



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL ADOBE
ELABORADO CON ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES Y LA NORMA E.080”**

Tesista:

Bach. Ing. Civil

NILTON MORENO MORALES

Asesor:

Ing. JORGE ZEVALLOS HUARANGA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Huánuco-Perú

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
E.A.P. DE INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL ADOBE

ELABORADO CON ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES Y LA NORMA E.080”

Tesista:

Bach. Ing. Civil

NILTON MORENO MORALES

Asesor

Ing. JORGE ZEVALLOS HUARANGA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Huánuco-Perú

2018

MORENO MORALES, Nilton

Todos los derechos son reservados por el autor

“COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL
ADOBE ELABORADO CON ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES Y LA NORMA
E.080”

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme y protegerme durante toda los años de mi vida y a mis Padres por brindarme su apoyo incondicional en mi formación como profesional.

RESUMEN

El desarrollo del presente proyecto de investigación se basa en comparar las propiedades físicas y mecánicas del adobe elaborado con aditivos impermeabilizantes con la cual verificaremos si mejora o no sus propiedades.

En primer lugar cumplir con lo que está estipulado dentro del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.080, para luego evaluar estas mismas en adobes elaborados con aditivos impermeabilizantes, es decir en cuanto aumenta o disminuye la resistencia a la compresión de unidades, compresión de pilas, tracción indirecta de muretes, absorción, densidad, succión.

En el desarrollo del presente proyecto en la cual tiene como objetivo comparar las propiedades físicas y mecánicas del adobe elaborado con aditivos impermeabilizantes y la Norma E.080 se constató que los resultados obtenidos superan grandemente a los valores establecidos en la Norma E.080 en la cual se detallarán líneas adelante.

Con los resultados se pudo constatar que los adobes elaborados con aditivos impermeabilizantes mejoran la propiedad del adobe normal, como absorción, succión, resistencia a la compresión, tracción indirecta de muretes y pilas, en relación a su costo no es significativo, comparada a los beneficios que generan estas unidades.

SUMMARY

The development of the research project is based on comparing the physical and mechanical properties of adobe made with waterproofing additives with which we will verify whether or not it improves its properties.

First, comply with the requirements of regulation E.080, to then evaluate them in adobes made with waterproofing additives, that is to say as it increases or decreases the compressive strength of units, compression of piles, indirect traction of walls, absorption, density, suction.

In the development of this project, which aims to compare the physical and mechanical properties of the adobe made with waterproofing additives and the E.080 Standard, it was found that the results obtained greatly exceed the values established in the E.080 Standard in which will be detailed forward lines.

With the results it was found that adobes made with waterproofing additives improve the property of normal adobe, such as absorption, suction, compressive strength, indirect tensile walls and piles, in relation to their cost is not significant, compared to the benefits that generate these units.

ÍNDICE

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	iii
SUMMARY	iv
ÍNDICE	v
LISTA DE FOTOGRAFÍAS.....	xiii
LISTA DE IMÁGENES.....	xi
LISTA DE GRÁFICOS.....	xiv
LISTA DE TABLA.....	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	1
I.1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACION DEL PROBLEMA	2
I.1.1. ANTECEDENTES:	2
I.1.2. FUNDAMENTACION DEL PROBLEMA:	3
I.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	5
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	5
I.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. BJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2. BJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
I.4. UNIVESO, POBLACIÓN Y MUESTRA.....	6
1.4.1. DETERMINACION DEL UNIVERSO/ POBLACIÓN.....	6
1.4.2. SELECCIÓN DE LA MUESTRA	6
I.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	6
I.6. LIMITACIONES.....	7

1.7. REVISION DE ESTUDIOS REALIZADOS.....	7
1.8. CONCEPTOS FUNDAMENTALES	8
1.8.1. ESFUERZO:.....	8
1.8.2. DEFORMACION:.....	8
1.8.3. ESISTENCIA:.....	8
1.8.4. FALLA EN UN MATERIAL:.....	9
1.8.5. ATERIAL FRÁGIL Y DÚCTIL:.....	9
1.9. MARCO SITUACIONAL.....	9
1.9.1. ADOBE EN HUÁNUCO:.....	9
1.10. DEFINICION DE TERMINOS BÁSICOS	11
1.10.1. ADOBE:	11
1.10.2. MEJORAMIENTO DEL ADOBE:	13
1.10.3. ADITIVO IMPERMEABILIZANTE:	14
1.10.4. EL AGUA:	18
1.10.5. ADITIVO IMPERMEABILIZANTE:.....	
19	
1.11. HIPOTESIS.....	20
1.11.1. HIPOTESIS GENERAL.....	20
1.11.2. HIPOTESIS NULA.....	20
1.12. SISTEMA DE VARIABLES – DIMENSIONES E INDICADORES.....	20
1.12.1. VARIABLES	20
1.13. DEFINICION OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES ..	21
CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO.....	22
2.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN:	23
2.1.1. TIPO DE INVESTIGACION:	23

2.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	23
2.2. MATRIZ DE CONSISTENCIA	24
2.3. TECNICAS DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE DATOS	25
2.3.1. FUENTES, TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS:	25
2.4. PROCESAMIENTO Y PRESENTACION DE DATOS.....	25
2.4.1. DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES:	25
2.4.2. MÉTODOS:	25
2.4.3. PROCESAMIENTO DE DATOS:	28
2.4.4. EVALUACIÓN DE RESULTADOS:	28
2.4.5. LABORACIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN:.....	28
2.5. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y PRESUPUESTALES.....	28
2.5.1. POTENCIAL HUMANO.....	28
2.5.2. ECURSOS MATERIALES.....	29
2.5.3. ECURSOS FINANCIEROS.....	29
2.6. SELECCIÓN DE LA TIERRA Y PREPARACIÓN DEL ADOBE.....	30
2.6.1. ADOBE:.....	30
2.6.2. SELECCIÓN DE MUESTRA.....	31
2.7. PROTOCOLOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICOS DEL ADOBE NORMAL Y EL ADOBE ELABORADO CON ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES.....	38
2.7.1. NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCION CON TIERRA REFORSADA:.....	38
2.7.2. PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS FÍSICO – MECÁNICOS	39
CAPÍTULO III: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	56
3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	57

3.1.1. MUESTRAS A ENSAYAR	57
3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO	58
3.2.1. DOSIFICACIÓN DEL IMPERMEABILIZANTE:	58
3.2.2. DENSIDAD:	62
3.2.3. SUCCIÓN:	65
3.2.4. ABSORCIÓN:	68
3.2.5. COMPRESIÓN (UNIDAD):	70
3.2.6. COMPRESIÓN (PILAS):	76
3.2.7. TRACCIÓN INDIRECTA (MURETES):	78
3.3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	82
3.3.1. DENSIDAD:	82
3.3.2. SUCCIÓN	83
3.3.3. ABSORCIÓN	83
3.3.4. ENSAYO A COMPRESIÓN DE UNIDADES	84
3.3.5. ENSAYO A COMPRESIÓN DE PILAS:	88
3.3.6. ENSAYO A TRACCIÓN INDIRECTA DE MURETES.	91
3.3.7. ANÁLISIS DE COSTOS	95
CONCLUSIONES	96
SUGERENCIAS	100
BIBLIOGRAFIA	102

ANEXOS	104
PANEL FOTOGRAFICO.....	105
RESULTADOS Y APUNTES DE LOS ENSAYOS EN LABORATORIO.	119
COPIA DE RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PLAN DE TESIS Y COPIA DE ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	121
BOLETA DE COMPRA DEL ADITIVO IMPERMEABILIZANTE.....	122
FICHA TÉCNICA DEL ADITIVO IMPERMEABILIZANTE.....	123

LISTA DE FOTOGRAFÍAS.

Numero	Titulo	Pagina
1	Fabricación del adobe	30
2	Adobe de prueba (prueba de resistencia)	36
3	Identificación de las muestras.	57
4	Aditivo impermeabilizante.	62
5	Ascenso capilar del agua en la muestra del adobe normal	67
6	Ascenso capilar del agua en l muestra de adobe elaborado con el aditivo.	68
7	Adobe normal trascurrido 4:30 horas de sumergido en el agua.	70
8	Estado del adobe con aditivo impermeabilizante 24 horas de sumersión en el agua.	71
9	Ensayo a la compresión de unidades de adobe normal y adobes elaborados con aditivos impermeabilizantes.	71
10	Falla del mortero en muestras con adobe normal.	75
12	Compresión de pilas, izquierda: adobe normal, derecha: adobe elaborado con aditivos.	77
13	Tracción indirecta de muretes con adobe normal	80
14	Tracción indirecta de muretes con adobe elaborado con aditivos.	80

LISTA DE IMAGENES

<u>Numero</u>	<u>Titulo</u>	<u>Pagina</u>
1	Dimensiones del Adobe	47
3	Dimensiones de la pila	52
4	Dimensiones del murete	54

LISTA DE GRÁFICOS.

<u>Numero</u>	<u>Titulo</u>	<u>Pagina</u>
2	Comparación de resultados de compresión de unidades, entre adobe elaborado con aditivos, adobe tradicional y la norma E.080	86
4	Curva esfuerzo – deformación del ensayo a compresión de pilas con adobe normal.	89
5	Curva esfuerzo - deformación del ensayo a compresión de pilas con adobe elaborado con aditivos	90
6	Comparación de resultados de compresión de pilas, entre adobe con aditivo, adobe tradicional y la norma E.080	91
7	Curva Esfuerzo – Deformación del ensayo a tracción indirecta de muretes con adobe normal.	93
8	Curva Esfuerzo – Deformación del ensayo a tracción indirecta de muretes con adobe elaborado con aditivo.	94
9	Comparación de resultados a tracción indirecta de muretes, entre adobe con aditivo, adobe tradicional y la norma E.080	94

LISTA DE TABLA.

1	<u>Titulo</u>	<u>Pagina</u>
3	Métodos para establecer si un suelo es apta para fabricar adobes.	32
4	Resultado de densidad para unidades de adobe normal.	62
5	Resultado de densidad para unidades de adobe elaborado con el aditivo	63
6	Resultado de densidad para pilas con adobe normal.	63
7	Resultado de densidad para pilas con adobe elaborado con el aditivo.	64
8	Resultado de densidad para murete con adobe normal.	64
9	Resultado de densidad para murete con adobe adobe elaborado con aditivo	65
10	Resultado de succión para adobe normal y adobe elaborado con aditivo.	66
11	Resultado de ensayo a compresión para unidades de adobe normal.	72
12	Resultado de ensayo a compresión para unidades de adobe elaborado con aditivos.	73
13	Resultado de ensayo a tracción indirecta del mortero con adobe normal.	73
15	Resultado de ensayo a compresión de pilas con adobe normal	77
16	Resultado a compresión de pilas con adobe elaborado con aditivos impermeabilizantes	78

17	Resultado de ensayo a tracción indirecta de muretes con adobe normal.	81
18	Resultado de ensayo a tracción indirecta de muretes con adobe elaborados con aditivos.	82

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

En la actualidad existen muchos proyectos de investigación realizados con el objetivo de mejorar las viviendas de adobe; ejemplo de ello es la Norma E 080 “Diseño y Construcción con Tierra Reforzada” del Reglamento Nacional de Edificaciones que es el resultado de muchas investigaciones y experiencias que dieron como producto los parámetros mínimos que deben poseer estos tipos de edificaciones.

Desde tiempos antiguos se empleó el adobe como material de construcción en casi todas las culturas pre incas, cuyos vestigios aún podemos apreciar. Actualmente continúa siendo un material muy usado, teniendo mayor presencia en las zonas rurales de nuestra nación por su economía y fácil construcción.

Uno de los principales motivos que nos llevan a utilizar aditivos impermeabilizantes en esta investigación es las inundaciones y el deterioro que ocasiona el agua en las edificaciones de adobe, las inundaciones son el tipo más común de desastre natural en el mundo, y viendo que el aditivo es uno de los elementos que ayudan a las estructuras a ser resistentes al agua, también buscamos que no se eleven demasiado los costos, proteger y mejorar las propiedades del adobe frente a fenómenos naturales. De acuerdo a la información del INEI (Censo Nacional – 2007); en nuestra región Huánuco el 61.4% de viviendas son de adobe o tapial, y específicamente en la provincia de Lauricocha el 93.8% de viviendas son de este material, e de ahí la importancia de

estudiar este material, y con esto ayudar al habitante construir viviendas más seguras.

CAPÍTULO II

En el desarrollo del presente proyecto, se elaboraran adobes realizando la adición de aditivos impermeabilizantes en una relación de 1Lt de aditivo disuelto con agua para 33m³ de tierra, el suelo debe analizarse en el laboratorio para determinar la cantidad exacta del aditivo que asegure óptimos resultados.

En esta investigación se desarrollará un modelo CUASIEXPERIMENTAL, debido a la intensidad: (significa utilizar diferentes niveles de aplicación de la variable independiente para verificar el efecto que provoca en la variable dependiente), es decir se manipuló la Variable Independiente (Aditivo Impermeabilizante) en diferentes cantidades para la elaboración del adobe propuesto en esta investigación. Posteriormente se realizaron actividades que se mencionan en el siguiente ítem requieren de ensayos de laboratorio para la obtención de datos y el análisis de los mismos, con muestras restringidas.

CAPÍTULO III

Los resultados obtenidos de los adobes elaborados con los aditivos impermeabilizantes, superan grandemente a los adobes elaborados de manera tradicional y a los valores que establece la Norma E 080.

Finalmente que esta investigación sea un aporte a los pobladores locales y nacionales para que puedan fabricar adobes con mejor resistencia y que, junto a los estudios antes realizados sobre viviendas de adobe reforzado se puedan mejorar estos tipos de edificaciones, sin que ello implique incrementos **significativos en el costo de fabricación y en la construcción de las viviendas.**

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

I.1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACION DEL PROBLEMA

I.1.1. ANTECEDENTES:

En la actualidad existen muchos proyectos de investigación realizados con el objetivo de mejorar las viviendas de adobe; ejemplo de ello es la Norma E 080 “Diseño y Construcción con Tierra Reforzada” del Reglamento Nacional de Edificaciones que es el resultado de muchas investigaciones y experiencias que dieron como producto los parámetros mínimos que deben poseer estos tipos de edificaciones.

Entre los proyectos de investigaciones realizadas se pueden mencionar:

I.1.1.1 NACIONALES

- PUCP y el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID) (1995); explican de manera muy gráfica y simplificado el método in situ para la selección de un correcto tipo de tierra, así como el proceso de fabricación de los adobes y el proceso constructivo de una vivienda de adobe reforzada.
- Delgado E. (2006); realizó un ejemplo muy didáctico de la fabricación de los adobes siguiendo las recomendaciones de la Norma E. 080, la realización de los ensayos de los mismos a compresión axial y diagonal de las unidades, de pilas y muretes fabricados para su investigación.

I.1.1.2 LOCALES

- Becker Moreno M. y Becker Sebastián S. (2017); realizaron una comparación de las propiedades físicas y mecánicas del adobe sumergido en lechada de agua-cemento y la norma E080, en la cual realizaron ensayos

compresión de unidades, compresión de pilas, tracción indirecta de muretes, absorción, densidad y succión

- Apac R. (1993); planteó una propuesta a la realidad de Huánuco respecto al uso de materiales de la zona como son la cabuya y el eucalipto rollizo empleados como materiales de refuerzo y confinamiento para las viviendas de adobe reforzado, obteniendo resultados positivos del uso de estos materiales ante las simulaciones de eventos sísmicos.

De igual manera, debido al sismo ocurrido en el sur Del Perú en el año 2007 se elaboraron más investigaciones al respecto, principalmente desarrolladas por la pontificia universidad católica del Perú (PUCP); obteniendo resultados muy satisfactorios que fueron implementados en el proceso de reconstrucción del sur del Perú.

I.1.2. FUNDAMENTACION DEL PROBLEMA:

Desde tiempos antiguos se empleó el adobe como material de construcción en casi todas las culturas pre incas, cuyos vestigios aún podemos apreciar. Actualmente continúa siendo un material muy usado, teniendo mayor presencia en las zonas rurales de nuestra nación por su economía y fácil construcción.

En muchas partes del Perú, sobre todo en los pueblos más alejados y en comunidades rurales en los Andes peruanos, se construye con adobe. Los pobladores de estas comunidades suelen construir sus edificaciones sin conocimiento técnico. Son conscientes de los diferentes peligros que amenazan su seguridad, sin embargo ignoran la vulnerabilidad de sus construcciones de tierra y de las formas para mitigarlos.

La elaboración de adobes, se inicia a partir de una mezcla homogénea de tierra (arcillosa), agua y paja seca, moldeada en moldes de madera (gaveras) y secadas al aire libre; los muros son asentados haciendo uso de mortero de barro y paja.

Al igual que las acciones sísmicas, el enemigo de las edificaciones de adobe es la humedad, principalmente cuando quedan expuestas prolongadamente a inundaciones. El agua desintegra la unión que existe entre las partículas que conforman al adobe, convirtiéndolo en barro, lo que produce el colapso de estas edificaciones. Existiendo en todas las regiones del Perú, una gran cantidad de viviendas de adobe y habiéndose intensificado por los cambios climáticos las inundaciones, es necesario mitigar el problema descrito.

Los materiales empleados también son de gran importancia: así como el tipo de tierra para la fabricación de adobes, un suelo con demasiada arcilla, ocasiona grietas durante el secado del adobe, un suelo con muy poca arcilla carecerá de resistencia. La incidencia del porcentaje de agua durante el proceso del “dormido del barro” o el uso de fibras vegetales de refuerzo, materiales adicionales a emplear como el aditivo impermeabilizante son otros factores de gran importancia al momento de otorgar resistencia a estas unidades.

La cantera escogida para la extracción del suelo se encuentra ubicada en la provincia de Lauricocha –Jesús –Cruz Pata, esto es debido a que en dicho lugar se cuenta con suelos aptos para la elaboración de adobes, ya que en una anterior investigación realizada por los alumnos de la física realizaron ensayos en laboratorio y los resultados salieron positivos para la elaboración de adobes.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿La elaboración de los adobes con el aditivo impermeabilizante mejorara las propiedades físicas y mecánicas de los adobes establecidas en la Norma E.080?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿En cuánto mejora o disminuye las propiedades físicas y mecánicas del adobe elaborado con el aditivo impermeabilizante con respecto al adobe tradicional establecido en la norma E080?

¿Cuánto es la cantidad óptima del aditivo impermeabilizante para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del Adobe?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar las propiedades físicas y mecánicas del adobe elaborado con el aditivo impermeabilizante y el adobe establecido en la norma E.080.

1.3.2. OBJETIVOS GENERAL

- Determinar en cuanto incrementó o disminuyó la calidad del adobe elaborado con el aditivo impermeabilizante.
- Obtener la cantidad óptima del aditivo impermeabilizante para la elaboración de un adobe de calidad.

1.4. UNIVESO, POBLACIÓN Y MUESTRA

1.4.1. DETERMINACION DEL POBLACIÓN/ MUESTRA

Adobes elaborados con suelo de la provincia de Lauricocha – Jesús.
 Se asume una Polación: 140 unidades de adobes normales y 140 unidades de adobes elaborados con el aditivo impermeabilizante.

Población Finita:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

p = Probabilidad que la hipótesis sea verdadera

q = (1-p) Probabilidad de No ocurrencia de la hipótesis

e = Error estimado por estudiar una muestra en lugar de toda la población.
 aceptable

Z = Coeficiente de confiabilidad (Nivel de Significancia) que corresponde a una distribución normal según el % de confianza requerida.

Nivel de Confianza (%)	Coeficiente de confiabilidad (Z)
99	2.58
98	2.33
97	2.17
96	2.05
95	1.96
90	1.65
80	1.28
50	0.67

Fuente: Metodología de investigación científica para ingenieros: Manuel Borja S.

1.4.2. SELECCIÓN DE LA MUESTRA

280 adobes fabricados en laboratorio con el suelo de la cantera Cruz Pata del distrito de Jesús – Lauricocha (tierra libre de todo material orgánico).

Hallando el tamaño de la muestra:

Nota: cuando no exista estudios previos, se asume $p=q=50\%$

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 140}{0.05^2 * (140 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 111.50 = 112$$

$$n = 112 \text{ Und.}$$

1.4.3. ESTRATIFICACIÓN DE LA MUESTRA

La Norma E 080 del Reglamento Nacional de Edificaciones establece el número de ensayos a realizarse:

- 6 unidades de adobes.
- 6 unidades de pilas.
- 6 unidades de muretes de 65cm x 65cm.

Debido a esto procedemos a estratificar el tamaño de la muestra, que en este caso es $n=112$ unidades para adobes elaborados con aditivos impermeabilizantes y $n=112$ unidades de adobes elaborados de forma tradicional.

Los ensayos a realizarse es el doble de lo que establece la norma E 080, es decir ensayamos 8 unidades de adobe, 8 pilas y 8 muretes, de esta manera se podrá generalizer con mayor precision los resultados obtenidos en los ensayos realizados.

- Para la elaboración de 8 pilas se necesitaron 32 unidades de adobe estas cantidades es tanto para adobes con y sin aditivo.
- Para la elaboración de 8 muretes se necesitaron 48 unidades de adobe estas cantidades es tanto para adobes con y sin aditivo.
- 8 unidades de adobe para los ensayos a compresión

- 8 unidades de adobe para los ensayos de absorción.
- 8 unidades de adobe para los ensayos de succión.

1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En el desarrollo del presente proyecto, se elaboraran adobes realizando la adición de aditivos impermeabilizantes en una relación de 1Lt de aditivo disuelto con agua para 33m³ de tierra, el suelo debe analizarse en el laboratorio para determinar la cantidad exacta del aditivo que asegure óptimos resultados. Suelos con alto grado de arcilla requerirán más producto que los suelos granulares con bajo grado de arcilla; y, en su evaluación de resistencia se determinará si estos cumplen con las exigencias de la norma peruana (E.080).

El marco situacional del proyecto de investigación abarca las zonas rurales del departamento de Huánuco, especialmente la provincia de Lauricocha y el distrito de Jesús, según datos del censo nacional realizado el año 2007 por el INEI las edificaciones en dicho lugar son a base de adobe y tapial en mas del 90%, esto conlleva a realizar investigaciones para mejorar la durabilidad y resistencia de dichas edificaciones.

Finalmente que esta investigación sea un aporte a los pobladores locales y nacionales para que puedan fabricar adobes con mejor resistencia y que, junto a los estudios antes realizados sobre viviendas de adobe reforzado se puedan mejorar estos tipos de edificaciones, sin que ello implique incrementos significativos en el costo de fabricación y en la construcción de las viviendas.

1.6. LIMITACIONES

- Alto costo de transporte para trasladar los adobes de Jesús hasta la ciudad de Huanuco.
- Bajo presupuesto.
- Información limitada sobre el tema de investigación.
- En Huánuco no se cuenta con los equipos necesarios para realizar diversos ensayos.

1.7. REVISION DE ESTUDIOS REALIZADOS

Entre las investigaciones realizadas se pueden mencionar:

- PUCP y el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID) (1995); explican de manera muy gráfica y simple el método in situ para la selección de un correcto tipo de tierra, así como el proceso de fabricación de los adobes y el proceso constructivo de una vivienda de adobe reforzada.
- Becker Moreno M., Becker Sebastián S. (2017); realizaron una comparación de las propiedades físicas y mecánicas del adobe sumergido en lechada de agua-cemento y la norma E080, en la cual realizaron ensayos compresión de unidades, compresión de pilas, tracción indirecta de muretes, absorción, densidad y succión.
- Apac R. (1993); planteó una propuesta a la realidad de Huánuco respecto al uso de materiales de la zona como son la cabuya y el eucalipto rollizo empleados como materiales de refuerzo y confinamiento para las viviendas de adobe reforzado, obteniendo resultados positivos del uso de

estos materiales ante las simulaciones de eventos sísmicos.

- Delgado E. (2006); presentó un claro ejemplo de la fabricación de los adobes siguiendo las recomendaciones de la norma E 080, la realización de los ensayos de los mismos a compresión axial y diagonal de las unidades, de pilas y muretes fabricados para su investigación recomienda diversas pruebas de campo para seleccionar el tipo de suelo, con el fin de asegurarnos la calidad sin necesidad de pruebas de laboratorio.

1.8. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

1.8.1. ESFUERZO:

RNE E 080 (2017, p.19). Es la intensidad de las fuerzas internas de un material que resisten un cambio en la forma de un cuerpo. Sus unidades son en fuerza por unidad de área.

1.8.2. DEFORMACION:

RNE E 080 (2017, p.19). Se denomina así al cambio de forma de un cuerpo debido a la acción de los esfuerzos, cambios de temperatura o por alguna otra causa.

1.8.3. RESISTENCIA:

DEFINICIÓN:

RNE E 080 (2017, p.19). Se define a la resistencia como la capacidad de un material de soportar esfuerzos y deformaciones debido a la aplicación de acciones externas, que en una estructura debe estar dentro de límites

permisibles evitando las roturas.

TIPOS:

- Resistencia a la Tracción: Resistencia máxima de un cuerpo sometido a una carga de tracción.
- Resistencia a la Compresión: Es el máximo esfuerzo que puede soportar un cuerpo ante una carga de aplastamiento.
- Resistencia a la Flexión: Esfuerzo máximo de la fibra que desarrolla un cuerpo antes que se agriete o rompa, cuando se le aplica una carga perpendicular al eje longitudinal del cuerpo.
- Resistencia a la Torsión: Capacidad de un cuerpo de soportar una carga de giro
- Resistencia al Corte: Resistencia máxima que ofrece un cuerpo al ser sometido a una carga de corte (intenta desplazar un plano respecto al otro).

1.8.4. FALLA EN UN MATERIAL:

Se puede definir a una falla como el instante en el que se produce la ruptura en ese momento pierde toda capacidad de soportar más carga a la que ya fue sometido.

1.8.5. MATERIAL FRÁGIL Y DÚCTIL:

- Se denomina FRÁGIL a aquel material que falla repentinamente (de manera violenta) ante la aplicación de cargas. Ejemplo: el concreto.
- Se denomina DÚCTIL a aquel material alcanza su máximo esfuerzo, pero sigue resistiendo carga hasta llegar al colapso. Ejemplo: el acero.

1.9. MARCO SITUACIONAL

1.9.1. EL ADOBE EN HUÁNUCO:

PORCENTAJE DE VIVIENDAS HECHAS CON ADOBE:

- Rubiños, A. (2009, p. 7), en su investigación, hace uso de datos del INEI, donde al año 2005 existían en el Perú más de 2 167 000 viviendas de adobe y tapial (por lo general de uno o dos pisos). Representando el 40% de viviendas del Perú.
- De acuerdo a la información del INEI (Censo Nacional-2007); en nuestra región Huánuco el 61.4% de viviendas son de adobe o tapial (107 753 viviendas de 175 534). De las viviendas en las zonas urbanas el 47.6% son de este material; y, de las viviendas en zonas rurales, el 71.5% son de adobe o tapial.

ZONIFICACIÓN DE VIVIENDAS DE ADOBE EN LA REGIÓN HUÁNUCO:

- Los resultados del INEI (Censo Nacional-2007) para porcentaje de viviendas de adobe y tapial son:

PROVINCIA	VIVIENDAS (%)	CANTIDAD VIVIENDAS
Huánuco	63.9	60978
Ambo	89	13219
Dos de Mayo	94.1	10450
Huacaybamba	94.9	4433
Huamalies	81.1	15352
Leoncio Prado	2.04	29114
Marañon	66.6	6103
Pachitea	82.3	12762
Puerto Inca	0.21	7097
Lauricocha	93.8	7866
Yarowilca	97.4	8160

Fuente: INEI (Censo Nacional-2007)

Como podemos apreciar en nuestra region el 69.58 % de viviendas para el año 2007 eran de tapia o adobe, posiblemente para el 2018 este porcentaje aumentó debido a las invasiones, donde más del 90% de las viviendas son construidas con adobe.

Según estos datos del año 2007 en la provincia de Lauricocha más del 90% de viviendas son de adobe o tapial, e de ahí la importancia de estudiar al adobe, comprender su comportamiento ante cualquier evento que puede ser perjudicial para el habitante, por ende en el presente proyecto de investigación se busca averiguar el si el aditivo impermeabilizante mejorá las propiedades físicas y mecánicas del adobe y con ello contribuir a la gran mayoría de habitantes que construyen sus viviendas con este material, y con ello tener casas más seguras y de mejor calidad.

1.10. DEFINICION DE TERMINOS BÁSICOS

1.10.1. ADOBE:

FABRICACIÓN:

- Morales, R., Torres, R., Rengifo, L., Irala, C., (1993, p. 42) propusieron el procedimiento para la fabricación de adobes:
 - Selección del tipo de suelo: Para esto hacen la prueba de la botella para conocer la proporción de limos, arcillas y arena; la prueba del rollo, la plasticidad y la prueba del disco, la resistencia.
 - Reposo del Suelo: que se hace en condiciones húmedas por 24 horas.
 - Mezclado: agregar agua lo necesario, pasto seco (20% en volumen).
 - Moldeo: Uso de gaveras de madera con o sin fondo; se lanza con fuerza la mezcla sobre el molde y se empareja la superficie.

- Secado y almacenaje: Sobre una superficie lisa, limpia; echar arena fina y sobre esta colocar los adobes. A los tres días se pueden poner de canto para terminar el secado.

RESISTENCIA:

- La USAC (2002, p. 10) establece métodos prácticos para verificar la resistencia del adobe.
- No deben presentar grietas, ni estar deformadas.
- Un buen adobe apoyado sobre otros dos (sólo en los extremos) debe soportar el peso de una persona al menos un minuto; recomienda que se haga esta prueba cada 50 adobes luego de 4 semanas de secado.
- Para fines de diseño se tomara en cuenta lo mencionado en el RNE (E.080-2017), Artículo 8. - Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayos de laboratorio.

PROPIEDADES:

- Las principales propiedades que presenta el adobe son: aislamiento térmico y acústico que poseen debido al gran espesor de muros; así como la gran resistencia al fuego.

FALLAS:

- Morales, R., et al., (1993, p. 40), muestran los tipos de fallas por tracción (desprendimiento en los encuentros); falla por corte (grietas diagonales), falla por flexión (derrumbe en forma de “V” de la parte central superior de los muros).

REFORZAMIENTO:

- El RNE E 080 (2017, p. 9), propone métodos de reforzamiento de muros de adobes.

1.10.2. MEJORAMIENTO DEL ADOBE:

PORCENTAJE ARENA-ARCILLA:

- Los porcentajes recomendados de los tipos de suelo para la fabricación de buenos adobes son: arcilla de 10%-12%; limo de 15%-25% y arena de 55%-70%.¹

DIMENSIONES:

- El RNE E 080 (2017, p. 19), recomienda que los adobes sean de planta cuadrada o rectangular (largo, doble que el ancho) y la altura del bloque de adobe debe medir ente 8 a 12 cm.
- Morales, R., et al., (1993, p. 44) recomiendan adobes cuadrados de 38 x 38 x 8 cm con mortero de espesor de 2 cm.

¹El primer párrafo del artículo 4 ítem 4.1. Requisitos generales de la norma E.080 adobe, del año 2006 vigente hasta el 7 de abril del 2017 establecieron estos rangos de porcentajes de arcilla, limo, y arena, la cual en la norma E.080 “Diseño y Construcción con Tierra Reforzada” vigente desde el 7 de abril del 2017 no indican estos rangos, por lo que con fines de antecedente y mayor seguridad al escoger el tipo de tierra se consideró utilizar estos rangos.

CANTIDAD DE AGUA:

- De la mezcla se toma un puñado y se hace una bola; se deja caer desde la altura de 1 m; si se rompe en pedazos grandes, está bien la cantidad de agua; si se aplasta y no se rompe, posee mucha agua; si se rompe en pedazos muy pequeños, tiene muy poca agua.

1.10.3. ADITIVO IMPERMEABILIZANTE:

Es un producto orgánico de bajo costo elaborado con múltiples enzimas de materiales orgánicos fermentados utilizados para estabilizar los materiales granulares empleados en carreteras afirmadas, sub-bases, bases y/o subrasantes utilizando en métodos tradicionales de construcción. Cumple con las especificaciones técnicas del proyecto y mejora los procesos de homogenización, compactación, impermeabilización, así mismo, incrementa la resistencia al esfuerzo de carga (CBR) y corte de los suelos.

COMPONENTES DEL ADITIVO IMPERMEABILIZANTE

Se compone de proteínas altamente purificadas derivadas de fuentes vegetales fermentadas. Es un producto bajo costo, elaborado con múltiples enzimas, que se emplea para estabilizar materiales plásticos-arcillosos, empleando métodos tradicionales de construcción, mejorando los procesos de homogenización y compactación de suelos.

PROPIEDADES DEL ADITIVO IMPERMEABILIZANTE

Aquí se puede observar algunas de las principales propiedades del aditivo impermeabilizante usado para la elaboración de adobes.

- Mejora la capacidad de soporte de carga: El material tratado con el aditivo impermeabilizante, después de la compactación, crea una acción de "cementación" que incrementa significativamente las características de la capacidad de carga del suelo, ya que éste promueve el aglutamiento de las partículas del suelo formando una estable y fuerte base de carreteras.
- Reduce los esfuerzos de compactación: El incremento en la lubricación de las partículas del suelo, permite que la densidad natural del suelo alcance la compactación requerida, con menor número de pasadas del equipo compactador.
- Reduce la permeabilidad: El aglutamiento de los finos en el suelo tratado con el aditivo Impermeabilizante, impermeabiliza la superficie e impide prácticamente que el agua penetre y también hace resistente a los cambios de temperatura ambientales (heladas, inundaciones, altas temperaturas).
- Disminuye el volumen de agua a utilizarse: El aditivo es humectante y reduce de un 25% a un 30% la cantidad de agua requerida para alcanzar la humedad óptima en la compactación.

1.10.4. EL AGUA:

EL AGUA EN LA DISOLUCIÓN DEL ADITIVO:

El agua es un elemento fundamental porque nos permite disolver el aditivo impermeabilizante para su posterior aplicación a la tierra y en consecuencia la elaboración de los adobes.

REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR

El agua a emplearse en la preparación en conjunto con el aditivo, deberá ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas.

Si se tuviera dudas de la calidad de agua a emplearse en una preparación de mezcla, será necesario realizar un análisis químico de esta agua para luego comparar los resultados obtenidos con los valores máximos admisibles que se muestran en la Tabla N° 02.

Tabla N° 02: Valores Máximos Admisibles para el Agua a usarse en la Mezcla

SUSTANCIAS DISUELTAS	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H.	Mayor de 7
Sólido de suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: Tecnología del Concreto, Abanto Castillo, Pag.21. (EAOP)

⁵ Conceptos sacado textualmente del libro Tecnología del Concreto, Abanto Castillo (pag. 16 y17)

1.10.5. ADITIVO IMPERMEABILIZANTE:

DEFINICIÓN.

Es un producto orgánico, elaborado con múltiples enzimas de materiales orgánicos fermentados utilizados para estabilizar los materiales granulares.

DISOLUCIÓN DEL ADITIVO.

El aditivo se disolverá en agua en una relación de 1 lt de aditivo en 200lt de agua para un volumen de 20m³ de tierra, según sus especificaciones del proveedor. Para una mayor dosificación y por ende obtener mejores resultados se recomienda analizarse el suelo en el laboratorio.

1.11. HIPÓTESIS

1.11.1. HIPÓTESIS ALTERNATIVA

“El Aditivo Impermeabilizante si mejorará las propiedades físicas y mecánicas del adobe respecto a la Norma E 080”

1.11.2. HIPÓTESIS NULA

“El Aditivo Impermeabilizante no mejorara las propiedades físicas y mecánicas del adobe respecto a la Norma E 080”

1.12. SISTEMA DE VARIABLES – DIMENSIONES E INDICADORES

1.12.1. VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE

- Aditivo Impermeabilizante (x)

VARIABLE DEPENDIENTE

- Propiedades físicas y mecánicas del adobe (y).

VARIABLE INTERVINIENTES

- Factores Climáticos (las lluvias, la calor, humedad).
- El almacenaje de los adobes.

1.13. DEFINICION OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES

TIPO DE VARIABLE			DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE INTERVINIENTES	VARIABLE DEPENDIENTE		
Aditivo Impermeabilizante.	Factores Climáticos (las lluvias, la calor, humedad). El almacenaje de los adobes.	Propiedades físicas y mecánicas del adobe.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Densidad. ✓ Succión. ✓ Absorción. ✓ Resistencia a la compresión de la unidad. ✓ Resistencia tracción indirecta del mortero. ✓ Resistencia a la compresión de pilas. ✓ Resistencia a traccion indirecta de muretes 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permissible ✓ No permissible

CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO

2.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN:

2.1.1. TIPO DE INVESTIGACION:

El enfoque de la investigación a desarrollar es del tipo Cuantitativo.

2.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

En esta investigación se desarrollará un modelo CUASI-EXPERIMENTAL, debido a que los experimentos en las cuales los grupos de estudio no han sido escogidos al azar porque ya estaban formados de esa manera antes de la investigación. La intensidad: (significa utilizar diferentes niveles de aplicación de la variable independiente para verificar el efecto que provoca en la variable dependiente), es decir se manipuló la Variable Independiente (Aditivo Impermeabilizante) en diferentes dosificaciones para la elaboración del adobe propuesto en esta investigación. Posteriormente se realizaron actividades que se mencionan en el siguiente ítem requieren de ensayos de laboratorio para la obtención de datos y el análisis de los mismos, con muestras restringidas.

2.2. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES /INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿La elaboración de los adobes con el aditivo impermeabilizante mejorara las propiedades físicas y mecánicas de los adobes establecidas en la norma E.080?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Cuánto mejora o disminuye las propiedades físicas y mecánicas del adobe elaborado con el aditivo impermeabilizante con respecto al adobe tradicional establecido en la norma E080?</p> <p>¿Cuánto es la cantidad óptima del aditivo impermeabilizante para mejorar las propiedades del Adobe?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Comparar las propiedades físicas y mecánicas del adobe elaborado con el aditivo impermeabilizante y el adobe establecido en la norma E.080.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICO Determinar en cuanto incrementó o disminuyó la calidad del adobe elaborado con el aditivo impermeabilizante.</p> <p>Obtener la cantidad óptima del aditivo impermeabilizante para la elaboración de un adobe de calidad.</p>	<p>HIPÓTESIS ALTERNATIVA “El Aditivo Impermeabilizante si mejorara las propiedades físicas y mecánicas del adobe respecto a la Norma E 080”</p> <p>HIPÓTESIS NULA “El Aditivo Impermeabilizante no mejorara las propiedades físicas y mecánicas del adobe respecto a la Norma E 080”</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Aditivo Impermeabilizante (X)</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE Propiedades físicas y mecánicas del adobe (Y).</p> <p>VARIABLE INTERVINIENTES Factores Climáticos (las lluvias, la calor, humedad). El almacenaje de los adobes.</p> <p>INDICADORES Densidad. Succión. Absorción. Resistencia a la compresión de la unidad. Resistencia a la Tracción Indirecta del Mortero. Resistencia a la Compresión Pilas Resistencia a Tracción Indirecta de Muretes.</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACION: El enfoque de la investigación a desarrollar es del tipo Cuantitativo.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN En esta investigación se desarrollará un modelo CUASI-CUASI-EXPERIMENTAL.</p> <p>MÉTODO RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN FUENTES: Primarias y Secundarias TÉCNICAS: Laboratorio Procesamiento de la Información Categorización de Variables Software: Exel</p>

2.3. TECNICAS DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE DATOS

2.3.1. FUENTES, TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS:

- FUENTES PRIMARIAS: Muestras de adobe
- FUENTES SECUNDARIAS: Libros, revistas, normas, materiales electrónicos.
- Las técnicas e instrumentos a emplear serán:
 - Revisión bibliográfica
 - Obtención de muestras de Adobe.

2.4. PROCESAMIENTO Y PRESENTACION DE DATOS

2.4.1. DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES:

SELECCIÓN DEL SUELO A USAR

- Pruebas in-situ.
- Ensayo de Granulometría.
- Ensayo de Resistencia.

2.4.2. MÉTODOS:

ENSAYOS DE LABORATORIO:

- Norma ASTM D 422: Ensayo de granulometría por tamizado en suelos.
- Norma ASTM D 52229: Ensayo Estándar para propiedades de absorción de humedad.

- RNE, norma E.080 artículo 8. Esfuerzos de rotura Mínimos. Ensayos de laboratorio.

ENSAYOS EMPÍRICOS:

- Ensayo de plasticidad: Formar con tierra húmeda un rollo de $\varnothing=1.5$ cm suspenderlo en el aire y medir la longitud a la cual se rompe.
- Ensayo de Resistencia: Amasar tierra húmeda, elaborar 5 discos de $\varnothing=3$ cm y 1.5 cm de espesor. Secar 48 horas luego tratar de romper. Si se aplasta con facilidad, entonces posee baja resistencia; si se aplasta con dificultad, es de resistencia media o si al romper se escucha un sonido seco, se considera de alta resistencia.
- Humedad de mezcla: Tomar un puñado de mezcla y hacer una bola; dejarla caer desde la altura de 1 m. Si se rompe en trozos grandes entonces tiene la cantidad correcta de agua; si no se rompe, posee mucha agua; si se rompe en trozos muy pequeños, posee muy poca agua.
- Resistencia de carga: Colocar un adobe apoyado en sus extremos sobre otros dos adobes; luego, una persona de 70 kg se pare sobre ella. Controlar el tiempo en que se rompe; como mínimo debe soportar un minuto.

VERIFICACIONES:

- Humedad durante el moldeo: Si al desmoldar se observa que tiene deformaciones, entonces posee demasiada agua o si se fisura el contenido de humedad es bajo.

- Relación largo-ancho y alto-largo: mediciones con wincha.
- Control de alabeo y de fisuras en los adobes: Mediciones con wincha.

FABRICACIÓN DE LOS ADOBES:

- Verificación de Humedad de Mezcla.
- Verificación de Humedad durante el moldeo en gaveras.
- Control de relación Largo-Ancho.
- Control de relación Alto-Ancho.
- Control de porcentaje de perforaciones.
- Control de grietas y deformaciones a 04 semanas de secado.
- Control de resistencia a carga a 04 semanas de secado.

FABRICACIÓN DE ADOBES CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE:

- Extracción de la cantera Cruz Pata el material (tierra) para la elaboración de los adobes propuesto en la investigación.
- El aditivo se disuelve en agua para su posterior aplicación a la tierra hasta alcanzar cierta humedad (humedad óptima).
- La tierra ya mezclado con el aditivo se colocó en los moldes para ser compactado con maso de madera de 2.5kg. El compactado se realizó en tres capas de 25 golpes como se establece en la compactación de suelos (Proctor Estandar).
- Finalmente se obtiene el adobe elaborado a base de aditivo impermeabilizantes.

PRISMAS Y ENSAYOS:

- Preparación de muestras individuales.

- Preparación de pilas.
- Preparación de muretes.
- Ensayo a Compresión de muestras individuales.
- Ensayo a compresión de pilas.
- Ensayo a compresión de muretes.

2.4.3. PROCESAMIENTO DE DATOS:

- Determinación de las propiedades físicas, densidad, succión, absorción.
- Determinación de la resistencia a compresión de la unidad f'_b .
- Determinación de la resistencia a compresión de la albañilería f'_m .
- Determinación de la resistencia a corte v'_m .

2.4.4. EVALUACIÓN DE RESULTADOS:

- Comparación de resultados con la norma E-080
- Verificación de Hipótesis.

2.4.5. ELABORACIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN:

- Redacción y Presentación de Informe Final.

2.5. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y PRESUPUESTALES

2.5.1. POTENCIAL HUMANO

Se cuenta con el aporte del tesista, el asesor, profesionales relacionados a ing. Civil.

2.5.2. RECURSOS MATERIALES

- Tierra con granulometría estipulada en la norma Peruana
- Agua
- Aditivo Impermeabilizante.
- Gaveras de madera de 10x10x10 cm³ y 22x12x8.5 cm³ de volumen interno.
- Horno eléctrico de Temperatura regulable.
- Vernier.
- Wincha
- Tamices para ensayos de granulometría.
- Cazoletas.
- Balanza de Precisión de 0.1gr.
- Balanza de precisión de 0.001 gr.
- Máquina Universal más complementos para los ensayos de compresión y otros.
- Cámara fotográfica.
- Movilidad.

2.5.3. RECURSOS FINANCIEROS

El proyecto de investigación se financiara exclusivamente con recursos del tesista.

2.6. SELECCIÓN DE LA TIERRA Y PREPARACIÓN DEL ADOBE

2.6.1. ADOBE:

La norma técnica E.080 define al Adobe como unidad de tierra cruda, que puede ser mezclada con paja u arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad, por otro lado en regiones de nuestro país y sin ir muy lejos nuestra ciudad de Huánuco donde el adobe que utilizan no tiene paja, también existe que esta Particularidad haga al adobe más vulnerable ante el agua, debido a que la paja controla las fisuras por contracción de secado del suelo, que son zonas de filtración. Tomando en cuenta esto y la norma E. 080 se realizó el proyecto usando adobes con paja, estos adobes fueron realizados en campo debido que no se cuenta con espacios adecuados en el laboratorio.

Fotografía N° 01. Fabricación del adobe tradicional.



En relación al suelo, su composición se basa en una mezcla de limo, arena y arcilla que al combinarse con el agua producen barro, pero aún existe el problema de que el material no se encuentra apto para preparar la mezcla.

Existen métodos para verificar la factibilidad de dicho material para su uso en la fabricación de los adobes, lo cual explicamos en el ítem 2.4.2.

Fotografía N° 02. Fabricación del adobe con Aditivo.



2.6.2. SELECCIÓN DE MUESTRA

RECONOCIMIENTO DE CANTERA.

Para la preparación del adobe lo más importante es la correcta elección del suelo, el suelo no debe contener arcilla pura por su alta contracción de secado. La Norma Peruana E.080 (antecesor a la presente norma) en su acápite 4.1 especifica la siguiente gradación: arena en un rango de 55% a 70%, limo entre 15% y 25% y arcilla entre 10% y 20%, no debiéndose utilizar suelos orgánico.

Utilizamos estos porcentajes de identificación del suelo para tener un mayor acierto en la selección de la muestra, debido a que en la presente norma publicada por diario el peruano el 7 de abril del 2017 no establece estos rangos.

Para la selección de cantera concurrimos a la provincia de Lauricocha – Jesús, en la cual me dirigí a la cantera de Cruz Pata, ya que dicha cantera ya fue usada en una anterior investigación Becker Moreno M. y Becker Sebastián S. (2017). En dicha investigación concluyeron que la cantera de Cruz Pata es apto para la elaboración de adobes.

Fotografía N° 03. Adobe de prueba (prueba de resistencia).



PROCESO DE FABRICACIÓN DE LOS ADOBES.

Una vez seleccionado la cantera se procedió a extraer la tierra un aproximado de 2m³ de material para la preparación de las unidades de adobe.

La preparación de adobes se realizó en campo con personal de la zona dedicado a ese rubro, supervisado en todo momento por los tesisistas.

La norma E.080 especifica retirar del suelo las piedras mayores de 5mm y otros elementos extraños, posteriormente se molió todo los granos y tener una muestra uniforme, en seguida se empezó a preparar el barro añadiéndole paja en proporción de 1:2, después de un batido uniforme se dejó en reposo (dormido) durante 72 horas, con un secado lento, para lo cual se realizó tendeles para proteger del sol.

La norma indica que las dimensiones de los adobes rectangulares, en largo es aproximadamente el doble del ancho, la altura del bloque de adobe debe medir entre 0.08m y 0.12m en este caso 12x22x9cm.

ELABORACIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL

- Primero se pasó la gavera con petróleo (recomendación de los trabajadores) esto con la finalidad de que el barro resbale con facilidad el molde.
- Luego se sumergió en agua, para evitar que el barro se pegue al molde.
- Con el barro dormido, se formó una bola y se la tiro con fuerza hacia el molde.
- Se rellenaron las partes faltantes, enrasándolo con una regla de madera mojada.

- Los adobes se ordenaron en filas y se dejaron secar sobre el tendal (suelo limpio y plano en una zona con sombra y ventilación).
- A los 4 días se procedió a voltearlos de canto para que continúe el secado, en esta etapa también se procedió a cuadrarlos bien de algunos desperfectos del adobe.
- después de 28 días de secado, se procedió a emplear los adobes.

ELABORACIÓN DEL ADOBE CON EL ADITIVO IMPERMEABILIZANTE

- Extracción de la cantera Cruz Pata el material (tierra) para la elaboración de los adobes propuesto en la investigación.
- La gavera con petróleo, dichas Gaveras se mandaron a preparar especialmente para este tipo de adobes.
- El aditivo se disuelve en agua para su posterior aplicación a la tierra hasta alcanzar cierta humedad (humedad óptima).
- La tierra ya mezclado con el aditivo se colocó en los moldes para ser compactado con maso de madera. El compactado se realizó en tres capas de 25 golpes como se establece en la compactación de suelos (Proctor).
- Finalmente se optiene el adobe elaborado a base de aditivo impermeabilizantes.

Nota: No se produjeron grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.

2.7. PROTOCOLOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICOS DEL ADOBE NORMAL Y EL ADOBE ELABORADO CON ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES

2.7.1. NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCION CON TIERRA REFORSADA:

La presente Norma establece los métodos de ensayo para evaluarlas propiedades físicas y mecánicas del adobe.

La norma comprende los ensayos que se van a realizar sobre segmentos de adobe, para obtener resultados de laboratorio, los cuales se pueden utilizar para establecer valores y resistencias, los resultados también se pueden usar para establecer la relación de propiedades físicas y factores mecánicos, como peso, densidad, succión, absorción, compresión, corte, etc, para las funciones de control de calidad.

Para las pruebas en unidades, la Norma técnica peruana E.080 no especifica procedimientos para el ensayo de succión, absorción y muestreo de unidades de adobe, por lo cual se adoptó a la NTP 399.613 y la Norma técnica peruana E.070 que describen el procedimiento de muestreo y ensayo en ladrillos de arcilla, a pesar de sus marcadas diferencias físicas respecto a las unidades de adobe.

PROCEDIMIENTO GENERALES.

MEDICIÓN Y PESO

Antes de cada ensayo, se debe medir las dimensiones de cada probeta con una exactitud de:

- 10 mm para dimensiones como ancho, largo y alto.

Las probetas se deben pesar con exactitud para medir la diferencia de peso con un adobe normal y sumergido.

SELECCIÓN

Para el caso de la investigación científica, los adobes seleccionados para el ensayo deben estar sanos y libres de todo defecto y deben representar el promedio del total de muestra.

Los adobes quebrados, deteriorados o con algún desperfecto que puede ocasionar en los ensayos valores no reales se deben desechar.

2.7.2. PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS FÍSICO – MECÁNICOS.

DENSIDAD.

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta sección especifica el método para determinar la densidad (masa/volumen) del adobe Tradicional y el adobe elaborado a base de aditivo impermeabilizantes para los ensayos físicos y mecánicos.

PRINCIPIO

Determinación de la masa de la probeta mediante pesaje y de su volumen mediante la medición de sus dimensiones o con cualquier otro método. Cálculo de la masa por unidad de volumen de adobe.

EQUIPO

- Instrumento de medición con capacidad para determinar las dimensiones de las probetas.
- Balanza, con una exactitud de 0.05g

PREPARACIÓN DE LOS ADOBES (PROBETAS)

Los adobes se deben preparar para la determinación de la masa por unidad de volumen.

PROCEDIMIENTO

Mida las dimensiones de los adobes, pilas y muretes con exactitud, calcule el volumen o determínelo con un método adecuado.

CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

La densidad de cada muestra se obtiene con la siguiente formula:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

En donde:

ρ : Es densidad, en kg/m³.

m: Es la masa de la probeta en kg.

v: Es el volumen de la probeta, en m³.

Registre el promedio de la densidad de las probetas

SUCCIÓN.

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La prueba de succión, se adapta del acápite 11 de la NTP 399.61 para los especímenes de la presente investigación.

Esta sección especifica un método para ensayos individuales con la finalidad de medir la capacidad del adobe de absorber agua.

PRINCIPIO

La prueba de succión busca determinar el índice de absorción temprana del espécimen analizado, lo que viene a ser la cantidad de agua que 200 cm² de la unidad de adobe puede absorber en un periodo normado en 1 minuto \pm 1

segundo.

EQUIPO

- Horno eléctrico
- Balanza, con una exactitud de 0.05g
- Flexómetro (wincha).
- Bandeja para contener agua. Con una profundidad no menor de 25mm, y un área mayor a 200 cm².
- Soporte para los adobes no corrosivo, de 120mmx150mmx6mm

PREPARACIÓN DE LOS ADOBES (PROBETAS)

Los adobes se deben preparar para la determinación de la succión.

PROCEDIMIENTO

- Primeramente las unidades se secan en un horno a una temperatura de 100°C durante 24 horas, pero con la finalidad de evitar el proceso de cocción se busca el tiempo prudencial de secado a horno, así dejar también líneas de investigación para el tiempo de secado ahorno para el adobe.
- Luego, se toma las dimensiones de la cara del espécimen que estará en contacto con el agua para determinar el área de succión, para después obtener los pesos secos de cada muestra haciendo uso de una balanza electrónica con una precisión de 0.05 gr.
- Se ubica la bandeja sobre una superficie nivelada.
- Los soportes metálicos son colocados sobre la bandeja.
- Se agrega agua continua para que el nivel de la bandeja sea siempre 3mm ± 0.25 mm sobre los soportes.

- Se coloca el espécimen sobre los soportes, durante $1 \text{ min} \pm 1 \text{ s}$.
- Durante el periodo de contacto se mantiene el nivel de agua constante, gracias al dispositivo de rebalse de la bandeja.
- Luego se retira al espécimen y se seca el agua superficial con un paño húmedo para volver a pesar el espécimen, este peso incluye al agua succionada durante un minuto.

El secado del agua superficial de los especímenes se hace dentro de los 10 segundos siguientes de retirado el espécimen y deberá pesarse dentro de los siguientes 2 minutos.

CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

La succión se calcula como la diferencia de pesos (W , en gramos) entre el estado inicial y el estado final del espécimen, es decir será el peso del agua absorbida por el espécimen durante el minuto de contacto con el agua. Si el área del espécimen ($L B$) difiere en más de $\pm 2,5 \%$ de 200 cm^2 , se corrige el peso mediante la ecuación que se indica a continuación:

$$S = \frac{200}{LB}$$

En donde:

S = Succión normalizada a un área de 200 cm^2 .

W = Diferencia de pesos del espécimen entre el estado húmedo y seco (gr).

L = Longitud del espécimen (cm).

B = Ancho del espécimen (cm).

Por último, se calcula y reporta el promedio de succión de toda la muestra ensayada, con aproximación a $0,1 \text{ gr/min}/200 \text{ cm}^2$.

ABSORCIÓN

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Tal como se explicó para la prueba de succión, no existe un método establecido por la Norma Técnica Peruana E.080 para el ensayo de unidades de adobe; por lo tanto, se adoptó la prueba de absorción de los ladrillos enunciada en la NTP 399.613.

El objetivo del ensayo, es conocer la capacidad de absorción del adobe durante 24 horas de inmersión en agua a una temperatura de $24^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$.

PRINCIPIO

Conocer la de absorción del adobe durante 24 horas.

EQUIPO

- Horno eléctrico.
- Balanza, con una exactitud de 0.05g.
- Bateas de saturación.

PREPARACIÓN DE LOS ADOBES (PROBETAS)

Se emplearon 2 especímenes, uno normal y el otro elaborado con aditivos impermeabilizantes, en vez de los 5 que establece la NTP. 399.613 por motivos de obtener datos, no de un comportamiento generalizado, sino del desempeño puntual de los materiales utilizados en cada ensayo.

PROCEDIMIENTO

- Primero, se elimina la humedad natural contenida en los especímenes para obtener solo la cantidad de agua absorbida producto de la inmersión de las muestras. Para ello se colocó las piezas representativas en un horno estándar por un lapso de 24 horas a una temperatura de 110°C .

- Igual que para la succión se buscara el tiempo de secado en horno para evitar el proceso de cocción.
- Se ubican, en sectores protegidos de la intemperie, los recipientes (bateas) que mantendrán sumergidos individualmente cada espécimen.
- Transcurrido el tiempo de secado, se extrajeron del horno las muestras, para luego pesarlas con una aproximación de 0.5gr y proceder a colocar a cada espécimen su respectiva batea.
- Posteriormente, transcurridas 24 horas de inmersión, se extrajo el espécimen secando ligeramente con un paño húmedo su superficie, para enseguida volverlos a pesar.
- El agua que se utiliza para sumergir las muestras puede ser agua potable, destilada o incluso agua de lluvia, debiendo ser esencialmente agua limpia y a temperatura entre 15.5 °C a 30 °C.

CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Con los datos de los pesos a determinados tiempos de inmersión, se procede a calcular la absorción de cada espécimen con la siguiente expresión:

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

En donde:

W_d = Peso seco del espécimen.

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

v = Es el volumen de la probeta, en m³

La absorción porcentual de la muestra es el promedio de la absorción de todos los especímenes, con aproximación a 0,1 % probetas.

COMPRESIÓN (UNIDAD).

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta sección especifica un método para los ensayos de compresión en probetas en forma de cubo de 10 cm de arista.

El objetivo es determinar la resistencia a la compresión de la muestra al aplicar cargas progresivas. PRINCIPIO Determinación de:

- El esfuerzo último de compresión de las probetas de adobe tanto normal como mejoradas con el aditivo impermeabilizante.

EQUIPO

- Máquina universal.

PREPARACIÓN DE LOS ADOBES (PROBETAS)

Se emplearán 16 especímenes, 8 normal y 8 adobes elaborados con el aditivo, en concordancia con la Norma E.080.

PROCEDIMIENTO

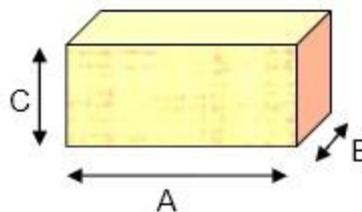
- Una vez secos las muestras 28 días, se procederá a uniformizar las caras de contacto con la máquina (capping), para un contacto uniforme y una distribución uniforme de las mismas.
- La velocidad del ensayo será de 2KN/min
- Se debe registrar la carga máxima a la cual falla la probeta.

CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Con los registros de la carga máxima se calcula la resistencia a la compresión con la siguiente formula.

$$f_0 = \frac{P}{A \times B}$$

Imagen N° 01. Dimensiones del adobe.



Fuente: "Elaboración propia".

En donde:

f_0 = Resistencia ultima a la compresión (kgf/cm²)

P= Carga máxima (kg)

A= largo del adobe (cm).

B = Ancho del adobe (cm)

C= Alto del adobe (cm)

La resistencia última se debe calcular como la media aritmética de los 4 mejores muestras (de 8 muestras), lo cual debe ser igual o mayor a la resistencia ultima indicada.

COMPRESIÓN (PILAS).

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Para obtener la resistencia a la compresión de la albañilería de adobe la Norma E.080, en su acápite 8.4, indica que se pueden realizar ensayos de pilas. Dichas pilas deben estar compuestas por un número de unidades enteras de adobe que permita obtener una esbeltez (altura/espesor) del orden de 3, aproximadamente. El número mínimo de pilas a ensayar es 10 y mediante estos ensayos se obtiene la resistencia última f'_m a compresión de la pila.

PRINCIPIO

Determinación de:

- Esfuerzo último.
- Esfuerzo admisible a compresión del muro.
- Esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento.

EQUIPO

- Máquina universal.

PREPARACIÓN DE LOS ADOBES (PROBETAS)

Se emplearán 16 especímenes, 8 normal y 8 pilas elaborados con adobes hechos con aditivos, en concordancia con la Norma E.080.

PROCEDIMIENTO

- Una vez secos las muestras 28 días, se procederá a uniformizar las caras de contacto con la máquina (capping), para un contacto uniforme y una distribución uniforme de las mismas.
- La velocidad del ensayo será de 2KN/min
- Se debe registrar la carga máxima a la cual falla la muestra.

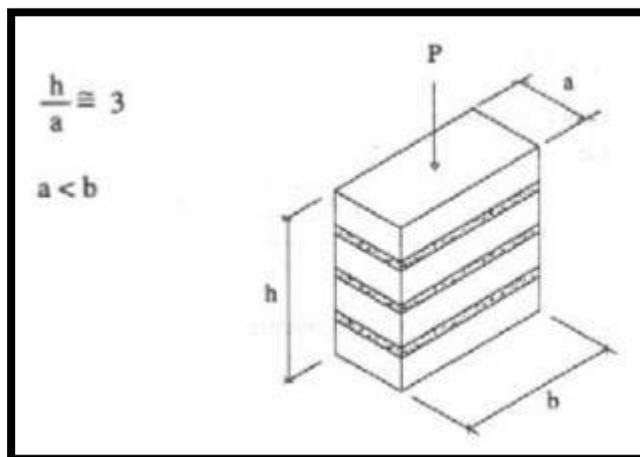
- La resistencia ultima debe ser mayor o igual a 0.6MPa=6.12 Kgf/cm².

CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Con los registros de la carga máxima se calcula la resistencia a la compresión de las pilas con la siguiente formula.

$$f'_m = \frac{P}{axb} \quad ; \quad f_m = 0.40f'_m \quad ; \quad f_{ca} = 1.24 f_m$$

Imagen N° 03. Dimensiones de la pila.



Fuente: “Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada” 2017

En donde:

f'_m = Esfuerzo último en compresión de la pila (kgf/cm²)

f_m = Esfuerzo admisible de compresión de la pila (kgf/cm²)

f_{ca} = Esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento (Kgf/cm²).

P = Carga Máxima (kgf)

a, b = ancho y largo del adobe respectivamente (cm).

La resistencia última se debe calcular como la media aritmética de los 6 mejores muestras (de 8 muestras), lo cual debe ser igual o mayor a la resistencia última indicada.

TRACCIÓN INDIRECTA (MURETES).

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Para obtener la resistencia a corte de la albañilería de adobe, la Norma E.080 en su acápite 8.5 indica que se pueden realizar ensayos de muretes en compresión diagonal, en un mínimo de seis especímenes. Producto del ensayo se obtiene el valor f'_t igual a la resistencia última a corte puro del adobe.

PRINCIPIO

Determinación de:

- Esfuerzo último.
- Esfuerzo admisible de corte.

EQUIPO

- Máquina universal.

PREPARACIÓN DE LOS ADOBES (PROBETAS)

Se emplearan 16 especímenes, 8 normal y 8 muretes elaborados con adobes hechos con aditivos, en concordancia con la norma E.080.

PROCEDIMIENTO

- Una vez secos las muestras 28 días, se procederá a uniformizar las caras de contacto con la máquina (capping), para un contacto uniforme y una distribución uniforme de las mismas.

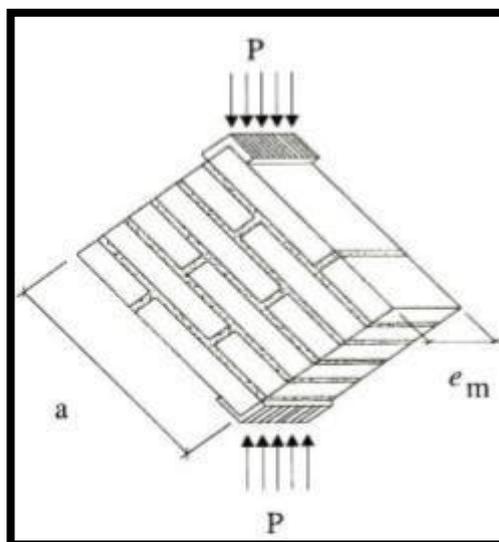
- El reglamento establece muestras de 0.65 mx0.65 m, pero debido a que en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán no se encuentra con una maquina apropiada para dicho fin, se tuvo que utilizar la maquina universal, reduciendo así la escala de las muestras en forma proporcional.
- Se debe registrar la carga máxima a la cual falla la muestra.
- La resistencia ultima debe ser mayor o igual a 0.025 MPa=0.25 Kgf/cm²

CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Con los registros de la carga máxima se calcula la resistencia a la tracción indirecta de muretes con la siguiente formula.

$$f'_t = \frac{P}{2ae_m} ; \quad v_m = 0.40f'_t$$

Imagen N° 04. Dimensiones del murete.



Fuente: “Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada” 2017

Donde:

f'_t = Esfuerzo último del murete en tracción indirecta (kgf/cm²)

v_m = Esfuerzo admisible de corte (kgf/cm²) P = Carga

Máxima (kgf)

a, e_m = Lado y espesor del murete respectivamente (cm).

La resistencia última se debe calcular como la media aritmética de los 6 mejores muestras (de 8 muestras), lo cual debe ser igual o mayor a la resistencia última indicada.

CAPÍTULO III: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. MUESTRAS A ENSAYAR

El adobe seco durante 15 días para su traslado de la ciudad de Jesús a la ciudad de Huánuco, se empezó a realizar los diversas muestras, lo cual contado desde la elaboración de las muestras, secaron por 28 días para su ensayo correspondiente.

Para los ensayos se identificaron las muestras con números, debido a su distinción y fácil reconocimiento de los diversos tipos de ensayos.

Fotografía N° 04. Identificación de las muestras.



3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Previo a los ensayos tomar todas las dimensiones de las muestras así también como su peso, para poder hallar otras propiedades, físicas principalmente.

CONSIDERACIONES

- Conocimiento de las propiedades del material y su variabilidad.
- Dimensiones reales de las muestras.
- Calidad de la mano de obra para la realización de las muestras.
- Evaluación de las cargas aplicadas y la determinación de los esfuerzos.

3.2.1. DOSIFICACIÓN DEL ADITIVO IMPERMEABILIZANTE:

Por lógica sabemos que a medida que incrementamos la cantidad de aditivo la calidad del adobe debe mejorar. Es decir que a mayor cantidad de aditivo obtenemos mayor Resistencia del adobe(directamente proporcional).

Dosificación N° 1: Se utilizó 100ml de aditivo disuelto en 18 lts de agua para 1.0 m³ de tierra, posteriormente se elaboraron adobes con esa dosificación.

Fotografía N° 05. - Aplicación del aditivo.



Dosificación N°02: Se utilizó 200ml de aditivo disuelto en 18 lts de agua para 1.0 m³ de tierra, posteriormente se elaboraron adobes con esa dosificación.

Dosificación N°03: Se utilizó 250ml de aditivo disuelto en 18 lts de agua para 1.0 m³ de tierra, posteriormente se elaboraron adobes con esa dosificación.

3.2.2. DENSIDAD:

DENSIDAD UNIDAD

Tabla N° 04. Resultado de densidad, Para unidades de adobe normal.

MUESTRA	DIMENSIONES			PESO(kg)	VOLUMEN (m ³)	DENSIDAD (Kg/m ³)
	Ancho(m)	Largo (m)	Alto (m)			
M-01	0.12	0.225	0.09	4.111	0.002	1691.770
M-02	0.125	0.225	0.09	4.052	0.003	1600.790
M-03	0.12	0.225	0.09	4.329	0.002	1781.481
M-04	0.125	0.225	0.09	4.169	0.003	1647.012
M-05	0.12	0.225	0.09	4.009	0.002	1649.794
M-06	0.125	0.225	0.09	3.916	0.003	1547.062
M-07	0.12	0.225	0.09	3.988	0.002	1641.152
M-08	0.125	0.225	0.09	3.755	0.003	1483.457
PROMEDIO						1630.315

Fuente: "Elaboración propia"

Tabla N° 05. Resultado de densidad, Para unidades de adobe con aditivos.

MUESTRA	DIMENSIONES			PESO(kg)	VOLUMEN (m ³)	DENSIDAD (Kg/m ³)
	Ancho(m)	Largo (m)	Alto (m)			
M-01	0.125	0.225	0.09	4.112	0.0025	1624.494
M-02	0.125	0.225	0.085	4.095	0.0024	1712.941
M-03	0.125	0.22	0.09	4.211	0.0025	1701.414
M-04	0.12	0.225	0.09	4.099	0.0024	1686.831
M-05	0.125	0.225	0.085	4.115	0.0024	1721.307
M-06	0.125	0.22	0.09	4.125	0.0025	1666.667
M-07	0.12	0.225	0.09	4.233	0.0024	1741.975
M-08	0.12	0.225	0.09	4.251	0.0024	1749.383
PROMEDIO						1700.627

Fuente: "Elaboración propia"

DENSIDAD PILAS

Tabla N° 06. Resultado de densidad, Para pilas con adobe normal.

MUESTRA	DIMENSIONES			PESO(kg)	VOLUMEN (m ³)	DENSIDAD (Kg/m ³)
	Ancho(m)	Largo (m)	Alto (m)			
M-01	0.12	0.22	0.405	19.386	0.0107	1813.131
M-02	0.125	0.225	0.41	19.046	0.0115	1651.686
M-03	0.12	0.22	0.415	19.283	0.0110	1760.040
M-04	0.125	0.225	0.405	19.368	0.0109	1771.193
M-05	0.12	0.22	0.405	19.372	0.0108	1789.727
M-06	0.125	0.225	0.415	19.399	0.0114	1699.803
M-07	0.12	0.22	0.405	19.372	0.0107	1811.822
M-08	0.125	0.225	0.415	19.399	0.0117	1662.029
PROMEDIO						1744.929

Fuente: “Elaboración propia”

Tabla N° 07. Resultado de densidad, Para pilas con adobe con aditivos.

MUESTRA	DIMENSIONES			PESO(kg)	VOLUMEN (m ³)	DENSIDAD (Kg/m ³)
	Ancho(m)	Largo (m)	Alto (m)			
M-01	0.12	0.22	0.405	19.322	0.0107	1807.146
M-02	0.125	0.225	0.405	18.995	0.0117	1847.175
M-03	0.12	0.22	0.405	19.225	0.0118	1868.793
M-04	0.125	0.225	0.405	19.085	0.0120	1832.157
M-05	0.12	0.22	0.405	19.005	0.0116	1865.804
M-06	0.125	0.225	0.405	18.996	0.0117	1848.548
M-07	0.12	0.22	0.405	18.992	0.0107	1776.281
M-08	0.125	0.225	0.405	19.123	0.0114	1678.837
PROMEDIO						1815.593

Fuente: “Elaboración propia”

DENSIDAD MURETES.

Tabla N° 08. Resultado de densidad, Para muretes con adobe normal.

MUESTRA	DIMENSIONES			PESO(kg)	VOLUMEN (m ³)	DENSIDAD (Kg/m ³)
	Ancho(m)	Largo (m)	Alto (m)			
M-01	0.12	0.35	0.315	23.2	0.0132	1753.590
M-02	0.12	0.355	0.315	23.773	0.0132	1800.167
M-03	0.12	0.35	0.315	23.16	0.0128	1807.963
M-04	0.12	0.355	0.315	23.68	0.0128	1852.895
M-05	0.12	0.345	0.315	23.25	0.0137	1701.801
M-06	0.12	0.35	0.315	23.74	0.0130	1823.349
M-07	0.12	0.345	0.315	23.25	0.0130	1782.839
M-08	0.12	0.35	0.315	23.74	0.0132	1794.407
PROMEDIO						1789.626

Fuente: “Elaboración propia”

Tabla N° 09. Resultado de densidad, Para muretes con adobe con aditivo.

MUESTRA	DIMENSIONES			PESO(kg)	VOLUMEN (m ³)	DENSIDAD (Kg/m ³)
	Ancho(m)	Largo (m)	Alto (m)			
M-01	0.12	0.36	0.31	23.68	0.0134	1768.220
M-02	0.12	0.36	0.31	23.25	0.0134	1736.111
M-03	0.12	0.36	0.31	23.74	0.0134	1772.700
M-04	0.12	0.35	0.31	23.25	0.0140	1950.714
M-05	0.12	0.36	0.31	23.74	0.0146	1874.520
M-06	0.12	0.36	0.31	23.2	0.0140	1846.511
M-07	0.12	0.36	0.31	23.773	0.0134	1775.164
M-08	0.12	0.36	0.31	23.16	0.0134	1729.391
PROMEDIO						1806.666

Fuente: “Elaboración propia”

3.2.3. SUCCIÓN:

En primer lugar las unidades se pesaron, posteriormente las muestras ingresaron al horno a una temperatura de 100° C durante 6 horas, si bien la norma establece por 24 horas pero con la finalidad de evitar el proceso de cocción y que dicho tiempo es para ladrillos, se buscó el tiempo de secado en horno del adobe.

Pasado las 6 horas de secado a 100°C se notó que el adobe prácticamente su peso se mantenía constante. Por lo que el tiempo de secado en horno para estos adobes a 100 °C es en promedio de 6 horas.

Luego se tomaron las dimensiones de la cara del espécimen que estará en contacto con el agua.

Con lo cual se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla N° 10. Resultado de Succión, para adobes normal y adobes con aditivo.

N° de Muestra	Base (cm)	Largo (cm)	Área superficie (cm ²)	Peso inicial (gr)	Peso seco (gr)	Peso con agua (gr)	Peso agua Succionada (gr)	Succión (gr/min/200 cm ²)	Succion promedio (gr/min/200cm ²)
M-1	12	22	264	4265	4211	4246	--	--	4.1
M-2	12	22	264	4218	4195	4203	--	--	
Ma-1	12	22.5	270	4457	4456	4460	4	3.0	
Ma-2	12	22.5	270	4415	4415	4422	7	5.2	

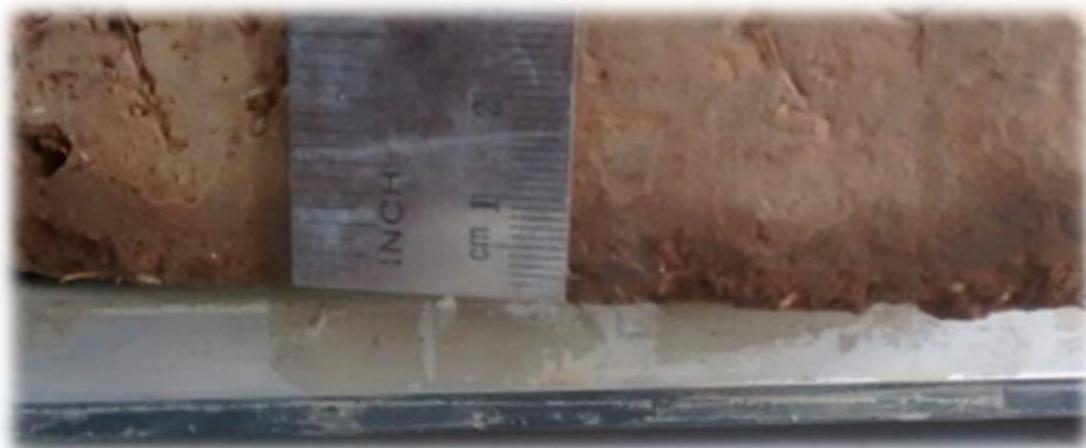
Fuente: “Elaboración propia”

En el cuadro M es las muestras de adobe normal, y Ma son las muestras de adobe elaborado con el aditivo impermeabilizante.

A pesar que las muestras de adobe normal presentaron un peso seco menor que el peso con agua succionada, la succión fue imposible determinarla, debido a que el peso final no se contabiliza al peso de las partículas que se desprendieron (desintegraron) en la cara en contacto con el agua.

En estas muestras se puede observar que el agua tuvo un ascenso capilar de 8.89mm⁶.

Fotografía N° 06. Ascenso capilar del agua en la muestra del adobe normal.



⁶En las tesis de Cabrera, D. (2010) y Delgado, E. (2006). El ascenso capilar de sus muestras de adobe haciende de 1 a 2.5 cm, tomando estas referencias podemos decir que nuestra muestra de adobe tiene bajo ascenso capilar, ya que la norma no establece rangos para definir estos parámetros.

Por otro lado en las muestras elaboradas con el aditivo no se desprendieron partículas por lo que si se puede determinar la succión, la succión promedio resulto de 4.10 gr/min/200cm²⁷.

En estas muestras el ascenso capilar fue en promedio de 1.5 cm, esto debido a que el aditivo evita la absorción del agua ya que dicho aditivo sirve para impermeabilizar el suelo, debido a que estuvo en el horno a 100°C perdió todo el agua y su calor de hidratación se elevó, y al contacto con el agua trata de equilibrar su calor.

⁷En concordancia de la NTP 399.613 y la norma E.070, artículo 10 “especificaciones Generales”, título 10.4. inciso b, establece para ladrillo de arcilla la succión promedio que se debe aceptar es de 10 a 20 gr/mim/200cm², teniendo como base estos parámetros podemos establecer parámetros para definir si nuestra succión es alto o bajo para nuestra muestra de adobe.

Fotografía N° 07. Ascenso capilar del agua en la muestra del adobe elaborado con el aditivo impermeabilizante.



3.2.5. ABSORCIÓN:

Transcurrido el tiempo de secado, en este caso igual tiempo que para succión, se extrajeron del horno las muestras, para luego pesarlas con una aproximación de 0.5gr y proceder a colocar a cada espécimen en su respectiva batea.

El proceso de degradación en los adobes tradicionales se dio a las 1 hora y media de contacto con el agua, generándose el desmoronamiento de partículas ubicadas en el contorno, pasado las 5 horas y media el agua llegó ingresar al núcleo, saturándolo casi por completo, haciendo del mismo una masa de barro sin consistencia ni capacidad portante, adicionalmente se formó una espuma, producto del aire contenido en los vacíos y unas partículas sucias livianas emergieron a la superficie.

Finalizada las 24 horas de inmersión, los especímenes de adobe terminaron por desintegrarse, produciéndose un desmoronamiento total y formándose un desmorte trapezoidal, perdiendo totalmente su resistencia y consistencia, haciendo imposible su extracción para la medición de los pesos en estado saturado.

Fotografía N°08. Adobe normal trascurrido 5: 30 horas de sumergido.



En el caso del adobe elaborado con el aditivo, trascurrido 5:30, empieza a verse rajaduras, por el mismo hecho de que el agua empieza a filtrar y aumenta el volumen del adobe.

Trascurrido las 24 horas de inmersión, al retirar de la bandeja se genera un desprendimiento de material, pero al contrario del adobe convencional no se generó una destrucción total del espécimen.

Fotografía N° 09. Estado del adobe con aditivo impermeabilizante 24 horas de sumergido.



En ambos casos es imposible hacer la medición por que los adobes terminaron por desintegrarse y fracturarse.

3.2.6. COMPRESIÓN (UNIDAD):

Como resultado de los diversos ensayos obtuvimos resultados aceptables en la cual demostraremos y detallaremos líneas abajo.

Fotografía N° 10. Ensayo a la compresión de unidades de adobe normal y adobes hechos con el aditivo.



Tabla N° 11. Resultado de ensayo a compresión, unidades de adobe normal.

MUESTRA	DIMENSIONES			Carga Maxima (kgf)	Esfuerzo (Kgf/cm ²)
	Ancho(cm)	Largo (cm)	Alto (cm)		
UNIDAD 01	10	10	10	2140.8	21.41
UNIDAD 02	10	10	10	2480.5	24.81
UNIDAD 03	10	10	10	2090.7	20.91
UNIDAD 04	10	10	10	2340.6	23.41
UNIDAD 05	10	10	10	2321.2	23.21
UNIDAD 06	10	10	10	2405.8	24.06
UNIDAD 07	10	10	10	2315.3	23.15
UNIDAD 08	10	10	10	2310.9	23.11
				PROMEDIO	23.01

Fuente: “Elaboración propia”

Observamos que el valor promedio de las 8 mejores muestras ensayadas es $f_o = 23.01 \text{ Kgf/cm}^2$, sobre pasando el valor mínimo que establece la norma $f_o=10.2 \text{ Kgf/cm}^2$.

Tabla N° 12. Resultado de ensayo a compresión, unidades de adobe elaborado con el aditivo.

MUESTRA	DIMENSIONES			Carga Maxima (kgf)	Esfuerzo (Kgf/cm ²)
	Ancho(cm)	Largo (cm)	Alto (cm)		
UNIDAD 01	10	10	10	3020.8	30.21
UNIDAD 02	10	10	10	2980.3	29.8
UNIDAD 03	10	10	10	3830.5	38.31
UNIDAD 04	10	10	10	3080.6	30.81
UNIDAD 05	10	10	10	3750.8	37.51
UNIDAD 06	10	10	10	4040.1	40.4
UNIDAD 07	10	10	10	4010.9	40.11
UNIDAD 08	10	10	10	3280.4	32.8
				PROMEDIO	34.99

Fuente: “Elaboración propia”

Observamos que el valor promedio de las 8 mejores muestras ensayadas es $f_o = 34.99 \text{ Kgf/cm}^2$, sobre pasando el valor mínimo que establece la norma $f_o=10.2 \text{ Kgf/cm}^2$. Es decir los valores de resistencia a la compresión obtenidos están por encima de las que establece en la Norma.

Tabla N° 13. Resultado de ensayo a compresión, de adobe normal.

MUESTRA	DIMENSIONES			Carga Maxima (kgf)	Esfuerzo (Kgf/cm ²)
	Ancho(cm)	Largo (cm)	Alto (cm)		
UNIDAD 01	12	22.5	9	10800.6	40
UNIDAD 02	12	22.5	9	10856.8	40.21
UNIDAD 03	12	22.5	9	9998.1	37.03
UNIDAD 04	12	22.5	9	10056.2	37.25
UNIDAD 05	12	22.5	9	10123.4	37.49
UNIDAD 06	12	22.5	9	11200.7	41.48
UNIDAD 07	12	22.5	9	9859.3	36.52
UNIDAD 08	12	22.5	9	10569.9	39.15
				PROMEDIO	38.64

Fuente: “Elaboración propia”

Observamos que el valor promedio de las 8 mejores muestras ensayadas es $f_o = 38.64 \text{ Kgf/cm}^2$, sobre pasando el valor mínimo que establece la norma $f_o=10.2 \text{ Kgf/cm}^2$.

Tabla N° 14. Resultado de ensayo a compresión, de adobe con aditivos.

MUESTRA	DIMENSIONES			Carga Maxima (kgf)	Esfuerzo (Kgf/cm ²)
	Ancho(cm)	Largo (cm)	Alto (cm)		
UNIDAD 01	12	22	9	11900.1	45.08
UNIDAD 02	12	22.5	9	14150.2	52.41
UNIDAD 03	12	22	9	17320.5	65.61
UNIDAD 04	12	22.5	9	14250.8	52.78
UNIDAD 05	12	22	9	15190.7	57.54
UNIDAD 06	12	22.5	9	15810.2	58.56
UNIDAD 07	12	22	9	9680.2	36.67
UNIDAD 08	12	22.5	9	15210.6	56.34
				PROMEDIO	53.12

Fuente: “Elaboración propia”

Observamos que el valor promedio de las 8 mejores muestras ensayadas es $f_o = 53.12 \text{ Kgf/cm}^2$, sobre pasando el valor mínimo que establece la norma $f_o=10.2 \text{ Kgf/cm}^2$.

3.2.7. COMPRESIÓN (PILAS):

La compresión de pilas se realizó en la maquina universal, obteniendo resultados satisfactorios, se muestran fotografías de los ensayos.

Fotografía N° 12. Ensayo a compresión de pilas, izquierda: adobe normal,
 Derecha: adobe elaborado con el aditivo.

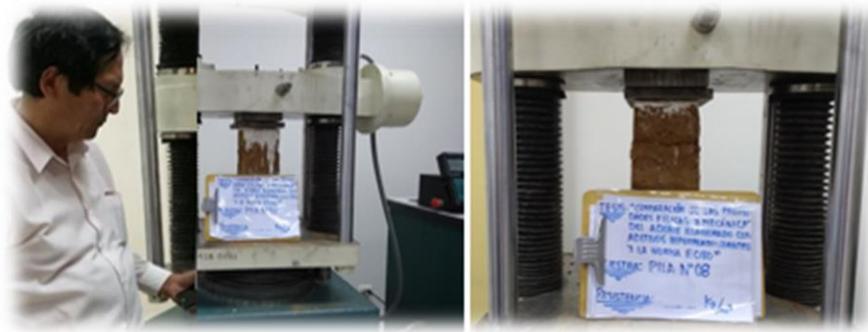


Tabla N° 15. Resultado de ensayo a compresión, pilas de adobe normal.

MUESTRA	DIMENSIONES			Carga Maxima (kgf)	Esfuerzo (Kgf/cm ²)
	Ancho(cm)	Largo (cm)	Alto (cm)		
PILA 01	12	22	40	4656	17.64
PILA 02	12	22	41	5095	19.3
PILA 03	12	22	41.5	4726	17.9
PILA 04	12	22.5	40.5	5120	18.96
PILA 05	12	22	41	4986	18.89
PILA 06	12.5	22	41.5	4995	18.16
PILA 07	12	22	41	4756	18.02
PILA 08	12.5	22	41.5	5100	18.55
				PROMEDIO	18.43

Fuente: “Elaboración propia”

La norma define f_m o esfuerzo de compresión último como el valor promedio de las 6 mejores muestras de 8, la misma que debe ser mayor o igual a 6.12 Kgf/cm²

$$f_m = 18.43 \text{ Kgf/cm}^2$$

Valor obtenido es 3 veces mayor respecto a la Resistencia que establece la norma.

Con ello podemos hallar f_m (Esfuerzo Admisible en Compresión de la Pila).

$$f_m = 0.40 f_m = 7.37 \text{ Kgf/cm}^2$$

El esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento se obtendría:

$$f_{ca} = 1.25 f_m = 9.22 \text{ Kgf/cm}^2.$$

Tabla N° 16. Resultado de ensayo a compresión, pilas de adobe con aditivo.

MUESTRA	DIMENSIONES			Carga Maxima (kgf)	Esfuerzo (Kgf/cm ²)
	Ancho(cm)	Largo (cm)	Alto (cm)		
PILA 01	12	22	40	5589	21.17
PILA 02	12	22	41	5478	20.75
PILA 03	12	22	41.5	4805	18.85
PILA 04	12	22.5	40.5	5485	20.31
PILA 05	12	22	41	4512	17.95
PILA 06	12.5	22	41.5	5836	22.85
PILA 07	12	22	41	5068	19.2
PILA 08	12.5	22	41.5	4675	17.89
				PROMEDIO	20.15

Fuente: "Elaboración propia"

De los resultados se obtiene el esfuerzo a compresión último

$$f'_m = 20.15 \text{ Kgf/cm}^2$$

Esfuerzo Admisible en Compresión de la Pila.

$$f_m = 0.40 f'_m = 8.064 \text{ Kgf/cm}^2$$

El esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento.

$$f_{ca} = 1.25 f_m = 10.08 \text{ Kgf/cm}^2$$

3.2.8. TRACCIÓN INDIRECTA (MURETES):

A continuación se muestra fotografías de los ensayos a tracción indirecta de los dos tipos de especímenes.

Fotografía N° 13. Ensayo a tracción indirecta de muretes con adobe normal.



Fotografía N° 14. Ensayo a tracción indirecta de muretes con adobe con aditivo.



Tabla N° 17. Resultado de ensayo a tracción indirecta, muretes de adobe normal.

MUESTRA	DIMENSIONES			Carga Maxima (kgf)	Esfuerzo (Kgf/cm ²)
	Ancho(cm)	Largo (cm)	Alto (cm)		
MURETE 01	12	34	34	512	0.63
MURETE 02	12	35.2	35.18	378	0.45
MURETE 03	12	35.15	35.18	448	0.54
MURETE 04	12	35.5	35.5	559	0.72
MURETE 05	12	34.56	34.5	415	0.52
MURETE 06	12	35.01	35	498	0.64
MURETE 07	12	34.98	34.99	487	0.58
MURETE 08	12	35.1	35.12	478	0.57
PROMEDIO					0.59

Fuente: “Elaboración propia”

El esfuerzo último del murete f_t es el promedio de las 8 mejores

muestras.

$$f'_t = 0.59 \text{ Kgf/cm}^2$$

El esfuerzo ultimo mínimo sugerido por el reglamento E.080 es 0.25 Kgf/cm², por lo que el valor obtenido es aceptable ya que se encuentra por encima de dicho valor.

El esfuerzo ultimo de corte es $v_m = 0.40 f'_t$

$$v_m = 0.24 \text{ Kgf/cm}^2$$

Tabla N° 18. Resultado de ensayo a tracción indirecta, muretes de adobe elaborados con el aditivo impermeabilizantes.

MUESTRA	DIMENSIONES			Carga Maxima (kgf)	Esfuerzo (Kgf/cm ²)
	Ancho(cm)	Largo (cm)	Alto (cm)		
MURETE 01	12.5	35.5	35.5	668	0.75
MURETE 02	12.5	36	36	468	0.52
MURETE 03	12.5	36	36	598	0.66
MURETE 04	12.5	35	35	498	0.57
MURETE 05	12.5	35.5	35.5	568	0.64
MURETE 06	12.5	34.5	34.5	589	0.68
MURETE 07	12.5	35.5	35.5	546	0.62
MURETE 08	12.5	34.5	34.5	523	0.61
				PROMEDIO	0.65

Fuente: "Elaboración propia"

El esfuerzo último del murete es:

$$f'_t = 0.65 \text{ Kgf/cm}^2$$

El esfuerzo último de corte es:

$$v_m = 0.26 \text{ Kgf/cm}^2$$

3.3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.3.1. DENSIDAD:

Analizando los resultados obtenidos para la unidad, notamos que las unidades de adobes con aditivos son menos densos que las unidades normales, esto debido a que en las unidades con aditivo tiene un ligero incremento en su peso, ya que las partículas de suelo se encuentran compactadas debido al proceso de su elaboración.

Con relación a los muretes se puede interpretar mejor los resultados, un metro cuadrado de muro de adobe normal de dimensiones de 12x22x8.5 pesa 215 kilogramos aproximadamente, y un metro cuadro de muro con adobe elaborado con el aditivo impermeabilizante de dimensiones 12.5x22.5x9 (en promedio) pesara 218 kilogramos aproximadamente, como podemos apreciar el incremento de peso no es significativo.

3.3.2. SUCCIÓN.

Se puede apreciar que el adobe normal tiene una ligera capacidad de succionar agua, comprobando que se superó con grandes expectativas las condiciones del reglamento para que el adobe sea aceptado.

El adobe normal tuvo un ascenso capilar de 8.89mm en promedio, relativamente baja, por lo que podemos decir que tendrá una mayor resistencia al contacto con el agua.

No se ha podido calcular la succión en el adobe normal debido a que al contacto con el agua se desprendió partículas de la muestra, por lo que el peso con agua no sería real.

Respecto a las muestras de adobe con aditivo se tuvo una succión de 4.1 gramos de agua en un minuto en un área de 270 cm², y una capilaridad de 1.85 cm, por lo que podemos decir que se tiene una succión media a baja, esto debido a que el adobe elaborado con el aditivo impermeabilizante se realizó compactando al suelo, debido a la compactación se minimizó los espacios vacíos entre partículas de suelo quitando la porosidad y por ende la succión del agua es casi nula.

3.3.3. ABSORCIÓN.

El adobe convencional pasado 5 horas y media pierde toda capacidad de resistencia a esfuerzo, tiempo relativamente alto para un adobe convencional, por lo que podemos decir que el adobe es de una alta calidad.

Podemos observar que el tiempo de sumergido en el agua el adobe normal aguantó un tiempo considerable por ende se podría decir que el material utilizado para la preparación de los adobes fueron los adecuados y de alta calidad, otra prueba anticipada que las pruebas de roturas serán satisfactorios.

Respecto al adobe con aditivo, pasado las 5 horas y media se observó pequeñas rajaduras de la lechada este debido a que el agua penetrada aumentando el volumen del adobe ocasionando las mencionadas fisuras.

Se observó que dicha muestra presenta una alta resistencia al contacto con el agua, mejorando con creces al adobe tradicional, mejorando de este modo esta propiedad física del adobe.

Este adobe sumergido al termino de 24 horas si bien se quebró al retirarlo de la bandeja pero no termino desintegrando, este adobe a las 11 horas aproximadamente de sumergido en el agua recién empezó a desprenderse pequeñas capas de la lechada, ocasionando así mayor penetración del agua.

En comparación a las dos muestras se notó grandemente que el adobe con aditivo aumento considerablemente su resistencia al contacto con el agua.

3.3.4. ENSAYO A COMPRESIÓN DE UNIDADES.

Los ensayos a compresión de unidades de adobe normal en cubos de 10 cm de arista en promedio tubo una resistencia de 23.01 kgf/cm², cuyo valor es más del triple de lo requerido por el reglamento, pasando de esta manera una de los requerimientos para ser aceptada los adobes.

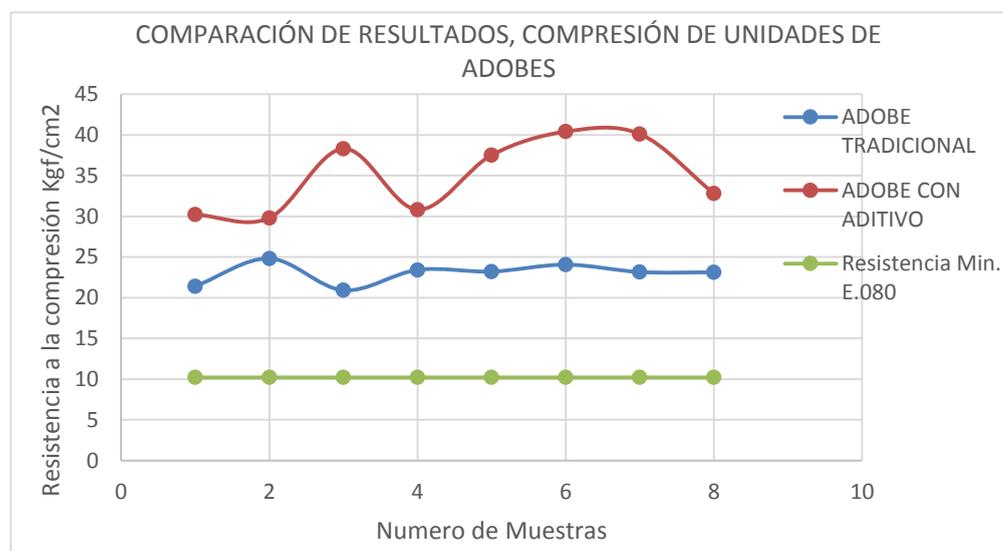
Las unidades de adobe con aditivo tuvieron una resistencia en promedio de 34.99 kgf/cm².

Como se puede observar la resistencia aumentó en 12 kgf/cm² esto debido al aditivo impermeabilizante ya que dicho aditivo cumple una función de acelerar la cohesion de partículas de suelos es decir que cumple la función de cementar, por ende tiende a aumentar la Resistencia del adobe frente a

esfuerzos de compresión.

En tal sentido esto sería una ventaja encontrada en las unidades de adobe elaborado con dicho aditivo.

Grafico N° 02. Comparación de resultados de compresión de unidades entre adobe elaborado con el aditivo impermeabilizante, adobe tradicional y la Norma E.080.



Fuente: "Elaboración propia",

Como se puede apreciar en el grafico N°02 el 100% de las muestras pasan lo mínimo requerido por el reglamento, que en este caso es de 10.2 Kg/cm².

También podemos notar los resultados entre el adobe con aditivo y el normal, tal como se explicó líneas arriba la resistencia aumenta considerablemente en comparación al adobe normal, se puede apreciar que todas las muestras superan la resistencia de los adobes tradicionales.

También se puede notar que los resultados no tienen muchas dispersiones, validando de esta manera nuestras muestras, por ende nuestros resultados.

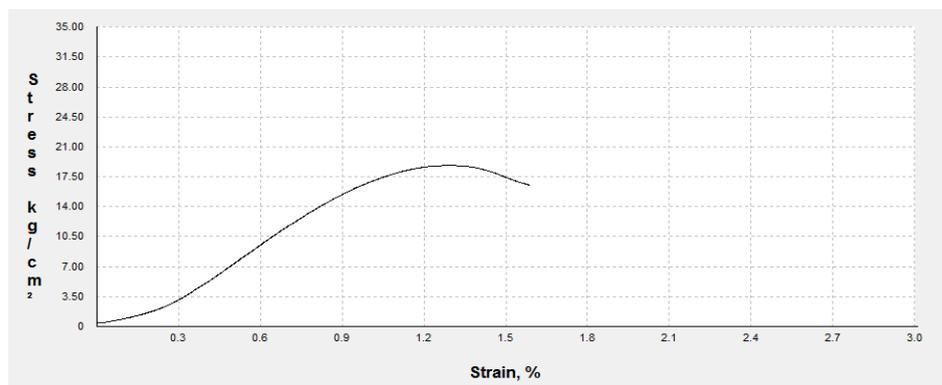
3.3.5. ENSAYO A COMPRESIÓN DE PILAS:

En este ensayo en las muestras de adobe normal se encontró con una resistencia promedio de 18.43 kgf/cm² valor más del triple requerido por el reglamento, pasando con creces este requerimiento.

En esta parte también los puntos débiles fueron las juntas, fallaron los primeros los adobes en contacto con la maquina con fracturas a 45°, al desmenuzar las muestras observamos que el mortero no tiene buena adherencia con el adobe, disminuyendo de alguna forma su resistencia.

El comportamiento de falla en la curva esfuerzo deformación, se tuvo una falla dúctil, es decir llego su máximo resistencia a la compresión pero siguió resistiendo esfuerzo hasta llegar al colapso (fractura), tal como se muestra en la siguiente imagen.

Grafico N° 04. Curva esfuerzo – deformación del ensayo a compresión de pilas con adobe normal.



Fuente: “Laboratorio Estructuras FICA - UNHEVAL”

En los ensayos con pilas de adobes elaborados con el aditivo

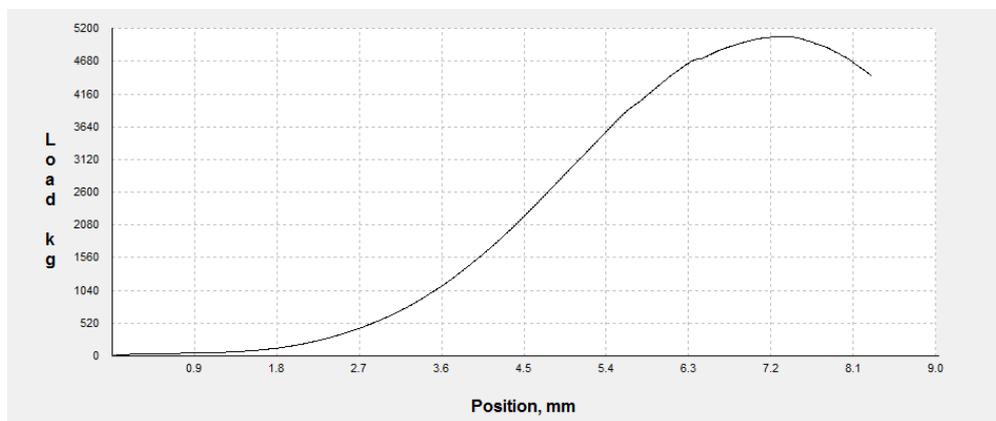
“COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL ADOBE ELABORADO CON ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES Y LA NORMA E080”

impermeabilizante en promedio se llegó a una resistencia de 20.15 kgf/cm², valor superior a los ensayos con adobe normal.

El moretero tuvo un mejor comportamiento, mejor adherencia, por lo que los resultados salieron mayores, mejorando de esta manera la resistencia a la compresión de pilas.

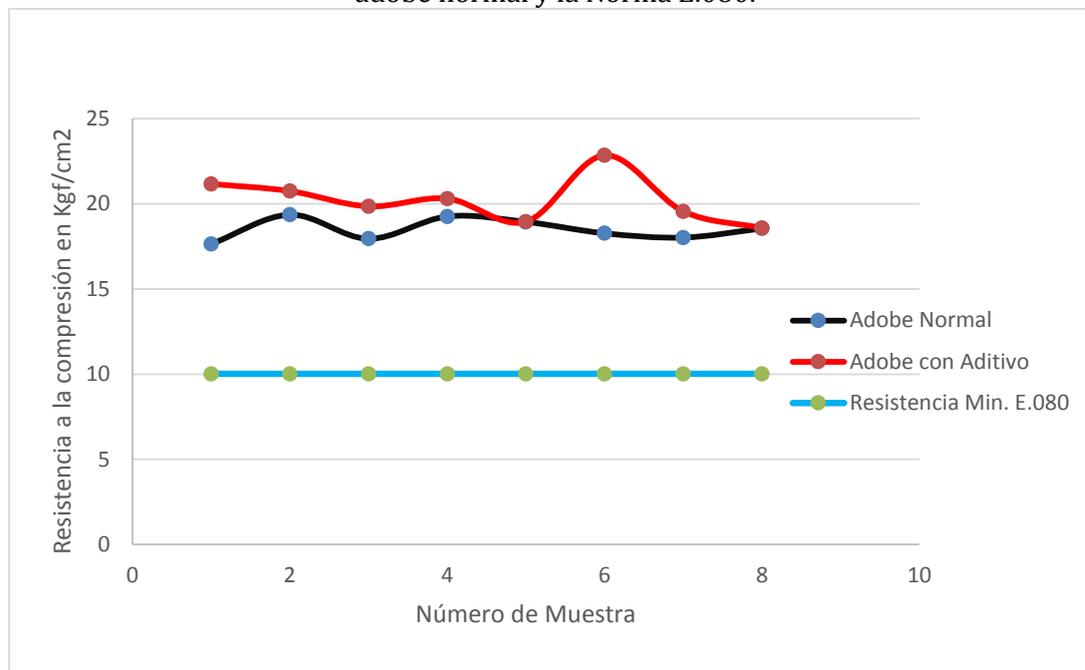
En estas muestras de la misma manera se tuvo un comportamiento dúctil semejante a las muestras del adobe normal.

Grafico N° 05. Curva esfuerzo – Deformación del ensayo a compresión de pilas con adobe con aditivo.



Fuente: “Laboratorio Estructuras FICA - UNHEVAL”

Grafico N° 06. Comparación de resultados a compresión de pilas con adobe con aditivo, adobe normal y la Norma E.080.



Fuente: "Elaboración Propia".

Como se puede apreciar en el grafico N°06 los resultados de adobe normal y con aditivo están por encima de lo solicitado por la norma, a la vez se nota también que el 100% de las muestras pasan dicho requerimiento.

Se nota también que el mayor valor de los resultados de pilas con adobe normal es inferior al menor valor de los resultados de las pilas con adobe aditivo, viéndose de esta manera la mejora visible al utilizar estos adobes.

También el grafico N°06 se puede notar que los resultados tienden a ser lineal, validando de esta manera la confiabilidad de los resultados.

3.3.6. ENSAYO A TRACCIÓN INDIRECTA DE MURETES.

En esta parte se ensayó probetas de 31.5cmx31.5cm en promedio, dimensiones inferiores a lo requerido por el reglamento el cual recomienda 65cmx65cm, pero debido a que no se cuenta con una máquina para realizar ensayos con estas dimensiones, se redujo las dimensiones proporcionalmente.

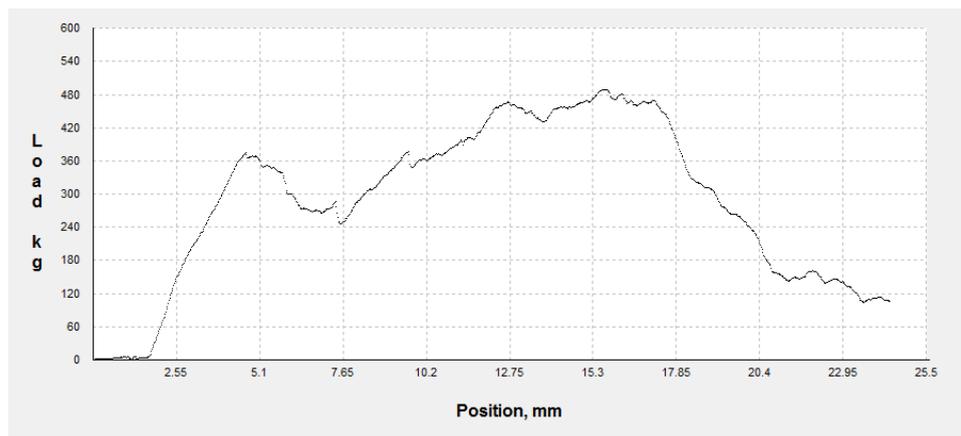
El ensayo a tracción indirecta dio resultados satisfactorios en comparación a lo requerido por el reglamento E.080, el cual nos solicita que la resistencia última sea mayor o igual a 0.25 kgf/cm².

En muretes con adobe normal se tuvo una resistencia promedio de 0.59 kgf/cm² aproximadamente el triple de lo requerido por la norma.

La falla se dio en las juntas, básicamente por adherencia, las unidades de adobe salieron intactas, originándose la rotura en la junta, viéndose de esta manera la baja adherencia que tiene el mortero y las unidades de adobe.

El comportamiento de los muretes fue dúctil, puesto que la rotura se origina después de haber alcanzado su resistencia máxima, existiendo una deformación anticipada a la correspondiente de la carga máxima.

Grafico N° 07. Curva esfuerzo – Deformación del ensayo a tracción indirecta de muretes con adobe normal



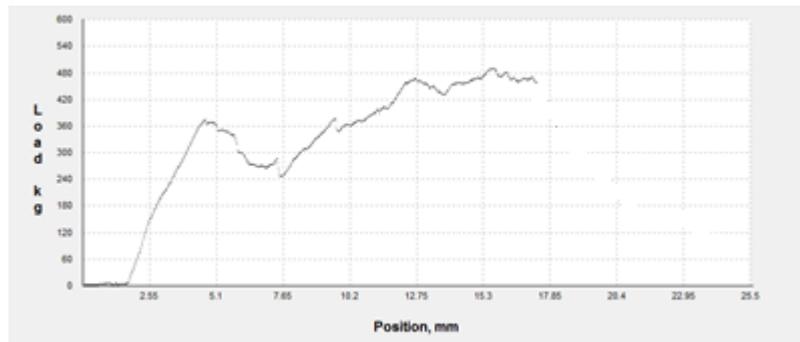
Fuente: “Laboratorio Estructuras FICA - UNHEVAL”

En lo que respecta a los ensayos de muretes con adobe con aditivo, la resistencia ultimo promedio fue 0.65 kgf/cm², valor casi 3 veces mayor a lo solicitado por el reglamento y un incremento leve respect a los muretes con adobe normal.

En esta parte también la falla se originaron en el mortero, en algunas muestras fallaron las unidades de adobe, viéndose de esta manera que las unidades de adobe con aditivo mejora su adherencia con el mortero, tal y como podemos observar en los resultados y la inspección a los especímenes ensayados.

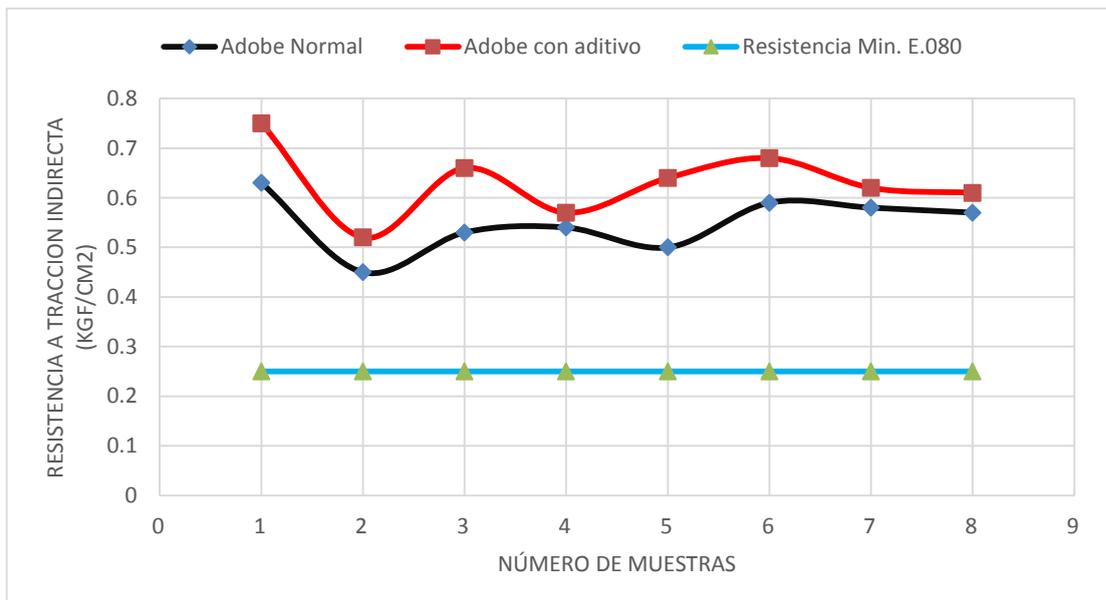
Las muestras también tuvieron un comportamiento dúctil, claro con comportamiento extraño (poco usual) en algunos tramos de la curva esfuerzo deformación.

Grafico N° 08. Curva esfuerzo – Deformación del ensayo a tracción indirecta de muretes con adobe hecho con aditivo.



Fuente: “Laboratorio Estructuras FICA - UNHEVAL”

Grafico N° 09. Comparación de resultados a tracción indirecta de muretes con adobe Hecho con aditivo, adobe tradicional y la Norma E.080.



Fuente: “Elaboración Propia”

Como se puede apreciar en el grafico N°09 los resultados de todas las muestras están por encima de lo mínimo requerido por la Norma, y las muestra con adobe hecho con el aditivo, en comparación de las muestras con adobe normal están levemente por encima, mejorando de esta manera en gran magnitud esta propiedad mecánica.

También se nota que los resultados tienden a lineal, de esta manera no hay gran dispersión de resultados, generando resultados confiables del 100% de las muestras.

CONCLUSIONES

1. Como comparación de resultados mostramos el siguiente cuadro, las mismas que nos mostraran más claro las conclusiones de esta Investigación.

Tipo de Ensayo	Norma E.080	Adobe Tradicional	Adobe con Aditivo
Absorción	-	-	-
Succión	-	-	4.1
Compresión Unidad	10.2	23.01	34.99
Compresión Pilas	6.12	18.43	20.15
Tracción Indirecta Muretes	0.25	0.59	0.65

Fuente: “Elaboración Propia”

Como se puede apreciar en el cuadro, la resistencia de las muestras del adobe hecho con el aditivo mejora considerablemente, principalmente lo que es albañilería, es decir pilas y muretes, en comparación con los datos que establece la norma.

2. En las pruebas de succión y absorción, en lo que es adobe normal, no se pudo calcular dichos ensayos debido a que en contacto con el agua pierden material, la cual afecta con su peso verdadero alternado de esta manera los resultados; en lo que es succión con adobe hecho con el aditivo se tuvo un resultado bajo, evidenciando de esta manera la mejora de esta propiedad debido a que está elaborado con un aditivo “impermeabilizante” se pudo calcular este valor y la misma es

relativamente bajo.

En las pruebas de absorción si bien es cierto que ambos especímenes se desintegraron, pero se notó grandemente la mejor resistencia del adobe con aditivo en contacto con el agua, que pasado 24 horas no se desintegro en su totalidad, lo cual si paso en el adobe normal pasado las 4 horas y media de estar en contacto con el agua, viendo de esta manera que el adobe adquiere una relativa impermeabilidad.

3. La dosificación optima para obtener un adobe de calidad elaborado con el aditivo impermeabilizante es de 200 ml de aditvo.
4. En los ensayos de compresión de unidades de adobe se tuvo un incremento en la resistencia de 14.48kgf/cm² comparado con la unidad de adobe tradicional o normal.
5. En los ensayos a compresión de pilas se tuvo un incremento en la resistencia de 1.72 kgf/cm² comparado a pilas con adobe normal, aumentado de esta manera en más del 10 % de su resistencia aproximadamente.
6. En los ensayos a tracción indirecta de muretes se tuvo un incremento en la resistencia de 0.06 kgf/cm². Comparado con muretes de adobes normales, incrementando su resistencia en más del 11 %.
7. Entre las ventajas y desventajas del adobe elaborado con el aditivo Impermeabilizante podemos mencionar:

VENTAJAS.

- Mayor capacidad de resistencia en contacto con el agua.
- Se impermeabiliza en un promedio del 90%.
- Mayor capacidad de Resistencia en compresión de albañilería, tanto directo e indirecto.
- Mayor adherencia del mortero y las unidades de adobe.
- Alta adherencia del tarrageo con el muro, similar a muros de ladrillo.

DESVENTAJAS.

- El proceso de su elaboración requiere mas tiempo de lo norma, es decir:
En 8 hrs de trabajo puedes elaborar en promedio 110 adobes en comparación del adobe normal en 8 hrs podemos elaborar en promedio 200 adobes.
- Se tiene que mandar a fabricar un molde especial para su elaboración.

8. El tipo de suelo que se utilizó para la fabricación de adobes es SP-SC arena mal graduado con arcilla, con un límite líquido de 28% y un plástico de 20%, es decir con un índice de plasticidad de 8% (plasticidad media con característica de suelo arcilloso).
9. En conclusión validamos la hipótesis General “El Aditivo Impermeabilizante si mejorara las propiedades físicas y mecánicas del adobe”.

SUGERENCIAS

1. En lo que refiere a las pruebas de absorción y succión, se recomienda realizar investigaciones respecto al tiempo de secado en horno, ya que no existe una norma específica para adobe, la cual en el presente trabajo se tomó como referencia procediendo para ladrillos, por lo que se buscó un tiempo adecuado de secado con el fin de evitar el proceso de cocción del adobe.

En la misma también se recomienda investigar el tiempo de sumergido en el agua para la prueba de absorción, ya que en un plazo de 24 horas como especifica la norma es demasiado alto para el adobe.

2. En la construcción y preparación de los adobes seguir los lineamientos del reglamento nacional de edificaciones, principalmente E. 0.80.
3. Debido a que el principal problema en las fallas en los ensayos es la adherencia del mortero y las unidades, se puede realizar investigaciones para mejorar la adherencia.
4. Diseñar y verificar los resultados en una vivienda.
5. Determinar a escala real el comportamiento estructural, al usar estos adobes mejorados.

BIBLIOGRAFIA

- Abanto Castillo, F. (2000). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos.
- Apac, R. A., (1993) Tesis: Estudio-Propuesta Experimental para Mejorar el comportamiento estructural de las construcciones de adobe frente a las sollicitaciones sísmicas. Huánuco: UNHEVAL.
- Cabrera, D., (2010.). Tesina: Mejoramiento de las Construcciones de Adobe ante una Exposición Prolongada de Agua por efecto de Inundaciones. Lima: PUCP.
- Cobreros, C., (n. d.). Tesina: Uso de Fibras Vegetales Procedentes de Explotaciones Agrícolas en la Edificación Sostenible. España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Delgado, E., (2006). Tesis: Comportamiento Sísmico de un Módulo de Adobe de dos Pisos con Refuerzo Horizontal y Confinamientos de Concreto Armado. Lima: PUCP.
- INSTRON, (n. d.). Glossary of Materials Testing. Obtenida el 04 de junio de 2013, de <http://www.instron.com.ar/wa/glossary/>
- Morales, R., Torres, R., Rengifo L. A., Irala, C. (1993). Manual para la Construcción de viviendas de Adobe. (pp. 39 - 59) Lima: Talleres Gráficos de Víctor Castillo M.
- Perú. Ministerio de Construcción Vivienda y Saneamiento. (2017). Norma E-80 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. Lima: El Peruano.
- Perú. Ministerio de Construcción Vivienda y Saneamiento. (2006). Norma E-80 Adobe. Lima: El Peruano.
- USAC (2002, p. 10) Preparando mi casa para futuros eventos climatológicos. Obtenida el 04 de junio de 2013, de <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/pdf/spa/doc15314/doc15314-b.pdf>
- PUCP – CIID (n. d.) Nuevas casas resistentes de adobe. Lima: SENCICO.

- Rubiños, A. C. (2009). Tesis: Propuesta de reconstrucción post terremoto de Viviendas de Adobe Reforzado. Lima: PUCP.
- Zelaya, V. A. (2007). Tesis: Estudio sobre Diseño Sísmico en Construcciones de Adobe y su Incidencia en la Reducción de Desastres. Lima: Universidad Nacional Federico Villareal.
- Becker Moreno M. y Becker Sebastián S. (2017); realizaron una comparación de las propiedades físicas y mecánicas del adobe sumergido en lechada de agua-cemento y la norma E080, en la cual realizaron ensayos compresión de unidades, compresión de pilas, tracción indirecta de muretes, absorción, densidad y succión

ANEXOS

PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía N° 01. En la imagen podemos apreciar la Extracción de tierra de la cantera de Cruz pata.



Fotografía N° 02. En la fotografía me encuentro realizando las Pruebas de campo tales como: de color, dental y olfativa de la muestra de tierra.



Fotografía N° 03. En la imagen podemos apreciar: Prueba de la resistencia seca de la bolita – cantera cruz pata



Fotografía N° 04. En la imagen podemos apreciar el inicio del proceso de elaboración del adobe tradicional.



Fotografía N° 05. En la imagen podemos apreciar que ya está listo el barro para la elaboración de los adobes.



Fotografía N° 06. En la imagen podemos apreciar los adobes ya fabricados, los cuales van secar aproximadamente 28 días para realizar los ensayos en el laboratorio de la FIC- UNHEVAL.



Fotografía N° 07. En la imagen podemos apreciar el secado de la Tierra extraída de la cantera Cruz Pata-Jesús –Lauricocha.



Fotografía N° 08. En la imagen podemos apreciar el secado de la Tierra y 1lt de el aditivo impermeabilizante.



Fotografía N° 09. En la imagen podemos apreciar la dosificación del Aditivo impermeabilizante para posteriormente diluirlo en agua.



Fotografía N° 10. En la imagen podemos apreciar la aplicación del Aditivo impermeabilizante en el suelo seco hasta llegar a tener cierta humedad (Humedad optima) para posteriormente compactarlo.



Fotografía N° 11. En la imagen podemos apreciar la elaboración del Adobe compactando la tierra humedecida con el aditivo impermeabilizante. La compactación se realizó teniendo en cuenta las indicaciones de Proctor.



Fotografía N° 12. En la imagen podemos apreciar la elaboración del Adobe la compactación se realizó teniendo en cuenta las indicaciones de Proctor, es decir 25 golpes con masó de 5kg por cada capa (3capas).



Fotografía N° 13. En la imagen podemos apreciar los adobes ya Elaborados, en proceso de secado.



Fotografía N° 14. En la imagen podemos apreciar los adobes ya Elaborados, en proceso de secado para posteriormente a los 28 días Aproximadamente ser ensayados en el laboratorio.



Fotografía N° 15. En la imagen podemos apreciar la elaboración del Mortero (Laboratorio de la FIC-UNHEVAL).



Fotografía N° 16. En la imagen podemos apreciar el asentado de pilas De adobes elaborados con aditivos (Laboratorio de la FIC-UNHEVAL).



Fotografía N° 17. En la imagen podemos apreciar que ya se encuentran elaborados las pilas, y muretes de adobes normales y adobes con aditivos (Laboratorio de la FIC-UNHEVAL).



Fotografía N° 18. En la imagen podemos apreciar que ya se encuentran capeados las pilas, y muretes de adobes normales y adobes con aditivo



Fotografía N° 19. Ensayo de resistencia a la compresión unidad de adobe de (10*10*10cm).



Fotografía N° 20. Ensayo de resistencia a la compresión unidad de adobe de (12*23*9 cm).



Fotografía N° 21. La unidad de adobe con aditivo ensayada presenta una falla adecuada, es decir el plano de falla es de 45° como se aprecia en la imagen.



Fotografía N° 22. La unidad de adobe con aditivo y adobe tradicional ensayada presenta una falla adecuada, es decir el plano de falla es de 45° como se aprecia en la imagen.



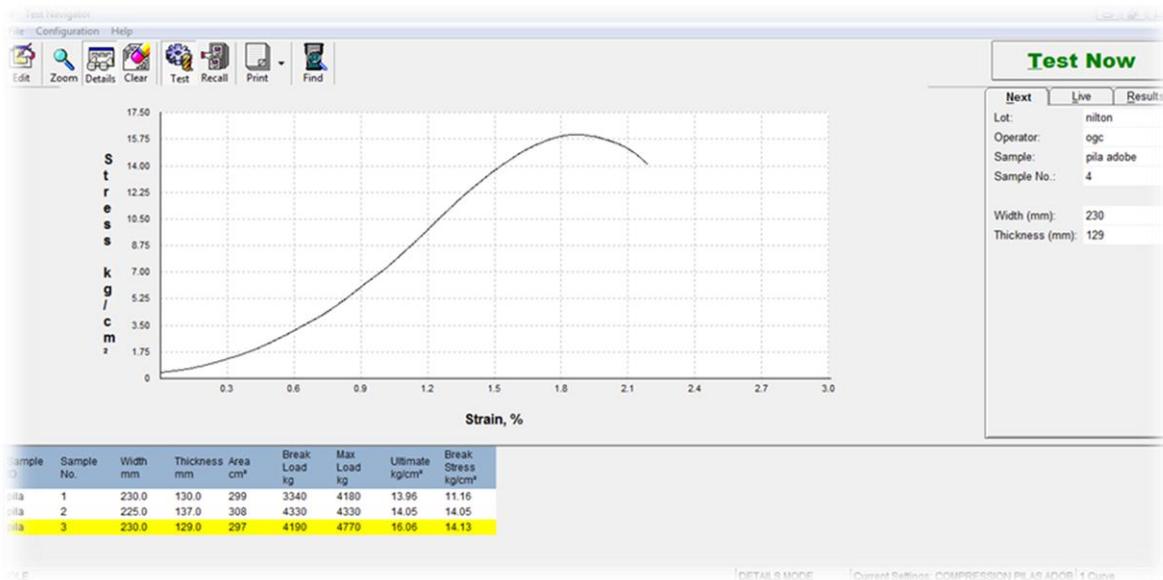
Fotografía N° 23. Ensayo de absorción del adobe normal y con aditivo.



Fotografía N° 24. Ensayo de succión del adobe con aditivo.



Fotografía N° 25. Ensayo de compresión de pilas del adobe con aditivo en la maquina Universal – FIC-UNHEVAL.



Fotografía N° 26. Gráfica esfuerzo deformación de pilas con aditivo.



Fotografía N° 26. Ensayo de compresión de muretes del adobe con aditivo en la maquina Universal - FIC-UNHEVAL.



Fotografía N° 26. Gráfica esfuerzo deformación de muretes con aditivo.

RESULTADOS Y APUNTES DE LOS ENSAYOS EN LABORATORIO.

COPIA DE RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PLAN DE TESIS

COPIA DEL ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

COPIA DE LA CARTA DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES

FICHA TÉCNICA DEL ADITIVO IMPERMEABILIZANTE