



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

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

TEMA:

LA ADICIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES
DE ADOBE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA
VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN
EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

AUTOR:

SANDRA ROCÍO CABA CEPEDA

TUTOR:

Ing. Mg. Galo Núñez

Ambato – Ecuador

2018

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Galo Núñez, certifico que el presente Trabajo Experimental bajo el tema: "LA ADICIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ADOBE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA", es de autoría de la Srta. Sandra Rocío Cabay Cepeda, el mismo que ha sido realizado bajo mi supervisión y tutoría.

En todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad

Ambato, Julio 2019



Ing. Mg. Galo Núñez

AUTORÍA

Yo, Sandra Rocío Cabay Cepeda con CI: 040186712-2, Egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el trabajo con el tema: "LA ADICIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ADOBE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA", es de mi completa autoría.

Ambato, Julio del 2019



Sandra Rocío Cabay Cepeda

DERECHOS DE AUTOR

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

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Julio del 2019



Sandra Rocío Cabay Cepeda

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “LA ADICIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ADOBE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, de la egresada Sandra Rocío Cabay Cepeda, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Ambato, Julio del 2019

Para constancia firman.


Ing. Mg. Alex López Arboleda
Ing. Mg. Jorge Guevara Robalino

DEDICATORIA

El presente trabajo y toda mi carrera universitaria está dedicada a mis padres Manuel Cabay y Josefina Cepeda, quienes han sido mi pilar, mi guía, el motor fundamental de mi vida, quienes con su esfuerzo, amor y apoyo incondicional me han acompañado en todo este trayecto para hoy estar aquí cumpliendo un sueño.

A mi hermano Julio Cesar, quien con su cariño, ejemplo y apoyo me ha impulsado a seguir adelante, a no rendirme si existen obstáculos, el que se alegra por cada triunfo logrado.

A mi abuelito Manuel León, mi Papigrande, quien, con sus consejos, anécdotas de vida me ha enseñado que todo es posible en esta vida a pesar de las circunstancias que surjan, y que nada será imposible si me lo propongo.

A mi abuelita Juana Saqui, mi ángel, mi Mamigrande, quien desde el cielo me envía su bendición, y sé que se siente muy orgullosa de mi por culminar esta etapa, ella que siempre quiso acompañarme hoy le dedico este triunfo, la llevaré siempre en mi corazón.

A mi hermana política Katy, quien con sus consejos, apoyo y compañía me ha impulsado a culminar uno de los proyectos propuestos en mi vida, y me ha dado la oportunidad de tener el regalo más hermoso mi sobrina Jana, mi pequeña princesa quien llena mi vida de felicidad.

A todos y cada uno de los integrantes de mi familia que de una u otra forma han aportado para lograr culminar esta etapa, gracias por el apoyo moral e incondicional que me han brindado.

A mis amigos y compañeros incondicionales, mi segunda familia con quienes he compartido los mejores e inolvidables momentos de mi etapa universitaria, y que han hecho que esta estancia sea una de las mejores experiencias.

Sandra Cabay

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a mi Dios por brindarme la oportunidad de alcanzar un objetivo más en mi vida, a la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, por inculcar todos los conocimientos necesarios para mi formación profesional, a mi familia quienes han sido el pilar fundamental para culminar mi carrera universitaria. A las personas que me han acompañado y hecho posible la culminación de este proyecto, a mi tutor Galo Núñez, por el tiempo, conocimiento, experiencia y dedicación para el desarrollo de este trabajo de investigación.

Sandra Cabay

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA.....	III
DERECHOS DE AUTOR	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XVI
RESUMEN EJECUTIVO	XVIII
ABSTRACT.....	XIX

B. CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
1.1. Antecedentes Investigativos.....	1
1.2. Objetivos	5
1.2.1. Objetivo General.....	5
1.2.2. Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO II	6
2.1. Materiales.....	7
2.2.3.1 Tierra.....	8
2.2.3.2 Arcilla	8
2.2.3.3 Limo.....	9

2.2.3.4	Arena.....	9
2.2.3.5	Agua.....	9
2.2.3.6	Bolsas plásticas trituradas.....	10
2.2.	MÉTODOS	10
2.2.1	Extracción del suelo	10
2.2.3	Proceso de selección del suelo para elaborar adobes	11
2.2.3.1	Cinta de barro.....	11
2.2.3.2	Presencia de arcilla.....	12
2.2.3.3	Prueba para determinar la composición del suelo.....	13
2.2.2	Obtención de bolsas plásticas trituradas.....	13
2.2.3	Dosificación de los bloques de adobe tradicional y con agregado de bolsas plásticas.....	15
2.2.3.1	Contenido de humedad.....	15
2.2.3.2	Método granulométrico.....	16
2.2.3	Elaboración de los bloques de adobe tradicional y con agregado de bolsas de plástico.....	20
2.2.3.1	Comprobación de calidad: Prueba de la resistencia.....	24
2.2.4	Elaboración de la Cámara hermética o de ensayo.	24
2.2.5	Ensayos de laboratorio	26
2.2.5.1	Resistencia a la compresión	26
2.2.5.2	Plasticidad	27
2.2.5.3	Índice de plasticidad.....	32
2.2.6	Ensayo térmico (NCh-849; NCh-851, NEC-11, CAP 13)	34
2.2.6.1	Aislamiento térmico	34
2.2.6.2	Transferencia de calor	34
2.2.6.3	Conductividad térmica	35
2.2.6.4	Confort térmico	37

2.2.7	Ensayo acústico (NCh-2786; NCh-2865).....	39
2.2.7.1	Confort acústico	39
2.2.7.2	Aislamiento acústico	40
2.2.7.3	Acondicionamiento Acústico.....	40
2.2.7.4	Ruido	41
2.2.7.5	Tipos de ruido	41
CAPÍTULO III		46
3.1	Análisis y discusión de los resultados	46
3.1.1	Resistencia a compresión.	46
3.1.2	Ensayos térmicos	52
3.1.2.1	Ensayo térmico pared bloque de adobe tradicional.....	52
3.1.2.2	Ensayo térmico pared bloque de adobe más 5% de bolsas plásticas ...	55
3.1.2.3	Ensayo térmico pared bloque adobe más 10% de bolsas plásticas	58
3.1.2.4	Ensayo térmico pared bloque adobe más 15% de bolsas plásticas	60
3.1.2.5	Resultados ensayos térmicos.....	64
3.1.3	Ensayos Acústicos	71
3.1.3.1	Ensayo Acústico pared bloque adobe tradicional	71
3.1.3.2	Ensayo Acústico pared bloque adobe más 5% de bolsas plásticas	72
3.1.3.3	Ensayo Acústico pared bloque adobe más 10% de bolsas plásticas	74
3.1.3.4	Ensayo Acústico pared bloque adobe más 15% de bolsas plásticas	75
3.1.3.5	Resultados ensayos acústicos	77
3.2	Hipótesis.....	81
3.3	Verificación de la hipótesis	81
CAPÍTULO IV		82
4.1.	Conclusiones	82
4.2.	Recomendaciones.....	84

C. MATERIALES DE REFERENCIA

1.	Referencia bibliográfica.....	85
2.	Anexos	89
2.1.	Anexos de tabulación e información del procesamiento de datos.....	89
2.2	Anexos fotográficos	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de suelos.....	17
Tabla 2. Composición de la muestra de suelo.....	19
Tabla 3. Dosificación del adobe tradicional y con agregado de bolsas plásticas.....	19
Tabla 4. Dosificación para una muestra de adobe tradicional y con agregado de bolsas plásticas en función al peso.....	20
Tabla 5. Dosificación para una muestra de adobe tradicional y con agregado de bolsas plásticas en función al peso. (Ensayo a compresión).....	20
Tabla 6. Valores límites permisibles.....	43
Tabla 7. Niveles sonoros con relación al tiempo de exposición.....	44
Tabla 8. Resistencia a compresión de muestras de adobe tradicional.....	46
Tabla 9. Resistencia a compresión de muestras de adobe con adición del 5% de bolsas plásticas.....	47
Tabla 10. Resistencia a compresión de muestras de adobe con adición del 10% de bolsas plásticas.....	48
Tabla 11. Resistencia a compresión de muestras de adobe con adición del 15% de bolsas plásticas.....	49
Tabla 12. Resumen de las resistencias a compresión de los bloques de adobe.....	50
Tabla 13. Análisis comparativo de resistencias a la compresión.....	51
Tabla 14. Temperaturas (°C) en las caras de la pared de adobe tradicional.....	53
Tabla 15. Temperatura ambiente (°C) 1 y 2 en la cámara de ensayo de la pared de adobe tradicional.....	54
Tabla 16. Temperatura(°C) del ambiente exterior.....	55
Tabla 17. Temperatura (°C) en las caras de la pared de adobe más 5% de bolsas plásticas.....	56
Tabla 18. Temperatura ambiente (°C) espacio 1 y espacio 2 en la cámara de ensayo de la pared de adobe más 5% de bolsas plásticas.....	57
Tabla 19. Temperatura (°C) del ambiente exterior.....	57
Tabla 20. Temperaturas (°C) en las caras de la pared de adobe más 10% de bolsas plásticas.....	58
Tabla 21. Temperatura ambiente (°C) espacio 1 y espacio 2 en la cámara de ensayo de la pared de adobe más 10% de bolsas plásticas.....	59

Tabla 22. Temperatura (°C) del ambiente exterior.	60
Tabla 23. Temperaturas (°C) en las caras de la pared de adobe más 15% de bolsas plásticas.	61
Tabla 24. Temperatura (°C) espacio 1 y espacio 2 en la cámara de ensayo de la pared de adobe más el 15% de bolsas plásticas.	62
Tabla 25. Temperatura (°C) del ambiente exterior.	63
Tabla 26. Temperatura (°C) en la cara 1 y cara 2 de las paredes ensayadas.	65
Tabla 27. Variación térmica en ambientes.	68
Tabla 28. Resumen de ensayos térmicos y selección del espécimen con mejores características.	70
Tabla 29. Niveles de sonido (dBA), Pared bloque adobe tradicional.	72
Tabla 30. Niveles de sonido (dBA), Pared bloque adobe más 5% de bolsas plásticas.	73
Tabla 31. Niveles de sonido (dBA), Pared bloque adobe más 10% de bolsas plásticas.	75
Tabla 32. Niveles de sonido (dBA), Pared bloque adobe más 15% de bolsas plásticas.	76
Tabla 33. Resumen de niveles de sonido (dBA) de las paredes ensayadas.	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Preparación del suelo extraído.....	11
Figura 2. Ensayo de cinta de barro, suelo apto para realizar adobes.	12
Figura 3. Cuatro muestras secas para la prueba de presencia de arcilla.	12
Figura 4. Prueba presencia de arcilla.	12
Figura 5. Presencia de arcilla en los bloques de adobe.	13
Figura 6. Máquina aglutinadora.	14
Figura 7. Triturado de bolsas plásticas.....	14
Figura 8. Representación granulométrica	17
Figura 9. Dimensión del bloque de adobe.....	21
Figura 10. Dimensión del bloque de adobe para ensayos a compresión.....	21
Figura 11. Mezcla de tierra, arena y agua.	22
Figura 12. Barro reposado más agregado de bolsas plásticas.	22
Figura 13. Muestras de adobe colocadas sobre una superficie plana.....	23
Figura 14. Secado y apilado de los bloques de adobe.....	23
Figura 15. Comprobación de la resistencia del bloque de adobe.....	24
Figura 16. Esquema de la cámara hermética.....	24
Figura 17. Recubrimiento de la cámara de ensayo.	25
Figura 18. Tapa removible cubierta con lana de fibra de vidrio.	25
Figura 19. Esquema de la fuente de calor y sonido.	26
Figura 20. Unidad de adobe a ensayar colocada en la máquina de compresión.	27
Figura 21. Unidad de adobe ensayada.	27
Figura 22. Ensayo de copa de Casagrande.....	28
Figura 23. Curva de escurrimiento.....	28
Figura 24. Muestra colocada en la cuchara de Casagrande.	30
Figura 25. Filamentos para determinar el Límite plástico.	32
Figura 26. Carta de plasticidad.	33
Figura 27. Clasificación de los suelos- método AASHTO.	33
Figura 28. Modos de transferencia de calor.	35
Figura 29. Conductividad térmica de materiales.	36
Figura 30. Fuente de emisión térmica de la cámara hermética.	38
Figura 31. Xplorer GLX.....	38

Figura 32. Elaboración de la pared de adobe.	39
Figura 33. Ensayo térmico.	39
Figura 34. Esquema de Aislamiento Acústico.	40
Figura 35. Niveles máximos de ruido de acuerdo a la actividad.	41
Figura 36. Percepción humana a diferentes niveles de ruido.	41
Figura 37. Sonómetro.	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Curva Granulométrica.....	18
Gráfico 2. Curva de escurrimiento.	31
Gráfico 3. Resistencia a compresión de los bloques de adobe tradicional y con adición de bolsas plásticas.	51
Gráfico 4. Temperatura (°C) vs tiempo (min) en las caras de la pared de adobe tradicional.....	53
Gráfico 5. Temperatura ambiente (°C) vs tiempo (min) en la cámara de ensayo. ...	54
Gráfico 6. Temperatura (°C) vs tiempo (min) en las caras de la pared de adobe más 5% de bolsas plásticas.	55
Gráfico 7. Temperatura ambiente (°C) vs tiempo (min) en la cámara de ensayo y el ambiente exterior.....	56
Gráfico 8. Temperatura(°C) vs tiempo (min) en las caras de la pared de adobe más 10% de bolsas plásticas.	58
Gráfico 9. Temperatura (°C) vs tiempo (min) en la cámara de ensayo y el ambiente exterior.	59
Gráfico 10. Temperatura (°C) vs tiempo (min) en las caras de la pared de adobe más 15% de bolsas plásticas.	61
Gráfico 11. Temperatura (°C) vs tiempo (min) en la cámara de ensayo y el ambiente exterior.	62
Gráfico 12. Temperatura en las caras de las paredes ensayadas.	64
Gráfico 13. Coeficiente de conductividad térmica vs la composición del adobe en las caras de las paredes ensayadas.	66
Gráfico 14. Temperatura (°C) vs Tiempo (min) de temperatura ambiente en la cámara de ensayo.	67
Gráfico 15. Variación de las temperaturas del ambiente en la cámara de ensayo. ..	69
Gráfico 16. Presión sonora (dBA) vs tiempo (min) de la pared bloque adobe tradicional.....	71
Gráfico 17. Presión sonora (dBA) vs tiempo (min) de la pared bloque más 5% de bolsas plásticas.	73
Gráfico 18. Presión sonora (dBA) vs tiempo (min) de la pared bloque más 10% de bolsas plásticas.	74

Gráfico 19. Presión sonora (dBA) vs tiempo (min) de la pared bloque de adobe más 15% de bolsas plásticas.....	76
Gráfico 20. Presión sonora (dBA) vs tiempo (min) en las paredes ensayadas.....	77
Gráfico 21. Niveles de sonido (dBa) de las paredes ensayadas.	79

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

TEMA: “LA ADICIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ADOBE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

AUTOR: Sandra Rocío Cabay Cepeda

TUTOR: Ing. Mg. Galo Núñez

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación pretende evaluar el uso de bolsas plásticas en la fabricación de bloques de adobe, con el objetivo de determinar la variación térmica y el acondicionamiento acústico; para dicho análisis se estableció dosificaciones con adición del 5%, 10% y 15% de bolsas plásticas trituradas, independientemente del adobe elaborado de forma tradicional, mismos que fueron evaluados en forma de panel mediante una cámara hermética, la cual mediante la utilización de equipos especializados se determinó las propiedades aislantes de cada bloque. Para validar los ensayos propuestos se estableció una comparación entre el adobe tradicional; y los bloques de adobe con adición de bolsas plásticas, mismos que superaron las propiedades aislantes del bloque tradicional, tanto en las caras de la pared, como en los ambientes. Además, se evaluó las propiedades acústicas, mismos que presentaron resultados favorables, con una relación directa con la adición de bolsas plásticas, y logrando mantener un ambiente interior confortable, ante el ruido exterior. De igual forma, la resistencia a compresión de los adobes presentó valores superiores a lo expuesto en la normativa E0.80, pero al aumentar el porcentaje de bolsas plásticas al 15% este factor disminuyó, en cambio el bloque de adobe con adición del 10% de bolsas plásticas presentó mayor capacidad de aislación térmica y acústica; conjuntamente con una resistencia de 12.19 kg/cm², manteniendo en equilibrio los tres parámetros, y cumpliendo con lo establecido en las normativas, con la finalidad de que se pueda aplicar en estudios futuros.

ABSTRACT

The present investigation intends to evaluate the use of plastic bags in the manufacture of blocks of adobe, with the objective of determining the thermal variation and the acoustic conditioning; for this analysis, dosages were established with the addition of 5%, 10% and 15% of crushed plastic bags, independently of the adobe elaborated in the traditional way, which were evaluated in the form of a panel using a hermetic chamber, which by means of the use of equipment The insulating properties of each block were determined. To validate the proposed tests, a comparison was made between traditional adobe; and the adobe blocks with the addition of plastic bags, which exceeded the insulating properties of the traditional block, both in the faces of the wall, and in the environments. In addition, the acoustic properties were evaluated, which presented favorable results, with a direct relationship with the addition of plastic bags, and achieving a comfortable indoor environment, in the face of external noise. Similarly, the compressive strength of adobes presented higher values than the one stated in the E0.80 standard, but when the percentage of plastic bags increased to 15%, this factor decreased, whereas the adobe block added 10%. of plastic bags presented greater thermal and acoustic insulation capacity; together with a resistance of 12.19 kg /cm², keeping the three parameters in balance, and complying with the provisions of the regulations, so that it can be applied in future studies.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

La tierra es el material de construcción con mayor antigüedad utilizada por los seres humanos, es una de las técnicas que se adapta de forma adecuada con el medioambiente y a otras formas actuales de intuir en la construcción sostenible, con el paso del tiempo la utilización de éste material como materia prima se ha intensificado dado que evita el cambio de los ecosistemas [1].

En este devenir del desarrollo de la historia de la construcción se ha ido perfeccionando el trabajo, el uso de herramientas y el cambio de los recursos naturales, por lo que, el estudio y elaboración de los adobes resulta bastante interesante debido a que comunidades sin ningún contacto con la civilización contemporánea llegaron a implementar soluciones constructivas, con el único propósito de mejorar las condiciones naturales de la tierra, como las dimensiones, la elaboración y los procesos para crear elementos aptos para la construcción. [2].

Es por ello que surgen ideas que contribuyen a estudios relacionados con la naturaleza intrínseca y propiedades del adobe. Por lo cual, se considera factible la implementación de nuevas técnicas que proporcionen al adobe, una condición aceptable para implementarse en el área constructiva [3].

Rosana Gaggino realizó una investigación en el Centro Experimental de la vivienda Económica CEVE referente a la fabricación de elementos constructivos utilizando materiales plásticos reciclados, la investigación se basó en los siguientes objetivos:

Elaborar componentes constructivos livianos, con buenas propiedades de aislación térmica y resistencia mecánica, al mismo tiempo, logró colaborar con el medio

ambiente, y proporcionar un elemento constructivo de bajo costo, con la utilización de plásticos reciclados como materia prima, conjuntamente con técnicas sustentables para la elaboración del elemento propuesto [4].

En Pereira; Colombia, se realizó el desarrollo de un módulo habitacional, en base al diseño y construcción de ladrillos y vigas de plástico, el cual consiste en utilizar materiales provenientes de desperdicios, como el polietileno de baja (bolsas plásticas) y alta densidad, polietileno tereftalato PET (Botellas) y polipropileno (PP), los cuales son complementos para obtener el ladrillo y formar el módulo [5].

De igual manera, otro estudio plantea una alternativa que ayuda a inculcar el reciclaje, la fabricación, y el uso de residuos como materia prima; por lo cual, la investigación propuso la elaboración de bloques de tierra, a través del suelo resultante del proceso de excavación con la adición de residuos de construcción y demolición como agregado, es decir, sustituyendo en su totalidad el agregado empleado, mismo que cumplió con las normas técnicas colombianas. [6].

En el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México se creó un ladrillo ecológico, a través de un proceso sustentable; para su elaboración se utilizaron residuos de construcción como materia prima y la energía solar para el secado de los bloques, el principal objetivo de la investigación realizada fue optimizar y fomentar el aprovechamiento de materiales que perjudican al medioambiente, además se comprobó que son más resistentes y absorben menos cantidad de agua que los bloques convencionales [7].

El desarrollo industrial y crecimiento poblacional han generado la sobreproducción de residuos, que en muchas ocasiones estos, aunque inertes causan alteraciones al medio ambiente, los cuales son: llantas, sobrantes de construcción como pedazos de tuberías, material de arreglos de zonas verdes, bolsas plásticas, entre otros, es por ello que en esta investigación el autor evalúa el uso de estos residuos en la preparación de muestras de mampuestos de concreto y tierra, los cuales fueron ensayados a compresión

mediante la construcción de muretes; específicamente se resalta la importancia de tomar medidas ambientales para la utilización de los residuos, con el fin de disminuir los impactos ambientales causados por la inadecuada disposición de estos materiales [8].

En Ecuador generalmente se han realizado estudios similares como la estabilización de adobes, bajo la utilización de aglomerantes naturales y artificiales como son: la paja, cáscara de arroz, fibra de cáscara de coco y un catalizador del proceso de refinamiento de combustibles, en dosificaciones del 5%,10%,15% y 20 % tanto en arcilla, como con cangagua, lo que permitió determinar las resistencias de los adobes; comparándolas con las normas mínimas de resistencia que exige el INEN, para materiales que son empleados en la construcción [9].

Por otra parte, el ser humano ha logrado resguardarse del frío buscando mejores condiciones para su confort. A partir de ese momento, y como acontece en la historia del ser humano, este confort térmico al que se ha intentado llegar, se ha desarrollado a través del tiempo con nuevas técnicas y materiales [10].

Por ello surge la necesidad de investigar, qué podría hacerse con los materiales de desecho o los nuevos polímeros, y con ello también surge el reciclaje de estos materiales, con la finalidad de hacer que los elementos contaminantes sean reutilizados o neutralizados para ser empleados como materia prima [11].

Hoy en día nuestro planeta está inundado de residuos nocivos que cada año acaban en los mares. Según la ONU aproximadamente unos 5 billones de bolsas de plástico son consumidos cada año en el mundo, y solo una pequeña proporción es reciclada, además, se testifica que, si las formas de consumo y organización de desechos no cambian, tendremos unos 12.000 millones de toneladas de residuos plásticos en el año 2050 [12].

Según el estudio Información ambiental en los hogares, desarrollado por el INEC, el 79.16% de las familias del país prefiere aún la funda plástica desechable, el 19.05% usa bolsas de tela o de material reutilizable y el 1.78% emplea canastas para llevar las compras del supermercado a la casa [13]

Es así, que el estudio busca que las personas analicen la situación de la contaminación del medio ambiente, con el único interés de que idealicen la excesiva producción de artículos hechos con plástico y la rapidez con la que éstas se desechan, no solo en nuestro medio, sino también en el medio marino, considerando que estas no estén desempeñando eficientemente el objetivo para los que fueron diseñados, es por esta razón, que para el presente proyecto se pretende reciclar principalmente las bolsas plásticas, con el fin de reutilizarlas como complemento sustentable en la elaboración de bloques de adobe, para mejorar las propiedades mecánicas, térmicas y acústicas [14].

La propuesta de este proyecto, puede aplicarse en la ciudad de Ambato, debido a que se conoce de personas que reciclan materiales como botellas, cartones, bolsas plásticas entre otro tipo de materiales; éstos lo que hacen es almacenar y vender a precios ínfimos a empresas recicladoras, las mismas que trasforman la materia prima y la venden, en otros casos ocupan para crear nuevos materiales ; es ahí donde se destaca la utilidad de las bolsas de plástico, éstas por el tiempo que tardan en degradarse requieren que se recicle para combatir la contaminación y el efecto que puede provocar en el medio ambiente, además esta actividad ofrece oportunidades de trabajo a personas de escasos recursos, mejorando su calidad de vida [14].

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar el uso de bolsas plásticas en la elaboración de bloques de adobe para viviendas unifamiliares y su variación de temperatura y acondicionamiento acústico.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Analizar el uso de bolsas plásticas en la elaboración de bloques de adobe en viviendas unifamiliares.
- Determinar la variación de temperatura y acondicionamiento acústico en la cámara de ensayo.
- Elaborar bloques de adobe que cumpla con los parámetros de confort térmico y acondicionamiento acústico según la normativa vigente.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

Nivel o tipo de Investigación

Los tipos de investigación empleados en el presente proyecto son:

2.1. Investigación Experimental

Los bloques de adobe son elaborados de forma tradicional, en los cuales se pretende la incorporación de diferentes porcentajes de agregado plástico, en este caso bolsas plásticas trituradas con la finalidad de que el material propuesto en la investigación mejore la variación de la temperatura y permita alcanzar un acondicionamiento acústico en los mampuestos; y a su vez obtenga una adecuada resistencia a la compresión.

2.2. Investigación de laboratorio

La obtención de los datos se logrará mediante el uso del laboratorio de la carrera de Ingeniería civil, lugar donde se realizará los ensayos de resistencia a compresión de las muestras de adobe tradicional y con agregado de bolsas plásticas, considerando que su resistencia última debe cumplir con lo especificado en la Norma E080.

También mediante la utilización de una cámara hermética conjuntamente con el Xplorer GLX, se obtendrá los datos de temperatura y sonido de los paneles elaborados con bloques de adobe.

2.3. Investigación analítica

Mediante esta investigación se procederá al análisis de la información obtenida de los ensayos realizados en base a los objetivos de estudio, con la finalidad de determinar el bloque de adobe con mejores propiedades de térmicas, acústicas y mecánicas.

2.4. Investigación de campo

Este tipo de investigación permitirá por medio de ensayos de campo, determinar si la tierra es apta o no para la elaboración de bloques de adobe.

Población y Muestra

La población del presente proyecto permite cuantificar las diferentes variables que influyen en los bloques, para ello se tomará 16 muestras por cada porcentaje de bolsas plásticas para la elaboración de una pared, la misma que se colocará en la cámara de ensayo.

Para determinar la resistencia a la compresión se realizarán 6 muestras por cada porcentaje de bolsas plásticas, de las cuales únicamente se considerará el promedio de las 4 mejores muestras [15]. Para el proyecto se establece lo siguiente:

- Adobe tradicional
- Adobe tradicional +5% de bolsas plásticas
- Adobe tradicional +10% de bolsas plásticas
- Adobe tradicional + 15% de bolsas plásticas

Finalmente se obtiene una población de 64 bloques de adobe para ensayos térmico-acústico y 24 muestras para el ensayo a compresión. Los cuáles serán ensayados a los 28 o 30 días a partir de su elaboración.

2.1. Materiales

Los materiales empleados para la elaboración de los bloques de adobe abundan en los sectores de la provincia de Tungurahua, los cuales por la facilidad con la que se obtienen, permiten realizar pruebas experimentales como lo propuesto en esta investigación; mismo que da lugar a la implementación de nuevos materiales como

son las bolsas plásticas trituradas en procesos constructivos antiguos, con el fin de mejorar las propiedades naturales del material propio.

El adobe tradicionalmente está compuesto por agregados finos como las arcillas y limos, agregados gruesos como la arena y la grava, así también como de agua; por ello es necesario tener en cuenta que cada componente presente en la mezcla influye para poder utilizarse como material de construcción [16]. A continuación, se detalla los materiales utilizados en la presente investigación:

2.2.3.1 Tierra

La tierra se define como un suelo natural, que se origina de la descomposición de rocas y está compuesta por minerales u orgánicos. Las tierras que son adecuadas para emplearse en la construcción están ubicadas en el subsuelo, las propiedades importantes de los suelos son: La composición granulométrica, la plasticidad, la humedad y el grado de compactación [17].

Además, se puede identificar otras características de la tierra mediante una simple observación, si la tierra presenta colores claros y brillantes se consideran suelos inorgánicos, mientras que, si presenta colores como café oscuro, verde oliva o negro son considerados suelos orgánicos [17].

Se establece que para obtener una tierra adecuada para elaborar bloques de adobe según la normativa peruana NTE E080 (Diseño y construcción con tierra reforzada) es: Arcilla entre 10%-20%, Limos entre 15%-25% y Arena entre 55%-70% [18].

2.2.3.2 Arcilla

La arcilla es una roca sedimentaria constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratado, que se originan de la descomposición de rocas que contienen granito. Su color se caracteriza desde un rojo anaranjado hasta el blanco cuando es arcilla pura

[16], este permite que el suelo tenga cohesión, tienen un diámetro equivalente o inferior a 0.002mm y es considerado como un aglutinante en aquellas tierras que puedan utilizarse para construir, sin necesidad de ser estabilizado con otros materiales como la cal, el cemento, el asfalto entre otros que permitan mejorar sus propiedades [19].

2.2.3.3 Limo

Son partículas de arenas microscópicas, con un tamaño comprendido entre 0.05 y 0.002 mm, está constituida por minerales como el cuarzo, fragmentos de feldespatos, micas y óxidos e hidróxidos de hierro. Los limos poseen cierta cantidad de plasticidad debido a que llevan adheridas partículas de arcilla, cuando la fracción de limos predomina se consideran suelos fértiles, por tal razón no es adecuado para el suelo, siempre y cuando junto a él se encuentren suficientes cantidades de materia orgánica, arena y arcilla [20].

2.2.3.4 Arena

Las arenas son partículas comprendidas entre 2 y 0.05 mm, éstas carecen de plasticidad y tenacidad, pueden presentarse en diversas formas dependiendo de la erosión sufrida como: redondeadas o angulares. Generalmente cuando su fracción predomina posee un buen drenaje y aireación, pero tienden a volverse poco fértiles [20].

2.2.3.5 Agua

El agua a emplearse en la fabricación de los bloques adobe debe ser limpia, libre de materiales nocivos como ácidos, álcalis, sales, materia orgánica, entre otros, y si es posible potable, debido a que es un factor importante en la elaboración de este tipo de mampuestos [21].

La cantidad de agua es concluyente para la técnica constructiva, es decir, un barro que posee poca cantidad de agua, contiene baja plasticidad y es adecuado para hacer tapial; mientras que, un barro con alto contenido de agua, es altamente plástico y sirve para el revoque de muros de tierra. Por lo tanto, para fabricar adobes el barro deberá contener una plasticidad media [22].

2.2.3.6 Bolsas plásticas trituradas

Generalmente las bolsas plásticas están constituidas de petróleo crudo, gas natural u otros derivados petroquímicos, que se transforman en cadenas de hidrógeno y moléculas de carbono conocidas como polímeros o resina polimérica [23]. En base a su composición pueden ser: polietileno de baja o alta densidad y polipropileno.

Este material como su nombre lo indica proviene del reciclado de las bolsas plásticas, mismas que mediante un proceso de extrusión aglutinante se obtienen en forma de granos.

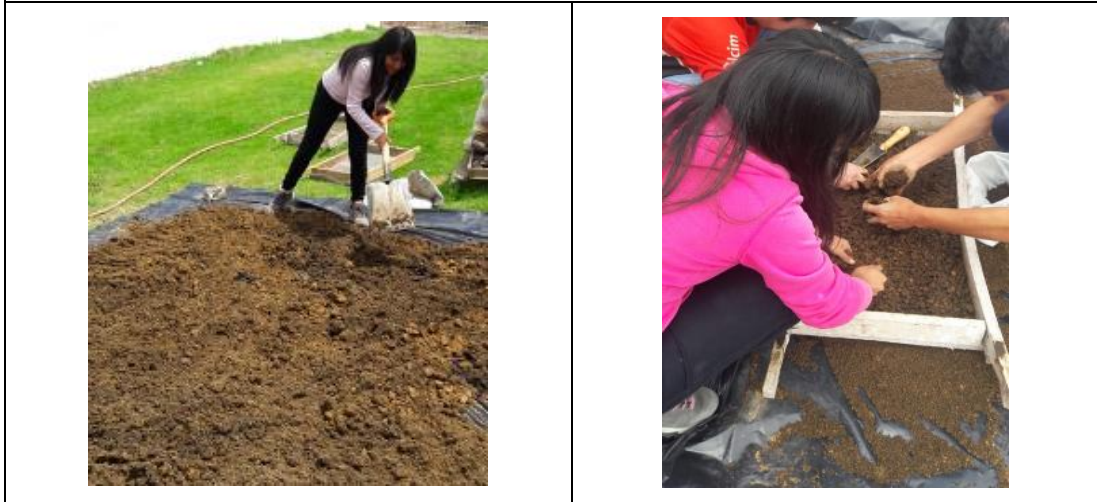
2.2. MÉTODOS

Para realizar el trabajo de investigación se emplea una metodología experimental, por consiguiente, se establece el siguiente procedimiento:

2.2.1 Extracción del suelo

El suelo se extrae de lugares cercanos al lugar de estudio, debido a que los suelos son distintos según al territorio al que pertenecen; por lo cual, la tierra para la elaboración de los bloques de adobe proviene de dos parroquias aledañas a la provincia de Tungurahua, se trata de las parroquias Pilahuin, ubicada al suroeste; y Pilisurco, ubicada al noroeste del cantón Ambato.

Figura 1. Preparación del suelo extraído.



Fuente: Sandra Cabay

2.2.3 Proceso de selección del suelo para elaborar adobes

En Ecuador, los criterios de construcción con adobe no se basan en una norma, sino se efectúan como una práctica de construcción adecuada, de tal forma que se considera un suelo apto para hacer adobes, aquel cuya granulometría contenga los siguientes porcentajes: arena entre 50 y 65 % y el resto entre limos finos y arcillas [24]. Por lo tanto, la calidad del suelo puede ser evaluada mediante ensayos de campo y de laboratorio como se detallan a continuación:

2.2.3.1 Cinta de barro

Para realizar este ensayo se utilizará una muestra de tierra con una humedad que permita moldearla en forma de cilindro de 12 mm de diámetro; y colocándola en una mano se aplanará con los dedos pulgar e índice hasta conseguir una cinta de 4 mm de espesor que se deja colgar al máximo. Si la cinta alcanza entre 20 cm y 25 cm el suelo es muy arcilloso; Si se rompe a los 10 cm o menos, el suelo tiene poco contenido de arcilla; y si la cinta está entre 10 cm y 20 cm , el suelo es adecuado para elaborar bloques de adobe [18].

Figura 2. Ensayo de cinta de barro, suelo apto para realizar adobes.



Fuente: Sandra Cabay

2.2.3.2 Presencia de arcilla

Para determinar la presencia de arcilla en la muestra, se deberá formar cuatro bolitas con la tierra húmeda, las cuales se dejarán secar por 48 horas, donde no puedan humedecerse o mojarse. Una vez secas se presionan fuertemente cada una de las bolitas con el dedo pulgar y el dedo índice. Si no se quiebran o rompen el suelo es apto; y si al menos una se quiebra o agrieta se realizará nuevamente el ensayo [18].

Figura 3. Cuatro muestras secas para la prueba de presencia de arcilla.



Figura 4. Prueba presencia de arcilla.



Fuente: Sandra Cabay

2.2.3.3 Prueba para determinar la composición del suelo

Para esta prueba es necesario realizar bloques de adobe, antes de adicionar nuevos materiales; debido a que, si los bloques de adobe una vez secos se desmenuzan, es porque contienen mucha arena; y si se rajan o presentan ciertas fisuras, es porque contienen mucha arcilla [25].

Figura 5. Presencia de arcilla en los bloques de adobe.



fuentes: Sandra Cabay

Como se muestra en la figura 5, los bloques de adobe elaborados inicialmente presentaron pequeñas fisuras a las 24 horas de su elaboración, por lo cual, se consideró aumentar arena para cumplir con el porcentaje óptimo de arcilla.

2.2.2 Obtención de bolsas plásticas trituradas

Las formas más comunes de obtener las bolsas plásticas son: mediante el reciclaje en nuestros hogares, a través de empresas recicladoras o de consumo como: supermercados, tiendas de comida, boutiques y grandes almacenes [14].

Por lo tanto, la materia prima para el proyecto se obtuvo a través de una empresa recicladora, ubicada en la ciudad de Sangolquí; la misma que recibe aproximadamente de 4 a 5 toneladas diarias de bolsas plásticas provenientes de las bodegas de Supermaxi que existen en nuestro país. Por consiguiente, su proceso de trituration se realiza de la siguiente forma:

- Una vez que las bolsas llegan a la empresa recicladora, éstas se clasifican de forma manual en base a su composición, es decir, en polietileno de baja o alta densidad; y en polipropileno.
- Luego se procede a retirar las etiquetas que contengan, para continuar con el proceso de lavado, esto con el único fin de dejarlas libres de residuos contaminantes.
- El proceso a seguir es fundir en el extrusor una cierta cantidad de bolsas plásticas del conjunto seleccionado anteriormente, donde se produce una reacción térmica cuando las mismas llegan a su punto de fusión, obteniendo de esta manera pequeñas piezas en forma de granos [26].

Figura 6. Máquina aglutinadora.	Figura 7. Triturado de bolsas plásticas.
	

Fuente: Sandra Cabay

2.2.3 Dosificación de los bloques de adobe tradicional y con agregado de bolsas plásticas

Para determinar la dosificación se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

2.2.3.1 Contenido de humedad

El contenido de humedad es un factor importante para realizar el análisis de una muestra, básicamente consiste en determinar el volumen de agua presente en la muestra natural del suelo [27].

Equipos:

Frascos de contenido de humedad. -Son recipientes metálicos de color gris, fabricados con un material que resiste altas temperaturas, y que permite que no se altere la muestra cuando se produce el proceso de enfriado y calentado (Anexo A-1) [28].

Balanza digital.- Es un instrumento utilizado para determinar el peso de una muestra, y cuenta con una precisión de 0.01gr aproximadamente [27].

Horno de secado. - Es un instrumento termostáticamente normalizado que mantiene una temperatura de $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$, la circulación del aire lo hace a través de un ventilador, y se utiliza para el secado de las muestras de suelos (Anexo A-2) [28].

Para determinar el contenido de humedad de la muestra de suelo, se realiza el siguiente procedimiento, bajo la norma NTE INEN 690 [28]:

- Registrar el número y el peso del recipiente (m1), que contendrá la muestra de suelo.
- Colocar la muestra de suelo húmeda en el recipiente y pesar, dicho valor será el peso del recipiente más la muestra de suelo húmeda (m2), ésta se colocará en el horno a una temperatura de 105 +/- 5°C, hasta aproximadamente 1 día.
- Una vez transcurrido el tiempo establecido, se retira la muestra del horno, se deja enfriar, y finalmente se pesa; el valor obtenido será el peso del recipiente más la muestra de suelo seca (m3).
- Para determinar el contenido de humedad se utilizó la siguiente fórmula:

$$W = \frac{m2 - m3}{m3 - m1} * 100$$

Donde:

w= Contenido de agua (%)

m1=Masa del recipiente (gr)

m2= Masa del recipiente y el suelo húmedo (gr)

m3= Masa del recipiente y el suelo seco (gr)

Mediante el procedimiento descrito anteriormente, se obtuvo los siguientes resultados (Ver Anexo B-1). Donde el contenido de humedad promedio de la muestra es igual a 22.29 %.

2.2.3.2 Método granulométrico

Este método nos permite conocer la proporción adecuada de los componentes de la tierra, con el único fin de establecer si es apto o no, para ser empleado en la construcción [29], El análisis granulométrico se realiza mediante el método de los

tamices según la norma NTE INEC 696, proceso que básicamente depende de la cantidad de agregados finos que contenga la muestra de suelo (Tabla 1) [30].

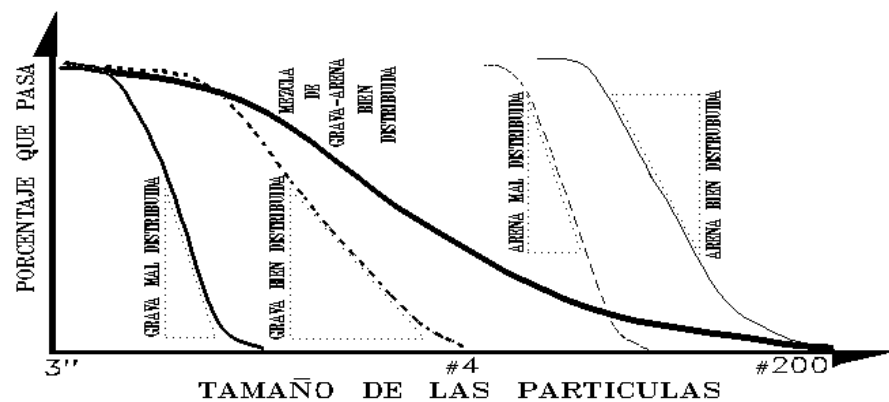
Tabla 1. Tipos de suelos.

Tipo de suelo	Cantidad de muestra
Suelos arcillosos y limosos	200 a 500 gr
Suelos arenosos	500 a 1000 gr
Suelos gravosos	5000 a 10000gr

Fuente: Análisis granulométrico,2011 [30].

Además, su representación gráfica se basa en un papel semilogarítmico de cuatro ciclos como se muestra en la siguiente figura [31].

Figura 8. Representación granulométrica



Fuente: Mecánica de suelos elemental, 2015.

Equipos:

Tamizadora. – Es un instrumento de 496 x406 x946 mm de acero, con un voltaje de 110/220V y una potencia de 400w aproximadamente, adicionalmente cuenta con dos mecanismos: temporizador de 0 a 99 minutos en pasos de 1 minuto o por medio de un funcionamiento continuo. (Anexo A-3)

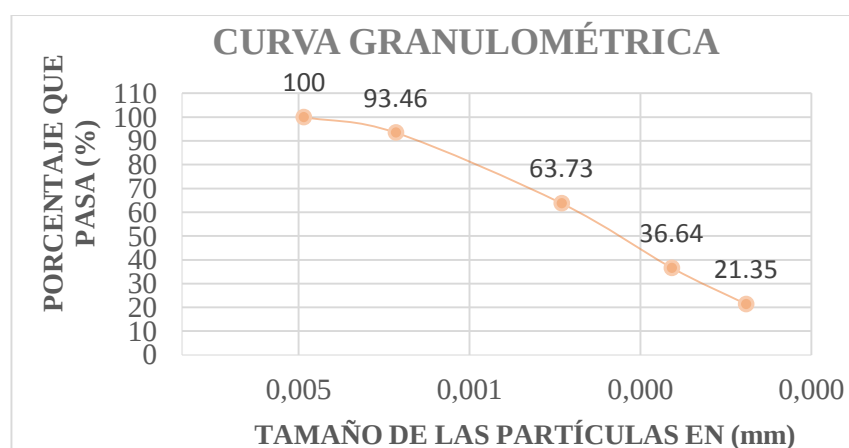
Juego de tamiz. – Son instrumentos de acero con aberturas estándar de acuerdo a los requisitos propuestos por NTE INEC 154, que se utilizan de acuerdo a la muestra de suelo a tamizar, y son ordenados de forma decreciente para el respectivo ensayo. (Anexo A-4)

Procedimiento:

- Seleccionar un grupo de tamices de acuerdo al suelo que se tiene, en este caso se utilizará el #4, #10, #100, #200 y la fuente; los cuales serán ordenados de forma descendente, según el tamaño de su abertura [16].
- Luego, colocar la muestra de suelo seca en los tamices, e inmediatamente ubicar en la máquina tamizadora, durante 15 minutos.
- Finalmente, pesar el material retenido en cada tamiz y tabular los datos.

Los datos obtenidos se tabulan como se muestra en la siguiente tabla (ver Anexo B-2); mismos que proporcionan la siguiente curva granulométrica.

Gráfico 1. Curva Granulométrica



Fuente: Sandra Cabay.

En base al ensayo granulométrico, se obtiene que la muestra de suelo es bien gradada y contiene 22 % de arcilla, 15% de limo y 63% de arena, porcentajes que se encuentran

similares a los rangos de gradación del suelo requeridos por estudios realizados en nuestro país y en NTE E080, tomando en cuenta que los resultados obtenidos no se regirán completamente a la norma mencionada, debido a que pertenece a otro país, por lo tanto, se considerará como una guía de estudio. Es así, que la dosificación para elaborar los bloques de adobe queda establecida como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2. Composición de la muestra de suelo.

Composición del suelo		
Arcilla(%)	limo (%)	Arena (%)
22	15	63

Fuente: Sandra Cabay

También, mediante la composición expuesta en la tabla 2, se establece las siguientes dosificaciones para elaborar un bloque de adobe tradicional y con agregado plástico, tanto para los ensayos térmico- acústico, como para los de resistencia a compresión.

Tabla 3. Dosificación del adobe tradicional y con agregado de bolsas plásticas.

Nombre	Tipo de tierra cruda	Composición			Cantidad de muestras Ensayo térmico-acústico	Cantidad de muestras Ensayo resistencia a compresión
		Material (%)	Agua (%)	Bolsas plásticas(%)		
Adobe tradicional	Adobe	100	12	0	18	6
Adobe +5% de bolsas plásticas	Adobe	100	12	5	18	6
Adobe +10% de bolsas plásticas	Adobe	100	12	10	18	6
Adobe +15% de bolsas plásticas	Adobe	100	12	15	18	6

Fuente: Sandra Cabay

Tabla 4. Dosificación para una muestra de adobe tradicional y con agregado de bolsas plásticas en función al peso.

Nombre	Peso del bloque (%)	Peso del suelo (kg)	Bolsas plásticas (%)	Peso de bolsas plásticas (kg)
Adobe tradicional	100	11.11	0	0
Adobe +5% de bolsas plásticas	100	11.11	5	0.38
Adobe+10%de bolsas plásticas	100	11.11	10	0.76
Adobe+15%de bolsas plásticas	100	11.11	15	1.13

Fuente: Sandra Cabay

Tabla 5. Dosificación para una muestra de adobe tradicional y con agregado de bolsas plásticas en función al peso. (Ensayo a compresión)

Nombre	Peso del bloque (%)	Peso del suelo (kg)	Bolsas plásticas (%)	Peso de bolsas plásticas (kg)
Adobe tradicional	100	1.61	0	0
Adobe +5% de bolsas plásticas	100	1.61	5	0.05
Adobe+10%de bolsas plásticas	100	1.61	10	0.11
Adobe+15%de bolsas plásticas	100	1.61	15	0.16

Fuente: Sandra Cabay

2.2.3 Elaboración de los bloques de adobe tradicional y con agregado de bolsas de plástico.

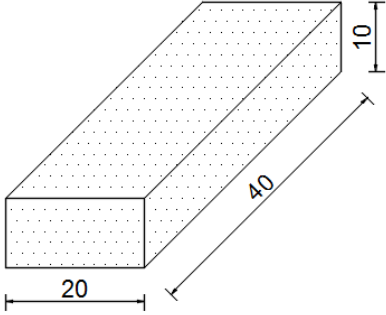
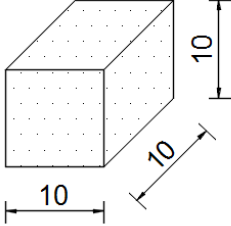
Una vez seleccionado el tipo de suelo y la dosificación se procede a elaborar los bloques de adobe.

Equipos:

- Pala
- Carretilla
- Palustre
- Cajón de madera

- Recipientes plásticos (balde de 16 litros)
- Molde de madera de 40,5 x 20,5 x 10,5 cm, para los bloques utilizados en los ensayos térmicos y acústicos.
- Molde de madera de 10,5 cm de arista para los bloques utilizados en el ensayo de resistencia a compresión.

Considerando los parámetros de la normativa, se determina las dimensiones finales del bloque de adobe, tomando en cuenta que lo representado en las siguientes figuras son las dimensiones esperadas después de su proceso de secado.

Figura 9. Dimensión del bloque de adobe.	Figura 10. Dimensión del bloque de adobe para ensayos a compresión
	

Fuente: Sandra Cabay

Para elaborar los bloques de adobe, se establece el siguiente procedimiento:

- Tamizar la tierra usando una zaranda.
- Elaborar una mezcla de tierra, arena y agua para formar el barro.
- Una vez preparada la mezcla de barro, se deja reposar por dos días, esto permitirá una mayor integración y distribución del agua en sus partículas; generando mayor cohesión [16].

Figura 11. Mezcla de tierra, arena y agua.



Fuente: Sandra Cabay

- Luego del periodo de reposo, agregar la cantidad de agua necesaria para poder moldearla, a su vez, si se trata del bloque de adobe con agregado plástico se incorporará el 5%,10% y 15% de bolsas plásticas, según lo especificado en la tabla 4; el paso a seguir es mezclarlo conjuntamente para obtener una mezcla homogénea [16].

Figura 12. Barro reposado más agregado de bolsas plásticas.



Fuente: Sandra Cabay.

- Para evitar que la mezcla se pegue al molde, éste debe mantenerse sumergido en agua [16].
- Colocar el molde sobre una superficie completamente plana, para evitar que el bloque de adobe presente deformaciones.
- Una vez ubicado el molde, se procede a colocar el barro en capas, las cuales se irán compactando con las manos hasta llenarlo completamente [25].

- Finalmente se enraza la superficie, se retira el exceso de barro; y se levanta el molde con cuidado para evitar deformar sus aristas.

Figura 13. Muestras de adobe colocadas sobre una superficie plana.



Fuente: Sandra Cabay

- Los adobes se dejan secar por 3 o 4 semanas como mínimo sobre una superficie plana, después de 10 días se colocarán de canto, y una vez secos se los apilará [25].

Figura 14. Secado y apilado de los bloques de adobe.



Fuente: Sandra Cabay

2.2.3.1 Comprobación de calidad: Prueba de la resistencia

Una vez secos los adobes, se realiza la prueba de la resistencia, proceso que consiste en escoger tres bloques de adobe sin fisuras ni deformaciones, dos se colocarán en la base a una distancia aproximada de 30 cm y sobre ellos un tercer adobe, mismo que debe resistir el peso de una persona por un minuto [15].

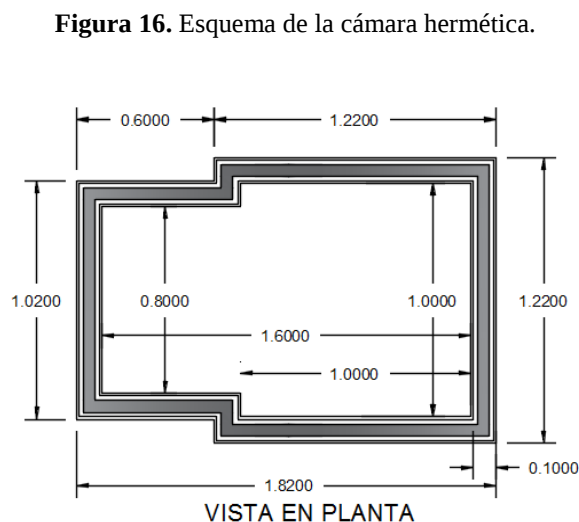
Figura 15. Comprobación de la resistencia del bloque de adobe.

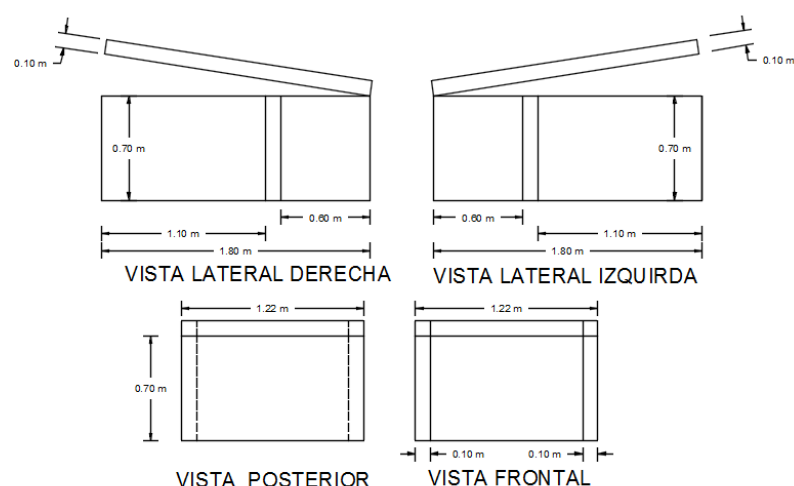


Fuente: Sandra Cabay

2.2.4 Elaboración de la Cámara hermética o de ensayo.

La construcción de la cámara se basa en el siguiente boceto:





Fuente: Sandra Cabay

En base al diseño propuesto anteriormente, se realizó la cámara hermética o de ensayo; la misma que se elaboró en estructura metálica con tubos cuadrados de 15 mm * 1.5 mm, con una base de chispa y cemento. Su armazón está completamente cubierto con gypsum de 10 mm de espesor, y en el interior de cada pared contiene lana de fibra de vidrio, el cual está recubierto superiormente con espuma de poliuretano.

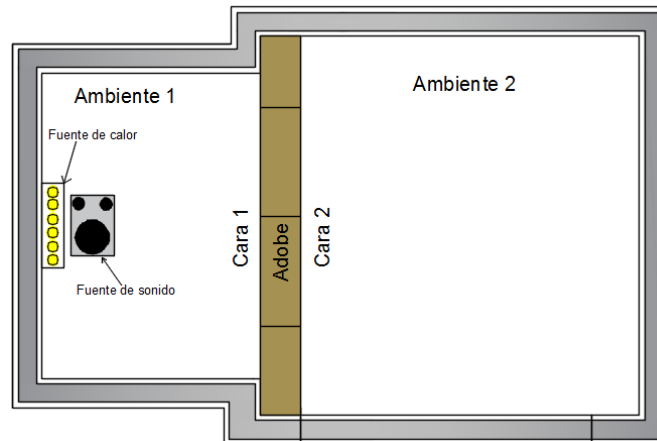
Adicionalmente, contiene una tapa removible, la cual será cubierta con lana de fibra de vidrio de 5 cm de espesor, por todo su perímetro interior.

Figura 17. Recubrimiento de la cámara de ensayo.	Figura 18. Tapa removible cubierta con lana de fibra de vidrio.
	

Fuente: Sandra Cabay

Una vez elaborada la cámara, se colocó los implementos necesarios para distribuir el calor y el sonido, mismos que se ubicaron en el espacio emisor como se muestra en el siguiente esquema:

Figura 19. Esquema de la fuente de calor y sonido.



Fuente: Sandra Cabay

2.2.5 Ensayos de laboratorio

2.2.5.1 Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión de los bloques de adobe se realiza mediante la normativa NTE E080, la cual requiere de seis muestras de adobe en forma de cubos de 0.10 m de arista; de los cuales el promedio de las cuatro mejores muestras debe ser igual o mayor a la resistencia última. La resistencia última se determina mediante $f=1 \text{ Mpa} = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$ [18].

Equipos:

Máquina de prueba de compresión de hormigón: Es un instrumento utilizado principalmente para la prueba de compresión del concreto. Consta de un indicador

analógico con un puntero de referencia, pantalla táctil y una unidad de carga altamente rígida para acomodar el concreto de ultra alta resistencia [32].

Procedimiento:

- Seleccionar las 6 muestras que se ensayarán; y medir el área que estará en contacto con la plataforma, mismas que se ingresarán al sistema de la máquina de ensayo [16].
- Colocar cada una de las muestras de adobe sobre la placa inferior, y con el pulsador manual manipular el ascenso, esto con el fin de que la muestra se acople de forma adecuada a la placa superior, finalmente, la muestra se somete a la compresión hasta que falle completamente [16].

Figura 20. Unidad de adobe a ensayar colocada en la máquina de compresión.	Figura 21. Unidad de adobe ensayada.
	

Fuente: Sandra Cabay

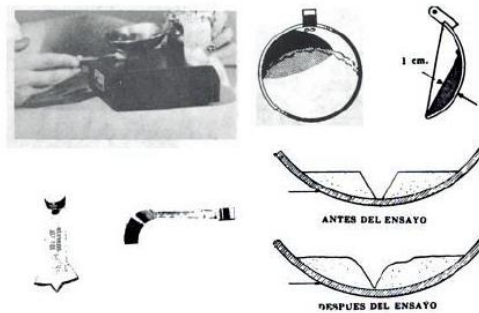
2.2.5.2 Plasticidad

Para determinar la plasticidad de un suelo, es necesario la utilización de los límites de Atterberg; los cuales se describen a continuación [33]:

Límite líquido

Para determinar el límite líquido de la muestra, se requiere de un ensayo de laboratorio, el cual se basa en relacionar el número de golpes de la copa de Casagrande y el contenido de humedad, proceso que a su vez permite graficar en un papel logarítmico la Curva de Escurrimiento [30].

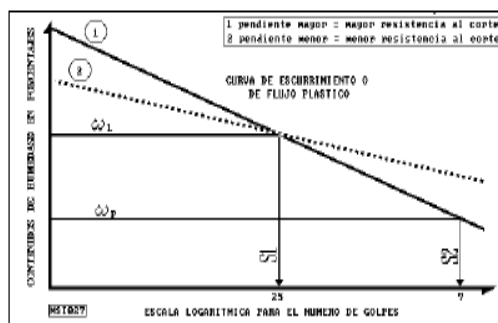
Figura 22. Ensayo de copa de Casagrande



Fuente: Mecánica de suelos y cimentaciones, 2004 [33].

Por lo tanto, el contenido de humedad que pertenezca a la intersección de la curva de escurrimiento con la ordenada de 25 golpes, debe determinarse como límite líquido del suelo, que en teoría significa que el suelo ha alcanzado una resistencia de corte de 25 gr/cm² [30].

Figura 23. Curva de escurrimiento



Fuente: Análisis de la capa de rodadura de la vía Iligo –tahuacha–san jorge del cantón patate y su relación en la calidad de vida de los habitantes del sector, 2011 [30].

Equipos:

Cuchara de Casagrande. – Es un instrumento que contiene un casquete esférico de metal resistente a la corrosión y fijado en el borde a un dispositivo, que mediante la operación de un mecanismo eléctrico produce la elevación del mismo, generando a su vez una serie de golpes sobre la base. (Anexo A-5)

Espátula. – Es un instrumento que contiene una hoja mediana flexible de acero y un mango de madera. (Anexo A-6)

Acanalador. – Es un instrumento de color gris, de acero inoxidable, que sirve para dividir la muestra de suelo por el eje de simetría de la copa Casagrande [16]. (Anexo A-7)

Mortero de porcelana. – Es un recipiente de porcelana de color blanco con un diámetro de 12 cm y una altura de 7.5 cm, y sirven para colocar y mezclar la muestra de suelo con agua. (Anexo A-8)

Cápsulas de secamiento del límite líquido. – Son recipientes metálicos de color gris, que sirven para colocar las muestras de suelo, resultantes de los ensayos de límite líquido y plástico. (Anexo A-9)

Horno. – Es un instrumento que tiene la capacidad de 300lt, con circulación de aire por medio de un ventilador, la temperatura es controlada por un microprocesador, y generalmente se utiliza para secar las muestras de suelo. (Anexo A-2)

Balanza. - Es un instrumento utilizado para determinar el peso de una muestra, y cuenta con una precisión de 0.01gr aproximadamente [27].

Procedimiento:

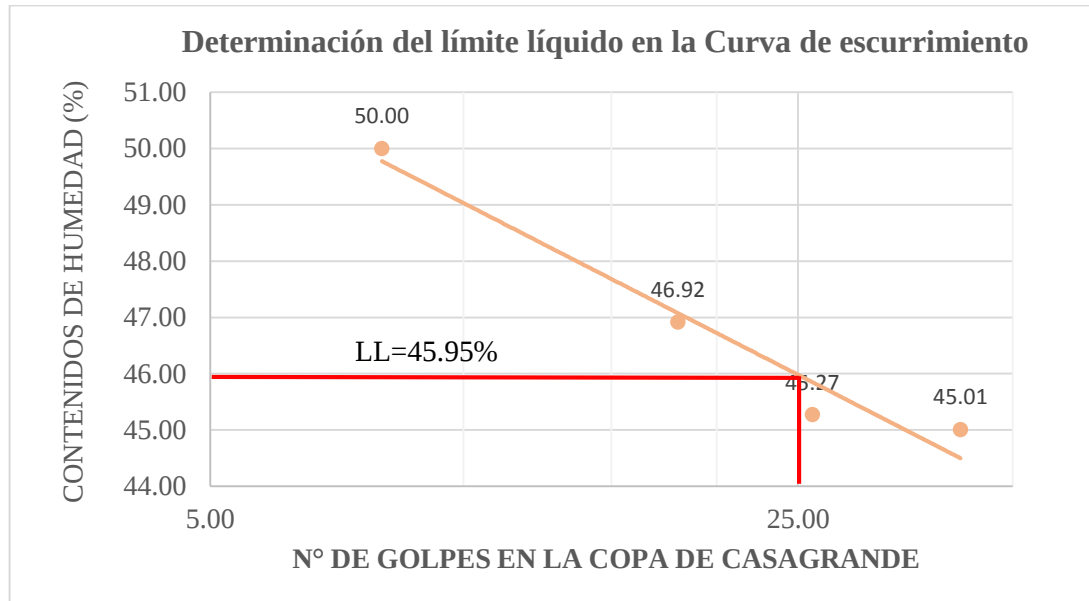
- Preparar una pequeña muestra de suelo en la cápsula de porcelana, misma que debe estar ligeramente húmeda.
- Colocar la muestra sobre la cuchara de copa de Casagrande, y nivelar la superficie con la espátula, de tal forma que obtenga una profundidad de 10 mm en la sección de máximo espesor [34].
- Con la utilización del acanalador separar la muestra de suelo en dos mitades, justo por el eje de simetría de la cuchara.
- Calibrar el equipo e iniciar el conteo, hasta que la muestra se una en el fondo del canal a una distancia aproximada de 10 mm [34].
- Finalmente, del lugar donde se unen los bordes de la abertura, recoger con la espátula una porción de cada mitad de la muestra y pesar para obtener su contenido de humedad [34].

Figura 24. Muestra colocada en la cuchara de Casagrande.



Fuente: Sandra Cabay

Gráfico 2. Curva de escurrimiento.



Fuente: Sandra Cabay

Los datos para la elaboración de la curva de escurrimiento se describen en el Anexo B-3. De acuerdo al gráfico 2, se obtiene el límite líquido de la muestra de suelo igual 45.95%.

Límite plástico

El límite plástico se define como el contenido humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra [33].

Procedimiento:

- Utilizar el material restante del ensayo de límite líquido, y mezclar con una cantidad de agua necesaria para realizar rollitos de aproximadamente 3mm de diámetro. Si, los rollitos presentan fisuras significa que ha alcanzado el límite plástico [16].
- Finalmente, colocar cada rollito en los recipientes; mismos que se pesarán, antes de introducirlos en el horno por un periodo de 24 horas [16].

Figura 25. Filamentos para determinar el Límite plástico.



Fuente: Sandra Cabay

De acuerdo al método de deslizamiento de la muestra sobre una superficie (Anexo B-4), se determinó el límite plástico igual a 33.13%, valor que corresponde al promedio del contenido de humedad.

2.2.5.3 Índice de plasticidad

Para determinar el índice de plasticidad se establece la siguiente ecuación:

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP= Índice de plasticidad.

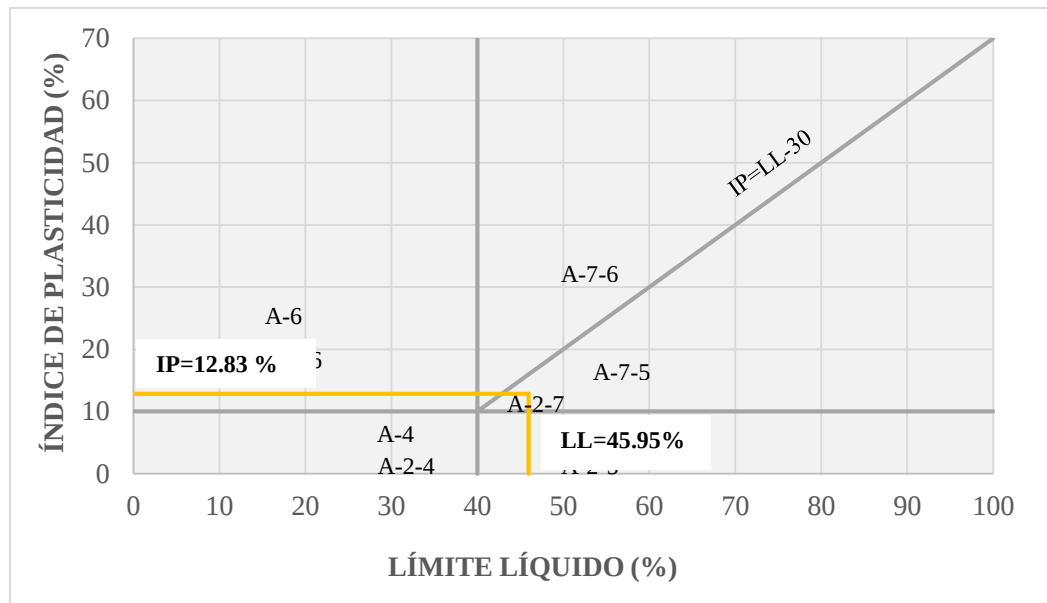
LL= Límite Líquido.

LP= Límite plástico.

Por lo tanto, si el suelo tiene un IP igual a cero se trata de un suelo no plástico; si es menor que 7, el suelo presenta baja plasticidad; si está comprendido entre 7 y 17, el suelo es medianamente plástico; y si es mayor a 17, el suelo es altamente plástico [33].

Una vez que se obtiene el límite líquido y el límite plástico, se emplea la ecuación descrita anteriormente, misma que permite obtener un índice de plasticidad igual a 12.83%.

Figura 26. Carta de plasticidad.



Fuente: Variación de los valores del límite líquido e índice de plasticidad para los grupos de suelo, Mecánica de suelos y cimentaciones, Ing. Ángel Huanca, 2016

Figura 27. Clasificación de los suelos- método AASHTO.

Clasif. General	Materiales Granulares (35% o menos pasa la malla n° 200)				Limos y Arcillas (35% pasa malla n° 200)			
Grupos	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4 A - 5 A - 6 A - 7
Subgrupos	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7	A - 7 - 5/A - 7 - 6
% que pasa tamiz :								
N° 10	50 máx							
N° 40	30 máx 50 máx		51 mín					
N° 200	15 máx 25 máx		10 máx	35 máx 35 máx 35 máx 35 máx				36 mín 36 mín 36 mín
Caract. Bajo N° 40								
LL				40 máx 41 mín 40 máx 41 mín				40 máx 41 mín 40 máx 41 mín
IP	6 máx 6 máx		NP	10 máx 10 máx 11 mín 11 mín				10 máx 10 máx 11 mín 11 mín
IG	0 0		0	0 0 4 máx 4 máx				8 máx 12 máx 16 máx 20 máx
Tipo de material	Gravas y Arenas		Arena fina	Gravas y arenas limosas y arcillosas				Suelos Limosos Suelos arcillosos
Terreno fundación	Excelente		Excelente	Excelente a bueno				Regular a malo

Fuente: Clasificación de la fracción fina de materiales provenientes del río Guayuriba, en la ciudad de Villavicencio, 2016 [35].

De acuerdo a la carta de plasticidad y la clasificación de los suelos según la AASHTO, se obtiene que la muestra de suelo para elaborar adobes pertenece al grupo A-2-7, mismo que representa a un suelo arenoso limoso con terreno de fundación excelente.

2.2.6 Ensayo térmico (NCh-849; NCh-851, NEC-11, CAP 13)

2.2.6.1 Aislamiento térmico

Se define como la capacidad que tienen los materiales para oponerse al paso del calor, es decir, el intercambio de energía calorífica entre sus ambientes [36] [37].

2.2.6.2 Transferencia de calor

La transferencia de calor es un proceso que permite el intercambio de energía en forma de calor entre diferentes cuerpos o varias partes de un mismo cuerpo que se encuentran a distinta temperatura [38].

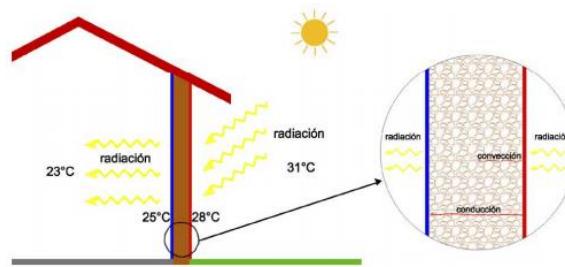
La transferencia de calor se produce mediante tres mecanismos físicos:

Conducción. – Es la transferencia de calor entre dos sistemas, uno de mayor temperatura que transmite el calor a otro de menor temperatura, produciendo un flujo de calor desde las temperaturas altas a las bajas [38].

Convección. –Es la transferencia de calor que se produce por movimientos de la masa de un fluido [10].

Radiación. –Es la emisión de energía a través de ondas electromagnéticas emitidas por un cuerpo que se encuentra a una temperatura dada, y se distribuye desde la fuente hacia el exterior en todas las direcciones [38].

Figura 28. Modos de transferencia de calor.



Fuente: Comportamiento térmico del espacio arquitectónico en construcciones de adobe, Estado de México, 2015 [39].

2.2.6.3 Conductividad térmica

Es una propiedad física de los materiales, que caracteriza la transmisión de calor de una partícula a otra mediante el contacto entre ellas [38]. Por cual, mientras menor sea el valor de esta propiedad en un material, mejor será su capacidad aislante [10]. A continuación, se presenta una lista de materiales aislantes.

Figura 29. Conductividad térmica de materiales.

Material	Densidad aparente kg/m ³	Conductividad térmica, λ W/(m x K)
Agua líquida a 0°C	1 000	0,59
Agua líquida a 94°C	1 000	0,69
Aire quieto a 0°C	0,0012	0,024
Aire quieto a 100°C	-	0,031
Adobe	1 100 - 1 800	0,90
Aluminio	2 700	210
Arcilla	2 100	0,93
Arcilla expandida	300	0,09
Arcilla expandida	450	0,11
Arena	1 500	0,58
Aserrín de madera	190	0,06
Asfaltos	1 700	0,7
Azulejos	-	1,05
Baldosas cerámicas	-	1,75
Betón	1 050	0,16
Bronce	8 500	64
Cascote de ladrillo	1 300	0,41
Capotillo de arroz	117	0,06
Cebada	470	0,07
Cobre	8 930	380
Escorias	800	0,25
	1 000	0,29
	1 200	0,34
	1 400	0,41
Enlucido de yeso	800	0,35
	1 000	0,44
	1 200	0,56
Enlucido de yeso con perlita	570	0,18
Fibro-cemento	920	0,22
	1 000	0,23
	1 135	0,23
Fundición y acero	7 850	58
Grava rodada o de machaqueo	1 700	0,81
Hormigón armado (normal)	2 400	1,63
Hormigón con áridos ligeros	1 000	0,33

(continúa)

Fuente: Acondicionamiento térmico- envolvente térmica de edificios- cálculo de resistencias y transmitancias térmicas NCh853,2007

Por lo tanto, para determinar la conductividad térmica se emplea la siguiente ecuación [40]:

$$\lambda = \frac{\varphi * e}{A * \Delta t} = \left(\frac{w}{m * ^\circ K} \right)$$

Donde:

φ = Flujo térmico. (W)

e= Espesor del muro. (m)

A=Área de la muestra en contacto directo con la fuente de calor. (m²)

Δt =Diferencia de temperatura en las caras. (°K)

2.2.6.4 Confort térmico

Se define como la sensación de comodidad que busca una persona, con respecto a un ambiente térmico definido, para lograr este equilibrio existen algunos parámetros que se relacionan con el ser humano como: el metabolismo, tipo de vestimenta y la temperatura de la piel, y los restantes se relacionan con el ambiente como: la temperatura del aire, la velocidad del aire, la humedad relativa y la temperatura superficial de los elementos [36].

Adicionalmente, de acuerdo a la NEC-11 en el capítulo 13, se expone que para que exista confort térmico depende de 4 factores como [36]:

- Temperatura del ambiente entre 18 °C y 26°C
- Temperatura radiante de áreas del local entre 18°C y 26°C
- Velocidad del aire entre 0.05 y 0.15 m/s
- Humedad relativa entre 40 % y 65 %.

Equipos:

Fuente de emisión térmica. - Consta de 6 focos de 100W instalados de forma uniforme, mismos que están ubicados en el ambiente que tiene el objetivo de proporcionar calor a la cara de la pared [38].

Sensores de medición: Son sensores PS-2104 que miden la temperatura ambiente, la temperatura de la sonda, el nivel de sonido en decibeles, y el nivel de la luz de un ambiente determinado. (Anexo A-10).

Sensores de temperatura. -Son sensores de respuesta rápida, que se ubican al lado izquierdo del Xplorer GLX, con un rango de -10 a +70°C [41].

Xplorer GLX marca Pasco: Es un instrumento que permite obtener datos, gráficos y análisis; tiene la capacidad de admitir hasta 4 sensores PASPORT simultáneamente, es decir, dos sensores de temperatura, sonido y voltaje (Anexo A-11).

Figura 30. Fuente de emisión térmica de la cámara hermética.	Figura 31. Xplorer GLX.
	
	

Fuente: Sandra Cabay

Procedimiento:

- Preparar el mortero, el cual contiene el 10% de agua en relación al peso de la muestra, mismo que será de 2cm de espesor para adherir de manera adecuada los bloques de adobe.
- Construir de forma vertical la pared a ensayar, tomando en consideración que cada bloque de adobe debe ser remojado durante 15 segundos antes de ser colocado en la base de la cámara y en cada hilada [16].

- Colocar los sensores de temperatura en cada una de las caras de la pared y espacios ,es decir, dos sensores se ubicarán en el espacio que contiene la fuente de emisión de calor y los otros dos se colocarán en el espacio de la fuente receptora de calor [38].
- Configurar las unidades de los sensores de temperatura a grados centígrados, y el modo de recolección de datos a uno por minuto, una vez que se conectan al equipo Xplorer GLX.
- Antes de encender la fuente emisora de calor, colocar la fibra de vidrio sobre las paredes de la cámara, y la pared de adobe antes de cerrar la tapa.
- Encender la fuente de emisión de calor por una hora.
- Finalmente, transcurrido el tiempo establecido se procede a finalizar la medición y exportar los datos.

Figura 32. Elaboración de la pared de adobe.	Figura 33. Ensayo térmico.
	

Fuente: Sandra Cabay

2.2.7 Ensayo acústico (NCh-2786; NCh-2865)

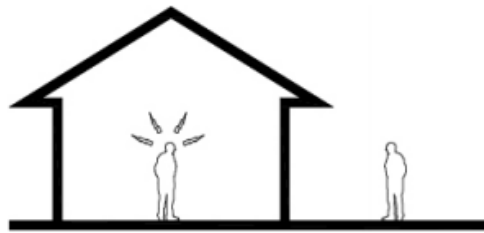
2.2.7.1 Confort acústico

Es una situación en la que el nivel del ruido provocado por las actividades del ser humano resulta apropiado para el descanso, la salud y la comunicación de las personas [42].

2.2.7.2 Aislamiento acústico

Se define como el proceso que impide que el ruido que proviene del exterior ingrese al espacio interno [36].

Figura 34.Esquema de Aislamiento Acústico.



Fuente: Norma Ecuatoriana de la construcción, Eficiencia Energética en la construcción en Ecuador, 2011 [36].

El aislamiento acústico es importante tomar en cuenta al momento de construir, por lo tanto se mencionan 4 aspectos a considerar [38]:

- Características eventuales y frecuencia del ruido.
- Características mecánicas del origen del ruido.
- Nivel de presión sonora máximo permisible.
- Formas de transmisión del sonido [38].

2.2.7.3 Acondicionamiento Acústico.

Se define como la condición superficial que tienen los materiales internos, que ocasionan que el ruido propio de la actividad en el lugar se amplifique hasta superar los niveles de confort [36].

Figura 35. Niveles máximos de ruido de acuerdo a la actividad.

Lugar/Actividad	Nivel sonoro [dB]
Locales y recintos comerciales	70
Oficinas	60
Actividades de vivienda, estudio, dormitorios, bibliotecas, hoteles	50
Lugares de estar,	50
Aulas de estudio	55
Hospitales y centros de salud	45
Otros lugares no estipulados anteriormente diferentes de sitios de vivienda o estar.	75

Fuente: Tabla 13.3, Norma Ecuatoriana de la construcción, Eficiencia energética en la construcción en Ecuador, 2011 [36].

2.2.7.4 Ruido

Es una sensación auditiva desagradable, que da lugar a un cambio aleatorio de presión a lo largo del tiempo [43].

Figura 36. Percepción humana a diferentes niveles de ruido.

Nivel de presión sonora (dB)	Efecto
10	Apenas audible
30	Muy silencioso
50	Silencioso
80	Molesto
90	Muy molesto (Daño auditivo en 8h)
110	Extremadamente fuerte
140	Dolorosamente fuerte
180	Pérdida auditiva irreversiblemente

Fuente: Caracterización del ruido, Proyecto acústico de una actividad susceptible de ruido y vibraciones, 2012 [43].

2.2.7.5 Tipos de ruido

Existe una variedad de características que permiten diferenciar unos ruidos de otros, por cual, se clasifican en dos grupos [43]:

Con relación al tiempo, pueden ser:

- **Ruido continuo**

Este tipo de ruido se basa en que los niveles de presión acústica y el espectro de frecuencias cambian en función al tiempo, generalmente son los ruidos que producen los motores eléctricos o bombas de agua.[43].

- **Ruido fluctuante**

Este tipo de ruido se basa en que los niveles de presión acústica cambian de forma aleatoria en función al tiempo, y es el ruido que produce el tráfico vehicular [43].

- **Ruido impulsivo**

Este ruido se produce por un incremento brusco y de escasa duración en el nivel de presión acústica, como por ejemplo el ruido que produce un golpe de un martillo [43].

En relación a la frecuencia el ruido puede ser:

- **Ruido blanco**

Se define como aquel ruido que posee la misma energía en todas las frecuencias. Son utilizados para determinar ciertas características acústicas [43].

- **Ruido Rosa**

Se define como aquel ruido que sirve como señal de referencia para determinar las medidas acústicas, el aislamiento acústico, la potencia sonora, y la absorción acústica en espacios. El ruido es parecido al que produce una radio, cuando no se sintoniza ninguna emisora [43].

2.2.7.6 Niveles permisibles de ruido.

De acuerdo a la Conferencia Americana de Higienistas industriales Gubernamentales los tiempos de exposición para trabajadores sin ninguna protección son [44].

Tabla 6. Valores límites permisibles.

	Tiempo de exposición	Nivel de presión sonora (dbA)
Horas	24	80
	16	82
	8	85
	4	88
	2	91
	1	94
Minutos	30	97
	15	100
	7,5	103
	3,75	106
	1,88	109
	0,94	112

Fuente: Valores límites permisibles, Seguridad y Salud en el trabajo Gestión de riesgos, 2018

Según el decreto ejecutivo 2393 reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, establece como límite máximo de presión sonora 85 dBA, mismo que es medido en el lugar donde se mantiene habitualmente el trabajador por 8 horas; sin embargo, los trabajos que requieran actividad intelectual o concentración no deberán exceder 70 dBA de ruido.

Por otro lado, para el caso del ruido continuo los niveles sonoros están relacionados con el tiempo de exposición como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7 Niveles sonoros con relación al tiempo de exposición.

Nivel Sonoro (dB)	Tiempo de exposición (por jornada/hora)
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0,25
115	0,125

Fuente: Ruidos y vibraciones, decreto ejecutivo 2393,2003

Por lo tanto, para realizar el ensayo acústico se utilizará el ruido rosa, por las características que posee; y con la utilización de un parlante se emitirá el ruido en un rango de 80 – 90 dB, como se menciona en los estudios previos de niveles permisibles de ruido.

Equipos:

Fuente de emisión del sonido: Está conformado por un parlante que está conectado a una amplificación, mismo que emitirá un ruido continuo con parámetros normalizados.

Sonómetro: Es un instrumento que mide el nivel de sonido, puede leer entre 30db - 130 db, mientras reduce los efectos del ruido del viento para determinar lecturas más precisas. La fuente de sonido de calibración es de 94 dB aproximadamente [45].

Figura 37. Sonómetro.



Fuente: Sandra Cabay

Procedimiento del ensayo:

- El ordenador a utilizar para realizar el ensayo acústico, deberá contener el software Audacity, el cual permitirá simular el sonido.
- Colocar los sonómetros en el espacio emisor y receptor de la cámara hermética, configurar en el software los siguientes datos: el ruido rosa como ruido de simulación, la amplitud de 0.8, y el tiempo de duración 11 minutos; luego cerrar la tapa y encender la fuente de emisión del sonido, mismo que se regulará a lo requerido por el sonómetro, antes de iniciar el ensayo.
- Finalmente exportar los datos y realizar el análisis.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

Una vez concluido los ensayos de granulometría, límites de Atterberg del material, se procede a la fabricación, curado, ensayos a compresión, ensayos de variación térmica y acústica de los bloques de adobe.

3.1.1 Resistencia a compresión.

La resistencia promedio se obtiene seleccionando las cuatro mejores muestras con mayor resistencia a compresión de seis muestras ensayadas por cada dosificación [15].

Tabla 8. Resistencia a compresión de muestras de adobe tradicional.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
RESISTENCIA A COMPRESIÓN BLOQUE DE ADOBE TRADICIONAL					
LA ADICIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ADOBE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
Fecha de elaboración del bloque				03/13/2019	
Fecha de realización del ensayo				04/17/2019	
Muestra	Dimensiones			Carga	Resistencia
	a (cm)	b (cm)	c (cm)	kg	kg/cm2
1	10	10	10	1031,16	10,31
2	10	10	10	1024,91	10,25
3	10	10	10	1428,22	12,95
4	10	10	10	1030,49	11,20
5	10	10	10	1010,09	9,35
6	10	10	10	1005,66	9,12
Promedio (kg/cm2)					11,18

Fuente: Sandra Cabay

Tabla 9. Resistencia a compresión de muestras de adobe con adición del 5% de bolsas plásticas.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
RESISTENCIA A COMPRESIÓN BLOQUE DE ADOBE CON ADICIÓN DEL 5% DE BOLSAS PLÁSTICAS					
LA ADICIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ADOBE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
Fecha de elaboración del bloque				02/17/2019	
Fecha de realización del ensayo				03/18/2019	
Muestra	Dimensiones			Carga	Resistencia
	a (cm)	b (cm)	c (cm)	kg	kg/cm²
1	10	10	10	1640,41	14,88
2	10	10	10	1328,08	12,04
3	10	10	10	1765,22	16,82
4	10	10	10	1259,32	10,42
5	10	10	10	1066,96	9,69
6	10	10	10	1133,13	9,37
Promedio (kg/cm²)					13,54

Fuente: Sandra Cabay

Tabla 10. Resistencia a compresión de muestras de adobe con adición del 10% de bolsas plásticas.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
RESISTENCIA A COMPRESIÓN BLOQUE DE ADOBE CON ADICIÓN DEL 10% DE BOLSAS PLÁSTICAS					
LA ADICIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ADOBE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
Fecha de elaboración del bloque				02/17/2019	
Fecha de realización del ensayo				03/18/2019	
Muestra	Dimensiones			Carga	Resistencia
	a (cm)	b (cm)	c (cm)	kg	kg/cm ²
1	10	10	10	1339,00	12,76
2	10	10	10	1594,48	14,47
3	10	10	10	1420,24	12,88
4	10	10	10	952,90	8,64
5	10	10	10	625,15	5,17
6	10	10	10	601,53	4.98
Promedio (kg/cm ²)					12,19

Fuente: Sandra Cabay

Tabla 11. Resistencia a compresión de muestras de adobe con adición del 15% de bolsas plásticas.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
RESISTENCIA A COMPRESIÓN BLOQUE DE ADOBE CON ADICIÓN DEL 15 % DE BOLSAS PLÁSTICAS					
LA ADICIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ADOBE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
Fecha de elaboración del bloque				02/17/2019	
Fecha de realización del ensayo				03/18/2019	
Muestra	Dimensiones			Carga	Resistencia
	a (cm)	b (cm)	c (cm)	kg	kg/cm2
1	10	10	10	1107,04	10,55
2	10	10	10	1154,97	10,46
3	10	10	10	1149,37	9,95
4	10	10	10	1131,06	9,35
5	10	10	10	825,35	7,50
6	10	10	10	870,95	7,90
Promedio (kg/cm2)					10,08

Fuente: Sandra Cabay

Tabla 12. Resumen de las resistencias a compresión de los bloques de adobe.

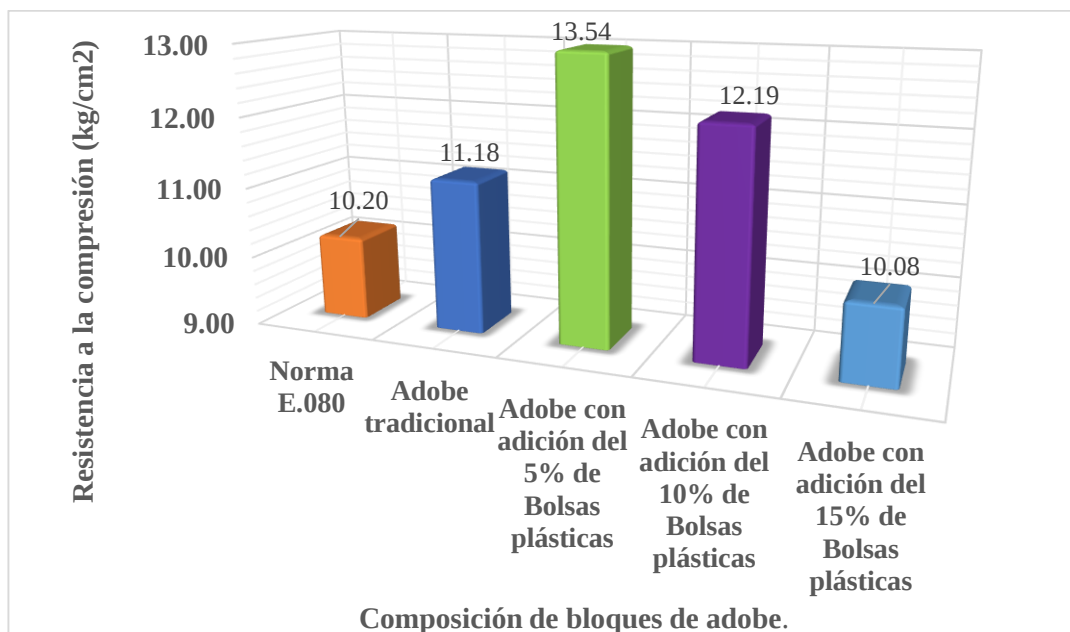
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 	
PROMEDIOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN	
LA ADICIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ADOBE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA	
Fecha de elaboración de los bloques	03/17/2019
Composición	Resistencia (kg/cm²)
Norma E.080	10,20
Adobe tradicional	11,18
Adobe con adición del 5% de Bolsas plásticas	13,54
Adobe con adición del 10% de Bolsas plásticas	12,19
Adobe con adición del 15% de Bolsas plásticas	10,08

Fuente: Sandra Cabay

Análisis: De acuerdo a expuesto en la tabla 12, el adobe elaborado de forma tradicional alcanza una resistencia de 11.18 kg/cm², considerando que dicho valor sobrepasa a lo requerido en la normativa E.080, de igual forma se observa que con el 5% y 10 % de agregado de bolsas plásticas los adobes alcanzan resistencias de 13.54 kg/cm² y 12.19 kg/cm² respectivamente; mientras que, con el 15% disminuye a 10.08 kg/cm², esto con relación al adobe tradicional.

Para obtener una mejor interpretación se realiza el siguiente gráfico, donde se indica la influencia de la adición de bolsas plásticas en la resistencia a compresión de los bloques de adobe.

Gráfico 3. Resistencia a compresión de los bloques de adobe tradicional y con adición de bolsas plásticas.



Fuente: Sandra Cabay

Interpretación: De acuerdo al gráfico 3, el adobe elaborado tradicionalmente alcanza una resistencia promedio de 11,18 kg/cm², valor superior a lo sugerido en la norma E.080; y al adicionar el 5% y 10% de bolsas plásticas, su resistencia aumenta en un 21.10% y 9.03% respectivamente, mientras que, con la adición del 15% su resistencia disminuye en un 9.84%, lo que demuestra que al incrementar el porcentaje de bolsas plásticas la resistencia disminuye.

La adición de bolsas plásticas en el adobe es una nueva propuesta, por ello, se establece el siguiente cuadro comparativo de resistencias, con relación a estudios similares.

Tabla 13. Análisis comparativo de resistencias a la compresión.

DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA(kg/cm ²)
Adobe tradicional	11,18
Adobe con adición del 5% de Bolsas plásticas	13,54
Adobe con adición del 10% de Bolsas plásticas	12,19
Adobe con adición del 15% de Bolsas plásticas	10,08
Ladrillo con LDPE (bolsas plásticas) reciclado	13,20
Norma E.080	10,2

Fuente: Sandra Cabay

Como se muestra en la tabla 13, el estudio realizado por Rosana Gaggino con el proyecto ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción, y mediante la aplicación de un ladrillo con bolsas plásticas recicladas obtuvo una resistencia de 13,20 kg/cm², similar a lo obtenido en el presente estudio.

A su vez, se puede apreciar que los adobes con el 5% y 10% de adición de bolsas plásticas son aptos para la construcción, en cambio el adobe con adición del 15% de bolsas plásticas se considera no apto, debido a que su valor es inferior a 10,2 kg/cm², resistencia última requerida por la guía de estudio.

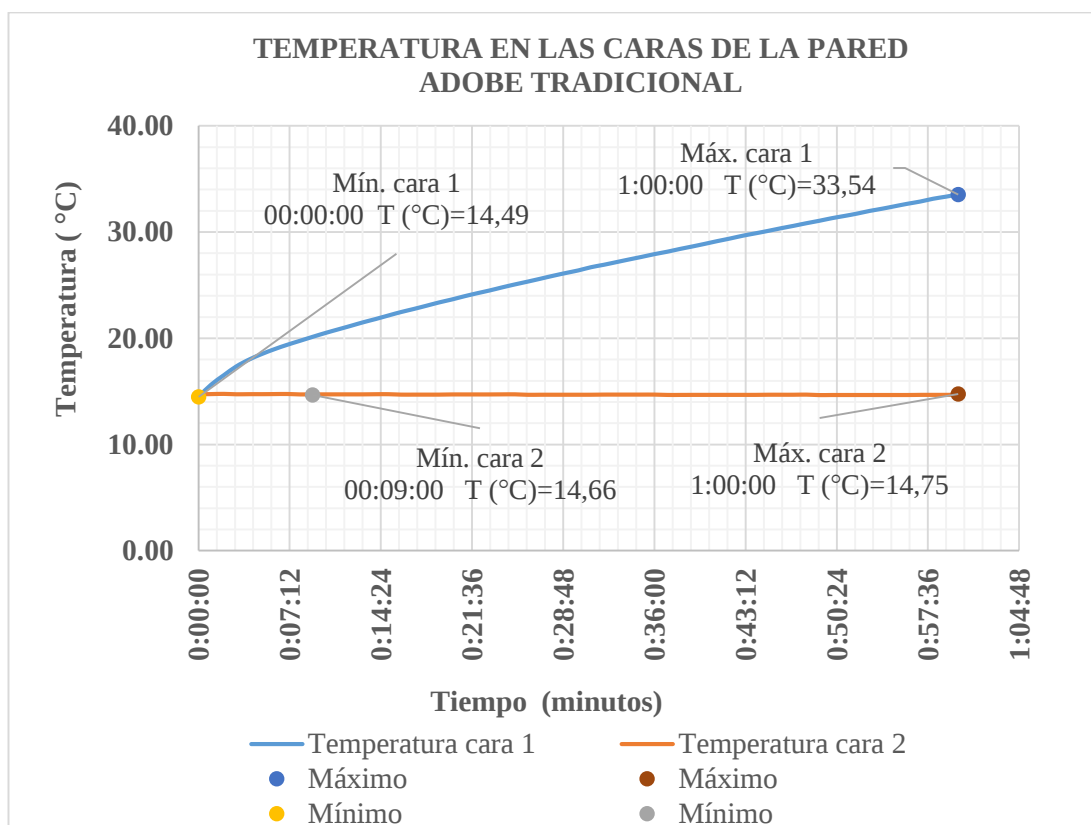
3.1.2 Ensayos térmicos

3.1.2.1 Ensayo térmico pared bloque de adobe tradicional

Mediante el procedimiento descrito en la metodología, se ensayó la pared de bloques de adobe tradicional. (Anexo B-5)

A continuación, se muestra el siguiente gráfico que está en función del tiempo en minutos y la temperatura en °C de la cara 1 y 2 de la pared.

Gráfico 4. Temperatura (°C) vs tiempo (min) en las caras de la pared de adobe tradicional



Fuente: Sandra Cabay

Tabla 14. Temperaturas (°C) en las caras de la pared de adobe tradicional.

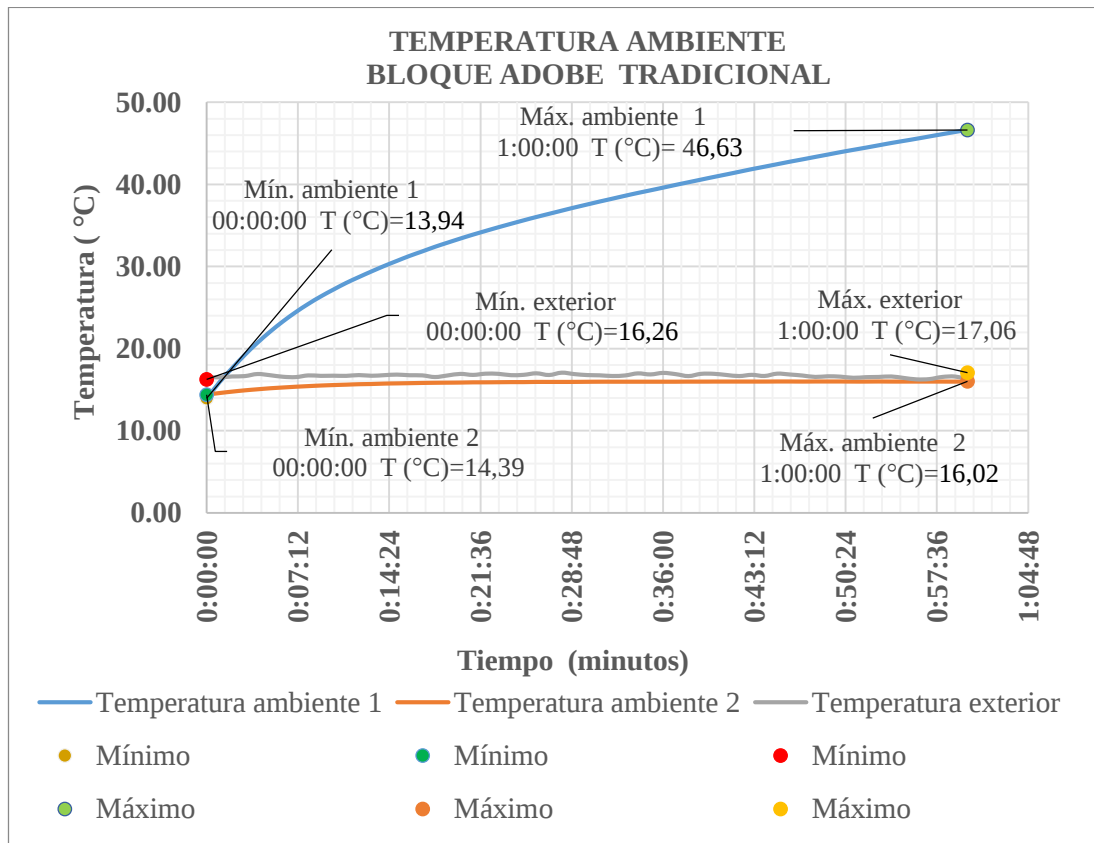
Valor	Temperatura cara 1 (°C)	Temperatura cara 2 (°C)
Máximo	33,54	14,75
Mínimo	14,49	14,66
Promedio	25,89	14,70
$\Delta T(\text{máx.})$	18,78	

Fuente: Sandra Cabay

Análisis: De acuerdo a tabla 14, la temperatura de la cara 1 varía entre 14,49°C y 33,54°C, mientras que, en la cara 2 sus valores varían entre 14,66°C y 14,75°C. Además, se obtuvo la variación de temperatura entre sus caras, un valor igual a 18,78 °C.

En el siguiente gráfico se muestra la temperatura del ambiente 1, ambiente 2 y la del ambiente exterior que se obtienen mediante ensayo térmico.

Gráfico 5. Temperatura ambiente (°C) vs tiempo (min) en la cámara de ensayo.



Fuente: Sandra Cabay

Tabla 15. Temperatura ambiente (°C) 1 y 2 en la cámara de ensayo de la pared de adobe tradicional.

Valor	Temperatura ambiente 1 (°C)	Temperatura ambiente 2 (°C)
Máximo	46,63	16,02
Mínimo	13,94	14,39
Promedio	35,69	15,79
$\Delta T(\text{máx})$	30,62	

Fuente: Sandra Cabay

Análisis: En la tabla 15 se muestra que la temperatura del ambiente 1 oscila entre 13,94°C y 46,63°C, con un promedio de 35,69°C, por el contrario, la temperatura del ambiente 2 oscila entre 14,39°C y 16,02°C, con un promedio de 15,79°C; como se denota no existe gran variación de temperatura en el ambiente 2, a su vez se establece la variación de temperatura entre los ambientes, obteniendo un valor igual a 30,62°C.

Tabla 16. Temperatura(°C) del ambiente exterior.

Valor	Temperatura ambiente exterior (°C)
Máximo	17,06
Mínimo	16,26
Promedio	16,71

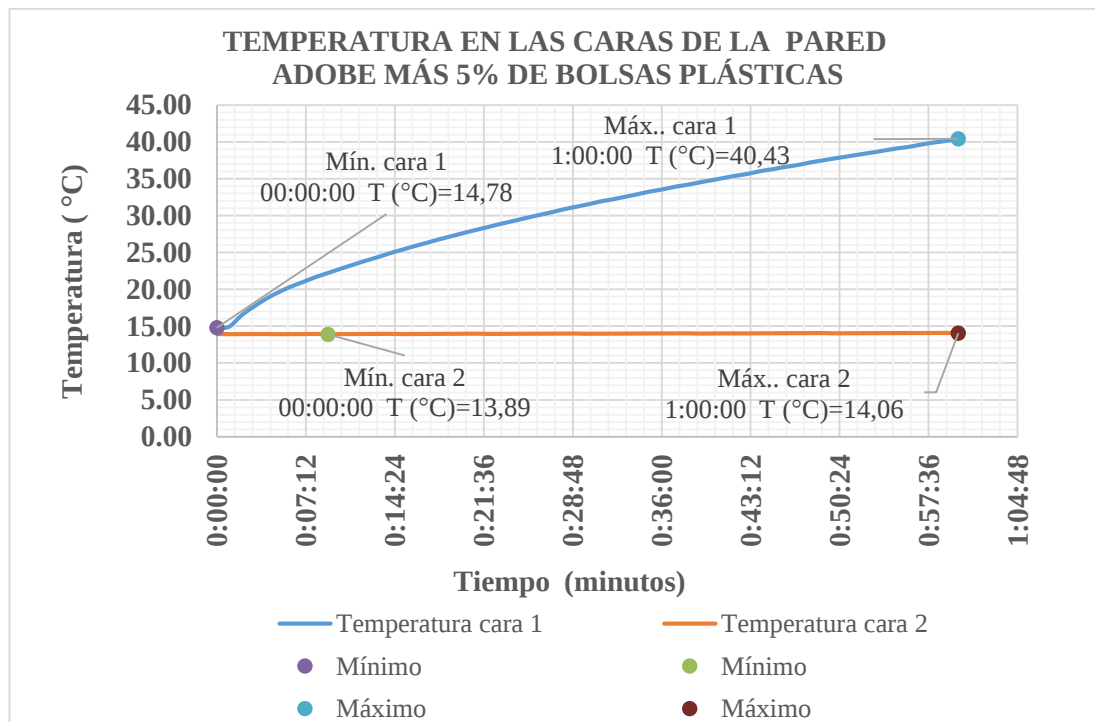
Fuente: Sandra Cabay

En la tabla 16, la temperatura del ambiente exterior, varía entre 17,06°C y 16,26°C con un promedio igual a 16,71°C.

3.1.2.2 Ensayo térmico pared bloque de adobe más 5% de bolsas plásticas

El siguiente gráfico representa las temperaturas (°C) en la cara 1 y cara 2 de la pared de adobe más 5% de bolsas plásticas, mismas que son adquiridas en diferentes intervalos de tiempo durante una hora de ensayo. (Ver anexo B-6)

Gráfico 6. Temperatura (°C) vs tiempo (min) en las caras de la pared de adobe más 5% de bolsas plásticas.



Fuente: Sandra Cabay

Tabla 17. Temperatura (°C) en las caras de la pared de adobe más 5% de bolsas plásticas.

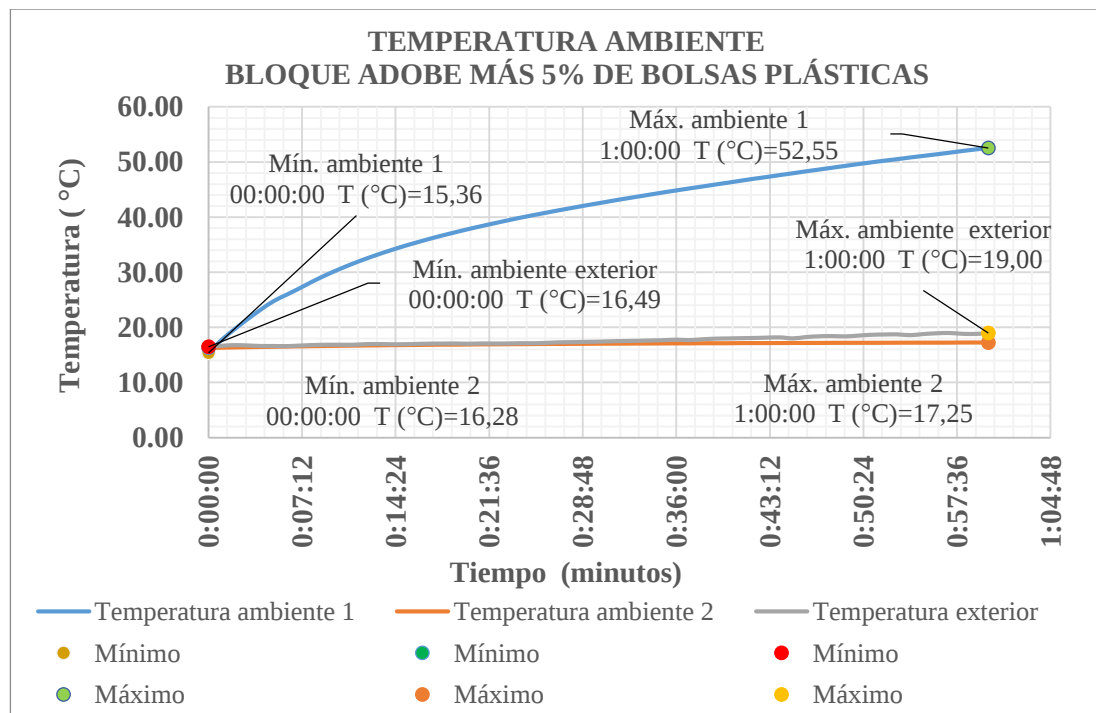
Valor	Temperatura cara 1 (°C)	Temperatura cara 2 (°C)
Máximo	40,43	14,06
Mínimo	14,78	13,89
Promedio	30,40	13,97
$\Delta T(\text{máx})$	26,37	

Fuente: Sandra Cabay

Análisis: De acuerdo a la tabla 17, la temperatura de la cara 1 varía significativamente entre 14,78°C y 40,43°C con un promedio de 30,40 °C, mientras que, en la cara 2 las temperaturas varían entre 13,89°C y 14,06°C con un promedio de 13,97°C, a su vez se obtiene la variación de temperatura entre sus caras igual a 26,37°C, lo que demuestra que posee mayor aislación que la pared de adobe tradicional.

A continuación, en el siguiente gráfico se muestra como la temperatura del ambiente 1 y ambiente 2 varían en función del tiempo en la cámara de ensayo, de igual forma la del ambiente exterior.

Gráfico 7. Temperatura ambiente (°C) vs tiempo (min) en la cámara de ensayo y el ambiente exterior.



Fuente: Sandra Cabay

Tabla 18. Temperatura ambiente (°C) espacio 1 y espacio 2 en la cámara de ensayo de la pared de adobe más 5% de bolsas plásticas.

Valor	Temperatura ambiente 1 (°C)	Temperatura ambiente 2 (°C)
Máximo	52,55	17,25
Mínimo	15,36	16,28
Promedio	40,28	16,95
$\Delta T(\text{máx})$	35,30	

Fuente: Sandra Cabay

Análisis: En la tabla 18 se puede apreciar que la temperatura del ambiente 1 oscila entre 15,26°C y 52,55°C con un promedio de 40,28°C, mientras que, la temperatura del ambiente 2 no presenta grandes variaciones y oscila entre 16,28°C y 17,25°C con un promedio de 16,95°C, a su vez se obtiene la variación de temperatura entre los ambientes 1 y 2, un valor igual a 35,30 °C.

Tabla 19. Temperatura (°C) del ambiente exterior.

Valor	Temperatura ambiente exterior (°C)
Máximo	19,00
Mínimo	16,49
Promedio	17,59

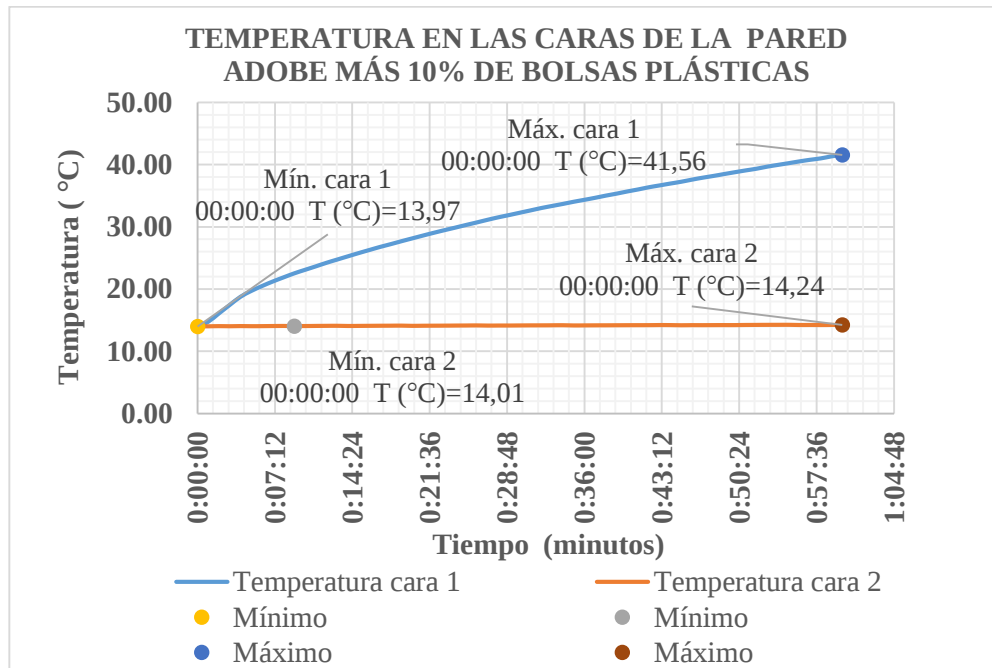
Fuente: Sandra Cabay

En la tabla 19, la temperatura del ambiente exterior varía entre 16,49°C y 19°C con un promedio igual a 17,59°C.

3.1.2.3 Ensayo térmico pared bloque adobe más 10% de bolsas plásticas

El siguiente gráfico representa las temperaturas (°C) en la cara 1 y cara 2 de la pared de adobe más 10% de bolsas plásticas, adquiridas en diferentes intervalos de tiempo en (min), durante una hora de ensayo en la cámara. (Ver anexo B-7)

Gráfico 8. Temperatura(°C) vs tiempo (min) en las caras de la pared de adobe más 10% de bolsas plásticas.



Fuente: Sandra Cabay

Tabla 20. Temperaturas (°C) en las caras de la pared de adobe más 10% de bolsas plásticas.

Valor	Temperatura cara 1 (°C)	Temperatura cara 2 (°C)
Máximo	41,56	14,24
Mínimo	13,97	14,01
Promedio	31,04	14,14
$\Delta T(\text{máx})$	27,32	

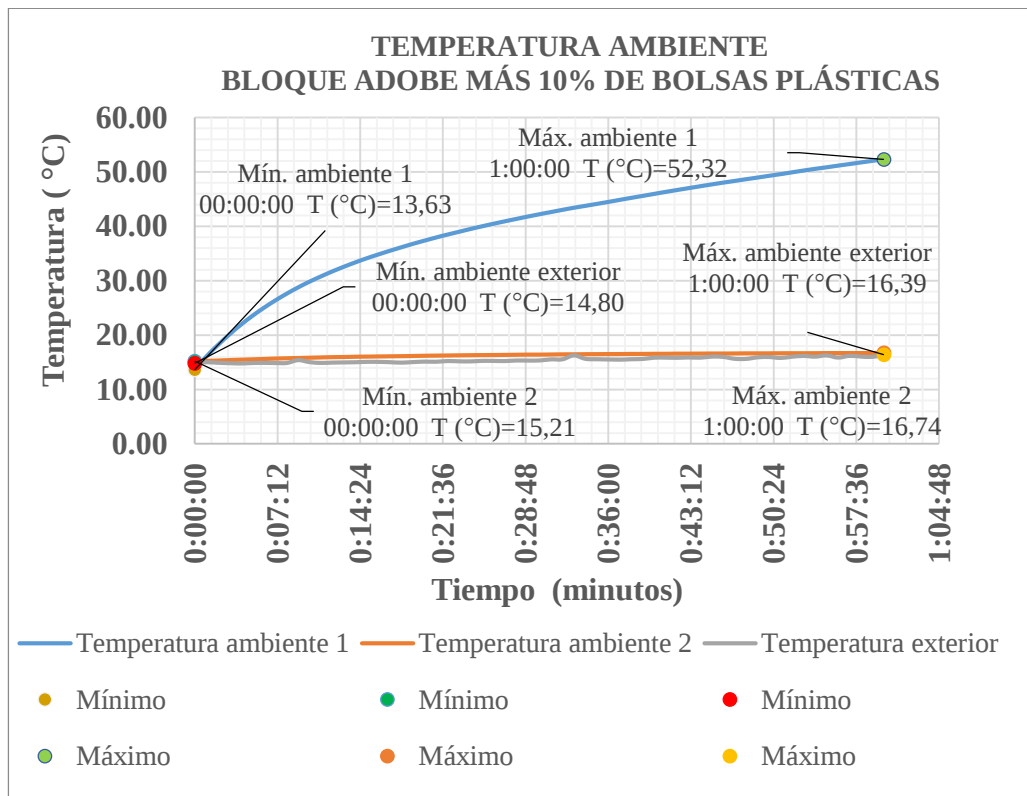
Fuente: Sandra Cabay

Análisis: En la tabla 20 se puede apreciar que la temperatura de la cara 1 varía entre 13,97°C y 41,56°C con un promedio de 31,04 °C, mientras que en la cara 2 su temperatura no presenta gran variación y se encuentra entre 14,01°C y 14,24° con un promedio igual a 14,14°C, a su vez se obtiene la diferencia de temperaturas máximas

con un valor igual a 27,32°C, considerando que dicho valor representa la variación de temperatura entre sus caras.

En el siguiente gráfico se muestra la temperatura (°C) del ambiente 1 y ambiente 2 en función del tiempo en (min), de igual forma la variación de la temperatura exterior.

Gráfico 9. Temperatura (°C) vs tiempo (min) en la cámara de ensayo y el ambiente exterior.



Fuente: Sandra Cabay

Tabla 21. Temperatura ambiente (°C) espacio 1 y espacio 2 en la cámara de ensayo de la pared de adobe más 10% de bolsas plásticas.

Valor	Temperatura ambiente 1 (°C)	Temperatura ambiente 2 (°C)
Máximo	52,32	16,74
Mínimo	13,63	15,21
Promedio	39,78	16,30
ΔT(máx)	35,58	

Fuente: Sandra Cabay

Análisis: En la tabla 21 se puede apreciar que la temperatura del ambiente 1 oscila entre 13,63°C y 52,32°C con un promedio de 39,78°C, mientras que la temperatura del ambiente 2 no presenta grandes variaciones y oscila entre 15,21°C y 16,74°C con un promedio de 16,95°C, a su vez se establece la diferencia entre las temperaturas máximas de los ambientes un valor igual a 35.58°C, valor que representa la variación de temperatura entre los ambientes 1 y 2 en la cámara de ensayo.

Tabla 22. Temperatura (°C) del ambiente exterior.

Valor	Temperatura ambiente exterior (°C)
Máximo	16,39
Mínimo	14,80
Promedio	15,48

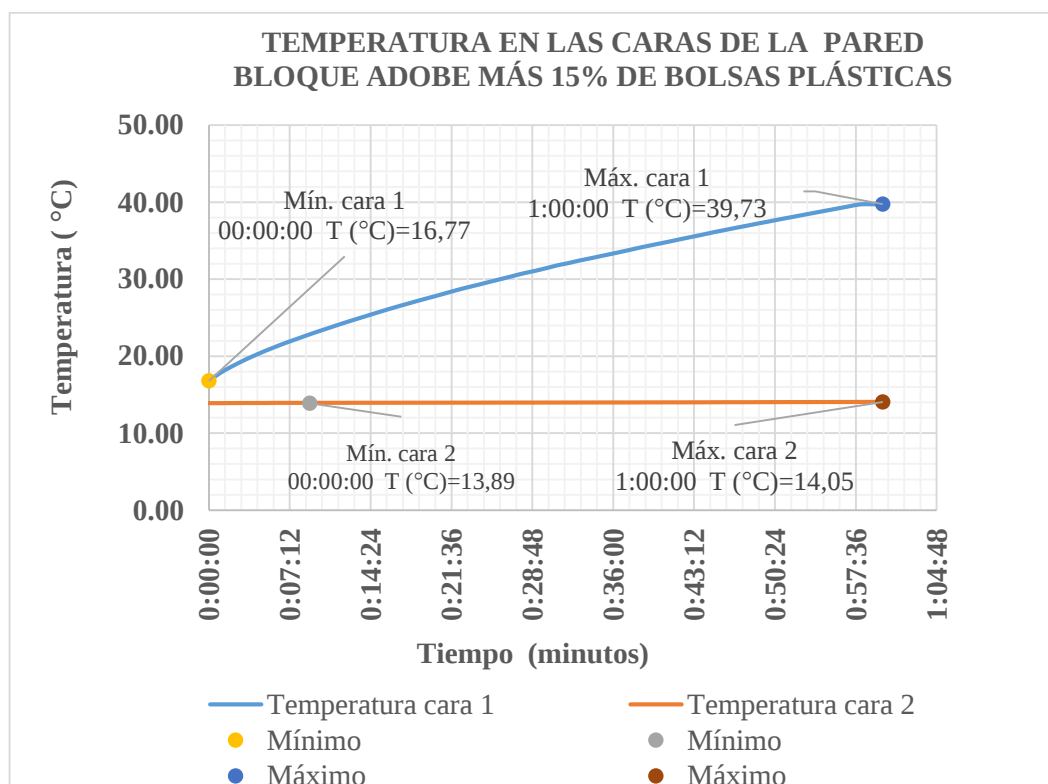
Fuente: Sandra Cabay

En la tabla 22 se presenta la temperatura del ambiente exterior, la cual varía entre 14,80 °C y 16,39°C con un promedio de 15,48°C.

3.1.2.4 Ensayo térmico pared bloque adobe más 15% de bolsas plásticas

El siguiente gráfico representa las temperaturas (°C) en la cara 1 y cara 2 de la pared de adobe más 15% de bolsas plásticas, adquiridas en diferentes intervalos de tiempo en (min), durante una hora de ensayo en la cámara. (Ver Anexo B-8)

Gráfico 10. Temperatura (°C) vs tiempo (min) en las caras de la pared de adobe más 15% de bolsas plásticas.



Fuente: Sandra Cabay

Tabla 23. Temperaturas (°C) en las caras de la pared de adobe más 15% de bolsas plásticas.

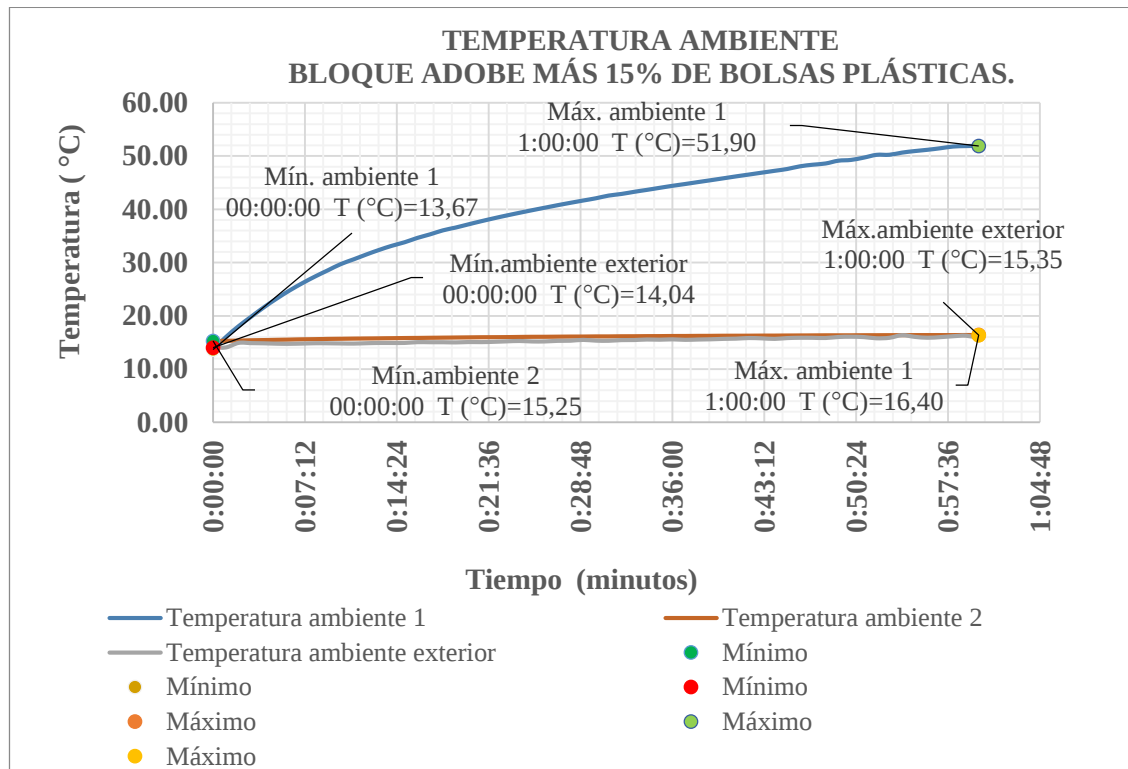
Valor	Temperatura cara 1 (°C)	Temperatura cara 2 (°C)
Máximo	39,73	14,05
Mínimo	16,77	13,89
Promedio	30,58	13,97
$\Delta T(\text{máx})$	25,67	

Fuente: Sandra Cabay

Análisis: En la tabla 23 se puede apreciar que la temperatura de la cara 1 varía entre 16,77°C y 39,73 °C con un promedio de 30,58 °C, mientras que en la cara 2 su temperatura no presenta gran variación y se encuentra entre 13,89 °C y 14,05° con un promedio igual a 13,97 °C, a su vez se obtiene la diferencia de temperaturas máximas con un valor igual a 25,67 °C, considerando que dicho valor representa la variación de temperatura entre sus caras.

En el siguiente gráfico se muestra la temperatura (°C) del ambiente 1 y ambiente 2 en función del tiempo en (min), de igual forma la variación de la temperatura exterior.

Gráfico 11. Temperatura (°C) vs tiempo (min) en la cámara de ensayo y el ambiente exterior.



Fuente: Sandra Cabay

Tabla 24. Temperatura (°C) espacio 1 y espacio 2 en la cámara de ensayo de la pared de adobe más el 15% de bolsas plásticas.

Valor	Temperatura ambiente 1 (°C)	Temperatura ambiente 2 (°C)
Máximo	51,90	16,40
Mínimo	13,67	15,25
Promedio	39,66	16,04
$\Delta T(\text{máx})$	35,50	

Fuente: Sandra Cabay

Análisis: En la tabla 24 se puede apreciar que la temperatura del ambiente 1 oscila entre 13,67°C y 51,90°C con un promedio de 39,66°C, mientras que la temperatura del ambiente 2 no presenta grandes variaciones y oscila entre 15,25°C y 16,40°C con

un promedio de 16,04°C, a su vez se establece la diferencia entre las temperaturas máximas de los ambientes un valor igual a 35,50°C, valor que representa la variación de temperatura entre los ambientes 1 y 2 en la cámara de ensayo.

Tabla 25. Temperatura (°C) del ambiente exterior.

Valor	Temperatura ambiente exterior (°C)
Máximo	16,35
Mínimo	14,04
Promedio	15,35

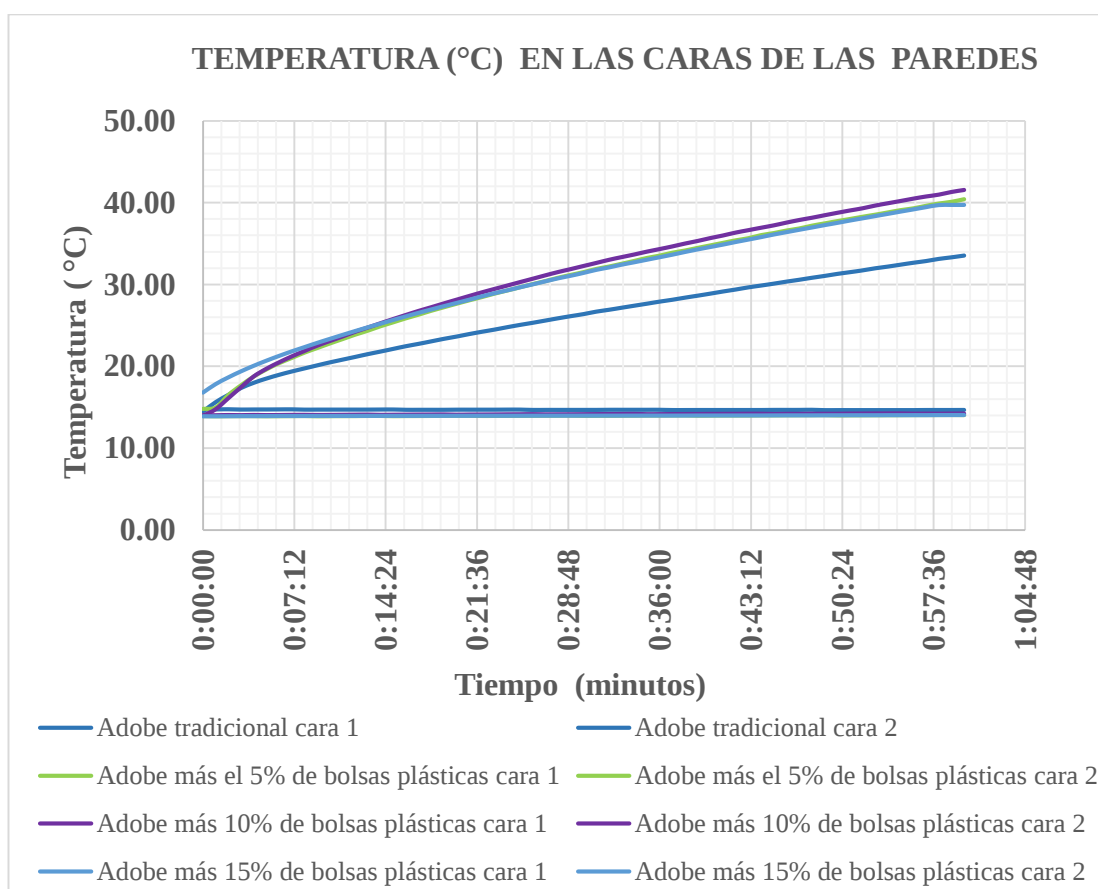
Fuente: Sandra Cabay

En la tabla 25 se presenta la temperatura del ambiente exterior, la cual varía entre 14,04 °C y 16,35°C con un promedio de 15,35°C.

3.1.2.5 Resultados ensayos térmicos

Una vez ensayadas las 4 paredes, se logra obtener un gráfico que permite correlacionar los resultados obtenidos de las temperaturas (°C) en las caras de la pared en función del tiempo (min).

Gráfico 12. Temperatura en las caras de las paredes ensayadas.



Fuente: Sandra Cabay

Tabla 26.- Temperatura (°C) en la cara 1 y cara 2 de las paredes ensayadas.

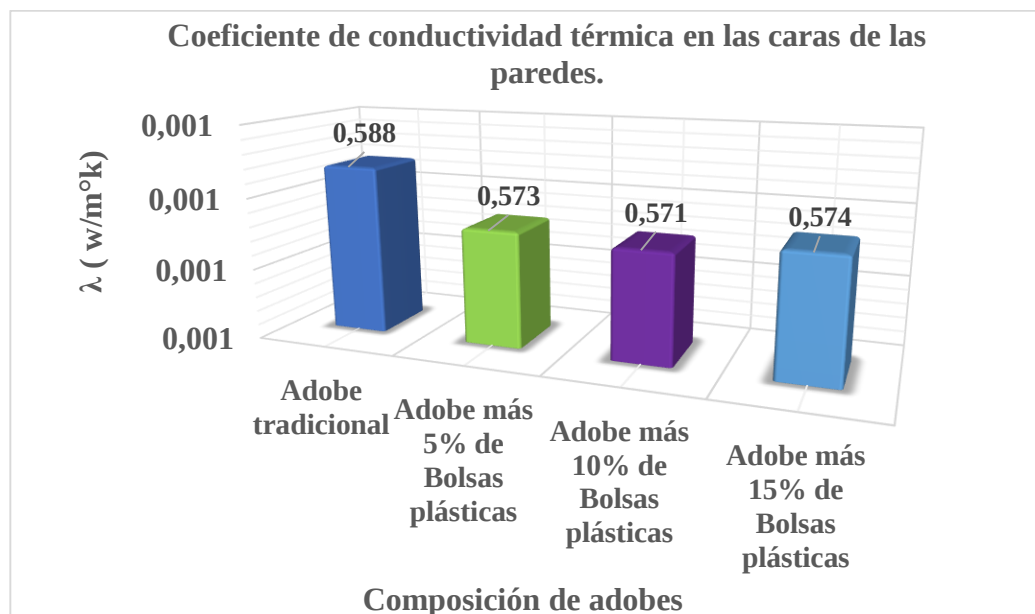
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL								
Resumen de la Variación Térmica y Coeficiente de Conductividad Térmica en paredes								
	Bloque Adobe tradicional		Bloque Adobe más 5% de bolsas plásticas		Bloque Adobe más 10% de bolsas plásticas		Bloque Adobe más 15% de bolsas plásticas	
	T. cara 1 (°C)	T. cara 2 (°C)	T. cara 1 (°C)	T. cara 2 (°C)	T. cara 1 (°C)	T. cara 2 (°C)	T. cara 1 (°C)	T. cara 2 (°C)
Máximo	33,54	14,75	40,43	14,06	41,56	14,24	39,73	14,05
Mínimo	14,49	14,66	14,78	13,89	13,97	14,01	16,77	13,89
Promedio	25,89	14,70	30,40	13,97	31,04	14,14	30,58	13,97
Δ T (máx.)	18,78		26,37		27,32		25,67	
λ (w/m°K)	0,588		0,573		0,571		0,574	

Fuente: Sandra Cabay

Análisis: De acuerdo a la tabla 26, el bloque de adobe tradicional presenta una variación igual a 18,78°C y un coeficiente de conductividad térmica igual a 0,588 w/m°k, sin embargo, la variación de temperatura aumenta considerablemente en los bloques de adobe con el 5% ,10% y 15% de bolsas plásticas, donde se obtuvo valores igual a 26,37°C, 27,32°C y 25,67°C con coeficientes de conductividad térmica igual a 0,573 w/m°k, 0,571 w/m°k y 0,574 w/m°k respectivamente.

Para obtener una mejor interpretación se muestra el siguiente gráfico, donde se indica la influencia de la adición de bolsas plásticas en función de la conductividad térmica que posee cada tipo de pared.

Gráfico 13. Coeficiente de conductividad térmica vs la composición del adobe en las caras de las paredes ensayadas.



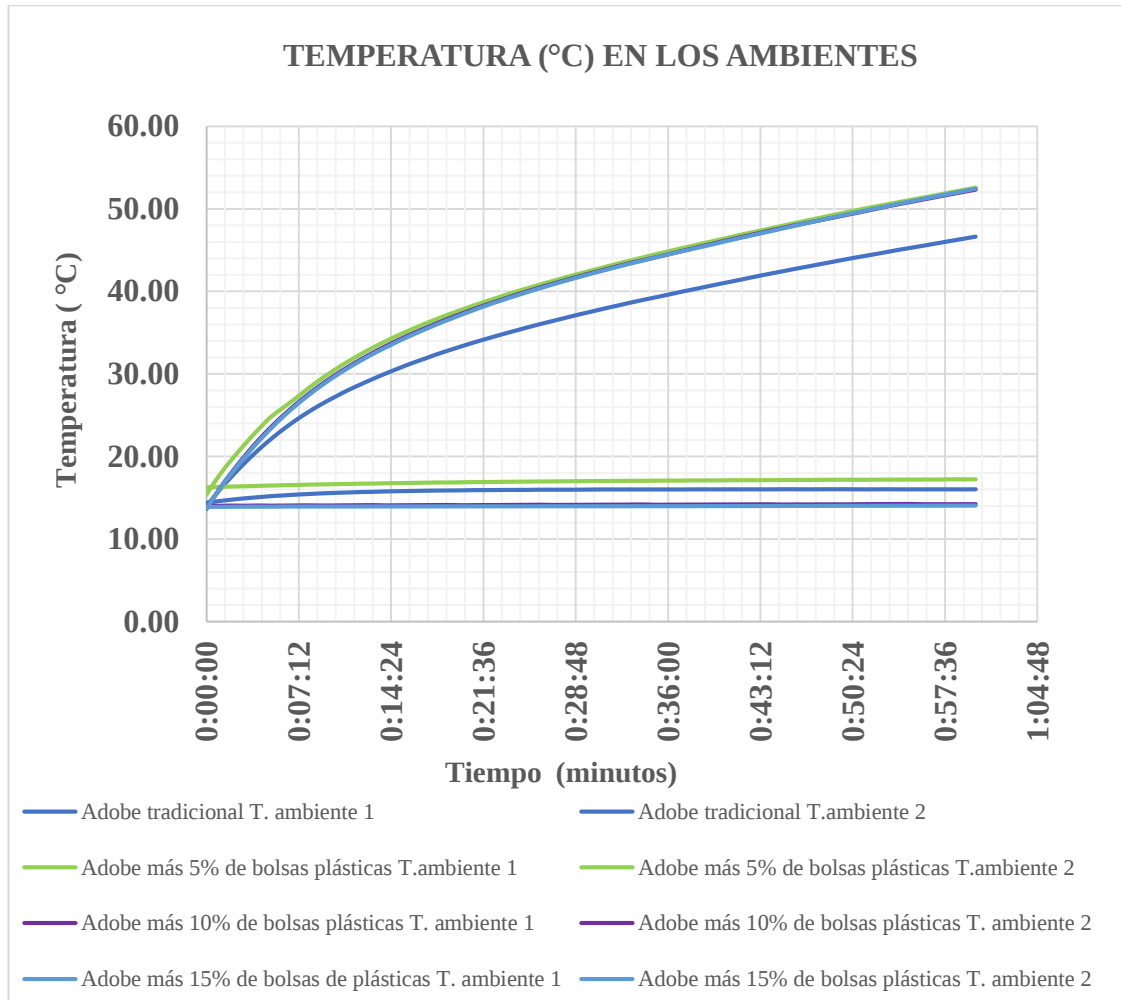
Fuente: Sandra Cabay

Interpretación:

De acuerdo al gráfico 13, la pared de adobe elaborada tradicionalmente obtiene un coeficiente de conductividad térmico igual a 0,588 W/m²K, cabe recalcar que dicho valor es menor a 0,90 W/m²K, coeficiente de conductividad térmico sugerido por la norma NCh853 para el adobe, y al adicionar el 5%, 10% y 15% de bolsas plásticas su coeficiente de conductividad térmico disminuye en relación al adobe tradicional en un 2.55%, 2,89% y 2.38% respectivamente, considerando que menor valor de coeficiente térmico demuestra que el material genera mayor aislación. (Anexo B-9; B-10; B-11; B-12)

A continuación, se detalla mediante un gráfico la temperatura (°C) de los ambientes de las paredes de adobe, ensayadas en función del tiempo en (min).

Gráfico 14. Temperatura (°C) vs Tiempo (min) de temperatura ambiente en la cámara de ensayo.



Fuente: Sandra Cabay

Tabla 27. Variación térmica en ambientes.

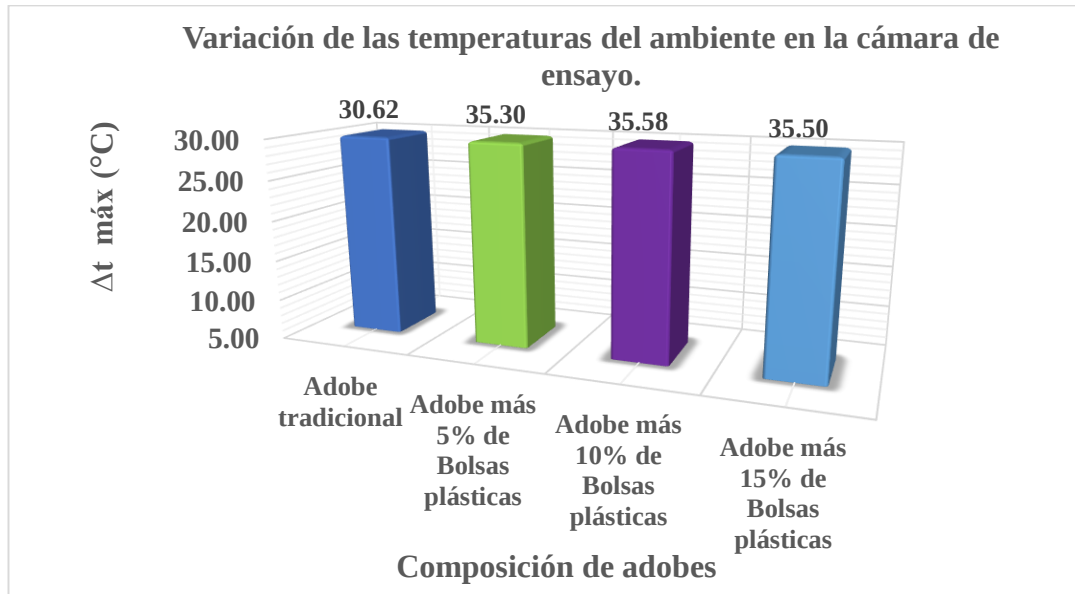
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
Resumen de la Variación Térmica en ambientes								
	Bloque Adobe tradicional		Bloque Adobe más 5% de bolsas plásticas		Bloque Adobe más 10% de bolsas plásticas		Bloque Adobe más 15% de bolsas plásticas	
	T. ambiente 1 (°C)	T. ambiente 2 (°C)	T. ambiente 1 (°C)	T. ambiente 2 (°C)	T. ambiente 1 (°C)	T. ambiente 2 (°C)	T. ambiente 1 (°C)	T. ambiente 2 (°C)
Máximo	46,63	16,02	52,55	17,25	52,32	16,74	51,90	16,40
Mínimo	13,94	14,39	15,36	16,28	13,63	15,21	13,67	15,25
Promedio	35,69	15,79	40,28	16,95	39,78	16,30	39,66	16,04
Δt (máx.)	30,62		35,30		35,58		35,50	

Fuente: Sandra Cabay

Análisis: De acuerdo a la tabla 27, el bloque de adobe tradicional presenta una variación igual a 30,62 °C, sin embargo, la variación entre sus ambientes aumenta considerablemente en los bloques de adobe con adición del 5%,10% y 15% de bolsas plásticas, alcanzando variaciones igual a 35,30°C, 35,58°C y 35,50°C respectivamente, en relación al adobe tradicional.

Para obtener una mejor interpretación se muestra el siguiente gráfico, donde se indica la influencia de la adición de bolsas plásticas en la variación de temperatura de los ambientes en la cámara de ensayo.

Gráfico 15. Variación de las temperaturas del ambiente en la cámara de ensayo.



Fuente: Sandra Cabay

Interpretación:

De acuerdo al gráfico 15, la pared de adobe elaborado tradicionalmente obtiene una variación entre sus ambientes igual a $30,62^{\circ}\text{C}$, y al adicionar el 5%, 10% y 15% de bolsas plásticas aumenta en un 15,28%, 16,92% y 15,93% respectivamente en relación a la pared de adobe tradicional; tomando en consideración que mientras mayor sea su valor, mayor aislación generará.

Tabla 28. Resumen de ensayos térmicos y selección del espécimen con mejores características.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL					
Tipo	Variación térmica(°C)	Coefficiente de conductividad térmica (w/m°k)	Coefficiente de conductividad térmica para el adobe (w/m°k)	Selección de espécimen por variación de temperatura.	Selección de espécimen en base al coeficiente de conductividad térmica
Adobe tradicional	30,62	0,588	0,90	Adobe más 10% de Bolsas plásticas	Adobe más 10% de Bolsas plásticas
Adobe más 5% de Bolsas plásticas	35,30	0,573			
Adobe más 10% de Bolsas plásticas	35,58	0,571			
Adobe más 15% de Bolsas plásticas	35,50	0,574			

Fuente: Sandra Cabay

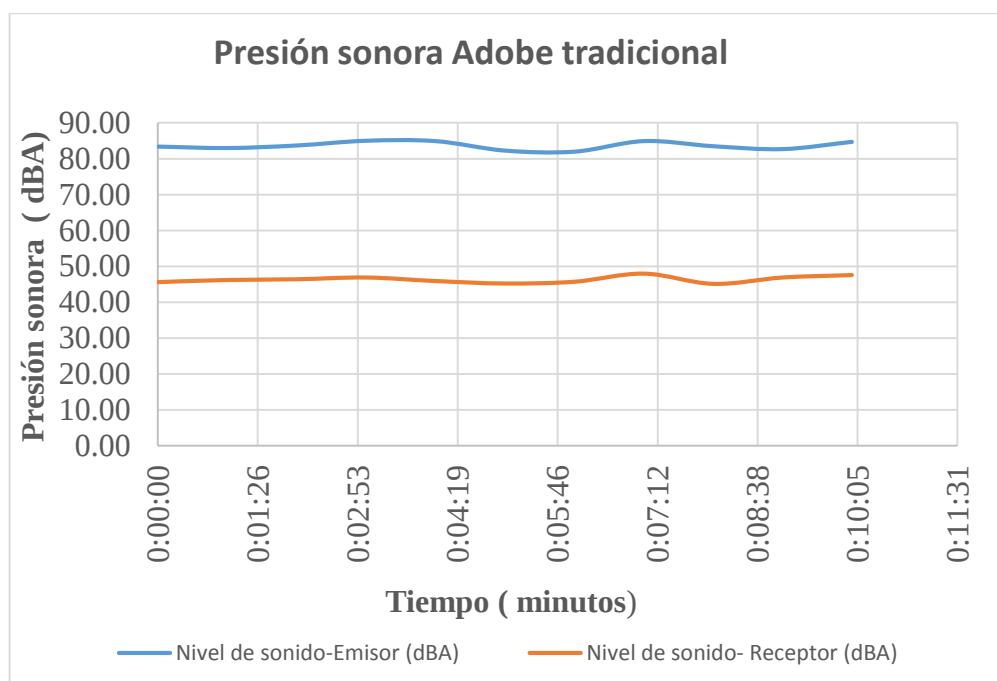
Según la tabla 28, el adobe con adición del 10% de bolsas plásticas contiene mayor aislación, y menor coeficiente de conductividad térmica, lo que demuestra que con la adición óptima se obtiene un espécimen con mejores propiedades aislantes, tanto como material o como parte de un ambiente; además cumple con la resistencia adecuada para ser utilizado en la construcción.

3.1.3 Ensayos Acústicos

3.1.3.1 Ensayo Acústico pared bloque adobe tradicional

El siguiente gráfico representa la presión sonora en dBA alcanzada en un periodo de tiempo en (min) en la pared del bloque de adobe tradicional.

Gráfico 16. Presión sonora (dBA) vs tiempo (min) de la pared bloque adobe tradicional.



Fuente: Sandra Cabay

Tabla 29. Niveles de sonido (dBA), Pared bloque adobe tradicional.

TIEMPO (min)	NIVEL DE SONIDO ADOBE TRADICIONAL (dBA)EMISOR	NIVEL DE SONIDO ADOBE TRADICIONAL (dBA)RECEPTOR
0:00:00	83,40	45,60
0:01:00	83,00	46,20
0:02:00	83,70	46,40
0:03:00	85,00	46,90
0:04:00	84,90	45,90
0:05:00	82,30	45,20
0:06:00	82,00	45,70
0:07:00	84,90	48,00
0:08:00	83,50	45,10
0:09:00	82,70	46,90
0:10:00	84,70	47,60
MÁXIMO	85,00	48,00
MÍNIMO	82,00	45,10
PROMEDIO	83,65	46,32
DIFERENCIA	37,33	

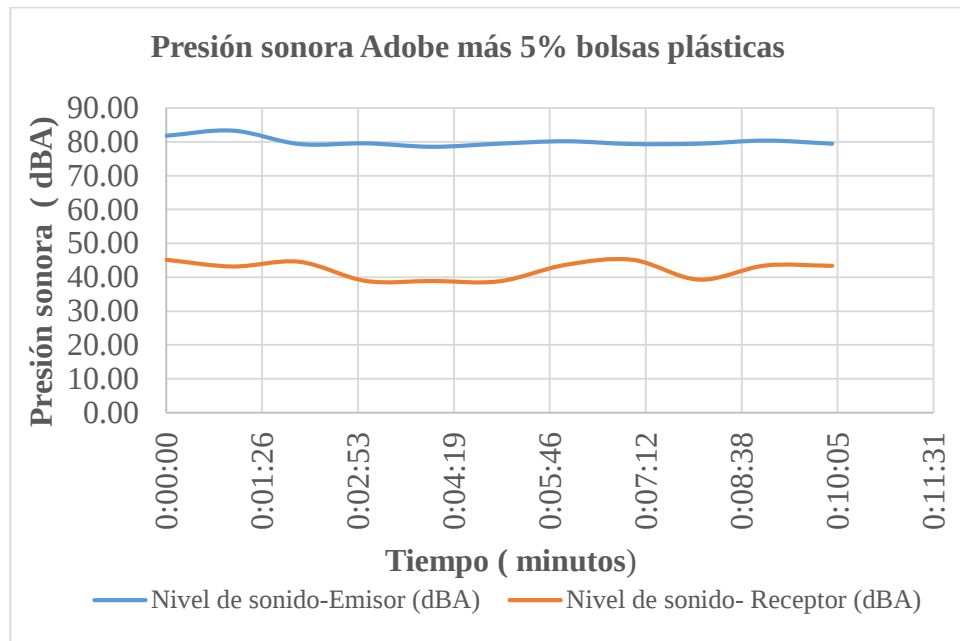
Fuente: Sandra Cabay

Análisis: En la tabla 29, se puede apreciar que la presión sonora varía entre 82,00 y 85,00 dBA con un promedio igual a 83,65 dBA en el espacio emisor del sonido, mientras que en el espacio receptor del sonido sus valores varían entre 45,10 y 48,00 dBA con un promedio igual a 46,32 dBA. A su vez se presenta la diferencia de promedios entre los datos obtenidos de presión sonora igual a 37,33 dBA.

3.1.3.2 Ensayo Acústico pared bloque adobe más 5% de bolsas plásticas

El siguiente gráfico representa la presión sonora en dBA alcanzada en un periodo de tiempo en (min) en la pared de adobe más el 5% de bolsas plásticas.

Gráfico 17. Presión sonora (dBA) vs tiempo (min) de la pared bloque adobe más 5% de bolsas plásticas.



Fuente: Sandra Cabay

Tabla 30. Niveles de sonido (dBA), Pared bloque adobe más 5% de bolsas plásticas.

TIEMPO (MIN)	NIVEL DE SONIDO ADOBE MÁS 5% DE BOLSAS PLÁSTICAS (dBA) EMISOR	NIVEL DE SONIDO ADOBE MÁS 5% DE BOLSAS PLÁSTICAS (dBA) RECEPTOR
0:00:00	81,80	45,20
0:01:00	83,30	43,20
0:02:00	79,40	44,60
0:03:00	79,60	38,90
0:04:00	78,60	38,90
0:05:00	79,50	38,80
0:06:00	80,20	43,70
0:07:00	79,40	45,20
0:08:00	79,50	39,30
0:09:00	80,40	43,50
0:10:00	79,50	43,40
MÁXIMO	83,30	45,20
MÍNIMO	78,60	38,80
PROMEDIO	80,11	42,25
DIFERENCIA	37,86	

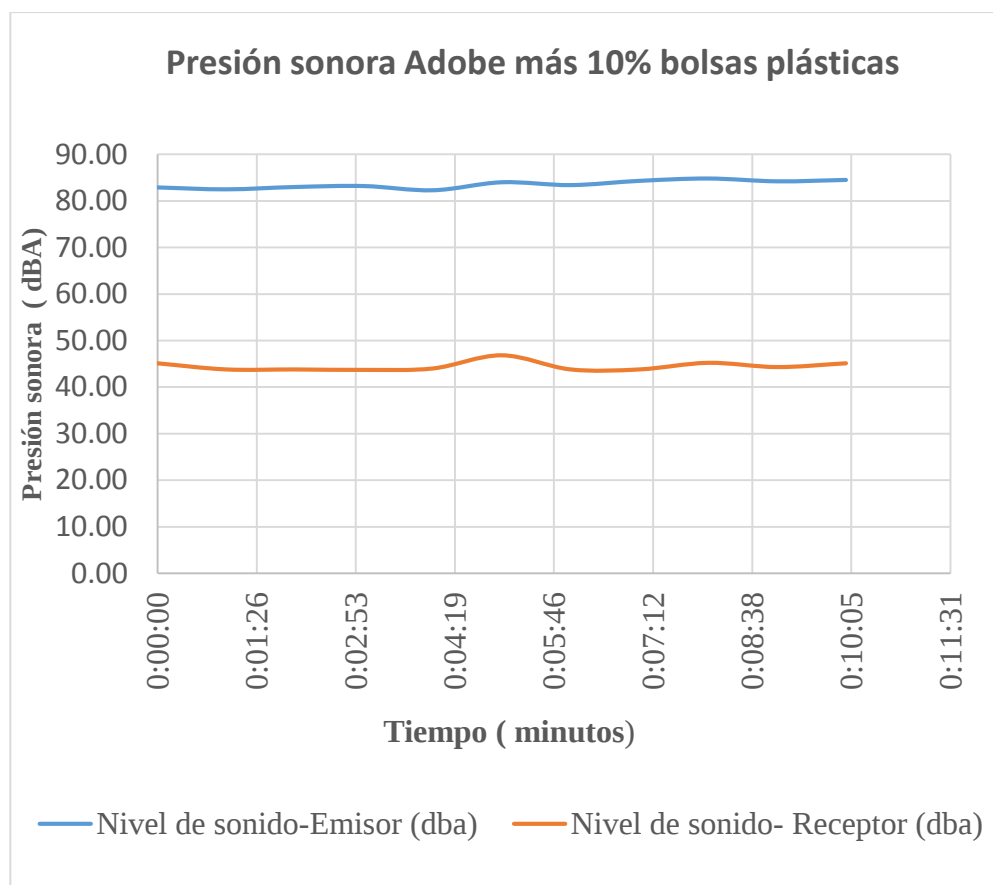
Fuente: Sandra Cabay

Análisis: En la tabla 30 se puede apreciar que la presión sonora varía entre 78,60 y 83,30 dBA con un promedio igual a 80,11 dBA en el espacio emisor del sonido en la cámara de ensayo, mientras que en el espacio receptor del sonido sus valores varían entre 38,40 y 45,20 dBA con un promedio igual a 42,25 dBA. A su vez se presenta la diferencia de promedios entre los datos obtenidos de presión sonora igual a 37,86 dBA, lo que demuestra que la aislación con respecto al tradicional es mejor.

3.1.3.3 Ensayo Acústico pared bloque adobe más 10% de bolsas plásticas

El siguiente gráfico representa la presión sonora en dBA alcanzada en un periodo de tiempo en (min) en la pared del bloque más 10% de bolsas plásticas.

Gráfico 18. Presión sonora (dBA) vs tiempo (min) de la pared bloque adobe más 10% de bolsas plásticas.



Fuente: Sandra Cabay

Tabla 31. Niveles de sonido (dBA), Pared bloque adobe más 10% de bolsas plásticas.

TIEMPO (MIN)	NIVEL DE SONIDO ADOBE MÁS 10% DE BOLSAS PLÁSTICAS (dBA) EMISOR	NIVEL DE SONIDO ADOBE MÁS 10% DE BOLSAS PLÁSTICAS (dBA) RECEPTOR
0:00:00	82,90	45,10
0:01:00	82,50	43,80
0:02:00	83,00	43,80
0:03:00	83,20	43,70
0:04:00	82,30	44,00
0:05:00	84,00	46,80
0:06:00	83,40	43,80
0:07:00	84,30	43,80
0:08:00	84,80	45,20
0:09:00	84,20	44,30
0:10:00	84,50	45,10
MÁXIMO	84,80	46,80
MÍNIMO	82,30	43,70
PROMEDIO	83,55	44,49
DIFERENCIA	39,06	

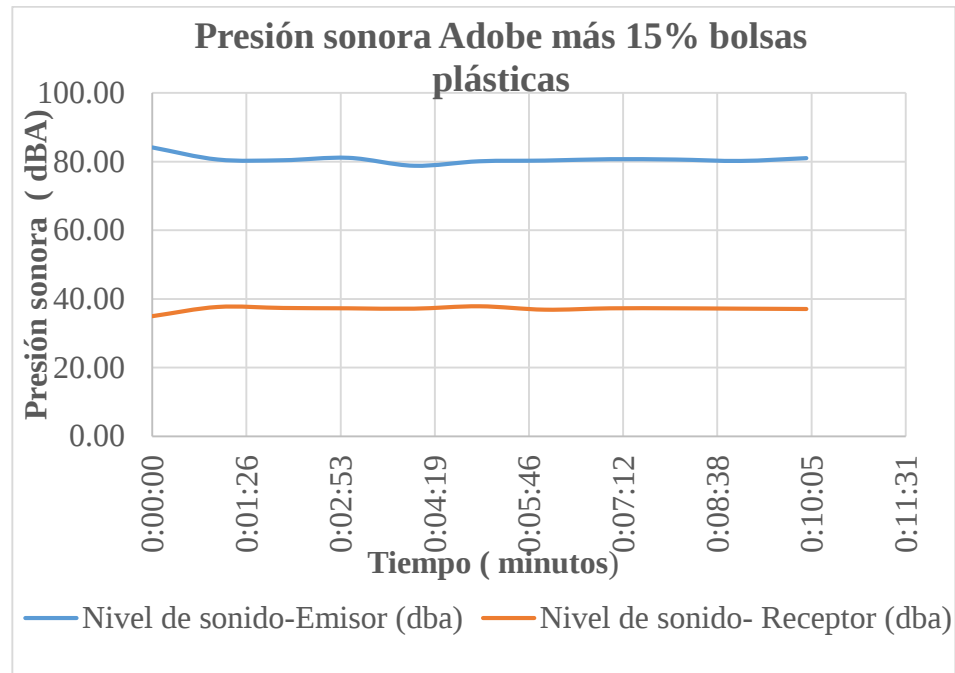
Fuente: Sandra Cabay

Análisis: En la tabla 31 se puede apreciar que la presión sonora varía entre 82,30 y 84,80 dBA con un promedio igual a 83,55 dBA en el espacio emisor del sonido en la cámara de ensayo, mientras que en el espacio receptor del sonido sus valores varían entre 43,70 y 46,80 dBA con un promedio igual a 44,49 dBA. A su vez se presenta la diferencia de promedios entre los datos obtenidos de presión sonora igual a 39,06 dBA.

3.1.3.4 Ensayo Acústico pared bloque adobe más 15% de bolsas plásticas

El siguiente gráfico representa la presión sonora en dBA alcanzada en un periodo de tiempo en (min) en la pared del bloque más 15% de bolsas plásticas.

Gráfico 19. Presión sonora (dBA) vs tiempo (min) de la pared bloque de adobe más 15% de bolsas plásticas.



Fuente: Sandra Cabay

Tabla 32. Niveles de sonido (dBA), Pared bloque adobe más 15% de bolsas plásticas.

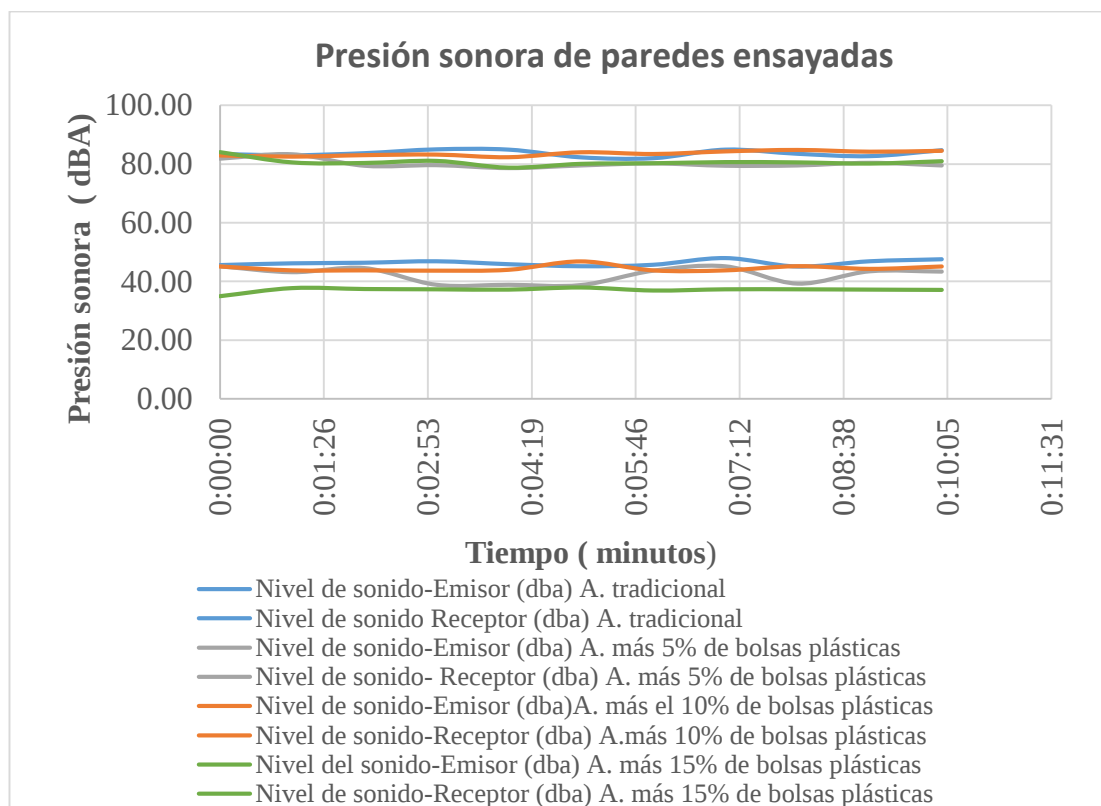
TIEMPO (MIN)	NIVEL DE SONIDO ADOBE MÁS 5% DE BOLSAS PLÁSTICAS (dBA) EMISOR	NIVEL DE SONIDO ADOBE MÁS 5% DE BOLSAS PLÁSTICAS (dBA) RECEPTOR
0:00:00	84,10	35,00
0:01:00	80,60	37,70
0:02:00	80,40	37,40
0:03:00	81,10	37,30
0:04:00	78,80	37,20
0:05:00	80,10	37,90
0:06:00	80,30	36,90
0:07:00	80,70	37,30
0:08:00	80,60	37,30
0:09:00	80,20	37,20
0:10:00	81,00	37,10
MÁXIMO	84,10	37,90
MÍNIMO	78,80	35,00
PROMEDIO	80,72	37,12
DIFERENCIA	43,60	

Fuente: Sandra Cabay

Análisis: En la tabla 32 se puede apreciar que la presión sonora varía entre 78,80 y 84,10 dBA con un promedio igual a 80,72 dBA en el espacio emisor del sonido en la cámara de ensayo, mientras que en el espacio receptor del sonido sus valores varían entre 35,00 y 37,90 dBA con un promedio igual a 37,12 dBA. A su vez se presenta la diferencia de promedios entre los datos obtenidos de presión sonora igual a 39,06 dBA.

3.1.3.5 Resultados ensayos acústicos

Gráfico 20. Presión sonora (dBA) vs tiempo (min) en las paredes ensayadas.



Fuente: Sandra Cabay

Tabla 33. Resumen de niveles de sonido (dBa) de las paredes ensayadas.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL								
Resumen de niveles de sonido (dBa) de las paredes ensayadas								
	Bloque Adobe tradicional		Bloque Adobe más 5% de bolsas plásticas		Bloque Adobe más 10% de bolsas plásticas		Bloque Adobe más 15% de bolsas plásticas	
	Nivel de sonido (dbA) - Emisor	Nivel de sonido (dbA) - Receptor	Nivel de sonido (dbA) - Emisor	Nivel de sonido (dbA) - Receptor	Nivel de sonido (dbA) - Emisor	Nivel de sonido (dbA) - Receptor	Nivel de sonido (dbA) - Emisor	Nivel de sonido (dbA) - Receptor
Máximo	85,00	48,00	83,30	45,20	84,80	46,80	84,10	37,90
Mínimo	82,00	45,10	78,60	38,80	82,30	43,70	78,80	35,00
Promedio	83,65	46,32	80,11	42,25	83,55	44,49	80,72	37,12
Diferencia	37,33		37,86		39,06		43,60	

Fuente: Sandra Cabay

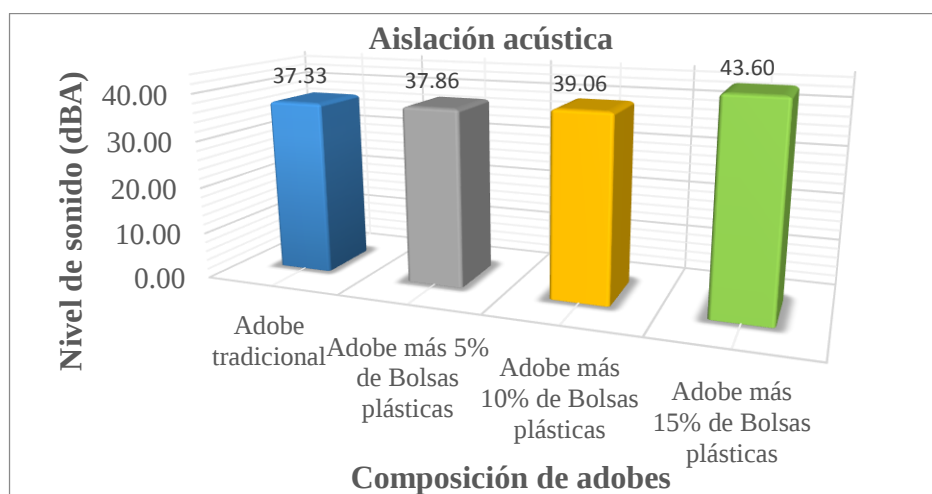
Análisis: En la tabla 33 se puede apreciar que la pared con bloque de adobe tradicional presenta un promedio de presión sonora de 83,65 dBA en el espacio emisor del sonido, mientras que, en el espacio receptor su promedio de presión sonora es de 46,32 dBA, y la diferencia entre los promedios de presión sonora entre los espacios de la cámara es de 37,33 dBA.

De igual forma, la pared con bloque de adobe más 5% de bolsas plásticas presenta una presión sonora promedio de 80,11 dBA en el espacio emisor del sonido, mientras que en el espacio receptor su promedio de presión sonora es de 42,25 dBA, y la diferencia entre los promedios de presión sonora entre los espacios de la cámara es de 37,86 dBA.

La pared con bloque de adobe más 10% de bolsas plásticas presenta una presión sonora promedio de 83,55 dBA en el espacio emisor del sonido, mientras que en el espacio receptor su promedio de presión sonora es de 44,49 dBA, y la diferencia entre los promedios de presión sonora entre los espacios de la cámara es de 39,06 dBA.

Por último, la pared con bloque de adobe más 15% de bolsas plásticas presenta una presión sonora promedio de 80,72 dBA en el espacio emisor del sonido, mientras que en el espacio receptor su promedio de presión sonora es de 37,12 dBA, y la diferencia entre los promedios de presión sonora entre los espacios de la cámara es de 43,60 dBA.

Gráfico 21. Resumen de los valores de aislación acústica de las paredes ensayadas.

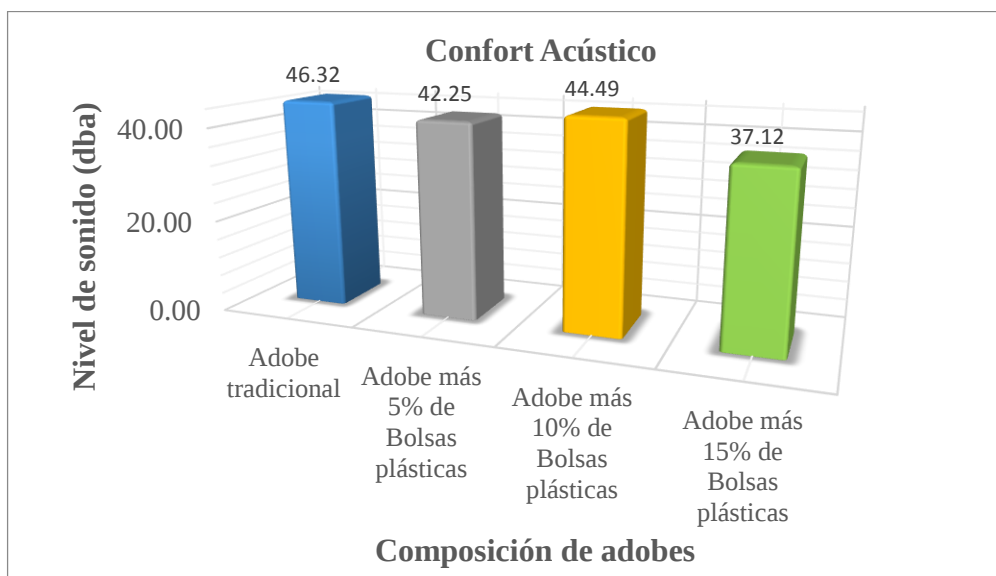


Fuente: Sandra Cabay

Interpretación:

De acuerdo al siguiente gráfico, se obtiene que la pared de bloque de adobe tradicional posee una diferencia de presión sonora igual a 37,33 dB, por otra parte, la pared de bloque de adobe más 5%, 10% y 15% de bolsas plásticas aumentan en 1,42%, 4,63% y 16,80% respectivamente con respecto al adobe tradicional. Lo que demuestra que con la adición de bolsas plásticas mejora considerablemente su aislamiento en relación al adobe tradicional.

Gráfico 22. Resumen de los valores de confort acústico en las paredes ensayadas



Fuente: Sandra Cabay

Interpretación:

De acuerdo al gráfico 22, el adobe tradicional posee un nivel de sonido igual a 46.32 dBa, y con la adición del 5%, 10% y 15% de bolsas plásticas disminuye en un 8,79%, 3,95% y 19,86% respectivamente, en relación al adobe tradicional, esto demuestra que los valores expuestos son aptos para brindar comodidad acústica en un ambiente, debido a que se encuentra dentro del rango de nivel máximo de ruido que es 50 dBA, descrito en la NEC 11, Eficiencia Energética en la construcción en Ecuador.

3.2 Hipótesis

La adición de bolsas plásticas en la elaboración de bloques de adobe para viviendas unifamiliares influye en la variación de temperatura y acondicionamiento acústico en el cantón Ambato, Provincia de Tungurahua.

3.3 Verificación de la hipótesis

Con respecto a la hipótesis planteada en el proyecto de investigación: “LA ADICIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ADOBE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES INFLUYE EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”, se verificó que la adición de bolsas plásticas en el adobe influye directamente en la variación de temperatura del material y de los ambientes, mismos que presentaron cambios eficientes al aumentar el porcentaje de bolsas plásticas, de igual forma contribuyeron al aislamiento acústico; generando un porcentaje óptimo para mantener en equilibrio estos parámetros. En cuanto a la resistencia a compresión, la adición de bolsas plásticas mantiene una relación inversamente proporcional, pero no afecta al producto final obtenido en este estudio, debido a que cumple de forma adecuada con lo expuesto en la normativa E.080.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

De acuerdo al desarrollo del presente proyecto se puede exponer las siguientes conclusiones:

- Esta investigación ha planteado un nuevo concepto de reutilización, esto se debe a que tardan años en degradarse y su disposición final muchas veces no es la adecuada, por lo cual, el presente estudio propuso incorporar las bolsas plásticas trituradas en forma de granos para la elaboración de bloques de adobe, con el único fin de reducir el ciclo de uso de las bolsas, y lograr armonía con el medio ambiente, formando parte del desarrollo sostenible en el ámbito de la construcción.
- De acuerdo al análisis el bloque con adición del 10% de bolsas plásticas presentó mayor aislación generando en sus caras un valor igual a 27.32°C , y en sus ambientes un valor igual a 35.58°C ; aumentando en un 45.47% y 16.20%, respectivamente con relación al adobe tradicional, a su vez presentó un coeficiente de conductividad de $0.571 \text{ w/m}^{\circ}\text{k}$, mismo que disminuyó en un 2.89% con relación al tradicional y que es inferior al valor descrito por la norma NCh 853 para bloques de adobe, tomando en consideración que menor coeficiente genera mayor aislación, por lo tanto, podrá ser una alternativa dentro de la construcción.
- De acuerdo al análisis planteado el panel elaborado con los bloques de adobe con adición del 15% de bolsas plásticas, presenta mejores propiedades acústicas; esto en comparación a la Nch352, valor igual a 40 dBA; y al nivel máximo de ruido descrito en la NEC, eficiencia energética en la construcción en Ecuador, valor igual a 50 dBA

adquiriendo un valor de variación acústica igual a 43.60 dBA ; y para mantener un ambiente acústicamente apropiado un valor igual a 37.12 dBA, por lo tanto, se puede ratificar que al adicionar las bolsas plásticas el bloque de adobe presenta mayor aislación y genera a su vez comodidad en el interior de la vivienda, ante el ruido exterior.

- En base a los resultados obtenidos, existe un bloque de adobe con un porcentaje óptimo de adición; en este caso se trata del bloque de adobe con 10% de adición de bolsas plásticas; mismo que posee una variación térmica en ambientes de 27.32°C, con un coeficiente de conductividad de 0.571 w/m°K; y una variación acústica de 39.06 dBA con un valor de confort igual a 44.49 dBA, a lo cual también posee una resistencia a compresión de 12.19 kg/cm², esto tomando en consideración cada parámetro de manera idónea, y buscando mantener en equilibrio todas sus propiedades.
- Se determinó que el bloque con adición del 10% de bolsas plásticas alcanzó una resistencia igual a 12.19kg/cm², mismo que es superior a lo sugerido por la norma E.080 diseño y construcción con tierra reforzada, valor igual a 10.2 kg/cm², por lo tanto, se puede decir que, al aumentar el porcentaje ésta propiedad disminuye.

4.2. Recomendaciones

- Basada en las conclusiones se recomienda como alternativa ecológica dentro del campo de la construcción la reutilización de las bolsas plásticas en la elaboración de bloques de adobe. De igual forma, se recomienda proteger los adobes con plásticos, evitando que estén en contacto directo con el sol o factores ambientales, que pudiesen provocar fisuras, a su vez es necesario remojar el molde antes de colocar la mezcla, cuando se realicen los bloques de adobe.
- Para determinar de forma adecuada los ensayos térmicos se recomienda cubrir todos los espacios de la cámara con fibra de vidrio, con el fin de cumplir adecuadamente el ensayo y evitar errores en las mediciones, de igual forma es preciso que el ensayo se realice en una hora específica para evitar cambios abismales de temperatura durante el periodo de ensayo.
- En la elaboración de bloques para cumplir con los parámetros se recomienda realizar los ensayos de campo como cinta de barro, presencia de arcilla, descritos paso a paso en la norma E.080, Diseño y construcción con tierra reforzada, Perú, N° 121- 2017, y con el fin de verificar el contenido de arcilla, mismo que si no se encuentra en estado óptimo, deberá agregarse arena para evitar fisuras o desmenuzamiento. Se recomienda una tierra adecuada para hacer bloques de adobe en la provincia de Tungurahua; cantón Ambato que el suelo contenga el siguiente estado granulométrico 63% de arena y 37% entre limos y arcillas.

1. Referencia bibliográfica

- [1] K. T. Medina Arteaga, O. H. Medina, and O. J. Gutierrez Junco, “Bloque de tierra comprimida como material constructivo.,” *Fac. Ing. UPTC*, vol. 20, no. 31, p. 15, 2011.
- [2] L. F. G. Baca, “Potencial ecológico de la edificación con adobe,” *Gremium*, vol. 1, no. 1, pp. 23–35, 2014.
- [3] J. Gama-Castro *et al.*, “Arquitectura de tierra: el adobe como material de construcción en la época prehispánica.,” *Boletín la Soc. Geológica Mex.*, vol. 64, no. 2, pp. 177–188, 2012.
- [4] R. Gaggino, “Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción.,” *Invi*, vol. 23, no. 63, pp. 137–163, 2008.
- [5] E. A. Salazar Marín, J. F. Arroyave Londoño, and C. R. Yepes, “Desarrollo de un módulo habitacional a partir de materiales reciclados.,” *Sci. Tech.*, vol. 18, no. 1, pp. 247–252, 2013.
- [6] A. V. Hernandez, L. F. B. Botero, and D. C. Arango, “Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición como reemplazo del agregado pétreo convencional.,” *Ing. y Cienc.*, vol. 11, no. 21, pp. 197–220, 2015.
- [7] F. Guzmán, “Crean ladrillo ecológico sustentable y económico,” *Gaceta UNAM*, México, pp. 12–13, 11-Jan-2016.
- [8] M. F. S. Guzmán, D. D. P. Ruiz, L. M. T. Gómez, and N. D. Hernández, “Residuos inertes para la preparación de ladrillos con material reciclable : una práctica para protección del ambiente.,” *Ind. Data*, vol. 20, no. 1, pp. 131–138, 2017.
- [9] F. L. P. Avilés and G. M. de la cruz Arce, “Estudio de estabilizadores en el adobe,” *Figempa*, vol. 1, no. 2, pp. 80–84, May 2017.
- [10] M. Palomo Cano, “Aislantes Térmicos Criterios De Selección Por Requisitos Energéticos,” Madrid, 2017.

- [11] C. Aquino, “Una alternativa constructiva en salvaguarda de la ecología,” 2017.
- [12] S. F. Paz Osorio Delgado, Mariano Moreno Vera, “Reutilización y reciclaje de bolsas y botellas plásticas,” Chile, 2018.
- [13] INEC, “Información Ambiental en Hogares Junio 2016,” Ecuador, 2016.
- [14] C. V. R. León and J. F. O. Villagómez, “Desarrollo tecnológico, investigativo y experimental de ecobloques de hormigón en base a vidrio y polietileno de tereftalato (PET) reciclado, como alternativa sustentable al bloque tradicional,” Universidad del Azuay, 2016.
- [15] S. M. L. Chicaiza and A. L. S. Salazar, “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,” Universidad Técnica de Ambato, 2017.
- [16] B. V. I. R. Cuentas and B. C. D. C. Venero, “Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto,” Universidad Andina del Cusco, 2017.
- [17] E. C. B. R. E. S. G. M. de L. Abad, “Orientaciones para la conservación de inmuebles patrimoniales de tierra en Cuenca,” Cuenca, 2015.
- [18] construcción y saneamiento Ministerio de vivienda, “Norma E.080 diseño y construcción con tierra reforzada,” *El peruano*, Perú, p. 24, 07-Apr-2017.
- [19] Berenice Aguila Prieto, *Construir con Adobe (Fundamentos, reparación de daños y diseño contemporáneo)*, Primera Ed. México, 2012.
- [20] S. N. Blaya and G. N. García, *Química Agrícola - El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal.*, Segunda Ed. Madrid, 2003.
- [21] A. M. A. Condo, “Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de bloques fabricados con pet como sustituto parcial de la piedra pómez (cascajo) y bloques con suelo arcilloso como sustituto parcial del agregado fino,” Universidad Técnica de Ambato, 2017.
- [22] E. D. A. Alberca and R. A. Q. Zambrano, “Caracterización física y mecánica

del ADOBE,” Universidad de Cuenca, 2017.

- [23] B. Halweil, “Plastic Bags,” 2004.
- [24] Alejandro Ruiz sibaja and F. V. Sánchez, “Mechanical characterization of adobe bricks used in the region of Tuxtla Gutierrez, México,” *Espac. I+D Innovación más Desarro.*, vol. IV, no. 7, p. 133, 2015.
- [25] D. M. Blondet, I. J. V. Neumann, I. D. Torrealva, and I. álvaro Rubiños, *Manual de construcción con adobe reforzado con Geomallas*. Perú, 2010.
- [26] V. A. A. Ortega, “Investigación, Experimentación y Reciclaje con fundas plásticas, Elaboración de bases textiles para la creación de accesorios,” Universidad del Azuay, 2016.
- [27] L. S. Lucas, “Taller básico de mecánica de suelos,” Perú, 2004.
- [28] N. I. 690, *Mecánica de suelos Determinación del contenido de agua Método del secado al horno*. Ecuador, 1982, pp. 2–3.
- [29] D. S. G. Freire and J. M. I. Tinoco, “Estudio de una propuesta de mejoramiento del sistema constructivo adobe,” Universidad de Cuenca, 2015.
- [30] A. R. C. Chicaiza, “Análisis de la capa de rodadura de la vía Lligo-Tahuaicha-San Jorge del cantón Patate y su relación en la calidad de vida de los habitantes del sector,” Universidad Técnica de Ambato, 2011.
- [31] I. M. R. L. P. Maldonado., “Análisis Mecánico de los suelos granulometría.” Ambato, p. 8, 2015.
- [32] Shimadzu Excellence in science, “Máquina de prueba de compresión de hormigón completamente automática,” 2019. [Online]. Available: <https://www.shimadzu.com/an/test/universal/concreto.html>.
- [33] C. Villalas, *Mecanica de suelos y Cimentaciones*, Quinta Edi. México, 2004.
- [34] N. I. 691, *Mecánica de suelo Determinación del límite líquido Método de casa grande*. Ecuador, 1982, pp. 2–3.
- [35] Y. G. H. Alvarez and M. A. M. Niño, “Clasificación de la fracción fina de materiales provenientes del río Guayuriba en la ciudad de Villavicencio-Meta,

a partir de un valor de azul de metileno y su relación con la clasificación por el sistema unificado y sistema AASHTO.” Universidad católica de Colombia, 2016.

- [36] M. de desarrollo urbano y Vivienda, “Nec2011-Cap.13-Eficiencia Energética En La Construcción En Ecuador-021412.” Ecuador, p. 51, 2011.
- [37] G. de C. MINVU, *Manual de aplicación reglamentación térmica*, Primera ed. Santiago de Chile, 2006.
- [38] J. P. G. Silva, “Evaluación Térmica y Acústica de Paneles Fabricados con Ladrillos Ecológicos,” Universidad de Valparaíso, 2014.
- [39] G. T. C. Díaz, “Comportamiento térmico del espacio arquitectónico en construcciones de adobe,” Instituto Politécnico Nacional, 2015.
- [40] Nch853, *Acondicionamiento térmico- Envoltura térmica en edificios- Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas*. Chile, 2007.
- [41] Pasco, “Guía de usuario Xplorer GLX dataloger,” Estados Unidos, 2006, p. 161.
- [42] A. Pérez and A. de E. Jiménez, “Evaluación del confort acústico en distintos ambientes,” Universidad de Valladolid, 2013.
- [43] S. Gassab, “Proyecto Acústico Susceptible De Ruido Y Vibraciones,” Universidad de Valladolid, 2012.
- [44] M. M. Fernández, M. T. M. Ruiz, M. R. M. Ruiz, and J. R. M. Ruiz, “Seguridad y Salud en el trabajo Gestión de riesgos,” Segunda Ed., S. Ardila, Ed. Bogotá, 2018, p. 204.
- [45] DANOPLUS, “Medidor de sonido 30dB-130dB Compacto con alta precisión Medición Medidor de nivel de sonido profesional con pantalla retroiluminada y detección de ruido.” [Online]. Available: <https://www.aliexpress.com/item/Sound-Meter-with-High-Accuracy-Measuring-30dB-130dB-Professional-Compact-Sound-Level-Meter-with-Backlit-Display/32785716027.html>.

2. Anexos

2.1. Anexos de tabulación e información del procesamiento de datos

Anexo A- 1. Especificaciones técnicas de los frascos de contenido de humedad.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CICLO ACADÉMICO: Septiembre 2018 – Febrero 2019			
	Criterio: D – Ambiente Institucional Subcriterio: 1 – Gestión Académica Indicador: Equipamiento			Fecha: febrero 2019 Versión: 01
	NOMBRE DEL EQUIPO FRASCOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD PEQUEÑOS (71)			
CÓDIGO	S/N	FECHA DE ADQUISICIÓN	S/N	
UBICACIÓN		ARCHIVO FOTOGRAFICO		
Laboratorio de Mecánica de Suelos				
MODELO				
S/N				
FABRICANTE				
S/N				
VOLTAJE				
No aplica				
POTENCIA				
No aplica				
ESTADO				
Bueno				
LISTA DE COMPONENTES PRINCIPALES				
Nº	DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE	CARACTERÍSTICAS		
1	Metal			
2	Color gris			
3				
4				
5				
6				
OBSERVACIONES				
1.- Limpieza y revisión del equipo cada que se utiliza				

Anexo A- 2. Especificaciones técnicas del horno.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CICLO ACADÉMICO: Septiembre 2018 – Febrero 2019	
	Criterio: D – Ambiente Institucional Subcriterio: 1 – Gestión Académica Indicador: Equipamiento	Fecha: febrero 2019 Versión 01

NOMBRE DEL EQUIPO		HORNO	
CÓDIGO	3644201	FECHA DE ADQUISICIÓN	02/02/2012
UBICACIÓN		ARCHIVO FOTOGRAFICO	
Laboratorio de Mecánica de Suelos			
MODELO			
31-350ER			
FABRICANTE			
HUMBOLDT			
VOLTAJE			
110/220V			
POTENCIA			
No aplica			
ESTADO			
MALO			
LISTA DE COMPONENTES PRINCIPALES			
Nº	DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE	CARACTERISTICAS	
1	Capacidad 300 lt		
2	Circulación de aire con ventilador		
3	Control de temperatura con microprocesador		
4			
5			
6			
10			
OBSERVACIONES			
1.- Mantenimiento preventivo cada año			
2.-Limpieza y revisión del equipo cada que se utiliza			

Anexo A- 3. Especificaciones técnicas tamizadora.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CICLO ACADÉMICO: Septiembre 2018 – Febrero 2019		
	Criterio: D – Ambiente Institucional Subcriterio: 1 – Gestión Académica Indicador: Equipamiento		Fecha: febrero 2019 Versión 01
NOMBRE DEL EQUIPO		TAMIZADORA	
CÓDIGO	5651286	FECHA DE ADQUISICIÓN	29/10/2015
UBICACIÓN		ARCHIVO FOTOGRAFICO	
Laboratorio de Mecánica de Suelos			
MODELO			
15-D0407/BZ			
FABRICANTE			
CONTROLS			
VOLTAJE			
110/220V			
POTENCIA			
400 W aprox.			
ESTADO			
Bueno			
LISTA DE COMPONENTES PRINCIPALES			
Nº	DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE	CARACTERISTICAS	
1	Acero	Temporizador de 0 a 99 minutos e n pasos de 1 minuto o funcionamiento continuo	
2	Color gris	230 V, 50-60 Hz, 1 monofásica	
3		Dimensiones: 496x406x946 mm	
4		Peso aproximado: 30 kg	
5			
6			
7			
8			
9			
10			
OBSERVACIONES			
1.- Mantenimiento preventivo cada año			
2.- Limpieza y revisión del equipo cada que se utiliza			

Anexo A- 4. Especificaciones técnicas de juego de tamiz.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CICLO ACADÉMICO: Septiembre 2018 – Febrero 2019		
	Criterio: D – Ambiente Institucional Subcriterio: 1 – Gestión Académica Indicador: Equipamiento		Fecha: febrero 2019 Versión 01
NOMBRE DEL EQUIPO		JUEGO DE TAMIZ	
CÓDIGO	S/N	FECHA DE ADQUISICIÓN	S/N
UBICACIÓN		ARCHIVO FOTOGRAFICO	
Laboratorio de Mecánica de Suelos			
MODELO			
S/N			
FABRICANTE			
HUMBOLDT			
VOLTAJE			
No aplica			
POTENCIA			
No aplica			
ESTADO			
Bueno			
LISTA DE COMPONENTES PRINCIPALES			
N°	DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE	CARACTERISTICAS	
1	Acero	3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8"	
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
OBSERVACIONES			
1.- Limpieza y revisión del equipo cada que se utiliza			

Anexo A- 5. Especificaciones técnicas del equipo para medir el límite líquido.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CICLO ACADÉMICO: Septiembre 2018 – Febrero 2019		
	Criterio: D – Ambiente Institucional Subcriterio: 1 – Gestión Académica Indicador: Equipamiento		Fecha: febrero 2019 Versión 01

NOMBRE DEL EQUIPO		EQUIPO PARA MEDIR EL LIMITE LIQUIDO	
CÓDIGO	3643993	FECHA DE ADQUISICIÓN	16/11/2010
UBICACIÓN		ARCHIVO FOTOGRAFICO	
Laboratorio de Mecánica de Suelos			
MODELO			
S/N			
FABRICANTE			
HUMBOLDT			
VOLTAJE			
No aplica			
POTENCIA			
No aplica			
ESTADO			
Bueno			

LISTA DE COMPONENTES PRINCIPALES		
N°	DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE	CARACTERISTICAS
1	Compuesto de un casquete esférico de metal	
2	Fijado en el borde a dispositivo	
3	Mediante la operación de un mecanismo eléctrico	
4	Produce la elevación del casquete	
5		
6		
7		

OBSERVACIONES	
1.- Mantenimiento preventivo cada año	
2.-Limpieza y revisión del equipo cada que se utiliza	

Anexo A- 6. Especificaciones técnicas de la espátula.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CICLO ACADÉMICO: Septiembre 2018 – Febrero 2019			
	Criterio: D – Ambiente Institucional Subcriterio: 1 – Gestión Académica Indicador: Equipamiento			Fecha: febrero 2019 Versión 01
NOMBRE DEL EQUIPO		Espátulas de hoja flexible mediana (10)		
CÓDIGO	S/N	FECHA DE ADQUISICIÓN		S/N
UBICACIÓN		ARCHIVO FOTOGRAFICO		
Laboratorio de Mecánica de Suelos				
MODELO				
S/N				
FABRICANTE				
S/N				
VOLTAJE				
No aplica				
POTENCIA				
No aplica				
ESTADO				
Regular				
LISTA DE COMPONENTES PRINCIPALES				
Nº	DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE	CARACTERISTICAS		
1	Acero			
2	Color gris			
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
OBSERVACIONES				
1.- Limpieza y revisión del equipo cada que se utiliza				

Anexo A- 7. Especificaciones técnicas del acanalador.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CICLO ACADÉMICO: Septiembre 2018 – Febrero 2019		
	Criterio: D – Ambiente Institucional Subcriterio: 1 – Gestión Académica Indicador: Equipamiento		Fecha: febrero 2019 Versión 01
NOMBRE DEL EQUIPO		Acanaladores curvos de acero inoxidable	
CÓDIGO	S/N	FECHA DE ADQUISICIÓN	S/N
UBICACIÓN		ARCHIVO FOTOGRAFICO	
Laboratorio de Mecánica de Suelos			
MODELO			
S/N			
FABRICANTE			
HUMBOLDT			
VOLTAJE			
No aplica			
POTENCIA			
No aplica			
ESTADO			
Regular			
LISTA DE COMPONENTES PRINCIPALES			
N°	DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE	CARACTERISTICAS	
1	Color gris		
2	Acero inoxidable		
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
OBSERVACIONES			
1.- Mantenimiento preventivo cada año			
2.-Limpieza y revisión del equipo cada que se utiliza			

Anexo A- 8. Especificaciones técnicas del mortero de porcelana.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CICLO ACADÉMICO: Septiembre 2018 – Febrero 2019		
	Criterio: D – Ambiente Institucional Subcriterio: 1 – Gestión Académica Indicador: Equipamiento		Fecha: febrero 2019 Versión 01
NOMBRE DEL EQUIPO		MORTEROS DE PORCELANA(4)	
CÓDIGO	S/N	FECHA DE ADQUISICIÓN	S/N
UBICACIÓN		ARCHIVO FOTOGRAFICO	
Laboratorio de Mecánica de Suelos			
MODELO			
S/N			
FABRICANTE			
S/N			
VOLTAJE			
No aplica			
POTENCIA			
No aplica			
ESTADO			
Bueno			
LISTA DE COMPONENTES PRINCIPALES			
Nº	DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE	CARACTERISTICAS	
1	Porcelana	Diámetro de 12 cm	
2	Color blanco	Altura de 7,5 cm	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
OBSERVACIONES			
1.- Limpieza y revisión del equipo cada que se utiliza			

Anexo A- 9. Especificaciones técnicas de las capsulas de límite líquido.

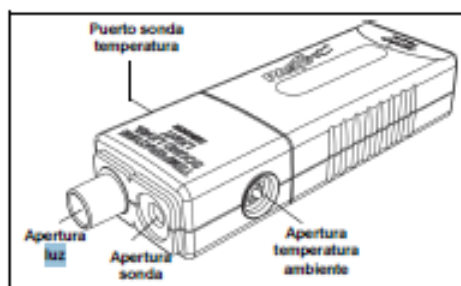
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CICLO ACADÉMICO: Septiembre 2018 – Febrero 2019			
	Criterio: D – Ambiente Institucional Subcriterio: 1 – Gestión Académica Indicador: Equipamiento			Fecha: febrero 2019 Versión: 01
NOMBRE DEL EQUIPO		CAPSULAS DE SECAMIENTO DE LIMITE LIQUIDO CON TAPA (DIFERENTES MEDIDAS) (22)		
CÓDIGO	S/N	FECHA DE ADQUISICIÓN	S/N	
UBICACIÓN		ARCHIVO FOTOGRAFICO		
Laboratorio de Mecánica de Suelos				
MODELO				
S/N				
FABRICANTE				
S/N				
VOLTAJE				
No aplica				
POTENCIA				
No aplica				
ESTADO				
Bueno				
LISTA DE COMPONENTES PRINCIPALES				
N°	DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE	CARACTERISTICAS		
1	Color gris			
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
OBSERVACIONES				
1.- Limpieza y revisión del equipo cada que se utiliza				

Anexo A- 10 Especificaciones técnicas de los sensores de medición.

PASPort

Manual de Instrucciones
012-08533B

Sensor de temperatura/nivel de sonido/luz



Material necesario*

Interface PASCO

Programa PASCO de adquisición de datos

* Consulte el catálogo de PASCO o el sitio web de PASCO www.pasco.com para más información.

Material recomendado*

Sonda de temperatura de acero inoxidable (PS-2153)

Sondas de temperatura de respuesta rápida (PS-2135)

Cable de extensión del sensor (PS-2500)

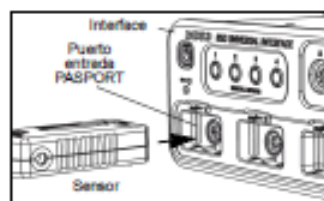
Introducción

El sensor PS-2104 de temperatura/nivel de sonido/ luz mide la temperatura ambiente, la temperatura de la sonda, el nivel de sonido en decibelios (dB) y el nivel de luz (intensidad de la luz) en lux (lúmenes por metro cuadrado). La temperatura ambiente se graba automáticamente a través de la apertura para temperatura ambiente y no necesita una sonda de temperatura. La sonda de temperatura se refiere a la medida de una sonda conectada al puerto de temperatura en un lado del sensor. Cualquier sonda de temperatura PASCO con un conector de auricular de 2,5 milímetros (mm) puede conectarse al puerto de la sonda de temperatura.

El sensor está diseñado para trabajar con una interface compatible PASPORT (tal como la interface universal 850 UI-5000) y con el programa de adquisición de datos PASCO (como PASCO Capstone).

Configuración del sensor

- Conecte el sensor a uno de los puertos de entrada PASPORT de una interface compatible con PASCO PASPORT.



NOTA: Si se necesita más distancia entre el sensor y la interface, conecte el sensor a un cable de extensión del sensor PS-2500 y luego conecte el cable a la interface.

- Inicio el programa de adquisición de datos PASCO.

Uso del programa PASCO Capstone

- Pulse en "Configuración del hardware" en la paleta de Herramientas para abrir el panel "Configuración del hardware". Confirme que el icono del sensor aparece con el icono de la interface.
- Pulse en una de las plantillas de visualización en la pantalla de trabajo de Capstone, o pulse dos veces en uno de los iconos de la paleta de "Pantallas" para abrir una pantalla de datos.
- Configure la pantalla de datos para mostrar lo que se va a medir y las unidades para la visualización de los datos.

Uso del programa SPARKvue

- Conecte el sensor a una interface compatible con SPARKvue e inicie el programa. Se abre la pantalla de parámetros del sensor y se muestra la lista de medidas del sensor.
- En la pantalla de parámetros del sensor, seleccione el nombre de la medición y a continuación pulse "Mostrar" para abrir una pantalla gráfica.

PASCO

+1 916 796 3800
support@pasco.com

800-772-8700
www.pasco.com

Anexo A- 11 Especificaciones técnicas de Xplorer GLX marca Pasco.

Introduction

The Xplorer GLX is a data collection, graphing, and analysis tool designed for science students and educators. The Xplorer GLX supports up to four PASPORT sensors simultaneously, in addition to two temperature probes and a voltage probe connected directly to specialized ports.

An optional mouse, keyboard, or printer can be connected to the Xplorer GLX's USB ports. The Xplorer GLX contains an integrated speaker for sound generation and a stereo signal output port for optional headphones or amplified speakers.

The Xplorer GLX is fully functional stand-alone handheld computing device for science. It also operates as PASPORT sensor interface when connected to a desktop or laptop computer running DataStudio software.



Anexo B- 1. Contenido de humedad de la muestra.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Número de recipiente	77	67	72	51
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	128.1	143.8	134.7	128.5
Peso muestra seca + recipiente (gr)	110.60	123.40	115.00	110.90
Peso de agua (gr)	17.50	20.40	19.70	17.60
Peso del recipiente (gr)	30.9	30.4	30.8	30.4
Peso de la muestra seca (gr)	79.7	93	84.2	80.5
Contenido de humedad (%)	21.96	21.94	23.4	21.86
Contenido humedad promedio (%)	22.29			

Fuente: Sandra Cabay

Anexo B- 2. Análisis granulométrico

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
Análisis Granulométrico			
Tamiz	Peso retenido acumulado (gr)	% Retenido	% Que pasa
Pasa tamiz #4	240,32	0,00	100
#10	15,60	6,53	93,46
#40	86,60	36,26	63,73
#100	151,30	63,35	36,64
#200	187,80	78,64	21,35
Pasa tamiz #200	51,00	21,35	
Total	238,80	gr	

Fuente: Sandra Cabay

Anexo B- 3. Determinación del límite líquido (LL).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITE LÍQUIDO (LL) 								
Rango de Golpes	0 - 10		10- 20		20 -30		30 - 40	
Recipiente N°	4	36	6	66	37	16	40	2
Peso de la muestra húmeda + recipiente (gr)	18,00	18,20	19,60	18,70	19,70	16,20	18,10	17,10
Peso de la muestra seca + recipiente (gr)	15,70	15,90	16,80	16,20	17,10	14,60	15,90	15,20
Peso del agua (gr)	2,30	2,30	2,80	2,50	2,60	1,60	2,20	1,90
Peso del recipiente (gr)	11,10	11,30	10,80	10,90	11,30	11,10	11,10	10,90
Peso muestra seca (gr)	4,60	4,60	6,00	5,30	5,80	3,50	4,80	4,30
Contenido de humedad(%)	50,00	50,00	46,67	47,17	44,83	45,71	45,83	44,19
Contenido de humedad promedio(%)	50,00		46,92		45,27		45,01	
N° de golpes	8,00		18,00		26,00		39	

Fuente: Sandra Cabay

Anexo B- 4. Determinación del Límite plástico (LP).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITE PLÁSTICO (LP) 						
Recipiente N°	3AL	1AL	1	4AL	1TESIS	5AL
Peso de la muestra húmeda + recipiente (gr)	11,50	11,30	11,10	11,40	11,30	11,40
Peso de la muestra seca + recipiente (gr)	11,30	11,20	11,00	11,20	11,10	11,20
Peso del agua (gr)	0,20	0,10	0,10	0,20	0,20	0,20
Peso del recipiente (gr)	10,60	10,80	10,70	10,50	10,70	10,60
Peso muestra seca (gr)	0,70	0,40	0,30	0,70	0,40	0,60
Contenido de humedad(%)	28,57	25,00	33,33	28,57	50,00	33,33
Contenido de humedad promedio (LP %)	33,13					

Fuente: Sandra Cabay

Anexo B- 5. Datos obtenidos durante una hora, en el ensayo térmico de adobe tradicional.

Pared bloque adobe tradicional					
Tiempo (min)	T. cara 1 (°C)	T. cara 2 (°C)	T. ambiente 1 (°C)	T. ambiente 2 (°C)	T. exterior (°C)
0:00:00	14,49	14,72	13,94	14,39	16,54
0:01:00	15,63	14,74	15,91	14,58	16,50
0:02:00	16,52	14,75	17,63	14,76	16,61
0:03:00	17,36	14,72	19,24	14,92	16,65
0:04:00	17,99	14,73	20,73	15,05	16,90
0:05:00	18,51	14,73	22,07	15,18	16,75
0:06:00	18,97	14,74	23,31	15,27	16,57
0:07:00	19,38	14,74	24,43	15,36	16,53
0:08:00	19,75	14,71	25,44	15,44	16,73
0:09:00	20,12	14,72	26,37	15,52	16,68
0:10:00	20,49	14,72	27,20	15,58	16,70
0:11:00	20,82	14,72	28,01	15,62	16,68
0:12:00	21,16	14,72	28,72	15,68	16,77
0:13:00	21,50	14,72	29,41	15,71	16,69
0:14:00	21,81	14,73	30,07	15,76	16,76
0:15:00	22,14	14,73	30,69	15,78	16,83
0:16:00	22,47	14,70	31,30	15,81	16,75
0:17:00	22,75	14,70	31,84	15,84	16,73
0:18:00	23,06	14,70	32,40	15,86	16,54
0:19:00	23,37	14,70	32,91	15,87	16,72
0:20:00	23,65	14,71	33,40	15,89	16,91
0:21:00	23,95	14,71	33,88	15,91	16,79
0:22:00	24,23	14,71	34,33	15,91	16,94
0:23:00	24,50	14,71	34,78	15,93	16,92
0:24:00	24,79	14,72	35,20	15,94	16,76
0:25:00	25,07	14,72	35,62	15,94	16,80
0:26:00	25,33	14,68	36,03	15,96	16,98
0:27:00	25,60	14,69	36,41	15,96	16,78
0:28:00	25,88	14,69	36,80	15,96	17,06
0:29:00	26,14	14,69	37,19	15,97	16,89
0:30:00	26,39	14,69	37,55	15,98	16,77
0:31:00	26,69	14,69	37,91	15,99	16,74

0:32:00	26,91	14,70	38,26	15,99	16,66
0:33:00	27,16	14,70	38,62	15,99	16,73
0:34:00	27,41	14,70	38,95	15,99	16,97
0:35:00	27,66	14,70	39,28	15,99	16,85
0:36:00	27,91	14,70	39,61	15,99	17,03
0:37:00	28,14	14,67	39,94	15,99	16,88
0:38:00	28,40	14,67	40,26	16,00	16,65
0:39:00	28,64	14,68	40,58	16,00	16,92
0:40:00	28,89	14,68	40,90	16,01	16,92
0:41:00	29,15	14,68	41,21	16,01	16,78
0:42:00	29,39	14,68	41,53	16,01	16,66
0:43:00	29,66	14,68	41,85	16,01	16,80
0:44:00	29,88	14,68	42,15	16,01	16,66
0:45:00	30,11	14,69	42,46	16,02	16,94
0:46:00	30,36	14,69	42,76	16,02	16,84
0:47:00	30,58	14,69	43,05	16,01	16,72
0:48:00	30,82	14,70	43,34	16,02	16,55
0:49:00	31,05	14,66	43,63	16,02	16,63
0:50:00	31,30	14,67	43,93	16,02	16,58
0:51:00	31,51	14,67	44,20	16,01	16,45
0:52:00	31,73	14,67	44,47	16,01	16,52
0:53:00	31,98	14,67	44,75	16,02	16,55
0:54:00	32,19	14,67	45,04	16,01	16,60
0:55:00	32,43	14,67	45,30	16,01	16,43
0:56:00	32,66	14,67	45,56	16,01	16,26
0:57:00	32,87	14,68	45,83	16,01	16,29
0:58:00	33,13	14,68	46,11	16,01	16,54
0:59:00	33,32	14,68	46,37	16,00	16,60
1:00:00	33,54	14,68	46,63	16,01	16,31
Máximo	33,54	14,75	46,63	16,02	17,06
Mínimo	14,49	14,66	13,94	14,39	16,26
Promedio	25,89	14,70	35,69	15,79	16,71
ΔT (máx.)	18,78		30,62		16,71

Anexo B- 6. Datos obtenidos durante una hora en el ensayo térmico de adobe más 5% de bolsas plásticas.

PARED BLOQUE ADOBE MÁS 5% DE BOLSAS PLÁSTICAS					
Tiempo (min)	T. cara 1 (°C)	T. cara 2 (°C)	T.ambiente1 (°C)	T. ambiente 2 (°C)	T. exterior (°C)
0:00:00	14,78	13,92	15,36	16,28	16,49
0:01:00	14,94	13,89	17,71	16,33	16,65
0:02:00	16,48	13,90	19,66	16,38	16,77
0:03:00	17,67	13,91	21,48	16,42	16,71
0:04:00	18,73	13,91	23,19	16,46	16,62
0:05:00	19,61	13,89	24,75	16,50	16,61
0:06:00	20,37	13,90	25,92	16,54	16,59
0:07:00	21,02	13,91	27,08	16,57	16,69
0:08:00	21,66	13,92	28,31	16,61	16,79
0:09:00	22,22	13,89	29,45	16,64	16,84
0:10:00	22,79	13,90	30,49	16,66	16,85
0:11:00	23,32	13,91	31,45	16,69	16,83
0:12:00	23,86	13,92	32,35	16,72	16,94
0:13:00	24,35	13,93	33,19	16,74	16,97
0:14:00	24,89	13,94	33,97	16,77	16,93
0:15:00	25,38	13,91	34,71	16,79	16,94
0:16:00	25,86	13,92	35,39	16,82	16,99
0:17:00	26,31	13,92	36,05	16,85	17,04
0:18:00	26,79	13,94	36,67	16,87	17,06
0:19:00	27,22	13,94	37,25	16,87	17,07
0:20:00	27,65	13,95	37,82	16,90	17,04
0:21:00	28,07	13,96	38,36	16,92	17,08
0:22:00	28,47	13,93	38,88	16,92	17,07
0:23:00	28,89	13,94	39,40	16,95	17,08
0:24:00	29,27	13,94	39,89	16,96	17,13
0:25:00	29,66	13,95	40,36	16,97	17,12
0:26:00	30,05	13,96	40,80	17,00	17,18
0:27:00	30,42	13,96	41,25	17,00	17,28
0:28:00	30,82	13,97	41,68	17,02	17,32
0:29:00	31,17	13,98	42,10	17,02	17,36
0:30:00	31,51	13,95	42,51	17,04	17,40
0:31:00	31,90	13,96	42,92	17,05	17,48
0:32:00	32,19	13,96	43,32	17,06	17,53
0:33:00	32,53	13,97	43,70	17,07	17,57

0:34:00	32,88	13,98	44,09	17,07	17,63
0:35:00	33,25	13,99	44,47	17,09	17,68
0:36:00	33,53	13,99	44,83	17,10	17,77
0:37:00	33,88	14,00	45,20	17,10	17,69
0:38:00	34,15	14,01	45,54	17,12	17,83
0:39:00	34,48	13,98	45,90	17,12	17,96
0:40:00	34,78	13,98	46,25	17,13	18,00
0:41:00	35,09	13,99	46,61	17,14	18,04
0:42:00	35,40	13,99	46,96	17,15	18,08
0:43:00	35,66	14,00	47,28	17,15	18,15
0:44:00	36,03	14,01	47,63	17,16	18,19
0:45:00	36,29	14,01	47,96	17,17	18,01
0:46:00	36,60	14,02	48,30	17,18	18,25
0:47:00	36,85	14,03	48,63	17,18	18,39
0:48:00	37,19	14,03	48,95	17,19	18,43
0:49:00	37,47	14,04	49,28	17,20	18,37
0:50:00	37,75	14,01	49,61	17,20	18,52
0:51:00	38,01	14,02	49,92	17,20	18,67
0:52:00	38,29	14,02	50,22	17,20	18,72
0:53:00	38,54	14,03	50,50	17,22	18,74
0:54:00	38,82	14,03	50,81	17,22	18,60
0:55:00	39,09	14,04	51,09	17,23	18,80
0:56:00	39,31	14,05	51,38	17,22	18,93
0:57:00	39,62	14,05	51,67	17,23	19,00
0:58:00	39,90	14,05	51,97	17,25	18,85
0:59:00	40,11	14,06	52,26	17,25	18,82
1:00:00	40,43	14,05	52,55	17,25	18,96
Máximo	40,43	14,06	52,55	17,25	19,00
Mínimo	14,78	13,89	15,36	16,28	16,49
Promedio	30,40	13,97	40,28	16,95	17,59
$\Delta T(\text{máx.})$	26,37		35,30		17,63

Anexo B- 7. Datos obtenidos durante una hora en el ensayo térmico de adobe más 10% de bolsas plásticas.

PARED BLOQUE ADOBE MÁS 10% DE BOLSAS PLÁSTICAS					
Tiempo (min)	T. cara 1 (°C)	T. cara 2 (°C)	T. ambiente 1 (°C)	T. ambiente 2 (°C)	T. exterior (°C)
0:00:00	13,97	14,01	13,63	15,21	14,96
0:01:00	14,75	14,02	16,04	15,28	15,04
0:02:00	16,10	14,04	18,14	15,35	14,93
0:03:00	17,45	14,03	20,08	15,42	14,85
0:04:00	18,76	14,05	21,88	15,50	14,80
0:05:00	19,70	14,03	23,50	15,56	14,89
0:06:00	20,49	14,04	24,98	15,63	14,91
0:07:00	21,21	14,06	26,34	15,71	14,88
0:08:00	21,88	14,07	27,60	15,76	14,89
0:09:00	22,52	14,05	28,76	15,81	15,42
0:10:00	23,09	14,06	29,83	15,86	15,04
0:11:00	23,64	14,07	30,80	15,92	14,91
0:12:00	24,22	14,09	31,72	15,97	14,96
0:13:00	24,74	14,09	32,57	15,99	15,00
0:14:00	25,27	14,06	33,37	16,04	15,03
0:15:00	25,78	14,08	34,13	16,07	15,10
0:16:00	26,28	14,09	34,83	16,10	15,10
0:17:00	26,77	14,10	35,50	16,12	15,03
0:18:00	27,23	14,11	36,15	16,15	14,96
0:19:00	27,69	14,12	36,77	16,18	15,06
0:20:00	28,15	14,09	37,36	16,22	15,14
0:21:00	28,60	14,10	37,93	16,25	15,12
0:22:00	29,05	14,11	38,47	16,28	15,25
0:23:00	29,47	14,11	38,98	16,30	15,20
0:24:00	29,88	14,13	39,50	16,33	15,18
0:25:00	30,30	14,14	39,99	16,34	15,28
0:26:00	30,71	14,15	40,46	16,36	15,28
0:27:00	31,13	14,12	40,91	16,38	15,25
0:28:00	31,53	14,13	41,35	16,41	15,35
0:29:00	31,89	14,13	41,79	16,43	15,34
0:30:00	32,27	14,14	42,21	16,43	15,36
0:31:00	32,64	14,16	42,61	16,46	15,56
0:32:00	33,02	14,16	43,01	16,48	15,57
0:33:00	33,35	14,17	43,40	16,49	16,30
0:34:00	33,67	14,18	43,75	16,51	15,66
0:35:00	34,02	14,15	44,11	16,52	15,58

0:36:00	34,33	14,15	44,47	16,54	15,54
0:37:00	34,66	14,16	44,85	16,54	15,50
0:38:00	35,01	14,17	45,22	16,56	15,58
0:39:00	35,33	14,17	45,59	16,56	15,64
0:40:00	35,68	14,18	45,95	16,59	15,87
0:41:00	36,00	14,18	46,32	16,59	15,88
0:42:00	36,35	14,19	46,67	16,61	15,85
0:43:00	36,65	14,20	47,01	16,61	15,91
0:44:00	36,94	14,20	47,36	16,62	15,87
0:45:00	37,23	14,17	47,70	16,64	16,07
0:46:00	37,57	14,19	48,03	16,64	16,01
0:47:00	37,88	14,18	48,33	16,65	15,67
0:48:00	38,16	14,19	48,65	16,66	15,65
0:49:00	38,47	14,20	48,96	16,66	15,94
0:50:00	38,77	14,20	49,28	16,67	15,99
0:51:00	39,05	14,22	49,59	16,69	15,83
0:52:00	39,32	14,22	49,92	16,69	16,05
0:53:00	39,65	14,23	50,25	16,69	16,20
0:54:00	39,94	14,24	50,56	16,69	16,06
0:55:00	40,21	14,24	50,84	16,71	16,29
0:56:00	40,50	14,21	51,15	16,72	15,89
0:57:00	40,76	14,21	51,44	16,72	16,21
0:58:00	40,99	14,21	51,74	16,72	16,07
0:59:00	41,31	14,22	52,03	16,74	16,03
1:00:00	41,56	14,22	52,32	16,74	16,39
Máximo	41,56	14,24	52,32	16,74	16,39
Mínimo	13,97	14,01	13,63	15,21	14,80
Promedio	31,04	14,14	39,78	16,30	15,48
$\Delta T(\text{máx.})$	27,32		35,58	15,48	

Anexo B- 8. Datos obtenidos durante una hora en el ensayo térmico de adobe más 15% de bolsas plásticas.

PARED ADOBE MÁS 15% DE BOLSAS PLÁSTICAS					
Tiempo (min)	T. cara 1 (°C)	T. cara 2 (°C)	T. ambiente 1 (°C)	T. ambiente 2 (°C)	T. exterior
0:00:00	16,77	13,89	13.67	15.25	14.04
0:01:00	17,81	13,90	16.01	15.31	14.05
0:02:00	18,63	13,90	18.05	15.36	14.90
0:03:00	19,38	13,91	19.86	15.41	14.85
0:04:00	20,05	13,92	21.63	15.45	14.81
0:05:00	20,68	13,92	23.25	15.50	14.74
0:06:00	21,26	13,93	24.76	15.54	14.72
0:07:00	21,81	13,93	26.13	15.59	14.77
0:08:00	22,33	13,93	27.38	15.62	14.83
0:09:00	22,85	13,94	28.54	15.67	14.82
0:10:00	23,34	13,94	29.70	15.70	14.79
0:11:00	23,82	13,94	30.58	15.73	14.77
0:12:00	24,30	13,94	31.50	15.75	14.83
0:13:00	24,76	13,94	32.35	15.78	14.88
0:14:00	25,21	13,94	33.13	15.80	14.88
0:15:00	25,66	13,94	33.79	15.83	14.89
0:16:00	26,10	13,95	34.61	15.85	15.04
0:17:00	26,53	13,95	35.28	15.88	15.02
0:18:00	26,94	13,95	36.02	15.91	15.02
0:19:00	27,35	13,95	36.55	15.93	14.98
0:20:00	27,74	13,95	37.15	15.96	15.06
0:21:00	28,14	13,96	37.74	15.98	15.04
0:22:00	28,55	13,96	38.30	15.99	15.10
0:23:00	28,93	13,96	38.82	16.01	15.19

0:24:00	29,28	13,96	39.32	16.04	15.26
0:25:00	29,65	13,96	39.81	16.06	15.17
0:26:00	30,01	13,96	40.29	16.07	15.17
0:27:00	30,39	13,97	40.75	16.09	15.28
0:28:00	30,75	13,97	41.20	16.11	15.31
0:29:00	31,07	13,97	41.63	16.11	15.46
0:30:00	31,41	13,97	42.05	16.14	15.32
0:31:00	31,79	13,97	42.56	16.14	15.30
0:32:00	32,08	13,98	42.86	16.17	15.42
0:33:00	32,42	13,98	43.27	16.17	15.44
0:34:00	32,72	13,98	43.63	16.19	15.53
0:35:00	33,03	13,98	44.01	16.20	15.50
0:36:00	33,33	13,98	44.39	16.22	15.56
0:37:00	33,64	13,98	44.73	16.22	15.47
0:38:00	33,98	13,98	45.09	16.24	15.53
0:39:00	34,29	13,99	45.44	16.24	15.57
0:40:00	34,59	13,99	45.80	16.27	15.66
0:41:00	34,88	13,99	46.17	16.27	15.70
0:42:00	35,19	13,99	46.51	16.28	15.81
0:43:00	35,49	14,00	46.86	16.29	15.75
0:44:00	35,79	14,00	47.20	16.29	15.66
0:45:00	36,11	14,01	47.55	16.31	15.81
0:46:00	36,40	14,01	48.05	16.32	15.86
0:47:00	36,69	14,01	48.36	16.33	15.85
0:48:00	36,97	14,01	48.58	16.35	15.82
0:49:00	37,26	14,02	49.11	16.35	16.00
0:50:00	37,53	14,02	49.25	16.35	16.06
0:51:00	37,82	14,02	49.69	16.36	15.99
0:52:00	38,09	14,03	50.21	16.36	15.77

0:53:00	38,37	14,03	50.22	16.37	15.85
0:54:00	38,64	14,03	50.63	16.38	16.35
0:55:00	38,92	14,03	50.92	16.38	16.03
0:56:00	39,18	14,04	51.16	16.38	15.87
0:57:00	39,46	14,04	51.45	16.39	15.98
0:58:00	39,71	14,05	51.76	16.39	16.15
0:59:00	39,73	14,05	51.86	16.40	16.26
1:00:00	39,73	14,05	51.90	16.40	15.80
Máximo	39,73	14,05	51,90	16,40	16,35
Mínimo	16,77	13,89	13,67	15,25	14,04
Promedio	30,58	13,97	39.66	16,04	15,35
$\Delta T(\text{máx.})$	25,67		35.50		15,35

Anexo B- 9. Coeficiente de conductividad térmica- Pared bloque de adobe tradicional.

COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA - PARED BLOQUE DE ADOBE TRADICIONAL			
Símbolo	Descripción		Unidad
φ	Flujo térmico	600	W
A	Área de la muestra	0.7	m ²
$q = \varphi/A$	Densidad de flujo térmico	857.14	W/m ²
	°K	273	°K
$\Delta T = t_f - t_i$	ΔT (máx.)+273	291.78	°K
e	Espesor muestra	0.20	m
$\lambda = q/(\Delta T/e)$	Coeficiente de conductividad Térmica	0.588	w/m K

Fuente: Sandra Cabay

Anexo B- 10. Coeficiente de conductividad térmica- Pared bloque de adobe más 5% de bolsas plásticas.

COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA - PARED BLOQUE DE ADOBE MÁS 5% DE BOLSAS PLÁSTICAS			
Símbolo	Descripción		Unidad
φ	Flujo térmico	600	W
A	Área de la muestra	0.7	m ²
$q = \varphi/A$	Densidad de flujo térmico	857.14	W/m ²
	°K	273	°K
$\Delta T = t_f - t_i$	ΔT (máx.)+ 273	299.37	°K
e	Espesor muestra	0.20	m
$\lambda = q/(\Delta T/e)$	Coeficiente de conductividad Térmica	0.573	w/m K

Fuente: Sandra Cabay

Anexo B- 11. Coeficiente de conductividad térmica- Pared bloque de adobe más 10% de bolsas plásticas.

COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA - PARED BLOQUE DE ADOBE MÁS 10% DE BOLSAS PLÁSTICAS			
Símbolo	Descripción		Unidad
ϕ	Flujo térmico	600	W
A	Área de la muestra	0.7	m ²
$q = \phi/A$	Densidad de flujo térmico	857.14	W/m ²
	°K	273	°K
$\Delta T = t_f - t_i$	ΔT (máx.)+ 273	300.32	°K
e	Espesor muestra	0.20	m
$\lambda = q/(\Delta T/e)$	Coeficiente de conductividad Térmica	0.571	w/m K

Fuente: Sandra Cabay

Anexo B- 12. Coeficiente de conductividad térmica- Pared bloque de adobe más 15% de bolsas plásticas.

COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE PARED BLOQUE ADOBE MÁS 15% DE BOLSAS PLÁSTICAS			
Símbolo	Descripción		Unidad
ϕ	Flujo térmico	600	W
A	Área de la muestra	0.7	m ²
$q = \phi/A$	Densidad de flujo térmico	857.14	W/m ²
	°K	273	°K
$\Delta T = t_f - t_i$	ΔT (máx.)+ 273	298.67	°K
e	Espesor muestra	0.20	m
$\lambda = q/(\Delta T/e)$	Coeficiente de conductividad Térmica	0.574	w/m K



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



LA ADICIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ADOBE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BLOQUE DE ADOBE TRADICIONAL

PROBETA	ÁREA	ESPESOR	ESFUERZO	CARGA	FECHA DE		DÍAS	IDENTIFICACIÓN	ESPECIFICACIÓN
Nº	cm ²	cm	kg/cm ²	Kg	ELABORACIÓN	ENSAYO			kg/cm ²
1	100	10	10.31	1031.16	03/13/2019	04/17/2019	37	ADOBE TRADICIONAL	10.20
2	100	10	10.25	1024.91	03/13/2019	04/17/2019	37	ADOBE TRADICIONAL	10.20
3	100	10	12.95	1428.22	03/13/2019	04/17/2019	37	ADOBE TRADICIONAL	10.20
4	100	10	11.20	1030.49	03/13/2019	04/17/2019	37	ADOBE TRADICIONAL	10.20
5	100	10	9.35	1010.09	03/13/2019	04/17/2019	37	ADOBE TRADICIONAL	10.20
6	100	10	9.12	1005.66	03/13/2019	04/17/2019	37	ADOBE TRADICIONAL	10.20
ESFUERZO PROMEDIO	11.18		kg/cm²						



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



LA ADICIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ADOBE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BLOQUE DE ADOBE MÁS 5% DE BOLSAS PLÁSTICAS

PROBETA	ÁREA	ESPEJOR	ESFUERZO	CARGA	FECHA DE		DÍAS	IDENTIFICACIÓN	ESPECIFICACIÓN
Nº	cm ²	cm	kg/cm ²	Kg	ELABORACIÓN	ENSAYO			kg/cm ²
1	100	10	14,88	1640,41	02/17/2019	03/18/2019	30	ADOBE MÁS 5% DE BOLSAS PLÁSTICAS	10.20
2	100	10	12,04	1328,08	02/17/2019	03/18/2019	30	ADOBE MÁS 5% DE BOLSAS PLÁSTICAS	10.20
3	100	10	16,82	1765,22	02/17/2019	03/18/2019	30	ADOBE MÁS 5% DE BOLSAS PLÁSTICAS	10.20
4	100	10	10,42	1259,32	02/17/2019	03/18/2019	30	ADOBE MÁS 5% DE BOLSAS PLÁSTICAS	10.20
5	100	10	9,69	1066,96	02/17/2019	03/18/2019	30	ADOBE MÁS 5% DE BOLSAS PLÁSTICAS	10.20
6	100	10	9,37	1133,13	02/17/2019	03/18/2019	30	ADOBE MÁS 5% DE BOLSAS PLÁSTICAS	10.20
ESFUERZO PROMEDIO	13.54		kg/cm²						



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



LA ADICIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ADOBE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BLOQUE DE ADOBE MÁS 10% DE BOLSAS PLÁSTICAS

PROBETA	ÁREA	ESPEJOR	ESFUERZO	CARGA	FECHA DE		DÍAS	IDENTIFICACIÓN	ESPECIFICACIÓN
Nº	cm ²	cm	kg/cm ²	Kg	ELABORACIÓN	ENSAYO			kg/cm ²
1	100	10	12,76	1339,00	02/17/2019	03/18/2019	30	ADOBE MÁS 10% DE BOLSAS PLÁSTICAS	10.20
2	100	10	14,47	1594,48	02/17/2019	03/18/2019	30	ADOBE MÁS 10% DE BOLSAS PLÁSTICAS	10.20
3	100	10	12,88	1420,24	02/17/2019	03/18/2019	30	ADOBE MÁS 10% DE BOLSAS PLÁSTICAS	10.20
4	100	10	8,64	952,90	02/17/2019	03/18/2019	30	ADOBE MÁS 10% DE BOLSAS PLÁSTICAS	10.20
5	100	10	5,17	625,15	02/17/2019	03/18/2019	30	ADOBE MÁS 10% DE BOLSAS PLÁSTICAS	10.20
6	100	10	4.98	601,53	02/17/2019	03/18/2019	30	ADOBE MÁS 10% DE BOLSAS PLÁSTICAS	10.20
ESFUERZO PROMEDIO	12.19		kg/cm²						



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



LA ADICIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ADOBE PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y SU EFECTO EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BLOQUE DE ADOBE MÁS 10% DE BOLSAS PLÁSTICAS

PROBETA	ÁREA	ESPESOR	ESFUERZO	CARGA	FECHA DE		DÍAS	IDENTIFICACIÓN	ESPECIFICACIÓN
Nº	cm ²	cm	kg/cm ²	Kg	ELABORACIÓN	ENSAYO			kg/cm ²
1	100	10	10,55	1107,04	02/17/2019	03/18/2019	30	ADOBE MÁS 15% DE BOLSAS PLÁSTICAS	10.20
2	100	10	10,46	1154,97	02/17/2019	03/18/2019	30	ADOBE MÁS 15% DE BOLSAS PLÁSTICAS	10.20
3	100	10	9,95	1149,37	02/17/2019	03/18/2019	30	ADOBE MÁS 15% DE BOLSAS PLÁSTICAS	10.20
4	100	10	9,35	1131,06	02/17/2019	03/18/2019	30	ADOBE MÁS 15% DE BOLSAS PLÁSTICAS	10.20
5	100	10	7,50	825,35	02/17/2019	03/18/2019	30	ADOBE MÁS 15% DE BOLSAS PLÁSTICAS	10.20
6	100	10	7,90	870,95	02/17/2019	03/18/2019	30	ADOBE MÁS 15% DE BOLSAS PLÁSTICAS	10.20
ESFUERZO PROMEDIO	10.08		kg/cm²						

2.2 Anexos fotográficos

	
Extracción de la tierra de las parroquias aledañas al cantón Ambato	
	
Preparación de la tierra	Tamizado de la tierra
	
Ensayo Presencia de arcilla	Ensayo de la cinta de barro

	
Visita a la empresa recicladora de bolsas plásticas	Obtención de bolsas plásticas trituradas
	
Ensayo de contenido de humedad	Ensayo granulométrico
	
Toma de pesos parciales del ensayo granulométrico	Ensayo de límite líquido – Cuchara de Casagrande

	
División de la muestra con el acanalador.	Toma de muestras para dejar secar en el horno
	
Ensayo límite plástico	Rollitos de ensayo de límite plástico, para dejar secar en el horno
Elaboración de adobes	
	
Preparación de la mezcla	Preparación de las bolsas plásticas para añadir a la mezcla

	
Mezcla con agregado de bolsas plásticas para una unidad de adobe	Unidades de adobe tradicional y con agregado de bolsas plásticas
	
Verificación del proceso de secado de los bloques de adobe	Adobes para el ensayo térmico-acústico y de resistencia a compresión
	
Apilado de los bloques de adobe	Prueba de resistencia a los 28 días



Peso de la unidad de adobe para el ensayo a compresión



Ensayo a compresión de los bloques de adobe

Elaboración de la cámara térmica	
	
Armazón de la cámara de ensayo con perfiles de 15*3 mm	Revestimiento exterior de las paredes con gypsum de 10 mm de espesor; y revestimiento interior con fibra de lana de vidrio de 5cm de espesor
	
Punto de salida de la fuente de emisión	Colocación de 6 focos de 100w y un parlante
	
Empastado y pintado de la cámara de ensayo	Colocación de lana de fibra de vidrio en la tapa.

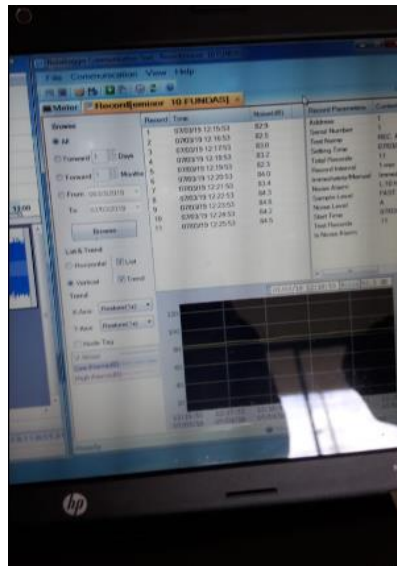
Ensayo térmico	
	
Preparación del mortero	Elaboración de la pared de adobe
	
Colocación de sensores de temperatura de respuesta rápida	Colocación de sensores de temperatura (Pasco)
	
Recubrimiento de la pared de adobe con espuma aislante y fibra de lana de vidrio	Inicio del Ensayo térmico

Ensayo Acústico

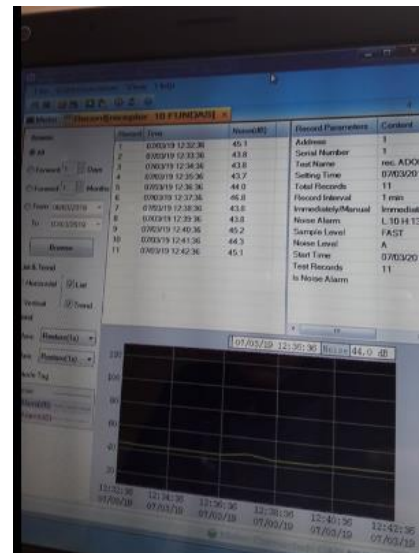


Colocación del sonómetro

Configuración de sonido



Resultados del emisor - ensayo acústico



Resultados del receptor - ensayo acústico