PROVINCIA: LAMBAYEQUE REGION: LAMBAYEQUE

PERSONA QUE ENTREGÓ ESPÉCIMENES

: SR. VICTOR EDGARDO PUYÉN LAMAS - SR. CARLOS DIEGO DÍAZ RAMÍREZ

DATOS DEL MURETE	FECHA DE FABRICACION	FECHA DEL ENSAYO	EDAD DEL MURETE EN DIAS	CARGA DE ROTURA (Kg.F)	RESIST. A LA TRACCIÓN INDIRECTA. (Kg/cm2)
Muro Patrón	15/05/2018	16/06/2018	28	2,250	1.175
Murete Estabilizado con San Pedro al 3%	15/05/2018	16/06/2018	28	1,375	0.690
Murete Estabilizado con San Pedro al 6%	15/05/2018	16/06/2018	28	1,500	0.735
Murete Estabilizado con San Pedro al 9%	15/05/2018	16/06/2018	28	1,500	0.719
Murete Estabilizado con San Pedro al 12%	15/05/2018	16/06/2018	28	2,000	1.015
Murete Estabilizado con Jabonato de Alumbre al 3%	15/05/2018	16/06/2018	28	1,500	0.796
Murete Estabilizado con Jabonato de Alumbre al 6%	15/05/2018	16/06/2018	28	1,375	0.704
Murete Estabilizado con Jabonato de Alumbre al 9%	15/05/2018	16/06/2018	28	1,750	0.915
Murete Estabilizado con Jabonato de Alumbre al 12%	15/05/2018	16/06/2018	28	3,250	1.790

CARACTERÍSTICAS DEL MURETE	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA AL ESFUERZO DE CORTE V _m (kg/cm ²)
Muro Patrón	49.1	49.1	19.5	957.45	0.470
Murete Estabilizado con San Pedro al 3%	49.8	49.8	20.0	996	0.276
Murete Estabilizado con San Pedro al 6%	51	51	20.0	1020	0.294
Murete Estabilizado con San Pedro al 9%	50.9	50.9	20.5	1043.45	0.288
Murete Estabilizado con San Pedro al 12%	50	50	19.7	985	0.406
Murete Estabilizado con Jabonato de Alumbre al 3%	48.1	48.1	19.6	942.76	0.318
Murete Estabilizado con Jabonato de Alumbre al 6%	49.3	49.3	19.8	976.14	0.282
Murete Estabilizado con Jabonato de Alumbre al 9%	48.8	48.8	19.6	956.48	0.366
Murete Estabilizado con Jabonato de Alumbre al 12%	48.8	48.8	18.6	907.68	0.716

NOTAS:

1. El ensayo ha sido presenciado por: SR. VICTOR EDGARDO PUYÉN LAMAS - SR. CARLOS DIEGO DÍAZ RAMÍREZ
2. El Laboratorio de Ensayo de Materiales, no ha intervenido en la preparación y muestreo del Murete de Ladriño, solo se ha limitado al ensayo correspondiente, respondiendo por ello.
3. Los datos de los materiales y su procedencia han sido declarados por la persona que entregó los especímenes de ensayo, siendo responsable de su veracidad.
4. La prensa de ensayo cuenta con Certificación de Calibración vigente.
5. Este informe consta de una página, estando prohibida su reproducción sin autorización del Laboratorio.

Lambayeque, 18 de Junio del 2018

JEFATURA
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FICSA
 ING. JORGE LUIS MARTÍNEZ SANTÓS
 REG. CIP. 37768
 JEFE