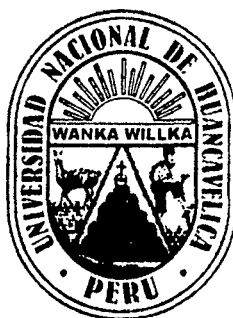


"AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS - CIVIL
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE CIVIL - LIRCAY



TESIS

**"TÉCNICAS DE PROTECCIÓN EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE CON
UTILIZACIÓN DE MATERIALES PROPIOS DE LA ZONA, ANTE LA
EXPOSICIÓN DE LLUVIAS, EN EL DISTRITO DE LIRCAY"**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

BACH: DE LA CRUZ MOLINA Rocío Fabiola.

BACH: GUERRERO CHUPAYO Lucia Carolina.

ASESOR:

ARQ. SALAS TOCASCA Hugo Camilo

HUANCAMELICA 2012



Eduardo

EDUARDO CAMAC OJEDA

Presidente del Jurado.

Hugo Camilo Salas Tocasca

ABG. HUGO CAMILO SALAS TOCASCÁ.

SECRETARIO

Blanca V. Vega Morales

Notaria



SUSTENTACION DE TESIS

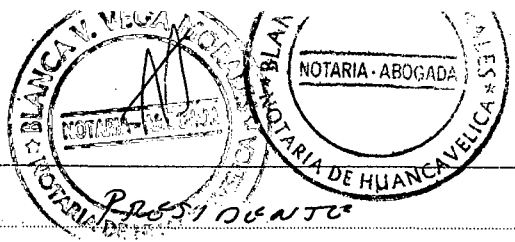


EN EL PARANINYO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA MINAS - CIVIL, ESCUELA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL A LOS 13 DIAS DEL MES DE DICIEMBRE DEL AÑO DOS MIL DOS, SIENDO LAS

5.00 P.M., SE INSTALO EL JURADO EN BASE A LA RESOLUCION DE CONSEJO DE FACULTAD N° 007-2012-FIME-R-UNH, DE FECHA 21 DE NOVIEMBRE DEL 2012, EN EL CUAL SE RESOLVIO:

Artículo primero.- Aprobar la designacion de Hora y Fecha DE SUSTENTACION DE TESIS DEL II CURSO DE FORMACION POR TESIS" A FAVOR DE LOS BACHILLERES DE LA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS - CIVIL DE ACUERDO A LO SIGUIENTE, Y LOS RESPONSABLES DEL PROYECTO DE INVESTIGACION "Técnicas DE PROTECCION EN LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE CON UTILIZACION DE MATERIALES PROPIOS DE LA ZONA, ANTE LA EXPOSICION DE MUJAS EN EL DISTRITO DE LIRCAY, SON LOS BACHILLERES ROCIO PABLO DE LA CRUZ MOLINA, BACH LUCIA CAROLINA GUERRERO CHUPAYO.

JURADOS:



- 1.- ING. URIZ NEIRA EALSIU PRESIDENTE
 - 2.- ING. ENRIQUE RIGOBERTO CAMAC OJEDA SECRETARIO
 - 3.- ING. DEDICACION MIBUEL MEDINA CHAMPO VOCAL
- CON LA FINALIDAD DE EVOLVER LA SUSTENTACION DE LA TESIS REFERIDA, SE PROCEDE CON LA PARTICIPACION E INSTRUCCION DEL PRESIDENTE PARA DAR INICIO A LA SUSTENTACION.

PRIMERO: DANDO EL TIEMPO REGLAMENTARIO DE 30 MINUTOS PARA LA SUSTENTACION.

SEGUNDO: TERMINADA LA EXPOSICION LOS MIEMBROS DEL JURADO PROCEDIERON CON REALIZAR LAS PREGUNTAS PERTINENTES LAS CUALES FUERON ABSUELTAS POR LOS TESISISTAS

TERCERO: LOS MIEMBROS DEL JURADO PASADO DEBATE DECIDIERON APROBAR POR UNANIMIDAD.

SIENDO LAS 6.00 P.M. DEL DIA 13 DE DICIEMBRE DEL 2012 FIRMAN EN SEÑAL DE CONFORMIDAD.

Camac Ojeda
 ING. E. Camac Ojeda.
 SECRETARIO

Uriz Neira Ealsiu
 ING. URIZ NEIRA EALSIU
 PRESIDENTE.

Medina Chambo
 Ing. MEDINA CH.
 VOCAL

DEDICATORIA.

A Dios, que en su infinita misericordia derrama bendiciones a mi hogar y alumbra cada paso que doy, a mis padres Juan y Edith, que permanentemente me apoyan con su espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr mis metas y objetivos propuestos, brindándome la fuerza necesaria para continuar.

Rocío Fabiola.

DEDICATORIA.

A Dios, por regalarme la vida y mostrarme día a día que con humildad, paciencia y sabiduría todo es posible. A mis abuelitos Higinio y Apolonia, quienes con su gran amor, apoyo y comprensión incondicional siempre estuvieron a lo largo de mi vida, siendo el pilar fundamental para todos mis logros, y por ser el incentivo para seguir adelante en lo profesional y personal.

Lucia Carolina.

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres por apoyarme durante nuestra vida universitaria y esforzarse al máximo para que pudiéramos llegar a este punto tan importante que es el obtener un título universitario, el cual sin su incondicional ayuda, paciencia, comprensión, y sobre todo mucho amor y armonía familiar no hubiésemos podido alcanzar.

Al Ing. Gave quien nos orientó, teniendo mucha paciencia para corregir nuestros errores y dándonos consejos para enfrentar una futura vida profesional, lo cual siempre sabremos valorar.

Va nuestro agradecimiento al Arq. Hugo Salas por su apoyo y consejos para la elaboración de la investigación, y así mismo por su confianza y asesoría.

Al laboratorio de la Facultad de Civil de la Universidad San Luis Gonzaga de Ica, por su apoyo en la realización de los diferentes ensayos.

A Dios porque cada día nos brinda una oportunidad para avanzar hacia nuestros objetivos; y porque es quien guía nuestro camino y nuestros logros.

Las Tesisistas.

INDICE

Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Índice	8
Resumen	10
Introducción	12
Capítulo I: Problema	14
1.1. Planteamiento del Problema	14
1.2. Formulación del Problema	15
1.3. Objetivo: General y Específicos	16
1.4. Justificación	17
Capítulo II: Marco Teórico	18
2.1 Antecedentes	18
2.2 Bases Teóricas	19
2.3 Hipótesis	29
2.4 Definición de Términos	30
2.5 Variables de estudio	33
2.6 Definición Operativa de Variables e indicadores.	34
Capítulo III: Metodología de la Investigación	35
3.1 Ámbito de estudio	35

3.2	Tipo de Investigación	36
3.3	Nivel de Investigación	36
3.4	Método de Investigación	36
3.5	Diseño de Investigación	36
3.6	Población, Muestra y Muestreo	36
3.7	Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos	37
3.8	Procedimiento de Recolección de Datos	37
3.9	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	105
Capítulo IV:	Resultados	106
4.1.	Presentación de Resultados	106
4.2.	Discusión	125
Conclusiones		129
Recomendaciones		131
Referencia Bibliográfica		134
Anexos		137
Gráficos, cuadros, imágenes		138
Matriz de Consistencia.		151

RESUMEN

La presente tesis de Investigación lleva como título: "Técnicas de protección en construcciones de adobe con utilización de materiales propios de la zona, ante la exposición de lluvias, en el distrito de Lircay", cuyo objetivo general fue determinar si las técnicas de protección en construcciones de adobe son capaces de resistir el impacto de lluvias, con utilización de materiales propios del distrito de Lircay, que tienen una alta ocurrencia estacional en el distrito.

Con tal fin se elaboraron tres soluciones para mitigar la alta vulnerabilidad de los adobes convencionales ante la exposición a las lluvias.

La primera solución (M1), se basó en la implementación del elemento vulnerable o muro de adobe tradicional, añadiendo al muro un zócalo de arcilla con goma de penca y paja, con la finalidad de aislar el contacto directo del agua sobre la estructura de adobe convencional.

La segunda solución (M2), se basó en la implementación del elemento vulnerable o muro de adobe tradicional, añadiendo al muro un zócalo de arcilla, cal y paja con la finalidad de aislar el contacto directo del agua sobre la estructura de adobe convencional.

Por último, la tercera solución (M3), se basó en la implementación del elemento vulnerable o muro de adobe tradicional, añadiendo al muro un zócalo de arcilla con bagazo y fibra de cabuya, con la finalidad de aislar el contacto directo del agua sobre la estructura de adobe convencional.

Se elaboraron pruebas de laboratorio consistentes en ensayos de succión, capilaridad y absorción de especímenes individuales, y una prueba de inmersión de muros con la finalidad

de simular las condiciones a altas cantidades de agua para controlar y recopilar datos del desempeño de las diversas técnicas a diferentes periodos de exposición al agua.

La información obtenida fue usada para cuantificar el deterioro que sufren las estructuras de adobe ante la exposición del agua y, además, realizar un análisis de las soluciones planteadas en la presente tesis, comparando la efectividad y viabilidad de estas técnicas para que sean aplicados como soluciones prácticas al problema de la vulnerabilidad de las construcciones de adobe ante las lluvias.

Diferentes materiales naturales fueron utilizados para realizar las diferentes técnicas de protección en construcciones de adobe, lo cual los resultados experimentales mostraron que la técnica M2 que consiste en la utilización de arcilla, cal y paja, tuvo un mejor comportamiento a la exposición del agua.

INTRODUCCION

Al igual que las acciones sísmicas, el enemigo de las edificaciones de adobe es la humedad, principalmente cuando quedan expuestas prolongadamente al agua.

El agua desintegra la unión que existe entre las partículas que conforman al adobe, convirtiéndolo en barro, lo que produce el colapso de estas edificaciones.

Existiendo en todas las regiones del Perú una gran cantidad de viviendas de adobe y habiéndose intensificado los cambios climáticos, es necesario mitigar el problema descrito, haciendo de este modo necesario la investigación de soluciones técnicas, viables y económicas para la protección de las estructuras de adobe.

Basándonos en los datos del Censo Nacional realizado el año 2007, llevado a cabo por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se cuantificó que el 86.5% de las viviendas del Departamento de Huancavelica son de adobe y tapial (96,258 viviendas)

De esta forma y respaldados por estas cifras, resaltamos la importancia e impacto que tendrá las soluciones que desarrollamos en la presente investigación, debido a que el alcance obtenido, ayudara a recomendar a la población rural de escasos recursos que posee viviendas hechas de adobes y que por su ubicación geográfica están principalmente afectadas por las lluvias, a tomar actitudes responsables.

Esta investigación presenta cuatro capítulos, en el capítulo I se describe el planteamiento de problema, objetivos y justificación de la investigación. En el capítulo II se detalla los antecedentes, las bases teóricas, así como la hipótesis y las variables de estudio.

En el capítulo III se hace mención de la metodología de investigación utilizada en el presente trabajo. En el capítulo IV se muestra la presentación de resultados y la discusión de ellos.

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema.

El Perú, como parte de una gran cadena de países subtropicales, posee un variado y complejo sistema climatológico el cual se encuentra influenciado principalmente por los siguientes fenómenos geológicos y climáticos:

La Cordillera de los Andes, la corriente Oceánica de Humboldt, el Anticiclón del Pacífico Sur y la Corriente del Niño u Oscilación del Sur El Niño.

Según los registros de la Dirección Nacional de Operaciones del INDECI durante el año 2007 se presentaron 272 emergencias por inundación y 522 por lluvias intensas en nuestro territorio, lo cual tuvo un recuento de 7,836 y 645 viviendas de adobe afectadas y destruidas respectivamente, además de un número cuantioso de daños humanos que ascendió a 241,112 afectados y 6,881 damnificados.

Basándonos en los datos del Censo Nacional realizado el año 2007, llevado a cabo por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se cuantificó que el 34.8% de las

viviendas en el Perú (2,229,715 viviendas) son hechas de adobe o tapial y que en las zonas rurales este porcentaje se incrementa a 68.5% (1,102,798 viviendas).

En la región Huancavelica el 86.5% de las viviendas están hechas de adobe o tapial, siendo ello un problema a solucionar, ya que el 08 de febrero del 2012 fue declarada en situación de emergencia por 60 días, debido a las intensas lluvias que soportó y se destinó ocho millones de nuevos soles para atender las emergencias. En la ciudad de Huancavelica 50 viviendas quedaron inundadas por el desborde del río Ichu, cuyo caudal se incrementó considerablemente debido a las intensas precipitaciones que cayeron en los últimos dos días, el cual causó el colapso de 80 viviendas construidas de adobe y quincha.

Es ahí nuestra preocupación, ya que la provincia de Angaraes cuenta con 11,587 viviendas construidas de adobe o tapial, siendo uno de los defectos más críticos del adobe como material de construcción ampliamente difundido en el Perú, es su alta vulnerabilidad ante la exposición o contacto con el agua proveniente de lluvias que azotan nuestro territorio de forma recurrente e inevitable, haciendo de este modo necesaria la investigación de soluciones técnicas, viables y económicas para la protección de las estructuras de adobe.

De esta forma y respaldados por estas cifras, resaltamos la importancia e impacto que tendrá las soluciones que desarrollaremos en la presente investigación, debido a que su alcance abarcaría a 2/3 de la población rural del escasos recursos del distrito de Lircay, que posee viviendas hechas de adobe y tapial, y que por su ubicación geográfica están principalmente afectadas por las lluvias.

1.2. Formulación del Problema

¿En qué índice serán favorables las técnicas de protección en construcciones de adobe con utilización de materiales propios de la zona, ante la exposición de lluvias, en el distrito de Lircay?

1.3. Objetivo: General y Específicos

1.3.1. General.

Determinar si las técnicas de protección en construcciones de adobe son capaces de mitigar el impacto de lluvias, con utilización de materiales propios del distrito de Lircay.

1.3.2. Específicos.

- Desarrollar técnicas de protección que sean viables estructural y económicamente, para reducir el impacto que puedan generar las lluvias en las construcciones de adobe en el distrito de Lircay.
- Realizar el ensayo a altas cantidades de agua, a las técnicas de protección, a fin de determinar el deterioro que sufren los muros de adobe ante la exposición continua del agua.
- Realizar el ensayo de capilaridad, succión y absorción en las unidades de adobe con aplicación de las técnicas de protección, a fin de determinar la altura de capilaridad, la capacidad de absorción y el porcentaje de humedad en cada una de ellas.
- Comparar costos de cada técnica de protección, para determinar si es viable económicamente.
- Comparar el deterioro que sufren los muros de adobe ante la exposición de agua producto de las lluvias.
- Recomendar sistemas alternativos que complementen a las técnicas de protección de muros para mayor efectividad en la mitigación del deterioro en las construcciones de adobe ante la exposición de lluvias.

1.4. Justificación

Los datos obtenidos sirvieron para recomendar a la población a tomar actitudes responsables frente a un fenómeno como las lluvias, para poder tener un mejor criterio al momento de determinar el tipo de construcción en adobe y elegir el método constructivo adecuado.

Esta investigación es de mucha ayuda ya que las técnicas son: viables estructuralmente y económicamente, ya que se utilizó materia prima de la zona, para la protección de construcciones de adobe ante la exposición de las lluvias.

La información y los resultados obtenidos fueron usadas para cuantificar el deterioro que sufren los muros de adobe ante la exposición del agua y además, se realizó un análisis de las soluciones planteadas, comparando la efectividad y viabilidad de estos sistemas para que sean aplicados como soluciones prácticas al problema de la vulnerabilidad de los muros de adobe ante la exposición a lluvias en el distrito de Lircay.

Al igual que las acciones sísmicas siendo estas eventuales, el enemigo principal de las edificaciones de adobe es la humedad, por efecto de las lluvias, más aun siendo estas constantes (6 a 7 meses al año) y el daño se produce cuando estas quedan expuestas prolongadamente al agua.

El agua desintegra la unión que existe entre las partículas que conforman al adobe, convirtiéndolo en barro, lo que produce el colapso de estas edificaciones.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

- Mejoramiento de construcciones de adobe en la ciudad de Ica, ante el peligro sísmico. Investigadores responsables: Córdoba Martínez Carlos – Quispe Zarate Enrique – Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica – 2009.

Da cuenta de estudios y ensayos, de las nuevas técnicas de protección de construcciones de adobe contra los sismos que afecta dicha zona. Llegando a la conclusión que las técnicas usadas en dicha investigación resultaron favorables estructuralmente.

- Vulnerabilidad de viviendas de adobe en el distrito del Huarango-Ica, ante las inundaciones. Investigador responsable: Cortez Contreras Cathy – Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica – 2010.

Da cuenta de los daños que sufren las construcciones de adobe ante las inundaciones y llegando a la conclusión que las viviendas de adobe tienen poca resistencia a la acción prolongada del agua y que el distrito Huarango no es un área apta para vivir.

- Estudios sobre el comportamiento y rehabilitación de la vivienda rural de adobe. Investigadores responsables: Leonardo E. Flores, Miguel A. Pacheco, Carlos Reyes – Centro Nacional de Prevención de Desastres México -2001.

Da cuenta de cómo actúa las viviendas de adobe ante diferentes tipos de desastres naturales y de técnicas de como repararlas mejorando la resistencia de dichas viviendas.

2.2 Bases Teóricas.

2.2.1. Adobe

La Norma Técnica E.080 define al Adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos.

Junto a esta definición, la Norma presenta los requisitos generales para el tipo de tierra a usarse en la fabricación de adobes considerando que la gradación del suelo debe acercarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos. Seguir este lineamiento de gradación es importante, puesto que de incrementar el porcentaje de arcillas se generarían grietas internas por contracción de secado, de incrementar el porcentaje de arena se perdería cohesión y de utilizar suelos orgánicos se perdería resistencia a la compresión y a la humedad.

Tiene una gran inercia térmica, debido a los espesores necesarios para construir, por lo que sirve de regulador de la temperatura interna; en verano conserva el frescor, y durante el invierno el calor.

Las dimensiones adecuadas deben ser tales que el albañil pueda manejarlo con una sola mano.

Es frágil al agua, por lo que se debe proteger de esta en distintas circunstancias: lluvias, infiltraciones por malas instalaciones, inadecuado mantenimiento (al regar exteriores, etc); por lo que los principales protectores son los aleros hacia la zona desde donde proviene la lluvia y correcta construcción de cimientos. Se requiere un mantenimiento continuo, que debe hacerse con capas de barro (revoques de barro). No es correcto hacerlo con mortero de cemento, puesto que la capa resultante es poco permeable al vapor de agua y conserva la humedad interior, por lo que se desharia el adobe desde dentro e incluso podría provocas desprendimiento del estuco de cemento por separación con el muro. Lo mejor para las paredes externas es la utilización de enlucido con base en la cal apagada en pasta, arcilla y arena, para la primera capa, en la segunda, solamente pasta de cal y arena. Para las internas se puede hacer una mezcla de arcilla, arena y agua, o con revoques de terminación fina de tierra estabilizada con arena, a la que se le pueden agregar impermeabilizantes en el agua de amasado. Remojar el suelo y retirar las piedras mayores de 5mm y otros elementos extraños.

En países de mano de obra barata es muy económico; permite fabricar uno mismo los materiales para construir su propia casa. Antiguamente, en los días que los labradores no tenían faenas que hacer en el campo, fabricaban adobes, que luego vendían al que quisiera hacerse una casa.

Frente al tapial, que es semejante pero puesto en obra en masa, con encofrados, tiene la ventaja de que requiere mucho menos tiempo de preparación. (11)

2.2.1.1 Formas y dimensiones

Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90", de formas especiales. Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones. Para adobes rectangulares el largo sea

aproximadamente el doble del ancho. La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1. En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm. (11)

2.2.2. Construcción con adobes

La construcción con adobes presenta la ventaja de su similitud formal, constructiva y estética con el ladrillo de campo cocido. En caso de disponer de mucha mano de obra, especializada o no, esta técnica es muy adecuada en función de los procesos de fabricación que permiten la integración de gran cantidad de personas durante el pisado y moldeado aunque se debe tener en cuenta aquí es el control durante la producción para minimizar la variación de las dimensiones y la forma irregular de las piezas. Los muros de adobes presentan muy buenas condiciones de aislamiento acústico y térmico debido a las características del material y los espesores utilizados.

Las desventajas de esta técnica están en función del propio proceso de fabricación que puede resultar lento ya que se requieren dos o tres semanas para poder utilizar las piezas en caso de que la producción se haga en obra. El proceso también depende de las áreas de pisado, secado y acopio, que comandarán la continuidad de producción mientras se espera que se sequen las piezas anteriores. Por lo tanto, esta técnica requiere cierta previsión de infraestructura para contar con superficies horizontales y limpias, y zonas protegidas para evitar que el agua de lluvia afecte a la producción.

Las fallas comunes en las construcciones con adobes pueden ser reducidas mediante los controles de la tierra y los estabilizantes utilizados, el dimensionado adecuado de las piezas y los muros, el dimensionado adecuado de la estructura, tanto de la cimentación como del muro portante, o las vigas y pilares y la protección frente a la lluvia y a la humedad natural del terreno. Tanto las ventajas o desventajas se deben tener en cuenta como datos de la realidad pero las condicionantes propias de la obra serán las que determinen la viabilidad de los procesos o no. (6)

2.2.3 Efecto del agua en el adobe.

El principal deterioro del adobe y del tapial se produce por efectos del agua de lluvia sobre superficies poco o nada protegidas, causando una erosión rápida mediante acanaladuras, ensanchamiento de grietas preexistentes y colapso parcial o total de la estructura. Las salpicaduras del agua de lluvia en las zonas bajas pueden originar grandes erosiones, sobre todo si existen condiciones favorables para el “estancamiento” del agua y, por tanto, para la disgregación y desmoronamiento de estos ladrillos de barro o de zonas de tapial.

También es importante la influencia de la humedad estacional, en zonas climáticas con una gran variación de humedad relativa entre invierno y verano, o incluso con grandes variaciones de humedad relativa entre invierno y verano, o incluso con grandes variaciones diarias entre la noche y las horas centrales del día sobre todo a finales de primavera y durante el verano. Estas variaciones de humedad originan unas dilataciones y contracciones, que afectan en mayor medida a paños de fábrica de mayor longitud.

La humedad está también influenciado por los fenómenos de niebla, rocío y escarcha; todos ellos depositan agua en el suelo y en los materiales que se encuentran en el exterior en contacto con el aire libre. Tanto en el primer caso que van a generar ascenso del agua por capilaridad, como en el segundo que van a propiciar un mayor contenido de agua, el resultado es el consiguiente riesgo de deterioro de los materiales. (5)

2.2.4. Impermeabilización por efecto del agua.

Se tienen que tener en cuenta, que los distintos tipos de estructuras tienen diversas necesidades de impermeabilización y a su vez un sinnúmero de elementos de una construcción (losas, muros, cimentaciones, estanques) requiere de un sistema o material generalmente distinto, Si bien son variados los aspectos en el que el proyectista debe considerar para el sistema de impermeabilización, para nuestro caso será por el grado de

exposición de la obra a fuentes de humedad: Intensidad de lluvia, nieve, aguas subterráneas, exposición permanente, periódica o eventual. (16)

2.2.5. Clasificación de viviendas del departamento de Huancavelica.

Según el Censo del 2007, del total de viviendas particulares con ocupantes presentes que suman 111 mil 275 viviendas, se destaca que 96 mil 258 tienen como material predominante en las paredes exteriores adobe o tapia, lo que representa el 86,5%; asimismo, 7 mil 631 viviendas tienen como material predominante piedra con barro (6,9%); 5 mil 845 viviendas tienen como material predominante ladrillo o bloque de cemento, lo que representa el 5,3%. En menores proporciones, están las viviendas que tienen como material en las paredes exteriores, madera (0,3%), quincha (0,3%), estera (0,2%), piedra, sillar con cal o cemento (0,1%) y Otro material (0,5%).

En comparación con el Censo de 1993, es importante destacar el incremento de las viviendas con adobe o tapial, que presenta un crecimiento del 31,5% y que en términos absolutos equivale a 23 mil 41 viviendas más con este material durante el periodo intercensal; asimismo, las viviendas con paredes exteriores de ladrillo o bloque de cemento representan un crecimiento del 202,5% en el mismo periodo, lo que representa un incremento de 3 mil 913 viviendas con este material. Otro dato a destacar, es el incremento de Otro material pasando de 233 en 1993 a 513 en el 2007, que representa el 120,2% más que en 1993.

Se observa que las viviendas con paredes de piedra, sillar con cal o cemento, quincha, piedra con barro y madera durante el periodo intercensal, tienen una variación negativa. La disminución más significativa se da en las viviendas con piedra, sillar con cal o cemento (79,9%). Ver anexo, III y IV.

A nivel provincial, Acobamba es la que tiene el mayor porcentaje de viviendas en cuyas paredes exteriores predomina el adobe o tapia (95,8%), seguido de las provincias de

Churcampa y Tayacaja con 94,3% y 91,6%, respectivamente. El segundo material más utilizado a nivel provincial en las paredes de las viviendas es la piedra con barro; y las provincias con mayor porcentaje de viviendas con este material, son Huaytará (17,4%) y Castrovirreyna (13,0%).

En comparación con el Censo 1993, las provincias con mayor porcentaje de viviendas en cuyas paredes exteriores predominó el adobe o tapia fueron: Churcampa (90,9%) y Tayacaja (89,7%). Mientras que las viviendas en cuyas paredes exteriores predominó la piedra con barro se presentaron los mayores porcentajes en: Huaytará (20,4%) y Angaraes (15,6%). Ver anexo tabla V. (17)

2.2.6 Precipitación pluvial en Huancavelica.

Las precipitaciones pluviales alcanzan 70 mm en los sectores más cercanos a la costa, mientras que en los pisos ecológicos de mayor altura (4 000 a 4 800 msnm) llegan a los 800 mm. (19)

2.2.7 Arcilla

La arcilla está constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados procedentes de la descomposición de minerales de aluminio. Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, siendo blanca cuando es pura. Surge de la descomposición de rocas que contienen feldespato, originada en un proceso natural que dura decenas de miles de años.

Físicamente se considera un coloide, de partículas extremadamente pequeñas y superficie lisa. El diámetro de las partículas de la arcilla es inferior a 0,002 mm. En la fracción textural puede haber partículas no minerales, los fitolitos. Químicamente es un silicato hidratado de alúmina, cuya fórmula es: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Se caracteriza por adquirir plasticidad al ser mezclada con agua, y también sonoridad y dureza al calentarla por encima de 800 °C. La arcilla endurecida mediante la acción del

fuego fue la primera cerámica elaborada por los seres humanos, y aún es uno de los materiales más baratos y de uso más amplio. Ladrillos, utensilios de cocina, objetos de arte e incluso instrumentos musicales como la ocarina son elaborados con arcilla. También se la utiliza en muchos procesos industriales, tales como en la elaboración de papel, producción de cemento y procesos químicos. (20)

2.2.8 La cal aérea en la construcción tradicional.

La cal ya era conocida en el sexto milenio a. C. como material de construcción para morteros y revestimientos, ya que en Çatal Hüyük se han encontrado paredes revocadas con morteros de cal y pintadas al fresco. Posteriormente, gracias a investigaciones de arqueólogos se ha descubierto que se ha usado en periodos como el Antiguo Egipto, Imperio asirio, Grecia clásica, en el Imperio romano; también, fuera del Mediterráneo, fue usada por los mayas, los incas y los aztecas en América y las primeras dinastías chinas o también las primeras dinastías indias.

Es muy importante no confundir la cal aérea con la cal hidráulica, ya que esta última contiene muchos silicatos y tiene un comportamiento diferente, sobre todo como material de construcción.

Solo la cal aérea tiene capacidad bioclimática y es capaz de conservarse en perfectas condiciones durante siglos, ya que posee poros que dejan transpirar las paredes y al mismo tiempo la impermeabilizan. También el núcleo que conserva, regula la temperatura del interior de una casa gracias al efecto de "respiración" de la casa a través suyo. Para ello, el resto de los materiales deben ser tradicionales, como piedra, barro, ladrillo tradicional, etc.

Una vez que la cal se utiliza, empieza a cristalizar y a carbonatarse, desde la superficie hacia dentro, conservando un núcleo húmedo que es el que le confiere sus propiedades y elasticidad, gracias a la cual tiene un comportamiento mecánico mejor que un cemento

portland, tanto para revocos exteriores como interiores, así como para morteros y otros usos.

Al cabo de cientos de años, la cal apagada o aérea, después de carbonatarse completamente, retorna a su estado original en la cantera, que es el de roca caliza.

Una observación importante es que la cal apagada no tiene propiedades adherentes y por lo tanto su fijación es mecánica a los huecos de la piedra o el ladrillo, por lo que si se va a aplicar a una pared lisa, previamente, hay que picarla para crear unos pequeños "hoyuelos" en toda la superficie donde se pueda "agarrar". (19)

2.2.8.1 Otros usos de la cal aérea

Otro uso de la cal es en "lechada" para enjalbegar (pintar) las paredes y en algunos casos los techos con una brocha gorda. Esta pintura tiene, como los enfoscados, revocos, estucos, etc. La cal aérea apagada, tiene un comportamiento bioclimático que hace que un edificio tenga frescor en verano y calor en invierno, el efecto vasija de barro o botijo.

Se utiliza en la técnica de construcción llamada tapial, ya que forma parte de la mezcla usada.

También puede ser usada para la creación de caminos de tierra o con mortero de cal que mantienen y regulan la temperatura de su superficie creando una zona con microclima "suave" y evitando la creación de charcos.

Asimismo puede usarse para desinfectar superficies como paredes o evitar plagas en árboles pintando la superficie de su tronco con lechada de cal. (19)

2.2.9 Morteros

Los morteros se clasifican en dos grupos:

Tipo I (en base a tierra con algún aglomerante como cemento, cal, asfalto, etc.)

Tipo II (en base a tierra con paja)

Se considera que las juntas de la albañilería constituyen las zonas críticas, en consecuencia ellas deberán contener un mortero del tipo I o II de buena calidad.

2.2.9.1 Mortero tipo I

Mortero de suelo y algún aglomerante como cemento, cal o asfalto.

Deberá utilizarse la calidad de agua que permita una adecuada trabajabilidad.

Las proporciones dependen de las características granulométricas de los agregados y de las características específicas de otros componentes que puedan emplearse.

2.2.9.2 Mortero tipo II

La composición del mortero debe cumplir los mismos lineamientos que las unidades de adobe y de ninguna manera tendrá una calidad menor que las mismas.

Deberá emplearse la cantidad de agua que sea necesaria para la mezcla trabajable.

Las juntas horizontales y verticales no deberán exceder de 2cm y deberán ser llenadas completamente. (11)

2.2.10 Succión:

Es la velocidad inicial con la que el ladrillo toma agua por capilaridad, medida en gramos de agua absorbidos por cada cm^2 de superficie puesta en contacto con el agua en un minuto, que mide la capacidad de imbibición de agua por capilaridad mediante inmersión parcial del ladrillo en un periodo corto de tiempo, es decir es la cantidad de agua que puede ascender por tensión capilar en una pieza.

Se mide el área A_i de la cara de la pieza que va a estar en contacto con el agua. En una bandeja nivelada, se añade agua hasta que queden cubiertos unos apoyos para los adobes, unos 3 mm manteniendo el nivel constante durante todo el ensayo. Cada pieza se coloca en posición de tabla, se asienta sobre los apoyos y se mantiene así durante 1 minuto. Se saca el adobe, se seca superficialmente con un paño escurrido y se obtiene su peso, Q_i en gramos.

La succión, S_i , de cada pieza, expresada en gramos por centímetro cuadrado y minuto con precisión de $0.01 \text{ gr/cm}^2 \cdot \text{min}$, viene dada por la fórmula:

$$S_i = (Q_i - P_i) / A_i$$

Dónde:

Q_i = Peso en gramos del adobe después de la inmersión

P_i = Peso en gramos del adobe antes de la inmersión.

A_i = Área en contacto medido en centímetros cuadrados del adobe.

El pliego de condiciones técnicas particulares podrá fijar el límite de succión de agua de los adobes. En ningún caso deberá ser superior a 0.45 gr/cm^2 por minuto. (15)

2.2.11. Prueba de absorción

La Prueba de Absorción se basó en la NTP 399.613 y tiene por objetivo conocer la capacidad de absorción de las muestras a ser ensayadas cuando alcanzan un estado de saturación, en otras palabras obtendremos un índice que refleje la capacidad de absorción de agua de los especímenes ante 24 horas de inmersión en agua.

Las unidades designadas para la prueba serán sometidas a un secado uniforme en un horno estándar por un lapso de 24 horas a una temperatura de 110°C . Este procedimiento se realiza con la finalidad de eliminar la humedad natural contenida en dichos especímenes para obtener un resultado basado únicamente en la absorción de agua producto de la inmersión de las muestras.

A continuación, se procede a pesar las muestras con una aproximación de 0.5 gr. Se preparan los recipientes en los cuales se sumergirán los especímenes, colocando

elementos que separen el adobe de la base del recipiente con la finalidad de que todas las caras del espécimen estén en contacto directo con el agua. Para tal fin se usaron dados de concreto.

Se sumerge el espécimen en agua limpia (potable), por un periodo de 24 horas

Pasado este lapso, se retira el espécimen, limpiando el agua superficial con un paño para posteriormente pesar el espécimen con una aproximación de 0.5 gr. Las muestras se pesan dentro de los 5 minutos siguientes de ser retirados del agua.

Calculamos la absorción de cada espécimen con la siguiente formula:

$$\text{Absorción}\% = 100 (W_s - W_d) / W_d$$

Dónde:

W_d = Peso seco del espécimen.

W_s = Peso del espécimen saturado, después de la inmersión en agua fría durante 24 horas.

Finalmente se calcula el promedio de la absorción de todos los especímenes ensayados.

Se seleccionaron tres unidades enteras correspondientes a cada una de las diferentes técnicas y de la muestra patrón, que se plantea en la presente investigación.

2.3 Hipótesis

Hipótesis general

H₁: Las técnicas de protección en construcciones de adobe con utilización de materiales propios de la zona, son favorables ante la exposición de lluvias, en el distrito de Lircay.

H₀: Las técnicas de protección en construcciones de adobe con utilización de materiales propios de la zona, no son favorables ante la exposición de lluvias, en el distrito de Lircay.

2.4 Definición de términos.

2.4.1. Prueba de Succión

Un método de campo para evaluar la succión de manera aproximada, consiste en medir un volumen (V_1 , en cm^3) inicial de agua sobre un recipiente de área definida y vaciar una parte del agua sobre una bandeja, luego se apoya la unidad sobre 3 puntos en la bandeja de manera que su superficie de asiento esté en contacto con una película de agua de 3 mm de altura durante un minuto, después de retirar la unidad, se vacía el agua de la bandeja hacia el recipiente y se vuelve a medir el volumen (V_2 , en cm^3) de agua; la succión normalizada a un área de 200 cm^2 , se obtiene como: $\text{SUCCION} = 200 (V_1 - V_2) / A$, expresada en $\text{gr}/200 \text{ cm}^2\text{-min}$, donde "A" es el área bruta (en cm^2) de la superficie de asiento de la unidad.

2.4.2. Cabuya o Fique.

Herbácea grande, de hojas verdes, largas y delgadas, provistas de espinas en sus bordes; escapo sólido y pesado. Sus hojas son carnosas y muy fibrosas. De su fibra se hacen hilos, de sus hojas papel, de sus espinas agujas, y sus hojas jabonosas sirven como detergente.

2.4.3. Humedad por capilaridad.

Se denomina humedad por capilaridad a aquella que asciende por las paredes de un edificio desde sus cimientos. La humedad consigue avanzar por las paredes debido a que la gran mayoría de los materiales de construcción contienen pequeños poros. Estos poros absorben el agua procedente del suelo, provocando que la humedad ascienda por la pared.

2.4.4. Características de adobe como material de construcción.

Tiene baja conductividad térmica que vuelve las construcciones de adobe tan acogedoras, su materia prima está siempre presente en el lugar de construcción con el ahorro consiguiente en su transporte. El adobe es higrófilo, tiende a absorber la humedad atmosférica cuando el aire está saturado de manera que por ello pierde su resistencia a los esfuerzos. Sus resistencias a

la compresión son bajas (de 3 a 5 Kg. por cm²) cuando está seco y pueden considerarse nulas a los esfuerzos de tracción.

2.4.5. La cal como material de construcción.

Los morteros de cal son aquellos morteros que están fabricados con óxido de calcio (cal), arena y agua. En la cual le incluimos la arcilla como material impermeable. La cal puede ser aérea o hidráulica, diferenciándose porque la hidráulica tiene un pequeño porcentaje de silicatos, lo que la hace más recomendable para su uso en ambientes húmedos.

2.4.6. Arcilla.

La arcilla es un material natural que está constituido por minerales en forma de granos. Puede ser un material muy moldeable al ser combinado con agua, por la cual se le puede dar cualquier forma y luego, se endurece al secar o al ser sometida al calor.

2.4.7. Muro Patrón.

Es un muro hecho íntegramente de adobes convencionales sin ningún tipo de recubrimiento ni refuerzos horizontales ni verticales. El muro posee juntas horizontales y verticales de 2.00 cm de espesor la cuales están hechas con un mortero del Tipo II, según la clasificación de morteros estipulada en la NTP E.080 acápite 2.2.9 Esta muestra nos sirvió como elemento comparativo entre las 3 soluciones planteadas.

2.4.8. Porcentaje de humedad.

El porcentaje de humedad en la cantidad de agua promedio que se obtuvo en las diferentes unidades de albañilería de cada técnica.

2.4.9. Poza de ensayo.

Es una estructura de albañilería sin reforzar, la estructura está dividida en cuatro secciones de iguales dimensiones con la finalidad de obtener pozos independientes y de esta forma

analizar por separado cada técnica. Las características geométricas de los pozos son de secciones interiores rectangulares, lo cual se utilizaron en el ensayo simulado a altas cantidades de agua en muros de adobe.

2.4.10. Limite líquido.

Cuando el suelo pasa de un estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse. Para la determinación de este límite se utiliza el aparato de Casagrande.

2.4.11. Ascenso capilar.

Cuando un agua sube por los espacios vacíos del suelo pueden comportarse en conjunto como tubos capilares con secciones transversales diferentes. En contraste con lo que ocurre en los tubos, los vacíos continuos del suelo se comunican entre sí en toda dirección, constituyendo un enrejado de vacíos.

2.4.12. Cabuya.

Es una planta que posee hojas gruesas y carnosas, generalmente terminadas en una afilada aguja en el ápice, arregladas en espiral alrededor de un tallo corto, en cuyos bordes hay espinas marginales, crecen en climas semisecos con temperatura promedio de 22 °C.

2.4.13. Penca de Tuna.

La penca de la tuna constituye el tallo y las ramas de la tuna, que tienen una apariencia de cojines ovoides y aplanados, unidos unos a otros, pudiendo en conjunto alcanzar hasta 5 m de altura y 4 m de diámetro.

2.4.14. Goma de Penca de Tuna.

Es el líquido lechoso que tiene una consistencia pegajosa que se obtiene de la trituración de la penca de la tuna.

2.5 Variables de estudio

V. Independiente

X: Técnicas de protección en muros de adobe.

V. Dependiente

Y: Exposición a lluvias

2.6 Definición operativa de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	INDICADORES
X: Técnicas de protección en muros de adobe.	Procedimiento final de la edificación que consiste en el recubrimiento de los muros de adobe con el objetivo de darle protección contra agentes externos y para darle acabado.	Está referido a la protección que se le dará a los muros para las cuales se aplicará tres técnicas. T1: Muro con zócalo de arcilla con goma de penca y paja. T2: Muro con zócalo de arcilla con cal y paja. T3: Muro con zócalo de arcilla con bagazo y fibra de cabuya.	- Proporción de materiales del diseño de mezcla, medido en volumen (m³) - Evaluación de costos en soles (S/.).
Y: Exposición a lluvias.	Exposición a la precipitación de partículas líquidas de agua, que alcanza la superficie terrestre.	Está referido a la exposición simulada de lluvias en los diferentes muros y unidades de adobe con o sin técnicas de protección.	- Ensayo a altas cantidades de agua (inundación) (índice de daño) - Ensayo de absorción: Porcentaje de absorción (%). - Ensayo de succión: Succión (gr/cm²/min). - Ensayo de capilaridad: Capilaridad medida en centímetros (cm).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito de estudio

El distrito de Lircay, es uno de los doce que conforman la Provincia de Angaraes ubicada en el Departamento de Huancavelica, perteneciente a la Región Huancavelica, Perú.

3.2 Tipo de investigación

Aplicada o experimental, persigue fines de aplicación directos e inmediatos, busca la aplicación sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de teorías. Esta investigación busca conocer para hacer y para actuar.

3.3 Nivel de Investigación

Descriptivo, explicativo

3.4 Método de Investigación

Experimental.

El enfoque experimental el investigador manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Esto se lleva a cabo en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

3.5 Diseño de Investigación

Descriptivo comparativo.

Parte de la consideración de dos o más investigaciones descriptivas simples

M_0 O_0

M_1 X_1 O_1

M_2 X_2 O_2

M_3 X_3 O_3

Dónde:

O_0, O_1, O_2, O_3 : Información de cada muestra.

M_0, M_1, M_2, M_3 : Cada una de las muestras.

X_1, X_2, X_3 : Técnica de aplicación.

3.6 Población, Muestra, Muestreo

3.6.1 Población:

Construcción de muros de adobe en el distrito de Lircay.

3.6.2 Muestra:

Muro 0, patrón.

Muro 1, con zócalo de arcilla con goma de penca y paja.

Muro 2, con zócalo de arcilla con cal y paja.

Muro 3, con zócalo de arcilla con bagazo y fibra de cabuya.

- Se construyeron 2 muestras por cada tipo de muro para ser promediados.

3.6.3 Muestreo:

Determinado, por lo general el muestreo determinístico implica un juicio personal algunas veces el del investigador y en otras el del recopilador de datos, es recomendable utilizarlo solamente en el proceso de estudio exploratorio que trata de definir el cambio de la investigación.

3.7 Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos

Ficha de Observación, porque los resultados se registraran y estudiaran dentro de un laboratorio.

Se observó atentamente los diferentes ensayos, se tomó la información y se registró en una ficha para su posterior análisis, en el cual nos apoyamos para obtener el mayor número de datos.

3.8 Procedimiento de Recolección de Datos

3.8.1 Estudios preliminares.

A. Adobera.

Se fabricó los adobes similares a como se utilizan en la zona de estudio. La adobera escogida tiene una antigüedad de 20 años, cuya cantera queda en el Distrito de Lircay en la Calle Anccara N° 284 de propiedad del Prof. Guzmán Zorrilla Salvador.

Las dimensiones tomadas de las diferentes muestras escogidas de la adobera ya mencionada, nos dan las siguientes dimensiones promedios.

Largo = 38 cm.

Ancho = 24 cm.

Altura = 12 cm.

Foto N°1: MATERIA PRIMA



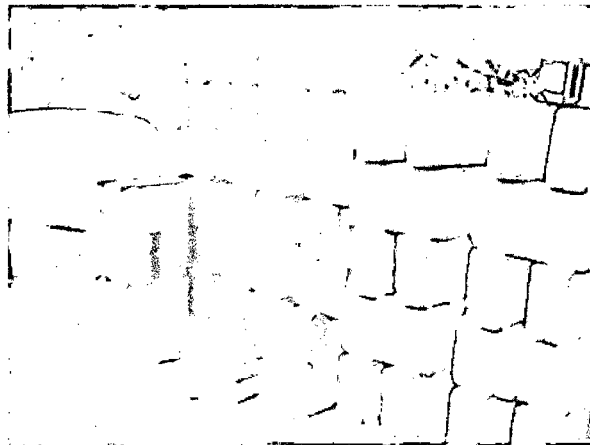
Materia prima para la fabricación de las unidades de adobe.

Foto N°2: UNIDADES DE ADOBE



Unidades de adobe utilizados en los diferentes ensayos.

Foto N°3: UNIDADES DE ADOBE EN PROCESO DE SECADO.



Unidades de adobe en la última semana de secado, para la utilización en las diferentes técnicas.

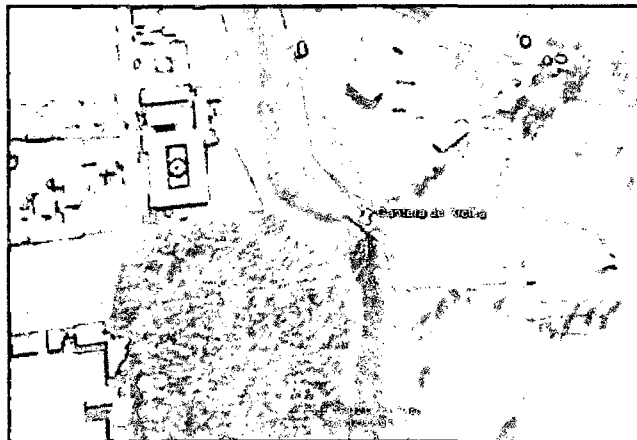
B. Propiedades físicas de la arcilla.

La arcilla utilizada en la investigación tiene como origen una cantera que tiene la siguiente ubicación tal como se detalla en la fotografía N° 4 de la ciudad de Lircay. Las propiedades físicas de la arcilla utilizada se muestran en el anexo XI.

Ubicación:

- Departamento: Huancavelica.
 - Provincia: Angaraes.
 - Distrito de Lircay.
- Latitud sur 12°50'50.45".
- Longitud oeste 74°43'19.50".
- Altura de 3283m.s.n.m

Foto N°4: UBICACIÓN DE LA CANTERA DE ARCILLA.



Cantera de Arcilla, ubicada a espaldas de la facultad de Minas - Civil de la UNH.

Ensayo de análisis granulométrico

- ✓ Verificar que los tamices N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N°100, N°200, y la bandeja estén apilados en ese orden en el tamizador automático, y tamizar durante 10 minutos.
- ✓ Extraer los tamices de la máquina de tamizado y verter el material retenido en cada tamiz, empezando por el tamiz de mayor abertura, en un recipiente y determinar las masas de suelo retenido en cada uno de los tamices. Es importante no perder ninguna partícula de suelo.
- ✓ Es común que aparezcan partículas retenidas en la malla de tamiz, cuando esto sucede, se debe limpiar con la brocha por la parte inferior de la malla, teniendo cuidado que las partículas caigan dentro del recipiente.

Foto N°5: ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO.



Disgregación de terrones de arcilla, con el rodillo metálico, para evitar posibles lecturas erróneas en el ensayo de análisis granulométrico.

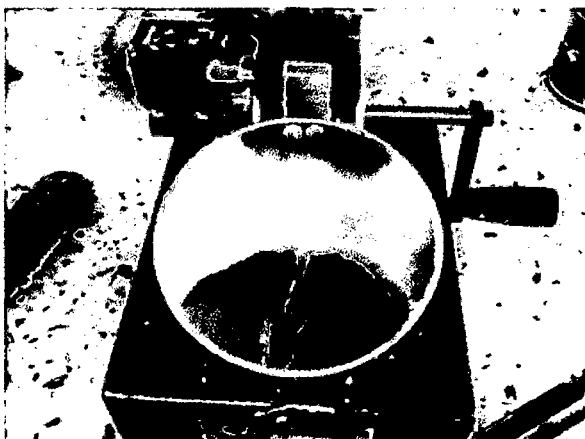
Limite liquido

- ✓ Colocar una porción de la muestra preparada que pasa el tamiz N°200 en la copa del aparato del limite liquido presionarla hacia abajo y dispersarla dentro de la copa hasta una profundidad de aproximadamente 10mm.
- ✓ Con el ranurador, formar una ranura en la muestra dentro del aparato de Casagrande. Al utilizar la herramienta ranuradora se debe tener cuidado en que ésta permanezca perpendicular a la superficie de la copa en el momento del corte.
- ✓ Levantar y dejar caer la copa girando la manivela del aparato a una velocidad de 1.9 a 2.1 caídas por segundo, hasta que las dos mitades de la muestra entren en contacto en una distancia de 13mm.
- ✓ Registrar el número de golpes, N, requerido para cerrar la ranura. Remover una porción de la muestra de la copa con ayuda de una espátula.
- ✓ Esta operación debe realizarse manteniendo la espátula perpendicular a la superficie de la copa y a la ranura, además se debe retirar el segmento

que corresponde a la unión de las mitades. Colocar la muestra retirada en un recipiente previamente pesado y taparlo inmediatamente, a continuación obtener el peso húmedo del recipiente más la muestra húmeda.

- ✓ Volver a mezclar toda la muestra guardada agregando agua destilada para incrementar el contenido de humedad del suelo y consecuentemente disminuir el número de golpes requerido para cerrar la ranura. Repetir los pasos anteriores para producir al menos dos números de golpes más bajos.
- ✓ Uno de los ensayos deberá estar entre 25 a 35 golpes, otro entre 20 y 30 golpes y el último entre 15 a 25 golpes.
- ✓ Determinar el contenido de humedad, W_n , de las muestras de suelo correspondientes a cada número de golpes.

Foto N°6: DETERMINACION DEL LIMITE LÍQUIDO.

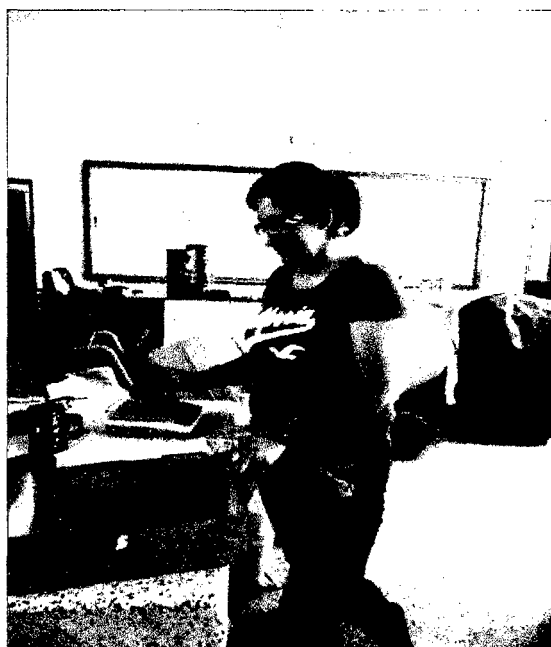


Se muestra el aparato de Casagrande y la pastilla de arcilla, antes de empezar la prueba, para determinar el límite líquido del suelo cohesivo.

Contenido de humedad

- ✓ Colocamos en una cápsula (tara) los 100 gr. Como mínimo De suelo y controlamos su peso.
- ✓ Luego colocamos en el horno de Temperatura constante la tara más el suelo húmedo por espacio de 24 horas mínimo. Después de 24 horas extraemos del horno la tara más el suelo seco.
- ✓ Lo dejamos enfriar por espacio de 15 minutos y luego controlamos su peso.

Foto N°7: CALCULANDO EL PORCENTAJE DE HUMEDAD.



Se pesan las muestras para proceder a colocarlos en el horno, para determinar el porcentaje de humedad.

C. Características de la poza de ensayo.

Las pozas son estructuras de albañilería sin refuerzo y tarrajada las paredes interiores.

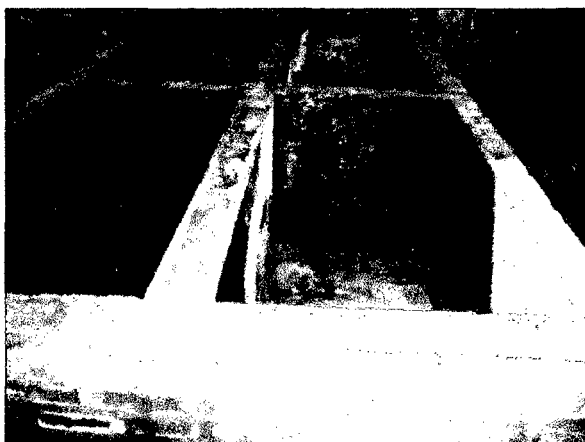
Se utilizó cemento atlas tipo I, para el tarrajeo de las paredes interiores.

Se construyeron las pozas en la adobera se optó esta solución por la cercanía al lugar donde se utilizaron los adobes, ya que la Universidad Nacional de Huancavelica no contaba con tales ensayos.

La estructura está dividida en cuatro secciones de iguales dimensiones con la finalidad de obtener pozos independientes y de esta forma analizar cada técnica,

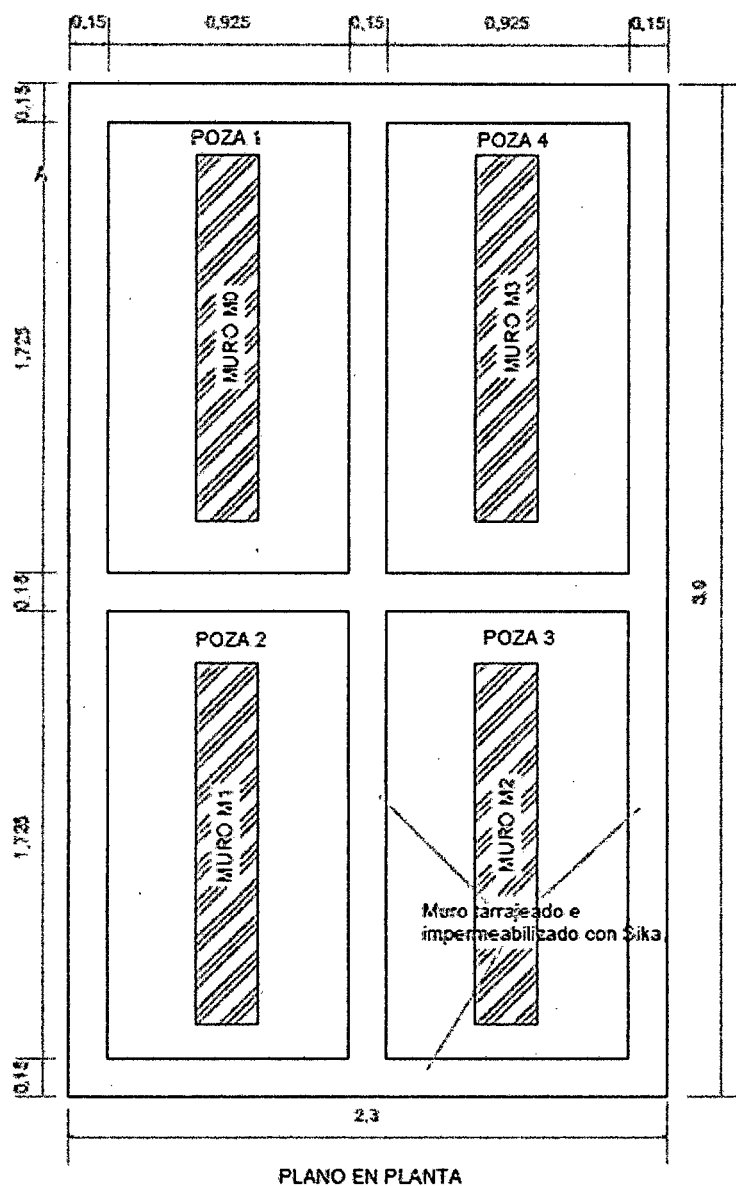
Las características geométricas de los pozos son de secciones interiores rectangulares, utilizado en el ensayo simulado a altas cantidades de agua en muros de adobe, se detalla las dimensiones en el Plano N°1.

Foto N°8: POZAS DE ENSAYO



Pozas de forma rectangular para el ensayo de los muros a exposición a altas cantidades de agua.

PLANO N°1: PLANO EN PLANTA.



Plano de pozo en planta, con sección interior dividida en cuatro, medida en metros, con una altura de 1.00 mt.

D. Diseño y Construcción de muros de adobe.

Características comunes de los 4 muros

Los muros o especímenes para la prueba de exposición a altas cantidades de agua presentaron las siguientes características en común:

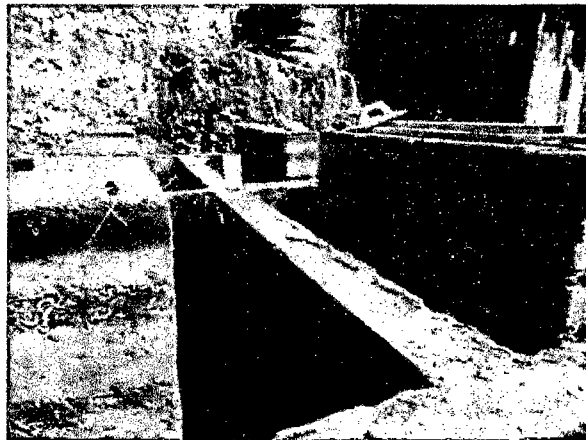
- ✓ Las unidades de adobe utilizadas en los muros fueron elaboradas con materiales provenientes de la misma cantera como se detalla en el acápite 3.8.1, para de esta forma contribuir a la homogeneidad del material.
- ✓ Todos los muros contaron con las mismas dimensiones: 1.30 m de alto, 1.40 m de largo y 0.24 m de espesor.
- ✓ Se utilizó el mismo aparejo o amarre de "soga" para el asentado de los muros..
- ✓ Cada hilada estuvo compuesta de 3 unidades enteras y una media unidad de adobe correspondiente a cada muro.
- ✓ Todos los muros fueron construidos por el mismo personal para eliminar el factor de incertidumbre por variación en la mano de obra.
- ✓ Las juntas verticales y horizontales de los muros tuvieron como promedio 2.00 cm de espesor y el mortero fue hecho con el mismo material de los adobes. (Tipo II).
- ✓ Fueron ensayadas en las mismas pozas geométricamente iguales, las cuales albergarán el mismo volumen de agua.
- ✓ Todos los muros fueron afectados por los mismos factores atmosféricos, tales como temperatura, presión y humedad.
- ✓ Se utilizó agua potable sin impurezas proveniente de la misma fuente.

Foto N°9: CONSTRUCCION DE MUROS



Construcción de muros de adobe utilizando el mismo personal para eliminar el factor de incertidumbre por variación en la mano de obra.

Foto N°10: VISTA SUPERIOR DE LOS MUROS DE ABOBE



Vista superior de los cuatro muros de adobe contruidos dentro de los pozos.

a.- Características y proceso constructivo del Muro Patrón M0

El muro M0 fue hecho íntegramente de adobes convencionales sin refuerzos horizontales ni verticales de ningún tipo. El muro posee juntas horizontales y verticales de 2.00 cm de espesor la cuales están hechas con un mortero del Tipo

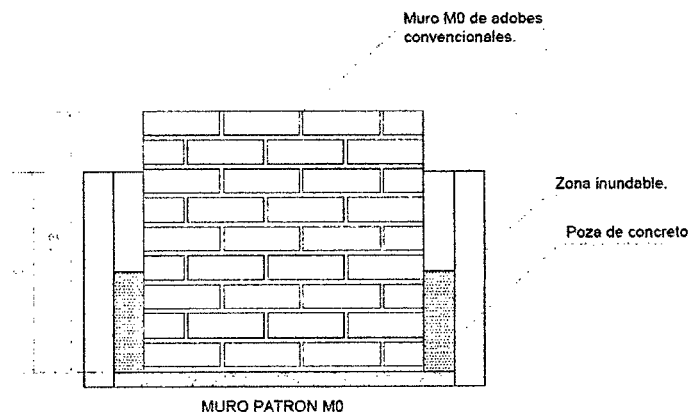
II, según la clasificación de morteros estipulada en la NTP E.080 acápite 2.2.9 la cual detalla que el mortero de este tipo estará compuesto por el mismo material que las unidades de adobe y que de ninguna forma tendrá una calidad menor para lograr la homogeneidad del material en el muro en cuestión. Esta muestra nos sirvió como elemento comparativo entre las 3 soluciones planteadas y fue construido sin ninguna protección contra las lluvias.

Foto N°11: MURO PATRON M0



Muro patrón M0, se aprecia que no lleva ninguna técnica de protección.

PLANO N°2: PLANO DE SECCION TRANSVERSAL.



Sección transversal del Muro Patrón M0.

CUADRO N°1: Metrado de materiales del Muro Patrón M0

Nº PARTIDA	DESCRIPCIÓN	unid.	cant.	LARGO	ANCHO	ALTO	SUB. TOTAL	TOTAL
1.00	Construcción del muro patrón M0							
1.01	Albañilería							
1.01.01	Muro de adobes de sogá	m2	1.00	1.40		1.30		1.82

El cuadro muestra el metrado total de materiales del Muro Patrón M0.

b.- Características y proceso constructivo del Muro con zócalo de arcilla, goma de penca y paja. M1

El muro con zócalo de arcilla, goma de penca y paja, se construyó con altura de 70 cm. Este zócalo proporciona una barrera hidráulica con lo cual se aminoró el porcentaje de absorción de agua en el muro, es la primera solución que se plantea en la presente investigación para tratar el problema de la acción del agua sobre las estructuras de adobe, las cuales tendrán las mismas características del Muro Patrón M0 (unidades de adobe convencionales, tipo de mortero, espesor de juntas, tipo de amarre y mano de obra).

CUADRO N°2: Metrado de materiales del Muro con zócalo de arcilla, con goma de penca y paja. M1

Nº PARTIDA	DESCRIPCIÓN	unid.	cant.	LARGO	ANCHO	ALTO	SUB. TOTAL	TOTAL
1.00	Construcción del muro M1							
1.01	Albañilería							
1.01.01	Muro de adobes de sogá	m2	1.00	1.40		1.30	1.82	1.82
1.02	Zocalo							
1.02.01	Zocalo de arcilla, goma de penca y paja.	m2						2.338
	parte frontal	m2	2.00	1.40		0.70	1.96	
	parte lateral	m2	2.00	0.27		0.70	0.38	

El cuadro muestra el metrado total de materiales del Muro M1.

- ✓ 0.076 m³ de mortero simple Tipo II Equivalente a 6.95 unidades adobe convencional.

CUADRO N°3: Diseño de mezcla del Muro con zócalo de arcilla, goma de penca y paja. M1

MATERIAL	RENDIMIENTO	unidad	AREA m2	TOTAL
Arcilla (kg.)	14.50	kg/m2	2.338	33.90
Penca de tuna.				
Goma (lts.)	1.25	lts/m2	2.338	2.92
Agua (lts.)	0.25	lts/m2	2.338	0.58
Paja (gr.)	12.00	gr/m2	2.338	28.06

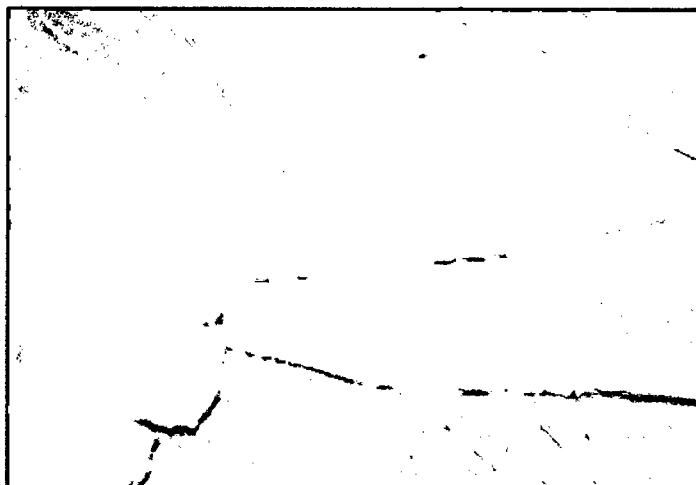
El cuadro muestra el diseño de mezcla y el material total para el tarrajeo del muro M1.

La mezcla para el tarrajeo se realizó con los pasos siguientes:

- ✓ A las pencas de la tuna se les quita las espinas y luego se pica.
- ✓ Se muele, hasta que suelte la goma.
- ✓ Luego se mezcla con la arcilla, paja y agua y se deja remojar por 1 día.

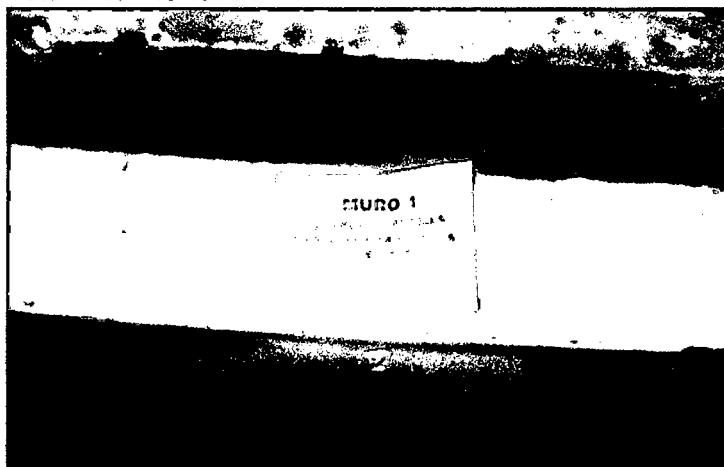
- ✓ Antes de la utilización de la arcilla, se tuvo que cernir, para evitar las aglutinaciones.

Foto N°12: HOJAS DE PENCA

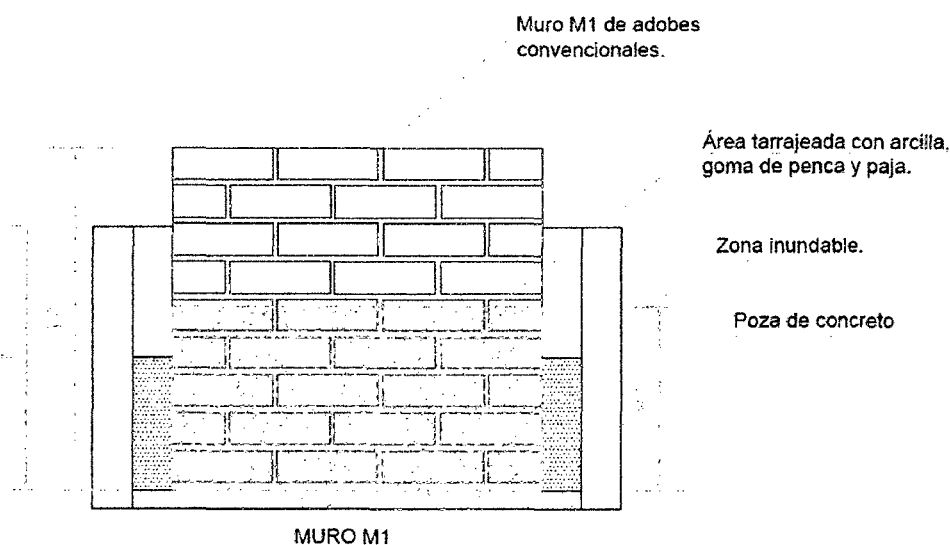


Obtención de la penca de la tuna sin espinas.

Foto N°13: MURO M1.



Vista en planta del muro M1.



PLANO N°3: PLANO DE SECCION TRANSVERSAL.

Sección transversal del Muro M1.

c.- Características y proceso constructivo en Muro con zócalo de arcilla, cal y paja. M2

Este zócalo, abarco una altura de 70 cm. Este zócalo proporciono una barrera hidráulica con lo cual se aminoro el porcentaje de absorción de agua en el adobe. De esta forma planteamos como segunda solución la utilización de adobes y un recubrimiento (tarrajeo) para las zonas que se encuentren en contacto directo con el agua.

El tarrajeo fue aplicado sobre el muro directamente.

El muro M2 se construyó con adobes convencionales siguiendo los mismos lineamientos del Muro Patrón M0 (unidades de adobe convencional, tipo de mortero, espesor de juntas y mano de obra).

CUADRO N°4: Metrado de materiales del Muro con zócalo de arcilla, con cal y paja.

M2

Nº PARTIDA	DESCRIPCIÓN	unid.	cant.	LARGO	ANCHO	ALTO	SUB. TOTAL	TOTAL
1.00	Construcción del muro M1							
1.01	Albañilería							
1.01.01	Muro de adobes de sogá	m2	1.00	1.40		1.30	1.82	1.82
1.02	Zocalo							
1.02.01	Zocalo de arcilla, cal y paja.	m2						2.338
	parte frontal	m2	2.00	1.40		0.70	1.96	
	parte lateral	m2	2.00	0.27		0.70	0.38	

El cuadro muestra el metrado total de materiales del Muro M2.

- 0.076 m³ de mortero simple Tipo II Equivalente a 6.95 unidades adobe convencional.

CUADRO N°5: Diseño de mezcla del Muro con zócalo de arcilla, con cal y paja. M2

MATERIAL	RENDIMIENTO	unidad	AREA m2	TOTAL
Cal (kg.)	5.50	kg/m2	2.338	12.86
Arcilla (kg.)	9.00	kg/m2	2.338	21.04
Paja (gr.)	12.00	gr/m2	2.338	28.06
Agua (lts.)	2.00	lts/m2	2.338	4.68

El cuadro muestra el diseño de mezcla y el material total para el tarrajeo del muro M2.

La mezcla para el tarrajeo se realizó con los pasos siguientes:

- ✓ Se hace el cernido de la arcilla para evitar aglutinaciones y de igual manera con la cal.
- ✓ La paja se corta en tamaños de 10 cm.

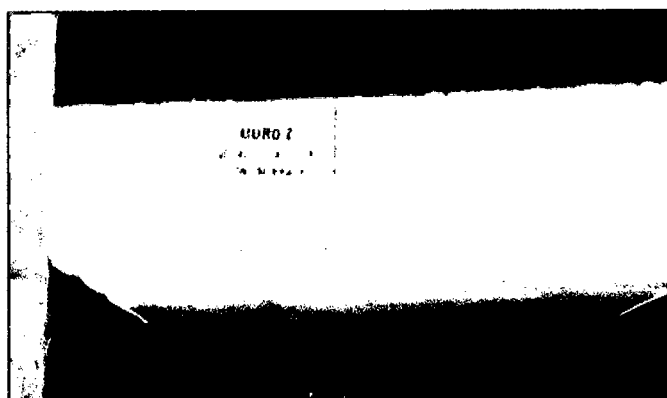
- ✓ Se mezcla la arcilla con la cal, volviéndolo una mezcla homogénea, para luego agregar el agua y la paja.

Foto N°14: CERNIDO DE LA ARCILLA.



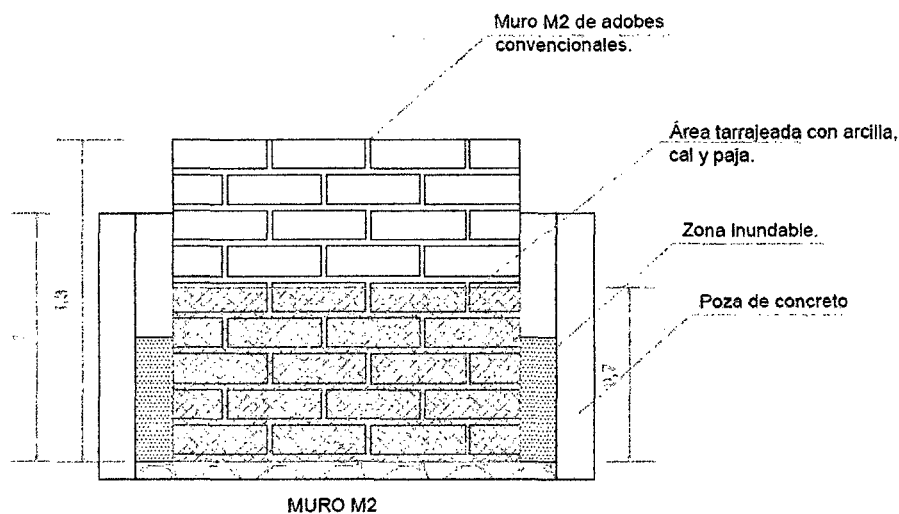
Cernido de la arcilla para la posterior preparación de la mezcla para el tarrajeo.

Foto N°15: MURO M2.



Vista en planta del muro M2.

PLANO N°4: PLANO DE SECCION TRANSVERSAL.



Sección transversal del Muro Patrón M2.

d.- Características y proceso constructivo en Muro con zócalo de arcilla, con bagazo y fibra de Cabuya. M3

El muro con zócalo de arcilla, con bagazo y fibra de Cabuya, se construyó un zócalo con altura de 70 cm. Este zócalo proporciona una barrera hidráulica con lo cual se aminoró el porcentaje de absorción de agua en el muro, esta solución que se plantea en la presente investigación fue para tratar el problema de la acción del agua sobre las estructuras de adobe, las cuales tendrán las mismas características del Muro Patrón M0 (unidades de adobe convencionales, tipo de mortero, espesor de juntas, tipo de amarre y mano de obra).

CUADRO N°6: Metrado de materiales del Muro con zócalo de arcilla, con bagazo y fibra de Cabuya. M3

Nº PARTIDA	DESCRIPCIÓN	unid.	cant.	LARGO	ANCHO	ALTO	SUB. TOTAL	TOTAL
1.00	Construcción del muro M1							
1.01	Albañilería							
1.01.01	Muro de adobes de sogá	m2	1.00	1.40		1.30	1.82	1.82
1.02	Zocalo							
1.02.01	Zocalo de arcilla, bagazo y fibra de cabuya.	m2						2.338
	parte frontal	m2	2.00	1.40		0.70	1.96	
	parte lateral	m2	2.00	0.27		0.70	0.38	

El cuadro muestra el metrado total de materiales del Muro M3.

- 0.076 m³ de mortero simple Tipo II Equivalente a 6.95 unidades adobe convencional.

CUADRO N°7: Diseño de mezcla del Muro con zócalo de arcilla, con bagazo y fibra de Cabuya. M3

MATERIAL	RENDIMIENTO	unidad	AREA m2	TOTAL
Arcilla (kg.)	14.50	kg/m2	2.338	33.90
Cabuya				
bagazo (lts.)	1.25	lts/m2	2.338	2.92
fibra (gr.)	12.00	gr/m2	2.338	28.06
Agua (lts.)	0.25	lts/m2	2.338	0.58

El cuadro muestra el diseño de mezcla y el material total para el tarrajeo del muro M1.

La mezcla para el tarrajeo se realizó con los pasos siguientes:

- ✓ Las hojas de cabuya ya cortadas se dejan reposar en forma vertical por 24 horas, con la finalidad de obtener el bagazo.
- ✓ Se empieza a retirar de las hojas de cabuya, la fibra en forma de hilos, que nos servirá como material de flexibilidad.
- ✓ La fibra se cortara en tamaños de 10.0 cm.
- ✓ Antes de la utilización de la arcilla, se tuvo que cernir, para evitar las aglutinaciones.

Foto N°16: CABUYA



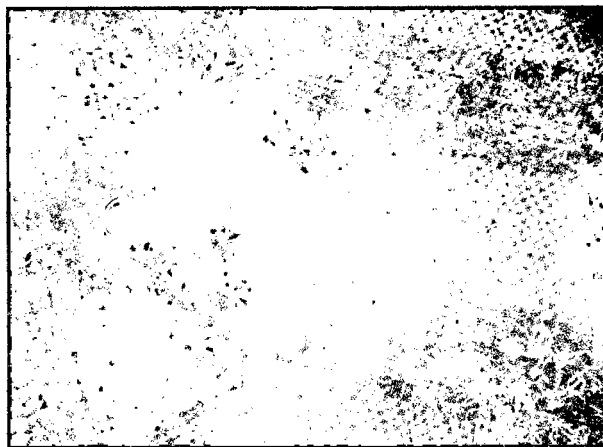
Obtención de hojas de Cabuya, en la cual se retiran las espinas.

Foto N°17: SECADO DE CABUYA.



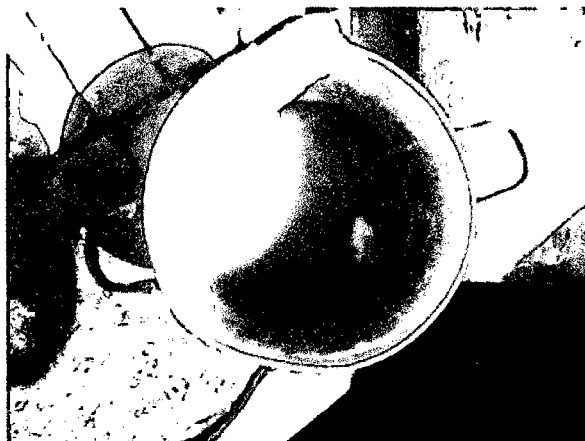
Obtención de la fibra de Cabuya.

Foto N°18: SECADO DE LA FIBRA DE CABUYA.



Se corta la fibra de cabuya en trozos de 10.0 cm.

Foto N°19: BAGAZO DE CABUYA.



Se deja reposar las hojas de la Cabuya durante 24 horas y se obtiene el bagazo que tiene una consistencia pegajosa.

Foto N°20: PREPARACION DE LA MEZCLA PARA EL TARRAJEO.



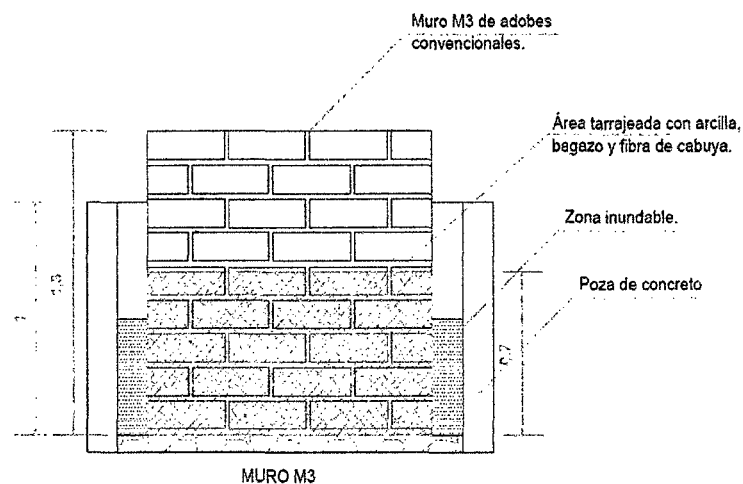
Se utiliza el diseño de mezcla como se detalla en el cuadro N°7, para la preparación de la mezcla para el tarrajeo.

Foto N°21: MURO M3.



Vista en planta del muro M3.

PLANO N°5: PLANO DE SECCION TRANSVERSAL.



Sección transversal del Muro M3.

3.8.2 Ensayos de laboratorio.

3.8.2.1 Pruebas en unidades de adobe

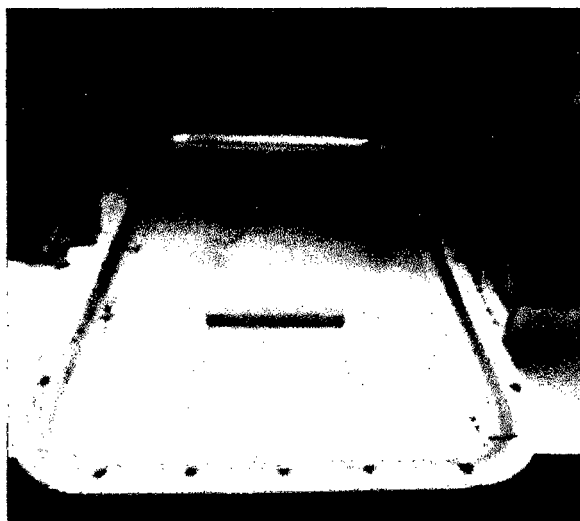
Las pruebas realizadas constituyen índices que nos permiten comprender y comparar el comportamiento de las unidades ante la exposición de agua. Para tal fin nos basamos en las pruebas de Succión y de Absorción descritas en la NTP 399.613, la cual detalla los métodos de muestreo y ensayos en ladrillos de arcilla. Cabe destacar y advertir que estos procedimientos fueron concebidos para ladrillos de arcilla consolidadas por medios físicos en materiales de características muy diferentes a las unidades de adobe. Esto fue debido a que la Norma Técnica Peruana E.080 no especifica procedimientos para el ensayo y muestreo de unidades de adobe para las pruebas citadas, por lo cual tuvimos que adaptar dichos ensayos observando sus alcances y limitaciones en unidades de adobe.

3.8.2.1.1 Prueba se succión

Procedimiento.

- ✓ Se seleccionaron 3 unidades enteras, se tarrajearan con un espesor de 1.50cm a cada una de ellas con las diferentes técnicas de protección que se plantea a excepción de las unidades que serán utilizadas como patrón.
- ✓ Se somete a los especímenes a un secado uniforme por un tiempo de 48 horas a una temperatura ambiente. Este procedimiento se realiza con la finalidad de eliminar la humedad del tarrajeo contenida en dichos especímenes con la finalidad de que los resultados estén determinados únicamente por el agua absorbida de la bandeja, eliminando el factor de humedad del tarrajeo.
- ✓ A continuación se procede a medir las dimensiones de los especímenes para determinar el área que estará en contacto con el agua, que en este caso corresponde a una base rectangular uniforme.
- ✓ Luego, se pesan los especímenes en una balanza electrónica con una aproximación de 0.5 gr para registrar el peso seco del espécimen.
- ✓ Los aparatos utilizados en esta prueba serán una bandeja modificada para contener el agua de la prueba y los soportes para las unidades de adobe. La bandeja debe contar con una profundidad no menor de 25 mm, y de largo y ancho tales que la superficie de agua no sea menor de 920 cm². La base de la bandeja deberá ser plana; los soportes de las unidades son dos barras de acero no corrosible, de 240 mm de longitud aproximadamente, de sección transversal cuadrada, de espesor aproximado de 6 mm. La finalidad de estos soportes es evitar el contacto directo del espécimen con la bandeja.

Foto N°22: BANDEJA PARA PRUEBA DE SUCCION.



Bandeja para pruebas de succión. Los soportes se encuentran dispuestos para recibir al espécimen.

- ✓ Se ajusta la posición de la bandeja, de manera que el fondo esté nivelado y se colocan los soportes metálicos. Se agrega agua hasta que el nivel de la misma sea de $3 \text{ mm} \pm 0.25 \text{ mm}$ sobre los soportes. Después se coloca el espécimen sobre los soportes. Durante el periodo de contacto, el cual será de $1 \text{ min} \pm 1 \text{ s}$, se mantendrá el nivel de agua constante gracias al dispositivo de rebalse de la bandeja.
- ✓ Luego se retira el espécimen y se seca el agua superficial con un paño húmedo para volver a pesar el espécimen, obteniendo el peso final de la muestra, el cual incluye el peso del agua absorbida en un minuto. El secado del agua superficial de las muestras se hará dentro de los 10 segundos siguientes de retirado el espécimen y deberá pesarse dentro de los siguientes 2 minutos.

- ✓ Finalmente, la succión se calcula como la diferencia de peso, en gramos, entre el peso inicial y el peso final del espécimen, es decir será el peso del agua absorbida por la muestra durante el minuto de contacto con el agua.
- ✓ Por último, calculamos y reportamos el promedio de succión de todos los especímenes ensayados, con aproximación a 0,1 gr/min/cm².

A.- Succión en muestras del Muro Patrón. (M0)

Trascurrido el minuto de contacto del adobe convencional con el agua hubo un importante ascenso del agua por capilaridad del orden de 3.00 cm.

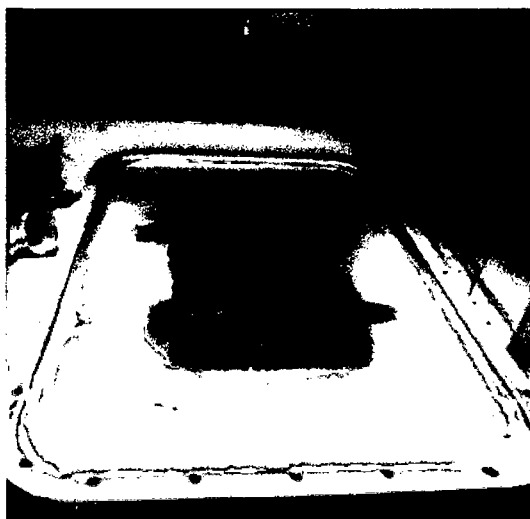
Se observó que los tres especímenes de adobe convencional sufrieron una avanzada degradación y posterior desprendimiento de partículas de la cara en contacto con el agua, dichas partículas fueron a dar al fondo de la bandeja, por lo cual se infiere que los especímenes perdieron una cantidad considerable de peso que podría exceder al peso del agua absorbida. Esta hipótesis fue corroborada al registrar los pesos de los especímenes tras un minuto de exposición al agua.

Foto N°23: PRUEBA DE SUCCION.



Especimen sometido a la prueba de succión, ascenso capilar de agua de 3 cm en muestra patrón.

Foto N°24: BANDEJA DESPUES DEL ENSAYO.



Material desprendido producto de la degradación del espécimen patrón durante la prueba de succión.

CUADRO N°8: Succión de las muestras del M0.

MUESTRA	PESO SECO (gr.)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA (cm ²)	PESO CON AGUA ABSORBIDA (gr)	AGUA ABSORBIDA (gr)	SUCCIÓN (gr/min/cm ²)	SUCCIÓN PROMEDIO (gr/min/cm ²)
P1	17443.80	38.20	24.00	12.50	916.80	17428.80	-15.00	-0.016361	-0.018
P2	17425.80	38.00	24.20	12.00	914.76	17408.60	-17.20	-0.018803	
P3	17378.60	37.80	24.00	12.00	912.00	17362.20	-16.40	-0.017982	

Indica la succión promedio de la muestra patrón.

B.- Succión en muestras de adobes del Muro tarrajado con arcilla, goma de penca de tuna y paja. (M1)

Como se observa en la Foto 25 los tres especímenes de adobe tarrajados con arcilla, goma de penca y paja, presentaron un comportamiento superior a los adobes convencionales en cuanto a resistencia y ascenso capilar. En primer lugar no se suscitó ningún desprendimiento ni pérdida del material en

contacto con el agua conservando la integridad y las mismas dimensiones. Adicionalmente se observó un menor ascenso capilar de agua del orden de 1.20 cm, lo cual indica a priori que la cantidad de vacíos del adobe estabilizado es menor que la del adobe convencional.

Foto N°25: PRUEBA DE SUCCION M1.



Nótese el ascenso capilar de agua del orden de 1.20 cm.

CUADRO N°9: Succión de las muestras del M1.

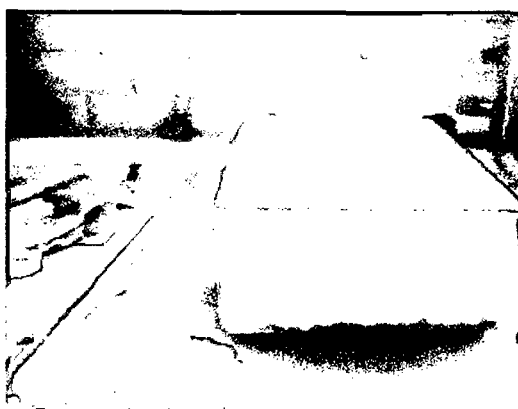
MUESTRA	PESO SECO (gr.)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA (cm ²)	PESO CON AGUA ABSORBIDA (gr)	AGUA ABSORBIDA (gr)	SUCCIÓN (gr/min/cm ²)	SUCCIÓN PROMEDIO (gr/min/cm ²)
B1	26789.60	41.60	27.60	15.20	1148.16	26812.30	22.70	0.019771	0.019
B2	25443.80	41.90	26.80	15.00	1122.92	25464.80	21.00	0.018701	
B3	27987.20	42.30	28.10	16.50	1188.63	28010.67	23.47	0.019745	

Succión promedio de la prueba de succión en adobes tarrajeados con arcilla, goma de penca y paja. M1.

C.- Succión en muestras de adobes tarrajados con arcilla cal y paja. M2

El tarrajeo aplicado guardaba las mismas características del muro M1 en relación al mismo espesor de capa de 1.50 cm. Se esperó que el tarrajeo cumpliera 48 horas de secado para realizar la prueba.

Foto N°26: PRUEBA DE SUCCION M2.



Espécimen de adobe tarrajado tras un minuto de exposición al agua. Nótese el ascenso capilar de agua del orden de 0.80 cm.

Los resultados de la prueba de succión en adobes tarrajados con arcilla, cal y paja, se resumen en cuadro 10.

CUADRO N°10: Succión de las muestras del M2.

MUESTRA	PESO SECO (gr.)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA (cm ²)	PESO CON AGUA ABSORBIDA (gr)	AGUA ABSORBIDA (gr)	SUCCIÓN (gr/min/cm ²)	SUCCIÓN PROMEDIO (gr/min/cm ²)
C1	25678.50	41.00	27.10	15.10	1111.10	25691.20	12.70	0.0114	0.012
C2	27897.40	42.00	27.60	15.36	1159.20	27912.50	15.10	0.0130	
C3	26005.00	41.60	27.25	15.24	1133.60	26019.10	14.10	0.0124	

Succión promedio de la prueba de succión en adobes del Muro adobes tarrajados con arcilla cal y paja. M2

D.- Succión en muestras de adobes del Muro tarrajado con arcilla con bagazo y fibra de cabuya.(M3)

Se esperó que el tarrajeo cumpliera 48 horas de secado para realizar la prueba. No se suscitó ningún desprendimiento ni pérdida del material en contacto con el agua conservando la integridad y las mismas dimensiones. Adicionalmente se observó un menor ascenso capilar de agua del orden de 1.80 cm, lo cual significa que la cantidad de vacíos del adobe estabilizado es menor que la del adobe convencional.

CUADRO N°11: Succión de las muestras del M3.

MUESTRA	PESO SECO (gr.)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA (cm ²)	PESO CON AGUA ABSORBIDA (gr)	AGUA ABSORBIDA (gr)	SUCCIÓN (gr/min/cm ²)	SUCCIÓN PROMEDIO (gr/min/cm ²)
G1	25397.45	40.20	27.14	15.30	1091.03	25427.30	29.85	0.0274	0.028
G2	25974.45	41.80	26.45	15.80	1105.61	26005.90	31.45	0.0284	
G3	26578.20	42.30	27.34	25.34	1156.48	26610.50	32.30	0.0279	

Succión promedio de la prueba de succión en adobes tarrajados con arcilla, bagazo y fibra de cabuya M3.

3.8.2.1.2 Prueba de absorción

Procedimiento.

- ✓ Las unidades designadas para la prueba serán sometidas a un secado uniforme en un horno estándar por un lapso de 24 horas a una temperatura de 110 °C. Este procedimiento se realiza con la finalidad de eliminar la humedad natural contenida en dichos especímenes para obtener un resultado basado únicamente en la absorción de agua producto de la inmersión de las muestras.
- ✓ A continuación, se procede a pesar las muestras con una aproximación de 0.5 gr. Se preparan los recipientes en los cuales se sumergirán los especímenes, colocando elementos que separen el adobe de la base del recipiente con la

finalidad de que todas las caras del espécimen estén en contacto directo con el agua. Para tal fin se usaron dados de concreto.

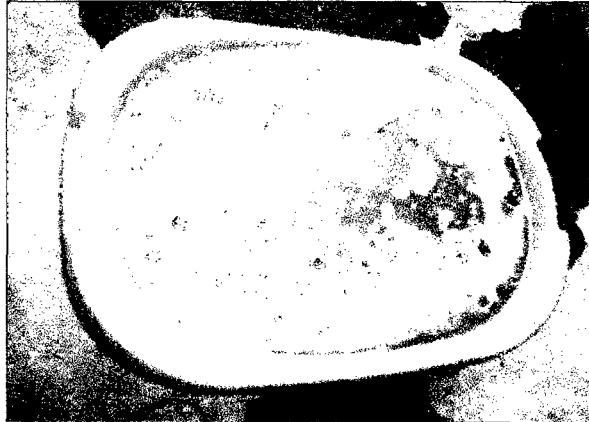
- ✓ Se sumerge el espécimen en agua limpia (potable), por un periodo de 24 horas, pasado este lapso, se retira el espécimen, limpiando el agua superficial con un paño para posteriormente pesar el espécimen con una aproximación de 0.5 gr. Las muestras se pesan dentro de los 5 minutos siguientes de ser retirados del agua.
- ✓ Cabe advertir que la NTP 399.613 requiere que la prueba de absorción se realice con medias unidades como especímenes de prueba, ya que como mencionamos estas pruebas están destinadas a unidades de arcilla las cuales fácilmente pueden ser divididas en medias unidades. Esto se tornó imposible en el caso de las muestras de adobe ya que al intentar dividir las en medias unidades se desintegran estropeando el propósito del experimento, por esta razón se optó por utilizar unidades enteras.

A. Absorción en muestras del Muro Patrón. M0

El proceso de degradación en adobes convencionales se dio de manera instantánea al contacto con el agua, iniciándose la desintegración en el primer minuto de inmersión en agua.

Pasados cinco minutos de inmersión, la desintegración en los adobes convencionales paso a un estado crítico perdiendo su forma original y convirtiéndose en una masa pastosa sin consistencia ni capacidad portante.

Foto N°27: PRUEBA DE ABSORCION M0.



Cinco primeros minutos de la prueba de absorción, se observa una desintegración casi total de la muestra de adobe convencional.

Debido a la desintegración masiva de los especímenes durante los primeros cinco minutos de inmersión, hubo partículas que quedaron en suspensión haciendo imposible la inspección visual de los especímenes, por lo cual se dejó las muestras 24 horas para observar su condición al finalizar la prueba de absorción.

Foto N°28: PRUEBA DE ABSORCION M0.



Estado final de los especímenes de adobe convencional tras concluida la prueba de absorción.

Finalizada las 24 horas de inmersión los especímenes de adobe convencional terminaron por desintegrarse en su totalidad haciendo imposible su extracción para la medición de sus pesos en estado saturado.

Como índices preliminares se calculan la densidad húmeda, densidad seca y porcentaje de humedad contenida de cada uno de los adobes patrón.

En los cuadros 12, 13 y 14 se resumen los resultados de la prueba de absorción de las muestras de adobe convencional.

CUADRO N°12: Humedad promedio de las muestras del muro M0.

MUESTRA	PESO HUMEDO (gr.)	PESO SECO Wd (gr.)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	DENSIDAD HUMEDA γ_h (gr/cm ³)	DENSIDAD SECA γ_d (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD HUMEDA γ_h Promedio (gr/cm ³)	DENSIDAD SECA Promedio γ_d (gr/cm ³)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
P1	17593.80	17453.90	37.95	23.80	12.20	1.60	1.58	0.80	1.60	1.58	0.82
P2	17625.80	17480.00	38.05	24.00	12.10	1.60	1.58	0.83			
P3	18233.40	18086.30	38.16	24.10	12.40	1.60	1.59	0.81			

Índices preliminares y humedad promedio de adobes convencionales.

CUADRO N°13: Dimensiones de las muestras de adobes del muro M0.

MUESTRA	DIMENSIONES ANTES DE LA PRUEBA			DIMENSIONES DESPUES DE LA PRUEBA		
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)
P1	37.95	23.80	12.20	-	-	-
P2	38.05	24.00	12.10	-	-	-
P3	38.16	24.10	12.40	-	-	-

Variación de dimensiones en las muestras del muro patrón, antes y después de la prueba de absorción.

CUADRO N°14: Ensayo de absorción.

MUESTRA	PESO SECO Wd (gr)	PESO SATURADO Ws (gr)	% ABSORCIÓN	% ABSORCIÓN PROMEDIO
P1	17453.90	-	-	-
P2	17480.00	-	-	
P3	18233.40	-	-	

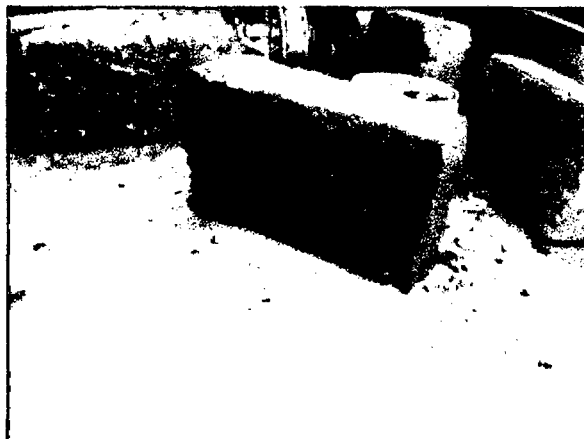
Porcentaje de absorción. Donde no se aprecia el resultado, ya que existe desintegración total.

B. Absorción en muestras de adobes tarrajeados con arcilla, goma de penca de tuna y paja. M1

Se evidenció burbujas de aire lo cual indicó que el agua tomaba el lugar de los vacíos contenidos en la estructura interna de los adobes, propio del proceso de saturación. Se observó un buen comportamiento inicial durante el primer minuto de exposición debido a que no se produjeron signos de deterioro o desintegración en las unidades marcando una ventaja ante los adobes convencionales, los cuales iniciaron su proceso de desintegración instantáneamente.

Trascurridos cinco minutos de inmersión, se observó un ligero desmoronamiento de una porción de las esquinas, más no hubo alteración de la forma inicial de los especímenes ni signos de deterioro progresivo o desintegración parcial, con lo cual podemos afirmar que los adobes tarrajeados con arcilla, goma de penca y paja soportaron satisfactoriamente la inmersión temprana en agua.

Foto N°29: PRUEBA DE ABSORCION M1.



Proceso de secado de la muestra B2, para la prueba de absorción.

En las Tablas 15,16 y 17 se resumen los resultados de la prueba de absorción en las muestras de adobes tarrajeados con la técnica M1

CUADRO N°15: Humedad promedio de las muestras del muro M1.

MUESTRA	PESO HUMEDO (gr.)	PESO SECO Wd (gr.)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	DENSIDAD HUMEDA γ_h (gr/cm ³)	DENSIDAD SECA γ_d (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD HUMEDA γ_h Promedio (gr/cm ³)	DENSIDAD SECA Promedio γ_d (gr/cm ³)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
B1	17345.20	17213.40	41.00	26.90	14.80	1.06	1.05	0.77	1.05	1.05	0.77
B2	17745.60	17615.00	41.40	27.15	15.00	1.05	1.04	0.74			
B3	17589.10	17449.30	41.60	27.00	15.00	1.04	1.04	0.80			

Índices preliminares y humedad promedio de adobes convencionales.

CUADRO N°16: Dimensiones de las muestras de adobes del muro M1.

MUESTRA	DIMENSIONES ANTES DE LA PRUEBA			DIMENSIONES DESPUES DE LA PRUEBA		
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)
B1	41.00	26.90	14.80	41.80	26.90	14.80
B2	41.40	27.15	15.00	41.40	27.15	15.00
B3	41.60	27.00	15.00	41.70	27.10	15.00

Variación de dimensiones en las muestras del muro M1, antes y después de la prueba de absorción.

CUADRO N°17: Ensayo de absorción.

MUESTRA	PESO SECO Wd (gr)	PESO SATURADO Ws (gr)	% ABSORCIÓN	% ABSORCIÓN PROMEDIO
B1	17213.40	18316.5	6.41	6.46
B2	17615.00	18778.5	6.61	
B3	17589.10	18709.5	6.37	

Porcentaje de absorción final de las muestras B1, B2 Y B3.

C. Absorción en muestras del Muro Tarrajado con arcilla, cal y paja M2

Los adobes tarrajados presentaron un comportamiento inicial satisfactorio durante el primer minuto de exposición al agua, debido a que no se evidenciaron signos de deterioro, desintegración o aparición de fisuras en las muestras.

Así mismo, no se evidenció la salida de burbujas de aire lo cual nos indicó que el proceso de saturación se dio de manera progresiva, llevándole al agua un mayor tiempo en penetrar el recubrimiento de tarrajeo hasta llegar al núcleo de adobe tradicional.

Trascurridos cinco minutos de inmersión, los especímenes permanecieron en las mismas condiciones, sin signos de deterioro.

Trascurridas 24 horas de inmersión en agua se dio por finalizada la prueba de absorción. Se observó que los especímenes los cuales fueron encontrados casi

en las mismas condiciones del día anterior, por lo cual se concluye que la prueba de absorción es válida en adobes tarrajeados con arcilla, cal y paja

Foto N°30: PRUEBA DE ABSORCION M2.



Inicio de la prueba de absorción del espécimen de adobe tarrajeadado con arcilla, cal y paja.

Al retirar los especímenes de las bateas se evidenció el buen estado y la estabilidad de las muestras lo que permitió su manipulación y posterior traslado, con lo cual podemos afirmar que su capacidad portante no se vio afectada de manera significativa.

En las *Tablas 18, 19 y 20* se resumen los resultados de la prueba de absorción en las muestras de adobe del M2.

CUADRO N°18: Humedad promedio de las muestras del muro M2.

MUESTRA	PESO HUMEDO (gr.)	PESO SECO Wd (gr.)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	DENSIDAD HUMEDA γ_h (gr/cm ³)	DENSIDAD SECA γ_d (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD HUMEDA γ_h Promedio (gr/cm ³)	DENSIDAD SECA γ_d Promedio (gr/cm ³)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
C1	18059.60	17917.10	41.30	27.10	15.20	1.06	1.05	0.80	1.07	1.06	0.73
C2	17789.50	17680.80	41.00	26.80	15.00	1.08	1.07	0.61			
C3	17985.64	17848.40	41.50	27.00	15.00	1.07	1.06	0.77			

Índices preliminares y humedad promedio de adobes de la muestra M2.

CUADRO N°19: Dimensiones de las muestras de adobes del muro M2.

MUESTRA	DIMENSIONES ANTES DE LA PRUEBA			DIMENSIONES DESPUES DE LA PRUEBA		
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)
C1	41.30	27.10	15.20	41.30	27.10	15.20
C2	41.00	26.80	15.00	41.00	26.90	15.00
C3	41.50	27.00	15.00	41.50	27.00	15.00

Variación de dimensiones en los muestras del muro M2, antes y después de la prueba de absorción.

CUADRO N°20: Ensayo de absorción.

MUESTRA	PESO SECO Wd (gr)	PESO SATURADO Ws (gr)	% ABSORCIÓN	% ABSORCIÓN PROMEDIO
C1	17917.10	18800.3	4.93	4.43
C2	17680.80	18397.5	4.05	
C3	17985.64	18762.6	4.32	

Porcentaje de absorción final de las muestras C1, C2 Y C3.

D. Absorción en unidades de adobe tarrajado con arcilla, bagazo y fibra de cabuya.M3.

Como resultado de esta observación, surgió la interrogante de conocer el alcance de esta planta como impermeabilizante sobre los muros de adobe, por este motivo se realizó una prueba de absorción para observar el comportamiento sobre unidades de adobe convencional.

El tiempo de secado de aplicación entre capas fue de 24 horas.

Durante los primeros 10 minutos de inmersión en el agua, los adobes convencionales tarrajados con arcilla, bagazo y fibra de cabuya presentaron un buen desempeño al no evidenciarse signos de deterioro o desintegración de las muestras.

Foto N°31: PRUEBA DE ABSORCION M3.

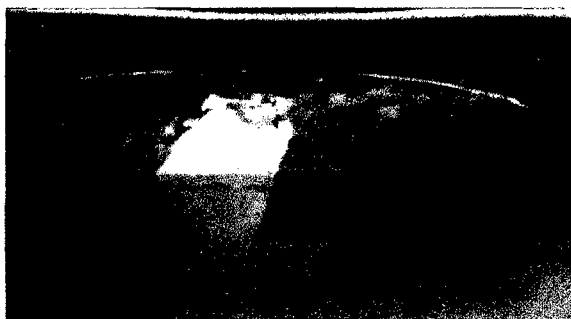


Estado final de la muestra de adobe tarrajado con arcilla, bagazo y fibra de cabuya, se muestra en la imagen burbujas a causa del ingreso de agua.

Pasadas las 24 horas de inmersión en agua, se registraron daños, la protección otorgada es ineficiente ante la exposición prolongada de agua en unidades de adobe convencional.

Podemos afirmar que ante la existencia de puntos de filtración se inicia el proceso de degradación y desintegración del adobe convencional contenido al interior de la capa de tarrajeo. La expansión del adobe humedecido produjo esfuerzos internos que terminaron por romper la capa de tarrajeo que proporcionaba la única protección de las muestras.

Foto N°30: PRUEBA DE ABSORCION M3.



Adobe tarrajado concluida la prueba de absorción. Nótese la fisuración en el contorno y parte media de la cara superior de los especímenes.

Al analizar detenidamente los especímenes se observó que la capa superior de tarrajeo que cubría la cara superior del adobe mostraba fisuras que abarcaban todo el contorno de la misma y adicionalmente dividían por la mitad al tarrajeo de protección.

Tras 18 horas de inmersión en agua, se observó que el espécimen G1 presentaba una fisura de hasta 2 mm que se extendió por el contorno y la parte media de la cara superior de la capa de tarrajeo. Estas fisuras terminaron por convertirse en puntos de filtración que generan el humedecimiento del adobe y su expansión, produciendo esfuerzos internos que terminaron incrementando el grosor de la fisura en la cobertura de tarrajeo.

El espécimen quedo parcialmente expuesto al agua que se filtraba por las fisuras, ocasionando que el adobe convencional se saturara por completo y perdiera de manera parcial su capacidad portante.

En las *Tablas 21,22 y 23* se resumen los resultados de la prueba de absorción de las muestras de adobe del M3.

CUADRO N°21: Humedad promedio de las muestras del muro M3.

MUESTRA	PESO HUMEDO (gr.)	PESO SECO Wd (gr.)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	DENSIDAD HUMEDA γ_h (gr/cm ³)	DENSIDAD SECA γ_d (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD HUMEDA γ_h Promedio (gr/cm ³)	DENSIDAD SECA Promedio γ_d (gr/cm ³)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
G1	16578.80	16453.90	41.00	27.00	15.00	1.00	0.99	0.76	1.03	1.02	0.79
G2	17178.60	17031.50	41.20	27.00	15.00	1.03	1.02	0.86			
G3	17674.50	17544.40	41.20	27.30	15.00	1.05	1.04	0.74			

Índices preliminares y humedad promedio de adobes de la muestra M3.

CUADRO N°22: Dimensiones de las muestras de adobes del muro M3.

MUESTRA	DIMENSIONES ANTES DE LA PRUEBA			DIMENSIONES DESPUES DE LA PRUEBA		
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)
G1	41.00	27.00	15.00	41.35	27.30	15.00
G2	41.20	27.00	15.00	41.30	27.45	15.00
G3	41.20	27.30	15.00	41.20	27.50	15.10

Variación de dimensiones en las muestras del muro M3, antes y después de la prueba de absorción.

CUADRO N°23: Ensayo de absorción.

MUESTRA	PESO SECO Wd (gr)	PESO SATURADO Ws (gr)	% ABSORCIÓN	% ABSORCIÓN PROMEDIO
G1	16453.90	17976.5	9.25	8.67
G2	17031.50	18427.5	8.20	
G3	17674.50	19189.2	8.57	

Porcentaje de absorción. Donde no se aprecia el resultado, y el porcentaje promedio final.

3.8.2.2 Pruebas en muros de adobe.

Se siguieron los lineamientos estipulados en este acápite para obtener la capilaridad y absorción de cada muro, así como su desempeño ante el ensayo simulado a altas cantidades de agua.

3.8.2.2.1 Ensayo a altas cantidades de agua.

Dado que no se tiene normativa acerca del presente ensayo, se diseñó junto al asesor y las tesisistas, un procedimiento de ensayo y mediante una ficha de observación,

Procedimiento.

- ✓ Se utilizó 4 pozos de albañilería, tarrajados con cemento (ver acápite 4.1.3).

- ✓ Se edificaron 4 muros por separado (uno en cada pozo). Uno del tipo tradicional (patrón) y los otros con las tres técnicas propuestas de mejora.
- ✓ Una vez edificados los cuatro muros se dejó secar a temperatura ambiente por un periodo de 1 1/2 semanas.
- ✓ Para medir la cantidad de agua absorbida por cada muro, se colocó una mira a manera de cartilla de medición inversa en cada sector de las pozas, con divisiones cada centímetro y con una altura total de 20 centímetros, y contrastes que sean fáciles de identificar y medir
- ✓ Para medir la cantidad de agua que sube a través de cada muro por capilaridad, se colocaron niveles topográficos en cada muro, el primero a una altura de 50 centímetros y con separaciones cada 5 cm.
- ✓ Se inundaron los muros en los cuatro sectores del pozo por separado con un volumen conocido de agua. El llenado de agua se hizo lo más rápido y constante posible.
- ✓ Durante el ensayo se realizaron mediciones de absorción y capilaridad cada hora (salvando las limitaciones que se tenga para realizar mediciones nocturnas casos en los cuales se interpolaron las mediciones).
- ✓ De este ensayo se obtuvieron:
 - a) Tiempo de resistencia de cada muro.
 - b) Gráficas Tiempo vs. Altura de capilaridad.
 - c) Gráficas Tiempo vs. Altura de agua absorbida.

Foto N°31: Niveles para medir el descenso del agua por absorción.



Colocación de niveles para medir el ascenso por capilaridad en muros durante el ensayo.

A. Ensayo a altas cantidades de agua en el Muro Patrón M0

El primer ensayo se inició el 03/08/2012 a las 10:00 am y concluyó con el colapso del muro M0 a las 11:25 am del mismo día, durando un total de 1:25 horas, desmoronándose la base y produciéndose el volteo del muro en el sentido perpendicular a su plano.

El segundo ensayo se inició el 22/08/2012 a las 09:00 am y concluyó con el colapso del muro M0 a las 10:35 am del mismo día, durando un total de 1:35 minutos, desmoronándose la base y produciéndose el volteo del muro en el sentido perpendicular a su plano.

El muro M0 no resistió el periodo a la exposición de agua, por lo que se considera que el muro M0 no resistió al ensayo a altas cantidades de agua.

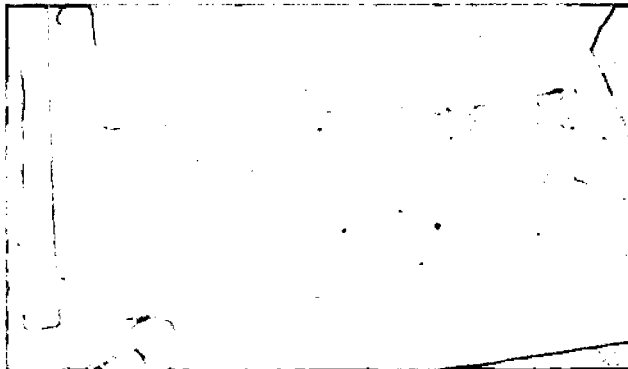
Foto N°32: PRUEBA DE EXPOSICION A ALTAS CANTIDADES DE AGUA DEL M0.



Preparación del Ensayo a exposición a altas cantidades de agua en el Muro Patrón, colocación de niveles para medir el ascenso por capilaridad

Iniciado el ensayo, se observó una turbidez en el agua atribuible a la pronta desintegración de los adobes convencionales y juntas del muro. Para cuando el pozo ya se encontraba lleno de agua, se formó una capa de espuma alrededor del perímetro del muro debido a la gran cantidad de aire que se encontraba en los poros de las unidades y que fue liberado instantáneamente por la desintegración del muro M0.

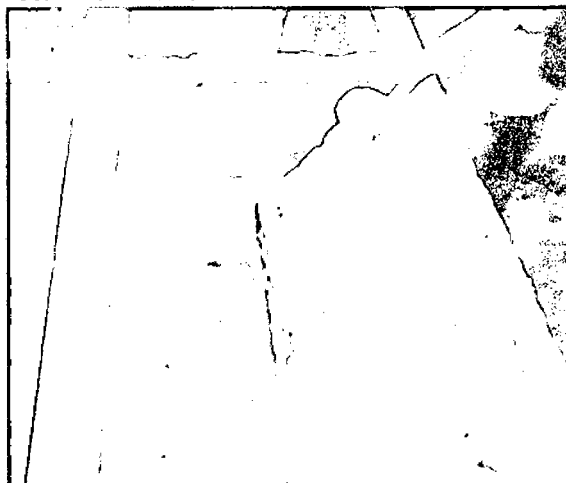
Foto N°33: INICIO DE ENSAYO EN EL MURO M0.



Primeros 5 minutos del Ensayo del Muro Patrón M0, se aprecia una densa turbidez y espuma en el agua.

Transcurridos 1:25 y 1:35 horas de iniciada la prueba, el muro de adobes convencionales M0, no resistió la acción erosiva del agua, desintegrándose por completo en una altura de 50 cm desde la base, produciéndose el volteo perpendicular a su plano en una forma frágil de falla. Se recogieron los restos del muro en el interior del pozo evidenciando su avanzado estado de desintegración y nula capacidad portante.

Foto N°34: VOLCADURA DEL MURO M0.



Volcadura del muro patrón. Nótese el estado de los adobes luego de someterse al ensayo.

Los datos que se tomaron en el ensayo del Muro Patrón fueron los siguientes:

Fecha de inicio: 03/08/2012

CUADRO N°24: ENSAYO A ALTAS CANTIDADES DE AGUA.

FECHA	HORA	N° HORAS TRANSCURRIDAS	NIVELES TOPOGRÁFICOS ASCENSO POR CAPILARIDAD (cm)	MIRA INVERTIDA DESCENSO POR ABSORCIÓN (cm)	OBSERVACIÓN
03/08/2012	10:00	00:00	0	0	INICIO
03/08/2012	11:25	01:25	4	5.2	CAIDA DE MURO

Datos tomados durante el ensayo del Muro Patrón

Fecha de inicio: 22/08/2012

CUADRO N°25: ENSAYO A ALTAS CANTIDADES DE AGUA

FECHA	HORA	N° HORAS TRANSCURRIDAS	NIVELES TOPOGRÁFICOS ASCENSO POR CAPILARIDAD (cm)	MIRA INVERTIDA DESCENSO POR ABSORCIÓN (cm)	OBSERVACIÓN
22/08/2012	09:00	00:00	0	0	INICIO
22/08/2012	10:35	01:35	3.8	0	CAIDA DE MURO

Datos tomados durante el ensayo del Muro Patrón

a. Gráficas de capilaridad en el Muro Patrón.

Se graficó las mediciones tomadas cada hora y puesto que el ensayo en el Muro Patrón M0 duró 1:25 y 1:35 horas respectivamente en cada fecha de ensayo, por lo cual no se realizó ninguna gráfica que presente el ascenso de agua por capilaridad.

b. Gráficas de absorción en el Muro Patrón

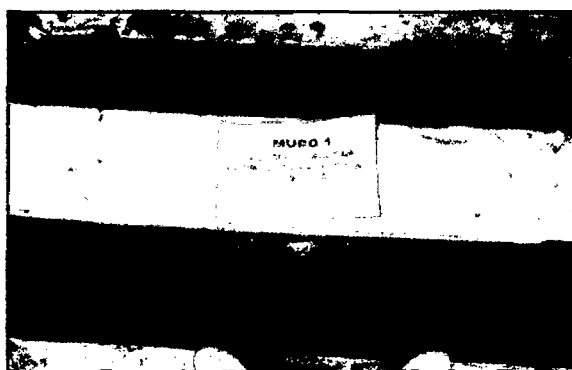
Puesto que el ensayo en el Muro Patrón M0 duró 1:25 y 1:35 horas respectivamente en cada fecha de ensayo, por lo cual no se realizó ninguna gráfica que presente la absorción.

B. Ensayo a altas cantidades de agua en el Muro tarrajado con arcilla, goma de penca de tuna y paja. M1

El primer ensayo se inició el 03/08/2012 a las 10:30 am y concluyó con el muro en pie transcurrido 31:15 horas, del 04/08/2012 a las 5:45 pm.

El segundo ensayo se inició el 22/08/2012 a las 10:00 am y concluyó con el muro en pie transcurrido 32:15 horas, del 23/08/2012 a las 6:15 pm.

Foto N°35: INICIO DE ENSAYO DEL MURO M1.



Inicio del ensayo en el Muro M1, 10:30 am del 03/08/2012.

Durante las primeras 24 horas de inundación, el muro expulsó burbujas propias del proceso de saturación de poros hasta estabilizarse el segundo día de ensayo. Durante este tiempo se notó como algunos bordes de las primeras hiladas de adobe que estaban en contacto con el agua se desmoronaban.

Foto N°36: MEDICION DE CAPILARIDAD DEL MURO M1.



Día 1 del ensayo del Muro M1; se aprecia un ascenso por capilaridad.

El muro M1 se mantuvo en pie en el primer ensayo durante 31:15 horas, y en el segundo ensayo de 32:15 horas, por lo que se considera que resistió parcialmente el ensayo.

Culminado el ensayo se procedió a desalojar el agua del pozo para retirar los adobes.

Los datos recolectados del ensayo a altas cantidades de agua del Muro tarrajado con arcilla, goma de penca de tuna y paja M1, se presentan en el cuadro N°26.

Fecha de inicio: 03/08/2012

Fecha de fin: 04/08/2012

CUADRO N°26: ENSAYO A ALTAS CANTIDADES DE AGUA

FECHA	HORA	N° HORAS TRANSCURRIDAS	NIVELES TOPOGRÁFICOS ASCENSO POR CAPILARIDAD (cm)	MIRA INVERTIDA DESCENSO POR ABSORCIÓN (cm)	OBSERVACIÓN
03/08/2012	10:30	00:00	0.0	0.00	INICIO
03/08/2012	11:00	00:30	1.0	0.80	
03/08/2012	12:00	01:30	1.6	1.10	
03/08/2012	13:00	02:30	2.0	1.30	
03/08/2012	14:00	03:30	2.2	1.50	
03/08/2012	15:00	04:30	2.3	1.90	
03/08/2012	16:00	05:30	2.4	2.20	
03/08/2012	17:00	06:30	2.6	2.30	
03/08/2012	18:00	07:30	2.7	2.40	
03/08/2012	19:00	08:30	2.9	2.50	
04/08/2012	09:00	22:30	3.8	3.00	
04/08/2012	10:00	23:30	4.0	3.00	
04/08/2012	11:00	24:30	4.2	3.05	Transcurrieron 24 horas
04/08/2012	12:00	25:30	4.3	3.10	
04/08/2012	13:00	26:30	4.4	3.10	
04/08/2012	14:00	27:30	4.5	3.10	
04/08/2012	15:00	28:30	4.6	3.15	
04/08/2012	16:00	29:30	4.6	3.15	
04/08/2012	17:00	30:30	4.7	3.20	
04/08/2012	17:45	31:15	4.7	3.20	Caída de muro

Datos tomados durante el Ensayo del Muro M1.

Para determinar la absorción de agua en volumen, se calculó que para aumentar 1 cm de altura del canal era necesario verter 12.095 litros. En base a los datos tomados en el cuadro N°26 se calcularon los datos en el cuadro N°27.

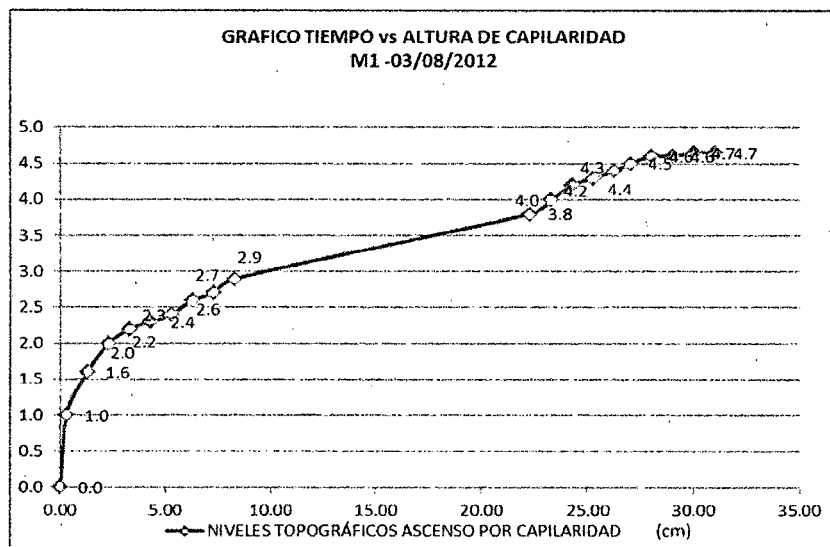
CUADRO N°27: ENSAYO A ALTAS CANTIDADES DE AGUA

TIEMPO TRANSCURRIDO (HORAS)	INCREMENTO DE ABSORCION EN ALTURA DE MIRA(CM)	INCREMENTO DE ABSORCION EN VOLUMEN(LITROS)	VOLUMEN ABSORBIDO ACUMULADO (LITROS)
00:00	0.00	0.00	0.00
00:30	0.80	9.68	9.68
01:30	0.30	3.63	13.30
02:30	0.20	2.42	15.72
03:30	0.20	2.42	18.14
04:30	0.40	4.84	22.98
05:30	0.30	3.63	26.61
06:30	0.10	1.21	27.82
07:30	0.10	1.21	29.03
08:30	0.10	1.21	30.24
22:30	0.50	6.05	36.29
23:30	0.00	0.00	36.29
24:30	0.05	0.60	36.89
25:30	0.05	0.60	37.50
26:30	0.00	0.00	37.50
27:30	0.00	0.00	37.50
28:30	0.05	0.60	38.10
29:30	0.00	0.00	38.10
30:30	0.05	0.60	38.70
31:15	0.00	0.00	38.70

Datos calculados para el Ensayo del Muro M1.

a. Gráficas de Capilaridad en el Muro M1

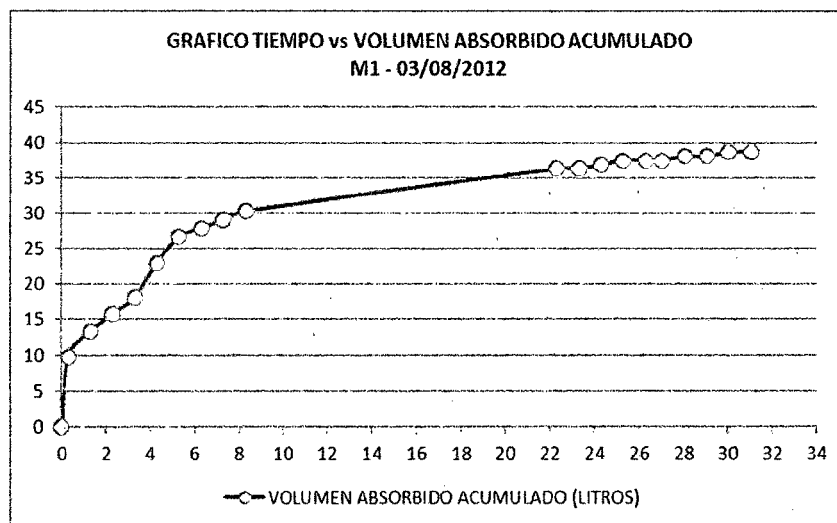
GRAFICO N°1: ASCENSO CAPILAR



Capilaridad durante el Ensayo Completo para el Muro M1.

b. Gráficas de Absorción en el Muro M1

GRAFICO N°2: Absorción en el Muro M1.



Gráficas de Absorción en el Muro M1

Fecha de inicio: 22/08/2012

Fecha de fin: 23/08/2012

CUADRO N°28: ENSAYO A ALTAS CANTIDADES DE AGUA

FECHA	HORA	N° HORAS TRANSCURRIDAS	NIVELES TOPOGRÁFICOS ASCENSO POR CAPILARIDAD (cm)	MIRA INVERTIDA DESCENSO POR ABSORCIÓN (cm)	OBSERVACIÓN
22/08/2012	10:00	00:00	0.0	0.00	Inicio
22/08/2012	11:00	01:00	0.9	0.90	
22/08/2012	12:00	02:00	1.5	1.25	
22/08/2012	13:00	03:00	1.8	1.45	
22/08/2012	14:00	04:00	2.1	1.65	
22/08/2012	15:00	05:00	2.3	1.80	
22/08/2012	16:00	06:00	2.5	2.10	
22/08/2012	17:00	07:00	2.7	2.35	
22/08/2012	18:00	08:00	2.9	2.45	
22/08/2012	19:00	09:00	3.0	2.45	
23/08/2012	09:00	23:00	4.1	2.90	
23/08/2012	10:00	24:00	4.2	3.00	
23/08/2012	11:00	25:00	4.3	3.00	Transcurrieron 24 horas
23/08/2012	12:00	26:00	4.3	3.05	
23/08/2012	13:00	27:00	4.4	3.10	
23/08/2012	14:00	28:00	4.5	3.10	
23/08/2012	15:00	29:00	4.5	3.15	
23/08/2012	16:00	30:00	4.5	3.25	
23/08/2012	17:00	31:00	4.6	3.25	
23/08/2012	18:00	32:00	4.6	3.35	
23/08/2012	18:15	32:15	4.6	3.35	Caída de muro

Datos tomados durante el Ensayo del Muro M1.

Para determinar la absorción de agua en volumen, se calculó que para aumentar 1 cm de altura del canal era necesario verter 12.095 litros. En base a los datos tomados en el cuadro N°28 se calcularon los datos en el cuadro N°29:

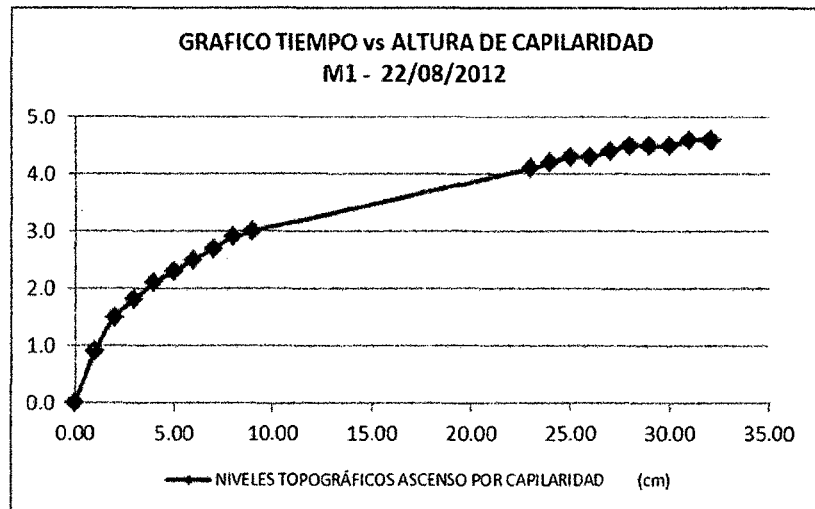
CUADRO N°29: ENSAYO A ALTAS CANTIDADES DE AGUA

TIEMPO TRANSCURRIDO (HORAS)	INCREMENTO DE ABSORCION EN ALTURA DE MIRA(CM)	INCREMENTO DE ABSORCION EN VOLUMEN(LITROS)	VOLUMEN ABSORBIDO ACUMULADO (LITROS)
00:00	0.00	0.00	0.00
01:00	0.90	10.89	10.89
02:00	0.35	4.23	15.12
03:00	0.20	2.42	17.54
04:00	0.20	2.42	19.96
05:00	0.15	1.81	21.77
06:00	0.30	3.63	25.40
07:00	0.25	3.02	28.42
08:00	0.10	1.21	29.63
09:00	0.00	0.00	29.63
23:00	0.45	5.44	35.08
24:00	0.10	1.21	36.29
25:00	0.00	0.00	36.29
26:00	0.05	0.60	36.89
27:00	0.05	0.60	37.50
28:00	0.00	0.00	37.50
29:00	0.05	0.60	38.10
30:00	0.10	1.21	39.31
31:00	0.00	0.00	39.31
32:00	0.10	1.21	40.52
32:15	0.00	0.00	40.52

Datos calculados para el Ensayo del Muro M1.

c. Gráficas de Capilaridad en el Muro M1

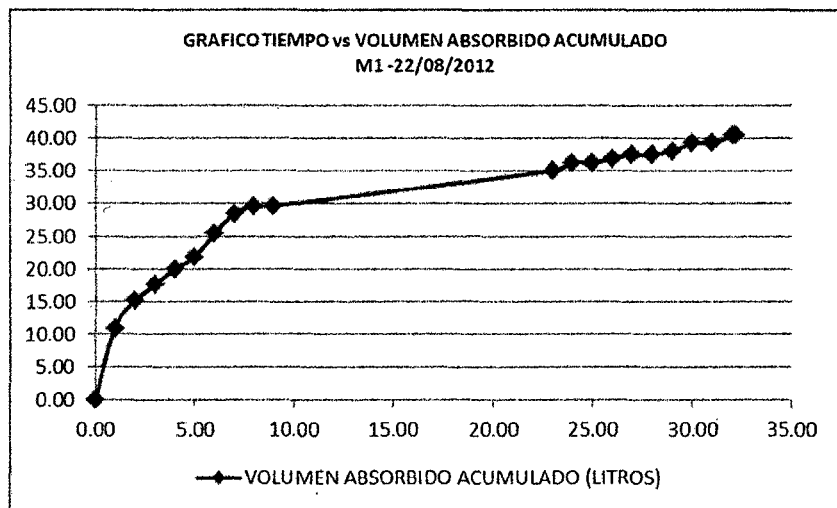
GRAFICO N°3: ASCENSO CAPILAR



Capilaridad durante el Ensayo Completo para el Muro M1.

d. Gráficas de Absorción en el Muro M1

GRAFICO N°4: Absorción en el Muro M1.



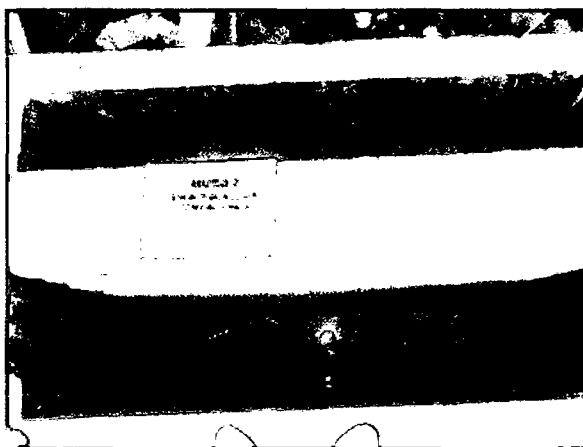
Gráficas de Absorción en el Muro M1

C. Ensayo a altas cantidades de agua en el Muro Tarrajado con arcilla, cal y paja M2

El primer ensayo se inició el 03/08/2012 a las 02:00 pm y concluyó el 05/08/2012.

El segundo ensayo se inició el 22/08/2012 a las 11:00 am y concluyó el 24/08/2012.

Foto N°37: INICIO DE ENSAYO DEL MURO M2.



Inicio del primer ensayo del Muro Tarrajado con arcilla, cal y paja M2, 02:00 pm del 03/08/2012.

Foto N°38: ASCENSO CAPILAR DEL MURO M2.



Día 2 del Ensayo en el Muro Tarrajado, se aprecia que por encima del nivel de agua, la capilaridad ha ascendido.

Durante las primeras horas del ensayo, se observó que el muro no expulsó burbujas debido a que el tarrajeo impidió el flujo de entrada de agua al muro. Por otra parte, el agua empleada permaneció clara y transparente sin desperdicios que evidenciarían el deterioro del tarrajeo.

Los datos que se tomaron en el ensayo del Muro Tarrajeado con arcilla, cal y paja M2, aparecen en los Cuadros 30, 31, 32 y 33.

Fecha de inicio: 03/08/2012

Fecha de fin: 05/08/2012

CUADRO N°30: ENSAYO A ALTAS CANTIDADES DE AGUA

FECHA	HORA	N° HORAS TRANSCURRIDAS	NIVELES TOPOGRÁFICOS ASCENSO POR CAPILARIDAD (cm)	MIRA INVERTIDA DESCENSO POR ABSORCIÓN (cm)	OBSERVACIÓN
03/08/2012	12:00	00:00	0.0	0.00	Inicio
03/08/2012	13:00	01:00	0.2	0.40	
03/08/2012	14:00	02:00	0.5	0.50	
03/08/2012	15:00	03:00	0.8	0.60	
03/08/2012	16:00	04:00	0.9	0.70	
03/08/2012	17:00	05:00	1.0	0.70	
03/08/2012	18:00	06:00	1.1	0.80	
03/08/2012	19:00	07:00	1.2	0.80	
04/08/2012	09:00	21:00	1.8	1.20	
04/08/2012	10:00	22:00	1.8	1.20	
04/08/2012	11:00	23:00	1.9	1.25	
04/08/2012	12:00	24:00	2.0	1.30	Transcurrieron 24 horas
04/08/2012	13:00	25:00	2.0	1.30	
04/08/2012	14:00	26:00	2.1	1.35	
04/08/2012	15:00	27:00	2.1	1.40	
04/08/2012	16:00	28:00	2.1	1.45	
04/08/2012	17:00	29:00	2.2	1.45	
04/08/2012	18:00	30:00	2.2	1.50	
04/08/2012	19:00	31:00	2.3	1.50	
05/08/2012	09:00	45:00	2.7	1.90	
05/08/2012	10:00	46:00	2.7	1.95	
05/08/2012	11:00	47:00	2.7	1.95	
05/08/2012	12:00	48:00	2.8	2.00	Transcurrieron 48 horas
05/08/2012	13:00	49:00	2.8	2.00	
05/08/2012	14:00	50:00	2.9	2.10	
05/08/2012	15:00	51:00	2.9	2.15	
05/08/2012	16:00	52:00	2.9	2.15	
05/08/2012	17:00	53:00	2.9	2.15	
05/08/2012	18:00	54:00	3.0	2.20	
05/08/2012	19:00	55:00	3.0	2.20	
05/08/2012	19:10	55:10	3.0	2.20	Calda de muro

Datos tomados durante el ensayo del Muro Tarrajeado con arcilla, cal y paja M2.

Para determinar la absorción de agua en volumen, se calculó que para aumentar

1

cm de altura del pozo era necesario verter 12.095 litros. En base a los datos tomados en el cuadro N°30 se calcularon los datos en el cuadro N°31.

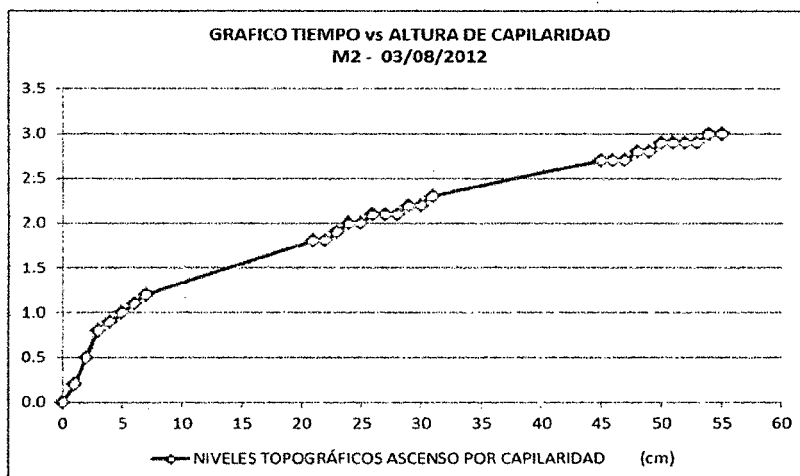
CUADRO N°31: ENSAYO A ALTAS CANTIDADES DE AGUA

TIEMPO TRANSCURRIDO (HORAS)	INCREMENTO DE ABSORCION EN ALTURA DE MIRA(CM)	INCREMENTO DE ABSORCION EN VOLUMEN(LITROS)	VOLUMEN ABSORBIDO ACUMULADO (LITROS)
00:00	0.00	0.00	0.00
01:00	0.40	4.84	4.84
02:00	0.10	1.21	6.05
03:00	0.10	1.21	7.26
04:00	0.10	1.21	8.47
05:00	0.00	0.00	8.47
06:00	0.10	1.21	9.68
07:00	0.00	0.00	9.68
21:00	0.40	4.84	14.51
22:00	0.00	0.00	14.51
23:00	0.05	0.60	15.12
24:00	0.05	0.60	15.72
25:00	0.00	0.00	15.72
26:00	0.05	0.60	16.33
27:00	0.05	0.60	16.93
28:00	0.05	0.60	17.54
29:00	0.00	0.00	17.54
30:00	0.05	0.60	18.14
31:00	0.00	0.00	18.14
45:00	0.40	4.84	22.98
46:00	0.05	0.60	23.59
47:00	0.00	0.00	23.59
48:00	0.05	0.60	24.19
49:00	0.00	0.00	24.19
50:00	0.10	1.21	25.40
51:00	0.05	0.60	26.00
52:00	0.00	0.00	26.00
53:00	0.00	0.00	26.00
54:00	0.05	0.60	26.61
55:00	0.00	0.00	26.61
55:10	0.00	0.00	26.61

Datos calculados para el Ensayo del Muro Tarrajado con arcilla, cal y paja M2.

- a. Gráficas de Capilaridad en el Muro Tarrajado con arcilla, cal y paja M2.

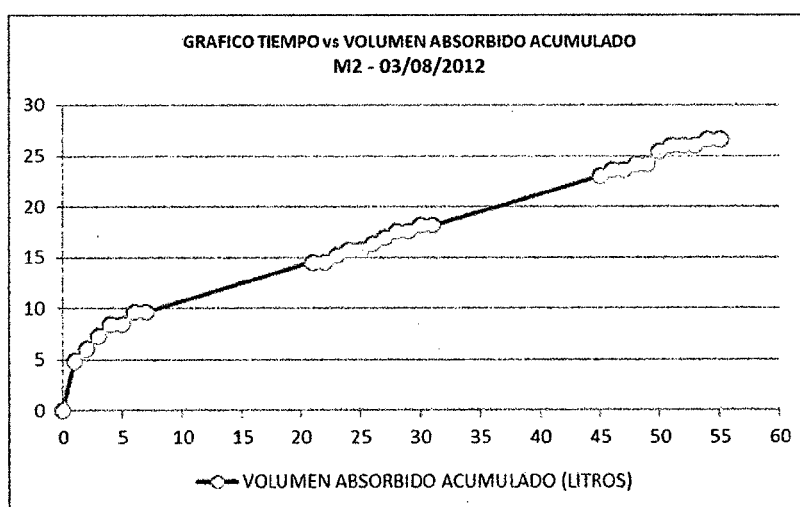
GRAFICO N°5: ASCENSO CAPILAR



Capilaridad durante el Ensayo Completo para el Muro M2.

- b. Capilaridad durante el Ensayo Completo para el Muro Tarrajado con arcilla, cal y paja M2.

GRAFICO N°6: Absorción en el Muro M2.



Gráficas de Absorción en el Muro en el Muro Tarrajado con arcilla cal y paja M2

Fecha de inicio: 22/08/2012

Fecha de fin: 22/08/2012

CUADRO N°32: ENSAYO A ALTAS CANTIDADES DE AGUA

FECHA	HORA	N° HORAS TRANSCURRIDAS	NIVELES TOPOGRÁFICOS ASCENSO POR CAPILARIDAD (cm)	MIRA INVERTIDA DESCENSO POR ABSORCIÓN (cm)	OBSERVACIÓN
22/08/2012	11:00	00:00	0.0	0.00	Inicio
22/08/2012	12:00	01:00	0.3	0.30	
22/08/2012	13:00	02:00	0.5	0.50	
22/08/2012	14:00	03:00	0.8	0.60	
22/08/2012	15:00	04:00	0.9	0.70	
22/08/2012	16:00	05:00	1.0	0.70	
22/08/2012	17:00	06:00	1.1	0.80	
22/08/2012	18:00	07:00	1.3	0.90	
23/08/2012	09:00	22:00	1.9	1.25	
23/08/2012	10:00	23:00	1.9	1.25	
23/08/2012	11:00	24:00	1.9	1.25	Transcurrieron 24 horas
23/08/2012	12:00	25:00	2.0	1.30	
23/08/2012	13:00	26:00	2.0	1.30	
23/08/2012	14:00	27:00	2.1	1.35	
23/08/2012	15:00	28:00	2.1	1.40	
23/08/2012	16:00	29:00	2.1	1.45	
23/08/2012	17:00	30:00	2.2	1.45	
23/08/2012	18:00	31:00	2.2	1.50	
23/08/2012	19:00	32:00	2.2	1.50	
24/08/2012	09:00	46:00	2.5	2.10	
24/08/2012	10:00	47:00	2.5	2.10	
24/08/2012	11:00	48:00	2.5	2.10	Transcurrieron 48 horas
24/08/2012	12:00	49:00	2.6	2.15	
24/08/2012	13:00	50:00	2.6	2.15	
24/08/2012	14:00	51:00	2.6	2.15	
24/08/2012	15:00	52:00	2.7	2.20	
24/08/2012	16:00	53:00	2.7	2.20	
24/08/2012	17:00	54:00	2.7	2.20	
24/08/2012	18:00	55:00	2.8	2.30	
24/08/2012	19:00	56:00	2.8	2.30	
24/08/2012	19:50	56:50	2.8	2.30	

Datos tomados durante el ensayo del Muro Tarrajado con arcilla, cal y paja M2.

Para determinar la absorción de agua en volumen, se calculó que para aumentar 1

cm de altura del pozo era necesario verter 12.095 litros. En base a los datos tomados en el cuadro 32 se calcularon los datos en el cuadro N°33.

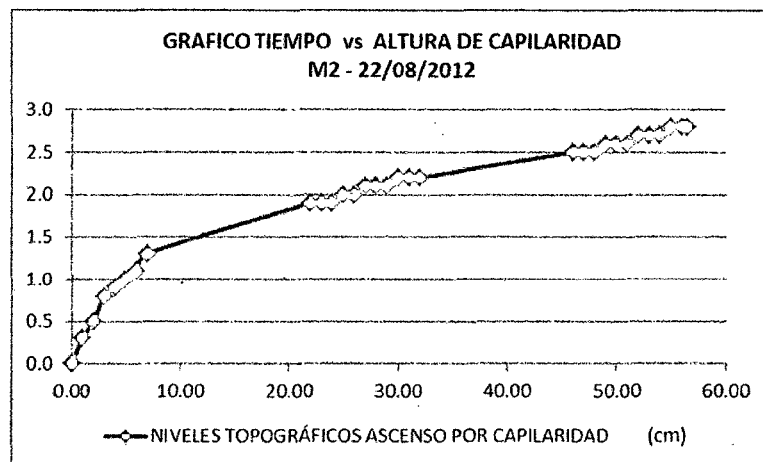
CUADRO N°33: ENSAYO A ALTAS CANTIDADES DE AGUA

TIEMPO TRANSCURRIDO (HORAS)	INCREMENTO DE ABSORCION EN ALTURA DE MIRA(CM)	INCREMENTO DE ABSORCION EN VOLUMEN(LITROS)	VOLUMEN ABSORBIDO ACUMULADO (LITROS)
00:00	0.00	0.00	0.00
01:00	0.30	3.63	3.63
02:00	0.20	2.42	6.05
03:00	0.10	1.21	7.26
04:00	0.10	1.21	8.47
05:00	0.00	0.00	8.47
06:00	0.10	1.21	9.68
07:00	0.10	1.21	10.89
22:00	0.35	4.23	15.12
23:00	0.00	0.00	15.12
24:00	0.00	0.00	15.12
25:00	0.05	0.60	15.72
26:00	0.00	0.00	15.72
27:00	0.05	0.60	16.33
28:00	0.05	0.60	16.93
29:00	0.05	0.60	17.54
30:00	0.00	0.00	17.54
31:00	0.05	0.60	18.14
32:00	0.00	0.00	18.14
46:00	0.60	7.26	25.40
47:00	0.00	0.00	25.40
48:00	0.00	0.00	25.40
49:00	0.05	0.60	26.00
50:00	0.00	0.00	26.00
51:00	0.00	0.00	26.00
52:00	0.05	0.60	26.61
53:00	0.00	0.00	26.61
54:00	0.00	0.00	26.61
55:00	0.10	1.21	27.82
56:00	0.00	0.00	27.82
56:50	0.00	0.00	27.82

Datos calculados para el Ensayo del Muro Tarrajeado con arcilla, cal y paja M2.

- c. Gráficas de Capilaridad en el Muro Tarrajado con arcilla, cal y paja M2.

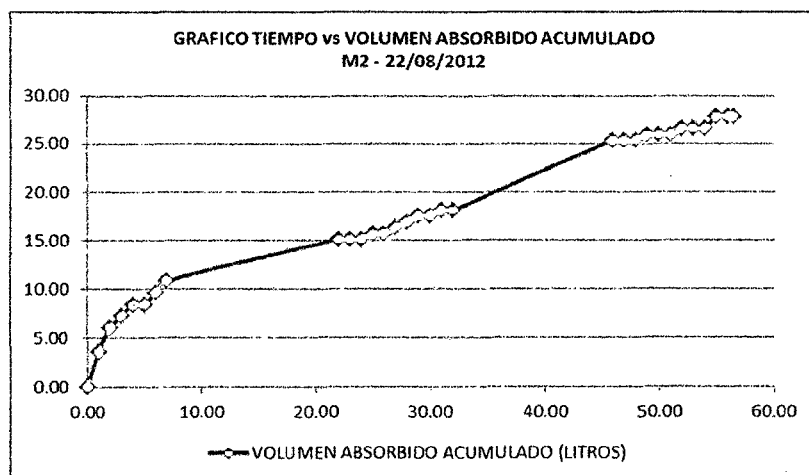
GRAFICO N°7: ASCENSO CAPILAR



Capilaridad durante el Ensayo Completo para el Muro M2.

- d. Capilaridad durante el Ensayo Completo para el Muro Tarrajado con arcilla, cal y paja M2.

GRAFICO N°8: Absorción en el Muro M2.



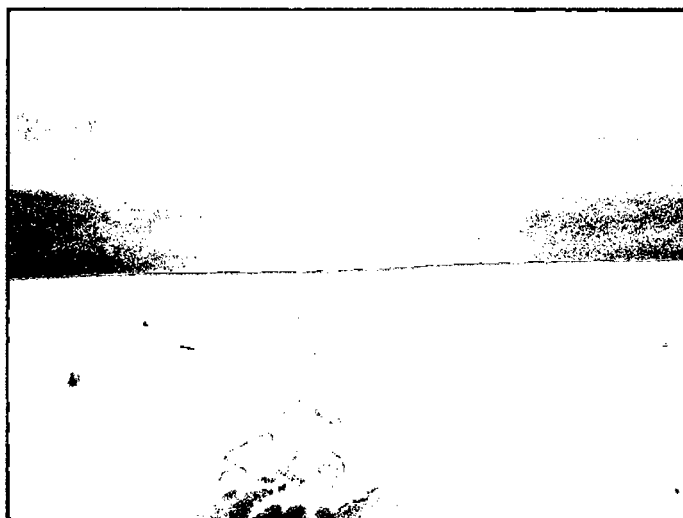
Gráficas de Absorción en el Muro en el Muro Tarrajado con arcilla cal y paja M2

D. Ensayo a altas cantidades de agua en el Muro con tarrajeo con arcilla, con bagazo y fibra de cabuya M3.

El primer ensayo se inició el 03/08/2012 a las 3:20 p.m y concluyó con el muro en pie transcurridos 26:55 horas, del 04/08/2012.

El segundo ensayo se inició el 22/08/2012 a las 1:00 p.m y concluyó con el muro en pie transcurridos 27:50 horas, del 23/08/2012.

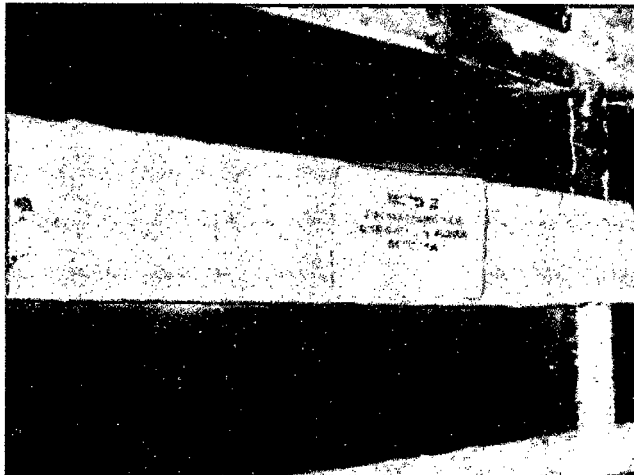
Foto N°39: INICIO DE ENSAYO DEL MURO M3.



Inicio del Ensayo del Muro Tarrajeado con arcilla, con bagazo y fibra de cabuya M3, 01:00 pm del 22/08/2012.

Durante los primeros minutos de la prueba se apreciaron burbujas de aire, el tarrajeo de arcilla, bagazo y fibra de cabuya, se notó menos permeable que el muro M1

Foto N°40: ASCENSO CAPILAR M3.



Día 2 del Ensayo del Muro tarrajado con arcilla, bagazo y fibra de cabuya M3.

El muro se mantuvo en pie durante 26:55 y 27:50 horas respectivamente en las dos fechas de ensayo, por lo que se considera que resistió parcialmente el ensayo.

Los datos que se tomaron en el ensayo del muro M3 fueron los siguientes:

Fecha de inicio: 03/08/2012

Fecha de fin: 04/08/2012

CUADRO N°34: ENSAYO A ALTAS CANTIDADES DE AGUA.

FECHA	HORA	N° HORAS TRANSCURRIDAS	NIVELES TOPOGRÁFICOS ASCENSO POR CAPILARIDAD (cm)	MIRA INVERTIDA DESCENSO POR ABSORCIÓN (cm)	OBSERVACIÓN
03/08/2012	15:20	00:00	0.0	0.0	Inicio
03/08/2012	16:00	00:40	1.0	1.1	
03/08/2012	17:00	01:40	1.5	1.5	
03/08/2012	18:00	02:40	2.1	2.0	
03/08/2012	19:00	03:40	2.4	2.4	
04/08/2012	09:00	17:40	4.8	3.3	
04/08/2012	10:00	18:40	5.1	3.4	
04/08/2012	11:00	19:40	5.4	3.5	
04/08/2012	12:00	20:40	5.6	3.7	
04/08/2012	13:00	21:40	5.8	3.8	
04/08/2012	14:00	22:40	5.9	3.9	
04/08/2012	15:00	23:40	6.1	4.0	Transcurrieron 24 horas
04/08/2012	16:00	24:40	6.3	4.2	
04/08/2012	17:00	25:40	6.5	4.2	
04/08/2012	18:00	26:40	6.6	4.3	
04/08/2012	18:15	26:55	6.7	4.30	Caida de muro

Datos tomados durante el ensayo del Muro M3

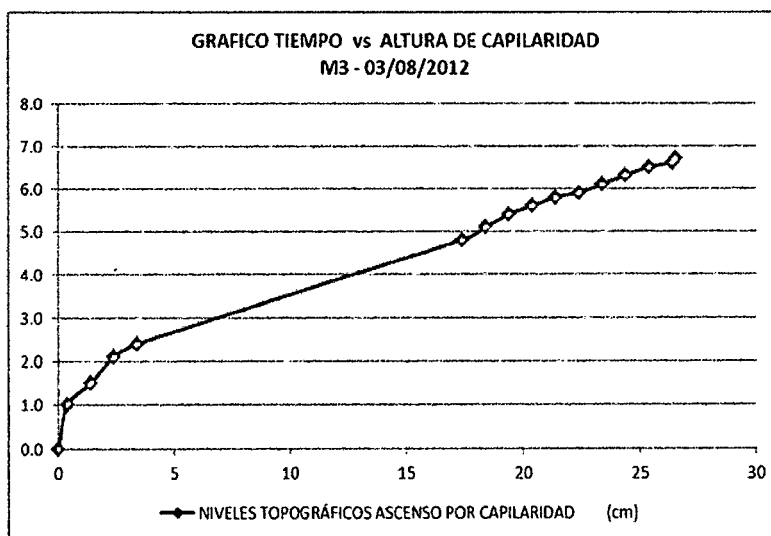
Para determinar la absorción de agua en volumen, se calculó que para aumentar 1 cm de altura del pozo era necesario verter 12.095 litros. En base a los datos tomados en el cuadro N°34 se calcularon los datos del cuadro N°35.

CUADRO N°35: ENSAYO A ALTAS CANTIDADES DE AGUA.

TIEMPO TRANSCURRIDO (HORAS)	INCREMENTO DE ABSORCION EN ALTURA DE MIRA(CM)	INCREMENTO DE ABSORCION EN VOLUMEN(LITROS)	VOLUMEN ABSORBIDO ACUMULADO (LITROS)
00:00	0.00	0.00	0.00
00:40	1.10	13.30	13.30
01:40	0.40	4.84	18.14
02:40	0.50	6.05	24.19
03:40	0.40	4.84	29.03
17:40	0.90	10.89	39.91
18:40	0.10	1.21	41.12
19:40	0.10	1.21	42.33
20:40	0.20	2.42	44.75
21:40	0.10	1.21	45.96
22:40	0.10	1.21	47.17
23:40	0.10	1.21	48.38
24:40	0.20	2.42	50.80
25:40	0.00	0.00	50.80
26:40	0.10	1.21	52.01
26:55	0.00	0.00	52.01

Datos calculados para el Ensayo del Muro M3.

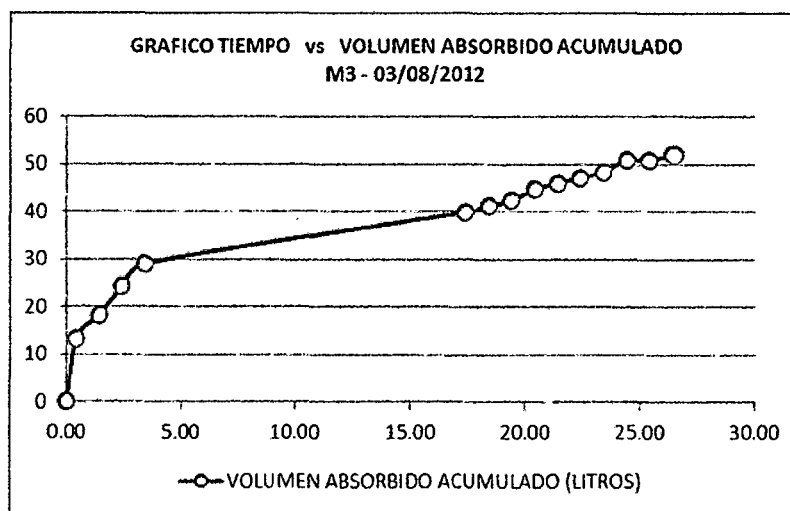
a. Gráficas de Capilaridad en el Muro M3.

GRAFICO N°9: ASCENSO CAPILAR

Capilaridad durante el Ensayo para el Muro M3.

b. Gráficas de Absorción en el Muro M3

GRAFICO N°10: Absorción en el Muro M3.



Volumen Acumulado Absorbido durante el Ensayo Completo del Muro M3.

Fecha de inicio: 22/08/2012

Fecha de fin: 23/08/2012

CUADRO N°36:

FECHA	HORA	N° HORAS TRANSCURRIDAS	NIVELES TOPOGRÁFICOS ASCENSO POR CAPILARIDAD (cm)	MIRA INVERTIDA DESCENSO POR ABSORCIÓN (cm)	OBSERVACIÓN
22/08/2012	13:00	00:00	0.0	0.0	Inicio
22/08/2012	14:00	01:00	1.4	1.3	
22/08/2012	15:00	02:00	1.8	1.6	
22/08/2012	16:00	03:00	2.2	2.0	
22/08/2012	17:00	04:00	2.4	2.2	
22/08/2012	18:00	05:00	2.8	2.4	
22/08/2012	19:00	06:00	3.0	2.5	
23/08/2012	09:00	20:00	5.3	3.7	
23/08/2012	10:00	21:00	5.6	3.8	
23/08/2012	11:00	22:00	5.8	3.9	
23/08/2012	12:00	23:00	6.0	4.2	
23/08/2012	13:00	24:00	6.3	4.2	Transcurrieron 24 horas
23/08/2012	14:00	25:00	6.5	4.3	
23/08/2012	15:00	26:00	6.5	4.3	
23/08/2012	16:00	27:00	6.6	4.4	
23/08/2012	16:50	27:50	6.6	4.4	Caída de muro

Datos tomados durante el ensayo del Muro M3

Para determinar la absorción de agua en volumen, se calculó que para aumentar 1 cm de altura del pozo era necesario verter 12.095 litros. En base a los datos tomados en el cuadro N°36 se calcularon los datos del cuadro N°37.

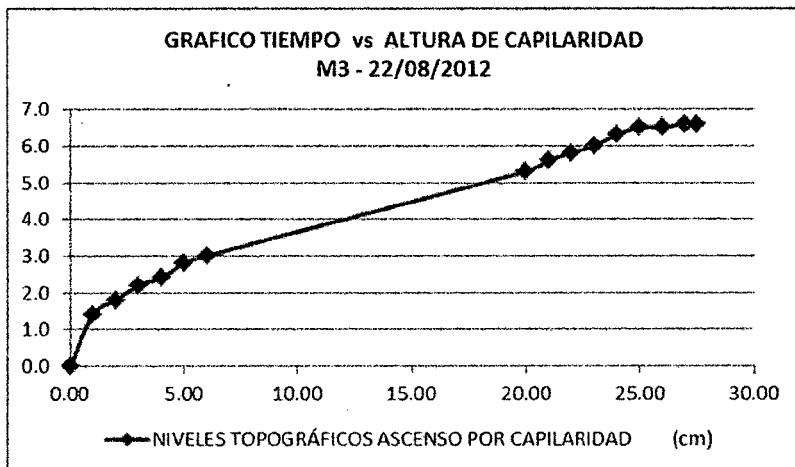
CUADRO N°37:

TIEMPO TRANSCURRIDO (HORAS)	INCREMENTO DE ABSORCION EN ALTURA DE MIRA(CM)	INCREMENTO DE ABSORCION EN VOLUMEN(LITROS)	VOLUMEN ABSORBIDO ACUMULADO (LITROS)
00:00	0.00	0.00	0.00
01:00	1.30	15.72	15.72
02:00	0.30	3.63	19.35
03:00	0.40	4.84	24.19
04:00	0.20	2.42	26.61
05:00	0.20	2.42	29.03
06:00	0.10	1.21	30.24
20:00	1.20	14.51	44.75
22:00	0.10	1.21	45.96
23:00	0.10	1.21	47.17
24:00	0.30	3.63	50.80
25:00	0.00	0.00	50.80
26:00	0.10	1.21	52.01
27:00	0.00	0.00	52.01
27:50	0.10	1.21	53.22
00:00	0.00	0.00	53.22

Datos calculados para el Ensayo del Muro M3.

a. Gráficas de Capilaridad en el Muro M3.

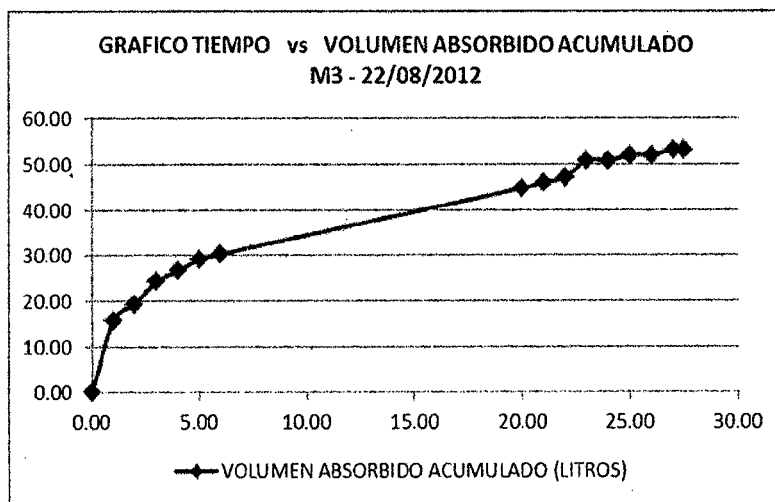
GRAFICO N°11: ASCENSO CAPILAR



Capilaridad durante el Ensayo para el Muro M3.

b. Gráficas de Absorción en el Muro M3

GRAFICO N°12: Absorción en el Muro M3.



Volumen Acumulado Absorbido durante el Ensayo Completo del Muro M3.

- Reporte del laboratorio.
- Clasificación de datos.
- Estadística descriptiva.
- Análisis e interpretación de datos.
- Procesamiento de la información y aplicación de los conocimientos y criterios necesarios para la elaboración del diseño del proyecto.

3.9 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.

3.9.1 Técnicas de Procesamiento de datos.

- A. Estadística inferencial
- B. Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma E.080
- C. NTP- 399.613

3.9.2 Análisis de Datos

- Software S10.
- SPSS.
- Programa Excel.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Presentación de resultados.

4.1.1 PRUEBA DE SUCCION

A.- Succión en muestras del Muro Patrón. (M0)

CUADRO RESUMEN N°8: Succión de las muestras del M0.

MUESTRA	PESO SECO (gr.)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA (cm ²)	PESO CON AGUA ABSORBIDA (gr)	AGUA ABSORBIDA (gr)	SUCCIÓN (gr/min/cm ²)	SUCCIÓN PROMEDIO (gr/min/cm ²)
P1	17443.80	38.20	24.00	12.50	916.80	17428.80	-15.00	-0.016361	-0.018
P2	17425.80	38.00	24.20	12.00	914.76	17408.60	-17.20	-0.018803	
P3	17378.60	37.80	24.00	12.00	912.00	17362.20	-16.40	-0.017982	

Indica la succión promedio de la muestra patrón.

Como se observa en el cuadro 8; los tres especímenes de adobe convencional presentan un peso seco superior al peso con agua absorbida lo que significa que la

pérdida de peso por el desprendimiento de las partículas de la muestra al entrar en contacto con agua supera al peso del agua absorbida, durante un minuto. Por lo tanto al ser la succión negativa, se concluye que esta prueba no es aplicable al adobe convencional.

Como consecuencia a lo descrito líneas arriba, podemos afirmar que los adobes convencionales poseen escasa o nula resistencia al contacto directo con el agua, debido a que en la prueba de succión el proceso de degradación de los especímenes se dio casi de manera instantánea al entrar en contacto con el agua haciéndolo altamente vulnerables a la acción prolongada del agua, restringiendo drásticamente sus usos y aplicaciones a condiciones en las que no se encuentren en contacto con el agua.

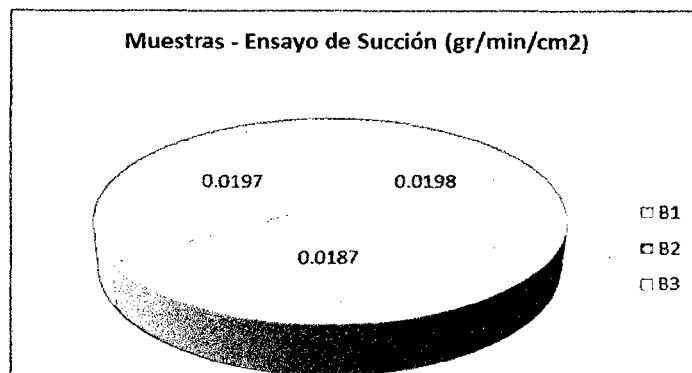
B.- Succión en muestras de adobes del Muro tarrajeado con arcilla, goma de penca de tuna y paja. (M1)

CUADRO RESUMEN N°9: Succión de las muestras del M1.

MUESTRA	PESO SECO (gr.)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA (cm ²)	PESO CON AGUA ABSORBIDA (gr)	AGUA ABSORBIDA (gr)	SUCCIÓN (gr/min/cm ²)	SUCCIÓN PROMEDIO (gr/min/cm ²)
B1	26789.60	41.60	27.60	15.20	1148.16	26812.30	22.70	0.019771	0.019
B2	25443.80	41.90	26.80	15.00	1122.92	25464.80	21.00	0.018701	
B3	27987.20	42.30	28.10	16.50	1188.63	28010.67	23.47	0.019745	

Succión promedio de la prueba de succión en adobes tarrajados con arcilla, goma de penca y paja. M1.

GRAFICO N°11: Succión de las muestras del M1.



Succión promedio de la prueba de succión de las muestras B1, B2 Y B3 en adobes tarrajados con arcilla, goma de penca y paja M1.

De lo descrito preliminarmente podemos inferir que la aplicación de arcilla para estabilizar las muestras ensayadas, contribuyó en el aumento de la resistencia a la acción erosiva del agua, no produciéndose deterioro ante una exposición en un periodo inicial de un minuto. Por otra parte, la propagación de agua por ascenso capilar fue del orden de 1.20 cm, lo cual representa menos de la mitad de lo observado en los adobes convencionales, esto evidencia que la estructura interna se mantiene igual, porque el tarrajeo hace menor la cantidad de vacíos que es el medio por el cual se propaga el agua al interior y, por tanto, menor espacio para que el agua ingrese y deteriore la estructura interna.

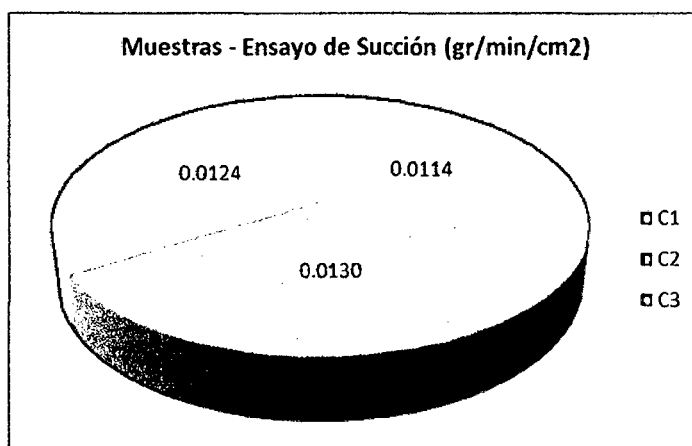
C.- Succión en muestras de adobes tarrajados con arcilla cal y paja. (M2)

CUADRO RESUMEN N°10: Succión de las muestras del M2.

MUESTRA	PESO SECO (gr.)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA (cm ²)	PESO CON AGUA ABSORBIDA (gr)	AGUA ABSORBIDA (gr)	SUCCIÓN (gr/min/cm ²)	SUCCIÓN PROMEDIO (gr/min/cm ²)
C1	25678.50	41.00	27.10	15.10	1111.10	25691.20	12.70	0.0114	0.012
C2	27897.40	42.00	27.60	15.36	1159.20	27912.50	15.10	0.0130	
C3	26005.00	41.60	27.25	15.24	1133.60	26019.10	14.10	0.0124	

Succión promedio de la prueba de succión en adobes del Muro adobes tarrajados con arcilla cal y paja. M2

GRAFICO N°13: Succión de las muestras del M2.



Succión promedio de la prueba de succión de las muestras C1, C2 Y C3 en adobes tarrajados con arcilla, cal y paja M2.

Finalmente se determinó como succión promedio para adobes tarrajados el valor de 0.012 gr/min/cm².

Los tres especímenes de adobe tarrajado presentaron un comportamiento superior a los adobes convencionales. En primer lugar no se generó ningún desprendimiento ni pérdida del material en contacto con el agua conservando la integridad y mismas dimensiones. Adicionalmente se observó un menor ascenso capilar de agua del orden de 0.8 cm, menor al caso de adobes de la muestra M1 (1.20 cm), debido a que la cobertura de tarrajeo presenta una estructura interna con una menor cantidad de vacíos.

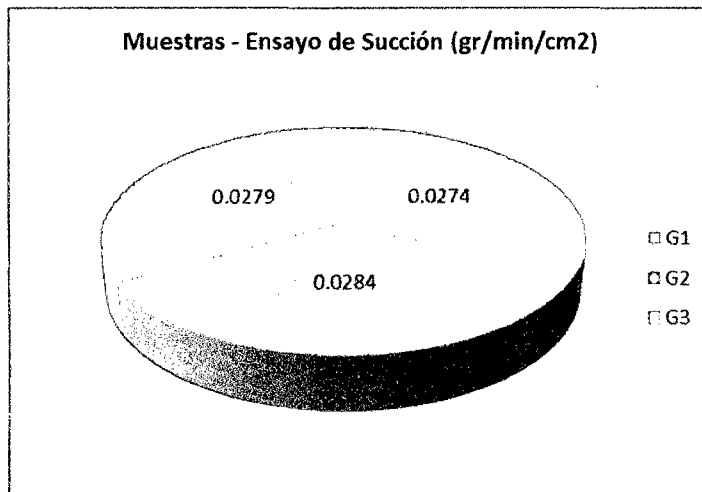
D.- Succión en muestras de adobes del Muro tarrajado con arcilla con bagazo y fibra de cabuya.(M3)

CUADRO RESUMEN N°11: Succión de las muestras del M3.

MUESTRA	PESO SECO (gr.)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA (cm ²)	PESO CON AGUA ABSORBIDA (gr)	AGUA ABSORBIDA (gr)	SUCCIÓN (gr/min/cm ²)	SUCCIÓN PROMEDIO (gr/min/cm ²)
G1	25397.45	40.20	27.14	15.30	1091.03	25427.30	29.85	0.0274	0.028
G2	25974.45	41.80	26.45	15.80	1105.61	26005.90	31.45	0.0284	
G3	26578.20	42.30	27.34	25.34	1156.48	26610.50	32.30	0.0279	

Succión promedio de la prueba de succión en adobes tarrajados con arcilla, bagazo y fibra de cabuya M3.

GRAFICO N°14: Succión de las muestras del M3.



Succión promedio de la prueba de succión de las muestras G1, G2 Y G3 en adobes tarrajados con arcilla, bagazo y fibra de cabuya M3.

De lo descrito preliminarmente podemos inferir que la aplicación de arcilla para estabilizar las muestras ensayadas, contribuyó en el aumento de la resistencia a la acción erosiva del agua, no produciéndose deterioro ante una exposición en un periodo inicial de un minuto. Por otra parte, la propagación de agua por ascenso capilar fue del orden de 1.80 cm, lo cual representa menos de la mitad de lo observado en los adobes convencionales, esto evidencia que la estructura interna se mantiene igual, porque el tarrajeo hace menor la cantidad de vacíos que es el medio por el cual se propaga el agua al interior y, por tanto, menor espacio para que el agua ingrese y deteriore la estructura interna.

Finalmente se determinó como succión promedio para adobes tarrajados con la técnica M3 es 0.028 gr/min/cm².

4.1.1.1 RESUMEN DE LA PRUEBA DE SUCCION

En el cuadro 38 y en las Gráfica 15 se presenta los resultados promedios de las pruebas de succión para las tres técnicas y de los muestras del muro patrón.

CUADRO N°38: Resumen de la Prueba de Succión.

TECNICA		SUCCIÓN PROMEDIO (gr/min/cm ²)
M0	ADOBE CONVENCIONAL SIN RECUBRIMIENTO	-
M1	ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, GOMA DE PENCA Y PAJA.	0.019
M2	ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, CAL Y PAJA	0.012
M3	ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, FIBRA Y BAGAZO DE CABUYA.	0.028

Resultado final promedios de la Prueba de Succión.

GRAFICO N°15: SUCCION PROMEDIO (gr/min/cm²)

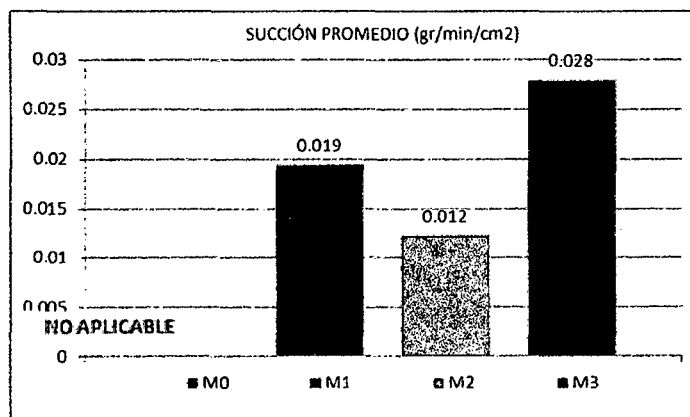


Grafico donde se muestra la succión de las 3 técnicas y del muro patrón.

4.1.2 PRUEBA DE ABSORCIÓN.

A.- Absorción en muestras del Muro Patrón. M0

CUADRO RESUMEN N°13: Ensayo de absorción.

MUESTRA	PESO SECO Wd (gr)	PESO SATURADO Ws (gr)	% ABSORCIÓN	% ABSORCIÓN PROMEDIO
P1	17453.90	-	-	-
P2	17480.00	-	-	
P3	18233.40	-	-	

Porcentaje de absorción. Donde no se aprecia el resultado, ya que existe desintegración total.

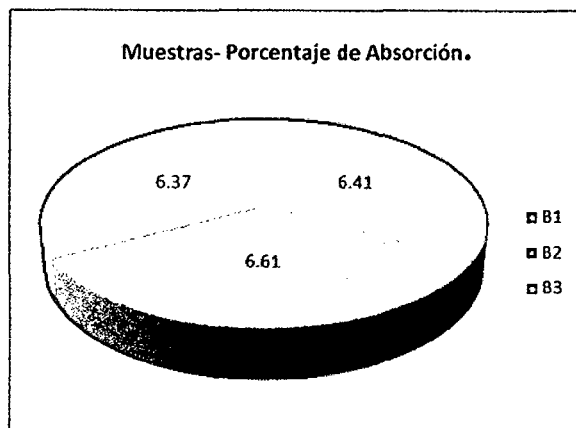
No se presentan datos de las dimensiones de los especímenes ya que al término de la prueba de absorción los adobes convencionales se desintegraron haciendo imposible la medición de sus dimensiones y peso saturado. Por lo tanto, se concluye que la prueba de absorción no es aplicable en adobes convencionales.

B.- Absorción en muestras de adobes tarrajados con arcilla, goma de penca de tuna y paja. M1.

CUADRO RESUMEN N°17: Ensayo de absorción.

MUESTRA	PESO SECO Wd (gr)	PESO SATURADO Ws (gr)	% ABSORCIÓN	% ABSORCIÓN PROMEDIO
B1	17213.40	18316.5	6.41	6.46
B2	17615.00	18778.5	6.61	
B3	17589.10	18709.5	6.37	

Porcentaje de absorción final de las muestras B1, B2 Y B3.

GRAFICO N°16: Porcentaje de absorción del M1.

Porcentaje de absorción promedio de la prueba de las muestras B1, B2 Y B3 en adobes tarrajeados con arcilla, goma de penca de tuna y paja M1.

Finalmente, se obtuvo un valor de absorción promedio para adobes tarrajeados de 6.46%. Podemos concluir, que los adobes tarrajeados presentaron una amplia superioridad al ser comparados con los adobes convencionales, ya que no evidenciaron signos de deterioro ni pérdida de capacidad portante a pesar de haber sido afectados por la agresión erosiva del agua durante un periodo de 24 horas.

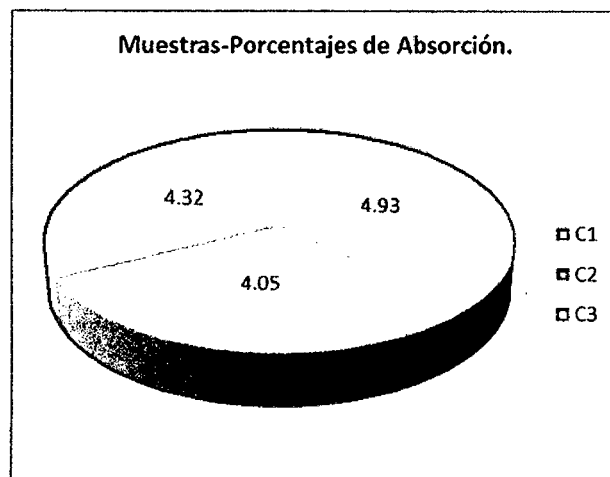
C.- Absorción en muestras del Muro Tarrajado con arcilla, cal y paja M2

CUADRO RESUMEN N°20: Ensayo de absorción.

MUESTRA	PESO SECO Wd (gr)	PESO SATURADO Ws (gr)	% ABSORCIÓN	% ABSORCIÓN PROMEDIO
C1	17917.10	18800.3	4.93	4.43
C2	17680.80	18397.5	4.05	
C3	17985.64	18762.6	4.32	

Porcentaje de absorción final de las muestras C1, C2 Y C3.

GRAFICO N°17: Porcentaje de absorción de las muestras del M2.



Porcentaje de absorción promedio de la prueba de las muestras C1, C2 Y C3 en adobes tarrajados con arcilla, cal y paja M2.

Finalmente, se obtuvo un valor de absorción promedio para adobes estabilizados de 4.43%. Se concluye que las muestras de adobe del muro M2 presentaron un comportamiento ampliamente superior al de los adobes convencionales, ya que no se evidenciaron signos de deterioro durante su inmersión por 24 horas; no obstante serán necesarias pruebas en muros a escala real para corroborar la efectividad de la solución planteada.

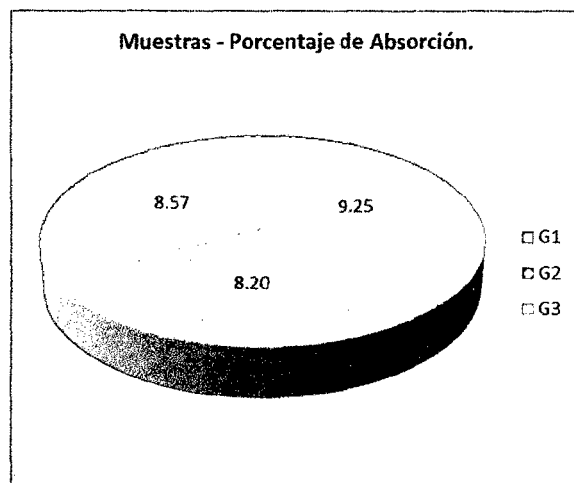
D.- Absorción en unidades de adobe tarrajado con arcilla, bagazo y fibra de cabuya.M3.

CUADRO RESUMEN N°23: Ensayo de absorción.

MUESTRA	PESO SECO Wd (gr)	PESO SATURADO Ws (gr)	% ABSORCIÓN	% ABSORCIÓN PROMEDIO
G1	16453.90	17976.5	9.25	8.67
G2	17031.50	18427.5	8.20	
G3	17674.50	19189.2	8.57	

Porcentaje de absorción. Donde no se aprecia el resultado, y el porcentaje promedio final.

GRAFICO N°18: Porcentaje de absorción de las muestras del M3.



Porcentaje de absorción promedio de la prueba de las muestras G1, G2 Y G3 en adobes tarrajados con arcilla, bagazo y fibra de cabuya. M3.

No obstante, debido a las fisuras observadas en el espécimen G3, afirmamos que el sistema puede ser vulnerable ante filtraciones que podrían poner en riesgo la integridad de la cobertura protectora de tarrajeo, debido al esponjamiento del adobe convencional contenido en el tarrajeo.

4.1.2.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE ABSORCIÓN

En la *cuadro 39*, y en las *Gráficas 8* se presenta los resultados promedios de las pruebas de absorción para las tres técnicas y de los muestras del muro patrón.

CUADRO N°39: Resumen de la Prueba de Absorción.

TECNICA		% ABSORCIÓN PROMEDIO
M0	ADOBE CONVENCIONAL SIN RECUBRIMIENTO	-
M1	ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, GOMA DE PENCA Y PAJA.	6.46
M2	ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, CAL Y PAJA	4.43
M3	ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, BAGAZO Y FIBRA DE CABUYA.	8.67

Resultado final promedio de la Prueba de Absorción.

GRAFICO N°19: PORCENTAJE DE ABSORCION PROMEDIO.

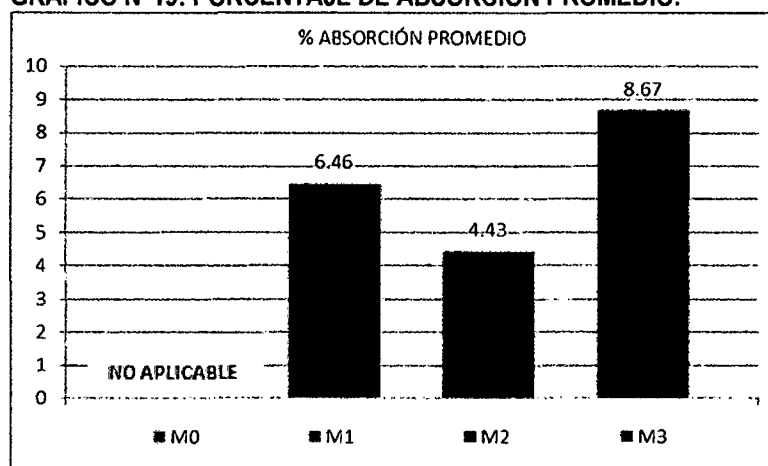


Grafico donde se muestra la absorción promedio de las 3 técnicas y del muro patrón.

En ambas pruebas podemos notar de que el adobe tarrajado M2 con cal superó ampliamente al adobe tarrajado M1, M3, al succionar y absorber menor cantidad de agua, requisito indispensable para mejorar su comportamiento ante la exposición de lluvias, en tanto que el adobe convencional no aprobó ninguno de estos ensayos y terminó desintegrándose.

Los especímenes tarrajados no registraron un deterioro masivo al no existir variaciones importantes en sus dimensiones al término de la prueba, por lo cual podemos afirmar que superaron satisfactoriamente la prueba de absorción.

4.1.3 ASCENSO CAPILAR EN LA PRUEBA DE SUCCIÓN

La capacidad de ascenso capilar de agua durante la prueba de succión para cada una de las muestras se resume en el *Gráfico 20* y el *cuadro 40*.

CUADRO N°40: Resumen del ascenso capilar.

TECNICA		ASCENSO CAPILAR (cm.)
M0	ADOBE CONVENCIONAL SIN RECUBRIMIENTO	3.00
M1	ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, BAGAZO Y FIBRA DE CABUYA	1.20
M2	ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, CAL Y PAJA	0.80
M3	ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, IMPERMEABILIZANTE Y MALLA GALLINERO	1.80

Resultado final del ascenso capilar de agua durante el ensayo de succión, medido en centímetro.

GRAFICO N°20: ASCENSO CAPILAR

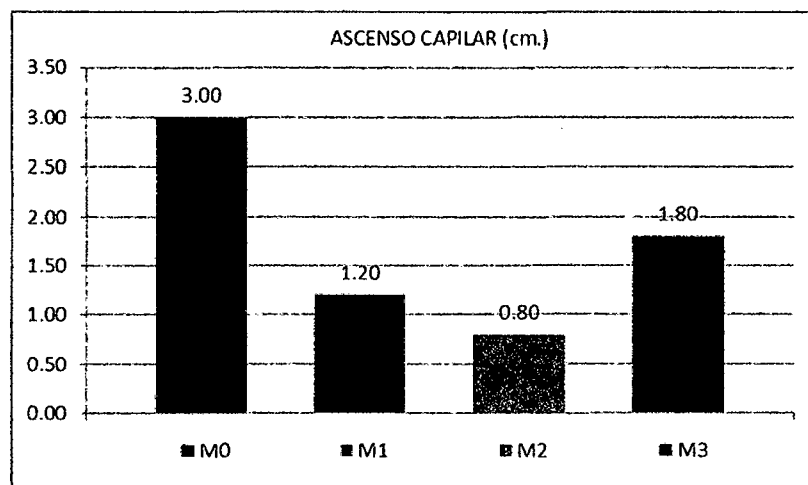


Grafico donde se muestra el ascenso capilar de las 3 técnicas y del muro patrón.

Para un tiempo de exposición al agua de un minuto, en el *Gráfico 19* observamos que los adobes convencionales registraron el mayor ascenso capilar de 3 cm.

Los datos de ascenso capilar obtenidos en la prueba de succión permitirán obtener información para predecir el comportamiento de ascenso de agua durante una lluvia y lo cual nos permitirá definir la zona del muro a proteger.

Finalmente, podemos concluir que los adobes tarrajeados presentaron un mejor desempeño al presentar el menor ascenso capilar.

4.1.4 ENSAYO A ALTAS CANTIDADES DE AGUA PARA LOS 4 MUROS

Dado que el Muro M0 se tomó como muro patrón, solo se compararán los 3 muros restantes. Para esto se elaborarán las siguientes gráficas.

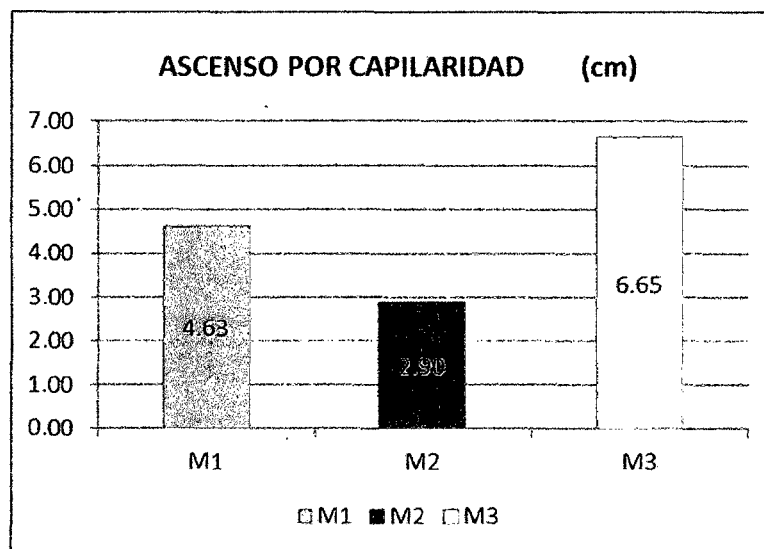
- ✓ Comparativo de gráficas de capilaridad durante el Ensayo Total.
- ✓ Comparativo de gráficas de absorción acumulada durante el Ensayo Total.
- ✓ Comparar el deterioro de los muros, se realizó una comparación por el tiempo que duraron los muros en pie.

CUADRO N°41: CUADRO DE RESUMEN DEL ENSAYO A ALTAS CANTIDADES DE AGUA.

MUESTRA	FECHA	ASCENSO POR CAPILARIDAD (cm)	CAPILARIDAD PROMEDIO (cm)	ABSORCIÓN (litros)	ABSORCIÓN PROMEDIO
M1	03/08/2012	4.65	4.63	38.70	39.61
	22/08/2012	4.60		40.52	
M2	03/08/2012	3.00	2.90	26.61	27.21
	22/08/2012	2.80		27.82	
M3	03/08/2012	6.70	6.65	52.01	52.61
	22/08/2012	6.60		53.22	

Datos promedios de los datos hallados en el ensayo de los muros.

GRAFICO N°21: CAPILARIDAD



Ascenso por capilaridad de las tres técnicas ensayadas.

Durante las primeras 24 horas del ensayo las alturas de capilaridad son diferentes entre los 3 muros, van desde formas lineales hasta curvas por lo que no se ha realizado aproximaciones a líneas de tendencias conocidas. Sin embargo, puede apreciarse que la solución M2, supera al M1 y M3.

Como resultado de las gráficas de capilaridad concluimos lo siguiente:

- Se observó que el muro M2 superó al M1 y este a su vez fue mejor que el muro M3.
- Se obtuvo que el Muro M1 sufre 1.59 veces más ascenso capilar que el Muro M2
- La capilaridad en el Muro M3 sufre 2.29 veces más ascenso capilar que el Muro M2
- Los datos obtenidos poseen tendencias lineales y curvas por lo que no se realizó aproximaciones a líneas de tendencias conocidas, sin embargo, se

observó que el muro M2 superó al M1 y este a su vez fue mejor que el muro M3.

GRAFICO N°22: ABSORCION

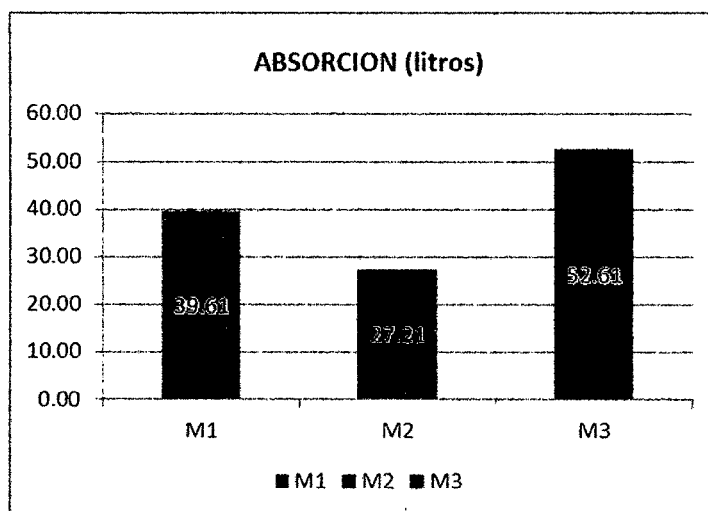


Grafico comparativo de la absorción de las 3 técnicas durante el Ensayo.

Para comparar las absorciones durante el periodo del ensayo se usó el resultado promedio final, obteniendo que las absorciones de los muros M1, M2, M3 son de 39.61, 27.21 y 52.61 litros respectivamente.

Como resultado de las gráficas de absorción concluimos lo siguiente:

- Se observó que el muro M2 superó al M1 y este a su vez fue mejor que el muro M3.
- Se obtuvo que el Muro M1 sufre 1.45 veces más ascenso capilar que el Muro M2
- La capilaridad en el Muro M3 sufre 1.95 veces más ascenso capilar que el Muro M2
- Los volúmenes de absorción difieren entre los 3 muros.
- Durante las primeras horas del ensayo, las absorciones de los 3 muros crecen de manera distinta hasta llegar a un punto de inflexión.

4.1.5 Análisis de Costos

4.1.5.1 Comparación de Costo - Resultado entre las 3 técnicas usadas.

Con la finalidad de poder comparar los costos de las 3 técnicas empleados en los ensayos en muros, se realizó el análisis de costos unitarios para todas las partidas implicadas en cada técnica. Los precios unitarios utilizados en cada una de las partidas se detallan en los anexos N° VII, VIII, IX Y X – Análisis de Precios Unitarios. Los resultados se muestran a continuación:

CUADRO N°42: PRESUPUESTO

Nº PARTIDA	DESCRIPCIÓN	unid.	METRADO	P.U (S./)	PARCIAL (S./)	SUB TOTAL
1.00	Construccion del muro patron M0					47.56
1.01	Albañileria					
1.01.01	Muro de adobes de sogá	m2	1.82	26.13	47.56	
COSTO DIRECTO					S./	47.56
AREA DEL MURO M3					m2	1.82
COSTO UNITARIO MURO M3					soles/ m2	26.13

Análisis de Costo unitario del Muro Patrón M0.

CUADRO N°43: PRESUPUESTO

Nº PARTIDA	DESCRIPCIÓN	unid.	METRADO	P.U (S./)	PARCIAL (S./)	SUB TOTAL
1.00	Construccion del muro M1					77.93
1.01	Albañileria					
1.01.01	Muro de adobes de sogá	m2	1.82	26.13	47.56	
1.02	Zocalo					
1.02.01	Zocalo de arcilla, goma de penca de tuna y paja.	m2	2.34	12.99	30.37	
COSTO DIRECTO					S./	77.93
AREA DEL MURO M3					m2	1.82
COSTO UNITARIO MURO M3					soles/ m2	42.82

Análisis de Costo unitario del Muro Patrón M1.

CUADRO N°44: PRESUPUESTO

Nº PARTIDA	DESCRIPCIÓN	unid.	METRADO	P.U (S./)	PARCIAL (S./)	SUB TOTAL
1.00	Construccion del muro M2					80.83
1.01	Albañileria					
1.01.01	Muro de adobes de sogá	m2	1.82	26.13	47.56	
1.02	Zocalo					
1.02.01	Zocalo de arcilla, cal y paja.	m2	2.34	14.23	33.27	
COSTO DIRECTO					S./	80.83
AREA DEL MURO M3					m2	1.82
COSTO UNITARIO MURO M3					soles/ m2	44.41

Análisis de Costo unitario del Muro Patrón M2.

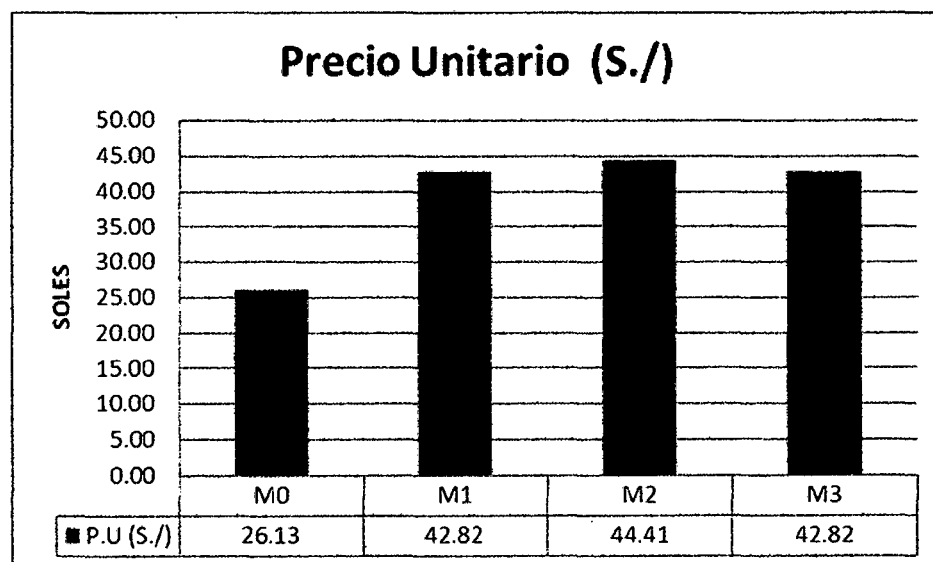
CUADRO N°45: PRESUPUESTO

Nº PARTIDA	DESCRIPCIÓN	unid.	METRADO	P.U (S./)	PARCIAL (S./)	SUB TOTAL
1.00	Construcción del muro M3					77.93
1.01	Albañilería					
1.01.01	Muro de adobes de sogá	m2	1.82	26.13	47.56	
1.02	Zocalo					
1.02.01	Zocalo de arcilla, bagazo y fibra de cabuya.	m2	2.34	12.99	30.37	
COSTO DIRECTO					S./	77.93
AREA DEL MURO M3					m2	1.82
COSTO UNITARIO MURO M3					soles/ m2	42.82

Análisis de Costo unitario del Muro Patrón M3.

Con estos resultados se realizó un gráfico comparativo, el cual se muestra a continuación:

GRAFICO N°23: COSTO



Cuantificación de costo por implementación de cada técnica.

4.1.6 Comparación de daño.

Con la finalidad de poder comparar el deterioro de las 3 técnicas durante los Ensayos se considero el tiempo que duraron en pie cada muro con las diferentes técnicas que se aplicaron.

CUADRO N°46: COMPARACION DE DETERIORO Y COSTO

TECNICA	DAÑO	COSTO (S./m2)
M0	COLAPSO TOTAL	26.13
M1	MODERADO	42.82
M2	LEVE	44.41
M3	ALTO	42.82

Matriz de Cuantificación del deterioro a causa del agua.

4.2 Discusión.

4.2.1. Características de la poza de ensayo.

Para poder realizar más ensayos acerca del tema, lo cual tuvimos limitaciones para los ensayos por no contar con los equipos necesarios. Las pozas nos ayuda a ver el comportamiento a altas cantidades de agua de cada técnica, pero no podemos saber con exactitud la erosión que causa la lluvia en el muro, para ello tendríamos que implementar nuevos ensayos en la Universidad Nacional de Huancavelica.

Se mandó a construir las pozas ya que no se contaba con tales ensayos en la Universidad Nacional de Huancavelica y por la cercanía al lugar donde se utilizaron los adobes, se optó por hacerlos en la misma adobera.

4.2.2. Características de los muros de adobe.

Para realizar los ensayos a escala real se hicieron 4 muros de 1.30 m de alto y 1.40 m de largo, lo cual tiene un alto costo. Se recomendaría investigar e implementar mas estos

métodos de ensayos, utilizando pequeñas muestras que simulen el comportamiento a escala real.

4.2.3. Pruebas en unidades de adobe.

1. En el cuadro N° 40 observamos que en la prueba de succión en unidades de adobe, la técnica M2 tuvo una menor succión de 0.012 gr/min/cm², a comparación de las otras 2 técnicas ensayadas.

En la muestra M0 en la que no se aplicó ninguna técnica, no se pudo medir la succión, ya que cuando hizo contacto con el agua, se desprendió parte de la muestra y a la hora de pesar mostraba un peso menor al inicial.

2. En el cuadro N° 38 observamos que en la prueba de absorción en unidades de adobe, la técnica M2 tuvo un comportamiento favorable, obteniendo una menor absorción de 4.43%, a comparación de las otras 2 técnicas ensayadas.

En la muestra M0 en la que no se aplicó ninguna técnica, no se pudo medir el porcentaje de absorción, ya que cuando hizo contacto con el agua, la muestra se desmoronó totalmente a los 10 minutos.

3. En ambas pruebas podemos notar de que el adobe tarrajado con la técnica M2 superó ampliamente al adobe tarrajado M1 y M3, al succionar y absorber menor cantidad de agua, requisito indispensable para mejorar su comportamiento ante la exposición de lluvias, en tanto que el adobe convencional no aprobó ninguno de estos ensayos y terminó desintegrándose.

4.2.4. Pruebas en muros de adobe.

1. Al comparar las gráficas de capilaridad durante el ensayo simulado a altas cantidades de agua en los muros. (*Gráfico 21*) obtenemos que la relación de capilaridades es de 1.59:1:2.29 para los muros M1, M2, M3, respectivamente. Al comparar los resultados de prueba de succión en las unidades de adobe, (*Gráfico 20*). Obtenemos la relación de capilaridades es 1.5:1:2.25 para los muros M1, M2, M3, respectivamente.

Por lo tanto, se afirma que el ascenso por capilaridad en el ensayo simulado a altas cantidades de agua en los muros se valida con el ensayo de succión en unidades de adobe. Finalmente, podemos concluir que los adobes tarrajeados con arcilla, cal y paja, presentaron un mejor desempeño al presentar el menor ascenso capilar de 0.8 cm.

2. Los resultados muestran que el tarrajeo de la técnica M2 es bastante más resistente. Aparentemente esto se debe a la reducción de la fisuración mediante el uso de paja y cal y el acabado superficial pulido.
3. Al comparar las gráficas de absorción durante el ensayo simulado a altas cantidades de agua (*Gráfico 22*) obtenemos que la relación de absorciones al finalizar el ensayo es de: 1.46:1:1.93 para los muros M1, M2, M3.

Por otra parte, los resultados obtenidos en la prueba de absorción de unidades (*Gráfica 15*) señalan un registro de la capacidad de absorción del 6.46% en el caso de adobes tarrajeados con arcilla, goma de penca de tuna y paja, 4.43% para adobes tarrajeados con arcilla, cal y paja y del 8.67% para adobes tarrajeados, con arcilla, bagazo y fibra de cabuya, lo cual obtenemos la relación 1.46:1:1.96, la cual es aproximadamente la misma relación 1.46:1:1.93 para los muros M1, M2, M3 respectivamente, observada durante el ensayo simulado a altas cantidades de agua. Por lo tanto, se afirma que la absorción en el ensayo simulado a altas cantidades de agua en los muros se valida con el ensayo de absorción en unidades de adobe.

4. En el muro patrón M0, no se registró absorción, ya que el muro solo duro en pie 1:25 y 1:35 horas en los dos ensayos realizados.

CONCLUSIONES

- Se puede mejorar la durabilidad de las construcciones de adobe frente a las lluvias en base a materiales naturales de la zona.
- La fisuración por contracción de secado es uno de los factores más importantes que afectan la durabilidad de los tarrajes de los muros de adobe.
- Las técnicas de protección realizadas son capaces de resistir el impacto de lluvias, ya que los muros se evalúan a altas cantidades de agua (inundación), resultando que la técnica utilizada en el muro M2 resultó ser más favorable durando un promedio de 55:38 horas y mostrando un mejor comportamiento ante la exposición al agua.
- Los ensayos demostraron la alta vulnerabilidad de los adobes convencionales sin ningún tipo de protección, ante la acción erosiva del agua, registrándose un tiempo estimado de colapso de la estructura de 1:25 y 1:35 horas, con un tipo de falla frágil. Obviamente el tiempo señalado dependerá del grosor y de la consistencia del adobe. Por lo tanto, se recomienda evitar el uso del adobe convencional en zonas donde la probabilidad de ocurrencia de inundaciones y lluvias sea elevada.
- Existen soluciones para la protección de muros, como la construcción de cimiento y sobrecimiento de concreto, pero enfocándonos en una solución acorde con la realidad del distrito de Lircay y considerando que el construir un muro con

sobrecimiento de concreto simple representaría una inversión 1.87 veces mayor en relación al costo a la técnica M2.

RECOMENDACIONES

- La técnica que se utilizó en el M2 resultó ser el mejor método a implementar en viviendas de adobe en cuanto a capacidad de resistencia ante la exposición a las lluvias. En su defecto, debería analizarse tanto la utilización de una cimentación tipo pirca o albañilería de piedra (mucho más piedra que mezcla) y con un sobrecimiento de piedra (pirca) para no elevar su costo.
- Se recomienda el diseño de mezcla siguiente el cual resultó más favorable (M2):
Cal: 12.86kg/m², Arcilla: 21.04kg/m², Paja: 28.06gr/m² y Agua: 4.68 lts/m².
- Se puede mejorar el acabado de los muros utilizando como sobrecimiento piedras y con un acabado pulido con la técnica más favorable que resultó en la investigación.
- Un gran número de edificaciones de adobe y tapia pisada se construyen sin un adecuado sistema de cimentación y sobrecimiento, lo que facilita que se presenten asentamientos diferenciales que debilitan los muros principales y disminuyen la capacidad de la estructura ante las diferentes fuerzas que debe soportar. Adicionalmente la ausencia de cimentación contribuye a la acumulación de humedad por capilaridad en los muros en la zona inferior de los muros de adobe de tierra disminuyendo su capacidad portante de manera significativa y aumentando su nivel de deterioro con el tiempo.

- Tras corroborar su alta vulnerabilidad del muro M0 al agua ante condiciones de exposición a corto plazo, se recomienda que las viviendas de adobe convencional que no cuenten con un adecuado sistema de protección contra la exposición del agua, no sean construidas en lugares con alta probabilidad de inundaciones tales como las riveras de ríos, ya que el menor desembalse de los mismos producto de lluvias excesivas, se producirían daños graves o el colapso de la estructura. Se recomienda como medida mitigadora y preventiva de inundaciones, proteger la base perimetral de los muros que podrían entrar en contacto con el agua mediante un tarrajeo con una altura no mínima de 50 cm, tal como se desarrolló en la investigación.
- No hacer construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos, ni arcillas expansivas.
- El pulido de las superficies contribuye a incrementar la resistencia del tarrajeo a la lluvia y elimina fisuras..
- No debe aplicarse nunca un revoque de cemento, debido a que este es frágil y quebradizo, así como muy poco flexible y por ello tiende a crear fisuras por las cargas térmicas que expanden y contraen el material y por impactos mecánicos.
- Si se aplica un revoque de barro, es aconsejable estabilizar la superficie con una lechada de cal.
- Para revestir el muro, depende del material debe ser semejante al material del muro para que se adhiera y no se desprenda. Por ejemplo la tierra o el yeso se adhieren fácilmente, mientras que el cemento necesita un sistema de fijación.

- Se recomienda la construcción de un pequeño canal de 15 cm de profundidad por 20 cm. De ancho para desaguar el agua de lluvia que cae de los techos.
- Se recomienda el uso de veredas ya que protegen a la casa de la humedad externa del suelo y la aíslan de las condiciones del clima y la naturaleza (lluvias, tormentas, lodo insectos).
- Se recomiendan techos de una o dos aguas. La pendiente puede variar de 15 a 30% y los aleros perimetrales tendrán una longitud mínima de 50 cm. Para impedir que los muros sean humedecidos por el agua de la lluvia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Abel,G.C., Dulio,O.G., Felisicimo,R.R., Jose,G.Ch.(2011)-"Como aprender y enseñar investigación científica"- (1° ed.) Huancavelica-Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.
2. Antonio Campos Siguenza – "Manual para la construcción de viviendas en adobe" – CISMID FIC UNI – Taller Grafico Victor Castillo.
3. Crisologo Arce Aurelio (1998) "Investigación Científica" - Edición Toro Lindo Mozo, Lima 1988.
4. Forschungslabor für Experimentelles Bauen (2005) - Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra. Fondo editorial Universidad de Kassel, Alemania. - Tercera edición revisada y ampliada: Abril 2005.
5. Francisco Mingarro Martin (1996). "Degradación y conservación del Patrimonio Arquitectónico". Editorial Complutense. S.A 1996 España
6. Gastón Barrios. (1989). "Manual de Construcción en Adobe". Fondo Editorial Universitaria 1989 Chile.

7. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2007. "Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda". Instituto Nacional de Estadística e Informática. Lima, Perú.
8. Instituto Nacional de Defensa Civil (Perú). 2009. "Compendio Estadístico de Prevención y Atención de Desastres 2007". INDECI. Lima, Perú.
9. Julio Vargas Neumann, Daniel Torrealva y Marcial Blondet (2007) - Casas sismorresistentes y saludables de abode reforzado con geomallas en la zona de la sierra. - Primera edición: noviembre de 2007.
10. Programa COBE – Adobe Estabilizado (1977), por la Oficina de Investigación y Normalización con la participación de la Universidad Nacional de Ingeniería y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, bajo el asesoramiento de la Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID) – Lima, Perú.
11. Reglamento Nacional de Edificaciones (2000). "Norma Técnica de Edificación E.080 Adobe". Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Lima, Perú.
12. Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández (2006) - "Metodología de la Investigación"- Edición 4 MCGRAW HILL, 2006.
13. San Bartolomé, A. (1994). "Construcciones de Albañilería – Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural - ". Fondo Editorial PUCP 1994 Lima, Perú.

14. Urbano Tejada Schmidt (2001). "Buena Tierra – Apuntes para el diseño y construcción con Adobe". Centro de Investigación, Documentación y Asesoría Poblacional. Lima, Perú.

15. Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayos en ladrillos de arcilla usados en albañilería. Comisión de Reglamentos Técnicos y comerciales. INDECOPI. Lima, Perú.

B: WEB SITE:

1. Sika impermeabilizante (acceso 08 de marzo del 2012). Disponible en:
<http://www.sika.com.pe/Construccion/Main.ASP?T=T&P=2732>.

2. INEI-Censos Nacionales de Población y Vivienda 1993 y 2007 (acceso 24 de abril del 2012). Disponible en:
<http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0838/libro03/Libro.pdf>

3. INEI-Biblioteca Virtual (acceso 14 de setiembre del 2012). Disponible en:
<http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/lib0358/c0804.htm>

4. Correo Huancavelica – J. Figueroa (acceso 28 de mayo del 2012). Disponible en:
<http://diariocorreo.pe/huancavelica>

5. Wikipedia (acceso 2 de setiembre del 2012). Disponible en :
http://es.wikipedia.org/wiki/Mortero_de_cal

ANEXO



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Centro de Producción "Laboratorio de Mecánica de Estructuras"
 Ciudad Universitaria, Píscos, Ica - Perú. Tel: 210020

ENSAYO DE ABSORCIÓN

TESIS : TÉCNICAS DE PROTECCIÓN EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE CON UTILIZACIÓN DE MATERIALES
 PROTEGIDOS DE LA ZONA ANTE LA EXPOSICIÓN DE LLUVIAS, EN EL DISTRITO DE LIRCAY

BACHILLERES: DE LA CRUZ MOLINA, Rodolfo
 GUERRERO CHUPAYO, Juan Carlos

FECHA: 13 DE AGOSTO DEL 2012

TIPO DE TÉCNICA: M0 = ADOBE CONVENCIONAL SIN RECUBRIMIENTO

MUESTRA	PESO HUMEDO (gr)	PESO SECO (gr)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) Promedio	DENSIDAD SECA (g/cm ³) Promedio	HUMEDAD PROMEDIO (%)
P1	17533.60	17453.90	37.55	23.63	12.23	1.63	1.53	0.80	1.60	1.58	0.82
P2	17825.60	17480.00	38.55	24.00	12.10	1.60	1.58	0.83			
P3	18233.40	18330.30	30.16	24.10	12.40	1.60	1.59	0.81			

MUESTRA	PESO SECO (gr)	PESO SATURADO (gr)	% ABSORCIÓN	% ABSORCIÓN PROMEDIO
P1	17453.90	-	-	-
P2	17480.00	-	-	
P3	18330.30	-	-	

TIPO DE TÉCNICA: M1 = ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, GOMA DE PENCA Y PAJA.

MUESTRA	PESO HUMEDO (gr)	PESO SECO (gr)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) Promedio	DENSIDAD SECA (g/cm ³) Promedio	HUMEDAD PROMEDIO (%)
B1	17345.20	17213.40	41.00	26.90	14.80	1.05	1.05	0.77	1.05	1.05	0.77
B2	17745.60	17615.00	41.40	27.15	15.00	1.05	1.04	0.74			
B3	17569.10	17443.30	41.60	27.00	15.07	1.04	1.04	0.50			

MUESTRA	PESO SECO (gr)	PESO SATURADO (gr)	% ABSORCIÓN	% ABSORCIÓN PROMEDIO
B1	17213.40	18316.5	6.41	6.46
B2	17615.00	18778.5	6.61	
B3	17569.10	18709.5	6.37	

TIPO DE TÉCNICA: M2 = ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, CAL Y PAJA

MUESTRA	PESO HUMEDO (gr)	PESO SECO (gr)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³) Promedio	DENSIDAD SECA (g/cm ³) Promedio	HUMEDAD PROMEDIO (%)
C1	18055.60	17917.10	41.30	27.10	15.20	1.05	1.05	0.80	1.07	1.06	0.73
C2	17763.50	17650.50	41.00	26.60	15.00	1.08	1.07	0.61			
C3	17595.64	17648.40	41.50	27.00	15.00	1.07	1.06	0.77			

MUESTRA	PESO SECO (gr)	PESO SATURADO (gr)	% ABSORCIÓN	% ABSORCIÓN PROMEDIO
C1	17917.10	18800.3	4.93	4.43
C2	17650.50	18397.5	4.05	
C3	17648.40	18762.6	4.32	

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



DR. KRISTIAN TELLO GONZALEZ
 DIRECTOR
 CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE INICIATIVAS Y PROYECTOS DE INICIATIVAS



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Centro de Producción "Laboratorio de Mecánica de Suelos"
Ciudad Universitaria Panamericana Sur Km. 355 - Telef. 212323

ENSAYO DE ABSORCION

TIPO DE TÉCNICA: M3 = ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, BAGAZO Y FIBRA DE CABUYA.

MUESTRA	PESO HUMEDO (gr.)	PESO SECO W ₃ (gr.)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	DENSIDAD HUMEDA + b (gr/cm ³)	DENSIDAD SECA + d (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD HUMEDA + b Promedio (gr/cm ³)	DENSIDAD SECA Promedio + d (gr/cm ³)	HUMED AD PROME DIO (%)
G1	16578.80	16453.90	41.00	27.00	15.00	1.00	0.99	0.76			
G2	17178.60	17031.50	41.20	27.00	15.00	1.03	1.02	0.86	1.03	1.02	0.79
G3	17674.50	17544.40	41.20	27.30	15.00	1.05	1.04	0.74			

MUESTRA	PESO SECO W ₄ (gr.)	PESO SATURADO W ₅ (gr.)	% ABSORCIÓN	% ABSORCIÓN PROMEDIO
G1	16453.90	17976.5	9.25	8.67
G2	17031.50	18427.5	8.20	
G3	17674.50	15189.2	8.57	

RESUMEN DE PORCENTAJE DE ABSORCION PROMEDIO

TÉCNICA		% ABSORCIÓN PROMEDIO
M0	ADOBE CONVENCIONAL SIN RECUBRIMIENTO	-
M1	ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, GOMA DE PENCA Y PAJA.	6.46
M2	ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, CAL Y PAJA	4.43
M3	ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, BAGAZO Y FIBRA DE CABUYA.	8.67

TÉCNICA	MUESTRA	DIMENSIONES ANTES DE LA PRUEBA			DIMENSIONES DESPUES DE LA PRUEBA		
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)
M0	P1	37.95	23.80	12.20	-	-	-
	P2	38.05	24.00	12.10	-	-	-
	P3	38.16	24.10	12.40	-	-	-
M1	B1	41.00	26.90	14.80	41.80	26.90	14.80
	B2	41.40	27.15	15.00	41.40	27.15	15.00
	B3	41.60	27.00	15.00	41.70	27.10	15.00
M2	C1	41.30	27.10	15.20	41.30	27.10	15.20
	C2	41.00	26.80	15.00	41.00	26.90	15.00
	C3	41.50	27.00	15.00	41.50	27.00	15.00
M3	G1	41.00	27.00	15.00	41.35	27.30	15.00
	G2	41.20	27.00	15.00	41.30	27.45	15.00
	G3	41.20	27.30	15.00	41.20	27.50	15.10

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

DR. JORGE MAURO TELLO GONZALEZ
DIRECTOR
CENTRO DE PRODUCCION DE ICA



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Centro de Producción "Laboratorio de Mecánica de Suelos"

Ciudad Universitaria Panamericana Sur Km. 225 - Tel. 210020

ENSAYO DE SUCCION

TESIS: TÉCNICAS DE PROTECCIÓN EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE CON UTILIZACIÓN DE MATERIALES PROPIOS DE LA ZONA, ANTE LA EXPOSICIÓN DE LLUVIAS, EN EL DISTRITO DE URCAY

BACHILLERES: DE LA CRUZ MOLINA, Rocio Fabiola
GUERRERO CHUPAYO, Lucía Carolina

FECHA: 13 DE AGOSTO DEL 2012

TIPO DE TÉCNICA: E0 = ADOBE CONVENCIONAL SIN RECUBRIMIENTO

MUESTRA	PESO SECO (gr)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	AREA (cm ²)	PESO CON AGUA ABSORBIDA (gr)	AGUA ABSORBIDA (gr)	SUCCION (gr/m ² cm ²)	SUCCION PROMEDIO (gr/m ² cm ²)
P1	17443.80	38.20	24.00	12.50	916.80	17428.80	-15.00	-0.016361	-0.018
P2	17425.80	38.00	24.20	12.00	914.76	17408.60	-17.20	-0.018803	
P3	17378.60	37.80	24.00	12.00	912.00	17362.20	-16.40	-0.017982	

TIPO DE TÉCNICA: M1 = ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, GOMA DE PENCA DE TUNA Y PAJA

MUESTRA	PESO SECO (gr)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	AREA (cm ²)	PESO CON AGUA ABSORBIDA (gr)	AGUA ABSORBIDA (gr)	SUCCION (gr/m ² cm ²)	SUCCION PROMEDIO (gr/m ² cm ²)
B1	26789.60	41.60	27.60	15.20	1148.16	26812.30	22.70	0.0198	0.019
B2	25443.80	41.90	26.80	15.00	1122.92	25464.80	21.00	0.0187	
B3	27987.20	42.30	28.10	16.50	1188.63	28010.67	23.47	0.0197	

TIPO DE TÉCNICA: M2 = ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, CAL Y PAJA

MUESTRA	PESO SECO (gr)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	AREA (cm ²)	PESO CON AGUA ABSORBIDA (gr)	AGUA ABSORBIDA (gr)	SUCCION (gr/m ² cm ²)	SUCCION PROMEDIO (gr/m ² cm ²)
C1	25678.50	41.00	27.10	15.10	1111.10	25691.20	12.70	0.0114	0.012
C2	27897.40	42.00	27.60	15.36	1159.20	27912.50	15.10	0.0130	
C3	26005.00	41.60	27.25	15.24	1133.60	26019.10	14.10	0.0124	

TIPO DE TÉCNICA: M3 = ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, BAGAZO Y FIBRA DE CASHUA

MUESTRA	PESO SECO (gr)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	AREA (cm ²)	PESO CON AGUA ABSORBIDA (gr)	AGUA ABSORBIDA (gr)	SUCCION (gr/m ² cm ²)	SUCCION PROMEDIO (gr/m ² cm ²)
G1	25397.45	40.20	27.14	15.30	1091.03	25427.30	29.85	0.0274	0.028
G2	25974.45	41.80	26.45	15.80	1105.61	26005.90	31.45	0.0284	
G3	26578.20	42.30	27.34	25.34	1156.48	26610.50	32.30	0.0279	

TÉCNICA		SUCCION PROMEDIO (gr/m ² cm ²)
M0	ADOBE CONVENCIONAL SIN RECUBRIMIENTO	-
M1	ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, GOMA DE PENCA Y PAJA.	0.019
M2	ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, CAL Y PAJA	0.012
M3	ADOBE CON RECUBRIMIENTO DE ARCILLA, FIBRA Y BAGAZO DE CASHUA.	0.028

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

[Firma]



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Centro de Investigación y Desarrollo Científico y Tecnológico
Calle San José 1001, Píscos, Ica 20000, Perú. Tel: 051-84-248922

ENSAYO DE CAPILARIDAD

TESIS:

TECNICAS DE PROTECCION EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE CON UTILIZACION DE MATERIALES PROPIOS DE LA ZONA ANTE LA EXPOSICION DE LUVIAS, EN EL DISTRITO DE LIRCAY

BACHILLERES:

DE LA CRUZ MOLINA, Rocio Fabiola
GUERRERO CHUPAYO, Lucha Carolina

FECHA:

19 DE AGOSTO DEL 2017

TIPO DE TECNICA:

001 ADOBE CON REFORZAMIENTO DE ARREOLA EN REQUENIMENITO

MUESTRA	CAPILARIDAD (cm)	CAPILARIDAD PROMEDIO
P1	3.25	3.70
P2	2.65	
P3	2.90	

TIPO DE TECNICA:

002 ADOBE CON REFORZAMIENTO DE ARREOLA, GOMA DE PERICA Y CABA

MUESTRA	CAPILARIDAD (cm)	CAPILARIDAD PROMEDIO
B1	1.25	1.20
B2	1.06	
B3	1.30	

TIPO DE TECNICA:

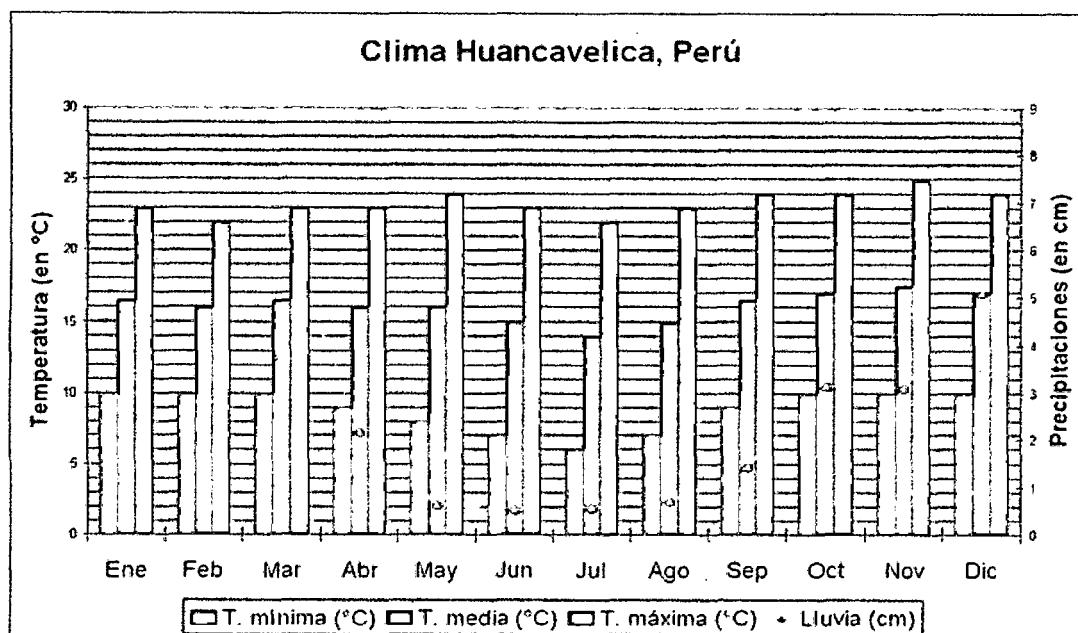
003 ADOBE CON REFORZAMIENTO DE ARREOLA, CAL Y PAPA

MUESTRA	CAPILARIDAD (cm)	CAPILARIDAD PROMEDIO
C1	0.90	0.90
C2	0.80	
C3	0.70	

TIPO DE TECNICA:

004 ADOBE CON REFORZAMIENTO DE ARREOLA, PALAZO Y FIBRA DE CARBONA

MUESTRA	CAPILARIDAD (cm)	CAPILARIDAD PROMEDIO
L1	1.64	1.60
L2	1.80	
L3	1.95	



CUADRO I. Tabla climatológica - Huancavelica.

Fuente: WIKIPEDIA.

GOI - Reporte de Emergencias Históricas Departamento: HUANCAMELICA											
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
COLAPSO DE VIVIENDAS	PRECIPITACIONES S. LLUVIA	PRECIPITACIONES S. LLUVIA	PRECIPITACIONES S. LLUVIA	PRECIPITACIONES S. LLUVIA	PRECIPITACIONES S. LLUVIA	COLAPSO DE VIVIENDAS	PRECIPITACIONES S. LLUVIA	COLAPSO DE VIVIENDAS	COLAPSO DE VIVIENDAS	PRECIPITACIONES S. LLUVIA	PRECIPITACIONES S. LLUVIA
DERRUMBE	DERRUMBE	DERRUMBE	CONTAMINACION AMBIENTAL (AGUA)	DERRUMBE	CONTAMINACION AMBIENTAL (AGUA)	DERRUMBE		DERRUMBE		DERRUMBE	
DESPLAZAMIENTO	PRECIPITACIONES S. NEVADA	DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO		DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO	PRECIPITACIONES S. NEVADA	PRECIPITACIONES S. NEVADA	DESPLAZAMIENTO
HELADA	ALLUVION	ALLUVION	SISMOS	HELADA	HELADA	HELADA	HELADA	HELADA	HELADA	HELADA	HELADA
INCENDIO URBANO	INCENDIO URBANO	INCENDIO URBANO	INCENDIO URBANO	INCENDIO URBANO	INCENDIO URBANO	INCENDIO URBANO	INCENDIO URBANO	INCENDIO URBANO	INCENDIO URBANO	INCENDIO URBANO	INCENDIO URBANO
INUNDACION	INUNDACION	INUNDACION	INUNDACION	INUNDACION						INUNDACION	INUNDACION
LOCULA (HUAYCO)	LOCULA (HUAYCO)	LOCULA (HUAYCO)	LOCULA (HUAYCO)							LOCULA (HUAYCO)	LOCULA (HUAYCO)
OTRO FENOM.											
PRECIPITACIONES S. GRANIZO	PRECIPITACIONES S. GRANIZO	PRECIPITACIONES S. GRANIZO	PRECIPITACIONES S. GRANIZO	PRECIPITACIONES S. GRANIZO		PRECIPITACIONES S. GRANIZO			PRECIPITACIONES S. GRANIZO	PRECIPITACIONES S. GRANIZO	
SEQUIA	SEQUIA	SEQUIA			SEQUIA	SEQUIA	SEQUIA		SEQUIA	SEQUIA	SEQUIA
TORRENTA ELECTRICA (TEMPESTAD ELECTRICA)		TORRENTA ELECTRICA (TEMPESTAD ELECTRICA)							TORRENTA ELECTRICA (TEMPESTAD ELECTRICA)		TORRENTA ELECTRICA (TEMPESTAD ELECTRICA)
VENDAVALES (VENTOS FUERTES)	VENDAVALES (VENTOS FUERTES)	VENDAVALES (VENTOS FUERTES)	VENDAVALES (VENTOS FUERTES)	VENDAVALES (VENTOS FUERTES)	VENDAVALES (VENTOS FUERTES)	VENDAVALES (VENTOS FUERTES)	VENDAVALES (VENTOS FUERTES)	VENDAVALES (VENTOS FUERTES)	VENDAVALES (VENTOS FUERTES)	VENDAVALES (VENTOS FUERTES)	VENDAVALES (VENTOS FUERTES)

CUADRO II. Reporte de Emergencias Históricas Departamento: Huancavelica.

Fuente INDECI- 2011.

Material predominante en las paredes exteriores	1 993		2 007		Incremento intercensal		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual %
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
Total	87 619	100,0	111 275	100,0	23 656	27,0	1 690	1,7
Ladrillo o bloque de cemento	1 932	2,2	5 845	5,3	3 913	202,5	280	8,1
Adobe o tapia	73 217	83,6	96 258	86,5	23 041	31,5	1 646	1,9
Madera	434	0,5	346	0,3	-88	-20,3	-6	-1,6
Quincha	756	0,9	311	0,3	-445	-58,9	-32	-6,0
Estera	66	0,1	208	0,2	142	215,2	10	8,4
Piedra con barro	10 169	11,6	7 631	6,9	-2 538	-25,0	-181	-2,0
Piedra, sillar con cal o cemento	812	0,9	163	0,1	-649	-79,9	-46	-10,6
Otro material	233	0,3	513	0,5	280	120,2	20	5,7

CUADRO III - Huancavelica: Viviendas Particulares con ocupantes presentes, según material predominante en las paredes exteriores, 1993 y 2007.

Fuente: INEI-Censos Nacionales de Población y Vivienda 1993 y 2007.

Área de residencia y material predominante en las paredes exteriores	1 993		2 007		Incremento intercensal		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual %
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
Urbana	22 482	100,0	35 744	100,0	13 262	59,0	947	3,3
Ladrillo o bloque de cemento	1 482	6,6	5 291	14,8	3 809	257,0	272	9,3
Adobe o tapia	18 773	83,5	28 742	80,4	9 969	53,1	712	3,0
Madera	63	0,3	211	0,6	148	234,9	11	8,8
Quincha	153	0,7	26	0,1	-127	-83,0	-9	-11,7
Estera	6	0,0	23	0,1	17	283,3	1	9,9
Piedra con barro	1 527	6,8	1 022	2,9	-505	-33,1	-36	-2,8
Piedra, sillar con cal o cemento	364	1,6	104	0,3	-260	-71,4	-19	-8,4
Otro material	114	0,5	325	0,9	211	185,1	15	7,6
Rural	65 137	100,0	75 531	100,0	10 394,0	16,0	742,4	1,0
Ladrillo o bloque de cemento	450	0,7	554	0,7	104	23,1	7	1,5
Adobe o tapia	54 444	83,6	67 516	89,4	13 072	24,0	934	1,5
Madera	371	0,6	135	0,2	-236	-63,6	-17	-6,8
Quincha	603	0,9	285	0,4	-318	-52,7	-23	-5,1
Estera	60	0,1	185	0,2	125	208,3	9	8,2
Piedra con barro	8 642	13,3	6 609	8,8	-2 033	-23,5	-145	-1,9
Piedra, sillar con cal o cemento	448	0,7	59	0,1	-389	-86,8	-28	-13,2
Otro material	119	0,2	188	0,2	69	58,0	5	3,3

CUADRO IV - Huancavelica: Viviendas Particulares con ocupantes presentes, según área de residencia y material predominante en las paredes exteriores, 1993 y 2007.

Fuente: INEI-Censos Nacionales de Población y Vivienda 1993 y 2007.

Provincia	Material predominante en las paredes exteriores																	
	Total		Ladrillo o bloque de cemento		Adobe o tapia		Madera		Quincha		Estera		Piedra con barro		Piedra, sillar con cal o cemento		Otro material	
			1993	2007	1993	2007	1993	2007	1993	2007	1993	2007	1993	2007	1993	2007	1993	2007
	1993	2007	1993	2007	1993	2007	1993	2007	1993	2007	1993	2007	1993	2007	1993	2007	1993	2007
Total	87 619	111 275	1 932	5 845	73 217	96 258	434	346	756	311	66	208	10 169	7 631	812	163	233	513
Huancavelica	22 606	33 548	1 111	4 183	17 541	26 530	67	92	91	27	8	44	3 374	2 491	312	105	102	76
Acobamba	9 864	14 895	73	217	8 544	14 265	12	13	181	17	4	9	966	345	77	8	7	21
Angaraes	10 326	13 518	365	466	8 067	11 587	32	24	142	60	1	20	1 609	1 205	61	18	49	138
Castrovirreyña	5 489	5 978	93	133	4 500	4 777	24	16	76	49	25	40	688	780	57	3	26	180
Churcampa	9 555	11 054	120	241	8 683	10 424	22	39	83	14	3	6	559	296	76	12	9	22
Huaytará	6 125	6 777	27	135	4 661	5 309	22	24	53	39	4	32	1 250	1 181	98	7	10	50
Tayacaja	23 654	25 505	143	470	21 221	23 366	255	138	130	105	21	57	1 723	1 333	131	10	30	26

CUADRO V - Huancavelica: Viviendas Particulares con ocupantes presentes, por material predominante en las paredes exteriores, según provincia, 1993 y 2007.

Fuente: INEI-Censos Nacionales de Población y Vivienda 1993 y 2007.

PROVINCIA	DISTRITO	NOMBRE	EH	PRINCIPAL MINERAL
ANGARAES	CHINCHO	MINERIA DE SAL (PIEDRA)	NO	SAL
		MINERIA DE CAL	NO	CAL Y YESO

CUADRO VI. Yacimientos de cal en la Provincia de Angaraes.

FUENTE: INEI- <http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/lib0358/c0804.htm>

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201001 ENSAYOS						
Subpresupuesto	005 M0						
Partida	01.01.01	MURO DE ADOBES DE SOGA					Fecha presupuesto 10/09/2012
Rendimiento	m ² /DIA	MO. 8.5000	EQ. 8.5000			Costo unitario directo por m ²	26.13
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.9412	13.75	12.95	
0101010005	PEON	hh	0.1000	0.0941	10.55	1.03	
						13.98	
	Materiales						
0216030002	ADCBE DE 38X24X12 CM.	und		17.3000	0.70	12.11	
0222090005	MORTERO TIPO II	m ³		0.0420	1.00	0.04	
						12.15	

CUADRO VII.- Análisis de precios unitarios M0.

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201001	ENSAYOS						
Subpresupuesto	002	M1						
Fecha presupuesto	10/09/2012							
Partida	01.01.01	MURO DE ADOBES DE SOGA						
Rendimiento	m 2/DIA	MO. 8.5000	EQ. 8.5000	Costo unitario directo por : m2				26.13
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.9412	13.76	12.95	
0101010005	PEON		hh	0.1000	0.0941	10.95	1.03	
							13.98	
	Materiales							
0216030002	ADOBE DE 38X24X12 CM.		und		17.3000	0.70	12.11	
0222050005	MORTERO TIPO II		m3		0.0420	1.00	0.04	
							12.15	
Partida	01.02.02	ZOCALO DE ARCILLA, GOMA DE PENCA Y PAJA.						
Rendimiento	m 2/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000	Costo unitario directo por : m2				12.99
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	1.0000	12.13	12.13	
							12.13	
	Materiales							
0222050010	GOMA DE PENCA		l		1.2500	0.10	0.13	
02900200020024	ARCILLA		kg		14.5000	0.05	0.73	
							0.86	

CUADRO VIII.- Análisis de precios unitarios M1.

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201001	ENSAYOS						
Subpresupuesto	003	M2					Fecha presupuesto	10/09/2012
Partida	01.01.01	MURO DE ADOBES DE SOGA						
Rendimiento	m 2/DIA	MO. 8.5000	EQ. 8.5000	Costo unitario directo por : m2				26.13
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.9412	13.76	12.95	
0101010005	PEON		hh	0.1000	0.0941	10.95	1.03	
							13.98	
	Materiales							
0216030002	ADOBE DE 38X24X12 CM		und		17.3000	0.70	12.11	
0222050005	MORTERO TIPO II		m3		0.0420	1.00	0.04	
							12.15	
Partida	01.02.01	ZOCALO DE ARCILLA, CAL Y PAJA						
Rendimiento	m 2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2				14.78
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	1.2500	1.0000	12.13	12.13	
							12.13	
	Materiales							
0213020002	CAL HIDRATADA		kg		5.5000	0.40	2.20	
02900200020024	ARCILLA		kg		9.0000	0.05	0.45	
							2.65	

CUADRO IX.- Análisis de precios unitarios M2.

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201001	ENSAYOS						
Subpresupuesto	004	M3					Fecha presupuesto	10/09/2012
Partida	01.01.01	MURO DE ADOBES DE SOGA						
Rendimiento	m 2/DIA	MO. 6.5000	EQ. 8.5000			Costo unitario directo por : m2		26.13
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.6412	13.76	12.55	
0101010005	PEON		hh	0.1000	0.0941	10.96	1.03	
							13.98	
	Materiales							
0216030002	ADOBE DE 38X24X12 CM		und		17.3000	0.70	12.11	
0222090005	MORTERO TIPO II		m3		0.0420	1.00	0.04	
							12.15	
Partida	01.02.01	ZOCALO DE ARCILLA, BAGAZO Y FIBRA DE CABUYA						
Rendimiento	m 2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000			Costo unitario directo por : m2		12.99
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	1.5000	1.0000	12.13	12.13	
							12.13	
	Materiales							
0222060008	CABUYA-BAGAZO		l		1.2500	0.10	0.13	
02900200020024	ARCILLA		kg		14.5000	0.05	0.73	
							0.86	

CUADRO X.- Análisis de precios unitarios M3.

TÉCNICAS DE PROTECCIÓN EN MUROS DE ADOBE CON UTILIZACIÓN DE MATERIALES PROPIOS DE LA ZONA, ANTE LA EXPOSICIÓN DE LLUVIAS, EN EL DISTRITO DE LIRCAY

Nº:

RESPONSABLES:

EVALUACIÓN:

1	2	3
---	---	---

- 1: ESTABLE
2: PARCIALMENTE ESTABLE
3: COLAPSO

ANÁLISIS DE VALIDEZ Y CONFIABILIDAD
FICHA DE OBSERVACION

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N° de elementos
,923	3

Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
ASCENSO POR CAPILARIDAD	2,95	1,569	,736	,971
DESCENSO POR ABSORCION	2,68	1,084	,918	,830
TIEMPO	2,73	1,255	,908	,834

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Matriz de consistencia.

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA	POBLACION MUESTRA	Y
¿En qué índice serán favorables las técnicas de protección en construcciones de adobe con utilización de materiales propios de la zona, ante la exposición de lluvias, en el distrito de Lircay?	O.GENERAL Determinar si las técnicas de protección en construcciones de adobe son capaces de resistir el impacto de lluvias, con utilización de materiales propios del distrito de Lircay. O.ESPECIFICOS Desarrollar técnicas de protección que sean viables estructural y económicamente, para reducir el impacto que puedan generar las lluvias en las construcciones de adobe en el distrito de Lircay. Realizar el ensayo a altas cantidades de agua, a las técnicas de protección, a fin de determinar el deterioro que sufren los muros de adobe ante la exposición continua del agua.	H.GENERAL H1: Las técnicas de protección en construcciones de adobe con utilización de materiales propios de la zona, son favorables ante la exposición de lluvias, en el distrito de Lircay. H0: Las técnicas de protección en construcciones de adobe con utilización de materiales propios de la zona, no son favorables ante la exposición de lluvias, en el distrito de Lircay.	V.INDEPENDIENTE X: Técnicas de protección en muros de adobe. Indicador: Proporción de materiales del diseño de mezcla, medido en volumen (m3). Evaluación de costos en soles (S/.). V.DEPENDIENTE Y: Exposición a lluvias Indicador: Ensayo a altas cantidades de agua (inundación) (índice de daño). Ensayo de absorción: Porcentaje de absorción	Tipo de investigación Aplicada experimental. Nivel de Investigación Descriptivo, explicativo Método de Investigación Experimental. Diseño de Investigación Descriptivo comparativo. M₀ O₀ M₁ X₁ O₁ M₂ X₂ O₂ M₃ X₃ O₃ Donde: O₀, O₁, O₂, O₃:	Población: Construcción de muros de adobe en el distrito de Lircay. Muestra: Muro 0, patrón. Muro 1, con zócalo de arcilla con goma de penca y paja. Muro 2, con zócalo de arcilla con cal y paja. Muro 3, con zócalo de arcilla con bagazo y fibra de cabuya. -Se construirán 2 muestras por cada tipo de muro para ser promediados. Muestreo: Determinado.	

	Realizar el ensayo de capilaridad, succión y absorción en las unidades de adobe con aplicación de las técnicas de protección, a fin de determinar la altura de capilaridad, la capacidad de absorción y el porcentaje de humedad en cada una de ellas. Comparar costos de cada técnica de protección, para determinar si es viable económicamente. Recomendar sistemas alternativos que complementen a las técnicas de protección de muros para mayor efectividad en la mitigación del deterioro en las construcciones de adobe ante la exposición de lluvias.		(%). Ensayo de succión: Succión (gr/cm²/min). Ensayo de capilaridad: Capilaridad medida en centímetros (cm).	Información de cada muestra. M₀, M₁, M₂, M₃: Cada una de las muestras. X₁, X₂, X₃: técnica de aplicación.	
--	---	--	--	---	--