



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE MATERIALES PARA SU
UTILIZACIÓN COMO REVESTIMIENTOS EN MUROS DE ADOBE
EN LA PREVENCIÓN DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS**

Rocael Hurtado de León

Asesorado por el Ingeniero Francisco Javier Quiñónez de la Cruz

Guatemala, junio de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE MATERIALES PARA SU
UTILIZACIÓN COMO REVESTIMIENTOS EN MUROS DE ADOBE
EN LA PREVENCIÓN DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ROCAEL HURTADO DE LEÓN

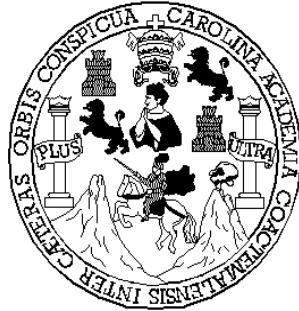
ASESORADO POR EL ING. FRANCISCO JAVIER QUIÑÓNEZ DE LA CRUZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JUNIO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

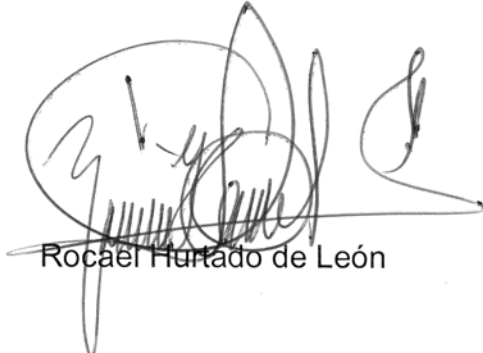
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Marco Antonio García
EXAMINADOR	Ing. Mario Rodolfo Corzo Ávila
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE MATERIALES PARA SU UTILIZACIÓN COMO REVESTIMIENTOS EN MUROS DE ADOBE EN LA PREVENCIÓN DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
el 16 de septiembre de 2008.



Rocael Hurtado de León



Guatemala,
27 de noviembre de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos
Guatemala

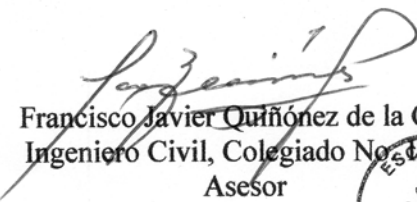
Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE MATERIALES PARA SU UTILIZACIÓN COMO REVESTIMIENTOS EN MUROS DE ADOBE EN LA PREVENCIÓN DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Rocael Hurtado de León, quien contó con la asesoría del Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz.

Considero que el trabajo realizado por el estudiante Hurtado de León, satisface los objetivos para los que fue planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Francisco Javier Quiñónez de la Cruz
Ingeniero Civil, Colegiado No. 1944
Asesor



FACULTAD DE INGENIERIA
AREA DE MATERIALES Y
CONSTRUCCIONES CIVILES
USAC

/bbdeb.



Guatemala,
27 de noviembre de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos
Guatemala

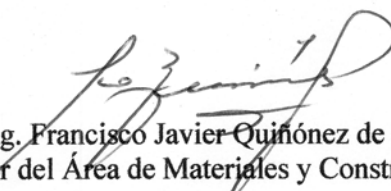
Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE MATERIALES PARA SU UTILIZACIÓN COMO REVESTIMIENTOS EN MUROS DE ADOBE EN LA PREVENCIÓN DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Rocael Hurtado de León, quien contó con la asesoría del Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz.

Considero que el trabajo realizado por el estudiante Hurtado de León, satisface los objetivos para los que fue planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz
Coordinador del Área de Materiales y Construcciones Civiles



FACULTAD DE INGENIERIA
AREA DE MATERIALES Y
CONSTRUCCIONES CIVILES

USAC

/bbdeb.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador del Área de Materiales y Construcciones Civiles Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz, al trabajo de graduación del estudiante Rocael Hurtado de León, titulado **METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE MATERIALES PARA SU UTILIZACIÓN COMO REVESTIMIENTOS EN MUROS DE ADOBE EN LA PREVENCIÓN DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERÍA

Guatemala, mayo de 2011

/bbdeb.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios, nuestro señor** Por haberme dado vida y fortaleza, la bendición de permitirme alcanzar esta meta.
- Mis padres** Manuel de Jesús Hurtado Salazar y Gregoria de León Toj, por sus valiosos consejos y valores, la paciencia y gran esfuerzo que siempre manifestaron, razón para seguir adelante.
- Mis hermanos** Que siempre estuvieron en todo momento motivándome a continuar, sin ellos no hubiese podido alcanzar la valiosa meta; la unión y el cariño fueron fundamentales, el apoyo fue incondicional.
- Toda mi familia** Por la fe y cariño que siempre me brindaron en los momentos difíciles del recorrido de la vida.
- Ing. Mario Corzo e
Ing. Javier Quiñónez** Por su asesoría y la ayuda incondicional que fueron de lo más valiosos e imprescindibles.
- Mis amigos** Por compartir con ellos el recorrido de la carrera en momentos difíciles y alegres, apoyándome siempre.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XXV
OBJETIVOS	XXVII
INTRODUCCIÓN.....	XXIX
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Variable de vivienda.....	1
1.1.1. Tipo de materiales de construcción utilizados en las paredes de las viviendas	1
1.1.2. Origen de los materiales utilizados en la casa (local, externa)	2
1.2. Revestimientos.....	2
1.2.1. Clasificación de los revestimientos	3
1.2.2. Materiales más comunes de los revestimientos	3
1.2.3. Componentes que conforman un revestimiento o mortero de barro	5
1.2.4. Aplicación de los revestimientos en muros de block	13
1.2.5. Existen diversos tipos de revestimientos.....	14
1.2.6. Comportamiento de los revestimientos en los muros de las construcciones de tierra.....	14
1.2.7. Situación de las construcciones en tierra en Guatemala	14

1.2.8.	Problemas que presenta el revestimiento en Guatemala.....	16
1.2.9.	Principales efectos de deterioro en muros de construcciones de tierra	17
1.2.10.	Importancia de los revestimientos	21
1.2.11.	Protección térmico-acústica.....	22
1.2.12.	Protección contra la humedad	22
1.2.13.	Protección contra las radiaciones solares.....	23
1.3.	Ensayos físicos y mecánicos para evaluación de revestimientos.....	24
1.3.1.	Ensayo granulométrico (Método del hidrómetro)	24
1.3.2.	Ensayo de gravedad específica.....	24
1.3.3.	Ensayo de plasticidad.....	25
1.3.4.	Absorción de agua por capilaridad	26
1.3.5.	Ensayo de permeabilidad al agua	28
1.3.6.	Ensayo de adherencia.....	29
1.4.	Análisis de resultados.....	29
1.4.1.	Adherencia.....	29
1.4.2.	Visual	29
1.4.3.	Erosión	29
1.4.4.	Fisuración.....	30
1.4.5.	Calidad	30
1.4.6.	Calificación.....	30
1.5.	Transferencia de tecnología.....	30
1.5.1.	Fases de la transferencia de tecnología	31
1.5.2.	Paquete tecnológico.....	31
1.5.3.	Proceso de adopción.....	31
1.5.4.	Fracasos más frecuentes en la transferencia de tecnología.....	32

1.5.5.	Actividades de un proyecto de transferencia de tecnología	32
1.5.6.	Factores que intervienen en el proceso de transferencia de tecnología.....	33
1.5.7.	Perfiles de adopción de una tecnología	33
2.	MARCO EXPERIMENTAL	35
2.1.	Descripción general del proyecto.....	35
2.2.	Metodología.....	35
2.2.1.	Identificación de banco de materiales	35
2.2.2.	Ensayo de granulometría	36
2.2.3.	Ensayo de gravedad específica	40
2.2.4.	Ensayo de plasticidad	41
2.2.5.	Identificación de mezclas de bancos de materiales ..	43
2.2.6.	Absorción de agua por capilaridad.....	45
2.2.7.	Ensayo de permeabilidad.....	48
2.2.8.	Ensayo de adherencia	50
2.3.	Resumen de resultados.....	57
2.3.1.	Ensayos de granulometría, límites de Atterberg y gravedad específica.....	57
2.3.2.	Ensayos de absorción por capilaridad y permeabilidad al agua.....	59
2.3.3.	Ensayos de adherencia	61
3.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	75
3.1.	Análisis de resultados aldea el Tule.....	75
3.2.	Análisis de resultados aldea la Brea.....	77
4.	PROPUESTA DE REVESTIMIENTOS.....	81
4.1.	Aldea el Tule.....	81

4.1.1.	Propuesta 1. Guayabal: Río Paz (Proporción 1:3) ...	81
4.1.2.	Propuesta 2. Guayabal: Río Paz (Proporción 1:2)	81
4.1.3.	Propuesta 3. Cuje: Río Paz (Proporción 1:3)	81
4.1.4.	Propuesta 4. Tejera: Río Paz (Proporción 1:3)	82
4.2.	Aldea La Brea.....	82
4.2.1.	Propuesta 1. Arena del Puente: Tejera del Coche: Arena del Bordo (Proporción 3:1:1)	82
4.2.2.	Propuesta 2. Arena del Puente: Adobera: Arena del Bordo (Proporción 3:1:1).....	82
4.2.3.	Propuesta 3. Arena del Puente: Barro del Callejón: Arena del Bordo (Proporción 3:1:1)	83
5.	TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA.....	85
5.1.	Talleres.....	85
5.1.1.	Primer paso	85
5.1.2.	Segundo paso	86
5.1.3.	Tercer paso	86
5.1.4.	Cuarto paso.....	89
5.1.5.	Quinto paso	89
5.2.	Evaluación de resultados de la transferencia de tecnología...	90
5.2.1.	¿Cómo se considera la aceptación de la tecnología en la comunidad?	90
5.2.2.	¿Quién aplicó el revestimiento?	91
5.2.3.	¿Se terminó la aplicación del revestimiento?.....	93
5.2.4.	¿Cómo se aplicó el revestimiento?, ¿se siguió el proceso estrictamente?	94
5.2.5.	¿Cómo le pareció el revestimiento?	95
5.2.6.	¿Qué materiales se usaron?	96
5.3.	Conclusión sobre transferencia de tecnología.....	98

6.	PRESUPUESTO DE LAS MEZCLAS	99
6.1.	Materiales necesarios para elaborar mezclas para revestimiento.....	100
6.2.	Propuesta para aplicación de pintura a un revestimiento.....	100
6.3.	Requerimientos para la aplicación de un revestimiento.....	102
7.	EVALUACIÓN FINAL DE RESULTADOS.....	103
	CONCLUSIONES.....	109
	RECOMENDACIONES.....	113
	BIBLIOGRAFÍA.....	115
	APÉNDICES.....	119
	ANEXOS	123

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Preparación de la solución de hexametáfosfato de sodio para el ensayo de granulometría por el método del hidrómetro	37
2.	Instrumentos para la realización del ensayo del hidrómetro (<i>biquet</i> , hidrómetro y probeta graduada para medición de hexametáfosfato)	37
3.	Toma de lecturas del hidrómetro inmerso dentro de la solución de hexametáfosfato y suelo	38
4.	Lavado del material ensayado por el tamiz No. 200	38
5.	Tamizado y toma de peso del material para la tabulación de datos y obtención de resultados.....	39
6.	Tamizado y toma de peso del material para la tabulación de datos y obtención de resultados.....	39
7.	Tamizado del suelo para realización del ensayo.....	40
8.	Toma de peso bruto húmedo	41
9.	Copa de Casagrande para realización de ensayo de plasticidad.....	42
10.	Elaboración de cilindros para obtención de límite plástico	42
11.	Secado de material para toma de peso seco de la muestra.....	43
12.	Fabricación de probetas	46
13.	Control de peso de las probetas para obtención de mejores resultados.....	47

14.	Probetas listas para ensayo	47
15.	Ensayo de probetas y lecturas de altura de ascensión capilar contra tiempo	48
16.	Elaboración de probetas para ensayo	49
17.	Base implementada para la realización del ensayo	49
18.	Aplicación de agua a la probeta	50
19.	Muestras en laboratorio para el ensayo.....	55
20.	Placas con pegamento adheridas a la muestra para los ensayos respectivos	55
21.	Ilustración de sistema de ensayo, compuesta por una polea, lazo y cubeta para aplicar carga con arena.....	56
22.	Muestra ensayada	56
23.	Resultados generales aldea la Brea	90
24.	Resultados generales aldea el Tule.....	91
25.	¿Quiénes aplicaron el revestimiento, aldea la Brea?	92
26.	¿Quiénes aplicaron el revestimiento, aldea el Tule?	92
27.	¿Qué porcentaje terminó de revestir, aldea la Brea?.....	93
28.	¿Qué porcentaje terminó de revestir, aldea el Tule?	94
29.	¿Qué porcentaje siguió el proceso a cabalidad, aldea la Brea?	94
30.	¿Qué porcentaje siguió el proceso a cabalidad, aldea el Tule?	95
31.	¿Qué le pareció el revoco, aldea la Brea?	95
32.	¿Qué le pareció el revoco, aldea el Tule?	96
33.	¿Qué materiales se usaron, aldea la Brea?.....	97
34.	¿Qué materiales se usaron, aldea el Tule?	97
35.	Evaluación de mezclas aplicadas en laboratorio	104
36.	Aplicación de propuestas en laboratorio.....	104
37.	Talleres de capacitación en aldeas.....	105

38.	Apoyo del área antropológica en la transferencia de tecnología	106
39.	Evaluación de revestimientos en la comunidad.....	106

TABLAS

I.	Censo de vivienda de 1973	15
II.	Censo habitacional y poblacional del 2002.....	16
III.	Resumen de resultados, aldea el Tule	57
IV.	Resumen de resultados, aldea la Brea.....	58
V.	Resumen de resultados, capilaridad y permeabilidad al agua, aldea el Tule.....	59
VI.	Resumen de resultados, capilaridad y permeabilidad al agua, aldea la Brea	60
VII.	Resumen de resultados, granulometría, capilaridad y permeabilidad al agua, aldea el Tule.....	76
VIII.	Resumen de resultados, granulometría, capilaridad y permeabilidad al agua, aldea la Brea	78
IX.	Presupuesto de mezclas de revestimiento	102

GLOSARIO

Ácida

En general, los ácidos (del latín *acidus*) son sustancias de sabor agrio que reaccionan con los metales produciendo hidrógeno, y cambian el color del papel tornasol a un tono rojo-anaranjado, que se utiliza para reconocerlos. Es una sustancia que, en disolución produce iones oxonio H_3O^+ .

Alcalinidad

Por definición, la alcalinidad total (también llamada alcalinidad "M") es aquella que reaccionará con ácido mientras que el ph de la muestra se reduce hasta el punto final del anaranjado de metilo- a un ph de aproximadamente 4.2. Otra expresión importante es la alcalinidad "F", la cual existe arriba de ph 8.2, y es la que reacciona con ácido mientras que el ph de la muestra se reduce a 8.2.

Alúmina

Es el óxido de aluminio (Al_2O_3). Junto con la sílice, es el ingrediente más importante en la constitución de las arcillas y los barnices. Les confiere resistencia y aumenta su temperatura de maduración. El óxido de aluminio existe en la naturaleza en forma de corindón, y de esmeril. Ciertas piedras preciosas, como el rubí y el

zafiro, son formas de alúmina coloreadas por indicios de óxidos de metales pesados; se pueden fabricar piedras artificiales por fusión en la llama oxhídrica. La alúmina Al_2O_3 se halla también en forma de óxidos hidratados que son los componentes de la Bauxita y de la laterita (ésta consta principalmente de hidróxido aluminico y férrico, sílice y menores proporciones de otros óxidos). El óxido de aluminio fundido y vuelto a cristalizar es idéntico en sus propiedades químicas y físicas al corindón natural. Sólo le superan en dureza el diamante y el carborundo o carburo de silicio, que son sustancias sintéticas. Tanto el corindón natural impuro (esmeril), como el corindón artificial puro (alundo) se utilizan como abrasivos. A temperatura ordinaria, el óxido de aluminio es insoluble en todos los reactivos químicos comunes.

Amorfos

Es una sustancia inorgánica no cristalina, que no posee estructura geométrica. Ejemplo de sustancias amorfas son el vidrio y el pedernal.

ASTM

Conjunto de normas por las cuales se rigen las características físicas y mecánicas de materiales de construcción *American Society for Testing and Materials*

Bajareque	Bahareque, Bajareque, pared de palos entretreídos con cañas y barro.
Biotita	Mineral. Especie de mica negra; es un silicato complejo, principalmente de hierro y magnesio.
Brucita	Mineral. Hidróxido de magnesio (II).
Caolinita	El caolín o caolinita es una arcilla blanca muy pura que se utiliza para la fabricación de porcelanas y de aprestos para almidonar. También es utilizada en ciertos medicamentos y como agente adsorbente. Cuando la materia no es muy pura, se utiliza en fabricación de papel. Conserva su color blanco durante la cocción. Actualmente, se encuentra en Peñausende (Zamora, España), Arguisuelas (Cuenca), Carboneras de Guadazón (Cuenca), Merilles (Asturias) y en Poveda de la Sierra (Guadalajara, España), Cornualles (Inglaterra), en Malasia y en la localidad de Mutquín, en el Oeste de la provincia de Catamarca, Argentina. Su fórmula es $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ó $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (disilicato aluminico dihidratado). Su nombre viene del chino kao = alta y ling = colina, que indicaba, en la provincia de Kiangsi, cerca de Jauchu Fa, el lugar donde los chinos encontraron por primera vez este tipo de arcilla al natural.

Capilaridad	Cualidad de capilar, propiedad de atraer un cuerpo sólido y hacer subir por sus paredes hasta cierto límite el líquido que las moja, como el agua, y de repeler y formar a su alrededor un hueco o vacío con el líquido que no las moja, como el mercurio.
Chinche picuda	Chinches picudas, o los insectos <i>Triatoma dimidiata</i> transmisores del parásito <i>Trypanosoma cruzi</i> y por lo tanto, la enfermedad de Chagas.
Cohesión	Adhesión de las cosas entre sí o entre las materias de que están formadas: si mostramos cohesión no podrán con nosotros. Unión de dos cosas. Ligazón o unión recíproca entre las moléculas de una sustancia homogénea. Fís. Fuerza de atracción que mantiene las moléculas unidas.
Contenido electrolítico	Esto se refiere al material que actúa con propiedades eléctricas en un medio acuoso, específicamente con arcilla.
Cuarteadoras	Falla del revestimiento, se refiere a las fisuras provocadas por la contracción de la mezcla de arcilla aplicada sobre un muro.
Disgregación	Pérdida de parte de la masa de la pieza fragmentada o el fragmento, que se produjo

según una superficie irregular (12). Se refiere a un proceso de deterioro de una parte de la pieza y su efecto en ella. El proceso consiste en la desintegración del material que la compone y la fragmentación de la pieza, y su efecto es la formación de una o más superficie/s irregular/es, que puede/n eliminar ya sea el talón, el cono de percusión, o el bulbo de percusión, completa o parcialmente. Su dirección, cuando puede inferirse, permite diferenciar el fragmento afectado, como proximal (cuando se conserva el talón) o mesial (cuando no se conserva el talón y hay dos superficies de disgregación, en lados opuestos).

Dolomitas

S. F. Mineral compuesto por carbonato cálcico y magnésico; es semejante a la caliza y es el principal componente de las dolomías: la dolomita se emplea calcinada como material refractario.

Enlucido

Adj. Blanqueado para que tenga buen aspecto.
M. Capa de yeso, estuco u otra mezcla que se da a las paredes para alisarlas.

Ensayo de plasticidad

Aquel que determina las propiedades físicas del suelo en su estado sólido, plástico y líquido.

Ensayo del hidrómetro Método de ensayo de granulometría con base en la sedimentación del material, disuelto en una mezcla de hexametáfosfato de sodio.

Ensayo granulométrico Prueba mediante la cual se determina la graduación de los granos del suelo y sus diámetros respectivos con respecto a una muestra.

Ensayos Se entiende por ensayo, el conjunto de pruebas que permiten el estudio del comportamiento de un material con el objeto de determinar sus características frente a una posible utilización. Los posibles defectos de piezas ya terminadas. Las causas de un posible fallo. Hay ensayos que tratan de averiguar el comportamiento del material frente a requerimientos de tipo físico, por ejemplo: desgaste por rozamiento, dureza, esfuerzos de tracción, de compresión, etc. Es decir, la capacidad de soportar esfuerzos físicos. Otros ensayos en cambio, intentan conocer la estructura interna del material, a partir de ellos, se obtienen datos relacionados con la resistencia de este frente a los agentes químicos, la dilatación, la densidad, la conductividad eléctrica, térmica, magnética, etc.

Erosión Desagregación, desprendimiento y arrastre de sólidos desde la superficie terrestre por la acción

del agua, viento, gravedad, hielo u otro. Proceso por el cual el sustrato es resquebrajado y acarreado lejos de un área.

Esmectita

Se caracteriza por estar formado por capas trilaminares, constituidas por dos láminas de tetraedros de Si^{+4} unidas entre ambas por una capa de octaedros de Al^{+3} , es decir, presenta una estructura de superposición de capas: tetraédrica - octaédrica - tetraédrica. En el retículo de las capas trilaminares se producen muchas sustituciones isomorfas, es decir, el reemplazo de iones de igual radio atómico, pero de distinta valencia. Como ser la sustitución de Al^{3+} por Mg^{2+} o Fe^{2+} en las capas octaédricas y la sustitución de Si^{4+} por Al^{3+} en las capas tetraédricas. Esto origina un desbalance eléctrico y aumenta notablemente la reaccionabilidad del mineral. Los enlaces dentro de cada capa son mucho más estables que los existentes entre capas vecinas, es decir, las capas trilaminares se unen entre sí por débiles ligaduras que son liberadas por simple hidratación, dejando más superficie reactiva libre y produciendo un aumento del espaciado reticular, y por lo tanto, un hinchamiento del mineral. A este hecho se debe la exfoliabilidad de estos minerales, que consiste sencillamente en separar entre sí las láminas contiguas. Cuando el Al^{+3} del estrato

octaédrico es totalmente reemplazado por Mg^{+2} , el mineral se llama saponita, y si el Al^{+3} es reemplazado por Fe^{+3} se llama nontronita. La montmorillonita pobre en Mg, con gran sustitución del Si por Al, se llama beidellita. Por esta razón, los minerales que integran este grupo, pueden formar dos subgrupos: - Montmorillonitas aluminosas: montmorillonita y beidellita - Montmorillonitas magnésicas: hectorita y saponita.

Feldespatos

Sustancia mineral que forma la parte principal de muchas rocas. Químicamente es un silicato compuesto de aluminio con sodio, potasio o calcio, y cantidades pequeñas de óxidos de magnesio y hierro. Se usa en la fabricación de cerámica y vidrio: la ortosa y la labradorita son feldespatos.

Fisuración

Falla del revestimiento, se refiere a las fisuras provocadas por la contracción de la mezcla de arcilla aplicada sobre un muro. Se define también como cuarteadora.

Flocular

Proceso a través del cual las partículas de un coloide se aglomeran y forman partículas más gruesas, las cuales a menudo pueden redispersarse por agitación, pues las fuerzas de unión en su interior son débiles: la floculación

puede provocarse añadiendo un coagulante al líquido.

Glicerol

Líquido incoloro y espeso que forma la base de la composición de los lípidos.

Glycol etilenol

Un alcohol hidroxilado incoloro, inodoro y viscoso. Tiene un sabor dulce, pero es venenoso si se ingiere. El glicol de etileno es el más importante glicol disponible comercialmente y se fabrica a gran escala en los Estados Unidos. Es utilizado como anticongelante y refrigerante, en fluidos hidráulicos y en la fabricación de dinamitas de baja congelación y resinas.

Granceado

Revestimiento a base de piedra granular tamizada.

Gravas

Conjunto de fragmentos de roca erosionada de entre 2 y 20 mm, sin material cementante entre ellos.

Intemperización

Definido también como meteorización y hay de dos tipos, física y química, y se refiere al desgaste, abrasión de la materia que se encuentra expuesta a los elementos ambientales.

Interestratificación

Es un mineral de arcilla compuesto por estructura en la que alternan dos o más tipos de láminas

diferentes. Si la secuencia sigue un patrón ordenado son “interestratificados regulares” y reciben nombres propios, ejemplo: secuencia clorita-esmectita: Cl-Sm-Cl-smc Correosita, si no siguen ningún orden claro se denominan “al azar” o “interestratificados desordenados”, como por ejemplo la secuencia Chl-monttosusita. Ambos tipos de láminas suelen ser: Dioctaédricas -(Illita / Esmectita) Trioctédricas -(Clorita/Talco) Mixta -(Illita / Clorita).

Mampostería

Obra hecha con piedras desiguales ajustadas y unidas con argamasa sin un orden establecido: pared de mampostería.

Marga

Roca de color gris compuesta de carbonato cálcico y arcilla, que se emplea como abono en tierras de cultivo y como regulador de la acidez del suelo.

Matraces

Probeta graduada que se utiliza para el ensayo de gravedad específica, la cual contiene diferentes capacidades.

Metamórficas

Transformación de un mineral o una roca en el interior de la corteza terrestre por la acción de agentes como la temperatura y la presión: los cambios producidos por el metamorfismo provocan variaciones en la forma, estructura y

composiciones química y mineralógica de la roca original.

Peróxido de hidrógeno

El peróxido de hidrógeno, también conocido como agua oxigenada, es un producto químico muy reactivo compuesto por hidrógeno y oxígeno. Su fórmula estructural es: HO-OH (el peróxido de hidrógeno) puro es un líquido incoloro, pero el compuesto se comercializa como solución acuosa, con un contenido de hasta el 33 / 37% de peróxido de hidrógeno puro y otros aditivos que impiden la descomposición del producto.

Ph

El concepto de ph puede ser explicado de varias formas. Quizás, la más sencilla e intuitiva es la que relaciona la sensación de acidez o alcalinidad de una sustancia con su ph. Para ello utilizamos el sentido del gusto, que radica en las papilas sensoriales que tenemos ubicadas en la lengua; pero es evidente que no podemos emplear el sentido del gusto para conocer el ph de cualquier sustancia (amoníaco y lejía, por ejemplo); de ahí la necesidad de disponer de elementos que nos ayuden para tal fin, como han sido los indicadores de ph (fenoftaleina), las tiras de papel impregnadas de determinados colorantes (tornasol) y los electrodos combinados o sondas de ph.

Probeta	Tubo de cristal alargado y graduado, cerrado por un extremo, usado como recipiente de líquidos o gases.
Revestimiento	Colocación de una capa de cualquier material para proteger o adornar una superficie.
Rocas ígneas	Las rocas ígneas se forman cuando la roca (magma), se enfría y solidifica, con o sin cristalización, bajo la superficie como rocas intrusivas (plutónicas), o en la superficie como rocas extrusivas (volcánicas). Este magma se puede derivar de los derretimientos parciales, de rocas pre-existentes en cualquier capa, o en la corteza de la tierra. Típicamente, el derretimiento es causado por uno, o más de los procesos siguientes, Un aumento de temperatura, una disminución de la presión, o un cambio en la composición. Sobre 700 tipos de rocas ígneas, han sido descritas, la mayor parte de ellas, formadas bajo la superficie de la corteza terrestre.
Sabietado	Mezcla a base de cemento y arena de río.
Sílica	Dióxido de silicio, compuesto químico formado por la combinación de un átomo de silicio y dos de oxígeno.

Tamices	Plural de tamiz.
Tamiz	Utensilio que se usa para separar las partes finas de las gruesas de algunas cosas y que está formado por una tela metálica o rejilla tupida que está sujeta a un aro: pasó la tierra por el tamiz para quitar las piedras. Cedazo, criba.
Techumbre	Se refiere al techo y/o material del cual está hecho el tejido de esta fibra.
Vermiculita	Mineral del grupo de los silicatos. Cualquiera de los filosilicatos de magnesio, hierro y aluminio con agua e hidroxilos.
Yute	Material textil que se saca de la corteza interior de varios árboles oriundos de Asia y África.

RESUMEN

El humano, desde siempre, ha buscado la manera de satisfacer todas sus necesidades. Entre ellas, una de las más importantes es la de protegerse de la noche y de las inclemencias del tiempo. Además, ha procurado disponer de un ambiente de convivencia familiar y social.

Para satisfacer su necesidad de vivienda, los seres humanos han utilizado diferentes materiales de construcción, entre ellos la tierra cruda. Con el tiempo los materiales han variado, hasta llegar a la actualidad, cuando los hay de mejores características.

Puede decirse que la tierra cruda ha sido, durante muchos siglos, uno de los principales materiales de construcción en todo el mundo porque es de fácil acceso y muy bajo costo. En el ámbito de la construcción es muy importante tomar en cuenta que este material es, actualmente, muy utilizado en el medio. En el país sigue siendo una muy buena opción para solucionar los problemas de habitación.

En Guatemala, es necesario ofrecer mejores formas de construir con este material para coadyuvar a la solución de la problemática de vivienda. La construcción de vivienda con mampostería de adobe debe mejorarse para contribuir a salvaguardar la salud de sus habitantes.

La investigación permite profundizar en el procedimiento de construcción con tierra, aplicando normas para ampliar la información acerca de la composición de los suelos y mezclas. Esta información se basa en pruebas de

laboratorio que describen las propiedades físicas de los materiales con los que se proponen las posibles mezclas para su uso en revestimientos.

Para el mejoramiento de la vivienda es necesario utilizar el revestimiento, ya que un muro en mal estado ofrece las características físicas adecuadas para que habite cualquier animal. Uno de ellos es la chinche picuda (*triatoma dimidiata*, portadora del *tripanosoma cruzi*).

En Guatemala predomina el uso de la tierra para la construcción, lo cual se puede comprobar analizando la información recopilada en el Censo Habitacional y Poblacional realizado en noviembre del 2002. En él se demuestra la distribución del uso de las diferentes alternativas tecnológicas y los materiales de construcción en las paredes exteriores de las viviendas del país.

Esta información demuestra la importancia que tiene la construcción con tierra en Guatemala. Es parte de la realidad del país que en algunos sectores se utilice tecnología inapropiada, pero es la única disponible en el lugar. Por esta razón estos sistemas constructivos deben mejorarse e implementarse para beneficiar a las personas de escasos recursos. Al mismo tiempo, se debe crear tecnología apropiada para analizar los elementos del adobe y de componentes como el revestimiento.

El índice de habitabilidad de la chinche picuda (*triatoma dimidiata*) en los muros de las viviendas de las aldeas El Tule y La Brea, se considera alto. Por esta razón, el mejoramiento de la vivienda con un sistema de revestimiento en muros, contribuirá a la solución definitiva al problema de la Enfermedad de Chagas.

OBJETIVOS

General

Implementar el procedimiento que describe la forma de evaluar materiales para revestimientos en muros de adobe, para mejorar el uso de ellos y disminuir la enfermedad de Chagas, como un control del vector basado en el mejoramiento de la vivienda.

Específicos

1. Establecer la metodología de evaluación de materiales para revestimientos utilizados en el mejoramiento de la vivienda.
2. Establecer los parámetros para identificar localmente, materiales para el uso de revestimientos.
3. Implementar los ensayos de absorción por capilaridad y permeabilidad al agua.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la construcción, revestimiento es el elemento que recubre la superficie de un muro o bien cualquier superficie de algún elemento constructivo, para protegerlo o bien darle vista. Existen diversos tipos de materiales que pueden ser utilizados en revestimientos, ya que esta actividad se ha practicado en diversas culturas a lo largo del tiempo, tal es el caso de las civilizaciones mayas que utilizaban una mezcla de materiales para revestir sus obras arquitectónicas, y por lo cual han perdurado hasta la fecha.

En este caso en particular, los revestimientos en muros de adobe son complejos, debido al grado de incertidumbre para predecir el comportamiento de dicho elemento, ya que no es un material homogéneo y, además, los cambios térmicos lo afectan profundamente. En la actualidad, se ha despreciado la construcción con tierra (adobe, tapial y bajareque) debido a los desastres ambientales o ecológicos que han azotado el país.

Sin embargo, este material puede aprovecharse si se cuenta con un instructivo donde se indique la forma de construir con él. No debe olvidarse que el adobe es un material noble, ya que es un perfecto material térmico, acústico e higroscópico. Es importante, también tomar en consideración que la realidad rural de Guatemala exige profundizar en la investigación de este elemento. En virtud de que la situación económica que impera en esas comunidades es de pobreza y pobreza extrema, éste es el único material disponible para construir la vivienda.

En el tema de salud los revestimientos juegan un papel importantísimo, principalmente en la erradicación del Mal de Chagas, que afecta de una forma devastadora en Guatemala y en toda Latinoamérica. El Mal de Chagas es producido por el parásito *Tripanosoma Cruzi* que la Chinche picuda transmite al ser humano. La Chinche picuda habita en las fisuras que se producen en las paredes de tierra porque allí encuentra las condiciones idóneas para habitar.

En la OPS (Organización Panamericana de la Salud), IDRC Chagas-Canadá, y otras entidades encargadas del bienestar y salud pública han realizado diversas investigaciones, en Guatemala, relacionadas con este tema. En este informe se detalla un sistema de evaluación de materiales locales de dos aldeas representativas, para determinar la forma en que se deben evaluar los materiales para revestimientos de muros de adobe, para erradicar a la Chinche Picuda y, con ello, la enfermedad del Mal de Chagas.

1. MARCO TEÓRICO

La recopilación y análisis de información que describe los revestimientos utilizados en la población en estudio, proporcionan conceptos y procedimientos específicos, para definir las mejores mezclas por jurisdicción y con ello obtener revestimientos adecuados que coadyuven al combate de la chinche picuda, causante de la enfermedad de Chagas.

1.1. Variable de vivienda

Realizado el análisis general sobre particularidades de la tipología de la vivienda, los diferentes tipos de viviendas que existen en la población en estudio pueden caracterizarse y contribuir a la extracción de muestras para su investigación.

1.1.1. Tipo de materiales de construcción utilizados en las paredes de las viviendas

Con el apoyo de un censo habitacional, se recopiló información elemental sobre los tipos de materiales que componen los revestimientos utilizados en la localidad, el banco de materiales de donde se extraen y las características cualitativas de el porqué se eligen dichos materiales.

1.1.2. Origen de los materiales utilizados en la casa (local, externa)

Estos datos se recopilaron mediante la aplicación de una encuesta, como se hizo con los materiales de construcción de la vivienda. Esta demostró que, generalmente, se extrae del mismo material utilizado para la construcción, o bien alguno que ha trascendido dentro de la comunidad por antecedentes históricos; la información descrita en los numerales 1.1.2 y 1.1.1 se describe en el **ANEXO “A”**.

1.2. Revestimientos

Son los elementos constructivos que se encuentran en la parte exterior e interior de las paredes construidas con adobe o bajareque, en Guatemala. En construcción se entiende por revestimiento “todo el elemento superficial que aplicado sobre la cara externa del otro elemento constructivo, cumple, en muchos casos, una doble función: cubrimiento de paredes (exteriores e interiores), suelos y techos, así como ornamentación de fachadas e interiores”; en este caso, contribuye notablemente a la estética y confort de los edificios. Aunque la elección del revestimiento va en función del destino y calidad del edificio, es de considerar que el criterio, buen gusto y condición económica de quien lo utiliza, juegan un papel importante al elegir el tipo de revestimiento adecuado para cada caso.

1.2.1. Clasificación de los revestimientos

A. Revestimiento continuo o monolítico

Es aquel que en su totalidad posee las mismas características que en su mezcla y se aplican en toda la superficie del elemento. De esta manera se obtiene la misma textura en la superficie aplicada, como en los repellos, cernidos, enlucidos, guarnecidos.

B. Revestimiento discontinuo o despezado

Es el enlucido conformado por secciones de otro material, como la piedra natural, piedra artificial, conglomerado, metal, vidrio, plástico, corcho, escayola, papel, madera, cerámico, fibrocemento, etc.

1.2.2. Materiales más comunes de los revestimientos

A. Mortero de cal

Está formado por:

- Arena
- Cal
- Agua

B. Mortero de cemento

Está formado por:

- Arena
- Cemento
- Agua

C. Mortero bastardo

Está formado por:

- Arena
- Cemento
- Cal
- Agua

D. Mortero de barro

Está formado por:

- Arena
- Limo
- Arcilla

1.2.3. Componentes que conforman un revestimiento o mortero de barro

A. Arcillas

Es la partícula más pequeña del suelo, ($<0.002\text{mm}$), tiene un comportamiento plástico y cohesión.

Por ser las partículas más pequeñas y, por su forma, existe un intercambio de elementos que le dan sus particularidades. Algunas pueden reaccionar con determinados elementos contenidos en los fluidos que están dentro de los poros del suelo.

La partícula de arcilla está cargada negativamente, por lo tanto genera atracción con otras partículas o elementos cargados positivamente. Esta tracción se torna cada vez menor con respecto a la distancia entre partículas o con respecto al agua. Estas partículas se clasifican en los siguientes tipos

a. La caolinita

Es parte de lo que se conoce como cal, es de origen calcáreo, la formación de la caolinita es favorecida cuando la alúmina es abundante y la Sílica es parecida en relación de (1:1), las condiciones que permiten la formación de la caolinita incluyen un bajo contenido electrolítico, bajo PH, y la remoción de iones que, cuando está en suspensión, los iones de Sílica (Mg, Ca, Fe) tienden a flocular. La mayor parte de las caolinitas están formadas por feldespatos y micas, ricas en Óxido de sílice. Las caolinitas se desarrollan en áreas donde la precipitación es relativamente alta y existe un buen drenaje para asegurar las lechadas de cationes y de hierros.

b. Illita

Procede de minerales de mica hidratados y se forma en condiciones similares a la esmectita. Normalmente, proviene de rocas ígneas y metamórficas.

La presencia de potasio es esencial. La alteración de la moscovita para convertirse en illita y biotita para convertirse en vermiculita durante la intemperización, es también un recurso de estos minerales. La interstratificación de los minerales de vermiculita con mica y clorita son comunes. La alta estabilidad de la illita es responsable de su abundancia y persistencia en suelos y sedimentos.

c. Clorita

Puede formarse por la alteración de la esmectita, a través de la introducción de suficiente magnesio Mg^{2+} para causar la formación de una capa de brucita que reemplaza la capa intermedia de agua.

La biotita de rocas ígneas y metamórficas puede alterar las cloritas trioctaédricas y las capas mezcladas de clori-vermiculita. Estas aparecen en rocas de metamorfismo bajo a medio y en suelos derivados de estas rocas.

Otras partículas de arcilla son la vermiculita y la esmectita.

Las arcillas se caracterizan por el tamaño; la distribución de las partículas, mediante el análisis de tamices.

Otra característica es la determinación del PH, la determinación de la alcalinidad o acidez de un suelo.

La total concentración de sales solubles puede ser determinada por la conductividad eléctrica en la extracción del fluido que está en los poros.

Los carbonatos en la forma de calcitas CaCO_3 , dolomitas $\text{CaMg}(\text{CO}_3)$, marga y conchas son frecuentemente encontrados en estos suelos.

La materia orgánica puede ser detectada por el tratamiento del suelo en una solución de peróxido de hidrógeno al 15%.

d. Óxidos e hidróxidos

Pueden aparecer libremente en los suelos, incluyen los cristalinos y los no cristalinos (amorfos). Están compuestos de silicón, aluminio y hierro; estos materiales aparecen en partículas discretas como recubrimiento de ellas, como agentes cementantes entre partículas. Estos pueden dificultar la dispersión del suelo y pueden interferir con otros procedimientos de análisis.

e. Capacidad de intercambio catiónico

Expresado en 1000 equivalentes por 100 gramos de suelo seco. Se obtiene después de la primera liberación de excesos de sales solubles del suelo. Los cationes absorbidos son, entonces, reemplazados por especies de cationes conocidos y la cantidad necesaria para saturar los lugares intercambiables, son determinados analíticamente.

f. Superficie específica

Para la superficie de glycol etilenol y glicerol, son absorbidos en la superficie de la arcilla. El valor de la superficie específica depende del tipo de mineral de arcilla. El glicol o glicerol, bajo condiciones controladas, se utiliza para ayudar a la determinación de las cantidades de arcilla y la estimación del área de la superficie específica.

g. Análisis de difracción de rayos X

Este método es el más usado para la identificación de minerales de suelo de grano fino y el estudio de su estructura cristalina. Los rayos X tienen un tipo de ondas en un espectro electromagnético y tienen longitud de ondas en un rango de 0.01Å a 100 Å.

Los diferentes minerales de arcilla son caracterizados por las primeras reflexiones a los 7, 10 ó 14 Å. Una identificación positiva de los grupos minerales, normalmente requiere de pretratamientos. La separación del tamaño de la fracción requiere la dispersión de la muestra. Los componentes cementantes pueden afectar la dispersión y adversidad, afectan los patrones de difracción, por lo que deben ser removidos.

B. Limos

Este tipo de suelo, está considerado como una partícula de grano fino de baja plasticidad, independientemente de la cantidad de humedad que tenga. Pasan por el tamiz No.200 (0.074mm). El Limo es inestable por su propia naturaleza, particularmente cuando aumenta la humedad, con tendencia a fluir cuando está saturado. Es relativamente impermeable, difícil de compactar,

fácilmente erosionable y sujeto a la ebullición y tubificación. Los granos de forma cúbica reducen la compresibilidad; los granos lajosos, como la mica, diatomeas y otros aumentan la compresibilidad, dan lugar a un limo elástico.

C. Arenas

La grava y arenas tienen, esencialmente, las mismas propiedades ingenieriles, aunque en grados diferentes. El tamiz No.4 es una división arbitraria y no corresponde a un cambio apreciable de propiedades. Son fáciles de compactar resultan poco afectadas por la humedad y no están sujetas a la acción de la helada. Las arenas son menos estables frente al flujo de agua y menos resistentes a la erosión que las gravas. La arena fina uniforme tiene características próximas a un limo; es decir, disminuye su permeabilidad y reduce su estabilidad al aumentar la humedad. Las arenas de los ríos y del mar de origen volcánico, como ejemplo.

D. Limos-arcillas

El comportamiento mecánico de la mezcla de estos dos componentes dependerá del porcentaje de cada uno de ellos. Con un porcentaje mayor de limo, aumentará poco el coeficiente de permeabilidad, el límite de liquidez disminuirá, así como el índice de plasticidad. Se puede obtener buena compactación.

E. Limos-arenas

Con plasticidad baja o nula, solamente con su contenido de humedad óptimo, puede alcanzarse buena consolidación, tienen un coeficiente de permeabilidad medianamente alto.

F. Arenas – limos – arcillas

Dependiendo de las proporciones de cada material, se podrá obtener una buena mezcla, con baja permeabilidad. La arcilla funciona como un cementante en las proporciones correctas.

G. Agua

El agua se utiliza como lubricante, en la mayor parte de las obras de ingeniería civil. Por ello, debe someterse a un análisis químico y de partículas suspendidas, para determinar los elementos, minerales o contaminantes suspendidos y que pueden beneficiar o afectar, según el caso en que se utilice. Dependiendo de las partículas en suspensión, así cambiará su pH, que podrá ser básica y ácida. El contenido de las partículas en el agua puede afectar los cambios de estado; por ejemplo, mientras más salada sea el agua, más costará que solidifique. Los contaminantes que contenga el agua podrán afectar los resultados de manejabilidad y de uso con lo cual puede perjudicar vidas humanas, y necesitar un aumento de aditivos, entre otros.

H. Aire

El aire dentro del suelo forma parte de lo que comúnmente se le ha dado de llamar “vacíos”. El aire es uno de los componentes más pequeños en el

suelo natural, se puede decir que es menor al 2% de su volumen, y mucho menor en función del peso. Por lo anterior se considera despreciable.

I. Fibras

A las mezclas de suelos se les agregan fibras que aumentan su resistencia y disminuyen su fisuración, así como otros aditivos que mejoran o estabilizan los suelos.

a. Fibras orgánicas naturales

✓ De origen vegetal

- Yute
- Cáñamo
- Kenaf
- Hojas de crisal
- Maguey
- Sisal
- Abacá
- Palma
- Semilla de algodón
- Semilla de coco.

✓ **De origen animal**

- Lana
- Seda

✓ **De origen mineral**

- Asbestos
- Vidrio
- Cerámica
- Acero

b. Fibras orgánicas sintéticas

- Celulosa
- Nylon

c. Aditivos naturales

- Tuna
- Nopal
- Jabón negro o de coche
- Piedra lumbre
- Azúcar
- Sal

d. Aditivos artificiales

- Cal
- Cemento
- Mowiton
- Primal E-330

e. Mezclas

Se deja reposar por 1 ó 2 días para lograr una distribución más homogénea del agua, principalmente entre las arcillas.

1.2.4. Aplicación de los revestimientos en muros de block

Los revestimientos tienen varias capas y varios espesores que van de 0,003 a 0,03 metros.

Una primera capa se aplica directamente sobre la pared, se conoce normalmente como sabietado y puede tener un espesor de 2 ó 5 milímetros. Su propósito es proporcionar, al muro, una capa de superficie de adherencia que ayude a hacer más firme el resto del revestimiento.

La segunda capa se aplica sobre la anterior. Se conoce con el nombre de repello y alcanza un espesor de 1 ó 2 centímetros. Este suele ser de mortero de arena amarilla gruesa, por lo cual presenta un acabado áspero. Tiene como función principal regularizar las diferencias superficiales del muro. Antes de tender la siguiente capa, habrá que esperar su completo fraguado.

La tercera capa suele tener 5 a 10 milímetros de espesor y se conoce como enlucido. Por lo general, suele ser de mortero de mejor calidad que el repello y varía de forma, pues ella define el acabado final de la superficie.

Los revestimientos tienen diversos colores minerales y diferentes texturas.

1.2.5. Existen diversos tipos de revestimientos

Repello a buena vista o a ojo, repello maestrado, cernido remolineado, cernido vertical, acabado moteado, granceado fino, granceado grueso, alisado o blandeado, acabado rascado, acabado estilo alemán, alisado de cemento.

Después de su aplicación el secado dura entre 1 y 8 días.

1.2.6. Comportamiento de los revestimientos en los muros de las construcciones de tierra

Existe una conservación de monumentos donde se han utilizado materiales locales y su uso en las construcciones de viviendas, data de muchos años atrás.

El clima o los materiales utilizados causan efectos negativos en los revestimientos.

1.2.7. Situación de las construcciones en tierra en Guatemala

El III Censo de Vivienda realizado en 1973, proporciona la información siguiente.

Tabla I. Censo de vivienda de 1973

MATERIAL DE PARED EXTERIOR	Cantidad viviendas	%	Vivienda Urbano	%	Vivienda Rural	%
Ladrillo o Block	87 375	8,62	69 448	19,64	17 927	2,72
Adobe	397 670	39,23	181 910	51,45	215 760	32,68
Madera	174 219	17,18	54 760	15,49	119 459	18,09
Lepa, palo o leña	227 551	22,44	23 600	6,67	203 951	30,89
Bajareque	110 912	10,94	18 813	5,32	92 099	13,95
Otro material	16 090	1,59	5 049	1,43	11 041	1,67
TOTAL	1 013 817	100,00	353 580	100,00	660 237	100,00

Fuente: INE, dirección general de estadística 1973; materiales de vivienda.

La información recopilada en el Censo Habitacional y Población en Guatemala, realizado en noviembre del 2002, permite conocer de manera más exacta, cómo se encuentra la distribución del uso de las alternativas tecnológicas de los materiales de construcción en las paredes exteriores de las viviendas del país.

Los datos se han ordenado en función descendente, de acuerdo con la cantidad de viviendas que utilizan los materiales analizados en las paredes exteriores.

Tabla II. Censo habitacional y poblacional del 2002

MATERIAL DE PARED EXTERIOR	Cantidad viviendas	%	Vivienda Urbano	%	Vivienda Rural	%
Block	1 130 753	43,86	775 046	62,25	355 707	26,68
Adobe	625 905	24,28	178 647	14,35	447 258	33,55
Madera	426 336	16,54	99 561	8,00	326 775	24,51
Ladrillo	87 529	3,39	72 934	5,86	14 595	1,09
Lepa, palo o leña	86 625	3,36	14 289	1,15	72 336	5,43
Bajareque	80 561	3,12	11 995	0,96	68 566	5,14
Concreto	73 216	2,84	53 259	4,28	19 957	1,50
Lámina metálica	54 784	2,12	32 878	2,64	21 760	1,63
Otro material	12 556	0,49	6 357	0,51	6 199	0,46
TOTAL	2 578 265	100,00	1 245 112	99,99	1 333 153	100,00

Fuente: INE, dirección General de Estadística 2002; materiales de vivienda.

El uso del adobe sigue siendo importante, principalmente en la vivienda rural.

1.2.8. Problemas que presenta el revestimiento en Guatemala

Son deficiencias de varios tipos, entre los cuales están los materiales que los constituyen, la mezcla de los materiales utilizados, el muro sobre el que se colocan, durabilidad, adherencia, fisuración, erosión, provocados por el clima, la pobreza, la ignorancia, la falta de voluntad de los habitantes, la falta de voluntad política, la dificultad de acceso de los materiales, el peso de los materiales.

1.2.9. Principales efectos de deterioro en muros de construcciones de tierra

Obedecen, principalmente, al efecto causado por el tiempo, alteraciones, deficiencias constructivas, etc. y pueden ser intrínsecos o extrínsecos, según sea su naturaleza.

Los intrínsecos afectan elementos constructivos del muro, debido al paso del tiempo. Por ejemplo, disgregación del material, falla del muro y del revestimiento.

Los extrínsecos son producidos por agentes externos como la humedad, modificaciones, sismos, asentamientos, etc.

A. Efectos de deterioro intrínsecos

a. Disgregación del material

Este efecto es producto de la carencia de un revestimiento adecuado, cuando no se utilizan las proporciones correctas en los muros exteriores e interiores. Causan disgregación de materiales componentes del muro.

b. Tipología de las fallas

✓ Las fallas del muro pueden ser originados por

Efectos de configuración estructural (debilidad del terreno de cimentación, debilidad en muros y marcos, carencia de interconexiones adecuadas entre elementos y calidad de la construcción).

✓ **Las fallas del revestimiento pueden ser**

Cuarteadoras, grietas y fisuras. Es común encontrar grietas causadas por la diferencia de los coeficientes de expansión/contracción inherentes a dos materiales distintos. Otras causas de agrietamiento pueden ser: la acción erosiva del agua de lluvia y de la sequedad subsiguiente fuera de las superficies de la pared, puede causar surcos, grietas superficiales y profundas.

Las aberturas de puertas y ventanas originan el debilitamiento de los muros. Ante la solicitación de cargas sísmicas, en estos puntos se producen concentraciones de carga superiores a la resistencia del adobe o tierra pisada, conduciendo el agrietamiento severo o a la falla de algunas de ellas.

La incompatibilidad con los revestimientos utilizados en el muro de tierra.

B. Efectos de deterioro extrínsecos

a. Daños estructurales

El revestimiento de los muros de adobe o tierra apisonada, depende de la adherencia entre los adobes y la resistencia a los revestimientos ante los esfuerzos de tracción. Estos efectos se originan de las aplicaciones incorrectas, materiales débiles e inadecuados o de los efectos de fuerzas externas tales como: viento, agua o movimientos sísmicos. Estos efectos pueden solucionarse realineando las paredes que se inclinan y que se bombean, reforzando y/o sustituyendo los deteriorados.

b. Relación – agua (humedad)

El agua retenida tiene mayor avidez por suelos secos y tiene más afinidad con los suelos más plásticos. Estos dos hechos conducen a las características de pérdida de humedad. El secado a fuerzas de succión capilar entre las partículas, les confiere una cohesión aparente, cuya importancia es en la compresión de los agregados arcillosos¹. Estos efectos los causa el exceso de humedad, lluvia y el agua en el subsuelo, provocados por causas naturales o drenajes.

c. Por capilaridad

En elementos de revestimientos y/o acabados en los muros sobre todo en la parte inferior.

d. Por infiltración de agua de lluvia

Es el resultado de la acción de la precipitación pluvial en muros y revestimientos y/o acabados, unidas a la velocidad del viento y a la capacidad de adsorción de los materiales empleados en la construcción de la vivienda. La infiltración se presenta en los revestimientos por las grietas.

e. Por condensación

Se origina de la falta de ventilación y asoleamiento, por lo que se produce concentración de humedad en el interior del revestimiento y/o acabado.

¹ Manual de Construcción en Tierra. Gernot Mike. Nordan Comunidad. 2001

f. Erosión-Viento

Este efecto es citado a menudo como factor en la erosión de la textura del revestimiento en los muros de construcciones de tierra. Provoca surcos en la mitad superior de los revestimientos y en las esquinas. Los surcos causados por el agua subterránea están, generalmente, un tercio más bajos del revestimiento. El mantenimiento es la forma de atenuar los efectos destructivos de la erosión del viento.

Este efecto se soluciona aplicando un revestimiento al muro para protegerlo contra erosiones futuras y darle mantenimiento, si ya existiera un revestimiento en el muro de construcción de tierra.

g. Capacidad, conductividad e inercia térmica

El efecto producido por la conductividad térmica, indica la cantidad de calor que pasa por una superficie en cierta unidad de tiempo, así como lo que tarda en fluir dicho calor almacenado en un muro o una techumbre. En otras palabras es la propiedad que tienen los materiales de transmitir el calor intermolecularmente.

La capacidad térmica es el coeficiente de absorción del material.

El Adobe (densidad 750kg/m^3) tiene una conductividad térmica de $0.25\text{ W/m}^\circ\text{C}$, el bloque de tierra compactada típica, $0.34\text{ W/m}^\circ\text{C}$ y el ladrillo, $0.85\text{ W/m}^\circ\text{C}$.

h. Asoleamiento

El efecto producido por el asoleamiento se manifiesta por cambios dimensionales (dilatación), que son mayores cuando los cambios de temperatura y humedad relativa son violentos. Los asoleamientos producen efectos mecánicos y degradan los materiales de construcción. Esto se evidencia en el exterior de los muros. Por su orientación, la fachada principal es la más expuesta a él.

C. Efectos causados por sismicidad

Las experiencias obtenidas por informes subjetivos y sin aparatos de medición, como ocurría en el pasado, ofrecen dificultad para medir el comportamiento de las construcciones de tierra en diferentes emergencias.

1.2.10. Importancia de los revestimientos

Los revestimientos son el modo más directo de defenderse de las agresiones del mundo exterior. Se trata de luchar contra el calor, el frío, el ruido y la humedad. Idealmente, cada uno de los materiales empleados para revestir un paramento y lo que determina su interés instructivo, es el que cumpla con las condiciones siguientes²:

- Proteger al mismo de la humedad de condensación
- Ser poco combustible
- Ser fáciles de aplicar

² Construcción en Tierra en la Antigua Guatemala. Mario Ceballos. Consejo Nacional Para la Protección de Antigua Guatemala.

- No deteriorarse, resistiéndose a los efectos físicos y a las relaciones químicas
- No deteriorar a los materiales sobre los que se coloquen en contacto directo, ni ser afectados por ellos
- Tener una duración apreciable
- Requerir poco gasto de mantenimiento
- Permitir las reparaciones, facilitando la reposición de una pieza o materiales, en caso de ser necesario
- Ofrecer comodidad a sus habitantes de manera durable

1.2.11. Protección térmico-acústica

En virtud de que el ruido y el calor se propagan por medio de ondas que atraviesan las superficies, la protección de estas se consigue creando discontinuidad en ellas para evitar la transmisión de ruido y calor.

Algunos materiales para revestimiento como una capa gruesa de mortero, tienen un buen efecto, aunque no total, pues habiendo continuidad de superficie siempre se transmite el ruido y el calor, solo que lentamente.

1.2.12. Protección contra la humedad

Cuando se trata de proteger una vivienda contra la transmisión o el apareamiento de humedad, puede hablarse de dos casos. Si se pretende tratar humedades ya existentes difíciles de eliminar por otros medios, se podrá usar una solución similar que en la protección térmico acústica, es decir, crear discontinuidad. Si solo se pretende dar una protección preventiva, es bueno aplicar una solución de material impermeable.

1.2.13. Protección contra las radiaciones solares

Los muros y la techumbre de una construcción son elementos que ganan y almacenan calor. Además del tipo de material, su espesor y orientación, la forma del elemento constructivo incide en el volumen de la ganancia de calor.

Los efectos del color tienen gran importancia, ya que afectan desde los puntos de vista siguientes.

- Térmico, reduciendo o aumentando las ganancias del calor solar
- Psicológico, deprimiendo o motivando
- De reflexión, ocasionando deslumbramiento

Es recomendable el uso de colores claros en climas cálidos y colores oscuros en climas fríos.

Reflexión de la radiación solar en función del color de una superficie

Color	% reflejado
Blanco cal	80
Amarillo limón	70
Amarillo oro	60
Azul claro	40-50
Rosa salmón	40
Gris cemento	31
Anaranjado	25-30
Beige	25
Verde vegetal	20
Ladrillo	19
Rojo	16
Negro	5

1.3. Ensayos físicos y mecánicos para evaluación de revestimientos

1.3.1. Ensayo granulométrico (Método del hidrómetro)

Sirve para determinar los porcentajes de granos que posee la muestra del material y da la caracterización del mismo. El análisis de los revestimientos para el Ensayo Granulométrico se realizó de acuerdo con la norma ASTM C117 - 04 *Standard Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing* (Método de Ensayo para materiales más finos que 75 μ m (Tamiz No. 200) lavado con agua destilada).

1.3.2. Ensayo de gravedad específica

Consiste en el peso relativo de un material con respecto a otro, tomando como base, en este caso, el agua. Fue realizado con base en lo que establece la norma ASTM C127 - 07 *Standard Test Method for Density, Relative Density*

(Specific Gravity), and Absorption of Coarse Agregate (Método de ensayo por densidad, densidad relativa (Gravedad Específica) y absorción de agregados gruesos).

1.3.3. Ensayo de plasticidad³

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos. Su nombre se debe al científico sueco Albert Mauritz Atterberg. (1846-1916).

El concepto que lo sustenta es que en un suelo de grano fino solo pueden existir cuatro estados de consistencia, según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido, cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco va pasando a los estados de semisólido, plástico, y finalmente líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro, son los denominados límites de Atterberg.

Los ensayos se realizan en el laboratorio y miden la cohesión del terreno y su contenido de humedad. Para ello, se forman pequeños cilindros de 3mm de espesor con el suelo.

Este ensayo se realiza con base en lo que establece la norma ASTM D4318 - 05 *Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils* (Método de ensayo de Límites Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de los suelos).

³ Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones. George B Sowers. LIMUSA. 1975

1.3.4. Absorción de agua por capilaridad⁴

Este ensayo consiste en la determinación de la velocidad con que asciende el agua por las partículas de suelo en una muestra. Se realizó con base en el procedimiento descrito en la norma CSTB 2000 “Cahier 1779” norma 1779 *Centre Scientifique et Technique Du Batiment*. Inciso A.4.2, que a continuación se detalla.

A. Ensayos sobre el producto endurecido (A4)

Se prepara la pasta de acuerdo con las proporciones y mezclas aplicadas por las personas de las comunidades.

B. Preparación y conservación de las probetas (A 4.0)

Las probetas se confeccionan dentro de moldes metálicos, en dos capas. Sus dimensiones responden a las indicaciones definidas en los artículos respectivos. Cada capa se coloca en su lugar dejando caer alternativamente cada extremidad del molde a una altura de 5 mm durante una docena de veces. Las probetas son enseguida niveladas con la ayuda de una regla metálica.

Son desencofradas a las 24 horas y conservadas a los 23°C + 2°C y 50 % HR + 5 % HR hasta la fecha del ensayo.

⁴ Norma CSTB (*Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*) inciso A.4.2

C. Masa volumétrica aparente, módulo de elasticidad dinámico (A 4.1)

Los ensayos son efectuados a 7 y 28 días, siguiendo las modalidades definidas por la norma NF B 10-511 sobre 3 probetas de dimensiones 1,0 x 2,5 x 28,5 cm.

Anotar, por cada probeta, los valores individuales de masa volumétrica aparente y de módulo, debiendo retener la media de los valores obtenidos.

D. Absorción del agua por capilaridad (A 4.2)

El ensayo es efectuado en un ambiente a $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y 90 % HR 5 % HR en 3 probetas de 1 x 4 x 16 cm. Después de 28 días de conservación, sumergir la base de las probetas, la más grande dimensión en posición vertical, sobre una altura de agua (a 23°C aproximados) de 5 mm y medir su retoma de agua como se indica en la norma NF B 10-502, durante 24 horas. El coeficiente de capilaridad es, por definición, igual a:

$$C = \frac{100}{S} \frac{M_2 - M_1}{\sqrt{t_2} - \sqrt{t_1}}$$

Donde:

t	=	tiempo en minutos después del remonte capilar
t1	=	10 minutos
t2	=	90 minutos
M	=	masa de la probeta en gramos
M1	a	10 minutos

M2 a 90 minutos

S: sección en cm² de la cara inferior de la probeta, sea:

$$C \sim 4 (M2 - M1)$$

Trazar la curva de remonte capilar tomando t en las abscisas y la masa del agua absorbida en ordenadas.

1.3.5. Ensayo de permeabilidad al agua⁵

Este ensayo se realizó con base en el procedimiento establecido en la norma CSTB “Cahier 1779” norma 1779 *Centre Scientifique et Technique Du Batiment. (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment)* inciso A.3.3.

La adaptación del ensayo se realizó en las condiciones del laboratorio, para lo cual únicamente se modificó el tiempo de duración del ensayo. Para cada mezcla, el ensayo consiste en montar tres probetas de dimensiones 1x10x10 cm. en dispositivos de ensayo y medir la cantidad de agua en centímetros cúbicos necesaria para mantener una presión hidrostática constante de 100 mm sobre una de sus superficies, durante el periodo que resistan las muestras. De los datos obtenidos de las tres probetas, se toma un promedio con el cual se traza la curva de permeabilidad al agua de la mezcla. Se coloca el tiempo en minutos en el eje de las abscisas y la cantidad de agua en centímetros, en el eje de las ordenadas.

⁵ Norma CSTB (*Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*) inciso A.3.3

1.3.6. Ensayo de adherencia

Consiste en determinar la capacidad que tienen los revestimientos de adherirse al muro (construido de adobe). Los resultados de este ensayo son un indicativo del comportamiento de los revestimientos aplicados a los muros a escala natural. Se realizó con base en el procedimiento establecido en la norma CSTB "*Cahier 1779*" norma 1779 Centre Scientifique et Technique Du Batiment

1.4. Análisis de resultados

Esta etapa consiste en darle una calificación al revestimiento en base a los siguientes aspectos.

1.4.1. Adherencia

Por medio del ensayo de adherencia, descrito con anterioridad, se obtuvo la carga que soporta el revestimiento en un área limitada (lo que se puede analizar como un esfuerzo a tracción) y el tipo de falla.

1.4.2. Visual

Consiste en darle una calificación, de uno a diez, al analizar visualmente ¿cómo se ve el revestimiento a simple vista?

1.4.3. Erosión

Esta evaluación consiste en pasar sobre el revestimiento la mano y ver su comportamiento ante este roce, la erosión se evalúa: cero (0) si no se erosiona

y diez (10) si se erosiona demasiado. Es importante mencionar que el que realice esta prueba debe tener definido el término erosión.

1.4.4. Fisuración

Por medio de esta evaluación se analiza la cantidad de fisuras que presenta el revestimiento en un área determinada (en nuestro caso, el cuadro de aplicación de la mezcla) tomando en cuenta el ancho y la profundidad de la fisura. Se evalúa cero (0) si no presenta fisura, uno pequeñas fisuras hasta diez si se tienen demasiadas fisuras profundas y grandes.

1.4.5. Calidad

Esta evaluación toma en cuenta el comportamiento a la adherencia del revestimiento, más que al darle algunos golpes al revestimiento muestre partes huecas y consideradas mal adheridas.

1.4.6. Calificación

Puntaje dado por el responsable del ensayo, según su criterio, al considerar los anteriores aspectos de evaluación y la experiencia.

1.5. Transferencia de tecnología⁶

Constituye el traspaso de los conocimientos necesarios para la fabricación de un producto, la aplicación de un procedimiento o la prestación de un servicio. La transferencia de tecnología es la transmisión asimilada de un

⁶ Transferencia de Tecnología y Capacitación Intercultural para el Hábitat Popular. CYTED XIV C-UINPE. 2002

cedente, del conocimiento que se tiene, por resultado de una innovación. También se considera transferencia de tecnología cuando el conocimiento se transfiere de un Centro de Investigación y Desarrollo a algún otro receptor.

En este caso, se debe transmitir la forma de elaborar revestimientos a base de mortero de barro, que sean duraderos y no se grieten.

1.5.1. Fases de la transferencia de tecnología

- Adquisición: posibilidad de llevar a cabo la transferencia de tecnología entre un cedente y un receptor.
- Asimilación: adopción de la innovación de la tecnología por parte de los receptores.
- Desarrollo: aplicación de la tecnología adoptada por parte de los receptores.

1.5.2. Paquete tecnológico

Además de la adquisición, es necesario incorporar otros elementos que conforman la adopción, lo que se denomina paquete tecnológico. En este paquete se encuentran las tecnologías habilitadoras y tecnologías optimizadoras que permitan mejorar la adopción de ellas.

1.5.3. Proceso de adopción

Elementos que acompañan el proceso:

- Formación de las personas que acompañan el proceso de adopción de una tecnología;

- Evaluación y adaptación de algunas características de la tecnología o de otras asociadas a las necesidades de la organización receptora;
- Soporte a la operación durante el tiempo necesario para culminar el proceso de adopción.

1.5.4. Fracazos más frecuentes en la transferencia de tecnología

A. Barreras tecnológicas

Es el caso en el que las tecnologías no son adecuadas para los problemas que se pretenden resolver.

B. Barreras organizativas

El proceso de transferencia de tecnología no ha sido adecuadamente planificado o controlado.

C. Barreras personales

Rechazo a la nueva tecnología.

1.5.5. Actividades de un proyecto de transferencia de tecnología

- Selección de la tecnología
- Evaluación del uso de la tecnología para el proyecto en cuestión

- Adecuación de los procedimientos internos, de tal manera que los receptores tomen en cuenta las experiencias ancestrales, para el uso óptimo de la tecnología en el proyecto
- Formación de los usuarios
- Adquisición de la tecnología
- Incorporación efectiva en el proyecto

1.5.6. Factores que intervienen en el proceso de transferencia de tecnología

A. Factores relacionados con la tecnología

Permiten entender el efecto que tendrán los nuevos procedimientos y su relación con la tecnología empleada actualmente.

B. Factores relacionados con la organización

Permiten medir la forma en que la transferencia de tecnología se gestiona y las personas implicadas.

1.5.7. Perfiles de adopción de una tecnología

A. Actitud del receptor

- Cooperativa, activa o pasiva.

B. Formalidad del proceso

- Progresiva, planificada o informal.

C. Impacto

- Alto, moderado o bajo.

D. Distancia

- Larga, media o corta.

E. Madurez

- Inestable, mejorada o estable.

F. Adaptabilidad

- Fija, personalizada o abierta.

G. Presiones

- Ninguna, moderada o alta.

H. Dependencia de los receptores

Independiente, subsidiaria o encadenada.

Todos los factores mencionados, deben tomarse en cuenta para la correcta capacitación. Además, se debe tener presente la participación de la comunidad para que la transferencia de tecnología sea exitosa.

2. MARCO EXPERIMENTAL

2.1. Descripción general del proyecto

Dentro del estudio realizado, se implementaran ensayos físicos y mecánicos para la caracterización de los materiales que se utilizarán en los revestimientos. De esta manera se obtendrá un procedimiento adecuado a la comunidad, para identificar, caracterizar y evaluar los materiales que puedan ser utilizados con este fin.

El índice de habitabilidad de la chinche picuda (*triatoma dimidiata*) en los muros de las viviendas en las aldeas del Tule y la Brea, se considera alto, por lo que el mejoramiento de la vivienda con un sistema revestimiento en muros, aporta la solución definitiva al problema de la Enfermedad de Chagas.

2.2. Metodología

2.2.1. Identificación de banco de materiales

A. Aldea el Tule, municipio de Quezada, departamento de Jutiapa, Guatemala

Los materiales utilizados tradicionalmente en los revestimientos de las paredes de las viviendas de esta aldea fueron ubicados en los bancos siguientes:

- El Cuje (C)

- La Tejera (T)
- Guayabal (G)
- Río De Paz (P)
- El Astillero (A)

B. Aldea la Brea, municipio de Quezada, departamento de Jutiapa, Guatemala

Para esta comunidad se identificaron como bancos de materiales utilizados tradicionalmente en revestimientos de las paredes, los lugares que a continuación se detallan:

- La Adobera (AD)
- La Tejera del Coche (TC)
- El Callejón (BC)
- El Bordo (AB)
- El Puente (AP)

2.2.2. Ensayo de granulometría

Se realizaron los ensayos de granulometría de acuerdo con la norma ASTM C117 - 04 Standard Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No. 200) *Sieve in Mineral Aggregates by Washing* (Método de Ensayo para materiales mas finos que 75 μ m (Tamiz No. 200) lavado con agua destilada) aplicada a las muestras descritas en el numeral 2.2.1. Para la ilustración del ensayo se muestra un ejemplo representativo que incluye una tabla de resultados y grafica descrita en **ANEXO B**.

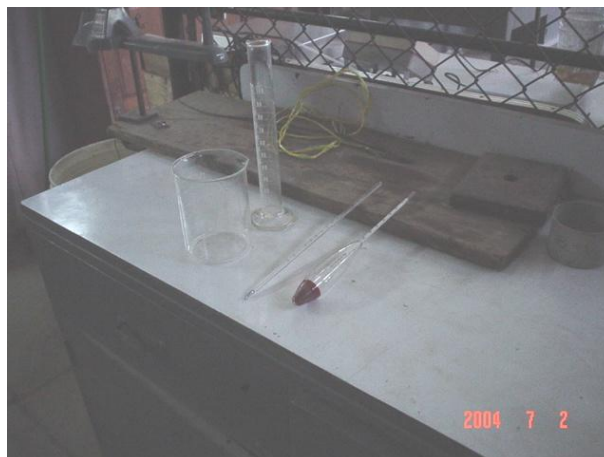
Para ampliar la información de lo realizado en el proceso del Ensayo Granulométrico se documentó con fotografías, en las cuales muestra información visual con detalles específicos.

Figura 1. Preparación de la solución de hexametafosfato de sodio para el ensayo de granulometría por el método del hidrómetro



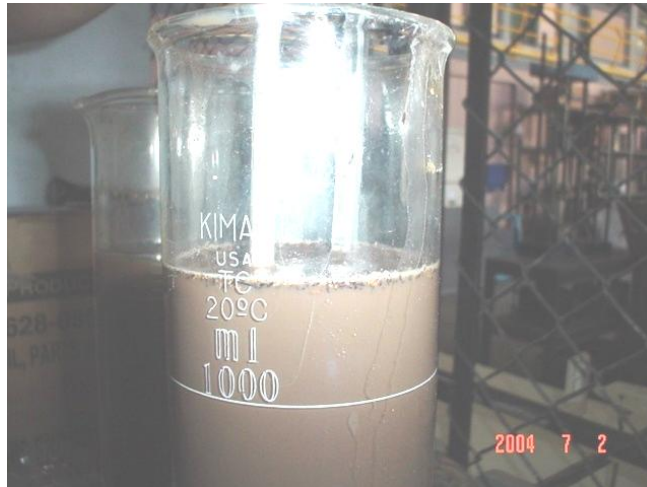
Fuente: propia, julio 2004

Figura 2. Instrumentos para la realización del ensayo del hidrómetro (*biquer*, hidrómetro y probeta graduada para medición de hexametafosfato)



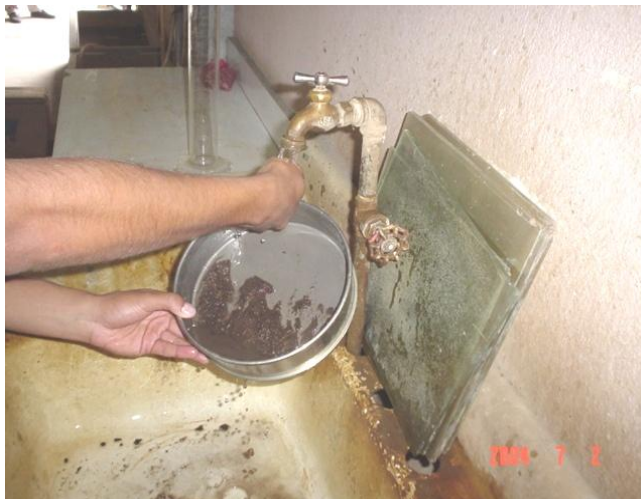
Fuente: propia, julio 2004.

Figura 3. Toma de lecturas del hidrómetro inmerso dentro de la solución de hexametáfosfato y suelo



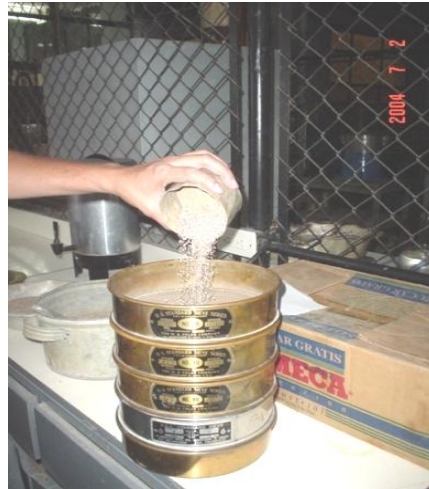
Fuente: propia, julio 2004

Figura 4. Lavado del material ensayado por el tamiz No. 200



Fuente: propia, julio 2004

Figura 5. Tamizado y toma de peso del material para la tabulación de datos y obtención de resultados



Fuente: propia, julio 2004

Figura 6. Tamizado y toma de peso del material para la tabulación de datos y obtención de resultados



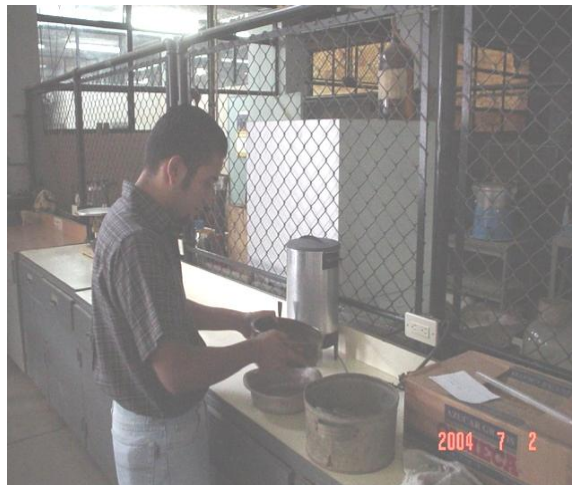
Fuente: propia, julio 2004

2.2.3. Ensayo de gravedad específica

Se realizaron los ensayos de gravedad específica de acuerdo con la norma ASTM C127 - 07 Standard Test Method for *Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Agregate* (Método de ensayo por densidad, densidad relativa (Gravedad Específica) y absorción de agregados gruesos) aplicada a las muestras descritas en el numeral 2.2.1. Para la ilustración del ensayo se muestra un ejemplo representativo que incluye una tabla de resultados descrita en **ANEXO C**.

El proceso del ensayo de Gravedad Específica se documenta con las fotografías que a continuación se presentan, donde se observa detalles específicos.

Figura 7. Tamizado del suelo para realización del ensayo



Fuente: propia, julio 2004

Figura 8. Toma de peso bruto húmedo



Fuente: propia, julio 2004

2.2.4. Ensayo de plasticidad

Se realizaron los ensayos de plasticidad de acuerdo con la norma ASTM D4318 - 05 *Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils* (Método de ensayo de Límites Líquido, Límite Plástico e ÍNDICE de Plasticidad de los suelos) aplicada a las muestras descritas en el numeral 2.2.1. Para la ilustración del ensayo se muestra un ejemplo representativo que incluye una tabla de resultados descrita en **ANEXO D**.

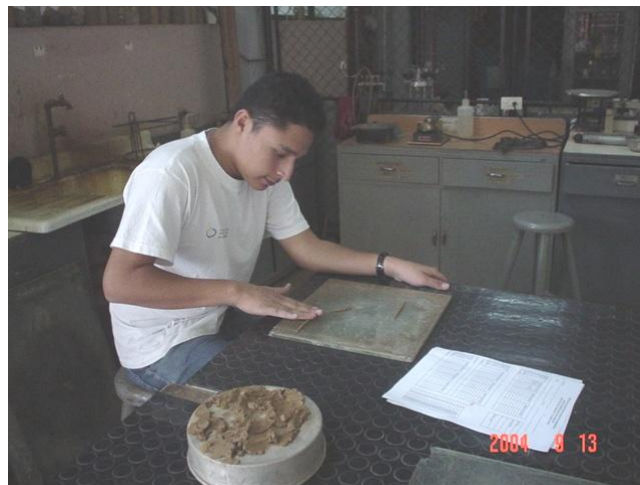
A continuación se muestran partes importantes del proceso del ensayo de Plasticidad, con las fotografías siguientes.

Figura 9. Copa de Casagrande para realización de ensayo de plasticidad



Fuente: propia, septiembre 2004

Figura 10. Elaboración de cilindros para obtención de límite plástico



Fuente: propia, septiembre 2004

Figura 11. Secado de material para toma de peso seco de la muestra



Fuente: propia, septiembre 2004

2.2.5. Identificación de mezclas de bancos de materiales

Con los materiales identificados en 2.2.1. inciso A y 2.2.1. inciso B se hicieron las combinaciones para las mezclas que se utilizaron como revestimientos en las evaluaciones. Las combinaciones de materiales definidas se identifican a continuación.

A. Aldea el Tule, municipio de Quezada, departamento de Jutiapa, Guatemala

MEZCLA	PROPORCIÓN
AP-TC	3:1
AP-AD	3:1
AP-BC	3:1
AP-TC-AB	3:1:1

AP-AD-AB	3:1:1
AP-BC-AB	3:1:2
TC-BC-AB	2:1:2
TC	
TC-AB	3:1
TC-BC-AB	1:1:2

B. Aldea La Brea, municipio de Quezada, departamento de Jutiapa, Guatemala

MEZCLA	PROPORCIÓN
P-T	2:1
P-T	3:1
P-T	4:1
P-C	2:1
P-C	3:1
P-C	4:1
P-G	2:1
P-G	3:1
P-G	4:1
A-CAL-CEMENTO	1:0.25:0.25
A-CAL-CEMENTO	2:0.25:0.25
A	

Los ensayos de capilaridad, permeabilidad y adherencia se realizaron sobre todas las combinaciones de materiales indicadas en los numerales 2.2.5. inciso A y 2.2.5. inciso B. Estos ensayos se describen a continuación.

2.2.6. Absorción de agua por capilaridad

Realizado con base en a la norma CSTB 2000 “Cahier 1779” norma 1779 *Centre Scientifique et Technique Du Batiment*, inciso A.4.2 y las características reales de ensayo en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII). Consisten en una probeta de 4x4x16 cm. y fue aplicado para cada mezcla, para ello, la base de tres probetas se sumerge en una altura de agua de 500 y se determinan aumentos de pesos en gramos, a intervalos de 5 minutos, durante el periodo que resistan las muestras. Se obtiene un promedio con los datos de las tres probetas. Para obtener el coeficiente de capilaridad de cada muestra, se traza una grafica con los datos obtenidos. Queda, en función de tiempo, peso y altura, la curva de ascenso capilar, colocando \sqrt{t} (la raíz cuadrada del tiempo) en el eje de las abscisas y $100M/S$ (donde M y S significan, la masa en gramos y la sección de la probeta en centímetros cuadrados, respectivamente) en el eje de las ordenadas. El coeficiente de capilaridad, es igual a la pendiente de dicha curva entre los puntos de la medición de diez y 90 minutos.

Adicionalmente, y para completar este ensayo, se toma también de cada probeta, lecturas de las alturas de ascenso capilar, durante los mismos intervalos de tiempo para obtener un segundo tipo de curva, que mostrará el ascenso capilar. Para trazar esta curva se coloca el tiempo t , en el eje de las abscisas y las alturas de ascenso capilar h en el eje de las ordenadas.

Para la adaptación de este ensayo, realizado en las comunidades en estudio, se utilizaron formatos en los que se encuentra nomenclatura y proporciones descritas dentro de la identificación del banco de materiales. Además, para cada mezcla se elaboraron tres probetas para ensayo, las cuales se identificaron con un número y, a su vez, con un apóstrofo, para fines de ensayo prima ('), bimpresa (") y triprima (").

Los datos obtenidos corresponden únicamente a tiempo y ascensión capilar, en virtud de que las muestras fueron extraídas de una mezcla entre materiales naturales, lo que causa que no tenga aglomerantes como cal o cemento y no es posible tomar datos de peso para la gráfica.

Luego de definir teóricamente el procedimiento de deducción de los valores que definen este ensayo en el **ANEXO E** se ilustra un ejemplo de los resultados obtenidos.

A continuación se presenta una serie de fotografías que muestran el procedimiento para los ensayos de absorción.

Figura 12. Fabricación de probetas



Fuente: propia, septiembre 2004

Figura 13. Control de peso de las probetas para obtención de mejores resultados



Fuente: Propia, septiembre 2004

Figura 14. Probetas listas para ensayo



Fuente: propia, septiembre 2004

Figura 15. Ensayo de probetas y lecturas de altura de ascensión capilar contra tiempo



Fuente: propia, septiembre 2004

2.2.7. Ensayo de permeabilidad

Se realizó el ensayo de permeabilidad al agua de acuerdo con el procedimiento establecido en la norma CSTB "Cahier 1779" norma 1779 *Centre Scientifique et Technique Du Batiment. (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment)* inciso A.3.3 a las mezclas descritas en el inciso 2.2.2; para la ilustración y descripción de los resultados tabulados se aprecian en el **ANEXO F.**

A continuación se presenta secuencia fotográfica que muestra el ensayo de Permeabilidad.

Figura 16. Elaboración de probetas para ensayo



Fuente: propia, septiembre 2004

Figura 17. Base implementada para la realización del ensayo



Fuente: propia, septiembre 2004

Figura 18. Aplicación de agua a la probeta



Fuente: propia, septiembre 2004

2.2.8. Ensayo de adherencia

El ensayo de adherencia se realizó con base en la norma CSTB “Cahier 1779” *Centre Scientifique et Technique Du Batiment* se aplicó a las mezclas descritas en el inciso 2.2.2. Para ello, se describe el procedimiento utilizado. (En el **ANEXO G** se describe el cuadro utilizado para la tabulación de datos obtenidos de este ensayo).

Para la selección de mezclas a las cuales se les aplica el proceso de ensayos de adherencia se procede así:

- Visita a los bancos de materiales de las comunidades en estudio;
- Entrevista a varias personas de las comunidades, para obtener información sobre tipos de materiales y recetas que se utilizan para los revestimientos de las viviendas;

- Se analiza la posibilidad de usar materiales que en el tiempo presentan desgaste, desintegración o que pueden ser difíciles de obtener en un volumen considerable para trabajar. Algunos de estos materiales deben ser descartados porque los bancos son pequeños;
- Definidos los materiales que se usarán, se procede a coleccionarlos y transportarlos al laboratorio donde se reproducirán;
- Con base en la información de las entrevistas se procede a definir proporciones para las mezclas de las cuales se toman las que presentaban un mejor comportamiento. Las mezclas se componen básicamente de arena y arcilla en proporciones de 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 y 5:1, estas proporciones son definidas en virtud que en las entrevistas no se obtiene una proporción específica para las mezclas. Las mezclas se aplican en cuadros de diez por diez centímetros;
- Varios días después de aplicadas las mezclas “de prueba” se evalúan y toman las que presentan buen aspecto y mejor comportamiento físico ante las fisuras, para luego ser reproducidas. De estas se consideran las proporciones 2:1, 3:1 y 4:1 las cuales se aplican con uso de herramientas y proporciones 3:1 y 4:1 para ser aplicadas con la mano, de las cuales se hace un análisis y comparación de resultados para definir la diferencia que presentan ante el ensayo de adherencia;
- Luego se reproducen en las mezclas en cuadros de cincuenta por cincuenta centímetros a los cuales se les aplica el Ensayo de Adherencia;

- Con base en la experiencia desarrollada en el Laboratorio de Tecnología de Materiales del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), se desarrolla el ensayo de adherencia, con el cual se puede determinar la capacidad que tienen los revestimientos de adherirse al muro (construido de adobe). Los resultados de este ensayo son un indicativo del comportamiento de los revestimientos aplicados a los muros a escala natural.

A. Procedimiento utilizado para el ensayo de adherencia

- Es importante y, hasta cierto punto, prudente determinar las mezclas ideales por medio de la elaboración de probetas cuadradas de diez por diez centímetros, de las cuales se toman las mejores para ensayar a tracción;
- Se procede a preparar la mezcla, con base en la receta y mezclas que se han determinado como las mejores, en las proporciones indicadas y según un procedimiento determinado, la cual se deja “pudriendo” dos o tres días;
- Se prepara el área del muro, donde se aplicará la mezcla. Para ellos se “pica” el muro con una hachuela, cuchara de albañil o machete; luego se humedece el área;
- Una vez lista la mezcla y el muro preparado, se aplica la mezcla en cuadros de cuarenta a cincuenta centímetros por lado, y se deja por un lapso mayor a 25 días, antes de ser ensayados;

- Llegado el tiempo de realizar el ensayo se pegan 5 placas metálicas de cinco por cinco centímetros con un pegamento especial de tipo epóxico marca DAP. Se dejan por un lapso de treinta y seis a cuarenta y ocho horas antes de aplicar carga;
- En el momento de realizar el ensayo de adherencia es importante tener preparado un marco de madera, el cual se arma con ayuda de, por lo menos, dos párales a los cuales se sujeta un tablón, con ayuda de sargentos, para ubicarlo a diferentes alturas, según sea la necesidad; una polea, la cual se sujeta al tablón; un lazo, un recipiente (cubeta de cinco galones) y arena;
- El ensayo, básicamente, busca desprender el revestimiento por medio de las placas, aplicando una carga con la ayuda del sistema del marco y la polea. A estas placas se les delimita el área en la que actúan rayando a un centímetro del borde de las mismas. En este ensayo se presenta cuatro tipos de fallas:
 - Completa o total: es la falla que arranca todo el revestimiento, incluyendo, en el mejor de los casos, partes de muro adherido a él.
 - Parcial: en este tipo de falla se desprende únicamente una parte del revestimiento con partes del muro adherido a él.
 - Capas: este tipo de falla podría considerarse la ideal ya que desprende al revestimiento una pequeña capa de uno a dos milímetros del revestimiento dejando el resto adherido al muro y ofreciendo así su labor de protección al muro.

- Pegamento: es la falla en la cual se desprende la placa ya sea porque el pegamento no ha secado lo suficiente y/o el revestimiento presenta mayor adherencia que la del pegamento.

Figura 19. Muestras en laboratorio para el ensayo



Fuente: propia, septiembre 2004

Figura 20. Placas con pegamento adheridas a la muestra para los ensayos respectivos



Fuente: propia, octubre 2004

Figura 21. Ilustración de sistema de ensayo, compuesta por una polea, lazo y cubeta para aplicar carga con arena



Fuente: propia, septiembre 2004

Figura 22. Muestra ensayada



Fuente: propia, septiembre 2004

2.3. Resumen de resultados

2.3.1. Ensayos de granulometría, límites de Atterberg y gravedad específica

A. Aldea el Tule

Tabla III. Resumen de resultados, aldea el Tule

MATERIAL	GRANULOMETRÍA	LÍMITES DE ATTERBERG	GRAVEDAD ESPECÍFICA		
GUAYABAL G	%arena	16	LÍMITE LÍQUIDO	58,90	2,48
	%limo	26	LÍMITE PLÁSTICO	35,17	
	%arcilla	58	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	23,73	
TEJERA DEL TULE T	%arena	11	LÍMITE LÍQUIDO	62,09	2,26
	%limo	29	LÍMITE PLÁSTICO	32,18	
	%arcilla	60	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	29,90	
RÍO DE PAZ P	%arena	95	LÍMITE LÍQUIDO	NO TIENE PLASTICIDAD	2,54
	%limo	1.8	LÍMITE PLÁSTICO		
	%arcilla	3	ÍNDICE DE PLASTICIDAD		
EL CUJE C	%arena	20	LÍMITE LÍQUIDO	41,99	2,22
	%limo	35	LÍMITE PLÁSTICO	25,34	
	%arcilla	46	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	16,66	
EL ASTILLERO A	%arena	47	LÍMITE LÍQUIDO	28,96	2,43
	%limo	33	LÍMITE PLÁSTICO	23,28	
	%arcilla	20	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5,68	

Fuente: propia

B. Aldea la Brea

Tabla IV. Resumen de resultados, aldea la Brea

MATERIAL	GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG		GRAVEDAD ESPECÍFICA
TEJERA DE LA BREA TC	%arena	28	LÍMITE LÍQUIDO	49,06	2,45
	%limo	58	LÍMITE PLÁSTICO	32,90	
	%arcilla	14	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	16,16	
TIERRA DE LA ADOBERA AD	%arena	50,8	LÍMITE LÍQUIDO	30,77	2,34
	%limo	24,2	LÍMITE PLÁSTICO	19,72	
	%arcilla	25	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	11,04	
ARENA DEL PUENTE AP	%arena	81,6	LÍMITE LÍQUIDO	NO TIENE PLASTICIDAD	2,45
	%limo	10,4	LÍMITE PLÁSTICO		
	%arcilla	8	ÍNDICE DE PLASTICIDAD		
BORDO DE LA BREA AB	%arena	49,8	LÍMITE LÍQUIDO	NO TIENE PLASTICIDAD	2,36
	%limo	45,2	LÍMITE PLÁSTICO		
	%arcilla	5	ÍNDICE DE PLASTICIDAD		
EL CALLEJÓN BC	%arena	34,2	LÍMITE LÍQUIDO	57,60	2,46
	%limo	39,8	LÍMITE PLÁSTICO	41,62	
	%arcilla	26	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15,99	

Fuente: propia

2.3.2. Ensayos de absorción por capilaridad y permeabilidad al agua

A. Aldea el Tule

Tabla V. Resumen de resultados, capilaridad y permeabilidad al agua, aldea el Tule

No MEZCLA	MATERIAL	PROPORCIÓN	T promedio en segundos de la falla del ensayo de Absorción Por capilaridad	T promedio en segundos para Ensayo de Permeabilidad Al agua	T promedio en segundos para ensayo de Permeabilidad Al agua
11	T-P 4- 6	1:2	16	—	4
12	T-P 4- 6	1:3	15	—	7
13	T-P 4- 6	1:4	40	—	13
14	C-P 3- 6	1:2	60	2	52
15	C-P 3- 6	1:3	43,33	—	—
16	C-P 3- 6	1:4	60	—	—
17	G-P 5- 6	1:2	120	42	52
18	G-P 5- 6	1:3	61,66	62	56
19	G-P 5- 6	1:4	42.5	7	12
20	A-CAL-CEM 11-CAL-CEM	1:1/2:1/4	No falló	2 143	—
21	A-CAL-CEM 11-CAL-CEM	2:1/2:1/4	No falló	2 200	—
22	A-11	—	—	—	—

Fuente: propia

B. Aldea la Brea:

Tabla VI. Resumen de resultados, capilaridad y permeabilidad al agua, aldea la Brea

No. Mezcla	Material	Proporción	T promedio en segundos de la falla del Ensayo de Absorción por capilaridad	T promedio pasa. Ensayo de Permeabilidad al agua	T promedio pasa. Ensayo de permeabilidad al agua
1	TC-AP 9-12	1:3	368,33	43,00	93,00
2	AD-AP 2-12	1:3	256,66	86,00	93,00
3	BC-AP 10-12	1:3	348,33	3,00	14,00
4	TC-AB-AP 9- *-12	1:1:3	1 275,00	971,00	1 228,00
5	AD-AB-AP 2- *-12	1:1:3	1 560,00	390,00	309,00
6	BC-AB-AP 10-*-12	2:1:2	715,00	33,00	99,00
7	TC-AB-BC 9- *-10	2:1:2	1 700,00	1 082,00	2 456,00
8	TC 9	-----	1 680,00	86,00	93,00
9	AB-TC *-9	1:3	1 833,33	1 139,00	1 460,00
10	TC-BC-AB 9- 10-*	1:1:2	1 520,00	408,00	999,00

Fuente: propia

2.3.3. Ensayos de adherencia

Mezcla No. 01 aldea la Brea

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		8,00	Pegamento
2		7,40	Pegamento
3		8,00	Pegamento
4		10,20	Pegamento
5		11,00	Pegamento

NOTA: cargas en kilogramos

Mezcla No. 02 aldea la Brea

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		14,20	Capas
2		14,20	Capas
3		20,00	Parcial
4		15,60	Capas
5		17,80	Parcial

NOTA: cargas en kilogramos

Mezcla No. 03

aldea la Brea

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		15,40	Capas
2		9,00	Capas
3		9,40	Pegamento
4		20,40	Capas
5		9,40	Parcial

NOTA: cargas en kilogramos

Mezcla No. 04

aldea la Brea

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		8,30	Pegamento
2		29,20	Parcial
3		26,20	Parcial
4		24,70	Capas
5		25,60	Parcial

NOTA: cargas en kilogramos

Mezcla No.

05

aldea la Brea

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		22,00	Capas
2		22,00	Capas
3		19,80	Capas
4		28,60	Capas
5		14,00	Capas

NOTA: cargas en kilogramos

Mezcla No.

06

aldea la Brea

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		16,40	Capas
2		21,60	Capas
3		15,00	Capas
4		17,00	Capas
5		4,40	Capas

NOTA: cargas en kilogramos

Mezcla No. 07

aldea la Brea

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		17,20	Parcial
2		14,40	Parcial
3		12,20	Parcial
4		19,80	Parcial
5		18,40	Parcial

NOTA: cargas en kilogramos

Mezcla No. 08

aldea la Brea

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		11,40	Parcial
2		23,00	Parcial
3		5,40	Parcial
4		10,60	Parcial
5		16,40	Parcial

NOTA: cargas en kilogramos

Mezcla No.

09

aldea la Brea

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		20,60	Parcial
2		18,40	Parcial
3		29,40	Parcial
4		15,60	Capas
5		10,40	

NOTA: cargas en kilogramos

Mezcla No.

10

aldea la Brea

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		15,20	Parcial
2		15,40	Parcial
3		13,20	Parcial
4		13,00	Parcial
5		19,80	Parcial

NOTA: cargas en kilogramos

Mezcla No.

11

aldea el Tule

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		6,80	Completo
2		7,00	Completo
3		14,00	Parcial
4		14,80	Capas
5		8,60	Completo

El revestimiento fue aplicado con ayuda de herramienta. NOTA: cargas en kilogramos

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		13,20	Parcial
2		9,40	Parcial
3		16,80	Parcial
4		16,60	Parcial
5		3,20	Parcial

El revestimiento fue aplicado a mano. NOTA: cargas en kilogramos

Mezcla No.

12

aldea el Tule

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		12,00	Capas
2		11,40	Completo
3		15,80	Capas
4		20,00	Capas
5		14,80	Capas

El revestimiento fue aplicado con ayuda de herramienta. NOTA: cargas en kilogramos

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		11,40	Parcial
2		7,00	Parcial
3		9,00	Parcial
4		16,20	Parcial
5		8,20	Parcial

El revestimiento fue aplicado a mano. NOTA: cargas en kilogramos

Mezcla No. 13

aldea el Tule

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		16,00	Capas
2		17,20	Capas
3		18,40	Capas
4		15,20	Capas
5		16,80	Capas

NOTA: cargas en kilogramos

Mezcla No. 14

aldea el Tule

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		26,40	Capas
2		22,00	Parcial
3		23,40	Capas
4		26,60	Capas
5		26,40	Capas

NOTA: cargas en kilogramos

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		11,80	Parcial
2		10,40	Parcial
3		12,60	Parcial
4		13,00	Parcial
5		12,80	Parcial

El revestimiento fue aplicado a mano. NOTA: cargas en kilogramos

Mezcla No. 15 aldea el Tule

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		24,20	Capas
2		20,40	Parcial
3		14,80	Capas
4		21,60	Capas
5		23,20	Parcial

El revestimiento fue aplicado con ayuda de herramienta. NOTA: cargas en kilogramos

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		14,40	Parcial
2		20,20	Parcial
3		12,20	Parcial
4		3,40	Parcial
5		16,40	Parcial

El revestimiento fue aplicado a mano. NOTA: cargas en kilogramos

Mezcla No. 16 aldea el Tule

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		19,00	Capas
2		15,40	Capas
3		13,00	Capas
4		17,20	Capas
5		13,60	Capas

NOTA: cargas en kilogramos

Mezcla No.

17

aldea el Tule

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		8,80	Completo
2		15,20	Capas
3		16,00	Capas
4		10,20	Parcial
5		18,20	Capas

El revestimiento fue aplicado con ayuda de herramienta. NOTA: cargas en kilogramos

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		14,40	Parcial
2		16,60	Parcial
3		11,00	Parcial
4		14,20	Parcial
5		14,00	Parcial

El revestimiento fue aplicado a mano. NOTA: cargas en kilogramos

Mezcla No. 18

aldea el Tule

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		24,00	Parcial
2		14,40	Capas
3		14,60	Capas
4		7,60	Capas
5		20,40	Capas

El revestimiento fue aplicado con ayuda de herramienta. NOTA: cargas en kilogramos

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		4,60	Parcial
2		6,80	Parcial
3		8,80	Parcial
4		15,60	Parcial
5		0,00	

El revestimiento fue aplicado a mano. NOTA: cargas en kilogramos

Mezcla No. 19

aldea el Tule

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		10,00	Capas
2		9,60	Parcial
3		16,00	Capas
4		17,00	Capas
5		13,80	Capas

NOTA: cargas en kilogramos

Mezcla No. 20

aldea el Tule

RESULTADOS DE ENSAYO

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA
1		21,8	Parcial
2		23,6	Parcial
3		10,6	Completo
4		12,4	Parcial
5		12,4	Parcial

NOTA: cargas en kilogramos

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La tabla VII presenta un resumen de los resultados de los ensayos en las mezclas propuestas para la aldea el Tule.

La tabla VIII presenta un resumen de los resultados de los ensayos en las mezclas propuestas para la aldea la Brea.

3.1. Análisis de resultados aldea el Tule

De acuerdo con los resultados de la tabla VII, los aspectos evaluados en los ensayos físicos y mecánicos aplicados a las muestras y mezclas, fueron la granulometría, adherencia, permeabilidad al agua y absorción por capilaridad al agua. (Tabla No. 8). El análisis se torna complejo cuando los resultados de adherencia denotan que se obtiene un mejor resultado cuando la mezcla de revestimiento y el adobe son del mismo origen, y es inversamente proporcional a la permeabilidad. Sin embargo, la absorción por capilaridad es crítica cuando la mezcla no posee ningún material aglomerante que se resista a este fenómeno físico. Por lo tanto, se puede deducir que la granulometría es el factor que define la eficiencia de la mezcla para revestimiento. Los mejores resultados definieron un intervalo de valores de granulometría, caracterizado en su composición generalmente con un 35% de arena, 25% de limo y 40% de arcilla.

Tabla VII. Resumen de resultados, granulometría, capilaridad y permeabilidad al agua, aldea el Tule

PROPUESTAS	MEZCLA	PROPORCIÓN	GRANULOMETRÍA DE LA MEZCLA		ADHERENCIA			I promedio en segundos de la falla del Ensayo de Absorción por capilaridad	I promedio en segundos para Ensayo de Permeabilidad Al agua	
					CARGA	TIPO DE FALLA	EVALUACIÓN DE 1 A10			
1		1A3	ARENA	35,75%	4,6	Parcial	VISUAL	6	61,66	62
			LIMO	19,95%	6,8	Parcial	EROSIÓN	7		
			ARCILLA	44,25%	8,8	Parcial	FISURACIÓN	1		
					15,6	Parcial	CALIDAD	7		
					0	-----	CALIFICACIÓN	7		
2		1A2	ARENA	42,33%	8,8	Completo	VISUAL	8	42	52
			LIMO	17,93%	15,2	Capas	EROSIÓN	2		
			ARCILLA	39,67%	16	Capas	FISURACIÓN	1		
					10,2	Parcial	CALIDAD	9		
					18,2	Capas	CALIFICACIÓN	9		
3	15	1A3	ARENA	38,75%	14,4	Parcial	VISUAL	7		
			LIMO	26,70%	20,2	Parcial	EROSIÓN	6		
			ARCILLA	35,25%	12,2	Parcial	FISURACIÓN	0		
					3,4	Parcial	CALIDAD	8		
					16,4	Parcial	CALIFICACIÓN	7		
4	12	1A3	ARENA	32,00%	11,4	Parcial	VISUAL	7	15	7
			LIMO	22,20%	7	Parcial	EROSIÓN	7		
			ARCILLA	45,75%	9	Parcial	FISURACIÓN	1		
					16,2	Parcial	CALIDAD	8		
					8,2	Parcial	CALIFICACIÓN	7		
	11	1A3	ARENA	39,00%	13,2	Parcial	VISUAL	7	16	4
			LIMO	19,93%	9,4	Parcial	EROSIÓN	6		
			ARCILLA	41,00%	16,8	Parcial	FISURACIÓN	1		
					16,6	Parcial	CALIDAD	7		
					3,2	Parcial	CALIFICACIÓN	7		
	13	1A4	ARENA	27,80%	16	Capas	VISUAL	7	40	13
			LIMO	23,56%	17,2	Capas	EROSIÓN	4		
			ARCILLA	48,60%	18,4	Capas	FISURACIÓN	1		
					15,2	Capas	CALIDAD	7		
					16,8	Capas	CALIFICACIÓN	6		
	14	1A2	ARENA	45,00%	26,4	Capas	VISUAL	7	60	52
			LIMO	23,93%	22	Parcial	EROSIÓN	2		
			ARCILLA	31,67%	23,4	Capas	FISURACIÓN	6		
					26,6	Capas	CALIDAD	8		
					26,4	Capas	CALIFICACIÓN	8		
	16	1A4	ARENA	35,00%	19	Capas	VISUAL	7	60	
			LIMO	28,36%	15,4	Capas	EROSIÓN	3		
			ARCILLA	37,40%	13	Capas	FISURACIÓN	1		
					17,2	Capas	CALIDAD	8		
					13,6	Capas	CALIFICACIÓN	8		
	19	1A4	ARENA	31,80%	10	Capas	VISUAL	8	42,5	12
			LIMO	21,16%	9,6	Parcial	EROSIÓN	6		
			ARCILLA	47,00%	16	Capas	FISURACIÓN	1		
					17	Capas	CALIDAD	8		
					13,8	Capas	CALIFICACIÓN	8		
	20	1A0.25A0.25	ARENA	28,96%	21,8	Parcial	VISUAL	8	No fallo	2143
			LIMO	23,28%	23,6	Parcial	EROSIÓN	0		
			ARCILLA	5,68%	10,6	Completo	FISURACIÓN	4		
					12,4	Parcial	CALIDAD	8		
					12,4	Parcial	CALIFICACIÓN	8		

Fuente: propia

3.2. Análisis de resultados aldea la Brea

De acuerdo con los resultados de la tabla VIII, los aspectos evaluados en los ensayos físicos y mecánicos aplicados a las muestras y mezclas, fueron la granulometría, adherencia, permeabilidad al agua y absorción por capilaridad al agua (Tabla No. 9). El análisis se torna complejo cuando los resultados de adherencia denotan que se obtiene un mejor resultado cuando la mezcla de revestimiento y el adobe son del mismo origen, y es inversamente proporcional a la permeabilidad. Sin embargo, la absorción por capilaridad es crítica cuando la mezcla no posee ningún material aglomerante que se resista a este fenómeno físico. Por lo tanto, se puede deducir que la granulometría es el factor que define la eficiencia de la mezcla para revestimiento. Los mejores resultados definieron un intervalo de valores de granulometría, caracterizado en su composición generalmente con un 10% de arena, 55% de limo y 35% de arcilla.

Entre los aspectos que se evaluarán en los ensayos físicos y mecánicos aplicados a las muestras y mezclas están la granulometría, adherencia, permeabilidad al agua y absorción por capilaridad al agua. El análisis se torna complejo cuando los resultados evidencian el aumento de la resistencia a la adherencia cuando la permeabilidad y la absorción disminuyen, por lo que el factor de adherencia es el que trasciende sobre el resto de evaluaciones físicas y mecánicas descritas. Además, las mejores muestras en adherencia fueron mejor ponderadas en los aspectos visuales, erosión, fisuración y calidad.

Tabla VIII. Resumen de resultados, granulometría, capilaridad y permeabilidad al agua, aldea la Brea

PROPUESTAS	MEZCLA	PROPORCIÓN	GRANULOMETRÍA DE LA MEZCLA		ADHERENCIA				I promedio en segundos de la falla del Ensayo de Absorción por capilaridad	I promedio en segundos para Ensayo de Permeabilidad Al agua
					CARGA	TIPO DE FALLA	EVALUACIÓN DE 1 A10			
1		1A3	ARENA	35,75%	4,6	Parcial	VISUAL	6	61,66	62
			LIMO	19,95%	6,8	Parcial	EROSIÓN	7		
			ARCILLA	44,25%	8,8	Parcial	FISURACIÓN	1		
					15,6	Parcial	CALIDAD	7		
					0	-----	CALIFICACIÓN	7		
2		1A2	ARENA	42,33%	8,8	Completo	VISUAL	8	42	52
			LIMO	17,93%	15,2	Capas	EROSIÓN	2		
			ARCILLA	39,67%	16	Capas	FISURACIÓN	1		
					10,2	Parcial	CALIDAD	9		
					18,2	Capas	CALIFICACIÓN	9		
3	15	1A3	ARENA	38,75%	14,4	Parcial	VISUAL	7		
			LIMO	26,70%	20,2	Parcial	EROSIÓN	6		
			ARCILLA	35,25%	12,2	Parcial	FISURACIÓN	0		
					3,4	Parcial	CALIDAD	8		
					16,4	Parcial	CALIFICACIÓN	7		
4	12	1A3	ARENA	32,00%	11,4	Parcial	VISUAL	7	15	7
			LIMO	22,20%	7	Parcial	EROSIÓN	7		
			ARCILLA	45,75%	9	Parcial	FISURACIÓN	1		
					16,2	Parcial	CALIDAD	8		
					8,2	Parcial	CALIFICACIÓN	7		
	11	1A3	ARENA	39,00%	13,2	Parcial	VISUAL	7	16	4
			LIMO	19,93%	9,4	Parcial	EROSIÓN	6		
			ARCILLA	41,00%	16,8	Parcial	FISURACIÓN	1		
					16,6	Parcial	CALIDAD	7		
					3,2	Parcial	CALIFICACIÓN	7		
	13	1A4	ARENA	27,80%	16	Capas	VISUAL	7	40	13
			LIMO	23,56%	17,2	Capas	EROSIÓN	4		
			ARCILLA	48,60%	18,4	Capas	FISURACIÓN	1		
					15,2	Capas	CALIDAD	7		
					16,8	Capas	CALIFICACIÓN	6		
	14	1A2	ARENA	45,00%	26,4	Capas	VISUAL	7	60	52
			LIMO	23,93%	22	Parcial	EROSIÓN	2		
			ARCILLA	31,67%	23,4	Capas	FISURACIÓN	6		
					26,6	Capas	CALIDAD	8		
					26,4	Capas	CALIFICACIÓN	8		
	16	1A4	ARENA	35,00%	19	Capas	VISUAL	7	60	
			LIMO	28,36%	15,4	Capas	EROSIÓN	3		
			ARCILLA	37,40%	13	Capas	FISURACIÓN	1		
					17,2	Capas	CALIDAD	8		
					13,6	Capas	CALIFICACIÓN	8		
	19	1A4	ARENA	31,80%	10	Capas	VISUAL	8	42,5	12
			LIMO	21,16%	9,6	Parcial	EROSIÓN	6		
			ARCILLA	47,00%	16	Capas	FISURACIÓN	1		
					17	Capas	CALIDAD	8		
					13,8	Capas	CALIFICACIÓN	8		
	20	1A0,25A0,25	ARENA	28,96%	21,8	Parcial	VISUAL	8	No fallo	2143
			LIMO	23,28%	23,6	Parcial	EROSIÓN	0		
			ARCILLA	5,68%	10,6	Completo	FISURACIÓN	4		
					12,4	Parcial	CALIDAD	8		
					12,4	Parcial	CALIFICACIÓN	8		

Fuente: propia

De acuerdo con lo indicado a los numerales 3.1 y 3.2 se estableció que el factor determinante para la decisión de elegir la mezcla adecuada para su uso en revestimiento, fue la ponderación descrita por el ensayo de adherencia en los aspectos visuales, de calidad y erosión; debido al factor cultural y tomando en cuenta la mejor calidad del mismo. Es importante hacer notar que la Permeabilidad al agua y la Absorción por Capilaridad son, en este caso, inversamente proporcional a la adherencia y calidad del revestimiento, ya que este debe ser un material de la misma naturaleza del adobe y que tenga un índice medio en su relación de vacíos para obtener un material medianamente permeable, altamente adherente y poco erosionable.

Entre la variación en los resultados del porcentaje de arena y arcilla que funcionaron fueron de acuerdo a un intervalo extendido desde un 15 a un 20 por ciento de arcilla, un 50 a un 55 de limo y un 25 a un 30 de arena por lo que el factor determinante no es necesariamente la granulometría sino la preparación y aplicación de los materiales.

Entre las proporciones de las mezclas aplicadas en las aldeas (Tule y Brea) se tomó de prueba aquella que según la caracterización visual de los materiales como arena y arcilla en proporciones de 1:3 y 1:2; sin embargo, la granulometría final es, por una parte de arcilla por nueve partes de la combinación de arena y limos. Por lo tanto, el resultado de granulometría confirma la información bibliográfica.

4. PROPUESTA DE REVESTIMIENTOS

Para las propuestas de mezclas que se detallan a continuación, se debe tomar en cuenta que el agua está en función de la humedad que contengan los materiales y la manejabilidad que presenten ya mezclados.

4.1. Aldea el Tule

4.1.1. Propuesta 1. Guayabal: Río Paz (proporción 1:3)

- Media cubeta de material del Guayabal
- 1 ½ cubeta de material del Río Paz

4.1.2. Propuesta 2. Guayabal: Río Paz (proporción 1:2)

- 2/3 de cubeta de material del Guayabal
- 4/3 de cubeta de material del Río Paz

4.1.3. Propuesta 3. Cuje: Río Paz (proporción 1:3)

- Media cubeta de material del Cuje saturado o podrido por el tiempo necesario hasta que sea posible su manejabilidad
- 1 ½ cubeta de material del Río Paz

4.1.4. Propuesta 4. Tejera: Río Paz (proporción 1:3)

- Media cubeta de material Tejera saturado o podrido por el tiempo necesario hasta que sea posible su manejabilidad
- 1 ½ cubetas de material del Río Paz

4.2. Aldea La Brea

4.2.1. Propuesta 1. Arena del Puente: Tejera del Coche: Arena del Bordo (proporción 3:1:1)

- 6/5 de cubeta de material de Arena del Puente
- 2/5 de cubeta de material de Tejera del Coche
- 2/5 de cubeta de material de Arena del Bordo

4.2.2. Propuesta 2. Arena del Puente: Adobera: Arena del Bordo (proporción 3:1:1)

- 6/5 de cubeta de material de Arena del Puente
- 2/5 de cubeta de material de Adobera
- 2/5 de cubeta de material de Arena del Bordo

**4.2.3. Propuesta 3. Arena del Puente: Barro del Callejón:
Arena del Bordo (proporción 3:1:1)**

- 6/5 de cubeta de material de Arena del Puente
- 2/5 de cubeta de material de Barro del Callejón
- 2/5 de cubeta de material de Arena del Bordo

Es importante cuidar el volumen de cada material, tomando en cuenta que la suma de estos, manejados en proporciones correctas, deben cumplir las dos cubetas de albañil por metro cuadrado.

5. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Las personas seleccionadas para esta función, tienen en común su vocación de servicio a la comunidad, lo cual facilita el trabajo. Estas personas están dispuestas a colaborar al mejoramiento de las aldeas.

5.1. Talleres

La metodología utilizada en los talleres, se basa a la experiencia obtenida en campo y con el apoyo de la Unidad de Vectores del Ministerio de Salud del sector.

5.1.1. Primer paso

Se detecta los líderes comunitarios COCODE (Comité Comunitario de Desarrollo), se expone el tema y problema existente, para que se encarguen de concienciar al resto de la comunidad.

Dichos líderes también proporcionan ayuda en la identificación de los bancos de materiales, problemas existentes en la comunidad y las claves que ayuden para que la transferencia de tecnología sea adecuada.

La población debe proporcionar el apoyo convencida de que el proyecto beneficiará a la comunidad. Deben ser conscientes de que existe la necesidad de mejorar la vivienda, sin descuidar su cultura, la cual puede influir en la innovación tecnológica que se aplique en el lugar.

5.1.2. Segundo paso

Ubicación de bancos de materiales y autorización del COCODE, para su utilización.

Para ello, organiza una reunión con los líderes comunitarios para programar y llevar a cabo un reconocimiento de los lugares donde se extraerá el material que se utilizará. Debe identificarse claramente el material adecuado, especificando las características elementales que debe poseer, así como las recomendaciones necesarias para liberarlo de materia orgánica. Ubicado el material y proporcionadas las recomendaciones, los líderes se encargan de comunicar a la comunidad sobre los bancos seleccionados.

5.1.3. Tercer paso

Planificación y distribución de talleres, según zonas geográficas para capacitar el recurso humano.

Esta actividad consiste en organizar a la comunidad y definir lugares estratégicos para impartir los talleres. Se facilitará la asistencia de los pobladores, disminuyendo las distancias y evitando el entorpecimiento de las labores cotidianas. Esto incrementará la efectividad y concurrencia a los talleres.

A. Metodología utilizada para la capacitación del recurso humano

a. Seleccionar la vivienda a utilizar para el taller

Primero, se debe contar con la autorización del dueño de la casa, quien debe estar informado, consciente de la importancia del trabajo, de acuerdo con la actividad que se realizará en su casa y con el material recolectado, para ahorrar tiempo en el mismo.

b. Evaluar el área a revestir

El área debe estar ubicada en un lugar con suficiente espacio, de preferencia en el corredor, para que permita una buena percepción visual a todos los asistentes al taller. Además, el área debe estar limpia y libre de cualquier elemento que imposibilite el trabajo que se realizará.

c. Evaluar el material y la herramienta que se utilizará

Debe hacerse lo necesario para que el material esté libre de materia orgánica o basura y que exista la cantidad necesaria para hacer el trabajo. Se debe contar con la herramienta necesaria y limpia para hacer una mezcla.

d. Exposición teórica del trabajo a desarrollar

Presentarse con los participantes, iniciar con la introducción y explicar la importancia de la actividad. Solicitará toda su atención para hacer un buen trabajo y explicará paso a paso el proceso de la aplicación del revoco.

e. Preparación de la mezcla

El lugar de trabajo debe estar limpio para evitar que la mezcla se contamine. Luego, se coloca el material para podrirlo, saturándolo de agua, dos o tres días antes de ser aplicado. Es importante que la arena haya sido tamizada y que la tierra esté libre de piedras o cualquier elemento grueso dentro de su composición. Se debe recalcar las proporciones de los materiales a mezclar, así como el cuidado que debe observarse con la añadidura de agua a la mezcla. La mezcla debe ser revuelta hasta lograr una consistencia adecuada, ni muy líquida ni poco saturada.

f. Preparado del muro

La superficie debe estar lo más limpia posible y la mampostería no debe tener elementos flojos. Además, si hay agujeros considerables, deben ser rellenados con una mezcla de lodo, varios días antes de la aplicación del revestimiento. Se debe conseguir una superficie libre de fisuras o desprendimientos en el revestimiento. El muro debe ser picado con un elemento que permita hacer pequeñas sisas horizontales que mejoren la adherencia del revestimiento. Luego, se humedece el muro antes de la aplicación del revoco.

g. Aplicación interactiva

Una vez todo esté listo, se aplica de forma manual. Debe indicarse la manera correcta de hacerlo y explicar que se puede aplicar con instrumentos. La práctica debe hacerse de manera interactiva promoviendo la participación de las personas en la actividad.

h. Resolución de dudas

Terminada la aplicación, se hace un repaso de todos los pasos que conlleva la aplicación del revoco y se resuelve cualquier inquietud o comentario que surja por parte de los participantes.

i. Agradecimiento

Finalmente, se agrade atenta y cordialmente la asistencia, colaboración e interés. Se motiva para que cada participante lleve a cabo el proceso en su vivienda y lo compartan con sus familiares para que puedan aprovecharlo futuras generaciones.

5.1.4. Cuarto paso

Evaluación, Supervisión y Asesoría Técnica de los revestimientos aplicados en la aldea, después del taller.

Realizados los talleres, el encargado de la coordinación debe continuar fomentando la aplicación de dicha técnica. Posteriormente, se debe evaluar el trabajo de las personas, verificando que se haga bien el trabajo. Luego se realiza una evaluación con base en una ficha establecida para, luego, analizar los resultados.

5.1.5. Quinto paso

Análisis de los resultados obtenidos en la evaluación

Se analizan las fichas de evaluación, estableciendo una relación entre los datos obtenidos y el éxito que tenga la actividad. Se presenta un resultado estadístico y analítico de las diferentes variables cualidades.

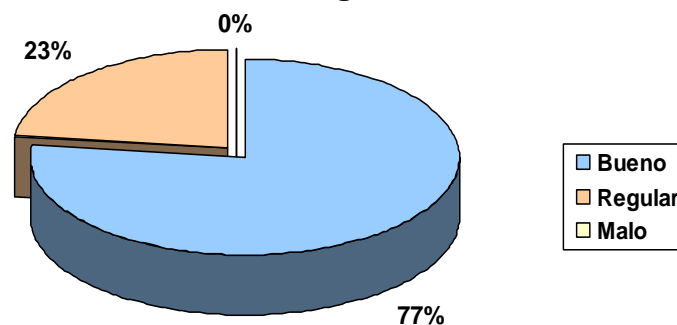
5.2. Evaluación de resultados de la transferencia de tecnología

Entre la metodología utilizada para la transferencia de tecnología, se implementa una evaluación general, que muestra que las comunidades adoptaron la tecnología, de acuerdo con los conocimientos adquiridos en los talleres de capacitación. La evaluación se hizo inmediatamente después de haber llevado a cabo los talleres de capacitación, lo cual es una respuesta inmediata de las comunidades en estudio.

5.2.1. ¿Cómo se considera la aceptación de la tecnología en la comunidad?

La aldea La Brea, demostró buena aceptación a la tecnología aplicada, en virtud de que la evaluación de los revestimientos indicó que el 77% fue bueno, el 23% regular y no hubo resultados malos.

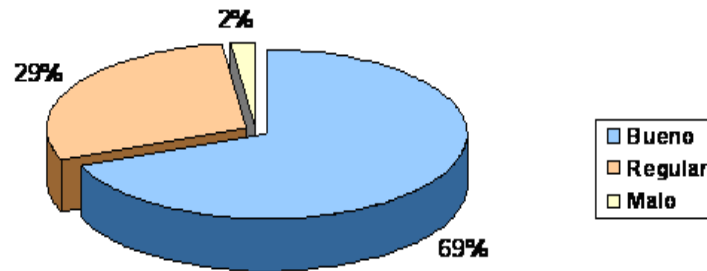
Figura 23. Resultados generales aldea la Brea



Fuente: propia

En la aldea el Tule, los resultados son similares a los de La Brea, ya que el 79% de los revestimientos están buenos, el 29% regular y un 2% malos.

Figura 24. Resultados generales aldea el Tule



Fuente: propia

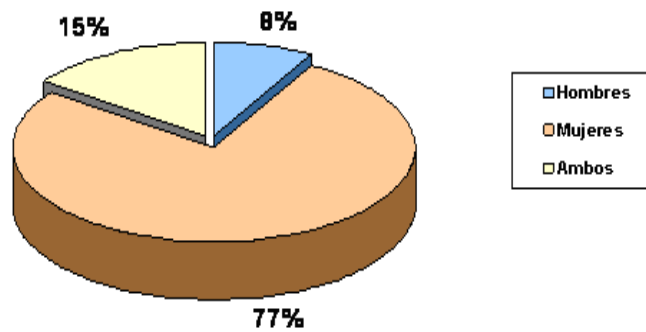
La clasificación (buena, mala y regular) se obtuvo con base en la calificación promedio de varios aspectos evaluados. Los resultados de 7.5 a 10 se tomaron como buenos, los del rango de 5.5 a 7.5 se tomaron como regulares y los resultados de 0 a 5.5 se tomaron como malos.

5.2.2. ¿Quién aplicó el revestimiento?

La finalidad de la evaluación para determinar quién aplicó el revestimiento, es determinar qué tanto se integran los hombres a las actividades de la mejora de vivienda, ya que según antecedentes son las mujeres las que se dedican a esta labor.

De la aldea La Brea los resultados son: el 77% lo aplicaron mujeres, el 15% fue aplicado por hombres y el 8% fue aplicado por ambos. Estos números se ven directamente afectados por la época del año en la que se inician los trabajos de mejora de vivienda, además era el inicio de la época de invierno, por lo que los hombres se dedican, principalmente, a las actividades agrícolas.

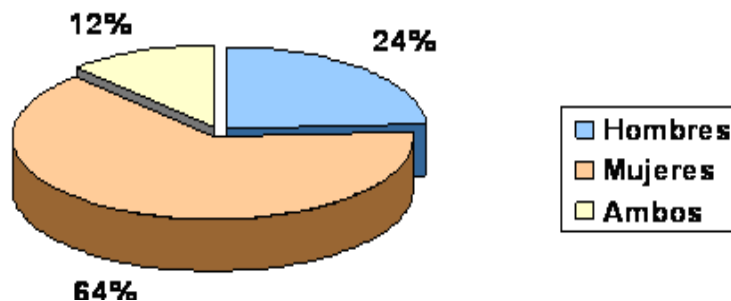
Figura 25. ¿Quiénes aplicaron el revestimiento, aldea la Brea?



Fuente: propia

En la aldea el Tule, los números muestran resultados distintos a los de La Brea pero los trabajos se iniciaron varias semanas antes, por lo cual los hombres de la aldea todavía estaban sin ocupación. En el Tule el 24% los revestimientos los aplicaron hombres, el 64% mujeres y el 12% lo hicieron ambos.

Figura 26. ¿Quiénes aplicaron el revestimiento, aldea el Tule?



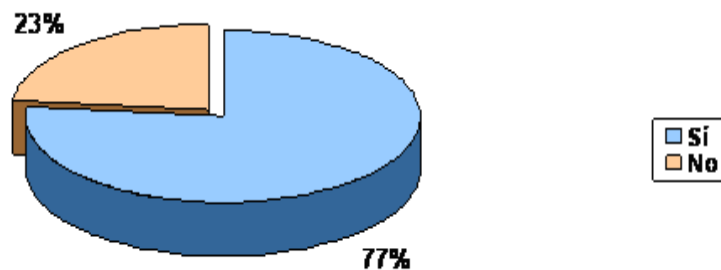
Fuente: propia

5.2.3. ¿Se terminó la aplicación del revestimiento?

Se evaluó qué porcentaje terminó de revestir sus viviendas. Los resultados son indicadores de la aceptación a la transferencia de tecnología. Con estos datos se demuestra si la nueva técnica convence y si están dispuestos a seguir aplicándola, lo cual es importante para cerrar el ciclo de la transferencia tecnológica.

Los Resultados indicaron que en la aldea La Brea el 77% sí terminó de revestir y un 23% no, aunque de este 23% hay personas que continúan trabajando para terminar de mejorar su vivienda.

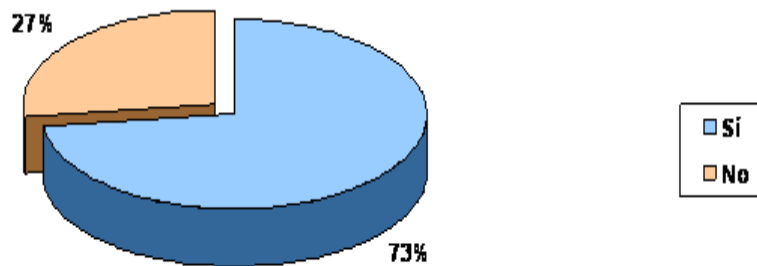
Figura 27. ¿Qué porcentaje terminó de revestir, aldea la Brea?



Fuente: propia

En la aldea el Tule, el 73% sí terminó de revestir, el 27% no terminó y continúan haciéndolo. En este aspecto los resultados son muy similares a los de la aldea La Brea.

Figura 28. ¿Qué porcentaje terminó de revestir, aldea el Tule?



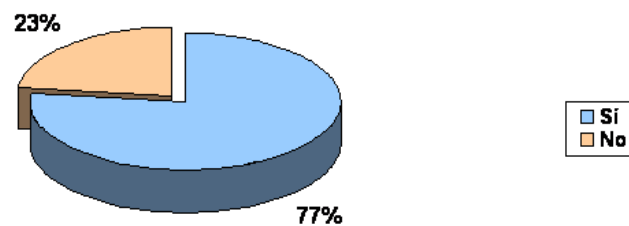
Fuente: propia

5.2.4. ¿Cómo se aplicó el revestimiento?, ¿se siguió el proceso estrictamente?

Es importante evaluar si las personas que aplicaron el revoco siguieron el proceso a cabalidad, ya que con estos datos se justifican los resultados insatisfactorios, debido a que hubo un porcentaje significativo de las personas que no siguieron el proceso y, por ende, obtuvieron malos resultados.

En la aldea la Brea, el 77% siguió todos los pasos del proceso y lo cumplieron a cabalidad. El 23% no lo hicieron.

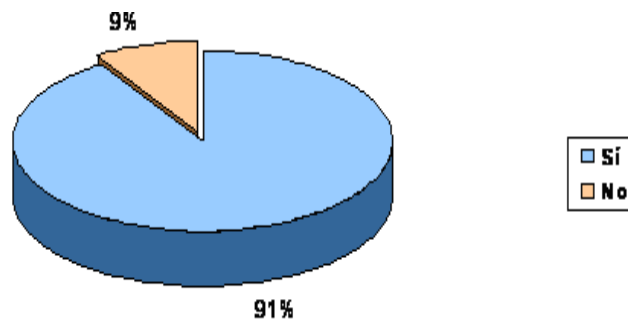
Figura 29. ¿Qué porcentaje siguió el proceso a cabalidad, aldea la Brea?



Fuente: propia

En la aldea el Tule, el 91% siguió el proceso y un 9% no lo hizo.

Figura 30. ¿Qué porcentaje siguió el proceso a cabalidad, aldea el Tule?



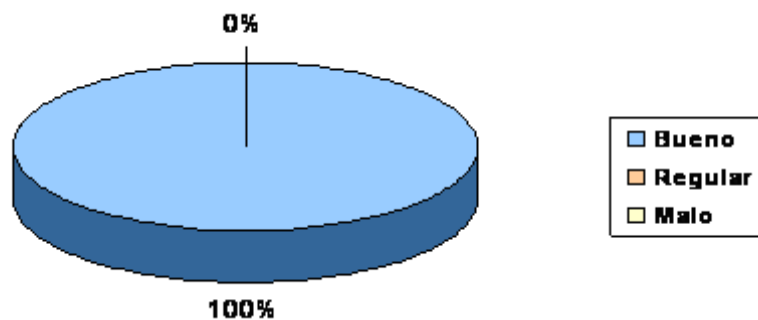
Fuente: propia

5.2.5. ¿Cómo le pareció el revestimiento?

La finalidad de esta interrogante es determinar si la comunidad encontró fácil y bueno el proceso o se le dificultó algún aspecto. La finalidad es mejorarlo para obtener mejores resultados.

En la aldea la Brea, el 100% de las respuestas fueron positivas.

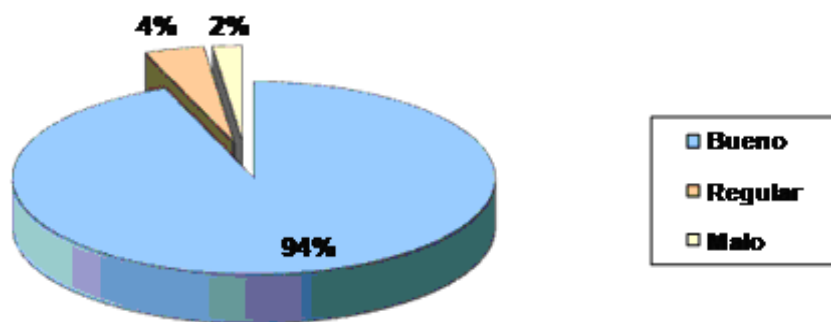
Figura 31. ¿Qué le pareció el revoco, aldea la Brea?



Fuente: propia

La encuesta aplicada a la aldea el Tule arroja como resultado que el 94% de respuestas son positivas, 4% con calificación regular, y un 2% no les pareció. Esto se debió a que hicieron un mal trabajo y no siguieron el proceso a cabalidad o no utilizaron el material indicado.

Figura 32. ¿Qué le pareció el revoco, aldea el Tule?



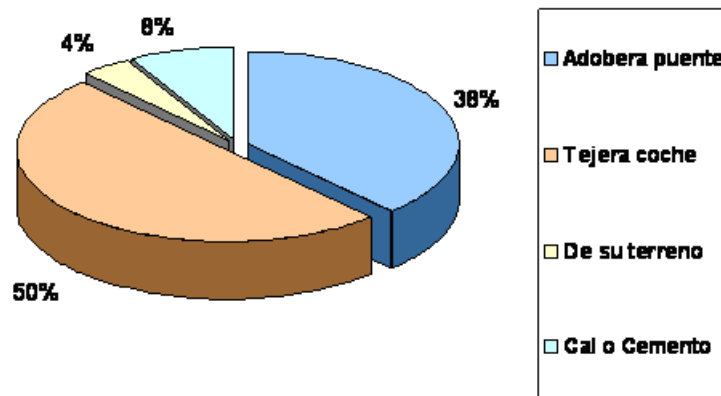
Fuente: propia

5.2.6. ¿Qué materiales se usaron?

Es importante evaluar el material que se utilizó para hacer las mezclas ya que dichos resultados dan una visión clara de cuál fue el material que dio mejores resultados, tanto en calidad como en mejor ubicación.

En la Brea el 38% utilizó tierra de la Adobera del puente, el 50% de la tejera del coche, el 4% uso tierra de su terreno y un 8% le agregó cal y/o cemento a su mezcla.

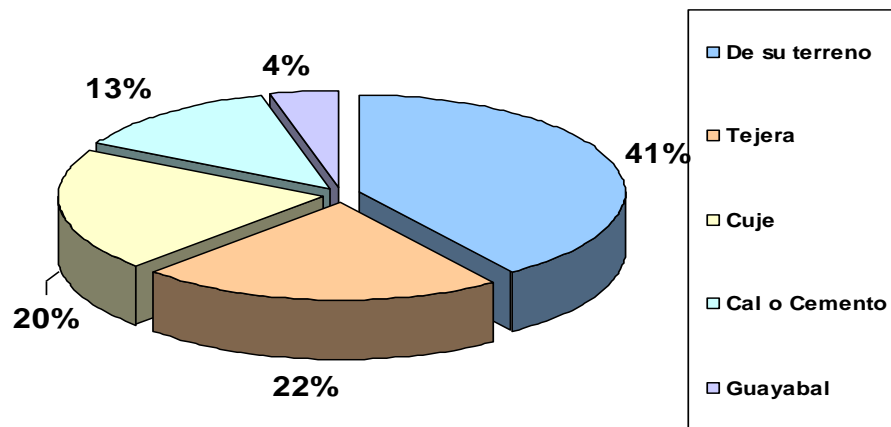
Figura 33. ¿Qué materiales se usaron, aldea la Brea?



Fuente: propia

En la aldea el Tule, 41% utilizó material de su terreno, este número afecta directamente los resultados buenos, regulares o malos obtenidos. El 22% utilizó material de la Tejera, el 20% del Cuje, el 4% del Guayabal y un 13% le agregaron cal y/o cemento a su mezcla.

Figura 34. ¿Qué materiales se usaron, aldea el Tule?



Fuente: propia

5.3. Conclusión sobre transferencia de tecnología

Es notorio que el proceso de transferencia de tecnología dio resultados satisfactorios, en virtud de que en todos los aspectos evaluados predominaron los resultados positivos sobre los negativos, y los negativos fueron el resultado de una distorsión de la información y por no seguir el proceso indicado.

En términos generales, se logró el objetivo, y se espera que el proceso sea transferido de generación en generación, en todas las comunidades. Además que se tome en cuenta la tecnología implementada, la cual, lleva dentro de su metodología el saber ancestral unido a la mejora técnica implementada, con ello se valora el conocimiento empírico.

6. PRESUPUESTO DE LAS MEZCLAS

Se realizó un análisis de los costos de cada revestimiento propuesto, incluyendo los diferentes rubros que incluye: mano de obra, materiales, herramientas y transporte, lo cual llevó a la siguiente cuantificación de los materiales utilizados para la aplicación de un revestimiento.

Es conveniente mencionar que, para las propuestas, se utilizó como base proporcional, una cubeta de albañil como medida para establecer volumétricamente las proporciones para las mezclas, ya que era necesario establecer la cantidad de material utilizado por metro cuadrado. Es decir, que los siguientes materiales están cuantificados para revestir un metro cuadrado de muro. Con el manejo de dicho volumen se determinó que se usarán dos cubetas de material para cubrir el metro cuadrado. Por lo tanto, las proporciones están en función de las dos cubetas que hacen el total del volumen. Es necesario que los materiales estén reducidos en su granulometría de tal manera que no contengan partículas muy grandes que hagan difícil la manejabilidad y aplicación. Por ello, es recomendable tamizar los materiales para que la dimensión de sus granos sea homogénea y presente una mejor distribución interna dentro de la mezcla. En algunas propuestas fue necesaria la pudrición o saturación de agua de las arcillas para facilitar la manejabilidad, ya que fue imposible mezclarlo por sus características y su condición física.

6.1. Materiales necesarios para elaborar mezclas para revestimiento

MATERIAL	VOLUMEN	PRECIO
Tierra	1 cubeta	**
Arena	1 cubeta	**
Agua	1 tonel	++

** El precio varía según la proporción utilizada y los costos de extracción y transporte del material.

++Varía según condiciones.

6.2. Propuesta para aplicación de pintura a un revestimiento

Para cuantificar los materiales utilizados en un metro cuadrado de pintura elaborada a base de cal se necesitan los siguientes materiales:

- Cal 131 gramos
- Agua 202,7 gramos
- Azúcar (como fijador) 9,6 gramos

Si se agrega color a la pintura (cal) es importante añadir la siguiente cantidad por cada metro cuadrado:

- Colorante (opcional) 22,25 gramos

Si se hace una mezcla de colores para obtener una gama más amplia, es necesario tomar en cuenta que la suma de las proporciones utilizadas dentro dicha mezcla debe cumplir con los 22,25 gramos de colorante que pertenecen a la mezcla de la pintura.

Es importante que por cada gramo de colorante agregado a la pintura de cal se le añada un gramo de agua a la mezcla para mantenerla manejable.

MATERIAL	PESO		PRECIO
Cal	25 kg.	55 lb.	Q 29,00
Azúcar	0,454 kg.	1 lb.	Q 2,50
Colorante	0,454 kg. (promedio según color)	1 lb.	Q 17,00
Agua	-----	-----	Q 00,00

Por metro cuadrado:

MATERIAL	PESO	PRECIO
Cal	0,131 kg.	Q 0,15 (15 centavos de quetzal)
Azúcar	0,0096 kg.	Q 0,05 (5 centavos de quetzal)
Colorante	0,02225 kg.	Q 0,84 (83 centavos de quetzal)
Agua	0,202 kg.	Q 00.00

6.3. Requerimientos para la aplicación de un revestimiento

Tabla IX. Presupuesto de mezclas de revestimiento

ACTIVIDAD	INSTRUMENTOS Y/O PERSONAL	COSTO
Extracción de materiales (por metro cúbico)	1 pala	Q 30,00
	1 azadón	Q 35,00
	1 piocha	Q 45,00
	Mano de obra (2 personas)	Q 60,00 c/u por día
Transporte de materiales (por metro cúbico)	Alquiler de vehículo	**
	Gasolina	**
	Mano de obra (2 personas)	Q 60,00 c/u por día
Preparación de la mezcla (por metro cúbico)	2 harnero o tamiz	Q 20,00
	2 pala	Q 60,00
	1 azadón	Q 35,00
	Mano de obra (2 personas)	Q 60,00 c/u por día
Aplicación del revestimiento (por metro cuadrado)	1 machete o hachuela	Q 25,00
	1 cubetas	Q 10,00
	Mano de obra (1 persona)	Q 60,00 por día
Acabado del revestimiento (por metro cuadrado)	1 esponja	Q 5,00
	1 brocha	Q 5,00
	1 cubetas	Q 10,00
	Mano de obra (1 persona)	Q 60,00 por día

** El costo depende de la distancia y el tiempo que dure la actividad.

Fuente: propia

7. EVALUACIÓN FINAL DE RESULTADOS

Se realizó un resumen de los resultados obtenidos de los ensayos de granulometría, plasticidad y gravedad específica que permiten visualizar el comportamiento de los suelos en cada ensayo específico.

Todos los ensayos físicos, describen únicamente, los componentes que definen el comportamiento de la mezcla, además de predecir cual material deberá mezclarse, ya que las propuestas definidas de revestimiento, son aquellas en donde se mezcló un material sumamente arenoso, con otro que contenga plasticidad, para servir de aglomerante a la mezcla. En algunos casos se utilizan tres materiales, ya que uno de ellos no es suficiente para dar la plasticidad necesaria a la mezcla.

De los resultados obtenidos en los ensayos de Absorción y Permeabilidad al agua, se dedujo que la mezcla, para el primer ensayo (Absorción Capilar), la mezcla mejor calificada, fue aquella que más resistencia opuso al ascenso del agua por la probeta; y para la permeabilidad al agua, la que mas resistente fue al contacto directo con la misma.

Los ensayos físicos a los materiales, sirven para caracterizarlos y ubicarlos dentro del rango que se encuentran para definir las proporciones. Esas proporciones constan de dos tipos básicos de materia, arena y arcilla. La arcilla sirve como material aglomerante, es decir, le da la plasticidad a la mezcla y une las partículas de la misma. La arena, a su vez, sirve para estabilizar la mezcla y para evitar las fisuras por contracción de la mezcla. En el laboratorio se observó que las mezclas que contenían poca arena presentan

fisuras y aquellas que fueron bien proporcionadas, tienen una superficie uniforme. Luego de la aplicación del revestimiento en laboratorio, se analizan los resultados, con base en los ensayos realizados. El más representativo es el de adherencia, el cual indica la capacidad de adhesión que tiene la mezcla o la capacidad al arrancamiento que tiene la misma a una fuerza determinada.

Figura 35. Evaluación de mezclas aplicadas en laboratorio



Fuente: propia, octubre 2004

Figura 36. Aplicación de propuestas en laboratorio



Fuente: propia, octubre 2004

Los ensayos de absorción por capilaridad y permeabilidad al agua, arrojaron resultados de mezclas que indican cuáles eran las mejores en las circunstancias del ensayo. Sin embargo, aquellas más permeables y menos capilares son las que contenían mayor cantidad de arcilla. Por ello son poco beneficiosas en la práctica, porque el exceso de arcilla en la mezcla, produce fisuras en el revestimiento. Por esta razón al fusionar dichos resultados, se obtuvo una lista de mezclas propuestas, las cuales se aplicaron en campo.

Figura 37. Talleres de capacitación en aldeas



Fuente: propia, diciembre 2004

Figura 38. Apoyo del área antropológica en la transferencia de tecnología



Fuente: propia, diciembre 2004

Los resultados en el campo son determinantes porque las circunstancias difieren de las establecidas en laboratorio, no solo físicamente si no también climatológicamente. Estas aplicaciones contribuyeron para definir las mezclas adecuadas para la aplicación final en las viviendas.

Figura 39. Evaluación de revestimientos en la comunidad



Fuente: propia, enero 2005

Los comunitarios, aplicaron las mezclas propuestas. En la mayoría de las mezclas obtuvieron buenos resultados, por lo que el procedimiento de evaluación realizado, produjo buenos resultados. Sin embargo, se debe realizar el procedimiento completo para la caracterización de las mezclas.

CONCLUSIONES

1. El presente estudio, proporciona una forma fácil, sencilla y económica, para ser utilizada con herramientas al alcance de muchas comunidades. Además, la metodología para evaluar los revestimientos en estudio, abre una nueva opción como herramienta para ser utilizada en otros estudios.
2. Para colaborar con la erradicación de la chinche picuda en Guatemala, la cual tiene como principal alojamiento los muros de adobe de las casas de las poblaciones y la cual provoca la enfermedad de Chagas en el país y el extranjero, se determinó que la metodología de evaluación de materiales debe estar basada en el estudio físico y mecánico de las mezclas, según su ubicación y comportamiento.
3. Para la ubicación de los materiales adecuados de los revestimientos, es necesario tomar como opción principal el material del cual está hecha la vivienda, sin olvidar la información relacionada con la vivienda que proporcionan los pobladores. La mejor opción es utilizar esa información ya que, además de la excelente compatibilidad, presenta mayor adherencia y durabilidad.
4. Es necesario realizar la implementación de los ensayos por cada comunidad, para obtener datos que permitan evaluar las mezcla y definir, según su comportamiento, cuál es la mejor en cada una de ellas. En el caso del ensayo de absorción por capilaridad, la muestra que menos ascensión capilar presentó fue la mejor calificada, y en el ensayo de

permeabilidad al agua, la que fue más resistente al contacto físico con la misma.

5. La aplicación de los revestimientos, además de coadyuvar a combatir la enfermedad de Chagas, permite dar mejor aspecto a las viviendas, pero es necesario vigilar el problema porque igual que cualquier enfermedad, ésta tiende a buscar nuevas formas de hábitat, lo cual fue detectado al estudiar los alrededores del peri-domicilio.
6. No se puede pasar por alto el factor antropológico y arquitectónico en la presente investigación, ya que forman parte fundamental de la aceptación de la propuesta.
7. Para la eficiencia y efectividad de la aplicación del revestimiento se debe divulgar su aplicación, por medio de publicidad que anime a la población a usarla; dadas las ventajas que presenta para erradicar la enfermedad de Chagas y para la presentación estética de la vivienda.
8. Los parámetros adecuados para ubicar la mejor propuesta de revestimiento en las Aldeas en estudio, son para la aldea el Tule: PROPUESTA 1: Guayabal: Río Paz (Proporción 1:3); PROPUESTA 2: Guayabal: Río Paz (Proporción 1:2); PROPUESTA 3: Cuje: Río Paz (Proporción 1:3); PROPUESTA 4: Tejera: Río Paz (Proporción 1:3) y, para la aldea de La Brea: PROPUESTA 1: Arena del Puente : Tejera del Coche: Arena del Bordo (Proporción 3:1:1), PROPUESTA 2: Arena del Puente : Adobera : Arena del Bordo (Proporción 3:1:1) PROPUESTA 3: Arena del Puente : Barro del Callejón : Arena del Bordo (Proporción 3:1:1). Estos datos se basan en el estudio de laboratorio y la ubicación geográfica de los bancos de materiales dentro de la comunidad.

9. Las mezclas propuestas como revestimientos son sencillas y económicas, porque el material está al alcance de la comunidad. La mezcla no requiere elementos muy costosos y es aplicable por la misma población.

RECOMENDACIONES

1. Para las comunidades en estudio, los materiales adecuados para su utilización en los revestimientos están ubicados geográficamente dentro de sus mismos sectores y son variables por área debido a la diversidad de suelo que existen en el país.
2. Darle publicidad a la importancia de contar con un repello en las casas.
3. Este estudio no es el definitivo para erradicar la enfermedad, aunque es fundamental para la misma. Sin embargo, es necesario ampliar la investigación para detectar y combatir las demás fuentes, por muy pequeñas que sean, para que el vector o insecto sea erradicado totalmente. Este estudio detectó que, además de las paredes, existen otros elementos en el peri-domicilio como acumulación de leña, silos para maíz, gallineros, perreras, cochiqueras, etc.
4. La cultura de la comunidad en la que se aplique la presente metodología, deberá previamente analizarse en virtud de que, por los hábitos y costumbres, regularmente son las mujeres quienes se encargan del mantenimiento y la mejora de la vivienda. Por ello, las propuestas de aplicación deben dirigirse a ese sector de las comunidades. La apariencia física de la propuesta de revestimiento tiene que ser llamativa para quien la utilizará, ya que de eso depende la aceptación del revestimiento.
5. El estudio y propuestas es eficiente en esta comunidad y está considerada como base para ser utilizada en el resto del país, siempre

que se verifiquen los materiales del área, de acuerdo con las construcciones.


BIBLIOGRAFÍA

1. BARRIENTOS ORANTES, Hugo Haroldo. “Evaluación experimental de enlucidos tradicionalmente utilizados sobre muros de adobe”. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, octubre 1991. 41p.
2. BORRADO DEL VALLE, Byron René. “Revestimientos en muros de mampostería utilizando fibras”. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, marzo 2004. 73p.
3. Centro de Tecnología Apropriadada. *Prevención del “Mal de Chagas” por la vía del mejoramiento de la vivienda rural*. Boletín No. 8, Año 1987, Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción”, Facultad de Ciencias y Tecnología, Paraguay. 15p.
4. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 4ª. edición. México: Editorial Limusa, 1991. 641p.
5. Guatemala. Decreto 60-69, Ley protectora de la Ciudad de la Antigua Guatemala, *Diario Centro América*, 28 de noviembre de 1,969, Congreso de la República. p. 1-68.
6. INSIVUMEH. *Climatología de Guatemala* [en línea]. Base de datos digital. [ref. de septiembre 2006]. Disponible en Web: <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/zonas%20climaticas.htm>

7. MEDRANO MÉNDEZ, Omar Enrique. “Relación entre la composición química y mineralógica y la adherencia mecánica de suelos usados en revestimientos de muros de tierra”. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, abril 2004. 40p.
8. PALENCIA FLORES, Luís Eduardo. “Relación granulometría - adherencia mecánica de suelos usados como revestimientos”. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, mayo 2003. 53p.
9. PÉREZ BOL, Edgar Rolando, Toledo Sosa, Neftalí de Jesús. “Estudio sobre arcillas de Panimaquito”. Tesis. Técnico en Geología. Guatemala, Centro Universitario del Norte. 1994. 76p.
10. PÉREZ ROUSSELIN, Dora Ileana. “Revestimiento de construcciones de tierra”. Tesis. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, mayo 2003. 86p.
11. SCIELO, *Comparison indoor searches with whole house demolition collection of the vectors of Chagas´disease and their indoor distribution* [en línea]. Carlota Monroy; Antonieta Rodas; Mildred Mejia; Regina Rosales; Yuichiro Tabaru. , Memórias Del Instituto Oswaldo Cruz, Vol. 98 abril 2003. Disponible en Web: <http://ebookbrowse.com/manual-rapido-iso690-pdf-d53566942>.
12. SOWERS, George. *Introducción a la mecánica de suelos y cimentaciones*. 6ta. edición. México: Editorial Limusa, 1990. 663p.

13. WHITLOW, Roy. *Fundamentos de mecánica de suelos*. México: editorial Continental, 1974. 577p.

APÉNDICES

 Centro de Investigaciones de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala	BOLETA DE EVALUACION DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA DE LOS REVESTIMIENTOS NO.1	RESPONSABLE: Javier Schaeffer FECHA: 2005 PROYECTO: INRC-CHAGAS
--	--	---

CASA No.	<input type="text"/>	FECHA	<input type="text"/> / <input type="text"/> / 2005	HORA	<input type="text"/>
LUGAR	_____				
PROPIETARIO	_____				

ESTADO GENERAL DE LA VIVIENDA:	MALO <input type="checkbox"/>	REGULAR <input type="checkbox"/>	BUENO <input type="checkbox"/>
ESTADO DEL AREA A REVESTIR:	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>		
• TIPO DE ADOBE:			

• EDAD APROX. MURO :			

• AREA APROXIMADA :			

• UBICACIÓN DEL MURO :			

• MATERIAL A UTILIZAR :			

• PROPORCION :	_____	• CANTIDAD DE AGUA :	_____
• MODO DE APLICACION :	_____		
• OUIEN APLICA EL REVESTIMIENTO :	_____		
• PICADO DE MURO :	_____		
• MOJADO DE MURO :	_____		
• ALISADO :	_____		
• EVALUACION FINAL :	_____		

• No. DE PARTICIPANTES :	HOMBRES _____	MUJERES: _____
• INTERACCION DE PERSONAS :	HOMBRES _____	MUJERES: _____
• DUDAS MAS FRECUENTES :	_____	
• OBSERVACIONES :	_____	

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA

FORMATO PARA TABULACIÓN DE DATOS

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA

DETERMINACION DE GRAVEDAD ESPECIFICA

DETERMINACION No.	1	2	3
CAPACIDAD DE MATRAZ (NOMINAL)	cc	cc	cc
PESO MATRAZ LIMPIO Y SECO ... Wm	gr	gr	gr
PESO MATRAZ + SUELO SECO Wms	gr	gr	gr
PESO SUELO SECO	Ws	gr	gr
PESO MATRAZ + SUELO + AGUA .. Wmsw	gr	gr	gr
PESO MASTRAZ + AGUA	Wmw	gr	gr
TEMPERATURA DEL AGUA. C° T	C°	C°	C°
GRAVEDAD ESPECIFICA = $\frac{W_s}{W_mw + W_s - W_msw}$	Y _w G _s		

DETERMINACION DE GRAVEDAD ESPECIFICA

DETERMINACION No.	1	2	3
CAPACIDAD DE MATRAZ (NOMINAL)	cc	cc	cc
PESO MATRAZ LIMPIO Y SECO ... Wm	gr	gr	gr
PESO MATRAZ + SUELO SECO Wms	gr	gr	gr
PESO SUELO SECO	Ws	gr	gr
PESO MATRAZ + SUELO + AGUA .. Wmsw	gr	gr	gr
PESO MASTRAZ + AGUA	Wmw	gr	gr
TEMPERATURA DEL AGUA. C° T	C°	C°	C°
GRAVEDAD ESPECIFICA = $\frac{W_s}{W_mw + W_s - W_msw}$	Y _w G _s		

DETERMINACION DE GRAVEDAD ESPECIFICA

DETERMINACION No.	1	2	3
CAPACIDAD DE MATRAZ (NOMINAL)	cc	cc	cc
PESO MATRAZ LIMPIO Y SECO ... Wm	gr	gr	gr
PESO MATRAZ + SUELO SECO Wms	gr	gr	gr
PESO SUELO SECO	Ws	gr	gr
PESO MATRAZ + SUELO + AGUA .. Wmsw	gr	gr	gr
PESO MASTRAZ + AGUA	Wmw	gr	gr
TEMPERATURA DEL AGUA. C° T	C°	C°	C°
GRAVEDAD ESPECIFICA = $\frac{W_s}{W_mw + W_s - W_msw}$	Y _w G _s		

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA

FORMATO PARA TABULACIÓN DE DATOS

ENSAYO DE ADHERENCIA

Identificación de Ensayo

Proyecto:

Mezcla No.: Nomenclatura: Proporción: Fecha:

De los materiales: Origen (Abreviatura) Fecha de Aplicación:

Primera capa: Nomenclatura: Proporción: Pintura: Color:

Arena: Arcilla:

Puzolana: Cal: Cemento:

Segunda capa: Nomenclatura: Proporción: Pintura: Color:

Arena: Arcilla:

Puzolana: Cal: Cemento:

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA	EVALUACIÓN DE I AI0	OBSERVACIÓN
1				VISUAL	
2				EROSIÓN	
3				FISURACIÓN	
4				CALIDAD	
5				CALIFICACIÓN	

CONCLUSIONES, COMENTARIOS Y/O REFERENCIAS (FOTOGRAFICAS):

Responsable de Ensayo: Firma: _____

**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA
SECCIÓN MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYOS DE HUMEDAD Y PLASTICIDAD**

PROYECTO _____ O.T. _____

POZO _____ FECHA _____

DESCRIPION					
ENSAYO	HUMEDAD NATURAL		LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO
GOLPES					
TARRO					
PBH gr.					
PBS gr.					
TARA gr.					
DIF gr.					
PNS gr.					
HUMEDAD					
PROMEDIO			K=		

MUESTRA
PROFUNDIDAD
L.L.
I.P.
W
CLASIFICACIÓN

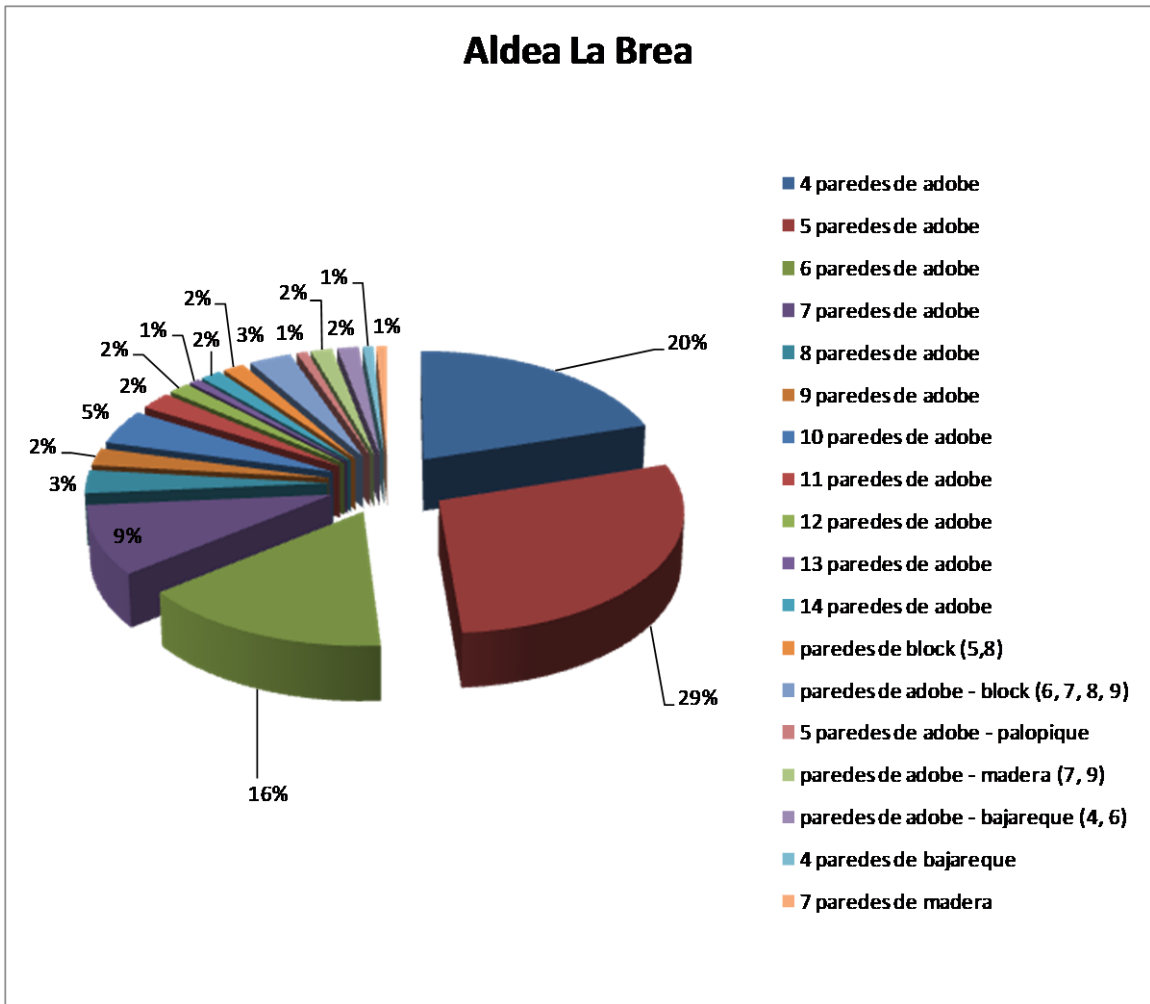
DESCRIPION					
ENSAYO	HUMEDAD NATURAL		LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO
GOLPES					
TARRO					
PBH gr.					
PBS gr.					
TARA gr.					
DIF gr.					
PNS gr.					
HUMEDAD					
PROMEDIO			K=		

N	K
15	0.9401
16	0.9474
17	0.9544
18	0.9610
19	0.9673
20	0.9734
21	0.9791
22	0.9847
23	0.9900
24	0.9951
25	1.0000
26	1.0048
27	1.0094
28	1.0138
29	1.0181
30	1.0223
31	1.0264
32	1.0303
33	1.0342
34	1.0379
35	1.0416

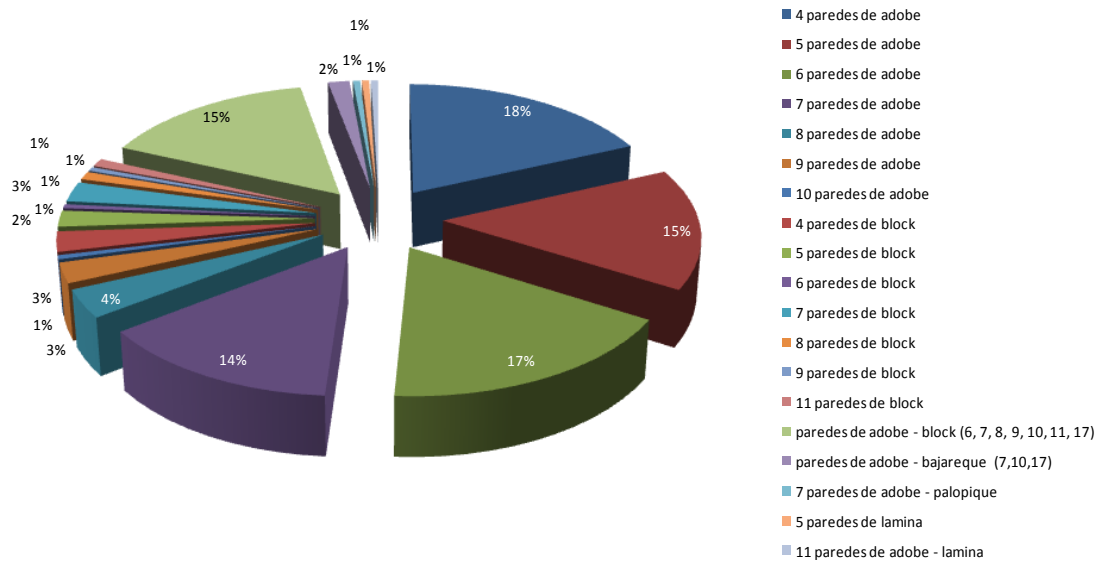
DESCRIPION					
ENSAYO	HUMEDAD NATURAL		LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO
GOLPES					
TARRO					
PBH gr.					
PBS gr.					
TARA gr.					
DIF gr.					
PNS gr.					
HUMEDAD					
PROMEDIO			K=		

ANEXOS


ANEXO A. Cantidades de casas y materiales de la vivienda, aldea la Brea y el Tule



Aldea El Tule



ANEXO B. Cuadro de ensayo granulométrico

 <p style="font-size: small;">Centro de Investigaciones de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala</p>	<p>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MÉTODO DEL HIDRÓMETRO</p>	Cod: G-HIDROMETRO Fecha: <u>29/09/2004</u> Pág.: <u>1 de 1</u> Rev.:
---	--	---

Hidrómetro N°: 1	G.E. 2.22	A	1.133
Agente dispersante: Hexametafosfato	Cantidad 4% 125mL	Peso de suelo w/s(gr)	70.00
Corrección de cero: 3	menisco 1	Muestra	El Cuje


Tiempo(min)	Temp °C	Re	CT	Re corregido	% más fino	R. Corr.men	L	L/T	K	D(mm)	
2	21	52	0.2	49.2	79.63		53	7.60	3.8000	0.0141	0.02749
5	21	50	0.2	47.2	76.40		51	7.90	1.5800	0.0141	0.01772
15	21	46	0.2	43.2	69.32		47	8.60	0.5733	0.0141	0.01068
30	21	43	0.2	40.2	65.07		44	9.10	0.3033	0.0141	0.00777
60	21	40	0.2	37.2	60.21		41	9.60	0.1600	0.0141	0.00564
300	24	33	1	31	50.18		34	10.70	0.0357	0.0137	0.00259
1440	22	27	0.4	24.4	39.49		28	11.70	0.0081	0.014	0.00126

Diámetro mm	% lo que pasa
2.00000	100.00
0.42420	92.86
0.17780	87.00
0.07400	80.57
0.02749	79.63
0.01772	76.40
0.01068	69.32
0.00777	65.07
0.00564	60.21
0.00500	58.11
0.00259	50.18
0.00200	45.44
0.00126	39.49

% Arena	19.50%
% Limos	34.50%
% Arcilla	46.00%

Peso muestra (Gramos)	70		
Peso tara (Gramos)	433.10		
# tamiz	PBS (gramos)	PS(gramos)	Lo que pasa %
10	446.70	13.60	100.00%
40	441.70	8.60	92.85%
80	437.60	4.50	87.00%
200		56.40	80.57%

ANEXO C. Cuadro de ensayo gravedad específica


 <p style="font-size: small;">Centro de Investigaciones de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala</p>	<p>ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA</p>	Cod: GS Fecha: <u>29/09/2004</u> Pág.: Rev.:
---	---	---

DETERMINACION DE GRAVEDAD ESPECIFICA

EL CUJE

Determinacion No.		1	2
Capacidad de matraz (nominal)		500cc	500cc
Peso del matraz limpio y seco	Wm	179.9	180.5
Peso matraz + suelo seco	Wms	249.9	250.5
Peso del suelo seco	Ws	70	70
Peso matraz + suelo seco + agua	Wmsw	717	717.4
Peso matraz + agua	Wmw	678.6	678.9
GRAVEDAD ESPECIFICA	Gs	2,22	2,22


ANEXO D. Cuadro de ensayo plasticidad

 <p>Centro de Investigaciones de Ingeniería Carlos de Guatemala</p> <p style="text-align: right;">Universidad de San</p>	<h3>ENSAYO DE PLASTICIDAD</h3>	<p>Cod: LIM-ATTERBERG</p> <p>Fecha: <u>29/09/2004</u></p> <p>Pág.:</p> <p>Rev.:</p>
---	--------------------------------	---

DESCRIPCION	EL CUJE			
	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
GOLPES	16			
TARRO	C-17	C-21	C-34	C-19
PBH	45,1	42,1	43,4	45,2
PBS	38,9	36,7	39,5	41,1
TARA	24,7	24,7	24,4	24,6
DIF	6,2	5,4	3,9	4,1
PNS	14,2	12	15,1	16,5
HUMEDAD	43,66	45,00	25,83	24,85
PROMEDIO	42,00		25,34	

Muestra	
Profundidad	
L.L.	42,00
I.P.	16,66
W	34,83
Clasificación	

ANEXO E. Cuadro de absorción de agua por capilaridad

 Centro de Investigaciones de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala	ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA POR CAPILARIDAD	Cod: ABS-CAP Fecha: Pág.: Vo.Bo:
--	---	---

ABSORCIÓN DE AGUA POR CAPILARIDAD

S = SECCIÓN PROM. DE PROBETAS

MEZCLA 1

TC-AP 9-12 1:3

S=

17.15

cm²

CUADERNO 1779 CSTB

H = ALTURA PROM. DE PROBETAS


H =

13.68

cm.

t (seg.)	Altura 1'	Altura 1''	Altura 1'''	Promedio De alturas	t (seg.)	Altura 1'	Altura 1''	Altura 1'''	Promedio De alturas
0	0	0	0	0.00	330	3.44		3.75	3.59
30	1.74	3	0.95	1.90	390	3.54			3.54
60	2.14	2.07	2.25	2.15					
90	2.34	2.27	2.25	2.29					
120	2.44	2.57	2.45	2.49					
150	2.44	2.67	2.65	2.59					
180	2.74	2.77	2.65	2.72					
210	2.94	3.07	2.95	2.99					
240	3.24	3.17	3.05	3.15					
270	3.14	3.17	3.35	3.22					

ANEXO F. Cuadro de permeabilidad al agua

 <p style="font-size: small;">Centro de Investigaciones de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala</p>	<p>ENSAYO DE PERMEABILIDAD AL AGUA</p>	<p>Cod: PERM- AGUA</p> <p>Fecha:</p> <p>Pág.:</p> <p>Vo.Bo:</p>
---	---	---

PERMEABILIDAD AL AGUA

MEZCLA

8

TC-AB-BC 9*-10 2:1:2

CUADERNO 1779 CSTB

A= ÁREA NETA DE CONTACTO

A= 50.26 cm²

H = ALTURA PROM. DE PROBETAS


H = 1 cm.

V = VOLUMEN INICIAL DE AGUA

V = 175 c.c.

c.c. de agua	Tiempo 8´	Tiempo 8´´	Tiempo 8´´´	Promedio de tiempo (seg.)	c.c. de agua	Tiempo o 8´	Tiempo 8´´	Tiempo 8´´´	Promedio de tiempo (seg.)
1	61	31	67	53	21	1954	1894	2308	2052
2	100	104	183	129	22	1963	2008	2391	2120.67
3	134	154	241	176.33	23	1972	1994	2508	2158
4	177	224	290	230.33	24	1980	2163	2625	2256
5	212	311	380	301	25	1987	2229	2766	2327.33
6	332	376	451	386.33	26	1996	2274	2913	2394.33
7	563	461	953	659	27	2003	2326	3050	2459.67
8	873	578	635	695.33	28	2009	2387	3158	2518
9	1237	688	757	894	29	2017	2415	3234	2555.33
10	1603	748	896	1082.33	30	2024	2428	3292	2581.33
11	1740	834	1047	1207	31	2031		3345	2688.00
12	1789	936	1208	1311	32	2039		3390	2714.5
13	1820	1029	1331	1393.33	33	2047		3421	2734
14	1851	1108	1489	1482.67	34	2057		3435	2746
15	1874	1265	1699	1612.67	35	2069		3444	2756.5
16	1891	1354	1817	1687.33	36	2081		3452	2766.50
17	1906	1454	1907	1755.67	37	2095		3456	2775.50
18	1919	1592	2018	1843	38	2109		3462	2785.50
19	1931	1688	2090	1903	39	2124		3465	2794.50
20	1943	1784	2189	1972	40	2138		3469	2803.50

ANEXO G. Cuadro de adherencia

 <p style="font-size: small;">Centro de Investigaciones de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala</p>	<p>ENSAYO DE ADHERENCIA</p>	<p>Cod: ADH</p> <p>Fecha:</p> <p>Pág.:</p> <p>Vo.Bo:</p>
---	-----------------------------	--

Mezcla No. 11

aldea el Tule

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA	EVALUACIÓN DE 1 A 10	
1		6,80	Completo	VISUAL	4
2		7,00	Completo	EROSIÓN	3
3		14,00	Parcial	FISURACIÓN	8
4		14,80	Capas	CALIDAD	8
5		8,60	Completo	CALIFICACIÓN	6

El revestimiento fue aplicado con ayuda de herramienta.

No.	POSICIÓN	CARGA	TIPO DE FALLA	EVALUACIÓN DE 1 A 10	
1		13,20	Parcial	VISUAL	7
2		9,40	Parcial	EROSIÓN	6
3		16,80	Parcial	FISURACIÓN	1
4		16,60	Parcial	CALIDAD	7
5		3,20	Parcial	CALIFICACIÓN	7

NOTA: cargas en kilogramos

El revestimiento fue aplicado a mano.