



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA

DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL**

TEMA:

**ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE
ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA
DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO
SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA**

AUTORAS:

SANDRA MERCEDES LLUMITASIG CHICAIZA

ANA LISSETTE SIZA SALAZAR

TUTORA:

ING. MSc. MARITZA UREÑA

Ambato – Ecuador

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. MSc. Maritza Ureña certifico que el presente Informe Final Experimental

“ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA” realizado por las señoritas Sandra Mercedes Llunitasig Chicaiza y Ana Lissette Siza Salazar Egresadas de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ing. MSc. MARITZA UREÑA

TUTORA

AUTORÍA DEL TRABAJO

Nosotras, Sandra Mercedes Llumitasig Chicaiza, con CI. 050397192-1 y Ana Lissette Siza Salazar, con CI. 050358718-0 Egresadas de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certificamos por medio de la presente que el trabajo con el tema: **“ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA”** es de nuestra completa autoría.

Sandra Mercedes Llumitasig Chicaiza

AUTORA

Ana Lissette Siza Salazar

AUTORA

DERECHO DE AUTOR

Autorizamos a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga este tipo de trabajo de Titulación bajo la modalidad Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedemos los Derechos en líneas patrimoniales de nuestro Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además aprobamos la reproducción de este Trabajo Experimental dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando nuestros derechos de autor.

Ambato, 09 de Agosto de 2017

Sandra Mercedes Llumitasig Chicaiza

AUTORA

Ana Lisette Siza Salazar

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Aprobación de Grado, aprueban el presente Trabajo Experimental bajo el tema: **“ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA”**: realizado por las señoritas Sandra Mercedes Llunitasig Chicaiza y Ana Lissette Siza Salazar egresadas de la carrera de Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el Centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman.

Ing. Mg. Diego Chérrez Gavilanes

PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Mg. Favio Portilla

PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

A DIOS por mantenerme fuerte y constante en la lucha por alcanzar mis metas.

A mis padres quienes con su apoyo y amor me ayudaron a superar obstáculos y me mantuvieron firme en la lucha por lograr lo que me proponía. Esta meta es por ellos.

A mis hermanos y hermanas que de una u otra manera me brindaron su apoyo incondicional, demostrándome el verdadero significado de la palabra familia.

A una personita especial e importante en mi vida, mí adorada sobrinita Stephany quien con su cariño y con cada una sus locuras ha hecho de mi vida un cuento de hadas, en el cual solo existe el amor y la felicidad.

Aquella pequeña angelita que desde el cielo me cuida y me protege.

Sandy

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme su amor infinito y sabiduría.

A mi amado e inolvidable abuelito Arnulfo Salazar, el motor fundamental de mi vida, mi guía y mi gran apoyo. Abuelito fue, es y será la persona que más admiro y amo. Por él y para él cada uno de mis triunfos, lo llevaré siempre en mi corazón.

A mi abuelita Mercedes Claudio, por recordarme que soy capaz y que a pesar de las circunstancias debo ser fuerte y permanecer de pie, por ser mi madre y un gran ejemplo en mi vida.

A mi padre Fabián Siza, que me ha enseñado a no rendirme, que me ha dado su ejemplo de lucha y dedicación.

A mi mami Nelly Salazar, por ser la más valiente y decidida del mundo, por darme todo a cambio de nada, por enseñarme que con dedicación, trabajo y constancia una puede alcanzar hasta las más grandes metas.

A mis tíos Richard, Paty, Jovita y Adri por haber confiado en mí, por enseñarme a ser valiente y ser mis soportes en todo momento.

A Erik y Cinthya, por haberme hecho fuerte, por haber sido la primera razón de quererme superar y por aprender juntos a compartir desde un granito de tostado.

A Ander, Kike, Nao, Kevin, Mito, Fabi, Anahely y Rouse por ser mi alegría, por brindarme su cariño y porque solo con mirarlos llenan mi vida de felicidad.

Al amor de mi vida, por ayudarme en lo posible e imposible por compartir conmigo su amor, su paciencia, sus alegrías y sus tristezas. Juntos podremos alcanzar cada meta propuesta, le amo Alvaro.

A mi hijo Matito, por hacerme más fuerte cada día, por cambiar mi vida y por enseñarme el verdadero sentido de la vida desde que nació, para ti pequeñito mío.

Liss

AGRADECIMIENTO

A Dios por cada una de sus bendiciones, por darme las fuerzas necesarias para salir adelante en aquellos momentos de adversidad, por brindarme su presencia en cada segundo y darme sabiduría para culminar mi carrera.

A mi amado papito Nelson quien, con su sacrificio diario, su apoyo y su amor constante ha hecho posible que alcance mis metas y paso a paso cumpla mi proyecto de vida.

A mi mamita María que con su dulzura y dedicación ha hecho de mí una mujer fuerte y segura, que con cada consejo que me ayudo a ver la vida de una manera diferente.

A hermana Nataly que ha sido un gran apoyo a lo largo de mi carrera, gracias por cada uno de sus consejos y por estar siempre a mi lado por ser más que mi hermana ser mi amiga y mi segunda madre, A su esposo Edison por brindarme su apoyo y ser un gran ejemplo a seguir.

A mis herman@s Ramiro, Dario, Héctor y Mónica por estar siempre pendientes de mi bienestar, por brindarme su apoyo incondicional y llenarme de felicidad cada día.

A mis hermos@s sobrin@s quienes llegaron alegrar mi vida y se han convertido en parte importante. A mi gemelita Eve gracias por estar siempre a mi lado y llenarme de felicidad con tus ocurrencias.

A mi compañera y amiga Lisette Siza con quien creamos una gran amistad desde el inicio de la carrera, y que con esfuerzo y dedicación logramos alcanzar juntas esta meta. Y a su adorada familia por su apoyo en el transcurso de nuestros estudios.

Ing. M Sc. Maritza Ureña por su paciencia, apoyo y sabiduría para el desarrollo de esta investigación. Ing. Mg. Jorge Cevallos por su gran ayuda y los conocimientos impartidos para la culminación de este proyecto.

Sandy

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por las fuerzas que me brinda en los momentos difíciles, por su amor, por mi familia y por permitirme culminar este gran anhelo.

A mi abuelito Arnulfo Salazar, sé que desde el cielo me da sus fuerzas su bendición y su sonrisa de cada día y sé también que está muy orgulloso de mí, ahora puedo decir ¡Lo logramos! Gracias por haberme enseñado a no rendirme, a luchar por mis sueños y gracias por haber sido parte de mi vida.

A mi abuelita Mercedes Claudio, gracias por ser la persona que ha estado junto a mí toda mi vida siendo tan justa, simplemente agradecida con Dios por darme la dicha de tener a una maravillosa mujer que ha sabido brindarnos sus mejores consejos.

A mis abuelitos Anita y Jorge, por enseñarme a ser humilde y darme un ejemplo de amor y paciencia; gracias mi Mamá Anita por darme lo poco o mucho que tenía gracias por su cariño sincero.

A mi papi, por ser mi ejemplo, mi gran maestro, por enseñarme a valorar las pequeñas cosas de la vida, por su aliento y apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida.

A mi mami, infinitas gracias por cada uno de sus sacrificios sé que ha sido por nuestro bien, espero que este orgullosa porque usted ha sido mi inspiración y quien ha hecho esto posible, aunque pocas veces se lo digo le amo gracias por todo.

A mis tíos Richard, Paty y Jovita por brindarme su amor y por no dejarme sola cuando más los necesito. Además gracias ya que a pesar de la distancia sus palabras y su cariño están presentes cada día.

A mis hermanos, en especial a Erik, Tania y Cinthya gracias por su paciencia, por permitirme ser parte de sus vidas y por compartir hasta las más pequeñas cosas de la vida junto a mí.

A mi hijo Matito, gracias por tus sonrisas, tus mil te amos, tus abrazos y tus besos mi amor, por dejarme secar tus lágrimas, ser tu refugio y tú el mío en los momentos más difíciles, gracias porque en ese pequeño corazoncito no cabe reproche por no pasar todo el tiempo junto a ti, ahora ese sacrificio toma sentido, te amo infinitamente pequeñito de mamá.

A Alvaro, mi persona favorita quien sin pensar ahora es parte fundamental de mi vida gracias por estar junto a mí, por darme tu mano sin condición alguna, por brindarme tu amor incondicional y hacerme parte de tu hermosa familia.

A Sandy y su familia, por su predisposición y su amistad gracias amiga, gracias por compartir conmigo tantas alegrías y tristezas! Feliz de haber empezado y terminado esta etapa juntas a pesar de los tropiezos aquí estamos fuertes y luchando por lo que un día nos propusimos.

A mis amigas, por brindarme su amistad sincera, por ser parte de mi familia y hacerme parte de la suya Pao, Blanquita, Sam, Jenny y Natyta espero contar siempre con ustedes.

A mi amiga Brítany Mena, pocas veces en la vida una encuentra a personas como tú desinteresadas y dispuestas a dar la mano a quien lo necesita, siempre estaré agradecida contigo por haberme brindado tu amistad y por haber compartido conmigo tantas lágrimas, sonrisas y locuras sé que han sido sinceras, te queremos tía buena.

A Belén, a pesar de haber llegado atrasada a mi vida como a todos lados! Quiero agradecerte por haber sido mi apoyo, mi compañera, por hacerme reír con tus ocurrencias y gracias por ser mi amiga.

A la Ing. MSc. Maritza Ureña y al Ing. Mg. Jorge Cevallos, gracias por su colaboración de inicio a fin en la realización de esta investigación, por haber compartido sus conocimientos y por ser grandes maestros.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA DEL TRABAJO	III
DERECHO DE AUTOR.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VIII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XVI
RESUMEN EJECUTIVO	XVIII
ABSTRACT.....	XX

B. CONTENIDO

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL	1
1.2. ANTECEDENTES	1
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	5
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN	6
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1.1. BARRO	6
2.1.2. TIERRA	6
2.1.3. BARRO DORMIDO	6

2.1.4.	DORMIDO.....	6
2.1.5.	VENTAJAS DEL BARRO DORMIDO	6
2.1.6.	DESVENTAJAS DEL BARRO DORMIDO	7
2.1.7.	TIPOS DE ADOBE	8
2.1.8.	TIPOS DE ESTABILIZADORES	8
2.1.9.	VIVIENDA DE ADOBE SISMORRESISTENTE.....	11
2.1.10.	FALLAS EN MUROS DE ADOBE	14
2.1.11.	TIPOS DE REFUERZO.....	15
2.1.12.	ENSAYOS	16
2.2.	HIPÓTESIS	21
2.3.	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	21
2.3.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE:.....	21
2.3.2.	VARIABLE DEPENDIENTE:	21
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA		22
3.1.	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	22
	EXPERIMENTAL:.....	22
	LABORATORIO:.....	22
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	22
3.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE.....	24
3.3.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE	24
3.3.2.	VARIABLE DEPENDIENTE	25
3.5.	PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	27
3.5.1.	Plan de Procesamiento de Información.....	27
3.5.2.	Plan de Análisis.....	27
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		28
4.1	Recolección de datos	28
4.1.1.	Verificación de las características del suelo seleccionado.....	29
4.1.2.	Preparación de los estabilizadores	30
4.1.3.	Elaboración de las muestras de adobe artesanal	31
4.1.4.	Obtención de la combinación más resistente a compresión.....	37

4.1.5.	Dimensionamiento de cimiento, sobrecimiento, muros y vanos.	37
4.1.6.	Construcción de cuatro modelos a escala, uno de ellos poseerá un refuerzo de malla plástica.	40
4.1.7.	Ensayo dinámico de los modelos a escala.....	46
4.2	Análisis de los resultados	47
4.2.1.	Resistencia a Compresión	47
4.2.2.	Ensayo Dinámico	61
4.3	Verificación de hipótesis	69
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		70
5.1	CONCLUSIONES.....	70
5.2.	RECOMENDACIONES	73
C.- MATERIALES DE REFERENCIA.....		75
1.	BIBLIOGRAFÍA.....	75
2.	ANEXOS	79
	ANEXO A. FOTOGRAFÍAS	79
	ANEXO B. PRESUPUESTO	85
	ANEXO C. INFORME DE FAENAMIENTO VACUNO	94
	ANEXO D. PLANOS	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de Fallas	14
Tabla 2. Escala de Mercalli y Aceleración Sísmica.....	19
Tabla 3. Comparación entre la escala de Mercalli y Richter	20
Tabla 4. Operacionalización de la variable independiente.....	24
Tabla 5. Operacionalización de la variable dependiente.....	25
Tabla 6. Plan de recolección de Información.....	26
Tabla 7.Preparación de los estabilizadores que se emplearan en la elaboración de adobes artesanales	31
Tabla 8. Combinaciones propuestas, adición de agua y estabilizadores en porcentajes con respecto al peso del barro dormido.....	33
Tabla 9. Posición y dimensión de los vanos, distancia de arriostres verticales, límite de altura, en función al espesor.	39
Tabla 10. Modelos a escala y su respectiva composición para los adobes artesanales empleados en su construcción.....	46
Tabla 11. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 1	47
Tabla 12. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 2	48
Tabla 13. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 3	49
Tabla 14. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 4	50
Tabla 15. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 5	51
Tabla 16. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 6	52
Tabla 17. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 7	53
Tabla 18. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 8	54

Tabla 19. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 9	55
Tabla 20. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 10	56
Tabla 21. Resumen de la Resistencia a Compresión promedio de las 10 combinaciones propuestas.....	57
Tabla 22. Aceleraciones máximas en la base y estructura de los modelos ensayados; composición del material empleado para la construcción de los modelos a escala. ..	68
Tabla 23. Caracterización del sismo con la aceleración máxima en la base y su relación con la escala de Mercalli y Richter	69

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Características de la vivienda de adobe sismorresistente.	11
GRÁFICO 2. Esquema de la posición y Dimensionamiento de los vanos. Distancia de arriostres (L) o límites de altura (H), en función al menor espesor del muro (e)..	12
GRÁFICO 3. Cinta de barro	16
GRÁFICO 4. Presencia de Arcilla	16
GRÁFICO 5. Contenido de humedad	17
GRÁFICO 6. Resistencia de Adobe	17
GRÁFICO 7. Ensayo de compresión	18
GRÁFICO 8. Mesa vibratoria accionada por sistema neumático.	18
GRÁFICO 9. Ensayo “Cinta de barro” contenido óptimo de arcilla, el suelo es apto para la realización de adobes artesanales	29
GRÁFICO 10. Ensayo “Presencia de arcilla” contenido óptimo de arcilla, suelo apto para la elaboración de adobes artesanales.	30
GRÁFICO 11. Mezcla del suelo más agua para elaborar el barro, el cual se dejará dormir por 48horas	32
GRÁFICO 12. Barro dormido más agua para elaborar adobes artesanales básicos..	34
GRÁFICO 13. Barro dormido estabilizado con sangre de toro y paja.	34
GRÁFICO 14. Barro dormido estabilizado con savia de penca de tuna para la elaboración de adobes artesanales estabilizados.	34
GRÁFICO 15. Muestras de adobe artesanal colocadas sobre el tendal de arena, para su posterior secado.	35
GRÁFICO 16. Presencia de fisuras en el adobe artesanal por exceso de arcilla.	35
GRÁFICO 17. Comprobación de la resistencia del adobe artesanal con una prueba simple. “Resistir el peso de una persona”.	36
GRÁFICO 18. Posición y dimensión de los vanos, distancia de arriostres verticales, límite de altura, en función al espesor.	39
GRÁFICO 19. Combinación de barro dormido más agua estabilizado con paja para elaborar los adobes artesanales del Modelo 1.	41
GRÁFICO 20. Combinación de barro dormido estabilizado con sangre de toro para los adobes artesanales del Modelo 2.	41

GRÁFICO 21. Combinación de barro dormido estabilizado con sangre de toro y estiércol de vaca para la elaboración de los adobes artesanales del Modelo 3 y Modelo 4.	41
GRÁFICO 22. Cimiento y sobrecimiento del Modelo 1, Modelo 2 y Modelo 3.	42
GRÁFICO 23. Cimiento y sobrecimiento del Modelo 4.	43
GRÁFICO 24. Prototipo del Modelo 1, Modelo 2 y Modelo 3.	44
GRÁFICO 25. Modelo 4 con refuerzo de malla plástica.....	44
GRÁFICO 26. Influencia del uso de estabilizadores naturales como paja y estiércol en la resistencia a compresión de los adobes artesanales.....	58
GRÁFICO 27. Influencia del uso de estabilizadores naturales como sangre de toro, paja y estiércol en la resistencia a compresión de los adobes artesanales.	59
GRÁFICO 28. Influencia del uso de estabilizadores naturales como savia de penca de tuna, paja y estiércol en la resistencia a compresión de los adobes artesanales....	60
GRÁFICO 29. Influencia de los estabilizadores en la resistencia a compresión de las muestras de adobe artesanal.....	61
GRÁFICO 30. Falla a corte en la parte posterior del Modelo 1	62
GRÁFICO 31. Reporte giroscopio 2 en la base del modelo 1	62
GRÁFICO 32. Reporte giroscopio 1 en la estructura del modelo 1	63
GRÁFICO 33. Falla a corte en la parte frontal del modelo 2	63
GRÁFICO 34. Reporte giroscopio 2 en la base del modelo 2.....	64
GRÁFICO 35. Reporte giroscopio 1 en la estructura del modelo 2	64
GRÁFICO 36. Fisuras en la parte posterior del modelo 3.....	65
GRÁFICO 37. Reporte giroscopio 2 en la base del modelo 3.....	65
GRÁFICO 38. Reporte giroscopio 1 en la estructura del modelo 3	66
GRÁFICO 39. Modelo 4, no presenta daños después del ensayo dinámico	66
GRÁFICO 40. Reporte giroscopio 2 en la base del modelo 4.....	67
GRÁFICO 41. Reporte giroscopio 1 en la estructura del modelo 4	67
GRÁFICO 42. Aceleración máxima en la base y estructura de los modelos a escala	68

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA. ”

AUTORAS: Sandra Mercedes Llumitasig Chicaiza; Ana Lissette Siza Salazar

TUTORA: Ing. MSc. MARITZA UREÑA

FECHA: Agosto de 2017

La presente investigación muestra resultados experimentales de la resistencia a compresión de adobes artesanales elaborados con arcilla extraída del barrio Pusuchisí del cantón Latacunga- Ecuador y estabilizados con diferentes materiales como: paja, estiércol de vaca, savia de penca de tuna y sangre de toro; para dicho análisis se realizaron 10 combinaciones con los materiales mencionados. En aquellos casos en donde la combinación planteada fue a base de savia de penca de tuna o sangre de toro, a fin de evitar la coagulación de la sangre y el desecamiento de la savia de penca de tuna se debió dejar reposar la mezcla de manera tradicional y adicionar a la misma dichos estabilizadores al momento de la elaboración de los adobes. Se realizaron 6 muestras de cada combinación, las cuales se elaboraron de forma y dimensiones según el Proyecto de Actualización Norma E.080, además se ensayaron acorde al mismo. De este trabajo experimental se pudo determinar que la combinación realizada con barro dormido más la adición de estabilizadores como sangre de toro y estiércol de vaca obtuvo la mayor resistencia a compresión.

Además se realizaron modelos a escala con los adobes que alcanzaron mayor resistencia a compresión los mismos que fueron elaborados con barro dormido más la adición de sangre de toro y estiércol de vaca, a uno de ellos se lo reforzó con malla

plástica y posteriormente se analizó su comportamiento ante la acción de carga dinámica en la mesa vibratoria de la FICM, demostrando así que estos modelos realizados con material orgánico y que siguen un proceso constructivo acorde a la Normativa y Manuales Peruanos vigentes, confieren estabilidad y seguridad estructural.

Finalmente, el construir un modelo a escala con los adobes que alcanzaron la mayor resistencia a compresión y que fue reforzado con malla plástica, nos permite decir que esta técnica es eficaz para construir con tierra, ya que el modelo obtuvo un excelente desempeño sísmico, cumpliendo así los objetivos de seguridad de vida de los ocupantes y la prevención del colapso de la estructura.

ABSTRACT

The present research shows experimental results of the resistance to compression of artisan adobes made with clay extracted from the Pusuchisí neighborhood of the canton Latacunga - Ecuador and stabilized with different materials such as: straw, cow dung, tuna's sap and bull blood; for this analysis 10 combinations were made with the mentioned materials. In those cases where the combination was based on sap from tuna or bull's blood, in order to avoid blood clotting and desiccation of the sap of tuna palm, the mixture should be allowed to rest in a traditional way and to add to the same said stabilizers at the time of the elaboration of the adobes. Six samples of each combination were made, which were elaborated of form and dimensions according to the Proyecto de Actualización Norma E.080, in addition they were tried according to the same one. From this experimental work it was possible to determine that the combination made with mud plus the addition of stabilizers such as bull's blood and cow dung obtained the greatest resistance to compression.

In addition, scale models were made with the adobes that reached the highest resistance to compression the same ones were made with mud plus the addition of bull's blood and cow dung, one of them was reinforced with plastic mesh and later its behavior before the action of dynamic load in the vibrating table of the FICM, demonstrating that these models realized with organic material and that follow a constructive process in agreement with the Normative and Peruvian Manuals in force, confer structural stability and security.

Finally, the construction of a scale model with the adobes that reached the greatest resistance to compression and that was reinforced with plastic mesh, allows us to say that this technique is effective to build with earth, since the model obtained an excellent seismic performance, fulfilling thus ensuring the occupants' life safety objectives and preventing collapse of the structure.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1.TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

“Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala”

1.2.ANTECEDENTES

La tierra es el material de construcción más común y de mayor antigüedad en el mundo, la primera evidencia de una estructura a base de este material es la Muralla de Jericó en Palestina. [1] Se encuentra al abobe como un material satisfactorio y atractivo debido a que la materia prima se extrae y se devuelve a la tierra convirtiéndolo en un recurso reciclable y renovable. [2]

Con el pasar del tiempo se han ido utilizando diferentes materiales para estabilizar el adobe, tales como: el estiércol de vaca y la savia de penca de tuna que proporcionan durabilidad al adobe frente a agentes externos como la lluvia. [3]

El Arquitecto Británico Jack Munro propone reemplazar el agua por la sangre en la elaboración de ladrillos, utilizando la sangre como un aglutinante para solidificar la arena, dando, así como resultado un nuevo material de construcción impermeable. [4]

El adobe ha tenido que soportar la violencia de la naturaleza, especialmente de terremotos, que causan una destrucción considerable y deja a poblaciones sin hogar. Por ende, este material requiere una mayor atención y una cierta cantidad de

conocimiento sobre terremotos para enfrentar este fenómeno natural con mayor eficacia. [5]

En la Serranía del Ecuador, Loja posee un gran número de viviendas de adobe las cuales han sido afectadas por sismos históricos suscitados en el lugar, estos han provocado irreparables pérdidas humanas y económicas. Lo que ha demostrado que estas estructuras construidas artesanalmente sin elementos que confinen las paredes, son débiles ante eventos sísmicos, ya que no cumplen con las normas establecidas. [6]

Desde 1970, profesores del departamento de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú inician investigaciones en la estabilidad de las construcciones de tierra reforzando las estructuras. En 1983 se reforzaron las primeras estructuras con caña, que impedían que los muros se separen. [7]

Entre 1994 hasta 1997 se emplearon la madera, mallas electrosoldadas, mallas de gallinero y sogas para incrementar la resistencia y controlar los desplazamientos. [7]

Estos refuerzos que fueron implementados a las estructuras, ayudaron a que las mismas tuvieran un buen desempeño sísmico ante el terremoto suscitado el 23 de Junio del 2001 en Perú (7.9 Mw), lo que no ocurrió con las estructuras que carecían de refuerzo puesto que estas colapsaron. [7]

Alrededor del año 2006, el mismo equipo de investigación propone un nuevo tipo de refuerzo para las construcciones de adobe, demostrando que los materiales industrializados como la malla de plástico, incrementan la resistencia y la capacidad de deformación de las mismas en comparación con los refuerzos anteriores, y de esta manera creando viviendas sismorresistentes. [7]

1.3.JUSTIFICACIÓN

El adobe posee una gran historia puesto que la mayoría de viviendas en varios lugares del mundo contemplan al adobe como material base de construcción gracias a su bajo costo y facilidad de elaboración, logrando así la creación de edificaciones importantes y con un gran valor artístico [8] como es el caso de Arg-e Bam (Irán), Chan- Chan (Perú) y Oasis Siwa (Egipto).

Con el pasar del tiempo dicho material ha ido perdiendo su importancia quizá por el bajo desempeño sismorresistente que posee un adobe artesanal puesto que una construcción de este material pueden sufrir daños estructurales severos que podrían llegar al colapso causando pérdidas humanas significativas [9] por lo que se ha propuesto utilizar ciertos estabilizadores como la paja que ayuda a disminuir el agrietamiento, el estiércol de vaca que posee un efecto reforzador y ayuda a repeler insectos, la savia de la penca de tuna que disminuye la permeabilidad en el adobe y la sangre de toro que reduce significativamente el agrietamiento. [10]

Por la escases de agua en Egipto y la necesidad de construir viviendas un arquitecto británico intenta sustituir el agua por otro líquido, teniendo presente que en el sitio existían una gran cantidad de bovinos que en su momento eran sacrificados, entonces nace la idea de utilizar los 30 litros de sangre del animal para elaborar adobes y construir viviendas las cuales tuvo gran aceptación en el sitio. [4]

Debido a su bajo costo, la construcción de adobe continuará siendo usada en áreas de alto riesgo sísmico del mundo. Para un porcentaje significativo de la población global, que actualmente vive en edificaciones de adobe, es de suma importancia el desarrollo de tecnologías constructivas de relación costo-beneficio eficiente, que sean conducentes a mejorar el comportamiento sísmico de la construcción de adobe. Basándose en el estado del arte de estudios de investigación y aplicaciones en campo, los factores clave para el comportamiento sísmico mejorado de la construcción de adobe son:

1. Composición de la unidad de adobe y calidad de la construcción.
2. Distribución robusta.
3. Tecnologías constructivas mejoradas incluyendo refuerzo sísmico. [9]

En Ecuador las casas de adobe son aún patrimonio de muchas familias humildes, que conservan esta tradición desde tiempos inmemoriales. Mezclar pasto seco con el barro permite una correcta aglutinación, gran resistencia a la intemperie y evita que los bloques una vez solidificados tiendan a agrietarse. Posteriormente los bloques se adhieren entre sí con barro para levantar muros. [11]

Las paredes deberán tener en su interior refuerzos de carrizo, caña o madera, de manera que sean capaces de resistir esfuerzos de compresión, de corte y de tensiones para evitar la separación de las paredes, consiguiendo así el sistema encajonado deseable para conseguir un sistema idóneo. [12] Otro material muy utilizado como refuerzo son las geomallas que se las utiliza como refuerzo de estructuras de tierra para obras de ingeniería son muy usadas por tener propiedades estándar de rigidez y resistencia, fácil de implementar y con diversas características mecánicas. [13]

En Cotacachi existe una empresa dedicada a la construcción de viviendas con adobe implementando una gran creatividad y a la vez combinando el adobe con materiales naturales para de esta manera lograr el renacimiento de la construcción en este tipo de material [14]. De igual forma encontramos en la ciudad de Cuenca a personas con experiencia en la restauración de viviendas de adobe, Klever Plaza el “experto” en este tema ha viajado a otros países a dictar talleres sobre el uso del adobe, sugiere que se deberían salvar construcciones de este material ya que cuentan con un gran valor, Klever ha restaurado varias edificaciones como es el caso de La Casa de las Palomas, Catedral Vieja, Casa de la Mujer. Otro personaje en desarrollar esta técnica es Miguel Plaza quien asegura que el trabajar con este material ayuda a la salud, pues este material absorbe las enfermedades. [15]

1.4.OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Obtener la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con estiércol de vaca, sangre de toro, savia de penca de tuna y paja; determinar su comportamiento sísmico usando un modelo a escala.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar muestras de adobes artesanales con las diferentes combinaciones entre los materiales propuestos como paja, estiércol de vaca, savia de penca de tuna y sangre de toro.
- Determinar la combinación más resistente mediante ensayos de compresión.
- Comparar analíticamente el comportamiento ante cargas laterales de un modelo a escala reforzado con malla plástica y un modelo no reforzado, estos modelos serán elaborados con el adobe de mayor resistencia obtenido.
- Identificar la influencia del refuerzo de malla plástica proporcionado al modelo a escala.

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. BARRO

Tierra zarandeada y humedecida. [16]

2.1.2. TIERRA

Es el material de construcción natural más importante y abundante en la mayoría de las regiones del mundo. [17]

2.1.3. BARRO DORMIDO

Es el barro que ha pasado por un proceso de dormido y que está listo para amasar y elaborar adobes o morteros. [16]

2.1.4. DORMIDO

Proceso de humedecimiento de la tierra ya zarandeada durante dos o más días, para activar la mayor cantidad de partículas de arcilla, antes de ser amasada para hacer adobes o morteros. [16]

2.1.5. VENTAJAS DEL BARRO DORMIDO [17], [18]

a. Absorbe contaminantes.- Los contaminantes disueltos en agua pueden ser absorbidos por el barro.

Se dice que puede purificar el aire, esto no está comprobado científicamente.

b. Economiza materiales de construcción y costos de transporte.- El material disponible en el sitio de construcción minimiza costos de transporte y material

c. Reutilizable.- Este material puede ser utilizado nuevamente después de su vida útil, debido a que en su elaboración se utiliza materiales de origen natural.

d. Regula la humedad ambiental.- Este material puede absorber y expulsar humedad con gran facilidad y en mayor cantidad en comparación con otros materiales.

- e. **Almacena calor.-** Es un gran aislante térmico que posee la capacidad de ceder el calor absorbido al interior de la vivienda.
- f. **Preserva la madera y otros materiales orgánicos.-** El barro sirve de protección contra hongos e insectos ya que limita la humedad para que estos no puedan destruir la madera u otros materiales orgánicos.
- g. **Ahorra la energía y disminuye la contaminación ambiental.-** Genera un bajo impacto ambiental, debido a que la elaboración y construcción no requiere equipo industrializado.
- h. **Apropiado para la autoconstrucción.-** Se puede realizar por personal no especializado, pero siendo necesaria la experiencia de por lo menos una persona en la construcción.

2.1.6. DESVENTAJAS DEL BARRO DORMIDO [17], [18]

- a. **No es un material de construcción estandarizado.-** Debido a que la extracción del material base se lo realiza en el lugar de construcción, no todos los suelos poseen las mismas propiedades y por ende las características del adobe varían.
- b. **Se contrae al secarse.-** Por efectos de trabajabilidad se ve la necesidad de proporcionarle agua a la mezcla, siendo la evaporación del agua lo que genera que el adobe se contraiga.
- c. **No es impermeable.-** Por no ser secado a altas temperaturas su resistencia a la absorción es baja.

2.1.7. TIPOS DE ADOBE

a. Adobe Artesanal

Adobe moldeado a mano de diferentes tamaños, secado al ambiente y que sigue técnicas tradicionales. [19]

b. Adobe Artesanal Básico

Se define al adobe artesanal básico como un bloque esencialmente hecho de barro dormido más la adición de agua, sin cocer y moldeado a mano. [16]

c. Adobe Artesanal Estabilizado Naturalmente

Es el adobe artesanal al cual se le añade diferentes estabilizadores naturales para mejorar su resistencia a compresión e impermeabilidad tales como la goma de tuna, sangre de toro, paja, cascara de arroz, estiércol de vaca etc. [17] [19]

d. Adobe Artesanal Estabilizado con minerales

Es el adobe al cual se le añade diferentes estabilizantes minerales para mejorar su resistencia a compresión e impermeabilidad tales como la cal, yeso, cemento, etc. [17] [19]

2.1.8. TIPOS DE ESTABILIZADORES

Estabilizador: Es un componente que mejora las propiedades físicas y rendimiento del adobe, tales como: resistencia a compresión, porosidad, absorción de agua, profundidad de penetración, resistencia a la abrasión y dureza. [20]

a. Estabilizadores Naturales

Arena y arcilla.- Mejoran la calidad del barro al añadir arcilla al suelo arenoso o viceversa, esto se lo realiza en seco para obtener una mezcla uniforme. [20]

Cenizas de madera.- Aumenta la resistencia a compresión, reduce la contracción y la hinchazón, sin embargo tiene menos efecto sobre la resistencia al agua y baja resistencia a la abrasión [20]

Fibras Vegetales.- Previene el agrietamiento, es resistente a la tracción y proporciona fuerza y dureza al adobe. [20]

Si se añade al adobe pequeñas fibras finas la resistencia a la compresión se incrementa levemente. Sin embargo, cuando se añade paja, el efecto opuesto ocurre.

No obstante para enlucidos de paredes de barro con paja, se ha probado que la paja de cebada es más eficiente por su suavidad. [17]

Excremento animal (estiércol de vaca).- Mejora la cohesión y plasticidad de los suelos, al usarlo en la elaboración del adobe reduce la expansión, contracción y a la vez le proporciona fuerza y dureza. [20]

El estiércol debe reposar de 1 a 4 días para fermentarse y así se lograra obtener un buen estabilizador al combinarlo con arcilla. [17]

Jugos de Plantas (savia de penca de tuna).- Mejora la durabilidad del adobe frente a la lluvia, para obtener este líquido se saca las espinas, se deja las pencas de 14 a 21 días en remojo cortadas en trozos, debido a que el tiempo de reposo es fundamental para que este estabilizante sea resistente a la erosión por lluvia. [3]

Otros productos animales:

Cola: Proviene de cuernos, pellejos, pesuñas y huesos de animales. Este pegamento contribuye a que el adobe resista a la humedad. [20]

Pelo y piel: Su uso primordial es reforzar enlucidos. [20]

Sangre: Se compone de una porción líquida aproximadamente el 55% de la sangre es plasma, que lleva los glóbulos rojos y blancos, las plaquetas ayudan a coagular la sangre en caso de sangrado, además transporta hormonas por las glándulas endócrinas y transporta los nutrientes de los alimentos que han sido procesados por el aparato digestivo. [20]

Se obtiene de animales recién sacrificados con el fin de obtener sangre fresca, la sangre posee propiedades aglutinantes y estabilizantes. Al tratar superficies de tierra con sangre la vuelve resistente a la abrasión y si se combina con diferentes materiales, por ejemplo con cal el agrietamiento en el adobe se reduce significativamente. [20]

Se deberá proporcionar un anticoagulante con el fin de mantener la sangre sin coágulos, también un preservante y un antibacterial. [4]

b. Estabilizadores Minerales [20]

Cal.- Debe utilizarse en proporciones determinadas por ensayos, esta cantidad varía del 3% - 14% por peso seco. La cal ayuda a impermeabilizar el adobe.

Cemento Portland.- El uso del cemento en el adobe lo hace resistente a la erosión de la lluvia y a la abrasión.

Yeso.- Proporciona alta resistencia mecánica pero es susceptible al agua.

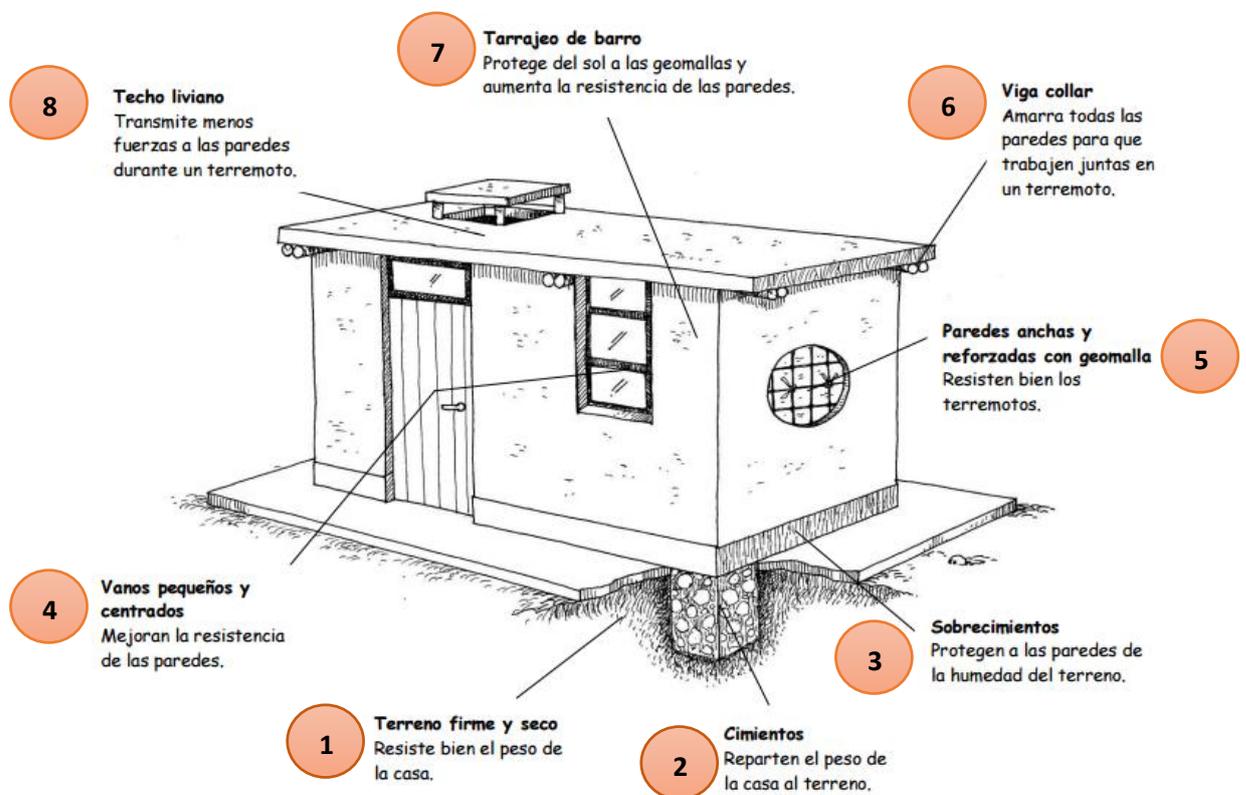
Asfalto.- Su uso debe ser moderado entre 2% y 4%, ya que a mayor contenido de asfalto menor resistencia. El uso de asfalto impermeabiliza al adobe.

2.1.9. VIVIENDA DE ADOBE SISMORRESISTENTE [12], [16], [21]

Sistema estructural rígido conformado por un sistema de paredes portantes que constituye un sistema encajonado de modo que su forma garantice estabilidad espacial para obtener capacidad portante tanto vertical como horizontal.

Para considerar una vivienda de adobe sismoresistente se debe tener en cuenta que el material a utilizar sea de buena calidad y que se construya en una zona segura. Además deberá tener las siguientes características:

GRÁFICO 1. Características de la vivienda de adobe sismorresistente.



Fuente: Manual de Construcción con adobe reforzado con Geomalla [21]

- 1. Terreno firme y seco:** El terreno idóneo para la construcción de la vivienda puede ser de grava o roca.
- 2. Cimientos:**
Trabajos Preliminares: Consta en la limpieza, replanteo y nivelación del terreno en el que se va a construir.

Limpeza: Proceso en el cual se retira piedras, material orgánico y basura del terreno.

Nivelación: Es el procedimiento mediante el cual se determina el desnivel del terreno entre dos o más puntos y se procede a cortar o rellenar el terreno según se requiera.

Replanteo: Es trazar en el terreno de construcción la planta de obra previamente estudiada y proyectada.

Construcción de cimientos: Transmite las cargas hasta un suelo firme, debe tener una profundidad mínima de 60cm y un ancho mínimo de 40cm.

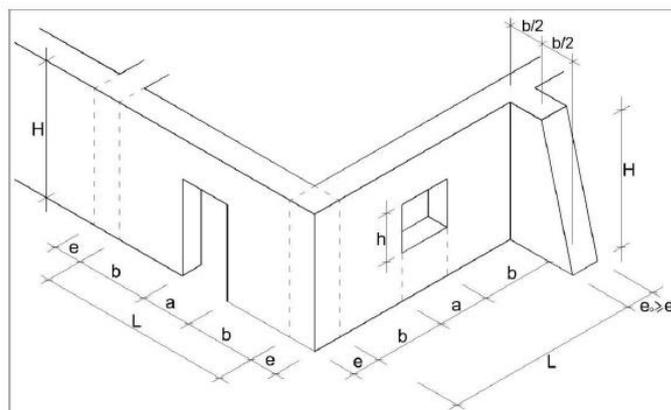
3. **Sobrecimientos:** Transmite las cargas hacia la cimentación y protege al muro de la erosión en la parte baja de los muros, deberá elevarse sobre el nivel del terreno no menos de 30cm.

4. **Vanos pequeños y centrados:** El ancho máximo de puertas y ventanas corresponde a $L/3$ y en ningún caso será mayor a 1.20m.

5. Paredes anchas y reforzadas con Geomalla

Muro: Su espesor mínimo será 0.40m para su mejor resistencia y estabilidad frente al volteo.

GRÁFICO 2. Esquema de la posición y Dimensionamiento de los vanos. Distancia de arriostres (L) o límites de altura (H), en función al menor espesor del muro (e).



$$\begin{aligned} a &\leq L/3 \\ 3e &\leq b \leq 5e \\ L &\leq 10e ; H \leq 8e \\ L + 1,25H &\leq 17,5e \\ \lambda_H + 1,25\lambda_V &\leq 17,5 \\ \lambda_{H\max} &= 10; \lambda_{V\max} = 8 \end{aligned}$$

Fuente: Proyecto de Actualización de la Norma E.080 Adobe [16]

λ_H : Esbeltez Horizontal (Relación entre la longitud del muro y su máximo espesor)

λ_V : Esbeltez Vertical (Relación entre la altura del muro y su máximo espesor)

Mortero: Utilizado para unir adobes entre sí, se puede realizar con paja, arena gruesa o sustancias naturales que controlen las fisuras.

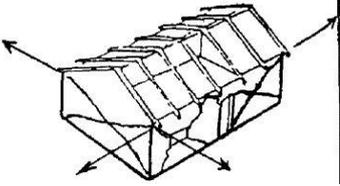
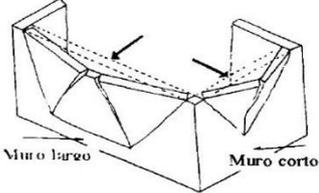
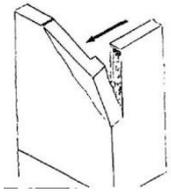
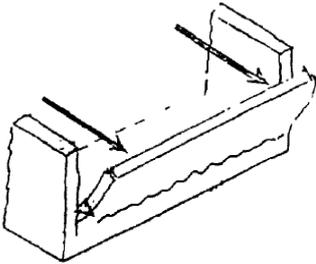
Arriostre Vertical: Son muros transversales o contrafuertes diseñados que poseen una correcta resistencia y estabilidad para transmitir fuerzas cortantes a la cimentación.

Arriostre Horizontal: Conjunto de elementos con una rigidez adecuada en el plano horizontal que impide el libre desplazamiento lateral de los muros.

6. **Viga Collar:** Son elementos obligatorios que conectan a los pisos y techos con los muros, estas vigas tienen la forma de una escalera y están hechas de eucalipto de 10cm de diámetro.
7. **Tarrajeo de barro:** Para su elaboración se utiliza la misma mezcla del mortero, el tarrajeo sirve para proteger el refuerzo que se le proporcione al muro e incrementar la resistencia del muro.
8. **Construcción del techo:** Cubierta liviana que deberá distribuir su carga al mayor número de muros posible, evitando concentración de esfuerzos en los mismos.

2.1.10. FALLAS EN MUROS DE ADOBE [22]

Tabla 1. Descripción de Fallas

FALLA	DESCRIPCIÓN	GRÁFICO
Corte	Son grietas diagonales que siguen las juntas verticales y horizontales de los adobes, generalmente alrededor de ventanas y puertas debido a fuerzas sísmicas paralelas al muro.	
Flexión	Se producen grietas en la parte alta central del muro cuando no poseen refuerzo para resistir cargas horizontales en la parte alta.	
Tracción	Se visualizan grietas en las esquinas superiores por falta de amarre en la unión entre muros.	
Volcamiento	Generalmente en los extremos de vanos largos aparecen grietas verticales por falta de amarre entre las paredes perpendiculares. Provocando en algunos casos el volcamiento de la misma.	
Asentamiento	Se producen grietas diagonales en los muros debido a asentamientos no uniformes.	

Fuente: <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Abril-Mayo2005/CD1/pdf/spa/doc13077/doc13077-d.pdf> [22]

Para evitar que las fallas lleven al colapso de la estructura en un sismo, se ve la necesidad de proporcionarle un refuerzo para salvaguardar la vida de las personas.

2.1.11. TIPOS DE REFUERZO [16]

a. Cañas madera o similares.- Se usan en estado seco y sin deformaciones, debe anclarse tanto a la cimentación como a la viga solera. Esto con el fin de aumentar la resistencia a flexión.

b. Malla Electrosoldada.- Puede ser anclada al muro externo e interno.

Se asemeja a una columna colocando la malla electrosoldada en las esquinas y a una viga cuando se usa en la parte superior en forma longitudinal.

c. Geomalla.- Hecho de material sintético, posee una gran compatibilidad con el adobe y es duradero ante efectos ambientales (sol, lluvia).

Las características de la Geomalla a utilizarse como refuerzo sismorresistente son:

- Conformación de retícula rectangular o cuadrada, con abertura máxima de 50mm y nudos integrados.
- Capacidad mínima de tracción de 3.5 KN/m, (350 kgf/m) en ambas direcciones, para una elongación de 2%.
- Flexibilidad y durabilidad para uso como refuerzo embutido en estructuras de tierra NTE E.080 ADOBE (RNE).

Este refuerzo es utilizado para cubrir al muro al interior y al exterior de forma continua y se debe sujetar con drizas o cintas sintéticas horizontal y verticalmente separadas a 3 cm entre ellas, la geomalla será anclada a la cimentación y a la viga solera.

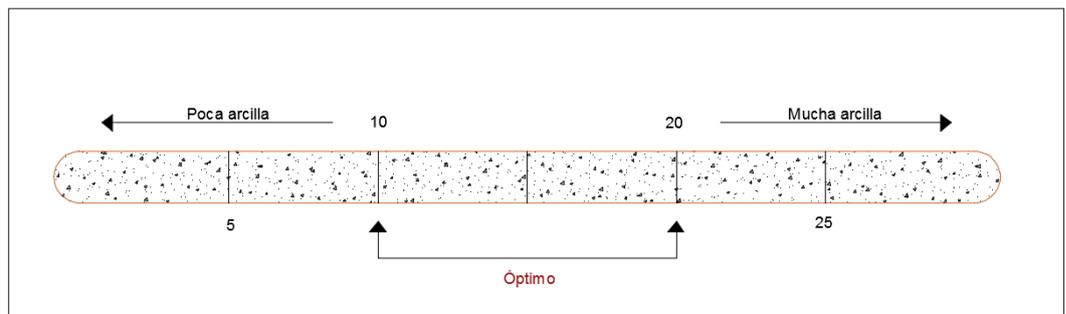
La Geomalla debe ser cubierta por un recubrimiento de barro para que incremente la rigidez del muro y ayude a protegerla de agentes externos.

2.1.12. ENSAYOS

a. ENSAYOS DE CAMPO

- **Cinta de barro:** Se deberá humedecer la tierra y moldearla en forma de cilindro de un diámetro aproximado a 12 mm, aplanarla entre los dedos pulgar e índice hasta conseguir una cinta de 4 mm de espesor que se deja descolgar lo más que se pueda. Si alcanza una longitud entre 10cm y 20 cm el suelo es apto para la elaboración de adobes. [16]

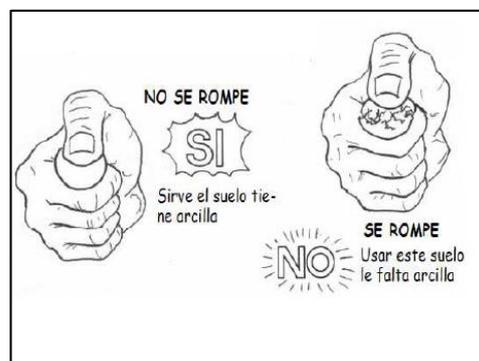
GRÁFICO 3. Cinta de barro



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lisette

- **Presencia de arcilla:** Formar 4 bolitas con la tierra húmeda y dejar secar por 2 días. Presionar las bolitas secas tratando de romperlas con el dedo pulgar y el dedo índice. Si las mismas no se rompen el suelo es apto para la elaboración de adobes. [16]

GRÁFICO 4. Presencia de Arcilla



Fuente: Proyecto de Actualización de la Norma E0.80 [16]

- **Contenido de humedad:** Realizar con la mezcla una bola apretándola entre la mano, dejar caer de una altura aproximada de 1.10m. Si se rompe la bolita en al menos 5 pedazos o más sin desintegrarse totalmente, la cantidad de agua es la óptima. [16]

GRÁFICO 5. Contenido de humedad



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

- **Resistencia:** Seleccionar tres muestras de adobe sin fisuras ni deformaciones, colocar dos adobes en la base a una separación de 30cm y sobre ellos apoyar un tercer adobe, este deberá resistir el peso de una persona por lo menos 1 minuto. [21]

GRÁFICO 6. Resistencia de Adobe



Fuente: Manual de Construcción con adobe reforzado con Geomalla [21]

b. ENSAYOS DE LABORATORIO

- **Compresión:** Según el Proyecto de Actualización de la Norma E.080 Adobe, determina que la Resistencia Última debe ser: $f_o = 10.2 \text{ Kg/cm}^2$.
La cual se medirá ensayando 6 muestras de adobe que serán cubos de 0.1 m de arista, el promedio de las 4 mejores muestras deberá ser igual o mayor a la Resistencia Última mencionada. [16]

GRÁFICO 7. Ensayo de compresión



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

- **Mesa Vibratoria** [23], [24]

La simulación mediante el uso de mesas vibratorias permite entender de una mejor manera el comportamiento de elementos, modelos o sistemas estructurales.

El sistema de mesa vibratoria con la que cuenta la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, tiene la capacidad de crear una excitación armónica en la base de un modelo estructural a escala, por lo cual se hace posible entender la dinámica estructural.

GRÁFICO 8. Mesa vibratoria accionada por sistema neumático.



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Por otra parte existe una relación que podemos utilizar en la toma de datos del ensayo dinámico y es la existente entre la escala Mercalli y la aceleración sísmica producida en la superficie.

Tabla 2. Escala de Mercalli y Aceleración Sísmica

Escala Mercalli	Aceleración sísmica (g)	Percepción del temblor	Potencial de daño
I	<0.0017	No apreciable	Ninguno
II-III	0.0017 – 0.014	Muy leve	Ninguno
IV	0.014 – 0.039	Leve	Ninguno
V	0.039 – 0.092	Moderado	Muy leve
VI	0.092 – 0.18	Fuerte	Leve
VII	0.18 – 0.34	Muy fuerte	Moderado
VIII	0.34 – 0.65	Severo	Moderado a fuerte
IX	0.65 – 1.24	Violento	Fuerte
X +	>1.24	Extremo	Muy fuerte

Fuente: Instrumental Intensity Scale for Geohazards [25]

La aceleración sísmica relacionada con la escala de Mercalli (tabla 2), la podemos relacionar a su vez con la escala de Richter como lo muestra la tabla 3.

Tabla 3. Comparación entre la escala de Mercalli y Richter

Mercalli	Escala de Richter	Observaciones:
I.-	Hasta 2,5 Instrumental	Sismo débil sólo registrado por sismógrafos.
II.-	2,5 a 3,1 Muy débil	Percibido sólo por personas en reposo.
III.-	3,1 a 3,7 Ligero	Percibido en áreas densamente pobladas por una parte de la población.
IV.-	3,7 a 4,3 Moderado	Sentido por personas en movimiento, algunas personas dormidas se despiertan.
V.-	4,3 a 4,9 Algo fuerte	Sentido en el exterior, se despiertan las personas.
VI.-	4,9 a 5,5 Fuerte	Percibido por todos, caminar inestable, árboles y materiales se agitan por el efecto del sismo.
VII.-	5,5 a 6,1 Muy fuerte	Dificultad para mantenerse en pie, objetos colgantes se caen, se puede producir pequeños derrumbes y deslizamientos.
VIII.-	6,1 a 6,7 Destructivo	Colapso parcial de estructuras, daños considerables en edificios ordinarios.
IX.-	6,7 a 7,3 Ruinoso	Daño considerable en estructuras especialmente construidas, completo colapso de edificaciones y casas, daños generales en los cimientos presas y diques.
X.-	7,3 a 7,9 Desastroso	Destrucción de la mayoría de las edificaciones, derrumbe de puentes, daños serios en presas y embarcaderos.
XI.-	7,9 a 8,4 Muy desastroso	Pocas estructuras quedan en pie fisuras grandes en el terreno.
XII.-	8,4 a 9 Catastrófico	Destrucción total, grandes masas de roca desplazadas, objetos lanzados al aire.

Fuente: <http://www.rescate.com/escalas.html> [26]

2.2. HIPÓTESIS

El adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol de vaca, savia de penca de tuna o sangre de toro incrementa su resistencia a compresión y el uso de un refuerzo de malla plástica mejora su comportamiento sísmico.

2.3. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE:

Adobe artesanal reforzado con malla plástica y estabilizada con paja, sangre de toro, savia de penca de tuna y estiércol de vaca.

2.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE:

Resistencia a la compresión y comportamiento sísmico.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

EXPERIMENTAL:

Los materiales propuestos para estabilizar el adobe artesanal son una tecnología ancestral que hoy en día se ha perdido, se pretende estudiar su resistencia a compresión mediante muestras de adobe artesanal estabilizado con distintos materiales (paja, estiércol de vaca, sangre de toro, savia de penca de tuna) en diferentes combinaciones y porcentajes. Analizar el comportamiento sísmico de los modelos a escala elaborados con los adobes artesanales que alcancen la mayor resistencia a compresión y la influencia del refuerzo de malla plástica proporcionado a un modelo a escala.

LABORATORIO:

Para la obtención de resultados de la resistencia a compresión del adobe artesanal y el comportamiento sísmico de los modelos a escala es fundamental el uso de un laboratorio que nos permita la realización de los ensayos pertinentes.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la determinación de la Resistencia a Compresión, se realizan 6 muestras de las cuales serán consideradas únicamente el promedio de las cuatro mejores muestras; teniendo esta investigación como objetivo obtener un adobe artesanal estabilizado resistente a la compresión a través de las siguientes combinaciones:

- Barro dormido + agua
- Barro dormido + sangre de toro
- Barro dormido + savia de penca de tuna
- Barro dormido + agua + estiércol de vaca
- Barro dormido + agua + paja
- Barro dormido + sangre de toro + estiércol de vaca
- Barro dormido + sangre de toro + paja
- Barro dormido + savia de penca de tuna + estiércol de vaca
- Barro dormido + savia de penca de tuna + paja
- Barro dormido + savia de penca de tuna + estiércol de vaca + paja

Por lo cual se obtiene una población de 60 adobes artesanales, los cuales serán ensayados aproximadamente a las cuatro semanas de su elaboración, para seleccionar la combinación que hizo del adobe artesanal más resistente a la compresión.

Con la combinación más resistente se realizará un modelo a escala sin refuerzo y otro con refuerzo de malla plástica, los cuales nos permitirán analizar su comportamiento sísmico.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Adobe artesanal reforzado con malla plástica y estabilizado con paja, sangre de toro, savia de penca de tuna y estiércol de vaca.

Tabla 4. Operacionalización de la variable independiente.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
El ADOBE artesanal es un bloque elaborado a mano y secado al ambiente, que al ser utilizado en construcciones se debe proporcionar de un REFUERZO con el fin de hacer una vivienda sismorresistente. Y un ESTABILIZADOR para mejorar sus propiedades mecánicas.	Adobe	Formas y dimensiones	¿Cuál es la forma y dimensión adecuada que debe tener un adobe?	Investigaciones Bibliográficas. Norma E0.80
	Refuerzo	Tipo de refuerzo	¿Qué influencia tiene el tipo de refuerzo a utilizarse en las construcciones con tierra?	Investigaciones Bibliográficas. Actualización de la Norma E0.80.
	Estabilizador	Tipo de estabilizador	¿Cómo influyen los estabilizadores en el adobe?	Investigaciones Bibliográficas.
		Cantidad de estabilizador	¿Cuál es la cantidad de estabilizador óptima que se debe usar para obtener un adobe resistente?	Investigación de Laboratorio y Experimental

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a la compresión y comportamiento sísmico.

Tabla 5. Operacionalización de la variable dependiente.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Resistencia a la compresión	Muestra seca	Resistencia	¿Cómo influyen los estabilizadores en la resistencia a compresión del adobe?	Actualización de la Norma E0.80. Investigación de Laboratorio.
Comportamiento Sísmico	Modelo a escala	Escala de Mercalli Escala de Richter	¿Cómo interviene el refuerzo en el comportamiento sísmico del modelo a escala?	Investigación de Laboratorio.

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

3.4.PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Tabla 6. Plan de recolección de Información

Preguntas Básicas	Explicación
1. ¿Para qué?	Estudiar la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol de vaca, sangre de toro y savia de penca de tuna. Analizar el comportamiento sísmico de un modelo a escala.
2. ¿De qué personas u objetos?	Muestras secas de adobe artesanal y modelos a escala.
3. ¿Sobre qué aspectos?	Influencia de los estabilizadores y del refuerzo.
4. ¿Quiénes?	<ul style="list-style-type: none">▪ Llumitasig Sandra▪ Siza Lissette
5. ¿Dónde?	Laboratorio de Resistencia de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Técnica de Ambato. Laboratorio de Suelos del GADMA
6. ¿Cómo?	<ul style="list-style-type: none">▪ Investigación Bibliográfica.▪ Ensayos de Laboratorio.

Fuente: Llumitasig Sandra – Siza Lissette

3.5.PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.5.1. Plan de Procesamiento de Información

- Revisión técnica, crítica y detallada de la información recolectada.
- Tabulación de los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio.
- Representación gráfica de los resultados.

3.5.2. Plan de Análisis

- Interpretación y comparación de los resultados obtenidos según los objetivos e hipótesis planteados.
- Verificación de la hipótesis.
- Determinación de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Recolección de datos

Para la realización de la presente investigación se considera el siguiente proceso ordenado cronológicamente:

- i. Verificación de las características de la tierra extraída del barrio San Francisco de Pusuchisí del cantón Latacunga, a través de los ensayos: “Cinta de barro” y “Presencia de arcilla” [16]
- ii. Se utilizarán diferentes tipos de estabilizadores naturales como: paja, estiércol de vaca, savia de penca de tuna y sangre de toro; los cuales previa a la elaboración de los adobes artesanales tendrán un proceso de preparación.
- iii. Realización de las muestras de adobe artesanal en dimensiones y formas específicas [16], en diferentes combinaciones y de acuerdo a los siguientes porcentajes de estabilizador con respecto al peso total del material base (barro dormido) :
 - Material base más la adición del 3% de paja [20]
 - Material base más la adición del 10% de estiércol de vaca [20]
 - Material base más la adición del 28% de savia de penca de tuna [3]
 - Material base más la adición del 20% de sangre de toro [4].
- iv. Realización del Ensayo a Compresión [16] de las muestras de adobe artesanal elaboradas con diferentes estabilizadores en distintos porcentajes y combinaciones.
- v. Se obtendrá la combinación con mayor resistencia a compresión de los ensayos previamente realizados.

- vi. Para la construcción de los modelos a escala se realizará el dimensionamiento de los muros, vanos, distancia entre arriostres verticales, límites de altura todo esto en función del espesor del muro. [16]
- vii. Construcción de cuatro modelos a escala con los datos obtenidos (vi); uno de ellos poseerá un refuerzo de malla plástica, el cual seguirá un proceso constructivo como indica el Manual de Construcción con Adobe Reforzado con Geomallas de viviendas de bajo costo saludables y seguras. [21]
- viii. Realización del Ensayo dinámico de los modelos a escala en la mesa vibratoria de la FICM.

4.1.1. Verificación de las características del suelo seleccionado.[16]

Para la verificación de las características del suelo seleccionado para elaborar adobes artesanales, se realizan los siguientes ensayos de campo:

4.1.1.1. Análisis del ensayo Anexo 1: “Cinta de barro”

Llevado a cabo el ensayo, se observó que el material seleccionado está dentro de los rangos permisibles para la elaboración de adobes artesanales, ya que alcanzo una longitud de 15cm.

GRÁFICO 9. Ensayo “Cinta de barro” contenido óptimo de arcilla, el suelo es apto para la realización de adobes artesanales



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

4.1.1.2. Análisis del ensayo Anexo 2: “Presencia de arcilla”

Transcurridas las 48 horas necesarias para la realización del ensayo con las muestras del material (bolitas), se determinó que la presencia de arcilla es óptima, ya que las 4 muestras no se rompieron.

GRÁFICO 10. Ensayo “Presencia de arcilla” contenido óptimo de arcilla, suelo apto para la elaboración de adobes artesanales.



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

4.1.2. Preparación de los estabilizadores

Los estabilizadores empleados paja, estiércol de vaca, savia de penca de tuna y sangre de toro previo a la elaboración de los adobes artesanales deberá tener un proceso de preparación que se indica en la Tabla 7.

Tabla 7.Preparación de los estabilizadores que se emplearan en la elaboración de adobes artesanales

Paja	Estiércol de vaca	Savia de penca de tuna	Sangre de toro
			
<p>Utilizar paja seca cortada a 5cm para la elaboración de adobes artesanales [21]</p>	<p>Colocar en rumas y dejar reposar por 4 días para una buena fermentación [17].</p>	<p>Quitar las espinas, cortar en trozos las pencas y colocar en agua; para obtener la mejor resistencia a la erosión se dejará reposar 18 días [3]</p>	<p>Recolectar en canecas; añadir anticoagulante (daflon 500mg) y preservante (metilparabeno) a la misma. Se usará sangre fresca [4] [20].</p>

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

4.1.3. Elaboración de las muestras de adobe artesanal

Previa elaboración de las muestras de adobe artesanal se deberá tener en cuenta las formas y dimensiones recomendadas [16]

- La relación entre el largo y la altura debe ser de 4 a 1.
- En lo posible la altura debe ser mayor a 8cm

Por lo cual para este Proyecto Experimental se realizará adobes artesanales con dimensiones de 40cm x 40cm x 10cm.

El procedimiento para la elaboración de adobes artesanales es el siguiente:

- i. Preparar el barro y dejarlo dormir por 2 días, este proceso ayudara a incrementar la cohesión del barro. [17]

GRÁFICO 11. Mezcla del suelo más agua para elaborar el barro, el cual se dejará dormir por 48horas



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

- ii. Se agrega al barro dormido cada uno de los estabilizadores según las combinaciones propuestas:

Tabla 8. Combinaciones propuestas, adición de agua y estabilizadores en porcentajes con respecto al peso del barro dormido [19], [20], [3], [4].

Combinación	Material base	Dosificación (%)				
		Adición con respecto al peso total del material base				
	Barro dormido	agua	sangre	savia	estíercol	paja
Barro dormido + agua “Adobe artesanal básico”	100	10				
Barro dormido + agua + paja	100	10				3
Barro dormido + agua + estíercol de vaca	100	10			10	
Barro dormido + sangre de toro	100		20			
Barro dormido + sangre de toro + paja	100		20			3
Barro dormido + sangre de toro + estíercol de vaca	100		20		10	
Barro dormido + savia de penca de tuna	100			28		
Barro dormido + savia de penca de tuna + paja	100			28		3
Barro dormido + savia de penca de tuna + estíercol de vaca	100			28	10	
Barro dormido + savia de penca de tuna + paja + estíercol de vaca	100			28	10	3

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

GRÁFICO 12. Barro dormido más agua para elaborar adobes artesanales básicos.



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

GRÁFICO 13. Barro dormido estabilizado con sangre de toro y paja.



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

GRÁFICO 14. Barro dormido estabilizado con savia de penca de tuna para la elaboración de adobes artesanales estabilizados.



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

iii. Verter la mezcla en la adobera y desmoldar

Las adoberas realizadas tienen dimensiones de 43x43x11, ya que se espera una contracción por secado del adobe artesanal; se aspira obtener un adobe artesanal final de 40x40x10 a los 30 días de secado [21]

GRÁFICO 15. Muestras de adobe artesanal colocadas sobre el tendal de arena, para su posterior secado.



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

4.1.3.1. Análisis de las muestras de adobe artesanal

Una vez elaboradas las muestras de adobes artesanales se pudo observar fisuras en los mismos en la primera semana de secado.

GRÁFICO 16. Presencia de fisuras en el adobe artesanal por exceso de arcilla.



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Se ve la necesidad de añadir arena a la mezcla debido al exceso de arcilla en el suelo empleado para la elaboración de adobes artesanales [21], además [27] indica que la adición de arena debe ser cuidadosa ya que no solo controla la retracción y fisuración sino que además aumenta la porosidad, disminuye la cohesión y se pierden propiedades mecánicas; asimismo [28] menciona que no existe un consenso a la hora de recomendar los porcentajes de arena y arcilla para la elaboración de adobes artesanales, por lo cual en esta investigación la adición de arena se hace de forma empírica.

4.1.3.2. Análisis de resistencia a compresión de las muestras de adobe artesanal

Una vez transcurrido el tiempo de secado los nuevos adobes artesanales no tienen fisuras ni muestran deformaciones, por lo tanto, se procede a realizar la prueba de resistencia del adobe artesanal, en la cual se puede observar que el adobe artesanal resiste el peso de una persona. [21]

Cabe recalcar que no se obtuvo la contracción esperada, por lo que los espesores de los adobes artesanales varían entre 10cm y 11cm.

GRÁFICO 17. Comprobación de la resistencia del adobe artesanal con una prueba simple. “Resistir el peso de una persona”.



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

4.1.4. Obtención de la combinación más resistente a compresión

De los ensayos realizados en el Laboratorio de Suelos del GADMA, se obtuvo que la combinación más resistente es la elaborada con barro dormido estabilizado con sangre de toro y estiércol de vaca, la cual alcanzó una resistencia a compresión de 11.29 Kg/cm², por lo tanto, los adobes artesanales para construir los modelos a escala serán elaborados con dicha combinación.

4.1.5. Dimensionamiento de cimiento, sobrecimiento, muros y vanos. [16]

Según criterios de dimensionamiento establecido en la Norma E 0.80 Construcción con Tierra, Perú, 2013 se ha dimensionado las estructuras a escala de la siguiente manera:

- **Cimiento:** Tendrá una profundidad de 60cm y un ancho de 40 cm.
- **Sobrecimiento:** Se elevará sobre el nivel del terreno 30cm de altura y tendrá un ancho de 40cm.
- **Muro:** Tendrá un espesor de 40 cm.
- **Posición y dimensión de los vanos, distancia de arriostres verticales (L) o límites de altura (H), en función al menor espesor (e):**

Longitud del muro:

$$L \leq 10e$$

$$L \leq 10*0.40m$$

$$L \leq 4m$$

Longitud a utilizar: 3.2m

Altura del muro:

$$H \leq 8e$$

$$H \leq 8*0.40m$$

$$H \leq 3.2m$$

Altura a utilizar: 2.2m

Verificación:

$$L + 1.25H \leq 17.5e$$

$$3.2 + 1.25 \cdot 2.20 \leq 17.5 \cdot 0.40$$

$$5.95\text{m} \leq 7\text{m} \quad \text{OK}$$

Distancia entre vanos:

$$a \leq L/3$$

$$a \leq 3.6\text{m}/3$$

$$a \leq 1.07$$

Distancia entre vanos a utilizar: 0.80m (Puerta)

Distancia entre vanos a utilizar: 0.60m (Ventana)

Distancia de contrafuerte o arriostre vertical

$$3e \leq b \leq 5e$$

$$3 \cdot 0.40\text{m} \leq b \leq 5 \cdot 0.40\text{m}$$

$$1.20\text{m} \leq b \leq 2\text{m}$$

Distancia de arriostre a utilizar: 1.20m

Esbeltez Vertical ($\lambda_{Vmaxima} = 8$)

$$\lambda_V = \frac{H}{e}$$

$$\lambda_V = \frac{2.20\text{m}}{0.40\text{m}}$$

$$\lambda_V = 5.5 \quad \text{OK}$$

Esbeltez Horizontal ($\lambda_{Hmaxima} = 10$)

$$\lambda_H = \frac{L}{e}$$

$$\lambda_H = \frac{3.20\text{m}}{0.40\text{m}}$$

$$\lambda_H = 8.0 \quad \text{OK}$$

Verificación de esbeltez

$$\lambda_H + 1.25\lambda_V \leq 17.5$$

$$8.0 + 1.25 \cdot 5.5 \leq 17.5$$

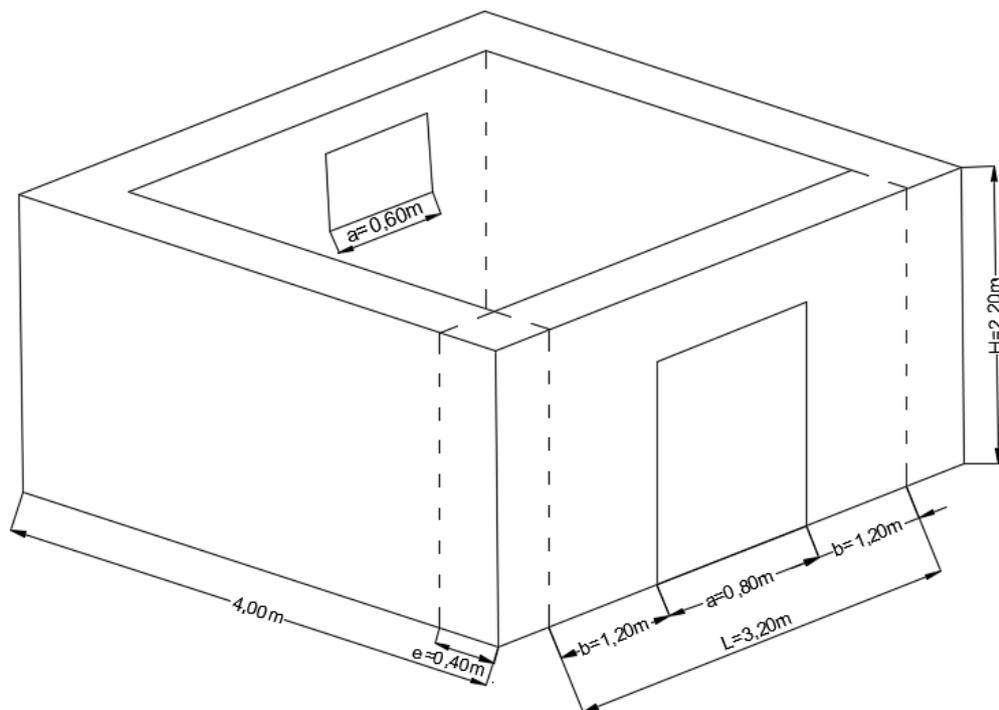
$$14.9 \leq 17.5 \quad \text{OK}$$

Tabla 9. Posición y dimensión de los vanos, distancia de arriostres verticales, límite de altura, en función al espesor.

	Muro	Ventana	Puerta	Valor permisible
Espesor (e)	0.40 m	-	-	Mayor a 0.40m
Longitud (L)	3.20 m	-	-	Menor a 4.00 m
Altura (H)	2.20 m	-	-	Menor a 3.20 m
Distancia entre vanos (a)	-	0.60 m	0.80 m	Menor a 1.07 m
Distancia de contrafuerte (b)		1.30 m	1.20 m	De 1.20m a 2.00m
Esbeltez vertical	5.50	-	-	Máximo 8
Esbeltez horizontal	8	-	-	Máximo 10

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

GRÁFICO 18. Posición y dimensión de los vanos, distancia de arriostres verticales, límite de altura, en función al espesor.



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

4.1.6. Construcción de cuatro modelos a escala, uno de ellos poseerá un refuerzo de malla plástica.

Para la construcción de los modelos se utilizará una escala 1:5; por lo cual todos los valores obtenidos en 4.1.5, 4.1.6 y los indicados en los planos del Anexo D se multiplicarán por un factor de escala igual a 0.2, con los valores que se obtenga de dicho cálculo se procede a la construcción de los modelos.

Los adobes artesanales para la construcción de los modelos a escala tendrán una combinación diferente para cada caso, las combinaciones para el Modelo 1 y 2 fueron elegidas aleatoriamente mientras que con la combinación más resistente a compresión se realizaran los Modelos 3 y 4.

Modelo 1: Adobes artesanales elaborados con la combinación de barro dormido más agua y estabilizado con paja.

Modelo 2: Adobes artesanales elaborados con la combinación de barro dormido estabilizado con sangre de toro.

Modelo 3: Adobes artesanales elaborados con la combinación más resistente a la compresión (barro dormido estabilizado con sangre de toro y estiércol de vaca).

Modelo 4: Adobes artesanales elaborados con la combinación más resistente a la compresión (barro dormido estabilizado con sangre de toro y estabilizado con estiércol de vaca), al cual se le proporcionara de un refuerzo de malla plástica.

Proceso Constructivo [21]

Los detalles constructivos se encuentran en los planos adjuntos en el Anexo D.

1. Adobes artesanales

Se realizarán adobes artesanales con las siguientes combinaciones para la construcción de los modelos a escala:

GRÁFICO 19. Combinación de barro dormido más agua estabilizado con paja para elaborar los adobes artesanales del Modelo 1.



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

GRÁFICO 20. Combinación de barro dormido estabilizado con sangre de toro para los adobes artesanales del Modelo 2.



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

GRÁFICO 21. Combinación de barro dormido estabilizado con sangre de toro y estiércol de vaca para la elaboración de los adobes artesanales del Modelo 3 y Modelo 4.



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Se dejarán secar los adobes artesanales sobre un tendal de arena y bajo sombra durante diez días; se apilarán hasta el momento de construcción de los modelos a escala.

2. Cimiento y sobrecimiento

Cimiento:

Se realiza un encofrado con las medidas determinadas para el cimiento y sobrecimiento; para el cimiento se procede a realizar el hormigón ciclópeo y vaciarlo en capas de 10 cm hasta una altura de 60cm colocando sobre cada capa piedras grandes y limpias, a los 60 cm antes de que el hormigón endurezca se coloca piedras de 20cm cada 30cm sobre todo el cimiento para que exista una correcta adherencia entre el cimiento y sobrecimiento, no se coloca en los sitios donde existirán puertas.

Sobrecimiento:

Desde el presente ítem en adelante, debido al refuerzo de malla plástica que se utilizará en el Modelo 4, se considera dos procesos de construcción.

Modelo sin refuerzo (Modelo 1, Modelo 2 y Modelo 3):

Se realiza un hormigón simple con piedras de 10 cm y se procede al vaciado en capas de 10cm colocando piedras medianas entre cada capa, excepto en los lugares donde irán puertas hasta alcanzar una altura de 30cm sobre el cimiento.

GRÁFICO 22. Cimiento y sobrecimiento del Modelo 1, Modelo 2 y Modelo 3.



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Modelo con refuerzo de malla plástica (Modelo 4):

Se realiza un hormigón simple con piedras de 10 cm y se procede al vaciado en capas de 10cm colocando piedras medianas entre cada capa, excepto en los lugares donde irán puertas hasta alcanzar una altura de 20cm sobre el cimiento, se coloca la malla plástica de 1m de ancho a todo lo largo del sobrecimiento verificando que sobresalga 20cm en los extremos del encofrado, una vez colocada la malla se procede a poner piedras medianas sobre esta y vaciar el hormigón hasta completar la altura del sobrecimiento.

GRÁFICO 23. Cimiento y sobrecimiento del Modelo 4.



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

3. Construcción del muro y colocación de dinteles en los vanos.

Obtener el mortero idóneo entre tierra, paja y agua que será el que no presente fisuras al realizar la prueba del “emparedado”, esta prueba consiste en realizar morteros con diferentes proporciones: 1. Tierra sin paja, 2. Una de paja - dos de tierra, 3. Una de paja - tres de tierra, 4. Una de paja - cuatro de tierra y 5. Una de paja - cinco de tierra, se harán 5 emparedados uniendo dos adobes artesanales con un mortero de 1cm, cada emparedado tendrá las diferentes proporciones ya mencionadas, se dejarán secar por dos días y se abrirán, el mortero que presente menos fisuras es el adecuado.

Modelo sin refuerzo (Modelo 1, Modelo 2 y Modelo 3):

Una vez obtenido el mortero se procede a remojar los adobes artesanales por 5 segundos para que cuando se los coloque no absorban el agua del mortero, se coloca dos adobes artesanales maestros y una cuerda entre estos que será la guía para la colocación del resto, seguir el mismo proceso hasta levantar la pared verificando que se encuentre a plomo; en las puertas y ventanas se colocará dinteles que sobresalgan 40cm a cada lado. [29].

GRÁFICO 24. Prototipo del Modelo 1, Modelo 2 y Modelo 3.



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Modelo con refuerzo de malla plástica (Modelo 4):

Se realiza un proceso similar al del modelo sin refuerzo con algunas variaciones:

Bajo la primera hilada de adobes artesanales se coloca rafia de 70cm de longitud con una separación entre ellas de 30 cm verificando que sobresalga 15cm a los costados del muro. Colocar la rafia cada 3 hiladas de adobe artesanal, seguir el mismo proceso hasta levantar la pared.

GRÁFICO 25. Modelo 4 con refuerzo de malla plástica



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

4. Colocación de la viga solera y enlucido

La viga solera está hecha de eucalipto y en forma de escalera, esta se colocará sobre el muro de adobe artesanal y se rellenará los espacios entre troncos, todo esto con el fin de que las paredes trabajen conjuntamente.

En el modelo con refuerzo además de lo ya mencionado se colocará la malla plástica envolviendo la cara exterior e interior del muro incluyendo la viga solera y se amarrará con la rafia que se dejó previamente, en los traslapes se deberá tejer fuertemente la malla; en las puertas y ventadas se realizaran los respectivos cortes:

1. En la cara exterior de la ventana se cortará la malla por la mitad y se doblará a cada lado.
2. En la cara interior de la ventana se cortará la malla por los lados de la ventana y se doblará hacia abajo.
3. En la puerta se cortará a la mitad tanto en el exterior como en el interior y se doblará por los lados.

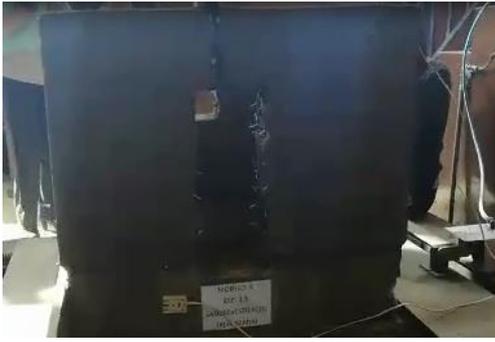
Finalmente se procede a enlucir ambos modelos, se utiliza la misma mezcla del mortero, se realiza una capa de 2cm de espesor y al siguiente día se coloca otra capa de 0.5cm de espesor para darle el acabado.

Si aparecen fisuras se recomienda utilizar: 1 lata de tierra, 1 de arena fina y media de agua mezclar y con una brocha mojada tomando la mezcla cubrir todas las fisuras. [21]

4.1.7. Ensayo dinámico de los modelos a escala.

Los modelos de adobe artesanal a escala 1:5, que se ensayarán en la mesa vibratoria de la FICM, tendrán las siguientes dimensiones: 0.72m x 0.72m; h=0.64m.

Tabla 10. Modelos a escala y su respectiva composición para los adobes artesanales empleados en su construcción.

	
<p>Modelo 1. Barro dormido más agua y estabilizado con paja.</p>	<p>Modelo 2. Barro dormido estabilizado con sangre de toro.</p>
	
<p>Modelo 3. Barro dormido estabilizado con sangre de toro y estiércol de vaca</p>	<p>Modelo 4. Barro dormido estabilizado con sangre de toro y estiércol de vaca; reforzado con malla plástica.</p>

Fuente: Llunitasig Sandra - Siza Lissette

4.2 Análisis de los resultados

4.2.1. Resistencia a Compresión

La resistencia promedio se obtiene seleccionando las cuatro muestras con mayor resistencia a compresión de las 6 muestras ensayadas para cada combinación.

Tabla 11. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 1

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA.					
Combinación 1: Barro dormido + agua					
Fecha de elaboración: 16/04/2017					
Fecha de ensayo: 18/05/2017					
Lugar de Ensayo: Laboratorio de Suelos del GADMA					
Resistencia a la compresión					
Muestra	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm²)	Valor seleccionado		
1	1195.3	9.88	X		
2	1200.2	9.92	X		
3	1168.9	9.66	X		
4	1128.6	9.33			
5	1158.9	9.58			
6	1198.3	9.90	X		
Resistencia Promedio = 9.84 Kg/cm²					

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Tabla 12. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA.			
Combinación 2: Barro dormido + sangre Fecha de elaboración: 17/04/2017 Fecha de ensayo: 18/05/2017 Lugar de Ensayo: Laboratorio de Suelos del GADMA			
Resistencia a la compresión			
Muestra	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm²)	Valor seleccionado
1	1168.5	10.40	X
2	1148.9	10.26	X
3	1147.9	10.22	X
4	1138.7	10.13	
5	1140.3	10.14	
6	1185.6	10.55	X
Resistencia Promedio = 10.36 Kg/cm²			

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Tabla 13. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA.			
Combinación 3: Barro dormido + savia de penca de tuna Fecha de elaboración: 18/04/2017 Fecha de ensayo: 19/05/2017 Lugar de Ensayo: Laboratorio de Suelos del GADMA			
Resistencia a la compresión			
Muestra	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm²)	Valor seleccionado
1	1200.6	10.30	X
2	1201.3	10.30	X
3	1093.3	9.37	
4	1186.8	10.17	X
5	1198.3	10.27	X
6	1175.9	10.08	
Resistencia Promedio = 10.26 Kg/cm²			

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Tabla 14. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA.			
Combinación 4: Barro dormido + agua + estiércol de vaca Fecha de elaboración: 16/04/2017 Fecha de ensayo: 18/05/2017 Lugar de Ensayo: Laboratorio de Suelos del GADMA			
Resistencia a la compresión			
Muestra	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm²)	Valor seleccionado
1	1156.8	10.30	X
2	1138.60	10.13	X
3	1134.9	10.10	
4	1145.9	10.19	X
5	1146.8	10.21	X
6	1121.60	9.98	
Resistencia Promedio = 10.21 Kg/cm²			

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Tabla 15. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 5

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA.			
Combinación 5: Barro dormido + agua + paja Fecha de elaboración: 16/04/2017 Fecha de ensayo: 18/05/2017 Lugar de Ensayo: Laboratorio de Suelos del GADMA			
Resistencia a la compresión			
Muestra	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm²)	Valor seleccionado
1	1186.5	9.81	X
2	1235.8	10.21	X
3	1210.5	10.00	X
4	1167.2	9.64	
5	1176.9	9.72	
6	1246.9	10.30	X
Resistencia Promedio = 10.08 Kg/cm²			

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Tabla 16. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 6

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA.			
Combinación 6: Barro dormido + sangre + estiércol de vaca Fecha de elaboración: 17/04/2017 Fecha de ensayo: 18/05/2017 Lugar de Ensayo: Laboratorio de Suelos del GADMA			
Resistencia a la compresión			
Muestra	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm²)	Valor seleccionado
1	1327.1	11.17	
2	1326.9	11.17	
3	1330.2	11.20	X
4	1363.7	11.47	X
5	1339.2	11.27	X
6	1331.5	11.21	X
Resistencia Promedio = 11.29 Kg/cm²			

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Tabla 17. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 7

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA.			
Combinación 7: Barro dormido + sangre + paja Fecha de elaboración: 17/04/2017 Fecha de ensayo: 18/05/2017 Lugar de Ensayo: Laboratorio de Suelos del GADMA			
Resistencia a la compresión			
Muestra	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm²)	Valor seleccionado
1	1203.3	9.94	X
2	1201.6	9.93	X
3	1167.2	9.64	
4	1210.3	10.0	X
5	1093.4	9.04	
6	1175.7	9.72	X
Resistencia Promedio = 9.90 Kg/cm²			

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Tabla 18. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 8

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA.			
Combinación 8: Barro dormido + savia de penca de tuna + estiércol de vaca Fecha de elaboración: 18/04/2017 Fecha de ensayo: 19/05/2017 Lugar de Ensayo: Laboratorio de Suelos del GADMA			
Resistencia a la compresión			
Muestra	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm²)	Valor seleccionado
1	1191.7	9.85	
2	1268.9	10.49	X
3	1297.6	10.72	X
4	1191.7	9.85	
5	1289.3	10.65	X
6	1301.5	10.76	X
Resistencia Promedio = 10.66 Kg/cm²			

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Tabla 19. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 9

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA.			
Combinación 9: Barro dormido + savia de penca de tuna + paja Fecha de elaboración: 18/04/2017 Fecha de ensayo: 19/05/2017 Lugar de Ensayo: Laboratorio de Suelos del GADMA			
Resistencia a la compresión			
Muestra	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm²)	Valor seleccionado
1	1150.3	9.86	X
2	1168.3	10.02	X
3	1159.3	9.94	X
4	1176.9	10.1	X
5	1081.1	9.27	
6	1134.6	9.73	
Resistencia Promedio = 9.98 Kg/cm²			

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Tabla 20. Resistencia a Compresión de las muestras de adobe artesanal elaboradas con la Combinación 10

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA.			
Combinación 10: Barro dormido + savia de penca de tuna + paja + estiércol de vaca Fecha de elaboración: 18/04/2017 Fecha de ensayo: 19/05/2017 Lugar de Ensayo: Laboratorio de Suelos del GADMA			
Resistencia a la compresión			
Muestra	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm²)	Valor seleccionado
1	1298.6	10.73	X
2	1216.3	10.05	
3	1265.3	10.45	X
4	1204.3	9.95	
5	1256.9	10.39	X
6	1249.6	10.33	X
Resistencia Promedio = 10.48 Kg/cm²			

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Tabla 21. Resumen de la Resistencia a Compresión promedio de las 10 combinaciones propuestas.

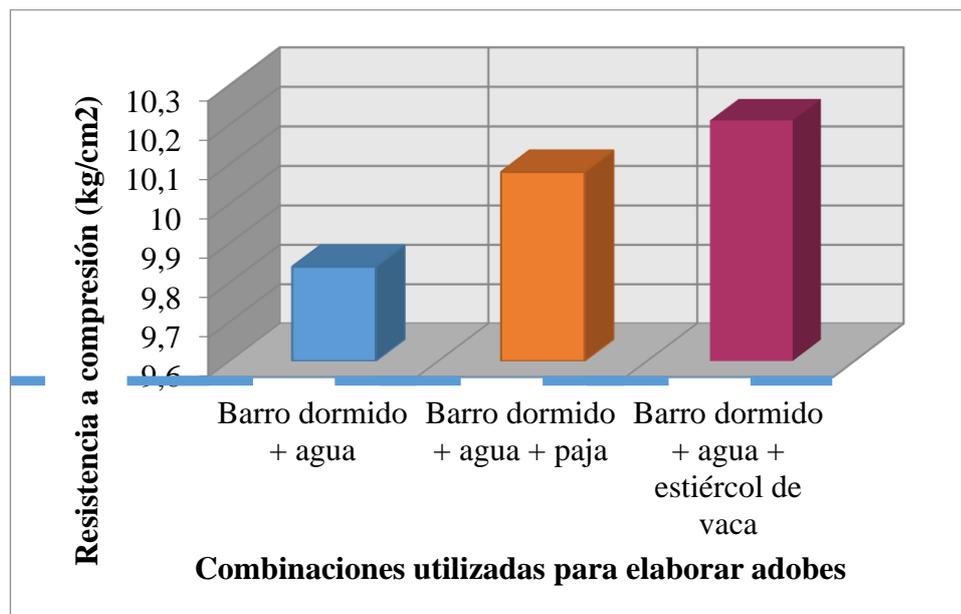
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 	
ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA.	
Fecha de elaboración: 20/05/2017	
Resistencia a la compresión promedio	
Combinación	Resistencia Promedio (Kg/cm²)
Barro dormido + agua	9.84
Barro dormido + agua + paja	10.08
Barro dormido + agua + estiércol de vaca	10.21
Barro dormido + sangre de toro	10.36
Barro dormido + sangre de toro + paja	9.90
Barro dormido+ sangre de toro + estiércol de vaca	11.29
Barro dormido+ savia de penca de tuna	10.26
Barro dormido + savia de penca de tuna + paja	9.98
Barro dormido + savia de penca de tuna + estiércol de vaca	10.66
Barro dormido + savia de penca de tuna + paja + estiércol de vaca	10.48

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Interpretación: La tabla 21 muestra que los adobes artesanales estabilizados con sangre de toro, savia de penca de tuna, paja o estiércol de vaca alcanzan resistencias superiores que los adobes artesanales básicos; cabe recalcar que los adobes artesanales elaborados con barro dormido estabilizado con sangre de toro y estiércol de vaca alcanzaron la mayor resistencia a compresión promedio, obteniendo un valor de 11,29 kg/cm².

Para una interpretación adicional de la tabla 21 se pone en consideración las siguientes gráficas, que denotan la influencia del uso de estabilizadores naturales en la resistencia a compresión de los adobes artesanales.

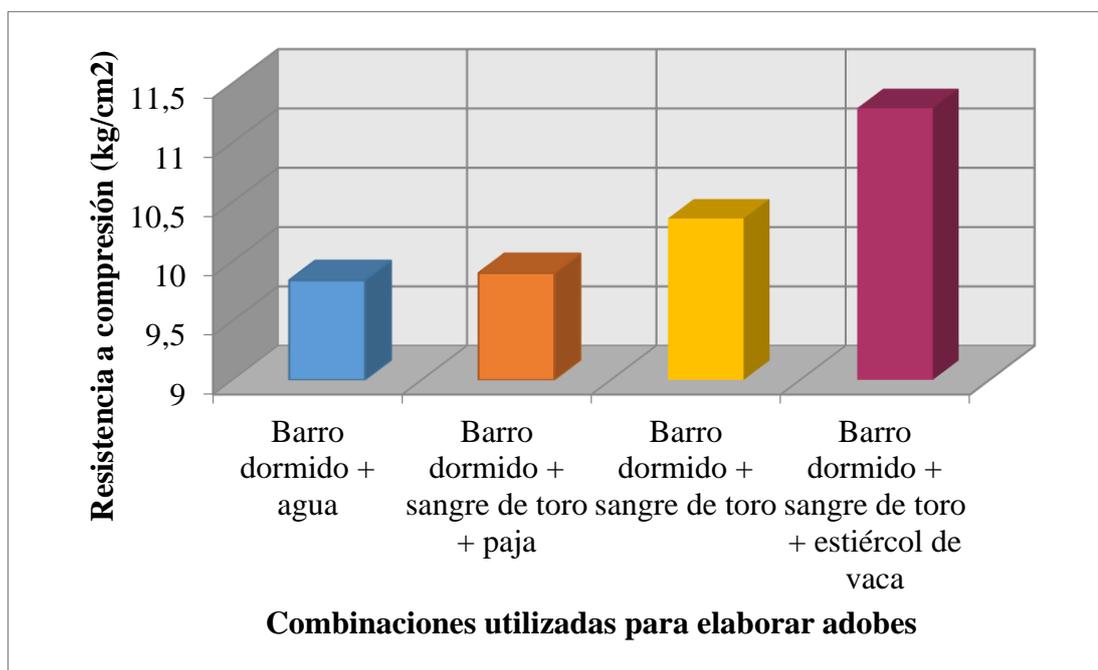
GRÁFICO 26. Influencia del uso de estabilizadores naturales como paja y estiércol en la resistencia a compresión de los adobes artesanales.



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Interpretación: El adobe artesanal básico (barro dormido más agua) alcanza una resistencia a compresión promedio de 9,84kg/cm², al estabilizarlo con paja o estiércol de vaca su resistencia a compresión incrementa en un 2,44% y 3,76% respectivamente.

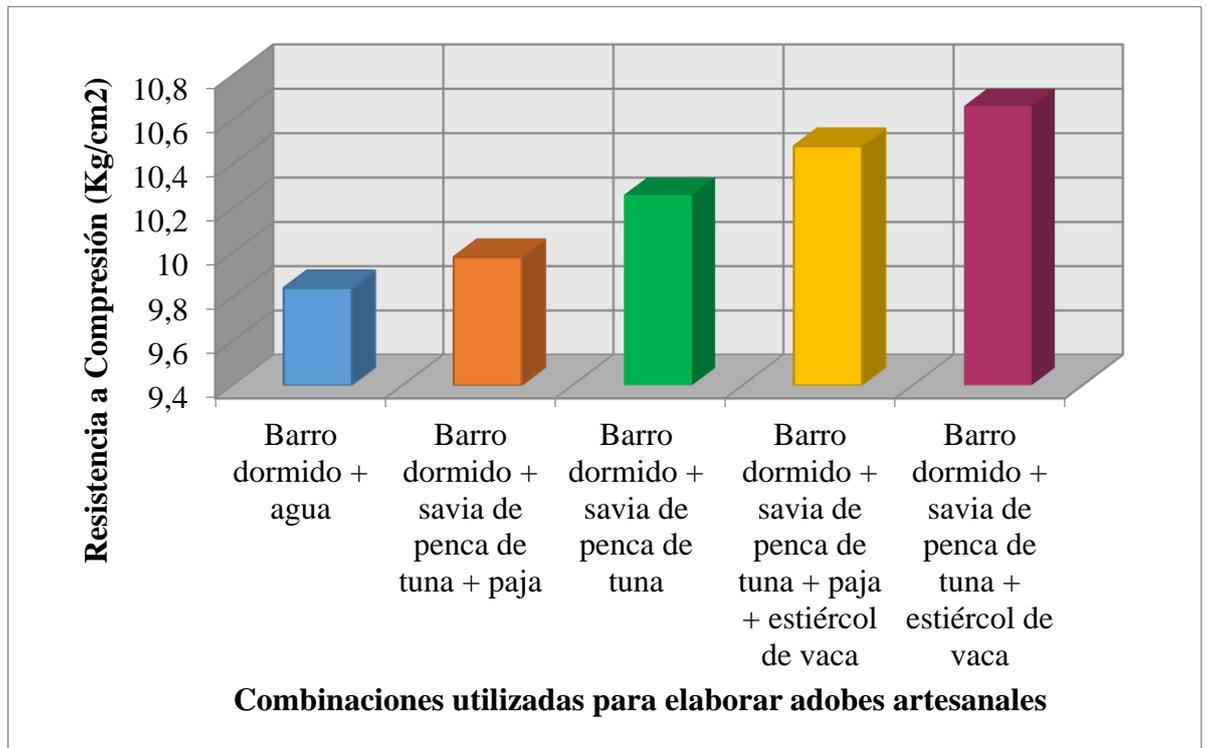
GRÁFICO 27. Influencia del uso de estabilizadores naturales como sangre de toro, paja y estiércol en la resistencia a compresión de los adobes artesanales.



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Interpretación: El adobe artesanal estabilizado con sangre de toro más paja incrementan su resistencia a compresión en 0,61%, al usar sangre de toro como estabilizante su incremento en resistencia es 5,28% y al estabilizar el adobe artesanal con sangre de toro más estiércol de vaca se nota un incremento en la resistencia del 14,74%, todo esto con respecto al adobe artesanal básico (barro dormido más agua).

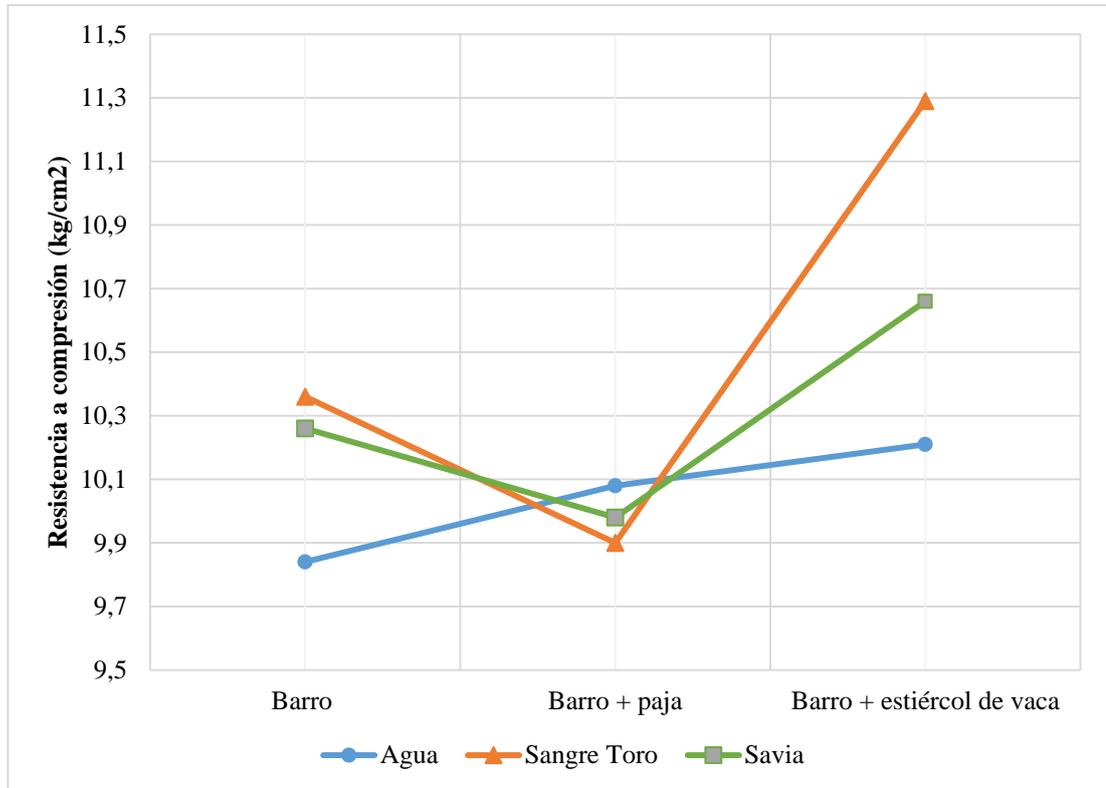
GRÁFICO 28. Influencia del uso de estabilizadores naturales como savia de penca de tuna, paja y estiércol en la resistencia a compresión de los adobes artesanales.



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Interpretación: En el gráfico 28 se puede visualizar claramente como la resistencia a compresión con respecto al adobe artesanal básico se incrementa significativamente al usar estabilizantes como la savia de penca de tuna, paja, estiércol de vaca o combinaciones de los mismos, viendo que el más resistente en este caso es el adobe artesanal estabilizado con savia de penca de tuna más estiércol de vaca incrementando la resistencia a compresión del adobe artesanal básico en un 8,33%.

GRÁFICO 29. Influencia de los estabilizadores en la resistencia a compresión de las muestras de adobe artesanal



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lisette

Interpretación. El Gráfico 29 muestra la influencia de combinar el barro dormido con los diferentes estabilizadores en su resistencia a compresión, cabe recalcar que la resistencia a compresión añadiendo estiércol de vaca incrementa en todos los casos.

4.2.2. Ensayo Dinámico

Para el ensayo mencionado se colocaron dos acelerómetros uno en la base y otro en la parte superior de la estructura, los cuales generan datos que se exportan posteriormente a un reporte de Excel.

Modelo 1. Se inicia con una frecuencia de 0 Hz hasta 3,7 Hz; en un tiempo de ensayo de 2' 15".

GRÁFICO 30. Falla a corte en la parte posterior del Modelo 1



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

GRÁFICO 31. Reporte giroscopio 2 en la base del modelo 1

1	Root Name	Title	Author	Date/Time	Groups	Description
2	Giroscopio_2_xyz		Kleber	21/07/2017 12:50:29,953 PM	Giroscopio_2_xyz	Giroscopio_2_xyz
3						
4	Group	Channels	Description	wf_xcolumns		
5	Untitled	4	One			
6					Giroscopio_2_xyz	Giroscopio_2_xyz
7	Untitled					
8	Channel	Datatype	Unit	Length	Minimum	Maximum
9	Time	DT_DATE	s	Giroscopio_2_xyz	21/07/2017 12:50:29,953 PM	21/07/2017 12:52:44,000 PM
10	Untitled	DT_DOUBLE		Giroscopio_2_xyz	0	0,021
11	Untitled 1	DT_DOUBLE		Giroscopio_2_xyz	0	0,023
12	Untitled 2	DT_DOUBLE		Giroscopio_2_xyz	0	0,03

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

GRÁFICO 32. Reporte giroscopio 1 en la estructura del modelo 1

1	Root Name	Title	Author	Date/Time	Groups	Description
2	Giro1.tdm		Kleber	21/07/2017 12:50:29,953 PM		1 Giroscopio_1_xyz
3						
4	Group	Channels	Description	<i>wf_xcolumns</i>		
5	Untitled	4	One			
6						
7	Untitled					
8	Channel	Datatype	Unit	Length	Minimum	Maximum
9	Time	DT_DATE	s	1346	21/07/2017 12:50:29,953 PM	21/07/2017 12:52:44,000 PM
10	Untitled	DT_DOUBLE		1346	0	0,248
11	Untitled 1	DT_DOUBLE		1346	0	0,252
12	Untitled 2	DT_DOUBLE		1346	0	0,255
13						
14				TRABAJO MAXIMO EN Hz del simulador : 3,7Hz		

Fuente: Llunitasig Sandra - Siza Lissette

Modelo 2. Se inicia con una frecuencia de 0 Hz hasta 4,2 Hz; en un tiempo de ensayo de 0' 58".

GRÁFICO 33. Falla a corte en la parte frontal del modelo 2



Fuente: Llunitasig Sandra - Siza Lissette

GRÁFICO 34. Reporte giroscopio 2 en la base del modelo 2

1	Root Name	Title	Author	Date/Time	Groups	Description
2	Giroscopio_2_xyz		Kleber	21/07/2017 01:53:16,569 PM		1 Giroscopio_2_xyz
3						
4	Group	Channels	Description	wf_xcolumns		
5	Untitled	4	One			
6						
7	Untitled					Giroscopio_2_xyz
8	Channel	Datatype	Unit	Length	Minimum	Maximum
9	Time	DT_DATE	s	Giroscopio_2_xyz	21/07/2017 01:53:16,569 PM	21/07/2017 01:54:14,000 PM
10	Untitled	DT_DOUBLE		Giroscopio_2_xyz	0	0,038
11	Untitled 1	DT_DOUBLE		Giroscopio_2_xyz	0	0,055
12	Untitled 2	DT_DOUBLE		Giroscopio_2_xyz	0	0,043

Fuente: Llunitasig Sandra - Siza Lisette

GRÁFICO 35. Reporte giroscopio 1 en la estructura del modelo 2

1	Root Name	Title	Author	Date/Time	Groups	Description
2	Giro1.tdm		Kleber	21/07/2017 01:53:16,569 PM		1 Giroscopio_1_xyz
3						
4	Group	Channels	Description	wf_xcolumns		
5	Untitled	4	One			
6						
7	Untitled					
8	Channel	Datatype	Unit	Length	Minimum	Maximum
9	Time	DT_DATE	s		348 21/07/2017 01:53:16,569 PM	21/07/2017 01:54:14,000 PM
10	Untitled	DT_DOUBLE			348	0 0,27
11	Untitled 1	DT_DOUBLE			348	0 0,52
12	Untitled 2	DT_DOUBLE			348	0 0,254
13						
14						
15						TRABAJO MAXIMO EN Hz del simulador : 4,2Hz

Fuente: Llunitasig Sandra - Siza Lisette

Modelo 3. Se inicia con una frecuencia de 0 Hz hasta 5 Hz; en un tiempo de ensayo de 1' 30".

GRÁFICO 36. Fisuras en la parte posterior del modelo 3



Fuente: Llunitasig Sandra - Siza Lissette

GRÁFICO 37. Reporte giroscopio 2 en la base del modelo 3

1	Root Name	Title	Author	Date/Time	Groups	Description
2	Giroscopio_2_xyz		Kleber	21/07/2017 02:24:31,756 PM		1 Giroscopio_2_xyz
3						
4	Group	Channels	Description	wf_xcolumns		
5	Untitled	4	One			
6						
7	Untitled					Giroscopio_2_xyz
8	Channel	Datatype	Unit	Length	Minimum	Maximum
9	Time	DT_DATE	s	Giroscopio_2_xyz	21/07/2017 02:28:07,000 PM	21/07/2017 02:29:37,000 PM
10	Untitled	DT_DOUBLE		Giroscopio_2_xyz	0	0,3
11	Untitled 1	DT_DOUBLE		Giroscopio_2_xyz	0	0,44
12	Untitled 2	DT_DOUBLE		Giroscopio_2_xyz	0	0,47

Fuente: Llunitasig Sandra - Siza Lissette

GRÁFICO 38. Reporte giroscopio 1 en la estructura del modelo 3

1	Root Name	Title	Author	Date/Time	Groups	Description
2	Giro1.tdm		Kleber	21/07/2017 02:24:31,756 PM		1 Giroscopio_1_xyz
3						
4	Group	Channels	Description	wf_xcolumns		
5	Untitled	4	One			
6						
7	Untitled					
8	Channel	Datatype	Unit	Length	Minimum	Maximum
9	Time	DT_DATE	s		815 21/07/2017 02:28:07,000 PM	21/07/2017 02:29:37,000 PM
10	Untitled	DT_DOUBLE			815	0 0,256
11	Untitled 1	DT_DOUBLE			815	0 0,425
12	Untitled 2	DT_DOUBLE			815	0 0,375
13						
14						
15						
16					TRABAJO MAXIMO EN Hz del simulador : 5Hz	

Fuente: Llunitasig Sandra - Siza Lissette

Modelo 4. Se inicia con una frecuencia de 0 Hz hasta 5,91 Hz; en un tiempo de ensayo de 2' 19".

GRÁFICO 39. Modelo 4, no presenta daños después del ensayo dinámico



Fuente: Llunitasig Sandra - Siza Lissette

GRÁFICO 40. Reporte giroscopio 2 en la base del modelo 4

1	Root Name	Title	Author	Date/Time	Groups	Description
2	Giroscopio_2_xyz		Kleber	21/07/2017 03:39:11,137 PM		1 Giroscopio_2_xyz
3						
4	Group	Channels	Description	wf_xcolumns		
5	Untitled	4	One			
6						
7	Untitled					Giroscopio_2_xyz
8	Channel	Datatype	Unit	Length	Minimum	Maximum
9	Time	DT_DATE	s	Giroscopio_2_xyz	21/07/2017 03:39:11,137 PM	21/07/2017 03:41:30,514 PM
10	Untitled	DT_DOUBLE		Giroscopio_2_xyz	0	0,62
11	Untitled 1	DT_DOUBLE		Giroscopio_2_xyz	0	0,6
12	Untitled 2	DT_DOUBLE		Giroscopio_2_xyz	0	0,58

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

GRÁFICO 41. Reporte giroscopio 1 en la estructura del modelo 4

1	Root Name	Title	Author	Date/Time	Groups	Description
2	Giro1.tdm		Kleber	21/07/2017 03:39:11,137 PM		1 Giroscopio_1_xyz
3						
4	Group	Channels	Description	wf_xcolumns		
5	Untitled	4	One			
6						
7	Untitled					
8	Channel	Datatype	Unit	Length	Minimum	Maximum
9	Time	DT_DATE	s		1053 21/07/2017 03:39:11,137 PM	21/07/2017 03:41:30,514 PM
10	Untitled	DT_DOUBLE			1053	0 0.019
11	Untitled 1	DT_DOUBLE			1053	0 0.021
12	Untitled 2	DT_DOUBLE			1053	0 0.037
13						
14						
15						
16						TRABAJO MAXIMO EN Hz del simulador : 5,91Hz

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

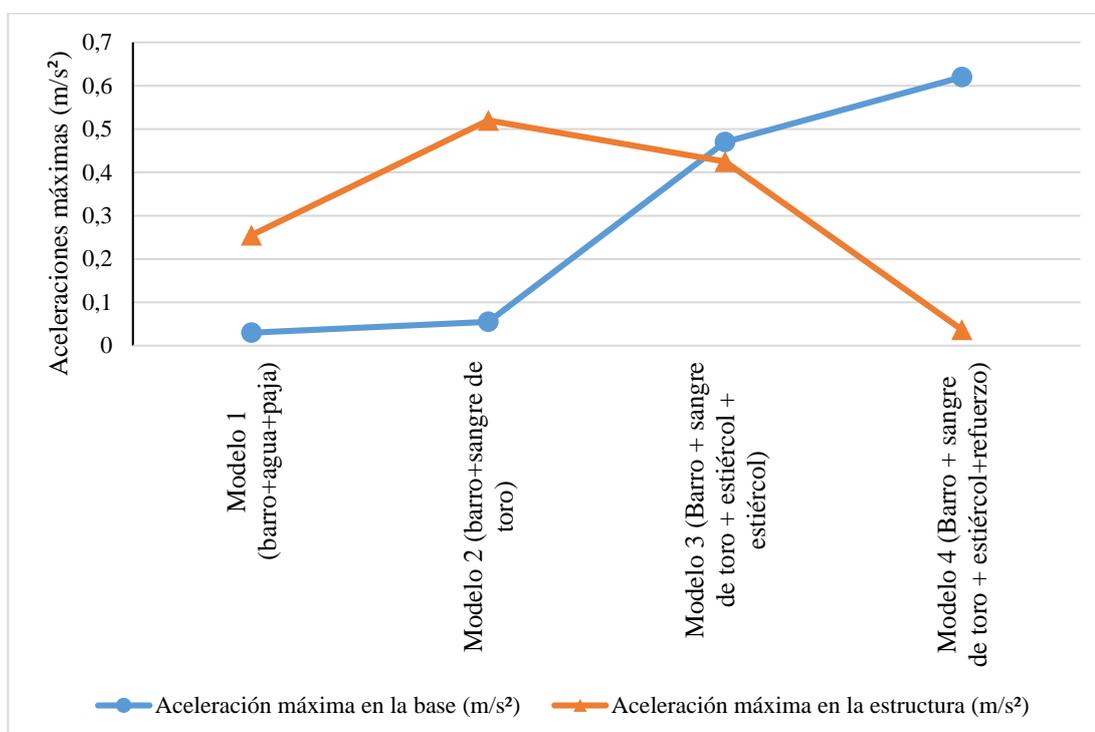
Respecto a los valores obtenidos en los reportes presentados, se toma en cuenta los valores de aceleración máxima en la base y en la estructura de cada modelo.

Tabla 22. Aceleraciones máximas en la base y estructura de los modelos ensayados; composición del material empleado para la construcción de los modelos a escala.

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4 (Reforzado)
Composición del material empleado en los modelos.	Barro dormido + agua + paja	Barro dormido + sangre de toro	Barro dormido + sangre de toro + estiércol	Barro dormido + sangre de toro + estiércol
Aceleración máxima en la base (m/s²)	0,030	0,055	0,470	0,620
Aceleración máxima en la estructura (m/s²)	0,255	0,520	0,425	0,037

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

GRÁFICO 42. Aceleración máxima en la base y estructura de los modelos a escala



Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

Se caracteriza la aceleración máxima registrada en la base de cada modelo ensayado, con la Escala de Mercalli (Tabla 2) y posteriormente con la Escala de Richter (Tabla 3).

Tabla 23. Caracterización del sismo con la aceleración máxima en la base y su relación con la escala de Mercalli y Richter

		Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4 (Reforzado)
Composición del material empleado en los modelos.		Barro dormido + agua + paja	Barro dormido + sangre de toro	Barro dormido + sangre de toro + estiércol	Barro dormido + sangre de toro + estiércol
Aceleración máxima en la base (m/s²)		0,030	0,055	0,470	0,620
Escala de Mercalli.	Escala	IV	V	VIII	VIII
	Percepción	Leve	Moderado	Severo	Severo
	Daño	Ninguno	Muy leve	Moderado a fuerte	Moderado a fuerte
Escala de Richter.		3,7 a 4,3	4,3 a 4,9	6,1 a 6,7	6,1 a 6,7

Fuente: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

4.3 Verificación de hipótesis

Los ensayos a compresión realizados a las muestras de adobe artesanal y el ensayo dinámico realizado a los modelos a escala nos permiten afirmar que la hipótesis planteada se cumple, ya que los estabilizadores utilizados incrementan la resistencia a compresión de los adobes artesanales y el uso de un refuerzo de malla plástica en el modelo a escala mejora su comportamiento sísmico, permitiendo pasar de una estructura rígida a una estructura dúctil.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Para llevar a cabo las siguientes conclusiones se manejaron términos que a su tiempo fueron explicados y tratados en el Capítulo II. Fundamentación Teórica, pg.6-10, que son el fundamento principal teórico que se manejó en todo este trabajo experimental.

- Los adobes artesanales básicos elaborados con barro dormido más agua, obtuvieron una resistencia a compresión de 9,84kg/cm² a los 30 días.
- Los adobes artesanales estabilizados con paja alcanzaron una resistencia a compresión de 10,08kg/cm² a los 30 días, incrementando su resistencia a compresión en 2,44% con respecto al adobe artesanal básico.
- Los adobes artesanales estabilizados con estiércol de vaca alcanzaron una resistencia a compresión de 10,21kg/cm² a los 30 días, evidenciando un incremento de su resistencia a compresión del 3,76% con respecto al adobe artesanal básico.
- Los adobes artesanales estabilizados con sangre de toro obtuvieron una resistencia a compresión de 10,36 kg/cm² a los 30 días, se registró un incremento en su resistencia a compresión del 5,28% con respecto al adobe artesanal básico.
- Los adobes artesanales estabilizados con sangre de toro y paja alcanzaron una resistencia a compresión de 9,90 kg/cm² a los 30 días, se notó un incremento en su resistencia a compresión del 0,61% con respecto al adobe artesanal básico.
- Los adobes artesanales estabilizados con sangre de toro y estiércol de vaca alcanzaron una resistencia a compresión de 11,29 kg/cm² a los 30 días, logrando un incremento de la resistencia a compresión del 14,74% con respecto al adobe artesanal básico.

- Los adobes artesanales estabilizados con savia de penca de tuna alcanzaron una resistencia a compresión de 10,26 kg/cm² a los 30 días, incrementando su resistencia a compresión en 4,27% con respecto al adobe artesanal básico.
- Los adobes artesanales elaborados con barro dormido, estabilizados con savia de penca de tuna y paja alcanzaron una resistencia a compresión de 9,98 kg/cm² a los 30 días, se notó un incremento en su resistencia a compresión del 1,42% con respecto al adobe artesanal básico.
- Los adobes artesanales elaborados con barro dormido, estabilizados con savia de penca de tuna y estiércol de vaca alcanzaron una resistencia a compresión de 10,66 kg/cm² a los 30 días, logrando un incremento en su resistencia a compresión del 8,33% con respecto al adobe artesanal básico.
- Los adobes artesanales elaborados con barro dormido que fueron estabilizados con savia de penca de tuna, paja y estiércol de vaca consiguieron una resistencia a compresión de 10,48 kg/cm² a los 30 días, evidenciándose un incremento en su resistencia a compresión del 6,50% con respecto al adobe artesanal básico.
- Se concluye que la combinación más resistente fue: barro dormido estabilizado con sangre de toro y estiércol de vaca, ya que las muestras de adobe obtuvieron la mayor resistencia a compresión alcanzando así un valor de 11,29 Kg/cm² a los 30 días.
- Realizado el ensayo dinámico en la mesa vibratoria de la FICM, el Modelo 1 elaborado con adobes artesanales de barro dormido más agua y estabilizados con paja, alcanzó una aceleración en la base de 0,030 m/s² equivalente a un sismo de intensidad IV en la escala de Mercalli.
- El Modelo 2 elaborado con adobes artesanales de barro dormido y estabilizados con sangre de toro, registró una aceleración en la base de 0.055 m/s² equivalente a un sismo de intensidad V en la escala de Mercalli.

- El Modelo 3 elaborado con los adobes más resistentes a compresión (barro dormido estabilizado con sangre de toro y estiércol de vaca), registró una aceleración en la base de 0.470 m/s^2 equivalente a un sismo de intensidad VIII en la escala de Mercalli.
- El Modelo 4 elaborado con los adobes artesanales más resistentes a compresión (barro dormido estabilizado con sangre de toro y estiércol de vaca) y reforzado con malla plástica, registró una aceleración en la estructura de 0.620 m/s^2 equivalente a un sismo de intensidad VIII en la escala de Mercalli.
- El Modelo 1 (adobes artesanales de barro dormido más agua y estabilizados con paja) y el Modelo 2 (adobes artesanales de barro dormido y estabilizados con sangre de toro) posterior al ensayo dinámico, presentaron grietas diagonales que siguen las juntas verticales y horizontales de los adobes alrededor de la puerta y la ventana evidenciándose así una falla a corte por concentración de esfuerzos, mientras que el Modelo 4 elaborado con los adobes artesanales de la combinación más resistente a compresión (barro dormido estabilizado con sangre de toro y estiércol de vaca) y reforzado con malla plástica no presentó daños.
- En el Modelo 3 elaborado con los adobes artesanales más resistentes a compresión (barro dormido estabilizado con sangre de toro y estiércol de vaca) posterior al ensayo dinámico, se observó fisuras cerca de la ventana, mientras que el Modelo 4 elaborado con los adobes artesanales de la combinación más resistente a compresión (barro dormido estabilizado con sangre de toro y estiércol de vaca) y reforzado con malla plástica no presentó daños.
- Se demostró que la integración entre la mampostería de adobe artesanal y el refuerzo de malla plástica en el Modelo 4, influye en la absorción de esfuerzos durante un sismo lo que constituye una técnica eficaz para construcción con tierra, ya que cumple de esta manera los objetivos de seguridad de vida de los ocupantes y la prevención del colapso ante amenaza sísmica.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para la elaboración de adobes artesanales y construcción de viviendas sismorresistentes, se recomienda guiarse en la Norma E 0.80 Construcción con tierra, Perú, 2013 y en el Manual de Construcción con Adobe Reforzado con Geomalla de viviendas de bajo costo saludables y seguras, Lima, 2010.
- Se recomienda dar un tratamiento especial a los estabilizadores como paja, estiércol, savia de penca de tuna y sangre de toro antes de su empleo en la realización de las muestras de adobe artesanal: la paja deberá estar seca, la sangre de toro deberá ser fresca, el estiércol de vaca deberá reposar durante 4 días y finalmente la savia de penca de tuna se obtendrá a los 18 días de haber dejado en remojo las pencas cortadas.
- Para la selección del suelo que se empleara en la elaboración de adobes artesanales se recomienda realizar los ensayos de campo tales como Cinta de barro y Presencia de arcilla descritos en la Norma E 0.80 Construcción con tierra, Perú, 2013.
- Cuando en los ensayos de campo (Cinta de barro y Presencia de arcilla) realizados al suelo seleccionado para elaborar adobes artesanales presente un alto contenido de arcilla, se aconseja añadir arena al mismo con el fin de prevenir fisuración y retracción en los adobes artesanales.
- Para evitar que la mezcla (material base más estabilizante) se pegue al molde cuando se esté elaborando adobes artesanales, es recomendable humedecer y espolvorear arena en el interior del molde antes de verter la mezcla.
- Distribuir la mezcla (material base más estabilizante) manual y uniformemente dentro del molde, para tener homogeneidad.
- Se recomienda proteger a los adobes artesanales del viento y de la exposición directa del sol, durante el proceso de secado para evitar fisuras en los mismos.

- Se aconseja dejar secar los adobes artesanales durante 30 días o más, antes del ensayo a compresión.
- Para construcciones con tierra se aconseja elaborar adobes artesanales de barro dormido estabilizado con sangre de toro y estiércol de vaca; proveer de un refuerzo de malla plástica, ya que esta técnica de construcción demostró un comportamiento sismorresistente ante la acción de carga sísmica de la mesa vibratoria de la FICM.
- Para futuras investigaciones en mampostería de adobe artesanales se recomienda utilizar otros tipos de refuerzo (sogas de cabuya, malla de gallinero, caña, madera, etc.) y analizar la influencia del mismo.

C.- MATERIALES DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFÍA

[1] M. Rodríguez, B. Saroza. “Identificación de la composición óptima del adobe como material de construcción de una escuela en Cuba”. *Materiales de Construcción*, vol. 56, pp. 53-62, abril- junio 2006.

[2] E. Leroy Tolles et al. *Seismic Stabilization of Historic Adobe Structures*, Los Angeles: © The J. Paul Getty Trust, 2000, pp. ix-x.

[3] J. Vargas et al. “Preservación de las construcciones de adobe en áreas lluviosas.” *Proyecto financiado por la Agencia para el Desarrollo Internacional*, 1986, pp. 4-9

[4] J. Munro. “Sanguis et Pulvis.”, en Munro Studio, Internet: <http://www.presidentsmedals.com/Entry-31701> , [Enero 15, 2017].

[5] W. Carazas. *ADOBE Anti-seismic construction handbook*, France, CRA Terre, pp. 1.

[6] L. Troncos et al. *Reforzamiento Estructural de Construcciones de Adobe*. Quito: Corporación Editora Nacional, 2008, pp. 13-33.

[7] M. Blondet et al, “Construcción sismorresistente en tierra: la gran experiencia contemporánea de la Pontificia Universidad del Perú.”, *Informes de la Construcción*, vol. 63, pp. 44-46, Septiembre 2011.

[8] J. Silvana, “Uso del adobe como material de construcción”, Tecnólogo, Politécnica Nacional, Quito, 2007.

[9] M. Blondet, G. Villa, S. Brzev, *Construcciones de Adobe resistentes a los terremotos:Tutor*, Oakland, California: Marjori Greene, Earthquake Engineering Research Institute, 2003, pp.6-8.

[10] R. Stulz, K. Mukerji. “Materiales de construcción apropiados catálogo de soluciones potenciales revisado edición ampliado”, Internet: <http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/spanish/sk01ms/sk01ms06.htm> , [Enero 18, 2017]

[11] J. Quispe, S. Rondón. “Propuesta integral de reforzamiento para edificaciones de adobe. Aplicación al caso de un local escolar de adobe en la provincia de Yauyos. ” Ing. Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2012.

[12] NEC-SE-VIVIENDA-parte-2. Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 m. Ecuador, 2015.

[13] A. Torres. “Estudio sobre Diseño Sísmico en construcciones de adobe y su incidencia en la reducción de desastres.”, Ing. Civil, Universidad Central del Ecuador, Quito, 2015.

[14] Inmobiliaria Adobe Made, “Adobe Made”, Internet: http://www.adobemade.com/?page_id=240&lang=es , [Enero 20, 2017].

[15] “Adobe y bahareque se niegan a desaparecer”, *El Tiempo* (septiembre, 2015), cultura, Internet: <http://www.eltiempo.com.ec/noticias/cultura/7/358503/adobe-y-bahareque-se-niegan-a-desaparecer>, [Enero 20, 2017]

[16] Proyecto de Actualización - Versión 1, Norma E.080 Construcción con tierra, Perú, 2013.

[17] G. Minke, *Manual de Construcción en Tierra*, Alemania: Fin de siglo, 2005, pp. 15-56.

[18] C. Neves, O. Faria. “Técnicas de construcción con tierra”. Internet: <http://redproterra.org/> [Febrero 9, 2017].

[19] ININVI. “Construcciones en adobe disposiciones especiales para diseño sismorresistente”. *Informes de la Construcción*, vol. 37, pp. 81-91, enero - febrero 1986.

[20] M. Bahobail. “The mud additives and their effect on thermal conductivity of adobe bricks.” *Journal of Engineering Sciences, Assiut University*, Vol. 40, pp. 21-34, January 2012.

[21] M. Blondet et al. *Manual de Construcción con Adobe Reforzado con Geomallas de viviendas de bajo costo saludables y seguras*, Lima, 2010.

[22] “Estructuras de Adobe”, Internet: <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Abril-Mayo2005/CD1/pdf/spa/doc13077/doc13077-d.pdf>, [Marzo 1, 2017]

[23] K. Romero. “Implementación de una mesa vibratoria para el análisis dinámico de estructuras civiles a escala en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato.” Ing. Civil, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2016.

- [24] C. Gutiérrez et al. (2011, Septiembre). *Fascículos Sismos*. (5^{ta} edición). [Internet]. Disponible: <http://cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/163-FASCCULOSISMOS.PDF> [Mayo 26, 2017].
- [25] S. Kramer, S. Upsall. “Instrumental Intensity Scale for Geohazards”. *Engineering Conferences International*.
- [26] Organización rescate Humboldt. “Escala de Intensidad de Mercalli modificada según Charles Richter.” Internet: <http://www.rescate.com/escalas.html>, [Junio 26, 2017].
- [27] G. Barrios et al. “Comportamiento de los suelos para la confección de adobes”. *Informes de la Construcción*, vol. 37, pp. 43-49, enero - febrero 1986.
- [28] B. Saroza et al. “Estudio de la resistencia a compresión simple del adobe elaborado con suelos procedentes de Crescencio Valdés, Villa Clara, Cuba”. *Informes de la Construcción*, vol. 60, pp. 41-47, julio - septiembre 2008.
- [29] R. Morales et al. *Diseño Sísmico de Construcciones de Adobe*, Lima: CISMID-FIC-UNI, 1993, pp 51.
- [30] NEC-SE-RE. Riesgo Sísmico evaluación, rehabilitación de estructuras. Ecuador, 2015.

2. ANEXOS

ANEXO A. FOTOGRAFÍAS



Preparación de la savia de penca de tuna.



Extracción de la arcilla en campo



Ensayo de la bolita.



Ensayo de la cinta de barro



Rumas de estiércol de vaca para su fermentación.

Anticoagulante y preservante.



Preparación para el dormido del barro.

Sangre de toro.



Preparación de la mezcla barro dormido
+ savia de penca de tuna



Colocación de la mezcla en los moldes



Adobes



Ensayo a compresión



Rafia plástica



Malla plástica



Encofrado



Adobes a escala



Construcción de los modelos a escala



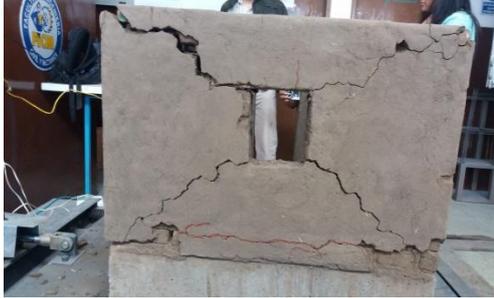
Modelo a escala con viga solera



Modelo a escala enlucido



Ensayo de los modelos a escala en la mesa vibratoria de la FICM

	
<p>Falla a corte en la parte posterior del modelo 1 realizado con barro dormido + paja</p>	<p>Falla a corte en la parte frontal del modelo 2 realizado con barro dormido + sangre de toro</p>
	
<p>Concentración de esfuerzos en la ventana posterior del modelo realizado con barro dormido + sangre de toro + estiércol de vaca.</p>	<p>Modelo realizado con barro dormido + sangre de toro + estiércol de vaca y reforzado, sin daños.</p>

ANEXO B. PRESUPUESTO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA

TEMA: ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA

REALIZADO POR: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

VIVIENDA DE ADOBE (BARRO + AGUA + PAJA)

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

<u>No.</u>	<u>Rubro / Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario</u>	<u>Precio global</u>
1	Nivelación y replanteo (estructuras)	m2	16,00	0,67	10,72
2	Excavación de cimientos	m3	3,84	4,78	18,36
3	Cimientos de hormigón ciclopeo 50% piedra 50% H.S. (0,40x0,60)m	m3	3,84	87,77	337,04
4	Sobrecimiento de hormigón ciclopeo 50% piedra 50% H.S. (0,40x0,30)m	m3	1,82	87,77	159,74
5	Empedrado en contrapiso (piedra de mina)	m2	10,24	4,51	46,18
6	Hormigón simple contrapiso $f_c=180$ kg/cm ² $e=5$ cm	m2	10,24	7,49	76,70
7	Hormigón simple acera $f_c=180$ kg/cm ² $e=5$ cm incluye empedrado	m2	16,00	12,02	192,32
8	Masillado de piso m:1:3 $e=2$ cm	m2	10,24	6,09	62,36
9	Dintel de madera (0.40m)	ml	3,00	4,69	14,07
10a	Mampostería de adobe (barro+agua+paja)	m2	29,66	18,84	558,79
11	Empaste en paredes interiores	m2	26,15	2,49	65,11
12	Empaste en paredes exteriores	m2	33,18	3,19	105,84
13	Enlucidos verticales $e=2.5$ cm (barro+agua+paja)	m2	59,32	6,26	371,34
14	Viga solera $D=10$ cm (madera de eucalipto)	ml	28,80	26,03	749,66



15	Pintura de caucho latex vinil acrilico	m2	59,32	4,61	273,47
16	Instalaciones de agua potable	pto	1,00	24,89	24,89
17	Salida PVC 75 mm	pto	1,00	13,09	13,09
18	Rejilla de aluminio 3"	u	1,00	6,39	6,39
19	Luces 100w/110v con plafón	pto	1,00	20,93	20,93
20	Tomacorrientes dobles (110 v)	pto	1,00	20,09	20,09
21	Cerámica de piso de 40x40cm	m2	10,24	22,39	229,27
22	Puerta lacada de madera 0.80x2.10 m (incl.cerradura)	u	1,00	140,46	140,46
23	Ventana de aluminio	m2	0,36	56,72	20,42
24	Vidrios de 4 mm claro	m2	0,36	15,26	5,49
25	Desalojo de material a mano (escombros)	m3	4,00	5,24	20,96
26	Cubierta steel panel AR2000, e=0.4mm	m2	25,00	12,52	313,00
				SUBTOTAL:	3.856,69
				IVA 12%:	462,80
				TOTAL:	4.319,49

SON : CUATRO MIL TRESCIENTOS DIECINUEVE DOLARES, 49/100 CENTAVOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA

TEMA: ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A REALIZADO POR: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

VIVIENDA DE ADOBE (BARRO + SANGRE DE TORO)

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global
1	Nivelacion y replanteo (estructuras)	m2	16,00	0,67	10,72
2	Excavacion de cimientos	m3	3,84	4,78	18,36
3	Cimientos de hormigon ciclopeo 50% piedra 50% H.S. (0,40x0,60)m	m3	3,84	87,77	337,04
4	Sobrecimiento de hormigon ciclopeo 50% piedra 50% H.S. (0,40x0,30)m	m3	1,82	87,77	159,74
5	Empedrado en contrapiso (piedra de mina)	m2	10,24	4,51	46,18
6	Hormigon simple contrapiso f'c=180 kg/cm2 e=5 cm	m2	10,24	7,49	76,70
7	Hormigon simple acera f'c=180 kg/cm2 e=5 cm incluye empedrado	m2	16,00	12,02	192,32
8	Masillado de piso m:1:3 e=2 cm	m2	10,24	6,09	62,36
9	Dintel de madera (0.40m)	ml	3,00	4,69	14,07
10b	Mamposteria de adobe (barro+sangre de toro)	m2	29,66	27,31	810,01
11	Empaste en paredes interiores	m2	26,15	2,49	65,11
12	Empaste en paredes exteriores	m2	33,18	3,19	105,84
13	Enlucidos verticales e=2.5cm (barro+agua+paja)	m2	59,32	6,26	371,34
14	Viga solera D=10cm (madera de eucalipto)	ml	28,80	26,03	749,66
15	Pintura de caucho latex vinyl acrilico	m2	59,32	4,61	273,47

→ Continúa

16	Instalaciones de agua potable	pto	1,00	24,89	24,89
17	Salida PVC 75 mm	pto	1,00	13,09	13,09
18	Rejilla de aluminio 3"	u	1,00	6,39	6,39
19	Luces 100w/110v con plafón	pto	1,00	20,93	20,93
20	Tomacorrientes dobles (110 v)	pto	1,00	20,09	20,09
21	Ceramica de piso de 40x40cm	m2	10,24	22,39	229,27
22	Puerta lacada de madera 0.80x2.10 m (incl.cerradura)	u	1,00	140,46	140,46
23	Ventana de aluminio	m2	0,36	56,72	20,42
24	Vidrios de 4 mm claro	m2	0,36	15,26	5,49
25	Desalojo de material a mano (escombros)	m3	4,00	5,24	20,96
26	Cubierta steel panel AR2000, e=0.4mm	m2	25,00	12,52	313,00
				SUBTOTAL:	4.107,91
				IVA 12%:	492,95
				TOTAL:	4.600,86

SON : CUATRO MIL SEISCIENTOS DOLARES, 86/100 CENTAVOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA

TEMA: ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A REALIZADO POR: Llumitasig Sandra - Siza Lissette

VIVIENDA DE ADOBE (BARRO + SANGRE DE TORO + ESTIÉRCOL DE VACA)

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

<u>No.</u>	<u>Rubro / Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario</u>	<u>Precio global</u>
1	Nivelacion y replanteo (estructuras)	m2	16,00	0,67	10,72
2	Excavacion de cimientos	m3	3,84	4,78	18,36
3	Cimientos de hormigon ciclopeo 50% piedra 50% H.S. (0,40x0,60)m	m3	3,84	87,77	337,04
4	Sobrecimiento de hormigon ciclopeo 50%piedra 50% H.S. (0,40x0,30)m	m3	1,82	87,77	159,74
5	Empedrado en contrapiso (piedra de mina)	m2	10,24	4,51	46,18
6	Hormigon simple contrapiso f'c=180 kg/cm2 e=5 cm	m2	10,24	7,49	76,70
7	Hormigon simple acera f'c=180 kg/cm2 e=5 cm incluye empedrado	m2	16,00	12,02	192,32
8	Masillado de piso m:1:3 e=2 cm	m2	10,24	6,09	62,36
9	Dintel de madera (0.40m)	ml	3,00	4,69	14,07
10c	Mamposteria de adobe (barro+sangre de toro + estiércol de vaca)	m2	29,66	33,36	989,46
11	Empaste en paredes interiores	m2	26,15	2,49	65,11
12	Empaste en paredes exteriores	m2	33,18	3,19	105,84
13	Enlucidos verticales e=2.5cm (barro+agua+paja)	m2	59,32	6,26	371,34
14	Viga solera D=10cm (madera de eucalipto)	ML	28,80	26,03	749,66

→ Continúa

15	Pintura de caucho latex vinil acrilico	m2	59,32	4,61	273,47
16	Instalaciones de agua potable	pto	1,00	24,89	24,89
17	Salida PVC 75 mm	pto	1,00	13,09	13,09
18	Rejilla de aluminio 3"	u	1,00	6,39	6,39
19	Luces 100w/110v con plafón	pto	1,00	20,93	20,93
20	Tomacorrientes dobles (110 v)	pto	1,00	20,09	20,09
21	Ceramica de piso de 40x40cm	m2	10,24	22,39	229,27
22	Puerta lacada de madera 0.80x2.10 m (incl.cerradura)	u	1,00	140,46	140,46
23	Ventana de aluminio	m2	0,36	56,72	20,42
24	Vidrios de 4 mm claro	m2	0,36	15,26	5,49
25	Desalojo de material a mano (escombros)	m3	4,00	5,24	20,96
26	Cubierta steel panel AR2000, e=0.4mm	m2	25,00	12,52	313,00
				SUBTOTAL:	4.287,36
				IVA 12%:	514,48
				TOTAL:	4.801,84

SON : CUATRO MIL OCHOCIENTOS UN DOLARES, 84/100 CENTAVOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA

TEMA: ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A

REALIZADO POR: Lluitasig Sandra - Siza Lissette

VIVIENDA DE ADOBE (BARRO + SANGRE DE TORO + ESTIÉRCOL DE VACA) Y REFORZADA CON MALLA PLÁSTICA

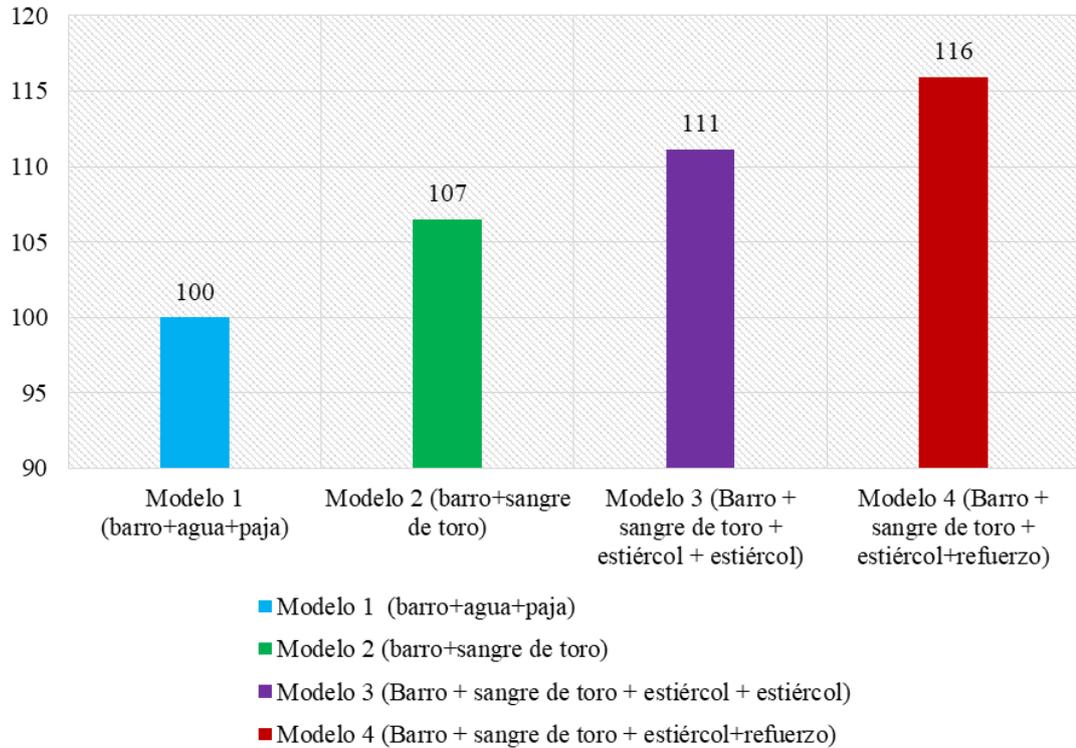
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

<u>No.</u>	<u>Rubro / Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario</u>	<u>Precio global</u>
1	Nivelacion y replanteo (estructuras)	m2	16,00	0,67	10,72
2	Excavacion de cimientos	m3	3,84	4,78	18,36
3	Cimientos de hormigon ciclopeo 50% piedra 50% H.S. (0,40x0,60)m	m3	3,84	87,77	337,04
4	Sobrecimiento de hormigon ciclopeo 50% piedra 50% H.S. (0,40x0,30)m	m3	1,82	87,77	159,74
5	Empedrado en contrapiso (piedra de mina)	m2	10,24	4,51	46,18
6	Hormigon simple contrapiso f _c =180 kg/cm ² e=5 cm	m2	10,24	7,49	76,70
7	Hormigon simple acera f _c =180 kg/cm ² e=5 cm incluye empedrado	m2	16,00	12,02	192,32
8	Masillado de piso m:1:3 e=2 cm	m2	10,24	6,09	62,36
9	Dintel de madera (0.40m)	ml	3,00	4,69	14,07
A	Malla plástica (refuerzo)	m2	63,56	2,90	184,32
10 c	Mamposteria de adobe (barro+sangre de toro + estiercol de vaca)	m2	29,66	33,36	989,46
11	Empaste en paredes interiores	m2	26,15	2,49	65,11
12	Empaste en paredes exteriores	m2	33,18	3,19	105,84
13	Enlucidos verticales e=2.5cm (barro+agua+paja)	m2	59,32	6,26	371,34
14	Viga solera D=10cm (madera de eucalipto)	ml	28,80	26,03	749,66

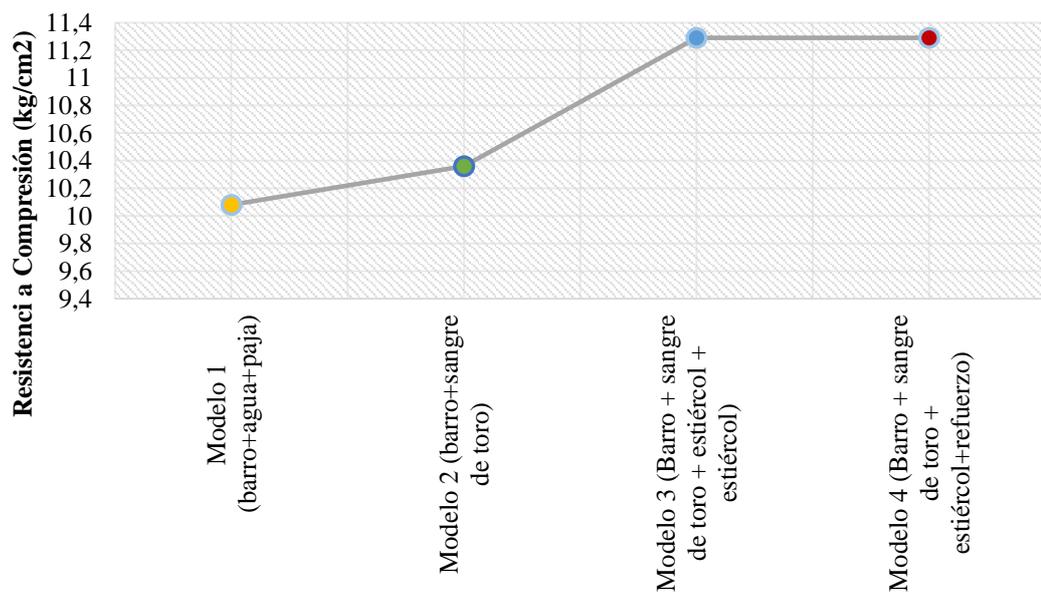
15	Pintura de caucho latex vinyl acrilico	m2	59,32	4,61	273,47
16	Instalaciones de agua potable	pto	1,00	24,89	24,89
17	Salida PVC 75 mm	pto	1,00	13,09	13,09
18	Rejilla de aluminio 3"	u	1,00	6,39	6,39
19	Luces 100w/110v con plafón	pto	1,00	20,93	20,93
20	Tomacorrientes dobles (110 v)	pto	1,00	20,09	20,09
21	Ceramica de piso de 40x40cm	m2	10,24	22,39	229,27
22	Puerta lacada de madera 0.80x2.10 m (incl.cerradura)	u	1,00	140,46	140,46
23	Ventana de aluminio	m2	0,36	56,72	20,42
24	Vidrios de 4 mm claro	m2	0,36	15,26	5,49
25	Desalojo de material a mano (escombros)	m3	4,00	5,24	20,96
26	Cubierta steel panel AR2000, e=0.4mm	m2	25,00	12,52	313,00
				SUBTOTAL:	4.471,68
				IVA 12%:	536,60
				TOTAL:	5.008,28

SON : CINCO MIL OCHO DOLARES, 28/100 CENTAVOS

VARIACIÓN DE COSTOS DE UNA VIVIENDA TIPO SEGÚN MODELOS Y COMBINACIONES UTILIZADAS



Resistencia a Compresión del adobe utilizado en la elaboración de los modelos.



ANEXO C. INFORME DE FAENAMIENTO VACUNO



Salcedo 07 de marzo de 2017

Para: Ing. Leonor Tercero

Administradora del Camal Municipal Salcedo

De: Walter Laguaquiza. MVZ

Médico Veterinario de la planta de faenamiento del GAD Salcedo

Asunto: INFORME TÉCNICO DEL TOTAL DE ANIMALES FAENADOS.

Por medio de la presente me dirijo a usted para dar a conocer el número de animales faenados en los meses de Enero y Febrero seleccionados por sexo.

Con la finalidad de dar contestación al trámite numero.- 2017 -000-580 de acuerdo a la información solicitada.

La sangre obtenida en el sacrificio diario de los animales en la planta de faenamiento del GAD SALCEDO se la envía en contenedores a la empresa privada "Nevado Roses" que mantienen un convenio para su correcto procesamiento.

ENERO

FECHA	VACA	TORO	TOTAL
03/01/2017	10	5	15
04/01/2017	10	7	17
05/01/2017	6	5	11
06/01/2017	2	3	5
07/01/17	32	12	20
09/01/2017	3	6	9
10/01/2017	3	6	9
11/01/2017	9	6	15
12/01/2017	1	7	8
13/01/2017	4	3	7
14/01/2017	13	22	35
16/01/2017	2	5	7
17/01/2017	0	6	6
18/01/2017	6	9	15
19/01/2017	2	5	7
20/01/2017	0	2	2
21/01/2017	17	17	34
23/01/2017	2	4	6
24/01/2017	4	4	8
25/01/2017	11	6	17
26/01/2017	2	4	6
27/01/2017	2	4	6
28/01/2017	17	17	34
30/01/2017	1	3	4
31/01/2017	4	4	8
TOTAL	148	175	323

FEBRERO

FECHA	VACA	TORO	TOTAL
01/02/2017	9	10	19
02/02/2017	2	3	3
03/02/2017	0	3	3
04/02/2017	20	14	34
06/02/17	3	3	6
07/02/2017	2	6	8
08/02/2017	11	7	18
09/02/2017	2	6	8
10/02/2017	2	4	6
11/02/2017	16	17	33
13/02/2017	2	4	6
14/02/2017	3	6	9
15/02/2017	10	7	17
16/02/2017	1	5	6
17/02/2017	2	1	3
18/02/2017	18	16	34
20/02/2017	3	2	5
21/02/2017	1	6	7
22/02/2017	11	6	17
23/02/2017	1	4	5
24/02/2017	3	2	5
25/02/2017	19	16	35
TOTAL	141	148	289 *

Particular que pongo en conocimiento para los fines pertinentes.

Atte.



Walter Lagaquiza

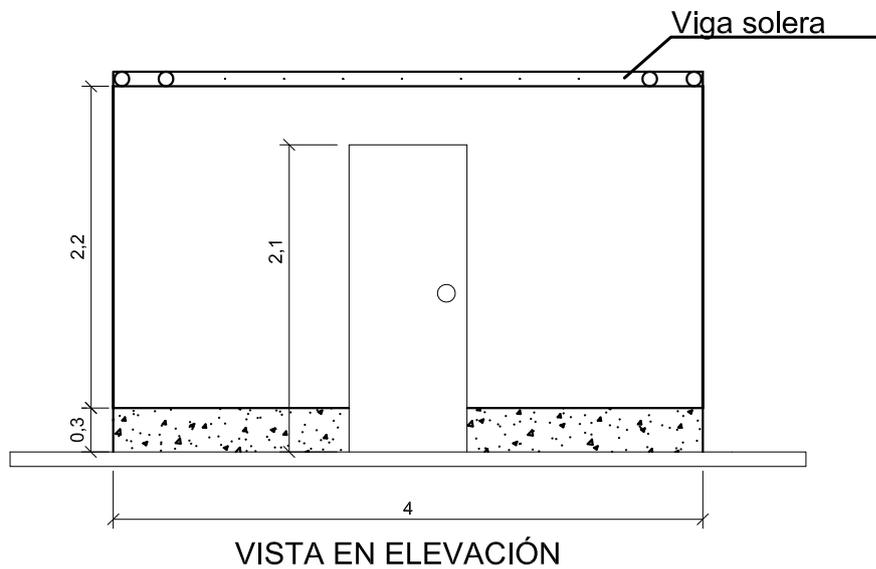
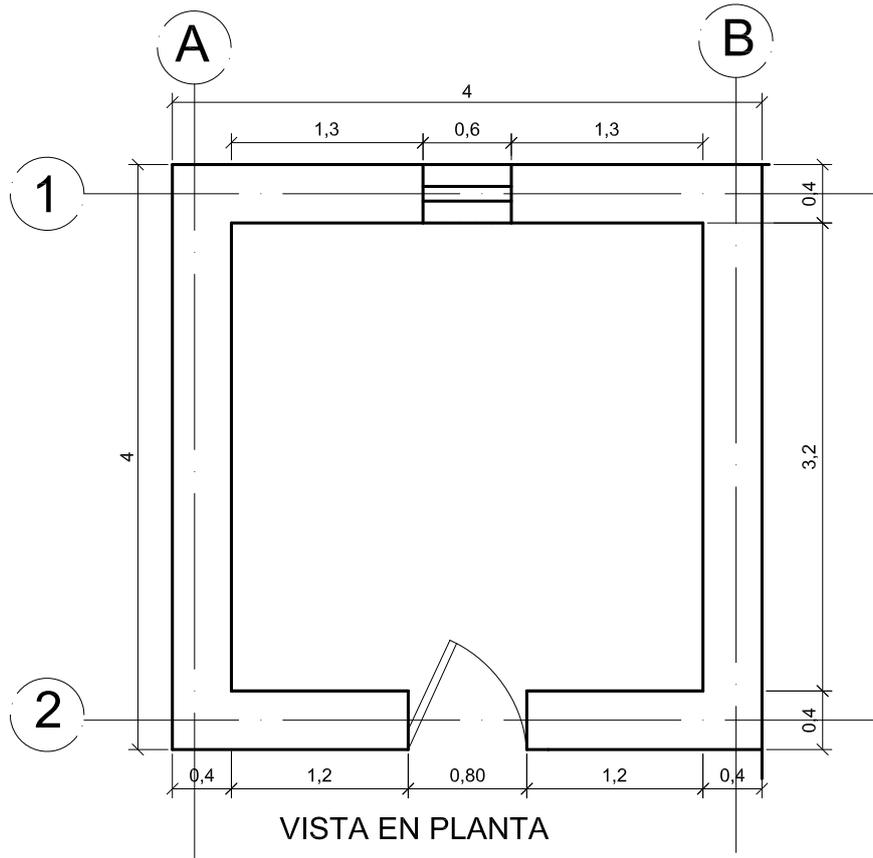
Médico Veterinario del Camal Municipal



050311617 - 0



ANEXO D. PLANOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL



TEMA: "ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA."

CONTIENE:

VISTA EN PLANTA Y ELEVACIÓN

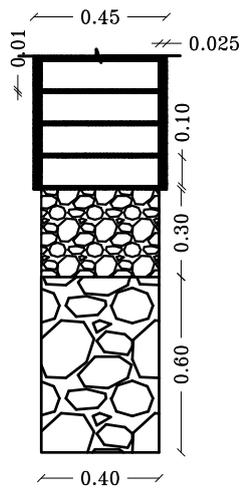
ESCALA: 1:50

REALIZADO POR:

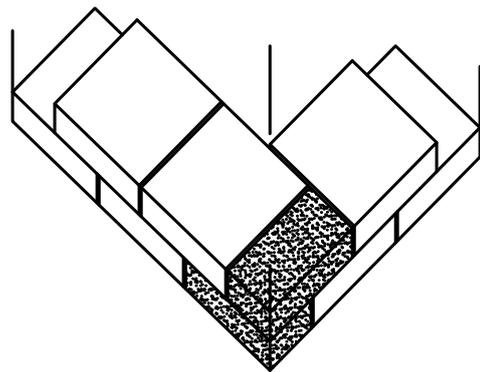
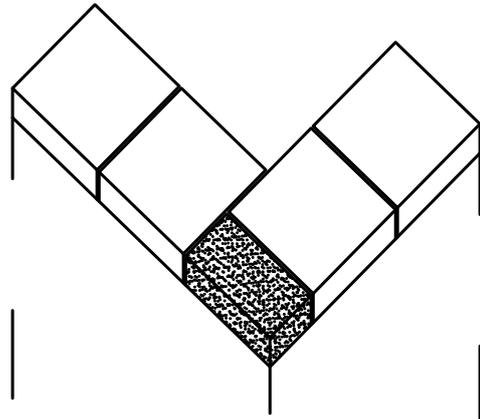
LLUMITASIG SANDRA
SIZA LISSETTE

LÁMINA

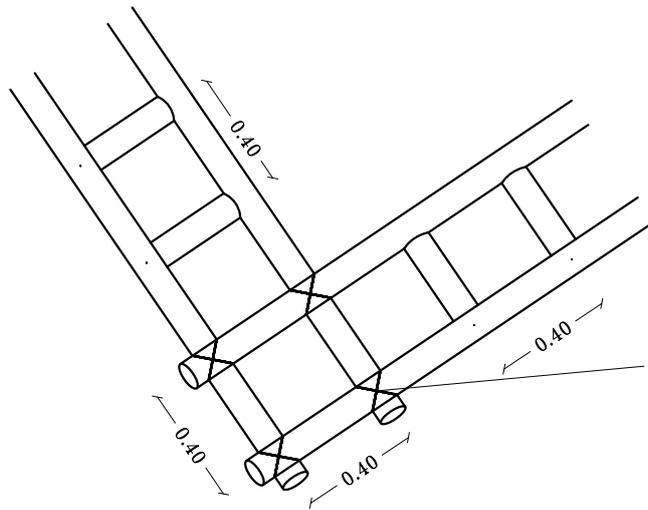
1/9



DETALLE DE CIMENTO, SOBRECIMIENTO Y MURO



DETALLE DE ENCUENTRO EN "L"



Destajar 5cm en los cruces para que la unión sea a media madera.

DETALLE DE LA VIGA SOLERA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL



TEMA: "ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA."

CONTIENE:

DETALLES CONSTRUCTIVOS
MODELO SIN REFUERZO

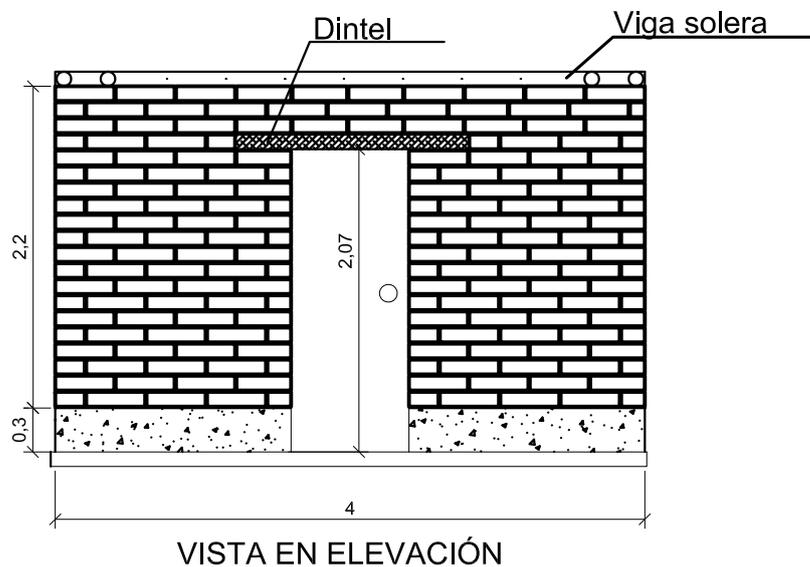
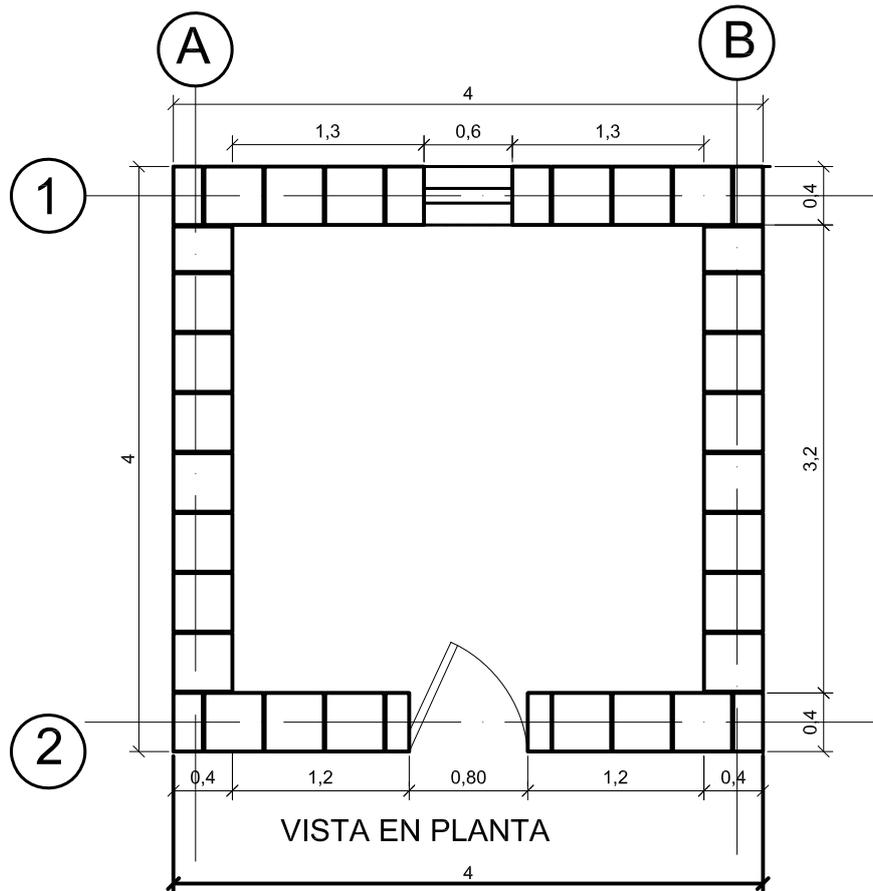
ESCALA: 1:25

REALIZADO POR:

LLUMITASIG SANDRA
SIZA LISSETTE

LÁMINA

2/9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 INGENIERÍA CIVIL



TEMA: "ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA."

CONTIENE:

VISTA EN PLANTA Y ELEVACIÓN
 MODELO SIN REFUERZO

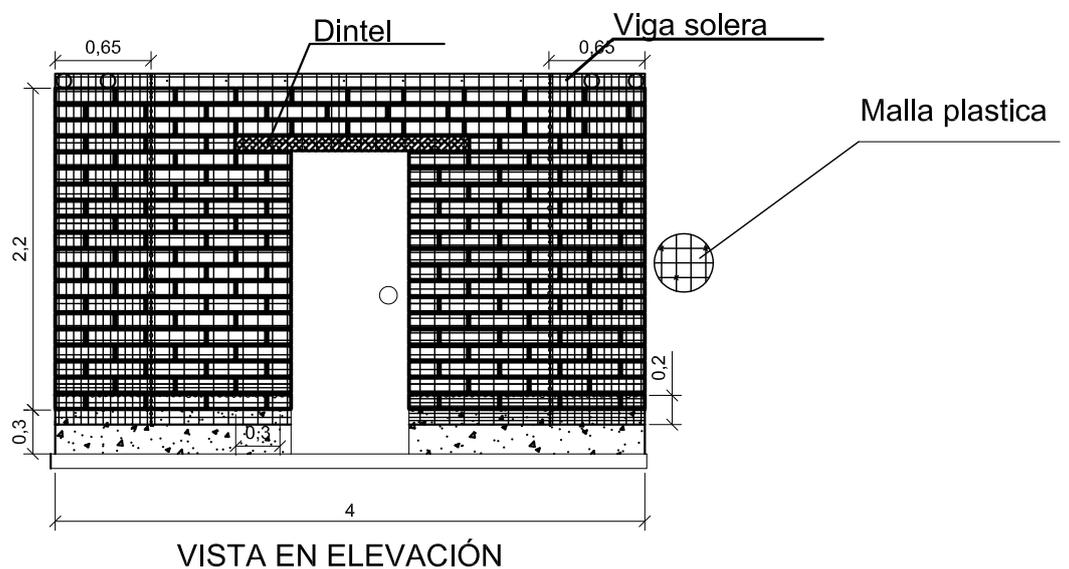
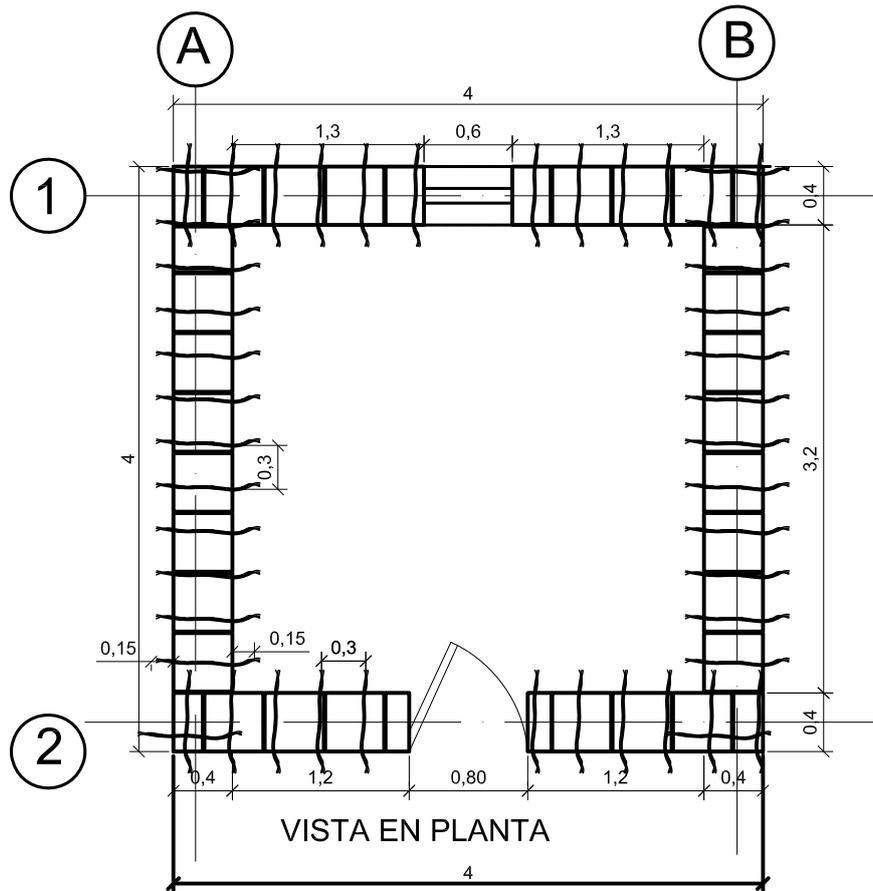
ESCALA: 1:50

REALIZADO POR:

LLUMITASIG SANDRA
 SIZA LISSETTE

LÁMINA

3/9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 INGENIERÍA CIVIL



TEMA: "ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA."

CONTIENE:

VISTA EN PLANTA Y ELEVACIÓN
 MODELO CON REFUERZO

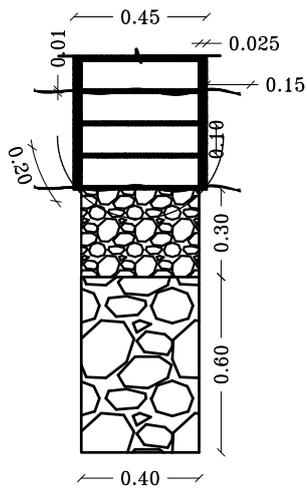
ESCALA: 1:50

REALIZADO POR:

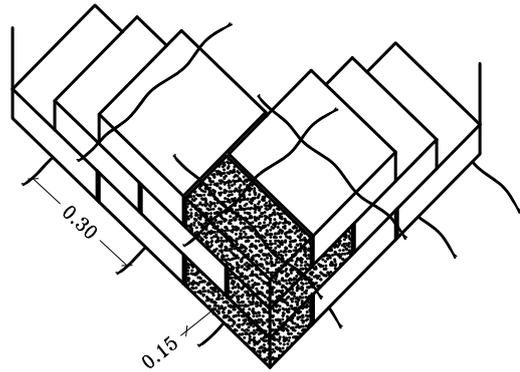
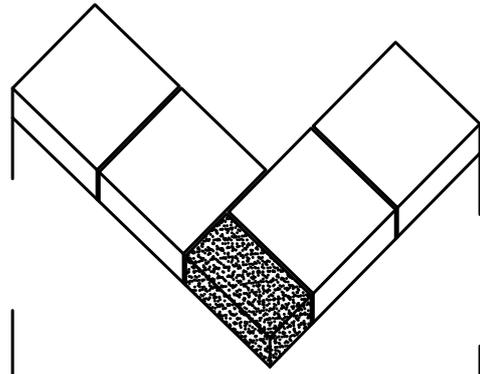
LLUMITASIG SANDRA
 SIZA LISSETTE

LÁMINA

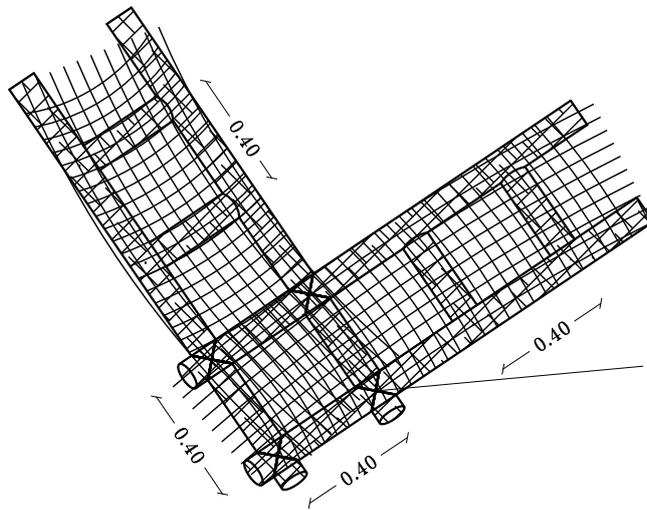
4/9



DETALLE DE CIMENTO, SOBRECIMIENTO Y MURO



DETALLE DE ENCUENTRO EN "L"



Destajar 5cm en los cruces para que la unión sea a media madera.

DETALLE DE LA VIGA SOLERA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL



TEMA: "ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA."

CONTIENE:

DETALLES CONSTRUCTIVOS
MODELO CON REFUERZO

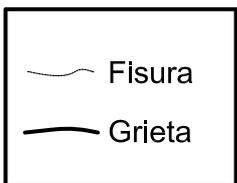
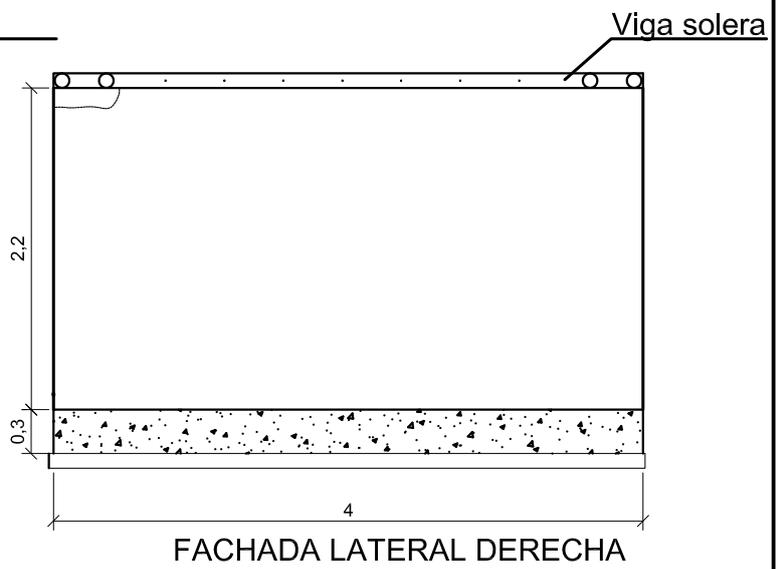
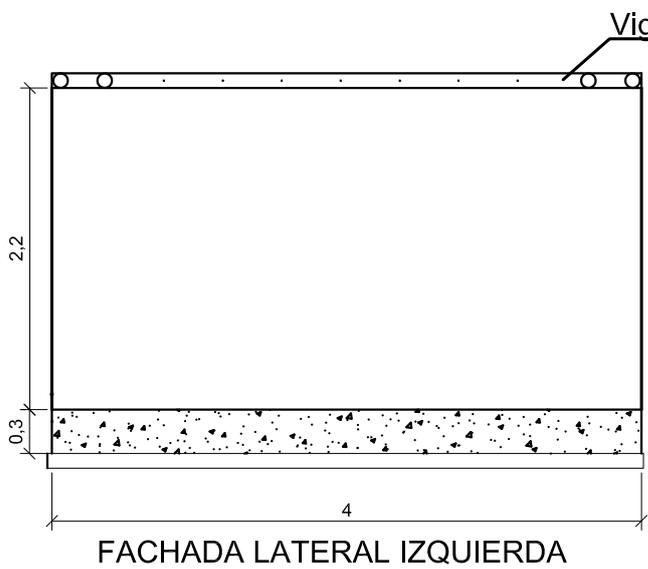
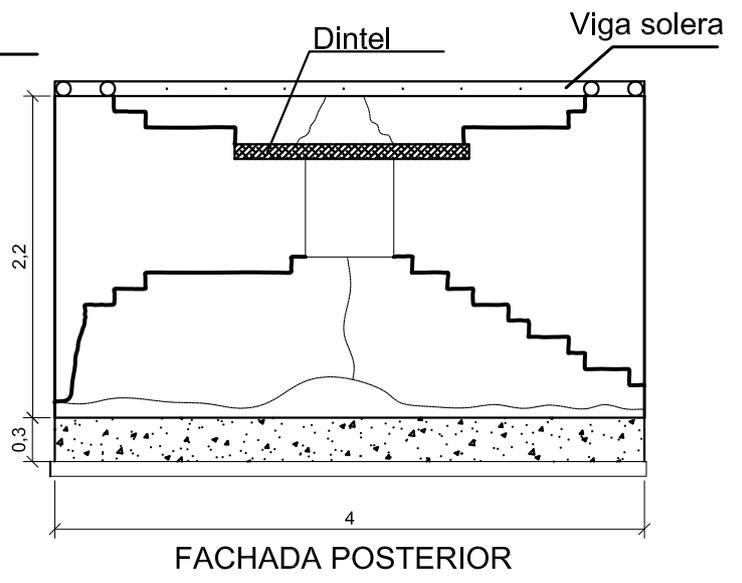
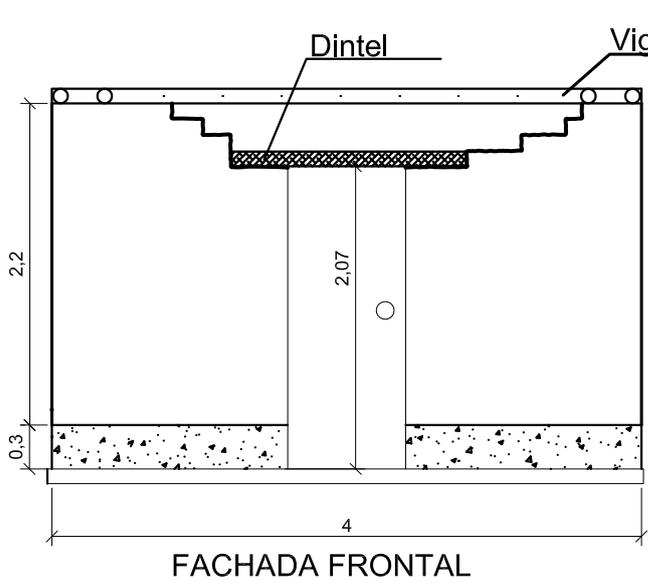
ESCALA: 1:25

REALIZADO POR:

LLUMITASIG SANDRA
SIZA LISSETTE

LÁMINA

5/9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL



TEMA: "ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA."

CONTIENE:

FALLAS EN EL MODELO 1

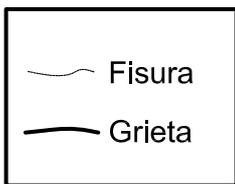
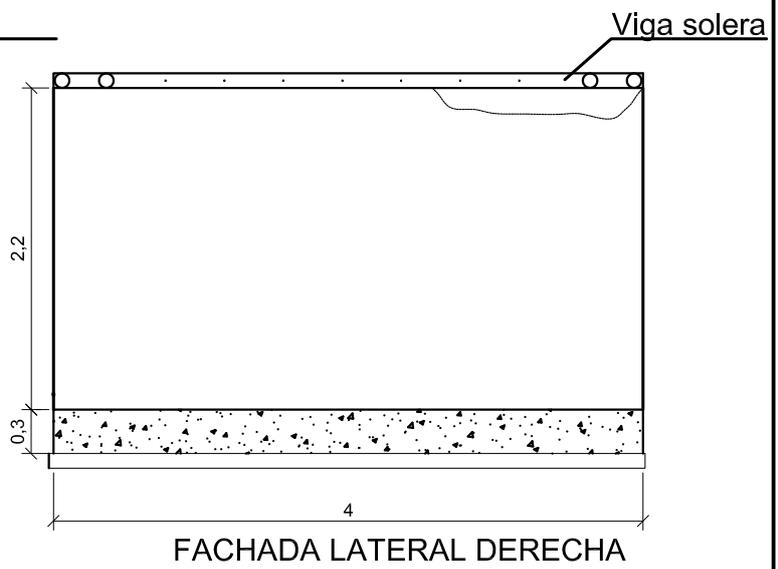
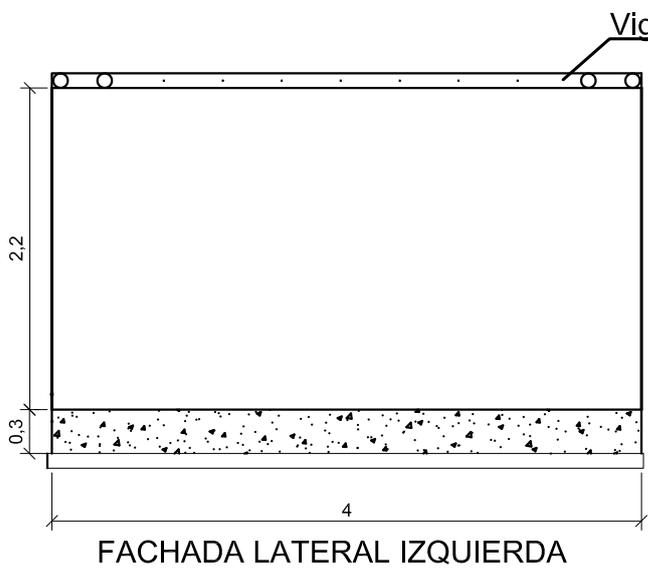
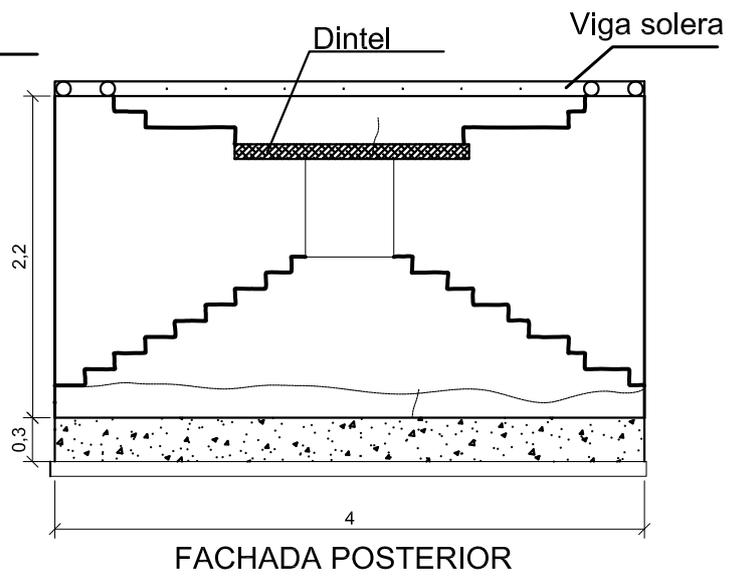
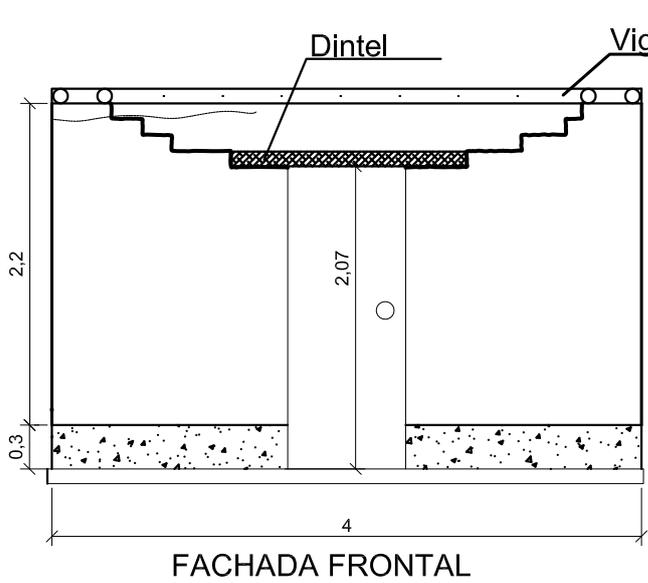
ESCALA: 1:50

REALIZADO POR:

LLUMITASIG SANDRA
SIZA LISSETTE

LÁMINA

6/9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL



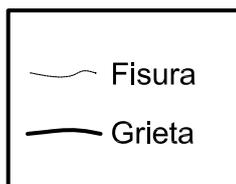
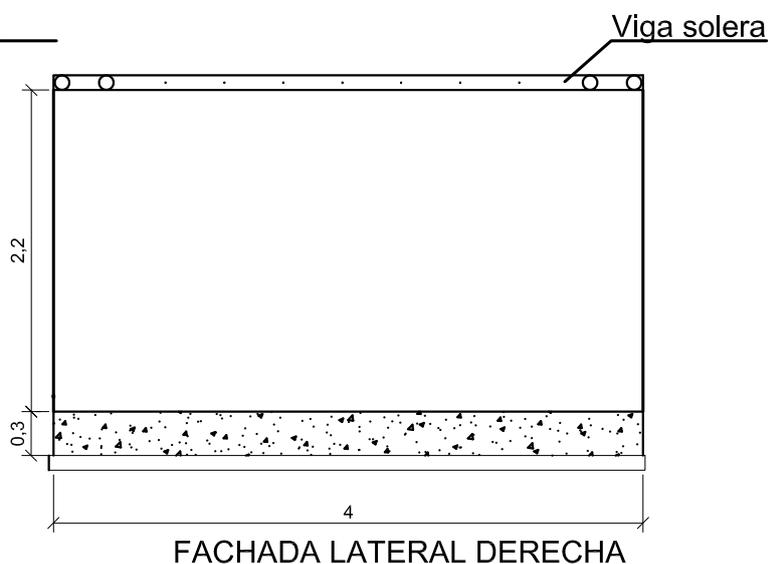
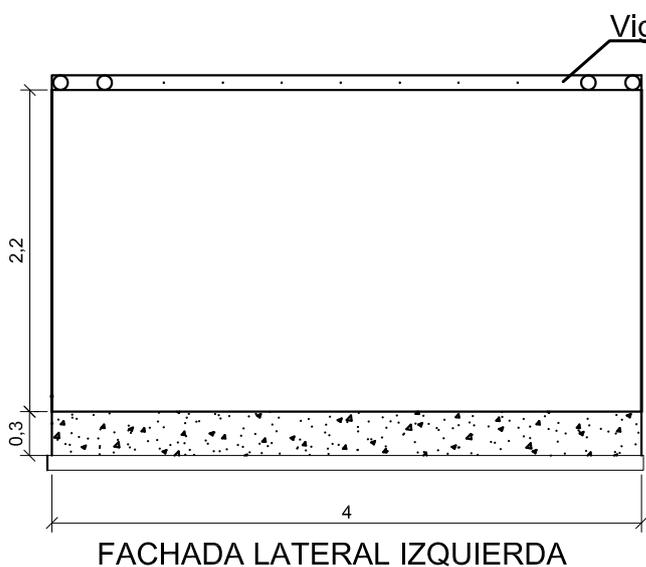
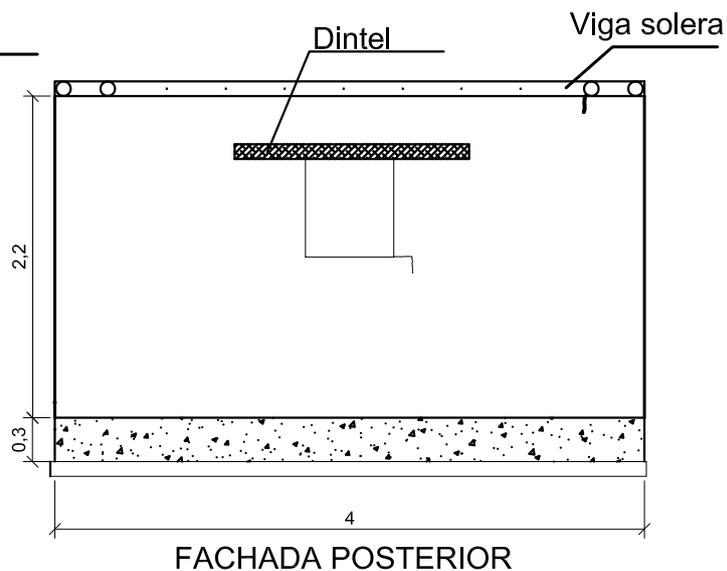
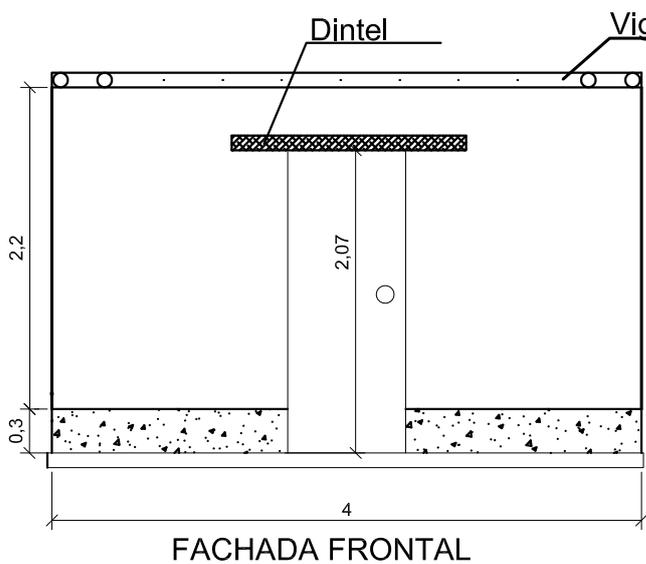
TEMA: "ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA."

CONTIENE: FALLAS EN EL MODELO 2

ESCALA: 1:50

REALIZADO POR: LLUMITASIG SANDRA
SIZA LISSETTE

LÁMINA
7/9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL



TEMA: "ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA."

CONTIENE:

FALLAS EN EL MODELO 3

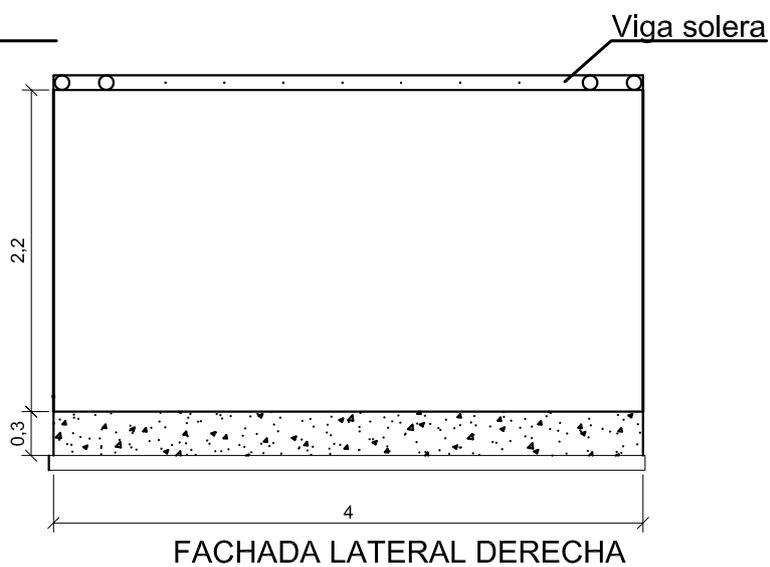
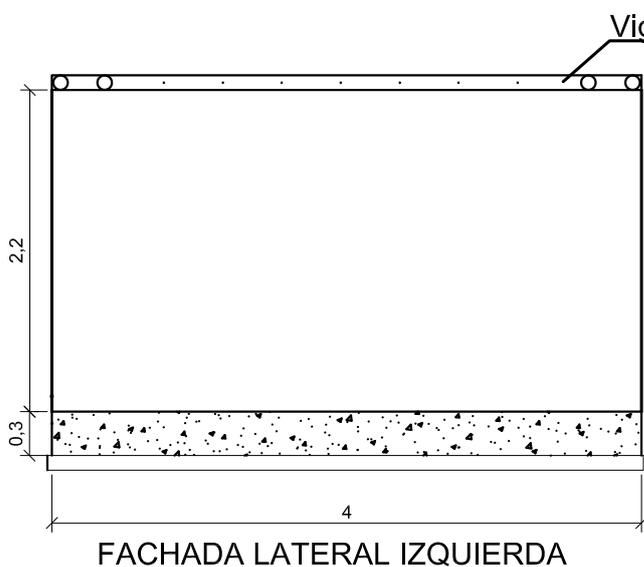
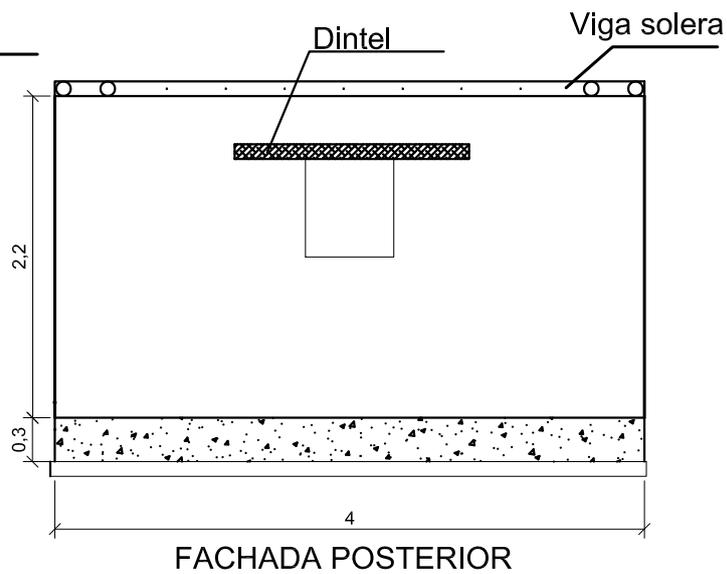
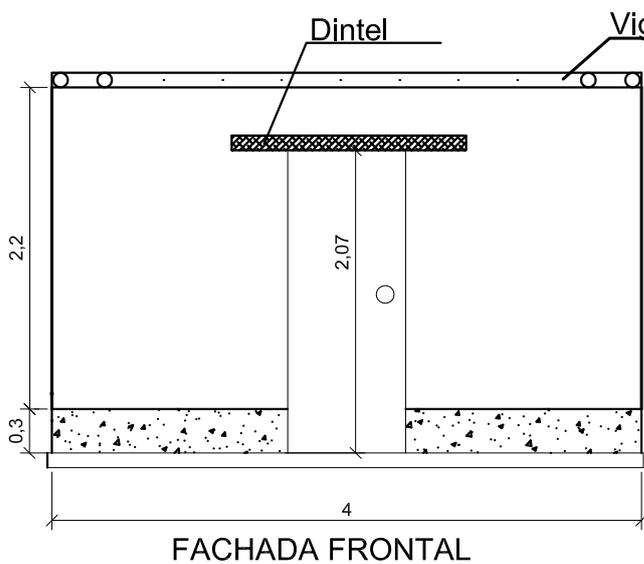
ESCALA: 1:50

REALIZADO POR:

LLUMITASIG SANDRA
SIZA LISSETTE

LÁMINA

8/9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL



TEMA: "ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL ESTABILIZADO CON PAJA, ESTIÉRCOL, SAVIA DE PENCA DE TUNA, SANGRE DE TORO Y ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO USANDO UN MODELO A ESCALA."

CONTIENE:
MODELO 4 SIN FALLA

ESCALA: 1:50

REALIZADO POR:
LLUMITASIG SANDRA
SIZA LISSETTE

LÁMINA
9/9