



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:

“ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y LA ADHERENCIA DEL MORTERO TRADICIONAL CON DIFERENTES AGLOMERANTES (ARCILLA, CAL Y YESO) EN JUNTAS DE MUROS DE ADOBE EN EL CENTRO POBLADO DE PATA PATA DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO PROVINCIA Y REGIÓN CUSCO”

PRESENTADO POR EL:

BCH. WILBERT DIAZ ZAVALA

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

ASESOR TÉCNICO

MGT. ING. ZANDRO PEÑALVA GALLEGOS

ASESOR METODOLÓGICO

MGT. FERNANDO DIAZ ANCCO

CUSCO – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A mis hijas Yuriana y Yumara con cariño,
Por estar siempre presente en los grandes
Momentos de mi vida.

A mis padres Lorenzo y Luzmila por su comprensión cariño y
valioso apoyo en mi vida personal y
de estudiante.

A mis hermanas Yony, Violeta, Rita y sus esposos
quienes creyeron en esta idea y hicieron posible
esta realidad.

A toda mi familia por su inmenso cariño y
constante apoyo incondicional para hacer
realidad, uno de mis grandes sueños.

Wilbert

AGRADECIMIENTO

A nuestro Dios quien me guía en el camino de la vida que con su bondad y misericordia nos conforta a seguir adelante.

A la Universidad Alas Peruanas por la orientación académica recibida, a lo largo de mi formación profesional.

Expresar nuestro sincero reconocimiento y gratitud a nuestro asesor Mgt , Ing. Zandro Peñalva Gallegos, mis dictaminantes: Ing. Walter Giovanni Meza Vera, Ing.

Al coordinador de la escuela de Ing. Civil Mgt. Ing. Eigner Roman Villegas y a todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Alas Peruanas por la labor que desempeñan en la formación y aplicación de los conocimientos teórico-práctico, impartidos en las aulas universitarias..

RESUMEN

Con la finalidad de mejorar la resistencia y la adherencia del mortero en las unidades de adobe, el objetivo principal en el presente trabajo de investigación, es analizar la resistencia a la compresión y la adherencia del mortero tradicional con diferentes aglomerantes (arcilla, cal y yeso) en juntas de muros de adobe en el centro poblado de Pata-pata del Distrito de San Jerónimo Provincia y Región de Cusco.

La metodología que se utilizó para obtener los datos de análisis, es el método de investigación experimental, y los resultados se obtuvieron mediante pruebas de laboratorio, para lo cual se consideró cuatro dosificaciones de mezclas de mortero: mortero tradicional y mortero tradicional con aglomerante de 15% de: arcilla, cal y yeso, para encontrar el mejor valor de resistencia a la compresión.

Mediante este trabajo de investigación experimental, el mortero tradicional con adición en volumen de 15% de yeso, obtuvo el valor de la resistencia a la compresión más alta de 13.1 kg/cm², con este resultado se diseñaron morteros agregando: 0%, 13%, 15%, y 20% de yeso al mortero tradicional. Se logró obtener una resistencia a la compresión de pilas de: 5.32 kg/cm² con 0% de yeso, 5.70 kg/cm² con 13% de yeso, 6.1kg/cm² con 15% de yeso, y 7.66 kg/cm² con el 20% de yeso. Así mismo se ensayó la compresión diagonal a muretes obteniendo los siguientes resultados: 0.43 kg/cm² con 0% de yeso, 0.62kg/cm² con 13% de yeso, 0.87kg/cm² con 15% de yeso, y 0.86kg/cm², con el 20% de yeso.

La adherencia que se ha logrado entre la unidad y el mortero se refleja en los ensayos de compresión diagonal de los muretes. Cuando la adherencia es óptima, la falla atraviesa tanto a la unidad como al mortero lográndose maximizar la resistencia a fuerza cortante; en cambio, cuando no se ha logrado optimizar la adherencia unidad-mortero la falla es escalonada a través de las juntas. En los ensayos se dieron fallas escalonadas, mixtas y diagonales, el ensayo de compresión diagonal al murete con mortero que tiene la dosificación de 13% de yeso tuvo una buena adherencia produciéndose el corte en forma diagonal.

SUMMARY

In order to improve the strength and adhesion of the mortar in the adobe units, the main objective in this research work is to analyze the compressive strength and adhesion of traditional mortar with different binders (clay, lime and gypsum).) in joints of adobe walls in the town of Pata-pata of the District of San Jerónimo Province and Region of Cusco.

The methodology used to obtain the analysis data is the experimental research method, and the results were obtained through laboratory tests, for which four dosages of mortar mixtures were considered: traditional mortar and traditional mortar with binder of 15 % of: clay, lime and gypsum, to find the best value of resistance to compression.

Through this experimental research work, the traditional mortar with addition in volume of 15% of gypsum, obtained the value of the highest compressive strength of 13.1 kg / cm², with this result mortars were designed adding: 0%, 13% , 15%, and 20% plaster to traditional mortar. It was possible to obtain a resistance to compression of piles of: 5.32 kg / cm² with 0% gypsum, 5.70 kg / cm² with 13% gypsum, 6.1kg / cm² with 15% gypsum, and 7.66 kg / cm² with 20 % of plaster. Likewise, the diagonal compression of the walls was tested obtaining the following results: 0.43 kg / cm² with 0% gypsum, 0.62kg / cm² with 13% gypsum, 0.87kg / cm² with 15% gypsum, and 0.86kg / cm², with 20% gypsum.

The adhesion that has been achieved between the unit and the mortar is reflected in the diagonal compression tests of the walls. When the adhesion is optimal, the fault goes through both the unit and the mortar achieving maximum resistance to shear force; On the other hand, when it has not been possible to optimize the unit-mortar adhesion, the failure is staggered through the joints. In the tests there were staggered, mixed and diagonal failures, the diagonal compression test to the wall with mortar that has the dosage of 13% of gypsum had a good adhesion, producing the cut diagonally.

INDICE

DEDICATORIA	II
RESUMEN	IV
SUMMARY	V
INDICE	VI
INDICE DE TABLAS	X
INDICE DE GRAFICOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPÍTULO I	16
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	16
1.1.1.DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.1.2.Muestras de suelo.	18
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA	18
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	18
1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS.....	18
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	19
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA	19
1.4.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	19
1.4.3. JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD	19
1.4.4. JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA	20
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.	20
CAPITULO II	21
MARCO TEORICO	21
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
2.2. BASES TEÓRICAS	25

2.2.1. LA ALBAÑILERÍA O MAMPOSTERÍA DE ADOBE.....	25
2.2.2. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	25
2.2.3 UNIDAD O BLOQUE DE ADOBE.....	25
2.2.4. MORTERO (Normas E- 080).....	26
2.2.5. FUNCIONES DEL MORTERO DE JUNTA.....	27
2.2.6. PROPIEDADES DEL MORTERO EN ESTADO FRESCO	27
2.2.7. PROPIEDADES DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO.....	28
2.2.8. ESFUERZOS DE ROTURA MÍNIMOS. ENSAYOS DE LABORATORIO (Norma E. 080).....	31
32	
2.2.9. AGLOMERANTES	33
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS (Norma E.080 Adobe).....	41
2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	43
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	43
2.4.2.HIPÓTESIS SECUNDARIAS	43
2.5. VARIABLES.....	43
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	43
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE	43
2.5.3. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES.	43
CAPITULO III.....	45
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	45
3.1. METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN.	45
3.1. 2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	45
3.1.2.NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	45
3.1.3.MÉTODO.....	45
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	45
3.2.1. POBLACIÓN.....	45
3.2.2. MUESTRA.....	45
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	48

3.3.1 TÉCNICAS DE TRATAMIENTO DE LOS DATOS.....	48
3.3.2 INSTRUMENTOS.....	48
3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y PROCESAMIENTO DE DATOS.....	48
3.4.1. RECOLECCION DE DATOS	48
3.4.2. Proceso experimental.....	55
3.4.3. DISEÑO DE MORTERO CON AGLOMERANTE ARCILLA, YESO Y CAL.....	57
3.4.4. CÁLCULOS DE PROPORCIONES EN VOLUMEN.....	57
3.4.5. ESTIMACION DEL AGUA DE MEZCLA PARA EL MORTERO.	57
3.4.6. RESULTADO DE DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO DE BARRO.	58
3.4.7. ENSAYO A LA COMPRESION DEL MORTERO DE BARRO DE ESPECÍMENES CILINDRICOS	61
3.4.8. ELABORACIÓN Y ENSAYO A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS Y COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES CON INCORPORACIÓN DEL AGLOMERANTE YESO EN EL MORTERO DE JUNTAS.....	65
CAPITULO IV.....	87
RESULTADOS.....	87
4.1. RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES	87
4.1.1. RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICAS CON 15% DE AGLOMERANTES DE YESO, CAL, ARCILLA Y MORTERO TRADICIONAL.....	87
4.1.2. RESULTADO DE COMPRESIÓN AXIALDE LAS PILAS CON JUNTAS DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL CON EL 0%, 13%, 15%, Y 20% DE AGLOMERANTE DE YESO.....	88
4.1.3. RESULTADO A COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ADOBE CON MORTERO DE BARRO TRADICIONAL Y CON INCORPORACIÓN DEL AGLOMERANTE YESO DE: 0%, 13%, 15%, Y 20% DE AGLOMERANTE DE YESO	90
CAPITULO V.....	92
DISCUSION	92
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES.....	95

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	96
ANEXOS	98
MATRIZ DE CONSISTENCIA	98
LABORATORIO	100
PANEL FOTOGRAFICO.....	108

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DEL SUELO.....	18
Tabla 2 : OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	44
Tabla 3: NÚMERO DE MUESTRAS REQUERIDAS DE BRIQUETAS	46
Tabla 4: CANTIDAD DE MUESTRAS SOMETIDAS A PRUEBA.....	46
Tabla 5: NÚMERO DE MUESTRAS REQUERIDAS DE PILAS Y MURETES.....	47
Tabla 6: CANTIDAD DE MUESTRAS SOMETIDAS A PRUEBAS.....	47
Tabla 7: REQUISITOS FISICOS DE YESO NTP 334.135. 2013	48
Tabla 8: CONTENIDO DE HUMEDAD.....	50
Tabla 9: GRANULOMETRÍA DE SUELO	52
Tabla 10: LOS ENSAYOS DE LIMITE LÍQUIDO.....	54
Tabla 11: LOS ENSAYOS DE LÍMITE PLÁSTICO.	55
Tabla 12: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO EN PESO.....	58
Tabla 13: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO EN VOLUMEN ..	58
Tabla 14: DOSIFICACIÓN EN CANTIDADES PARA EL MORTERO TRADICIONAL	59
Tabla 15: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE BARRO CON 15% DE ARCILLA EN PESO	59
Tabla 16: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE BARRO CON 15% DE ARCILLA, EN VOLUMEN.....	59
Tabla 17: DOSIFICACIÓN EN CANTIDADES PARA EL MORTERO DE BARRO CON 15% DE ARCILLA.....	59
Tabla 18: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE BARRO CON 15% DE YESO EN PESO..	60
Tabla 19: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE BARRO CON 15% DE YESO EN VOLUMEN.....	60
Tabla 20: DOSIFICACIÓN EN CANTIDADES PARA EL MORTERO DE BARRO CON 15% DE YESO	60
Tabla 21: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE BARRO CON 15% DE CAL, EN PESO....	60
Tabla 22: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE BARRO CON 15% DE CAL, EN VOLUMEN.....	61
Tabla 23: DOSIFICACIÓN EN CANTIDADES PARA EL MORTERO DE BARRO CON 15% DE CAL	61
Tabla 24: DATOS OBTENIDOS EN LABORATORIO ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CILINDRICA.....	63
Tabla 25: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO EN PESO	67
Tabla 26: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO EN VOLUMEN..	67
Tabla 27: DOSIFICACIÓN EN CANTIDADES PARA EL MORTERO DE BARRO TRADICIONAL.....	67

Tabla 28: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO CON 13 % DE YESO EN PESO.....	68
Tabla 29: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO CON 13 % DE YESO EN VOLUMEN.....	68
Tabla 30: DOSIFICACIÓN EN CANTIDADES PARA EL MORTERO DE BARRO CON 13% DE YESO	68
Tabla 31: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO CON 15 % DE YESO EN PESO.....	69
Tabla 32: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO CON 15 % DE YESO EN VOLUMEN.....	69
Tabla 33: DOSIFICACIÓN EN CANTIDADES PARA EL MORTERO DE BARRO CON 15% DE YESO	69
Tabla 34: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO CON 20 % DE YESO EN PESO.....	69
Tabla 35: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO CON 20 % DE YESO EN VOLUMEN.....	70
Tabla 36: DOSIFICACIÓN EN CANTIDADES PARA EL MORTERO DE BARRO CON 20% DE YESO	70
Tabla 37: PROPORCIONES DE MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE MORTERO DE BARRO SIN INCORPORACIÓN DE YESO Y CON INCORPORACIÓN DE YESO	72
Tabla 39: RESULTADO DE LAS MEDIDAS DE LAS PILAS DE ALBAÑILERÍA Y EL PESO QUE SOPORTÓ LAS PILAS DE ALBAÑILERÍA CON JUNTA DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL SIN AGLOMERANTE Y CON AGLOMERANTE DE YESO.	74
Tabla 40: RESULTADO DE COMPRESIÓN AXIAL DE LAS PILAS CON JUNTAS DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL SIN EL AGLOMERANTE DE YESO.....	76
Tabla 41: RESULTADO DE COMPRESIÓN AXIAL DE LAS PILAS CON JUNTAS DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL CON EL 20% DE AGLOMERANTE DE YESO.	77
Tabla 42: RESULTADO DE COMPRESIÓN AXIAL DE LAS PILAS CON JUNTAS DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL CON EL 15% DE AGLOMERANTE DE YESO.....	77
Tabla 43: RESULTADO DE COMPRESIÓN AXIAL DE LAS PILAS CON JUNTAS DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL CON EL 13% DE AGLOMERANTE DE YESO.....	78

Tabla 44: PROPORCIONES DE MATERIALES EN PIE ³ , PARA LA ELABORACIÓN DE MORTERO DE BARRO SIN INCORPORACIÓN DE YESO Y CON INCORPORACIÓN DE YESO.....	81
Tabla 45: MEDIDAS Y DATOS DE LABORATORIO DE LOS MURETES DE ALBAÑILERÍA Y EL PESO QUE SOPORTÓ CADA MURETE DE ALBAÑILERÍA CON JUNTA DE 1CM DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL SIN AGLOMERANTE Y CON AGLOMERANTE DE YESO.....	82
Tabla 46: CALCULO DE DATOS PARA EL ESFUERZO ADMISIBLE A CORTE DEL MURO CON JUNTAS DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL SIN EL AGLOMERANTE DE YESO.....	84
Tabla 47: CÁLCULO DE DATOS PARA EL ESFUERZO ADMISIBLE A CORTE DEL MURO CON JUNTAS DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL CON EL 13% DE AGLOMERANTE DE YESO.....	85
Tabla 48: CÁLCULO DE DATOS PARA EL ESFUERZO ADMISIBLE A CORTE DEL MURO CON JUNTAS DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL CON EL 15% DE AGLOMERANTE DE YESO.....	85
Tabla 49: CÁLCULO DE DATOS PARA EL ESFUERZO ADMISIBLE A CORTE DEL MURO CON JUNTAS DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL CON EL 20% DE AGLOMERANTE DE YESO.....	86
Tabla 50: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS	87
Tabla 51: CUADRO DE RESULTADOS A LA RESISTENCIA ADMISIBLE A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PILA DE ALBAÑILERÍA.....	88
Tabla 52: CUADRO DE RESULTADOS A LA RESISTENCIA ADMISIBLE AL CORTE DE MURETE.....	90

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. CURVA GRANULOMETRICA	53
Grafico 2. LÍMITE LÍQUIDO.....	54
Grafico 3 LÍMITE PLÁSTICO.....	55
Gráfico 4 GRAFICO 4 .- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMEN CILÍNDRICA.....	65
GRAFICO 5.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS	79
GRAFICO 6.- DE ENSAYO A LA COMPRESIÓN DIAGONAL	86
GRAFICO 7 .- DE ENSAYO A LA COMPRESION DIAGONAL	87
GRAFICO 8.- DE ENSAYO A LA COMPRESION DIAGONAL	89
GRAFICO 9.- DE ENSAYO A LA COMPRESION DIAGONAL	90

INTRODUCCIÓN

El patrimonio arquitectónico que posee la ciudad del Cusco como herencia de su pasado con llevan al reto de conservar las viviendas y monumentos históricos construidos con adobe, esto conlleva a construir con materiales seguros y de buena calidad, y el mortero y la unidad de albañilería deben estar diseñados de un material e insumos adecuados para que pueda funcionar como una unidad en el muro. El mortero de barro es un material de construcción constituido básicamente por una mezcla de tierra agua y otro material, reacciona y adquiere resistencia. También puede estar compuesto por aditivos que mejoren sus propiedades tanto en estado fresco como endurecido.

Existe un escaso conocimiento sobre las propiedades de este material. Por esto resulta necesario identificar sus propiedades para poder así determinar si los morteros de junta de albañilería tradicionales y morteros mejorados cumplen con lo establecido en las normas nacionales y cuáles de ellos presentan una mayor ventaja tanto constructiva como económica.

La Investigación planteada “**ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y LA ADHERENCIA DEL MORTERO TRADICIONAL CON DIFERENTES AGLOMERANTES (ARCILLA, CAL Y YESO) EN JUNTAS DE MUROS DE ADOBE EN EL CENTRO POBLADO DE PATA PATA DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO PROVINCIA Y REGIÓN CUSCO**” , busca evaluar las características del mortero de la unidad de albañilería de adobe, mejorar su adherencia, la Resistencia a la compresión; según la norma técnica E.080 de albañilería, lograr una adecuada utilización de esta unidad en el ámbito de la construcción; de acuerdo a las características físico-mecánicas que presente.

Para cumplir con nuestro objetivo era necesario contar con el respaldo del centro poblado de Pata pata del Distrito de San jerónimo, me brinde el área y los materiales que permita desarrollar con éxito la presente investigación y usar el suelo para producir la unidad de albañilería. Además contar con un laboratorio donde se pueda realizar las pruebas de resistencia a la compresión del mortero, resistencia a la compresión de pilas y al corte diagonal de muretes.

Este trabajo de investigación presenta los siguientes capítulos.

En el capítulo I tenemos la identificación del problema, el planteamiento del problema, los objetivos del estudio, se justifica y se presenta las limitaciones de esta.

En el capítulo II nos ocupamos del marco teórico, definimos los conceptos necesarios para el entendimiento de esta tesis, se define las hipótesis y las variables.

En el capítulo III, presentamos la metodología de la investigación, recopilación de datos, su procesamiento.

En el capítulo IV presentamos los resultados obtenidos de la investigación.

En el capítulo V, la discusión, conclusiones, recomendaciones y anexos.

CAPÍTULO I

PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

“La tendencia de la mejora de los materiales es de ser cada vez más resistentes y livianos, con la menor cantidad de insumos”. (ASKELAND, 1998)

El mortero es el material de unión entre las unidades de albañilería de un muro. Debe endurecerse, adherirse a la unidad y presentar una resistencia a la compresión de la albañilería. ($0.6 \text{ MPa} = 6.12 \text{ kgf/cm}^2$), según la norma E-080.

Originalmente se usó el barro como mortero, pero no funcionaba debido a su degradación ante el proceso natural de intemperismo, es decir a ciclos de variación de temperatura y humedad, que es el clima propio de nuestra localidad. (Marcial Blondet Pontificia Universidad Católica del Perú 2013).

Su duración depende de las diversas calidades de los materiales empleados, del cuidado y las características con las que se lleva a cabo la dosificación; también deben considerarse la temperatura y las condiciones en que es empleada en obra. (Barrera, 2002).

En el Perú, son diversos los materiales utilizados para la construcción de viviendas, sin embargo, el adobe constituye uno de los más importantes, especialmente en los sectores rurales del país. Pero, la falta de una adecuada dirección técnica, así como el desconocimiento de la norma E-080, hace que el poblador construya su vivienda de acuerdo a sus patrones y costumbres, sin considerar criterios sismo resistentes que garanticen su seguridad ante probables sismos. Angel San Bartolomé y Richard Pehovaz Pontificia Universidad Católica del Perú (tesis).

Profesionales calificados (ingenieros y arquitectos) generalmente no están involucrados con este tipo de construcción y de allí la designación de “construcción no ingenieril”, el adobe es un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos y atenúe las fisuras por contracción de secado (Ministerio de Vivienda, 2013).

La resistencia a la compresión de ladrillos de barro (adobe) reforzados con fibra (paja) es mayor que los adobes tradicionales; por lo tanto, los reforzados son más resistentes a los terremotos. Por otra parte, la presencia de fibras en ladrillos de

adobe proporciona flexibilidad a las estructuras que favorezcan también a su resistencia a los terremotos (Binici et al., 2005).

Estudios que miden cómo mejoran las propiedades físicas de los ladrillos de adobe al añadirseles en su elaboración materiales como paja, ceniza y pequeñas cantidades de cemento se realizaron. Un estudio se ha dedicado a la evaluación de los efectos de las adiciones de cal sobre la microestructura y las propiedades físicas de ladrillos de adobe (Millogo et al., 2008),

Se debe tener en cuenta las propiedades de los morteros: La trabajabilidad, retentividad, ya que esto puede afectar en la colocación de los adobes y el resultado final del muro. Y esto dependerá del tipo de material, calidad de material que emplearemos teniendo en cuenta la economía, el cuidado del medio ambiente y cumpliendo con los requisitos establecidos. norma – E-080 – construcción con tierra. Los muros de adobe cuando están sometidos a diferentes cargas, normalmente fallan en las juntas, lo que significa que el mortero es menos resistente que el adobe. El presente estudio está orientado principalmente a la comparación entre el mortero de junta para albañilería fabricado en obra con el mismo material (mortero tradicional) y mortero con aglomerantes de: arcilla, cal y yeso, la idea de esta tesis es encontrar un mortero de mejor calidad aumentando su resistencia y adherencia. Por otra parte, para realizar la comparación con un mortero tradicional y otro tipo de mortero de junta para albañilería de adobe, evaluaremos su dosificación y sus propiedades para que pueda tener mejor comportamiento como mortero de junta en albañilería de adobe.

1.1.1. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

a. Espacial.

El desarrollo de la presente investigación se realizó en el Centro poblado de “Pata-Pata” de San Jerónimo Provincia y Región de Cusco.

b. Temporal.

El trabajo de investigación tuvo una duración de 10 meses comprendidos del marzo 2017 al febrero del 2018.

c. Cuantitativa

El trabajo de investigación tuvo:

12 cilindros.

12 muretes.

12 pilas de tres hiladas.

Haciendo un total de 36 especímenes.

1.1.2. Muestras de suelo.

Tabla 1: ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DEL SUELO.

Nombre del Ensayo	Tipo de suelo	Número de ensayos
Ensayo de plasticidad (LL;LP)	Suelo Natural	01
Ensayo de granulometría	Suelo Natural	01
Clasificación de Suelos	Suelo natural	01
	TOTAL	03

Fuente: Elaboración propia

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿En qué medida el mortero, adicionando aglomerantes (arcilla, cal y yeso) mejora la resistencia a la compresión y a la adherencia del mortero tradicional para adobe en el centro poblado de Pata-pata del Distrito de San Jerónimo Provincia y Región de Cusco?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS

- ¿Cuál será la resistencia a la compresión del mortero, adicionando con aglomerantes (arcilla, cal y yeso), comparadas con el mortero tradicional para adobe, en el centro poblado de Pata-pata del Distrito de San Jerónimo Provincia y Región de Cusco?.
- ¿Cuál será la adherencia del mortero adicionando aglomerantes (arcilla, cal y yeso), comparadas con el mortero tradicional para adobe, en el centro poblado de Pata-pata del Distrito de San Jerónimo Provincia y Región de Cusco?.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar la resistencia a la compresión y la adherencia del mortero tradicional con diferentes aglomerantes (arcilla, cal y yeso) en juntas de muros de adobe en el centro poblado de Pata-pata del Distrito de San Jerónimo Provincia y Región de Cusco.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la resistencia a la compresión de la junta con mortero de: 13, 15, y 20 por ciento de aglomerante (arcilla, cal y yeso) en muros de adobe en el centro poblado de Pata-pata del Distrito de San Jerónimo Provincia y Región de Cusco.

- Analizar la adherencia de la junta con mortero de: 13, 15, y 20 por ciento de aglomerante (arcilla, cal y yeso) en muros de adobe en el centro poblado de Pata-pata del Distrito de San Jerónimo Provincia y Región de Cusco.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.

La tesis de investigación se justifica por la necesidad de encontrar un mortero adecuado para las unidades de albañilería adobe, que se comporten de forma monolítica, sabemos que el artesano que elabora adobes tiene el punto débil en el mortero, ya que la falla del muro de adobe es generalmente en la junta.

También es importante porque:

Es una alternativa de investigación en el campo de los materiales de construcción con fines de mejorar su comportamiento monolítico sometido a sismos

Es generador de nuevas investigaciones, analizando otros componentes en el proceso de la fabricación de los morteros para adobes: el uso de pelo de cerdo, cuy o caballo, resinas naturales, etc.

Motiva a la ampliación de la investigación, mediante la realización de ensayos que midan la resistencia a la flexión de muros, y además de medir su resistencia a través del tiempo, obteniendo otros parámetros relacionados con las propiedades químicas, físicas y mecánicas de los adobes.

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

En el proceso de elaboración de muros con adobe, la deficiencia, es el mortero, por lo que en esta investigación se pretende mejorar la resistencia a la compresión, adherencia del mortero y que su funcionamiento con el adobe sea de forma monolítica.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

En nuestra región del Cusco, en la zona rural en estos últimos años se ha incrementado la construcción de edificaciones de albañilería hechos con adobe, el problema es que el comportamiento de adobe y mortero no se comporta como una unidad, reforzar la albañilería es un gasto extra para el poblador andino. Esta tesis de investigación pretende beneficiar a los pobladores que construyen con adobe, sin incrementar su costo; pero aumentando su resistencia.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD

El proyecto de tesis que se va a realizar es viable porque se tiene cerca de la ciudad los insumos para la fabricación del adobe y del mortero; y además tenemos el lugar donde se realizarán los ensayos y las

pruebas de experimentación, los equipos de laboratorio para hacer los estudios de rotura de unidades de albañilería adobe se encuentran en la Universidad Alas Peruanas a disposición del alumnado. Además, el estudio se hace viable porque se tiene los conocimientos de albañilería en adobe, entrevistas de fabricantes, libros, tesis, consultas a docentes de la UAP y consultas al asesor, se cuenta con los medios económicos para realizar esta investigación.

1.4.4. JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA

El estudio se hace importante porque se quiere beneficiar a la mayor cantidad de personas de la zona rural, constructores y dueños de la vivienda de albañilería en adobe que se quiere proyectar, en general se quiere mejorar la calidad de la unidad de albañilería adobe y el mortero en lo que se refiera a sus dimensiones y su resistencia a la compresión y adherencia.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

Los adobes y morteros se realizarán con el suelo de Centro Poblado “Pata-pata”, en el sector no existe agua potable tan solo de riego, para hacer uso de esta agua se tendría que realizar el análisis del agua, motivo por el cual se tuvo que transportar el material a un lugar apropiado para realizar el presente estudio.

Para medir la resistencia del mortero, se realiza con el ensayo de mortero a la tracción indirecta de manera similar al ensayo brasileño este equipo no existe en nuestra ciudad.

Las formas y dimensiones de la unidad de albañilería en todos los ensayos son de forma rectangular y cuadradas. La norma E-0.80 menciona ciertos parámetros a tomar en cuenta:

- En adobes rectangulares la relación entre la longitud y la altura de adobe debe ser de orden 4 a 1 ($L/H = 4/1$).
- La longitud de adobe debe ser aproximadamente el doble de su ancho
- En este trabajo de investigación la escala en las unidades de albañilería y la junta entre dichas unidades se tendrán que ajustar a escala 1:2 para compatibilizar resultados, siendo así el espesor de la junta será de 1 cm. Por qué no existen equipos para realizar los ensayos a escala real. No influyendo la forma y dimensiones de las unidades en la resistencia a la compresión y adherencia del mortero en las unidades, ya que se analizará el mortero de junta mas no la unidad.

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

a) EN EL PERÚ:

1. Br. Walter Delgado M., José Luna F.: **“ESTUDIO DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA EN MUROS DE ADOBE”** Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco 1983.

La tesis hace referencia a un trabajo que comprende de 3 etapas; la primera orientada a realizar una prospección de canteras, cuya información es verificada mediante ensayos de laboratorio a fin de identificar bancos de materiales para construcciones de adobe en la ciudad del Cusco, y disponer de materia prima para la elaboración de especímenes de la etapa experimental.

La segunda etapa, mediante un análisis del conocimiento popular sobre construcciones de adobe, trata de identificar las variables que intervienen en la resistencia de un muro de adobe, que son: Tecnología de construcción, contenido de humedad, contenido de paja, espesor de la junta, composición de la tierra.

La tercera etapa recoge los mejores resultados de las 4 primeras variables y las mantiene constantes, teniendo como objetivo conocer la composición de la tierra en cuanto a contenido de arcilla, limo y arena.

Los ensayos de corte muestran incrementos notables de resistencia a medida que disminuye la cantidad de finos en el mortero.

Los ensayos de compresión diagonal confirman el incremento de resistencia en los morteros con menos contenidos de finos.

Arribando a las siguientes conclusiones:

- Los ensayos de corte en muretes a escala reducida realizados en una primera etapa han permitido una primera identificación de los parámetros de estudio, aunque en algunos casos estos han sido motivo de reajuste en pruebas de compresión diagonal.

- A través del desarrollo de la investigación se establecen parámetros que permiten cuantificar la influencia de las diferentes variables del mortero en resistencia al corte mediante el ensayo de compresión diagonal.
 - De lo observado en los resultados de los ensayos en muretes, se puede establecer que para lograr un monolitismo en la albañilería era necesario que intervengan las siguientes condiciones.
 - 1.- Contenido de paja en el mortero en proporción 1:5 paja – suelo (volumen).
 - 2.- El espesor de la junta puede mantenerse entre valores de 1 a 2 cm., no habiéndose encontrado mayor influencia en este parámetro.
 - 3.- se recomienda lograr composiciones de tierra para mortero lo más arenoso posible, manteniendo la cantidad de arcilla en rangos de 10 a 20%. El contenido de limo debe ser el mínimo posible, junto con la arcilla su porcentaje no debe exceder al 30 %, para asegurar la plasticidad de la mezcla y evitar fisuramientos durante el secado.
2. Br. Edmundo F. Quispe Flores : **”PROBLEMÁTICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE EN LOS ASENTAMIENTOS URBANOS- MARGINALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO”** Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco 1989.
- La tesis describe la problemática general de los asentamientos Urbano-Marginales de la ciudad del Cusco, dando mayor énfasis al problema de las viviendas que son construidas con adobes y morteros elaborados con las tierras que se encuentran a la mano, y con una tecnología tradicional deficiente que no introduce ningún clase de refuerzo estructurales en las casas, la resistencia sísmica de estas viviendas disminuye por su falta de mantenimiento y conservación, haciendo muy vulnerables a la acción de un evento sísmico intenso en el futuro, especialmente las casas de dos o más pisos.
- Los asentamientos Urbano- marginales se encuentran ubicadas en las laderas de las zonas periféricas del Cusco y muestran un crecimiento hacia la cima de los cerros que rodean la ciudad. Estos barrios populares presentan en la actualidad un panorama verdaderamente preocupante por los múltiples problemas que afrontan en los aspectos de salud, vivienda, infraestructura, servicios y educación, entre otros, los que tienden a hacerse cada vez más críticos.

En el desarrollo del presente trabajo se ha podido observar un marcado desfase entre la realidad socio- económico de los asentamientos marginales y aquella que asume implícitamente nuestros técnicos responsables de la elaboración de las normas y reglamentos de construcción con adobe.

Se ha tipificado la problemática de la vivienda en los asentamientos urbano-marginales como un fenómeno de precarización tipológica y tecnológica.

3. **Karina Ysabel Sánchez Puerta: “PROPUESTA DE ADITIVOS NATURALES Y MICROFIBRAS DE PAPEL PARA REPARAR FISURAS EN MUROS DE MONUMENTOS HISTÓRICOS DE TIERRA”** PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA Lima, Mayo del 2010.

La tesis hace referencia a una gran cantidad de monumentos históricos de tierra en el Perú, y en el mundo, han sido dañados por los sismos. El daño principal es la fisuración de sus muros estructurales que degrada su resistencia y rigidez e incrementa la posibilidad de colapso durante un nuevo sismo. Con el fin de reparar y restaurar al muro sus propiedades iniciales se ha estudiado la inyección de morteros líquidos (*grouts*) de barro en las fisuras. El suelo utilizado en el grout necesita de la presencia de arcilla porque es el material aglomerante del suelo. Sin embargo, cuando el barro se seca la arcilla se contrae y se generan fisuras que reducen la capacidad de adherencia del grout. Con el fin de que la reparación sea eficiente, se debe reducir la fisuración por contracción de secado.

Este trabajo presenta los resultados de un estudio realizado sobre la incorporación de aditivos en grouts de barro para controlar el proceso de fisuración durante el secado. Los aditivos estudiados fueron: microfibras de papel, goma de tuna, clara de huevo y vaselina. Con estos aditivos se buscó 2 efectos. El primero fue el efecto de costura de las microfibras, similar al que produce la paja en el mortero de barro de la mampostería de adobe. El segundo fue el retardo de la velocidad de secado. En algunos ensayos simples se observó que la disminución de la velocidad de secado reduce la fisuración debida a la contracción de la arcilla.

Para determinar la eficiencia de los aditivos en disminuir la fisuración y mejorar la adherencia del grout, se ejecutaron 2 tipos de ensayos: el ensayo de agrietamiento en films y el ensayo de tracción indirecta. El primero fue utilizado para analizar y comparar el proceso de fisuración en

capas delgadas (films) de barro y escoger las dosificaciones de grout con menor ancho de fisura. El segundo fue realizado en emparedados de adobe, con las dosificaciones escogidas previamente, para determinar si el grout estudiado proporciona una buena adherencia. Se comprobó que las microfibras logran disminuir significativamente la fisuración y como consecuencia mejoran la adherencia o resistencia del grout. La goma de tuna mejoró la adherencia de grouts finos y fluidos y la clara de huevo también fue capaz de aumentar la resistencia del grout. Finalmente la vaselina no fue útil debido a que su adición en el grout incrementa la fisuración y deja manchas en el barro seco.

4.- Bch: EDWAR GOYO QUISPE HINOJOSA, JOSÉ VICTOR VALENCIA VERA

“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN ADOBE TRADICIONAL ARTESANAL CON REFERENCIA A LA NORMA E-080, PRODUCIDO EN EL SECTOR DE SAN MIGUEL DEL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DEL DEPARTAMENTO DE CUSCO” CUSCO – PERÚ 2015

El trabajo de investigación evaluó los adobes fabricados en la zona de San Miguel en el distrito de San Sebastián de la ciudad del Cusco, a través del proceso de fabricación, gradación del suelo, formas y dimensiones y la resistencia a la compresión; realizando una comparación con los parámetros citados en la norma E-080.

También se evaluó la fabricación de adobes considerando la adición de diversos porcentajes de arcilla; habiéndose propuesto 03 dosificaciones principales 10%, 15% y 20%.

Como resultado se obtuvo que al adicionar arcilla a los adobes fabricados en el distrito de San Sebastián, se mejora la resistencia a la compresión, siendo el incremento al 20% en su proporción de arcilla el que dio resultados más significativos, alcanzando hasta 134% respecto al fabricado comúnmente en la zona.

su tipo de suelo es CL = arcilla ligera arenosa

Conclusión N°5

La hipótesis específica N°5 es verdadera, que indica: “El incremento de arcilla en el proceso de fabricación del adobe tradicional artesanal producido en la zona de San Sebastián incrementa significativamente la resistencia a compresión”.

Ya que al aumentar la proporción de arcilla en el proceso de fabricación de adobe tradicional artesanal en la fábrica que obtuvo la menor resistencia a compresión, y se logró como resultado que al adicionar arcilla al 10%, 15% y 20% se mejoró la resistencia a compresión simple a 7.72 kg/cm², 9.21 kg/cm², 10.22 kg/cm² respectivamente.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. LA ALBAÑILERÍA O MAMPOSTERÍA DE ADOBE.

La albañilería es un sistema de construcción que resulta de la superposición de unidades de albañilería unidas entre sí por un mortero formando un conjunto monolítico llamado muro. El mortero está conformado por tierra, paja y agua. Este sistema fue creado por el hombre a fin de satisfacer sus necesidades, principalmente de vivienda. (ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, Febrero de 2011)

Bajo esta definición, se incluye que la albañilería existió desde tiempos remotos y que su forma inicial podría haber sido los muros hechos con piedras naturales trabadas o adheridas con barro lo que actualmente en nuestro medio se denomina "pirca". (ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, Febrero de 2011)

2.2.2. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

La unidad de albañilería conocido como adobe, es el componente básico para la construcción de la albañilería de adobe. Se denomina adobe a una pieza para construcción hecha de una masa de barro (arcilla y arena) mezclada con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol; con ellos se construyen paredes y muros de variadas edificaciones. La técnica de elaborarlos y su uso están extendidos por todo el mundo, encontrándose en muchas culturas que nunca tuvieron relación (Morales, 1993).

2.2.3 UNIDAD O BLOQUE DE ADOBE

El adobe se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos. Normas E- 080.

A) REQUISITOS GENERALES

La gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos. Estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados. El adobe debe ser

macizo y sólo se permite que tenga perforaciones perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no representen más de 12% del área bruta de esta cara. Normas E-080.

El adobe deberá estar libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad. Normas E-080.

B) FORMAS Y DIMENSIONES (Norma E- 080)

Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales.

Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:

- a) Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho.
- b) La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1.
- c) En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.

RECOMENDACIONES PARA SU ELABORACIÓN (Normas E- 080).

- Remojar el suelo y retirar las piedras mayores de 5 mm y otros elementos extraños.
- Mantener el suelo en reposo húmedo durante 24 horas.
- Secar los adobes bajo sombra.

C) ADOBE ESTABILIZADO

Adobe en el que se ha incorporado otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad. Normas E-080.

2.2.4. MORTERO (Normas E- 080).

Material de unión de los adobes en una albañilería. Debe ser de barro mezclado con paja o con arena, o barro con otros componentes como asfalto, cemento, cal, yeso, bosta, etc.

a.- Mortero Tipo I

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

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

Las proporciones dependen de las características granulométricas de los agregados y de las características específicas de otros componentes que puedan emplearse. Normas E- 080.

b.- Mortero Tipo II

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

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

Las juntas horizontales y verticales no deberán exceder de 2 cm y deberán ser llenadas completamente. Normas E-080.

2.2.5. FUNCIONES DEL MORTERO DE JUNTA

La función principal del mortero de junta es actuar como agente de vinculación o adherencia que integre a las unidades de albañilería, permitiendo que trabajen en forma monolítica, ayudando a un adecuado comportamiento estructural de los muros y en general de las albañilerías de las cuales forma parte. Sin embargo, esa no es su única función. Además, deben acomodar variaciones dimensionales y características físicas de las unidades, deben lograr un efecto sellante entre estas, impidiendo el paso tanto del agua como del aire. Finalmente, el mortero de junta debe proporcionar resultados estéticos satisfactorios en albañilerías que requieran dejar las unidades expuestas. Los morteros de junta presentan dos conjuntos de propiedades importantes, unas correspondientes al mortero fresco y otras correspondientes al mortero endurecido. (Barrera, 2002)

2.2.6. PROPIEDADES DEL MORTERO EN ESTADO FRESCO

En su estado fresco el mortero presenta una serie de propiedades que requieren de un acabado conocimiento, dado que ellas, además de regular el comportamiento del mortero en ese estado, son de gran importancia e incidencia en las propiedades y características en su estado endurecido. (Barrera, 2002)

A) TRABAJABILIDAD

La trabajabilidad es la propiedad más importante del mortero de junta en estado fresco, en virtud de la influencia que ella ejerce sobre otras propiedades del mismo, tanto en estado fresco como endurecido. Esta resulta difícil de definir, debido a que es una combinación de cierto número de propiedades interrelacionadas. Se considera que las que tienen mayor incidencia en la trabajabilidad son: consistencia, fluidez, capacidad de retención de agua y tiempo de seca. La consistencia es el grado de fluidez del

mortero fresco que depende fundamentalmente de la fase líquida y del contenido y características de los componentes sólidos. (Barrera, 2002)

B) RETENTIVIDAD

La retentividad o poder de retención de agua es la capacidad del mortero de retener el agua de amasado ante sollicitaciones externas de absorción o succión por parte de las unidades de albañilería. Esto permite que el mortero mantenga su plasticidad para que las unidades puedan ser cuidadosamente alineadas y niveladas sin romper el enlace, lo que hace que esta propiedad esté íntimamente relacionada con la trabajabilidad, y por lo tanto sea uno de los factores de mayor incidencia en la adherencia entre mortero y unidades. (Barrera, 2002)

Para la determinación de la retentividad es necesaria la utilización de un equipo, el cual consta de un aspirador de agua por vacío y un equipo regulador de presión.

Dada la dificultad de realizar este ensayo en terreno, en muchos casos, se reemplaza por la determinación de la exudación, la que resulta de fácil obtención en obra. (Barrera, 2002).

2.2.7. PROPIEDADES DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO

A) RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La resistencia a la compresión generalmente se usa como el principal criterio para seleccionar el tipo de mortero a utilizar en una estructura de albañilería, ya que es fácil de medir y puede relacionarse con otras propiedades como la adherencia y la durabilidad. Sin embargo, esta propiedad no representa en la forma más adecuada la función principal de un mortero de junta, que es servir de unión entre las unidades, de tal manera que la albañilería trabaje como un elemento estructural integral. La resistencia a la compresión del mortero depende en gran parte del tipo y calidad del material utilizado al prepararlo. . (Faundez y Luna, 2002).

B) ADHERENCIA

La adherencia es la propiedad más importante del mortero de junta de albañilería en estado endurecido. Es también la más inconstante e impredecible. El mortero tiene que desarrollar suficiente adherencia con las unidades para resistir los esfuerzos

de tracción producidos por las cargas de la estructura, del terreno, sísmicas y del viento; los cambios de volumen de las unidades y los cambios de temperatura. En cuanto a los esfuerzos que debe resistir un muro de albañilería, los más significativos, dada las características sísmicas de este país, corresponden a los esfuerzos horizontales, los cuales provocan fallas donde generalmente la resistencia al corte es menor, es decir, la interface mortero-unidad. También, la impermeabilidad de la albañilería, depende de esta propiedad.

Esta propiedad depende principalmente de los siguientes factores:

- Interacción hídrica entre el mortero y la unidad.
- Trabajabilidad del mortero.
- Retentividad del mortero.
- Componentes del mortero, tipo y cantidad de materiales.
- Características de las unidades, esto es: succión, contenido y estructura de poros capilares, textura de la superficie de la cara de asiento y contenido de humedad.
- Calidad del proceso constructivo: tiempo de interrupción, acabado y presión aplicada a la capa de mortero durante la colocación de las unidades.

Otro aspecto de gran importancia en la adherencia corresponde a su durabilidad, ya que la adherencia es una propiedad que con el tiempo se va perdiendo, producto, principalmente, de deformaciones diferenciales que se producen en los distintos materiales que conforman las albañilerías. (Barrera, 2002)

C) VARIACIONES DE VOLUMEN

El mortero experimenta variaciones de volumen, dilataciones o contracciones, durante toda su vida útil por causas físico-químicas. El tipo y magnitud de estas variaciones está afectada en forma importante por las condiciones ambientales de humedad y temperatura existentes, y también por los componentes presentes en la atmósfera. (Barrera, 2002)

D) PERMEABILIDAD AL AGUA

La permeabilidad es aquella propiedad del mortero que permite el paso de agua o de otro fluido, a través de su estructura interna. El agua puede incorporarse en la masa del mortero, y en general en

las albañilerías, por medio de dos mecanismos o procesos diferentes: presión hidrostática y capilaridad. En el primero, el agua tiende a atravesar la masa del mortero, escurriendo a través de las discontinuidades que este posee en su interior en forma de fisuras o poros intercomunicados. En la capilaridad, el desplazamiento del agua se produce debido a la existencia de micro fisuras de tamaño capilar, que permite la ascensión del agua por efecto de su tensión superficial. Lo que nos lleva a concluir que los aportes derivados de la permeabilidad por presión hidrostática son significativamente mayores que los producidos por capilaridad. (Faundez y Luna, 2002) Sin embargo, y pese a lo anteriormente expuesto, en la gran mayoría de los casos el mortero (en su estructura) es prácticamente impermeable en comparación con la permeabilidad que se produce en algunos tipos de unidades de albañilería y en la interface de estas con el mortero. (Barrera, 2002)

E) DURABILIDAD

La durabilidad del mortero se refiere a la capacidad que tiene este de mantener substancialmente sus características originales que permiten su uso, como son su apariencia original, su resistencia y solidez, principalmente frente a la acción del intemperismo. Aunque las condiciones ambientales extremas y la utilización de materiales defectuosos pueden contribuir al deterioro de las juntas, la principal destrucción puede ser originada por el agua que penetra en los muros para después congelarse. Los principales factores que influyen en la durabilidad son:

- Eflorescencias.
- Efecto de la congelación.
- Permeabilidad. Los morteros de alta resistencia a la compresión por lo general tienen buena durabilidad; sin embargo, el uso de agentes inclusores de aire proporciona una buena protección al mortero a los ciclos congelamiento-deshielo. Las juntas que se han deteriorado a causa del fenómeno mencionado presentan un problema de mantenimiento que generalmente requiere del calafateado para su reparación. (Barrera, 2002)

2.2.8. ESFUERZOS DE ROTURA MÍNIMOS. ENSAYOS DE LABORATORIO (Norma E. 080)

a) Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la resistencia del material tierra a la compresión, se realiza conforme al procedimiento siguiente:

- Resistencia Última: $f_0 = 1.0 \text{ MPa} = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$
- Los cubos de adobes o muestras de tapial deberán cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

b) Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del mortero a la tracción, se realiza conforme al procedimiento siguiente:

- La resistencia se debe medir mediante el ensayo de morteros a tracción indirecta, en probetas de dos adobes unidos por mortero de barro con o sin aditivos naturales, sujetos a compresión de manera similar al ensayo brasileño.
- La resistencia última es de $0.012 \text{ MPa} = 0.12 \text{ kgf/cm}^2$.
- Se debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

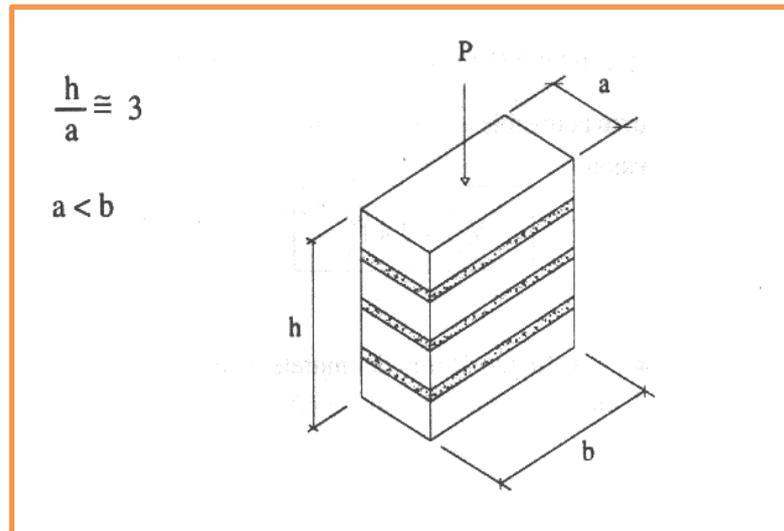
c) Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del murete a la compresión, se realiza conforme al procedimiento siguiente:

- La resistencia última es de $0.6 \text{ MPa} = 6.12 \text{ kgf/cm}^2$.
- El ensayo de compresión en muretes de adobe o tapial de altura igual a tres veces la menor dimensión de la base (aproximadamente).
- Se debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada, después de 28 días de secado.

$f_m = \text{Esfuerzo de compresión admisible del murete} = P / a \times b$

$$f_n = 0,40 f_m$$

Figura 1



Donde:

h : Altura de la pila

a : Ancho de la pila

d) Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del murete a la tracción indirecta, se realiza conforme al procedimiento siguiente:

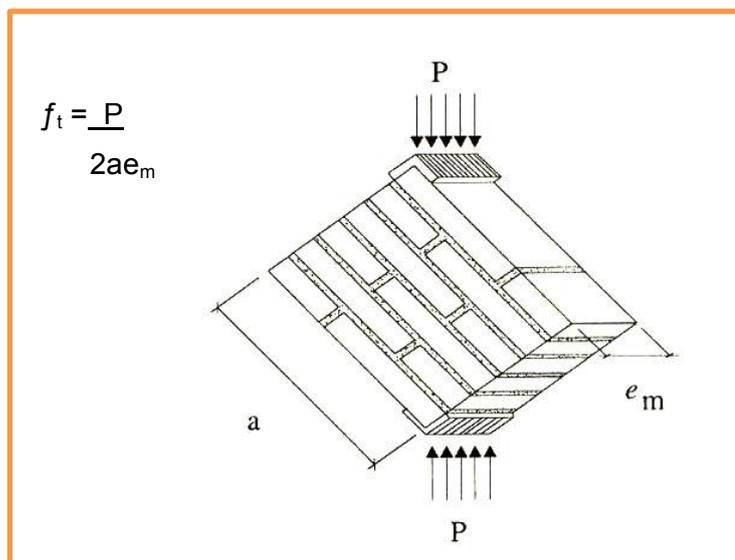
- La resistencia última es de $0.025 \text{ MPa} = 0.25 \text{ kgf/cm}^2$.
- El ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta de muretes de adobe o tapial de aproximadamente $0,65 \text{ m.} \times 0.65 \text{ m.} \times e_m$.
- Se debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada, después de 28 días de secado.

$$f_t = P/2ae_m$$

Esfuerzo admisible al corte

$$V_m = 0.4f'_t$$

FIGURA 2



Donde:

f_t = esfuerzo último del murete de ensayo

P = Esfuerzo

e = Lado del murete

e_m = Ancho del murete

2.2.9. AGLOMERANTES

A) ARCILLA

La arcilla es una roca sedimentaria descompuesta constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados, procedentes de la descomposición de rocas que contienen feldespato, como el granito. Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, desde el rojo anaranjado hasta el blanco cuando es pura. Los factores formadores del suelo determinan acciones físicas y químicas que transforman la roca original. Las primeras desmenuzan el material, resultado en la formación de arenas, que mantiene sin mayores modificaciones las características del material parental.

La arena gruesa está constituida por trozos de roca en los cuales persiste gran parte de los minerales originales. La arena fina contiene, persiste gran parte de los minerales originales. La arena fina contiene, sin embargo, separados o individualizados los constituyentes de la roca madre, con excepción de aquellos muy susceptibles al ataque químico. (Eduardo Besoain 1985).

Mineralógicamente el limo es una fracción menos definida ya que está constituido por productos provenientes de la desintegración física y de la alteración química. Aunque en su constitución dominan el cuarzo y los feldespatos, estos están en menor proporción que en la arena; además, contiene generalmente una pequeña cantidad de minerales secundarios, hidróxidos de hierro y productos intermedios de alteración de los minerales primarios originales. (Eduardo Besoain 1985).

La arcilla de suelos está constituida por productos derivados de la meteorización química, minerales amorfos o cristalinos, principalmente de neosíntesis o secundarios, con alguna o ninguna semejanza al material original. También puede ser heredada directamente del material parental con ciertas transformaciones. La fracción gruesa de la arcilla (2.0 – 0.2 micras de diámetro) contiene, generalmente, algunos minerales primario (cuarzo, feldespato, mica). (Eduardo Besoain 1985).

PROPIEDADES

El tamaño y la constitución son las características más conspicuas que condicionan las propiedades de las fracciones.

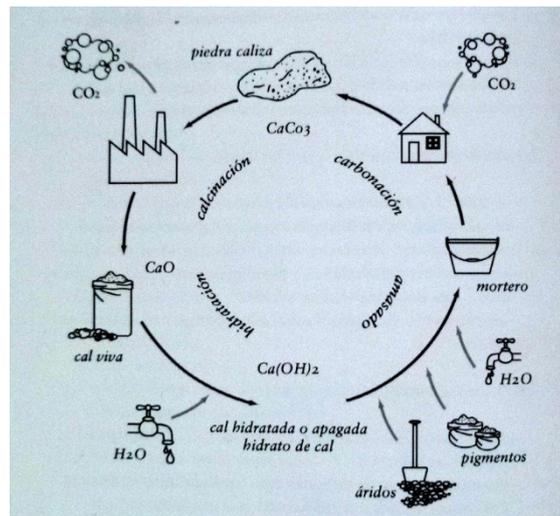
Se demostró que las propiedades químicas, físicas y aun las biológicas, dependen de la fracción arcilla. La arena y el limo poseen muy poca actividad superficial y contribuyen escasamente en el balance de las propiedades del suelo. Esta actividad reducida se debe no solo al tamaño de las partículas sino a su constitución química y estructural.

A menor tamaño, mayor es la superficie específica y más intensas son las propiedades. La arcilla es más activa que la arena y el limo. (Eduardo Besoain 1985)

B) CAL

El producto resultante de la descomposición por el calor de las rocas calizas. Se entiende por cal aquellos productos que, sea cual fuere su composición y aspecto físico, proceden de la calcinación de piedras calizas a altas temperaturas (por encima de 900°C), lo que produce la siguiente reacción: **CaCO₃ (Piedra caliza) + Energía CaO (Oxido de Calcio)+ CO₂**. EL origen de estos materiales es comúnmente sedimentario, pudiendo haber sufrido procesos más o menos intensos de metamorfismo. (Bores,1998).

Figura 3 CICLO DE LA CAL.



Para entender la elaboración de los morteros de cal es necesario entender antes el ciclo de la cal.

La reacción de carbonatación es muy lenta, pues empieza a las veinticuatro horas de amasar la pasta y termina al cabo de los seis meses, por lo que las obras en que se emplean los morteros de cal tardan mucho en secarse y adquirir la solidez definitiva.

La cal común utilizada en construcción es la cal apagada pero existen diversas variantes de cal en función del grado de pureza de la roca caliza utilizada en su fabricación. Estas rocas no solo contienen calcita, en su composición también intervienen otro tipo de materiales (arcilla, óxido de magnesio, óxido de hierro y materias orgánicas) que hacen que la cal resultante tenga propiedades diferentes. Entre los principales tipos de cal se encuentran: La cal aérea y la cal hidráulica. (Cañon B., Juan, 2012).

- **CAL AÉREA (L):**

Son aquellas que tienen la propiedad de endurecer mediante el contacto con el aire. Se obtienen a partir de rocas calizas con un máximo de 5% de arcillas y hasta un 5% como máximo del total de otras materias. El otro 90% se compone de calcita. La cal aérea es más fina y fácil de trabajar pero también menos resistente a la acción del agua; por eso casi siempre se usa para acabados. La cal aérea en sitios húmedos permanece indefinidamente blanda y en el agua termina por disolverse. A esta categoría pertenecen la cal cálcica y la cal dolomítica.

Dentro de las cales aéreas se distingue entre cales grasas con como máximo 5% de MgO, y cales magras o dolomíticas con MgO > 5%.(Cañon B., Juan, 2012).

- **CAL HIDRÁULICA:**

La cal hidráulica se obtiene por calcinación de calizas con contenidos de arcillas aproximadamente entre el 5% y el 25%, resultando un compuesto aglomerante que además de cal viva contiene silicatos y aluminatos. Debido a esas "impurezas" sólo una temperatura mayor a la de la calcinación tradicional de los hornos de leña (1200°C) la podría convertir en cal viva. La cal hidráulica aparte de buena trabajabilidad adquiere mayor resistencia a la compresión y una mayor resistencia inicial gracias a su endurecimiento rápido.

Las cales hidráulicas se diferencian entre sí, si éstas deben su hidráulica a la composición natural de su materia prima (NHL) o si se han obtenido mediante la adición de componentes artificiales (HL). (Cañon B., Juan, 2012).

- **FABRICACIÓN DE CAL TRADICIONAL PARA MORTEROS.**

Los tres pasos básicos en la producción de la cal son:

a. EXTRACCIÓN DEL MINERAL.

La piedra caliza se extrae de bancos subterráneos y minas superficiales. La piedra caliza de calidad, se debe identificar y extraer cuidadosamente para mantener su pureza, ya que si no se eligen las piedras adecuadas éstas no trabajarán de manera uniforme ni siquiera en la primera fase. La piedra caliza tiene ciertas características fácilmente identificables por su color gris azulado, cierta ligereza y un peculiar sonido semejante a cristal cuando se chocan unas con otras. Este paso incluye el machacamiento y la selección, y en muchos casos, lavándose para quitar impurezas. (Suarez T. Wendy G.).

b. QUEMADO O CALCINACIÓN.

La piedra caliza, que se compone sobre todo de carbonato del calcio, se calienta para convertir el carbonato del calcio en óxido de calcio (CaO). Este proceso se ha realizado en sencillos hornos tradicionales. Debido a las altas temperaturas requeridas (excediendo 900 grados centígrados.), la calcinación es un proceso de energía intensiva. El producto del proceso de calcinación es la

cal viva, que se puede machacar o pulverizar, dependiendo de su uso previsto. (Suarez T. Wendy G.).

c. HIDRATACIÓN O APAGADO.

La cal hidratada es producida reaccionando la cal viva con agua en distintos contenedores, siempre y cuando no sean de material corrosivo. Al añadir agua (H_2O) obtenemos ($CaOH_2$), o sea cal hidratada. El producto final es una pasta fina, o lechada de cal. En esta fase procede un nuevo cernido de la pasta que sin perder la humedad permite la filtración del material para mejorar su calidad. El tiempo mínimo de apagado para que a cal alcance su madurez es de 3 meses. (Suarez T. Wendy G.)

C) YESO

El yeso es un material cristal ligero y suave compuesto de agua, sal y calcio. En estado natural el aljez, piedra de yeso o yeso crudo, 79.07 % de sulfato calcio anhídrido y 20.93% de agua.

Es considera una roca sedimentaria, incoloro o blanca en estado puro, sin embargo, generalmente presenta impurezas que le confieren variadas coloraciones, entre las que encontramos la arcilla, óxido de hierro, sílice, etc. . (Carl a. keyser. D.F. 1993)

1) LAS PROPIEDADES PRINCIPALES

- Material conglomerante aéreo (material noble)
- Buena estabilidad volumétrica.
- Excelente adherencia.
- Fraguado rápido y modificable.
- Propiedades aislantes: térmicas y acústicas.
- Baja transferencia de calor.
- Bajo peso.
- Bajo costo de producción.
- Optima textura de la superficie endurecida.
- Fidelidad de copiado superficial.
- Poca solubilidad en agua.
- Elemento poroso de baja conductividad.

La pureza requerida para obtener un buen yeso aglomerante, debe ser mínima del 90% en sulfato de calcio. Si el yeso contiene anhidritas, se puede admitir un límite mínimo del 80% de pureza. El grado de blancura nos indica su pureza y de ella depende la calidad de los productos obtenidos a partir del yeso. (Carl a. keyser. D.F. 1993)

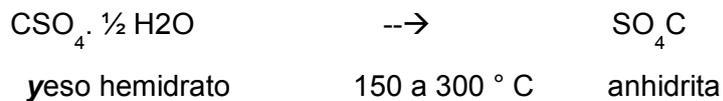
2). TRANSFORMACION DEL YESO EN UN MATERIAL AGLOMERANTE

El yeso en su estado natural se encuentra como un sulfato de calcio dihidratado, es decir, tiene dos moléculas de agua de hidratación. En el proceso de calcinación pierde parte de esa agua, dependiendo de la temperatura a que se someta. Idealmente se debe alcanzar la forma de hemidrato, en la cual el yeso ha perdido molécula y media de agua.



A temperaturas mayores de 130° C el yeso puede continuar perdiendo agua, hasta llegar al estado de anhidrita

Todas las formas de sulfato de calcio dihidratado son termodinámica y cristalográficamente equivalentes, dependiendo únicamente de su pureza. Su forma puede ser de agujas, de conchas o prismática.



Esta anhidrita producida a bajas temperaturas fragua rápidamente y reacciona ávidamente con agua o con la humedad del aire para formar nuevamente un hemidrato. Por esta razón se recomienda estabilizar el yeso en grandes silos, almacenándolo con una humedad relativa del 80% durante 12 horas. Esta anhidrita es soluble. (Carl a. keyser. D.F. 1993)

3) TIPOS DE YESO

• YESO DE MOLDEO O ESCAYOLA:

Este material debe poseer las máximas cualidades de pureza y resistencia, por ser el requerido en la industria de yesos de moldeo y prefabricados, cuyo desarrollo ha promovido la tecnificación de los métodos convencionales con exigencias específicas de calidad. Gerardo M. G, Camuñas, Antonio tomo I y II 1980 (691 CAM V1).

Están constituidos fundamentalmente por hemidratos. Estos yesos se caracterizan también por tener un grado de finura más elevado. Medido sobre el tamiz de 0.2 mm debe ser inferior al 2%. Se requieren yesos con un grado de pureza próximo al 90%, y debe poseer una resistencia a flexotracción superior a 35 kg/cm². Gerardo M. G, Camuñas, Antonio tomo I y II 1980 (691 CAM V1)

• YESO DE ENLUCIR O YESO BLANCO:

Está constituido por dos componentes fundamentales, yeso hemihidratado y yeso sobre cocido, que está integrado por una mezcla de anhidritas III y II, en la cual predomina ésta última. La anhidrita produce efectos importantes sobre la

calidad, tales como evitar el descenso de las resistencias a corto plazo del hemidrato que presenta una caída de la resistencia entre los 2 y 5 días de fraguado, absorber agua del medio ambiente lo cual compensa el efecto de contracción y reduce la variación de volúmenes y también aumentar la plasticidad del yeso. Todas estas propiedades son importantes en los revestimientos. Gerardo M. G, Camuñas, Antonio tomo I y II 1980 (691 CAM V1).

Las proporciones de hemidrato y anhídrita varían según los distintos procedimientos de obtención. Los tiempos de fraguado oscilan entre 3 y 7 minutos y deben ajustarse para su aplicación en estucos. El espesor de los recubrimientos con mezclas de yeso, puede variar de 10 a 15 mm. Se debe tener en cuenta que el orden de resistencias en los estucos debe ir de mayor en el interior, a menor en el exterior para garantizar la adherencia. Estos yesos eran conocidos como yesos de París, por constituir el material primordial en los enlucidos de las fachadas de ésta ciudad. Se debe resaltar su conservación a través del tiempo y su poder de transpiración por absorción de la humedad de condensación, gracias a su porosidad que los hace aptos para los recubrimientos de superficies. Gerardo M. G, Camuñas, Antonio tomo I y II 1980 (691 CAM V1).

- **OTROS TIPOS DE YESO:**

Los yesos calcinados a temperaturas altas, se han empleado fundamentalmente en pavimentos y acondicionamientos acústicos. El denominado yeso mármol o cemento Keene, está constituido por un yeso de enlucido al cual se le adicionan sales de alumbre y es sometido a una segunda cocción alrededor de los 600 °C. Tiene un fraguado lento y desarrolla una resistencia a la compresión entre los 150 y 200 kg/cm². Su propiedad fundamental es no presentar retracciones ni expansiones y se usa principalmente en el sellamiento de juntas y en la colocación de placas de revestimiento. Gerardo M. G, Camuñas, Antonio tomo I y II 1980 (691 CAM V1).

4). EL YESO COMO AGLOMERANTE EN LA CONSTRUCCION

Existen tres aglomerantes inorgánicos usados en la construcción: cemento, cal, yeso. El respectivo tiempo de calcinación es respectivamente 1450°C, 800 a 1100°C y menos de 300 °C. La producción de yeso consume menos energía que la producción de cemento.

El yeso se puede utilizar para la elaboración de morteros con arena fina u otros agregados sólidos para revoques y enlucidos que le mejoran su resistencia pero

que le hacen perder sus cualidades aislantes. Por su porosidad, en su aplicación sin mezclas, el yeso puede absorber la humedad ambiental y regula de éste modo la higrometría de las construcciones, permitiendo la transpiración del agua.

En la construcción se aprovechan sobre todo, sus propiedades de fraguado rápido modificable, sus propiedades aislantes y su bajo peso. Al modificar el tiempo de fraguado del yeso, debe tenerse en cuenta la composición de los aditivos para evitar posteriores eflorescencias de sustancias como las sales orgánicas. Mediante la adición de plastificantes (reductores de agua) y retardantes es posible prolongar el tiempo de fraguado hasta por una hora. También es posible reducir la porosidad mediante el rebatido de la masa antes de su fraguado inicial, aunque se pueden generar descensos de las resistencias y la contracción diferencial que puede ocasionar problemas de fisura miento. Gerardo M. G, Camuñas, Antonio tomo I y II 1980 (691 CAM V1).

5). DESVENTAJAS DEL USO DEL YESO EN LA CONSTRUCCIÓN

A pesar de las cualidades mencionadas anteriormente, el uso del yeso en la construcción presupone algunas desventajas como la acción corrosiva sobre el hierro y el acero en presencia de la humedad. Cualquier elemento de estos materiales que deba estar en contacto con el yeso debe protegerse con algún recubrimiento.

El yeso también puede afectar la durabilidad de los morteros y hormigones, pues en contacto con la humedad el ion $SO_4^{=}$ reacciona con los aluminatos tricálcicos (AC_3) del cemento, formando la sal de Candlot más conocida como el “bacilo del cemento” o etringita. Este fenómeno va acompañado de un considerable aumento de volumen o expansión que ocasiona fisuras generalizadas. Gerardo M. G, Camuñas, Antonio tomo I y II 1980 (691 CAM V1).

6). NORMAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD. (ASTM C471, C472)

- **PUREZA DEL YESO**

Se exige que el yeso tenga como mínimo un 37.5% de óxido de calcio y un mínimo de 53.5% expresado como SO_3 , determinados por valoración, y un máximo del 6% como agua combinada. Este último parámetro limita el contenido de los hemidratos o yeso sin calcinar.

- **CONSISTENCIA**

La consistencia indica la relación agua yeso para que la pasta adquiera una consistencia dada y se reporta como los mililitros de agua adicionados a 100 gramos de yeso. Dependiendo del tipo de yeso se encuentra entre 30 y 80 ml.

Se mide con el diámetro de 6" formado por la pasta de yeso retardado, usando la copa con orificio de salida o con la aguja de Vicat modificada y con una penetración de tres centímetros.

- **TIEMPO DE VIDA DE LA SUSPENSION**

Este método se aplica para la determinación del tiempo de vida de las suspensiones de yeso retardado que indica el tiempo requerido para perder sus propiedades de fluido.

- **TIEMPO DE FRAGUADO**

Nos indica el tiempo útil de la pasta de yeso y se mide con la aguja de Vicat convencional. El yeso se considera fraguado cuando la aguja no penetra más hacia el fondo de la pasta. Los tiempos de fraguado indican la velocidad de las reacciones químicas y varían para cada yeso. Estos se deben acondicionar según las necesidades.

- **GRANULOMETRIA**

Se mide la distribución del tamaño de las partículas de yeso con la serie de tamices estándar. En los yesos finos regularmente hay un porcentaje considerable de material que pasa la malla 325 y un porcentaje mínimo en la malla 200. La muestra se debe secar a una temperatura de 40° C.

- Otros ensayos son la medición de la masa específica y la masa unitaria que pueden indicar sobre la homogeneidad del yeso y se usa como en los cementos el frasco de Le Chatelier. Dependiendo del peso unitario se debe corregir el peso de 50 gramos que indica la norma. Las resistencias mecánicas a los esfuerzos de ruptura para flexión, tracción, dureza y compresión. La humedad total y el pH a una temperatura de 25 °C, también son importantes.

En algunos casos especiales es importante determinar el color y la apariencia que indiquen su pureza, blancura, olores, sabores y la presencia de materias extrañas. Otro parámetro importante es la observación de la estabilidad del yeso bajo condiciones adversas.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS (Norma E.080 Adobe)

CAL: producto obtenido por descomposición térmica (calcinación) de minerales calcáreos.

Cal viva: cal compuesta principalmente de óxido de calcio, libre de agua de hidratación.

CAL HIDRATADA (cal apagada): cal compuesta principalmente de hidróxido de calcio obtenido de cal viva combinada con agua suficiente para obtener un polvo seco hidratado.

ADITIVO: material activo agregado al mortero en pequeñas cantidades para modificar alguna de sus propiedades por acción física, química o físico-química.

ADICIÓN: material activo agregado en cantidades considerables para modificar alguna de las propiedades del mortero por acción física, química o físico-química.

CONSISTENCIA: grado de fluidez del mortero fresco que depende fundamentalmente de la fase líquida y del contenido y características de los componentes sólidos y que se mide como Extendido en la Mesa de Sacudidas según.

RETENTIVIDAD: capacidad del mortero de retener el agua de amasado ante sollicitaciones externas de absorción o succión.

ABSORBENCIA: acción de ejercer atracción de una sustancia sólida sobre un fluido con el que está en contacto, de modo que las moléculas de éste penetren en ella.

ARRIOSTRE Elemento que impide el libre desplazamiento del borde de muro. El arriostre puede ser vertical u horizontal.

ALTURA LIBRE DE MURO Es la distancia vertical libre entre elementos de arriostre horizontales.

LARGO EFECTIVO Distancia libre horizontal entre elementos de arriostre verticales o entre un elemento de arriostre y un extremo libre.

ESBELTEZ Relación entre la altura libre del muro y su espesor.

MURO ARRIOSTRADO Es un muro cuya estabilidad lateral está confiada a elementos de arriostre horizontales y/o verticales.

EXTREMO LIBRE DE MURO Es el borde vertical u horizontal no arriostrado de un muro.

VIGAS COLLAR O SOLERAS Son elementos de uso obligatorio que generalmente conectan a los entrepisos y techos con los muros. Adecuadamente rigidizados en su plano, actúan como elemento de arriostre horizontal

PAJA (ichu). El ichu o paja es una gramínea herbácea nativa característica de la puna originaria del alto andino es parte de la cubierta natural del suelo cuyos brotes tiernos es consumido por los animales, por tener un tallo cilíndrico duro, liso e impermeable.

El ichu o paja desempeña una función importante para el territorio mitiga el impacto cinético del agua al caer sobre el suelo reduciendo la erosión del mismo.

MORTERO TRADICIONAL. Hecha de una masa de barro (limo, arcilla y arena), mezclado algunas veces con paja, con el cual se elaboran las unidades de albañilería, según la norma E- 080 denomina mortero tipo II.

2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

El mortero con aglomerantes (arcilla, cal y yeso) mejora la resistencia a la compresión y la adherencia del mortero tradicional para adobe en el sector Pata-pata del Distrito de San Jerónimo Provincia y Región de Cusco.

2.4.2. HIPÓTESIS SECUNDARIAS

- La resistencia a la compresión de las juntas de muros de adobe con mortero adicionando 13, 15 y 20 por ciento de aglomerantes (arcilla, cal y yeso) mejora al mortero tradicional
- La adherencia de las juntas de muros de adobe con mortero adicionado 13, 15 y 20 por ciento aglomerantes (arcilla, cal y yeso) mejora al mortero tradicional.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Aglomerantes (arcilla, cal y yeso).

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

La resistencia a la compresión.

Adherencia.

2.5.3. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES.

La operacionalización de las variables consiste en determinar el método a través del cual las variables serán medidas o analizadas.

Tabla 2 : OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
x : Aglomerantes: arcilla, yeso y cal	Son aglomerantes que son obtenidas en las canteras de fabricación o centros de abastecimiento.	– Porcentajes de arcilla, limo y arena. – Porcentajes de arcilla, cal y yeso.	Volumen. Cantidades en volumen y pesos. Granulometria.
y ₁ : Resistencia a la compresión.	- f'm: esfuerzo a compresión axial de la pila en kg/cm ²	Resistencia a la pila.	Resistencia a la compresión de la albañilería.
y ₂ : Adherencia	-V _m : Resistencia a la compresión diagonal en Kg/cm ² .	Adherencia entre el mortero y las unidades de albañilería	Esfuerzo admisible al corte del muro. El espécimen se comporta como una unidad.

Elaboración : fuente propia.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN.

3.1. 2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación presente titulada: **“ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y LA ADHERENCIA DEL MORTERO TRADICIONAL CON DIFERENTES AGLOMERANTES (ARCILLA, CAL Y YESO) EN JUNTAS DE MUROS DE ADOBE EN EL CENTRO POBLADO DE PATA PATA DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO PROVINCIA Y REGIÓN CUSCO”**, es una INVESTIGACION APLICADA, porque intenta resolver un problema práctico y además hace uso de conocimiento existente actual para lograr este objetivo.

3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La investigación presente tiene como nivel de investigación el CAUSAL – EXPLICATIVO, porque se busca determinar o establecer el porqué de un fenómeno (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, ADHERENCIA) explicando este mediante otro fenómeno (COMPARACIÓN DE DIFERENTES MORTEROS).

3.1.3. MÉTODO

El método que se usó en la presente investigación es EXPERIMENTAL, porque analiza la variable y busca medir el efecto de la variable independiente (el mortero de barro, arcilla, yeso y cal) sobre la variable dependiente (Propiedades mecánicas).

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. POBLACIÓN

La población de la investigación es el mortero tradicional con los aglomerantes arcilla, cal y yeso en el centro poblado de Pata pata del distrito de San Jerónimo- Cusco,.

3.2.2. MUESTRA

La muestra representativa con la cual se trabajará están tomadas del centro poblado de Pata pata San jerónimo, En total 36 muestras que se trabajaron en el laboratorio, de esto, 12 muestras de mortero son

testigos que contenían el 0% y 15% de aglomerantes de arcilla, yeso y cal como se muestra en la tabla 3 y 4.

Tabla 3: NÚMERO DE MUESTRAS REQUERIDAS DE BRIQUETAS

Ensayos	NUMERO DE MUESTRAS				
	tradicional	15%Arcilla	15%Yeso	15%Cal	TOTAL
Testigos cilíndricos	03	03	03	03	12
Total de muestras	3	3	3	3	12

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: CANTIDAD DE MUESTRAS SOMETIDAS A PRUEBA.

Ensayos	NUMERO DE MUESTRAS				
	Tradicional	15%Arcilla	15%Yeso	15%Cal	TOTAL
Ensayo a la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos.	03	03	03	03	12
Total de muestras	03	03	03	03	12

Fuente: Elaboración propia.

Con el resultado de estas muestras se elaboró otras muestras: mortero tradicional con paja sin el aglomerante de yeso, mortero tradicional con paja con el aglomerante de yeso en porcentajes variados de 13%, 15% y 20%, como se muestra en las siguiente tabla 5

Tabla 5: NÚMERO DE MUESTRAS REQUERIDAS DE PILAS Y MURETES.

Ensayos	NUMERO DE MUESTRAS				
	0%	13%	15%	20%	TOTAL
Muretes con mortero de barro tradicional con paja sin yeso	03	0	0	0	3
Pilas de 03 hileras con mortero de barro tradicional con paja sin yeso	03	0	0	0	3
Muretes con mortero de barro tradicional con paja con yeso	0	03	0	0	3
Pilas de 03 hileras con mortero de barro tradicional con paja con yeso	0	03	0	0	3
Muretes con mortero de barro tradicional con paja con yeso	0	0	03	0	3
Pilas de 03 hileras con mortero de barro tradicional con paja con yeso	0	0	03	0	3
Muretes con mortero de barro tradicional con paja con yeso	0	0	0	03	3
Pilas de 03 hileras con mortero de barro tradicional con paja con yeso	0	0	0	03	3
Total de muestras	6	6	6	6	24

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: CANTIDAD DE MUESTRAS SOMETIDAS A PRUEBAS

Ensayos	NUMERO DE MUESTRAS				
	0%	13%	15%	20%	TOTAL
Ensayo de resistencia a la compresión en muretes de albañilería a los 30 días.	03	03	03	03	12
Ensayo de resistencia a la compresión de pilas a los 30 días.	03	03	03	03	12
Total de muestras	06	06	06	06	24

Fuente: Elaboración propia.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 TÉCNICAS DE TRATAMIENTO DE LOS DATOS.

El procedimiento que se usó es la OBSERVACIÓN de los resultados obtenidos en laboratorio.

3.3.2 INSTRUMENTOS

- El instrumento que se usó es LA FICHA DE OBSERVACION.
- Prensa para ensayo de resistencia a la compresión.
- Equipos de corte diagonal.

3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Para elaborar nuestro trabajo de investigación se realizaron los procedimientos y ensayos y así determinar la características físicas del suelo con el cual se va elaborar los morteros tradicionales con aglomerantes de yeso así mismo se tomó en cuenta las características que debe tener un mortero según la norma E- 080.

3.4.1. RECOLECCION DE DATOS

3.4.1.1. ESPECIFICACIÓN NORMALIZADA DEL YESO

NTP 334.135. 2013 YESOS PARA CONSTRUCCIÓN. Especificación normalizada para el yeso. El yeso es un material de color blanco, textura fina y baja dureza que se obtiene por calcinación de sulfato de calcio hidratado, que tiene la propiedad de ser un aglomerante que se endurece rápidamente y se utiliza en revestimientos interiores.

Tabla 7: REQUISITOS FISICOS DE YESO NTP 334.135. 2013

REQUISITOS	UNIDADES	MINIMO	MAXIMO
Contenido de sulfato de calcio semi hidratado ($\text{CaSO}_4 + \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$)	%	65	-
GRANULOMETRIA			
Material que pasa a través de tamiz ITENTEC 141mm (N°14).	%	100	-
Material que pasa a través del tamiz ITENTEC 149 mm (N°100)	%	60	75
TIEMPO DE FRAGUADO			
INICIAL	MINUTOS	3	15
FINAL	MINUTOS	15	40
RESISTENCIA AL COMPRESION	daN/cm ²	40	-

FUENTE: NORMAS LEGALES Diario el peruano

- Las equivalencias medidas SI son las siguientes:

- $1\text{kg/cm}^2 = 1\text{daN/cm}^2 = 0.1\text{MPa}$
- DaN = Decanewton.

3.4.1.2. ESPECIFICACIÓN NORMALIZADA DEL AGUA

El agua usada en la elaboración de los morteros de barro, es potable, proveniente de la ciudad del cusco, del distrito de San jerónimo el cual cumple los requisitos de la NTP. 339.088. Agua de mezcla para la producción de mortero de barro

3.4.1.3. PAJA (ichu).

El ichu o paja es utilizado por el poblador alto andino para construir los techo o cubiertas de sus viviendas, además para reforzar en la elaboración de las unidades de albañilería de barro.

En la elaboración de las unidades de albañilería la paja o ichu es utilizado en una proporción de 1: 5 en volumen, paja: tierra, cortada de 5 a 15cm.

3.4.1.4. SUELO O TIERRA DEL LUGAR

A). DESCRIPCIÓN

El suelo o tierra de lugar que se utilizó fue de procedencia del Centro Poblado de Patapata del Distrito de San jerónimo de la Provincia de Cusco Región Cusco, material que se ha extraído limpiando la tierra orgánica.

B). CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

Este método es utilizado para determinar la cantidad de humedad que tiene el suelo en condiciones normales.

1). Normativa.

MTC E 108 – 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216.

2). Equipos y materiales.

- Balanza electrónica: con sensibilidad a 0.1 gramos.
- Horno: con una temperatura constante y uniforme de 110 ± 5 °C.
- Recipientes de metal:
- Cuchara :

3). Procedimiento.

- Hacer una calicata
- Tomar muestras de aproximadamente de 2 kg,
- Colocar la muestra en una bolsa de plástico, de tal manera se minimiza la perdida de humedad.
- Pesar el recipiente.
- Colocar la muestra en el recipiente y pesar.

- Llevar al horno el material pesado en el recipiente durante 24 horas.
- Sacar del horno y volver a pesar el recipiente con el contenido del suelo.

4). Cálculos.

$$W = \frac{P1 - P2}{P2 - P3} \times 100$$

Donde:

- P1 = peso del recipiente + muestra del suelo
- P2 = peso del recipiente + muestra del suelo seco.
- P3 = peso de recipiente.
- W = Contenido de humedad en porcentaje.

5). Resultados.

A continuación se muestran los resultados del contenido de humedad en la tabla

DESCRIPCION	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de capsula (gr)	20.32	20.41	20.39
Peso de capsula + Muestra Húmeda (gr)	169.76	180.60	201.38
Peso de capsula + Muestra seca (gr)	162.77	173.15	192.90
Peso del agua (gr)	6.99	7.45	8.48
Peso de la muestra seca (gr)	142.45	152.74	172.51
Contenido de humedad	4.91 %	4.88%	4.92%

Tabla 8: CONTENIDO DE HUMEDAD.

Datos obtenidos en laboratorio (Fuente: elaboración propia)

En la tabla: se aprecia el contenido de humedad promedio es de 4.90 %

C). ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO

1).Descripción.

Con la granulometría se determinó la distribución del tamaño de las partículas del suelo.

2). Normativa.

MTC E 2000, Basado en la norma ASTM D- 422 Y AASHTO T-88

3). Equipos y materiales.

Balanza: Con aproximación de 0.1 g.

- Horno: de tamaño suficiente y capaz de mantener una temperatura constante y uniforme de 110 ± 5 °C.
- Recipientes de metal: con el fondo y borde pulido con el fin de no sufrir deformaciones en condiciones de trabajo.
- Cucharas metálicas.
- Tamices estandarizados por norma: 4", 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200.

4). Muestreo.

La muestra del suelo es de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM D-422

5). Procedimiento.

- Uniformizar la muestra y proceder con el cuarteo
- Dejar secar la muestra dentro de horno a temperatura de 110 °C para que la muestra este totalmente seca.
- Seleccionamos los respectivos tamices estandarizados que corresponden, los que se mencionan a continuación:
- 4", 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200.
- . Colocar los tamices ordenadamente de manera que el de mayor diámetro se encuentre en la parte superior y el de menor diámetro se encuentre en la parte inferior.
- Con la ayuda de un cucharon se vierte la muestra dentro de los tamices, hasta que se haya vertido la totalidad de la muestra.
- Agitar todo el conjunto de tamices hasta que se logre el tamizado total requerido.
- Retirar cada tamiz y pesar la cantidad de muestra que se quedó retenido dentro de cada tamiz.
- Los datos obtenidos en cada peso retenido deberán ser registrados para que posteriormente se obtenga la curva granulometría.

6). Resultados de la Granulometría del suelo.

Datos de Laboratorio.

Peso de la muestra seca antes del lavado: 1958.10 gr

Peso de la muestra seca después del lavado: 689.50 gr

% de Error en Peso = 0.03%

Tabla 9: GRANULOMETRÍA DE SUELO

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0.00	1958.10	0.00%	0%	100.00%
3"	75	0.00	1958.10	0.00%	0%	100.00%
2"	50	0.00	1958.10	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	37.5	0.00	1958.10	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	1958.10	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19	0.00	1958.10	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.5	17.90	1940.20	0.91%	0.91%	99.09%
N° 4	4.75	38.60	1901.60	1.97%	2.89%	97.11%
N°10	2	48.00	1853.60	2.45%	5.34%	94.66%
N°20	0.85	45.10	1808.50	2.30%	7.64%	92.36%
N°40	0.425	37.10	1771.40	1.89%	9.54%	90.46%
N°60	0.25	78.90	1692.50	4.03%	13.57%	86.43%
N°100	0.15	347.90	1344.60	17.77%	31.33%	68.67%
N°200	0.075	71.40	1273.20	3.65%	34.98%	65.02%
Cazuela	-	4.40		0.22%	35.21%	
Lavado	-	1268.60		64.79%	100.00%	
Total fracción retenida en lavado =		689.30		100.00%		

Datos obtenidos en laboratorio (Fuente: elaboración propia)

Fracciones de grava, Arena y Finos de la muestra

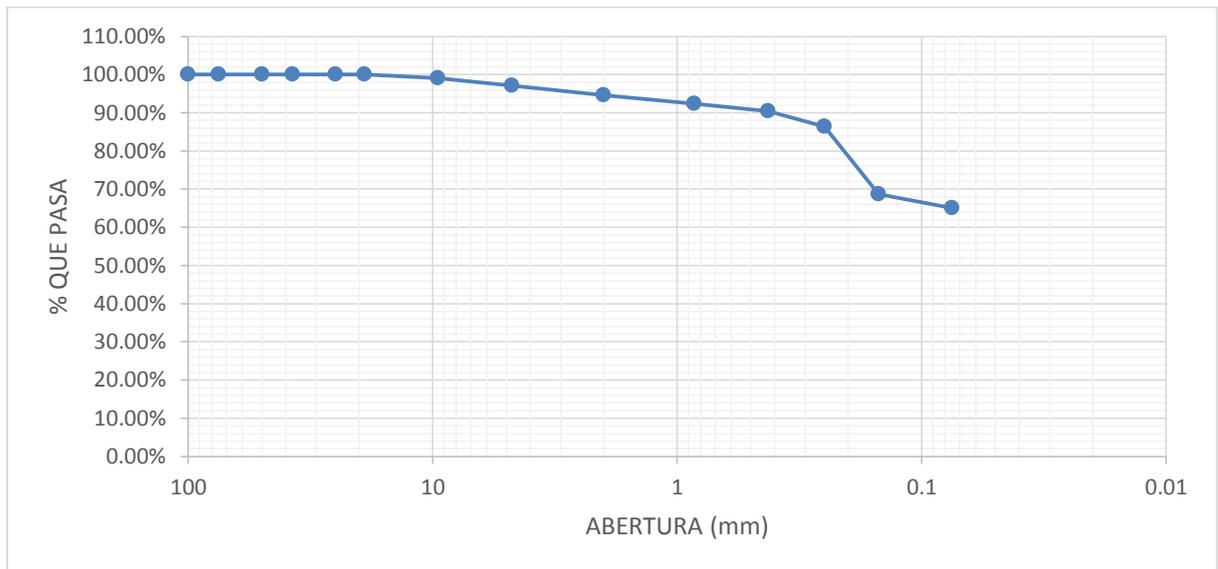
% de grava (Retiene Tamiz N° 4) = 2.89%

% de arena (Pasa N° 4 y Ret. N° 200) = 32.09%

% de finos (Pasa Tamiz N° 200) = 65.02%

TOTAL = 100.00%

Grafico 1. CURVA GRANULOMETRICA



D).- LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

Estos ensayos sirven para expresar cuantitativamente el efecto de la variación del contenido de humedad de las características de plasticidad de un suelo cohesivo.

Los límites líquido y plástico han sido utilizados ampliamente en todas las regiones del mundo, principalmente con objetivos de identificación y clasificación de suelos. Nos dan una idea de la plasticidad de un suelo. De acorde con norma.

1). Límite líquido

Es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso.

Norma : MTC E 110 – 2000 Basado en la Norma ASTM D- 4318 y AASHTO T-89.

Tabla 10: LOS ENSAYOS DE LIMITE LÍQUIDO.

DESCRIPCION	MUESTRA			
	1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
Peso de capsula (gr)	10.96	10.92	10.91	11.00
peso de capsula + Muestra Húmeda (gr)	21.51	21.91	20.32	21.50
Peso de capsula + Muestra Seca (gr)	19.06	19.38	18.19	19.12
Peso del agua (gr)	2.45	2.53	2.13	2.38
Peso de la muestra Seca (gr)	8.10	8.46	7.28	8.12
Contenido de humedad	30.25 %	29.91%	29.26%	29.31%
Número de golpes.	17	22	26	29

Datos obtenidos en laboratorio (Fuente: elaboración propia)

Grafico 2. LÍMITE LÍQUIDO

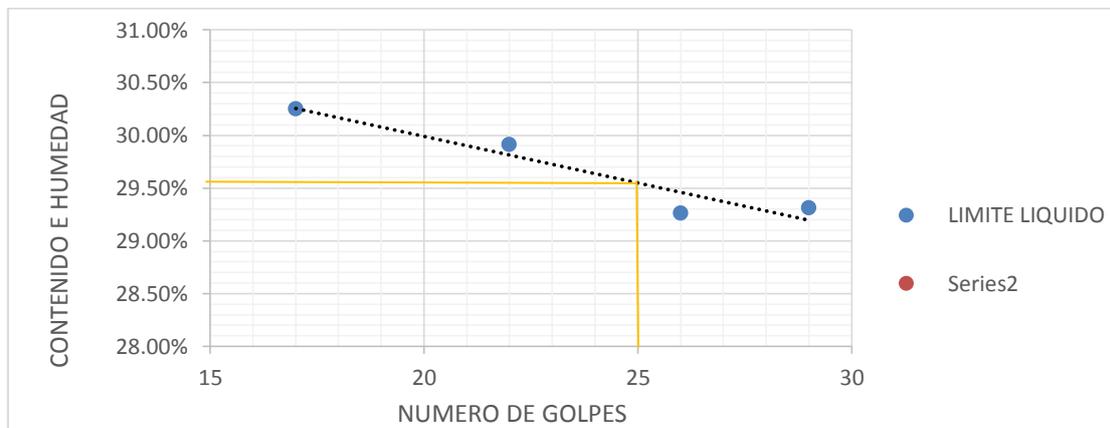


Grafico obtenido según el cuadro del límite líquido (fuente: Elaboración propia)

2). Límite plástico

Norma: MTC E 111 – 2000, Basado en la norma ASTM D-4318 y AASHTO

T-90

Tabla 11: LOS ENSAYOS DE LÍMITE PLÁSTICO.

DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de capsula (gr)	10.9	10.85	11.17	-
peso de capsula + Muestra Húmeda (gr)	13.21	13.15	14.01	-
Peso de capsula + Muestra Seca (gr)	12.85	12.78	13.63	-
Peso del agua (gr)	0.36	0.37	0.47	-
Peso de la muestra Seca (gr)	1.95	1.93	2.46	-
Contenido de humedad	18.46%	19.17%	19.11%	19%

Datos obtenidos en laboratorio (Fuente: elaboración propia)

Grafico 3 LÍMITE PLÁSTICO

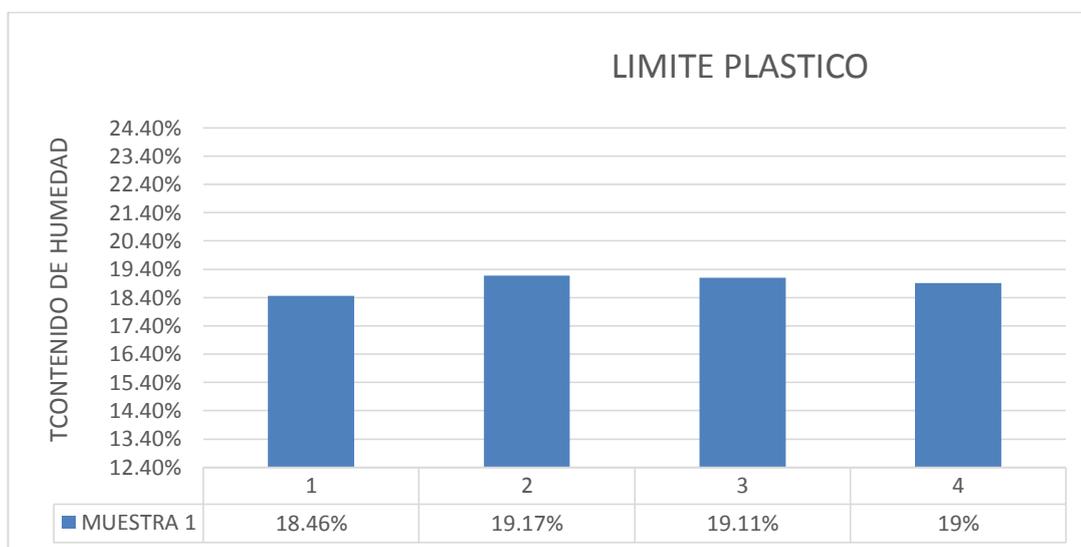


Grafico obtenido según el cuadro de límite plástico (fuente: Elaboración propia)

Límite líquido = 30%

Límite plástico = 19%

Índice de plasticidad = 11%

3.4.2. Proceso experimental

Para analizar el mortero de barro en las juntas de los adobes la norma E- 080 nos indica que dicho mortero debe ser igual que la mezcla con que fueron elaborados los adobes, para nuestro análisis se elaboró morteros con los aglomerantes de arcilla, yeso y cal.

1). Elaboración de mortero

Se debe tener mucho cuidado al momento de escoger los materiales para la elaboración del mortero de barro y por ende de los adobes.

a. Selección de suelo.

La norma E- 080 recomienda que la gradación de suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10 – 20 %, limo 15 – 25 % y arena 55 – 70 %, no debiéndose utilizar suelos orgánicos.

Para la presente tesis de investigación hemos utilizado el suelo del centro poblado de Pata-pata del Distrito de San Jerónimo Provincia Cusco, se eliminó el material orgánico.

Con el análisis granulométrico por tamizado y el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) se determinó que las fracciones de grava, arena y finos de la muestra es como sigue:

% de grava (Retiene Tamiz N° 4)	=	2.89%
% de arena (Pasa N° 4 y Ret. N° 200)	=	32.09%
% de finos (Pasa Tamiz N° 200)	=	65.02%
TOTAL	=	100.00%

Y según SUCS es un suelo de arcilla ligera de baja plasticidad arenosa (CL).

Se observa que tiene mayor porcentaje de finos que haciende a un 65.02% y el porcentaje de arena es de 32.09%, esto nos demuestra que según la norma E- 080 a este suelo debemos de agregarle un porcentaje de arena para obtener la unidad de albañilería que este dentro de los parámetros de la norma.

b. Extracción del suelo

La tierra e emplear para la elaboración de la unidad de albañilería es extraída del centro poblado de Pata-pata aproximadamente 2 m³ de tierra que posteriormente fueron trasladados a las instalaciones donde se elabora la unidad de albañilería.

Al extraer tierra del lugar, es necesario desechar la primera capa vegetal y asegurarse de no extraer material orgánico.

El límite de la profundidad de extracción estará dado por la densidad de rocas de gran tamaño y por el alcance de las herramientas.

c. Tamizado

Se tamiza el suelo para eliminar partículas superiores a 1/4" (6.35 mm), este proceso asegura un mortero homogéneo y buena compactación. Para el tamizado de nuestro suelo fue realizada en forma manual, utilizando una zaranda de malla fabricado por nosotros mismo clavados en maderas y sujetos por parantes.

3.4.3. DOSIFICACIÓN DE MORTERO CON AGLOMERANTE ARCILLA, YESO Y CAL.

INFORMACION REQUERIDA PARA EL DISEÑO DE MORTERO.

Para la elaboración del diseño de mortero son necesarias los siguientes datos de laboratorio.

- a) Contenido de humedad del suelo.
 - i. Análisis granulométrico del suelo.
 - ii. Peso volumétrico del suelo.

3.4.4. CÁLCULOS DE PROPORCIONES EN VOLUMEN.

1.- VOLUMEN DEL SUELO EN ESTADO SUELTO.

El volumen está dado por el recipiente utilizado, en este caso el recipiente que tiene las medidas de:

Diámetro (d) = 0.28 m.

Altura (h) = 0.37 m.

Constante pi = 3.1416..

Con estos datos se determinó el volumen del recipiente, que va a contener el suelo en estado suelto, empleando la siguiente igualdad.

$$V_t = \frac{\pi * d^2}{4} * h$$

Donde:

V_t : Volumen total

pi : constante.

h : altura

d : diámetro.

El volumen del suelo en estado suelto puede ser calculado en pie³ que es similar al recipiente utilizado.

3.4.5. ESTIMACION DEL AGUA DE MEZCLA PARA EL MORTERO.

Según la norma la cantidad de agua requerida para moldear las unidades de adobe y mortero, no debe exceder del 20% respecto al

contenido seco en nuestro suelo el contenido de humedad natural es de 4.90%.

$W \% = 20\%$ - contenido de humedad natural (Obtenido en laboratorio)

Dónde:

$W\%$ = porcentaje de agua que falta

En nuestro caso trabajaremos con mayor porcentaje de agua por hacer uso del aglomerante de yeso y cal para su mayor trabajabilidad, los aglomerantes de yeso y cal necesita mayor cantidad de agua para que tome consistencia y su posterior fraguado.

3.4.6. RESULTADO DE LA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE MORTERO DE BARRO.

Se dosificó la mezcla de mortero de barro considerando en peso y volúmenes de tierra suelta y agregando el 15 % de los aglomerantes de arcilla, yeso y cal, a continuación se muestra los resultados de diseño de mezcla de mortero de barro con la incorporación de aglomerantes de arcilla, yeso y cal.

1). DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL

Tabla 12: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO EN PESO.

DOSIFICACIÓN EN PESO	
Suelo	76.89 kg
Agua	15 Litros/ kg
Paja	15.378 kg
TOTAL	107.268 kg

(Fuente: elaboración propia)

Tabla 13: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO EN VOLUMEN

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN		%
Volumen Suelo	0.064 m3	71.43 %
Volumen de agua	0.0127 m3	14.29 %
Paja	0.0127m3	14.29 %
TOTAL	0.0894 m3	100 %

(Fuente: elaboración propia)

Tabla 14: DOSIFICACIÓN EN CANTIDADES PARA EL MORTERO TRADICIONAL

DOSIFICACIÓN		
SUELO/pie3	AGUA/litros	PAJA/kilos
3	15	15

(Fuente: elaboración propia)

2). DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE MORTERO DE BARRO CON 15% DE ARCILLA

Tabla 15: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE BARRO CON 15% DE ARCILLA EN PESO

DOSIFICACIÓN EN PESO	
Suelo	76.89 kg
Agua	36.87 kg
Paja	20.75kg.
Arcilla	25.85 kg
TOTAL	160.36 kg

(Fuente: elaboración propia)

Tabla 16: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE BARRO CON 15% DE ARCILLA, EN VOLUMEN.

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN		%
Volumen de suelo	0.064m ³	47.04 %
Volumen de agua	0.033m ³	24.73 %
Volumen de paja	0.017 m ³	12.54 %
Volumen de arcilla	0.0212m ³	15 %
TOTAL	0.135m ³	100.00 %

(Fuente: elaboración propia)

Tabla 17: DOSIFICACIÓN EN CANTIDADES PARA EL MORTERO DE BARRO CON 15% DE ARCILLA

DOSIFICACIÓN			
SUELO/pie3	ARCILLA/pie3	AGUA/litros	PAJA/kilos
3	1	37	21

(Fuente: elaboración propia)

3). DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE BARRO CON 15% DE YESO

Tabla 18: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE BARRO CON 15% DE YESO EN PESO.

DOSIFICACIÓN EN PESO	
Suelo	76.89 kg
Agua	36.87Litros
Paja	20.75kg
Yeso	26.87 kg
TOTAL	161.38kg

(Fuente: elaboración propia)

Tabla 19: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE BARRO CON 15% DE YESO EN VOLUMEN.

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN		%
Volumen de suelo	0.064m ³	47.04 %
Volumen de agua	0.033 m ³	24.73 %
Volumen de paja	0.017 m ³	12.54 %
Volumen de yeso	0.0212m ³	15 %
TOTAL	0.135m ³	100.00 %

(Fuente: elaboración propia)

Tabla 20: DOSIFICACIÓN EN CANTIDADES PARA EL MORTERO DE BARRO CON 15% DE YESO

DOSIFICACIÓN			
SUELO/pie3	YESO/pie3	AGUA/litros	PAJA/kilos
3	1	37	21

(Fuente: elaboración propia)

4). DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE BARRO CON 15% DE CAL

Tabla 21: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE BARRO CON 15% DE CAL, EN PESO.

DOSIFICACIÓN EN PESO	
Suelo	76.89 kg
Agua	36.8 kg
Paja	20.752kg
CAL	26.87 kg
TOTAL	161.312kg

(Fuente: elaboración propia)

Tabla 22: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE BARRO CON 15% DE CAL, EN VOLUMEN.

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN		%
Volumen de suelo	0.064m ³	47.04 %
Volumen de agua	0.033m ³	24.73 %
Volumen de paja	0.017 m ³	12.53 %
Volumen de cal	0.0212m ³	15 %
TOTAL	0.135m ³	100 %

(Fuente: elaboración propia)

Tabla 23: DOSIFICACIÓN EN CANTIDADES PARA EL MORTERO DE BARRO CON 15% DE CAL

DOSIFICACIÓN			
SUELO/pie ³	CAL/pie ³	AGUA/litros	PAJA/kilos
3	1	37	21

(Fuente: elaboración propia)

3.4.7. ENSAYO A LA COMPRESION DEL MORTERO DE BARRO DE TESTIGOS CILÍNDRICOS

El ensayo de resistencia a la compresión de las mezclas del mortero de barro se rompe probetas cilíndricas, en un máquina de ensayos de compresión, en tanto la resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en mega pascales (MPa) en unidades SI o también kg/cm².

Se determina con la fórmula:

$$R = F / A$$

Dónde:

R = Resistencia de ruptura a la compresión en kg/cm².

F = Carga máxima aplicada en el momento de la falla, en kg.

A = Área de la sección transversal del cilindro, en cm².

a. DIMENSIONES DE LA PROBETA

Para el ensayo se utilizó probetas cilíndricas de 4" (equivalente a 10 cm) de diámetro y 8"(equivalente a 20.5cm) de altura.

b. MATERIALES :

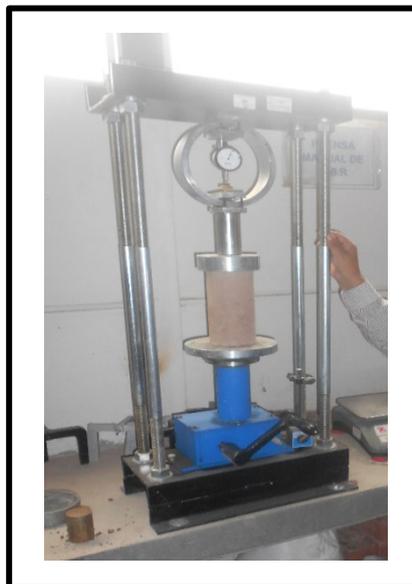
Durante la elaboración de las probetas de mortero de barro y la rotura de las mismas en el ensayo de compresión se empleó los siguientes materiales y equipos

- Suelo

- Yeso
- Cal
- Arcilla
- Agua
- Paja
- Petróleo, que empleamos para recubrir el molde de la probeta, para así evitar que el mortero de barro se pegue al molde y pueda ser retirado con facilidad.

c. Equipos.

- Recipientes de agua. Pequeños (balde). Emplearemos para pesar los agregados.
- Un recipiente calibrado de 1000 ml de capacidad para medir el agua que se le agregara a la mezcla de mortero de barro.
- Molde de probetas. Los moldes que se usaron para el moldeado de las probetas, son de pvc
- Pala, que se usa para mezclar los materiales.
- Martillo de goma.
- Balanza electrónica.
- Prensa hidráulica. En esta máquina se podrá realizar el ensayo a la compresión de las probetas.



d. Procedimiento para elaboración de probetas:

- Se coloca al molde una capa de petróleo para que no se pegue el mortero de barro.
- Se prepara el mortero de barro según el diseño de mezcla de mortero barro en las tablas N° 12, 15, 18, 21.
- Se llena las probetas, se da golpes con el martillo de goma según como se va llenando el cilindro.
- Luego del llenado del cilindro, se desencofra al día siguiente y se deja secar en sombra.

e. Procedimiento y cálculos.

- Después del secado durante 30 días el probeta, se mide el diámetro \varnothing = diámetro en centímetros (cm).
- Se calcula el área transversal y el volumen:
 $A = (\pi D^2) \div 4$
Donde:
A = Área transversal, en cm.
 $\pi = \text{Pi} = 3.1416\dots$ (Constante).
D = Diámetro
- Colocamos el espécimen cilíndrico de barro a la prensa hidráulica.
- Esperamos la resistencia a la que se agrieta la probeta de barro y registramos.

f. Datos del laboratorio.

Tabla 24: DATOS OBTENIDOS EN LABORATORIO ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CILINDRICA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMEN CILINDRICA TRACIONAL					
probeta	DIAS	Diámetro cm	AREA cm ²	Carga máxima (kg)	Resistencia
C1	30	10.29	83.28065	458.5	5.51 kg/cm ²
C2	30	10.29	83.28065	460.0	5.52 kg/cm ²
C3	30	10.28	82.957544	435.5	5.25 kg/cm ²

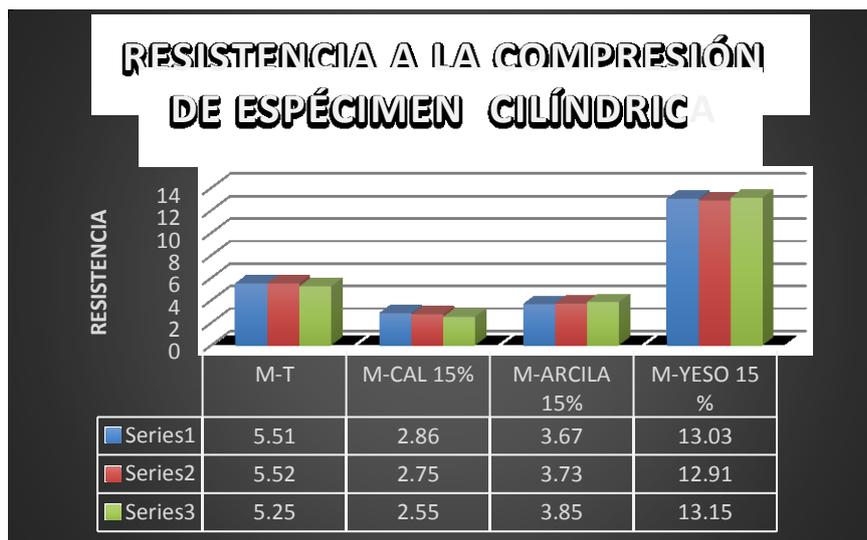
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMEN CILINDRICA CON 15% DE ARCILLA					
probeta	DIAS	Diámetro cm	AREA cm2	Carga máxima (kg)	Resistencia
C1	30	10.57	87.704047	322	3.67 kg/cm ²
C2	30	10.57	87.704047	327	3.73 kg/cm ²
C3	30	10.56	87.621072	337.5	3.85 kg/cm ²

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMEN CILINDRICA CON 15% DE YESO					
probeta	DIAS	Diámetro cm	AREA cm2	Carga máxima (kg)	Resistencia
C1	30	10.3	83.28065	1085.2	13.03 kg/cm ²
C2	30	10.3	83.28065	1075.3	12.91 kg/cm ²
C3	30	10.29	83.119019	1092.9	13.15 g/cm ²

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMEN CILINDRICA CON 15% DE CAL					
probeta	DIAS	Diámetro cm	AREA cm2	Carga máxima (kg)	Resistencia
C1	30	10.47	86.052407	246.4	2.86 kg/cm ²
C2	30	10.47	86.052407	236.5	2.75 kg/cm ²
C3	30	10.46	85.888106	218.9	2.55 kg/cm ²

(Fuente: elaboración propia)

Gráfico 4 GRAFICO 4 .- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMEN CILÍNDRICA



Fuente: Elaboración propia.

3.4.8. ELABORACIÓN Y ENSAYO A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS Y COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES CON INCORPORACIÓN DEL AGLOMERANTE YESO EN EL MORTERO DE JUNTAS.

Para la determinación de la resistencia a la compresión de pilas y a la compresión diagonal de muretes, se tomó como fuente de información de la norma E-080 “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA, método de muestreo y ensayo de especímenes de albañilería de barro”, donde especifican el procedimiento a seguir para la elaboración del mortero y de los especímenes.

3.4.8.1. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL MORTERO DE BARRO PARA LAS JUNTAS Y LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON LA INCORPORACIÓN DEL AGLOMERANTE YESO.

El mortero utilizado para las juntas y para las unidades de albañilería es de acuerdo al dosificación de mezclas que a continuación mencionamos en el ítem 3.4.9.3, las dosificaciones se proporcionaron en recipientes o cubetas de aproximadamente de un pie³.

3.4.8.2. FORMAS Y DIMENSIONES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

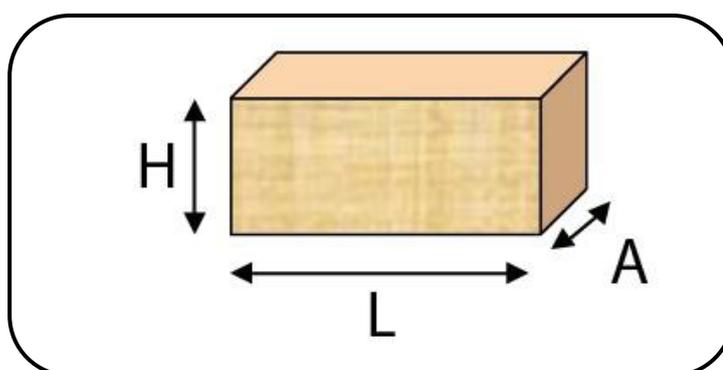
Las formas y dimensiones recomendadas para los adobes podrían ser de forma cuadrada o rectangular. La norma E- 080, menciona ciertos parámetros a tomar en cuenta:

- La relación entre la longitud y altura del adobe debe ser de 4 a 1 ($L/H = 4/1$).
- La longitud del adobe debe ser aproximadamente el doble de su ancho.
- La altura mínima debe ser 8cm.

En este experimento se determinó realizar adobes a escala 1:2 es decir:

Tomando en cuenta la relación entre el ancho, la longitud y la altura como se muestra en el gráfico:

Figura 4: Unidad de albañilería.



Fuente: Propio

$$L = X; \quad A = X/2; \quad H = X/4$$

Así el valor de X es 25cm, entonces:

$$L = \text{Largo} = X = 25 \text{ cm.}$$

$$A = \text{Ancho} = X/2 = 12.5 \text{ cm.}$$

$$H = \text{Altura} = X/4 = 6.25 \text{ cm.}$$

3.4.8.3. DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS

Se consideró 4 dosificaciones de mezcla, la primera dosificación es un mortero tradicional con paja tipo II como indica la norma E-080, las siguientes dosificaciones es con aglomerante de yeso en

porcentajes de: 13%, 15% y 20% respetivamente con un 1/5 de paja del volumen de suelo más aglomerate, a continuación se muestran las tablas según el tipo de diseño.

Es muy importante que el suelo y el yeso sean premezclados en seco, previo a la adición del agua hasta obtener una mezcla de color homogénea.

A.- DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL TIPO SEGÚN NORMA

Las siguientes tablas 25, 26, 27 nos muestra la dosificación del mortero de barro tradicional o tipo II, con 1/5 de paja del volumen del suelo sin la incorporación de yeso.

Tabla 25: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO EN PESO

DOSIFICACIÓN EN PESO	
Suelo	76.89 kg
Agua	15 kg
Paja	15.378 kg
Yeso	0 kg
TOTAL	107.268 kg

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 26: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO EN VOLUMEN.

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN		%
Volumen Suelo	0.064 m ³	71.43 %
Volumen de agua	0.0127m ³	14.29 %
Paja	0.0127m ³	14.29 %
Yeso	0 m ³	0 %
TOTAL	0.0894m ³	100 %

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 27: DOSIFICACIÓN EN CANTIDADES PARA EL MORTERO DE BARRO TRADICIONAL

SUELO/pie ³	YESO/pie ³	PAJA/kg	AGUA/lt
3	0	15	15

(Fuente: elaboración propia)

B.- DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE BARRO TRADICIONAL CON 13% DE YESO

Las siguientes tablas 28, 29, 30 nos muestra los resultados de la dosificación de mezclas con la incorporación de yeso y 1/5 de paja. Al volumen

Tabla 28: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO CON 13 % DE YESO EN PESO

DOSIFICACIÓN EN PESO	
Suelo	102.52 kg
Agua	42 Litros
Paja	25.878 kg
Yeso	25.87 kg
TOTAL	196.268 kg

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 29: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO CON 13 % DE YESO EN VOLUMEN.

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN		%
Volumen Suelo	0.085 m3	51.43 %
Volumen de agua	0.038 m3	22.85 %
Paja	0.0212 m3	12.86 %
Yeso	0.0212 m3	13 %
TOTAL	0.1654 m3	100 %

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 30: DOSIFICACIÓN EN CANTIDADES PARA EL MORTERO DE BARRO CON 13% DE YESO

SUELO/pie3	YESO/pie3	PAJA/kg	AGUA/litros
4	1	26	42

(Fuente: Elaboración propia)

C. DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE BARRO TRADICIONAL CON 15% DE YESO

Las siguientes tablas 31, 32, 33 nos muestra los resultados de la dosificación de mezclas con incorporación de 15 % de yeso al mortero tradicional, y 1/5 de paja al volumen.

Tabla 31: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO CON 15 % DE YESO EN PESO

DOSIFICACIÓN EN PESO	
Suelo	76.89 kg
Agua	36.87 Litros
Paja	20.75 kg
Yeso	26.87 kg
TOTAL	161.38 kg

(Fuente:Elaboración propia)

Tabla 32: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO CON 15 % DE YESO EN VOLUMEN.

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN		%
Volumen Suelo	0.064 m3	47.04 %
Volumen de agua	0.033 m3	24.73 %
Paja	0.017m3	12.54 %
Yeso	0.0212 m3	15 %
TOTAL	0.135 m3	100 %

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 33: DOSIFICACIÓN EN CANTIDADES PARA EL MORTERO DE BARRO CON 15% DE YESO

SUELO/pie3	YESO/pie3	PAJA/kg	AGUA/litros
3	1	21	37

(Fuente: elaboración propia)

D. DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE BARRO TRADICIONAL CON 20 % DE YESO

Las siguientes tablas 34, 35, 36 nos muestra los resultados de la dosificación de mezclas con incorporación de 20 % de yeso, y 1/5 de paja al volumen.

Tabla 34: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO CON 20 % DE YESO EN PESO.

DOSIFICACION EN PESO	
Suelo	51.26 kg
Agua	31.75 kg
Paja	15.63 kg
Yeso	25.87 kg
TOTAL	124.51 kg

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 35: DOSIFICACIÓN DEL MORTERO TRADICIONAL DE BARRO CON 20 % DE YESO EN VOLUMEN.

DOSIFICACION EN VOLUMEN		%
Volumen Suelo	0.042m ³	40.18 %
Volumen de agua	0.029 m ³	27.67 %
Paja	0.013m ³	12.05 %
Yeso	0.0212 m ³	20 %
TOTAL	0.1052 m ³	100 %

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 36: DOSIFICACIÓN EN CANTIDADES PARA EL MORTERO DE BARRO CON 20% DE YESO

SUELO/pie ³	YESO/pie ³	PAJA/kg	AGUA/litros
2	1	16	32

(Fuente: Elaboración propia)

3.4.8.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES

Para todo los especímenes de albañilería, las juntas horizontales y verticales entre las unidades, el mortero tiene un espesor de 1 cm. Este mortero constituido por: suelo, yeso, paja.

3.4.8.5. ENSAYO A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ADOBE CON MORTERO DE BARRO SIN AGLOMERANTE DE YESO Y CON AGLOMERANTE DE YESO.

Estas pilas, con una edad nominal de 30 días, se ensayan a compresión axial y los resultados se utilizan para diseñar estructuralmente los muros de una vivienda, así como para controlar la calidad de la construcción de la albañilería. Sin embargo, la resistencia a compresión axial de las pilas, depende de la relación altura-espesor o esbeltez.

En total se construyeron 3 pilas con tres hilas por cada dosificación, haciendo un total de 12 unidades, el procedimiento se realizó de acuerdo a la norma técnica.

1). PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS PILAS DE ADOBE CON MORTERO DE BARRO.

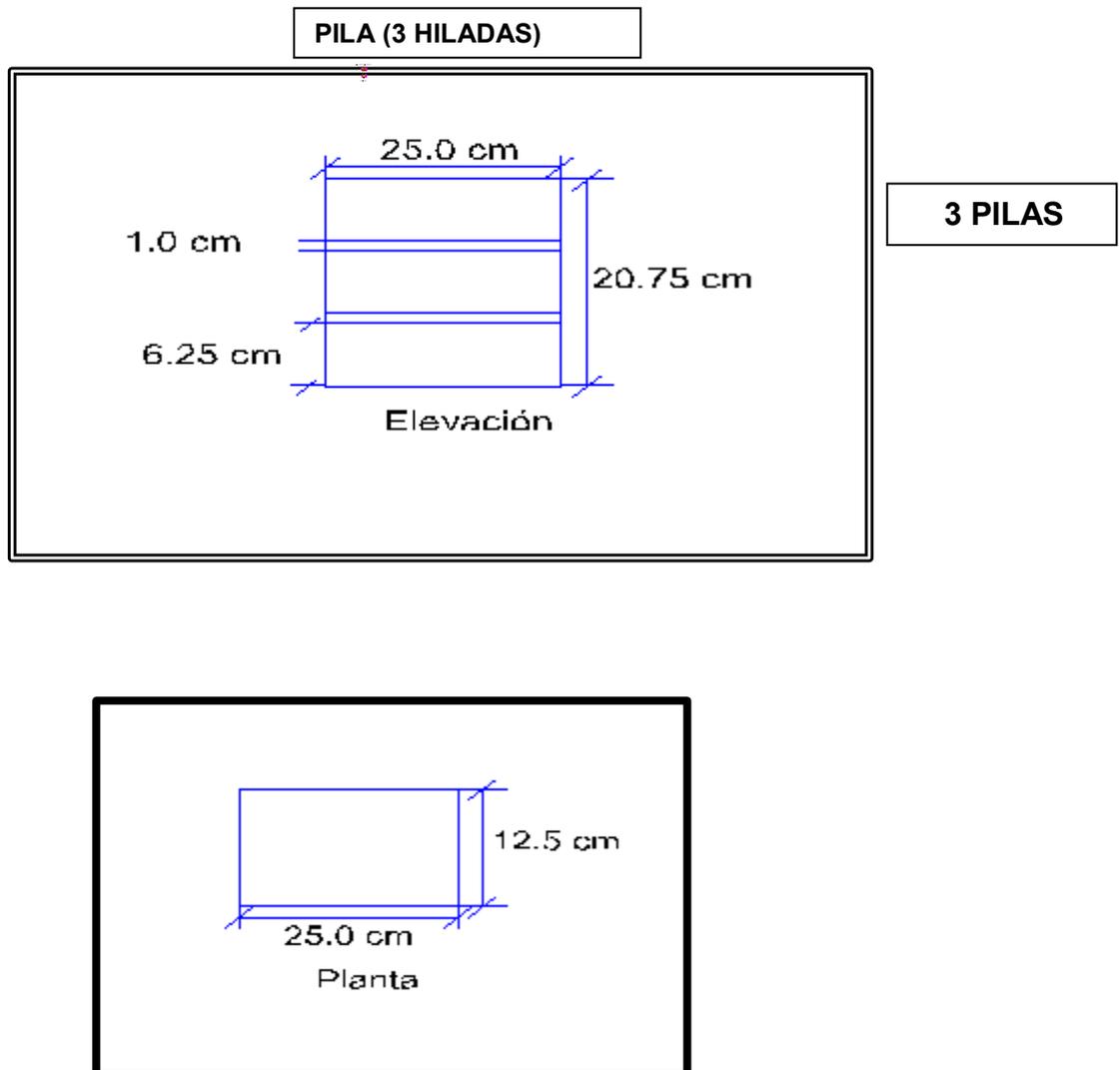
a.- ASENTADO DE LAS UNIDADES

Las pilas de albañilería son prismas compuestos por dos o más hiladas de unidades enteras asentadas una sobre otra mediante mortero, con una altura total que no debe ser excesiva

a fin de facilitar su construcción, almacenaje y transporte dentro del laboratorio.

Las unidades se asentaron en seco una sobre otra controlado el alineamiento horizontal y la verticalidad con un nivel y plomada, el mortero utilizado en la junta tiene un espesor de 1 cm. Se construyó de acuerdo a las especificaciones indicadas en la Fig 5.

Figura 5 Características de las pilas. Medidas en centímetros.



b.- MORTERO

Para las pilas construidas en este trabajo de investigación se utilizó un mortero en proporciones volumétricas en estado suelto como indica la tabla

Tabla 37: PROPORCIONES DE MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE MORTERO DE BARRO SIN INCORPORACIÓN DE YESO Y CON INCORPORACIÓN DE YESO

RESUMEN DE LA DOSIFICACION EN VOLUMENES (pie³)				
MATERIALES	0% DE YESO	13% DE YESO	15% DE YESO	20% DE YESO
Suelo/pie ³	3	4	3	2
Yeso/pie ³	0	1	1	1
Paja/kg	15	26	21	16
Agua/litros	15	42	37	32

(Fuente: elaboración propia)

c.- ALMACENADO DE LAS PILAS:

El almacenado se realizó en un ambiente seco protegido bajo sombra a una temperatura de ambiente.

d.- CAPEADO DE LAS PILAS:

El capeado se realizó para dar uniformidad a la cara superior e inferior de las pilas, quedando lisas, el fin de este procedimiento es que las cargas se distribuyan sobre las pilas uniformemente, se realizó con yeso y cemento con una dosificación de: 1:1.

e.- HERRAMIENTAS

- Vernier.
- Cinta métrica.

f.- EQUIPO.

- **Máquina para ensayos a compresión.**

Cuenta con una estructura de cuatro columnas en acero, el equipo interno de la maquina permite realizar el ensayo hasta una altura de 35 cm y un ancho de 30mm, en nuestro caso eran pilas de 125mm de ancho y una altura de 207.5mm.

Cuenta con un sistema de indicación digital de fuerza en kilogramos y retención del dato más alto obtenido en el ensayo, su funcionamiento es netamente hidráulico puede disminuir y aumentar la aplicación de la velocidad de la fuerza.



g. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL.

- Transporte de las pilas.

Con todos los especímenes se tuvo mucho cuidado al momento de transportar, solo se movieron al momento de “capear” una semana antes del ensayo y el mismo día del ensayo, teniendo cuidado y no causar daños.

- Toma de medidas para el ensayo

Las pilas de albañilería antes de ser ensayadas se tomaron sus medidas. Se tomó la medida de la altura, la altura es la medida comprendida entre los bordes de la cara superior e inferior del prisma. Para la altura se promediaron dos medidas provenientes de medir la altura de cada cara lateral del prisma.

De igual manera se procedió a medir el largo de las pilas de un extremo al otro extremo de la cara superior, también se promediaron dos medidas tomados de la misma cara superior en distintas posiciones.

Se tomó las medidas del ancho del prisma en la cara superior, también se promediaron dos medidas.

h. ENSAYO DE LAS PILAS EN LA MÁQUINA DE COMPRESIÓN

Se procedo primeramente a una última limpieza de las pilas de albañilería con una brocha para retirar el polvo o algunas impurezas, luego ser trasladadas al lugar del ensayo.

Luego se limpiaron los platos de carga inferior y superior para eliminar posibles residuos de otros ensayos, se alineó los ejes centroidales del espécimen con el

centro de la máquina de ensayo. Se realizó este procedimiento para cada una de las pilas.

i. DATOS, CÁLCULOS Y RESULTADOS.

- Datos:

La siguiente tabla nos muestra los datos obtenidos en el laboratorio los cuales son: longitud de cada pila medida 2 veces y así hallar un promedio de esta, el espesor de cada una de las pilas también medidos dos veces y sacar promedio que represente el valor, la altura que igualmente es representa por el promedio de sus dos mediciones y por último la carga máxima soportada por las pilas.

Tabla 38: RESULTADO DE LAS MEDIDAS DE LAS PILAS DE ALBAÑILERÍA Y EL PESO QUE SOPORTÓ LAS PILAS DE ALBAÑILERÍA CON JUNTA DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL SIN AGLOMERANTE Y CON AGLOMERANTE DE YESO.

MEDIDAS DE LAS PILAS CON MORTERO DE BARRO SIN EL AGLOMERANTE DE YESO ENSAYADAS							
TIPO DE PILA	L (cm)		t(cm)		H(cm)		p(kg)
	L1	L2	t1	t2	H1	H2	
P - T (1)	24.0	24.0	12.5	12.5	21.9	22.0	3871.7
P - T (2)	24.2	24.0	12.4	12.2	21.8	21.7	4055.9
P - T (3)	24.6	24.5	12.5	12.6	22.2	21.9	4100.3

MEDIDAS DE LAS PILAS CON MORTERO DE BARRO CON EL 20% DE AGLOMERANTE DE YESO ENSAYADAS							
TIPO DE PILA	L (cm)		t(cm)		H(cm)		p(kg)
	L1	L2	t1	t2	H1	H2	
P - 2:1 (1)	25.0	24.9	12.3	12.3	23.3	23.4	5687.8
P - 2:1 (2)	25.0	25.1	12.3	12.4	23.1	23.2	5869.1
P - 2:1 (3)	24.5	24.5	12.3	12.2	23.5	23.5	5998.9

MEDIDAS DE LAS PILAS CON MORTERO DE BARRO CON EL 15% DE AGLOMERANTE DE YESO ENSAYADAS							
TIPO DE PILA	L (cm)		t(cm)		H(cm)		p(kg)
	L1	L2	t1	t2	H1	H2	
P - 3:1 (1)	25.0	24.9	12.6	12.7	22.0	21.9	4871.3
P - 3:1 (2)	25.1	25.2	12.2	12.3	21.7	21.7	4575.6
P - 3:1 (3)	24.7	24.7	12.8	12.8	22.3	22.2	4878.5

MEDIDAS DE LAS PILAS CON MORTERO DE BARRO CON EL 13% DE AGLOMERANTE DE YESO ENSAYADAS							
TIPO DE PILA	L (cm)		t(cm)		H(cm)		p(kg)
	L1	L2	t1	t2	H1	H2	
P - 4:1 (1)	24.9	24.8	12.3	12.5	22.2	22.1	4572.0
P - 4:1 (2)	25.0	25.0	12.4	12.3	21.7	21.8	4432.2
P - 4:1 (3)	25.1	25.2	12.6	12.7	21.6	21.7	4332.3

Datos obtenidos en laboratorio (Fuente: elaboración propia)

Donde:

L : Longitud de la unidad

t: Ancho de la unidad.

H: Altura de la pila de 3 unidades.

P: Carga aplicada en kilogramos.

P – T (1,2,3) = Pilas con mortero tradicional.

P – 2:1 (1,2,3) = Pilas con mortero (2:1/suelo: yeso).

P – 3:1 (1,2,3) = Pilas con mortero (3:1/suelo: yeso).

P – 4:1 (1,2,3) = Pilas con mortero (4:1/suelo: yeso).

j. CALCULOS:

- **Calculo de la resistencia f'm**

En esta tabla apreciamos las medidas promedio de las pilas, el área y la resistencia f'm para pila en kg/cm².

$$f' m = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2 \text{)}$$

Donde:

P: Carga aplicado

A: Área

Calculo del esfuerzo admisible (fm).

Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia última es de 0.6MPa = 6.12 kgf/cm²

Es esfuerzo admisible a compresión de la pila (fm) se obtiene de la siguiente expresión:

$$f_m = 0.40 f'm$$

En las tablas N° 40,41,42,43, se muestra los resultados obtenidos de compresión axial de la pila de albañilería de adobe con mortero tradicional en las juntas sin aglomerante de yeso y con mortero de barro más el aglomerante yeso en las juntas:

Donde se calculó la esbeltez de cada pila de albañilería, se calcula la compresión axial promedio corregida f'm, con el fin de calcular el esfuerzo admisible de la pila de albañilería tradicional.

Tabla 39: RESULTADO DE COMPRESIÓN AXIAL DE LAS PILAS CON JUNTAS DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL SIN EL AGLOMERANTE DE YESO.

TIPO DE PILAS	Lp	Tp	Hp	RESISTENCIA(P)	Área(cm2)	f'm(kg/cm2)= P/A
P - T (1)	24	12.5	21.95	3871.7	300.00	12.91 kg/cm ²
P - T (2)	24.1	12.3	21.75	4055.9	296.43	13.68 kg/cm ²
P - T (3)	24.6	12.55	22.05	4100.3	308.73	13.28 kg/cm ²
PROMEDIO =						13.29 kg/cm²

f'm =	13.29 kg/cm ²	
fm = 0.4x f'm =	5.32 kg/cm ²	NO PASA

(Fuente: Elaboración propia)

En la tabla, se muestra los resultados obtenidos de compresión axial de la pila de albañilería con mortero de barro tradicional, sin el aglomerante de yeso en la junta, donde se calculó el esfuerzo de cada pila de albañilería, se determina la compresión axial promedio f'm, con el fin de calcular el esfuerzo admisible de la pila, el resultado es 5.32 kg/cm², el cual está por debajo de lo que indica la norma E- 0.080 (6.12 kg/cm²).

Tabla 40: RESULTADO DE COMPRESIÓN AXIAL DE LAS PILAS CON JUNTAS DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL CON EL 20% DE AGLOMERANTE DE YESO.

TIPO DE PILAS	Lp	tp	Hp	RESISTENCIA(P)	Área(cm ²)	f'm(kg/cm ²)= P/A
P - 2:1 (1)	25	12.3	23.35	5687.8	307.50	18.50 kg/cm ²
P - 2:1 (2)	25.1	12.35	23.15	5869.1	309.99	18.93 kg/cm ²
P - 2:1 (3)	24.5	12.25	23.5	5998.9	300.13	19.99 kg/cm ²
PROMEDIO =						19.14 kg/cm²

f'm =	19.14 kg/cm ²	
fm = 0.4x f'm		PASA
=	7.66 kg/cm ²	

(Fuente: elaboración propia)

En la tabla , se muestra los resultados obtenidos de compresión axial de la pila de albañilería con mortero de barro tradicional con paja, y con el 20% de aglomerante de yeso en la mortero, se calcula la compresión axial promedio f'm, con el fin de calcular el esfuerzo admisible de la pila de albañilería, el resultado es aceptable con 7.66 kg/cm², el cual está por encima de lo que indica la noma E- 0.080 (6.12kg/cm²).

Tabla 41: RESULTADO DE COMPRESIÓN AXIAL DE LAS PILAS CON JUNTAS DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL CON EL 15% DE AGLOMERANTE DE YESO.

TIPO DE PILAS	Lp	tp	Hp	RESISTENCIA(P)	Área(cm ²)	f'm(kg/cm ²)= P/A
P - 3:1 (1)	25	12.65	21.95	4871.3	316.25	15.40 kg/cm ²
P - 3:1 (2)	25.2	12.25	21.7	4575.6	308.70	14.82 kg/cm ²
P - 3:1 (3)	24.7	12.8	22.25	4878.5	316.16	15.43 kg/cm ²
PROMEDIO=						15.22 kg/cm²

f'm =	15.22 kg/cm ²	
fm = 0.4x f'm		IGUAL
=	6.1 kg/cm ²	

(Fuente: elaboración propia)

En la tabla , se muestra los resultados obtenidos de compresión axial de la pila de albañilería con mortero de barro tradicional con paja, y con el 15% de aglomerante de yeso en el mortero, se calcula la compresión axial promedio $f'm$, con el fin de calcular el esfuerzo admisible de la pila de albañilería, el resultado es aceptable con 6.1kg/cm^2 , el dato es casi igual de lo que indica la noma E- 0.080 (6.12kg/cm^2).

Tabla 42: RESULTADO DE COMPRESIÓN AXIAL DE LAS PILAS CON JUNTAS DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL CON EL 13% DE AGLOMERANTE DE YESO.

TIPO DE PILAS	Lp	tp	Hp	RESISTENCIA(P)	Área(cm2)	$f'm(\text{kg/cm}^2)= P/A$
P - 4:1 (1)	24.9	12.4	22.15	4572	308.76	14.81 kg/cm^2
P - 4:1 (2)	25	12.35	21.75	4432.2	308.75	14.36 kg/cm^2
P - 4:1 (3)	25.2	12.65	21.65	4332.3	318.78	13.59 kg/cm^2
PROMEDIO =						14.25 kg/cm^2

$f'm =$	14.25 kg/cm^2	
$f_m = 0.4 \times f'm$		NO
$=$	5.70 kg/cm^2	PASA

(Fuente: elaboración propia)

En la tabla , se muestra los resultados obtenidos de compresión axial de la pila de albañilería con mortero de barro tradicional con paja, y con el 13% de aglomerante de yeso en la junta, se calcula la compresión axial promedio $f'm$, con el fin de calcular el esfuerzo admisible de la pila de albañilería, el resultado es aceptable con 5.70kg/cm^2 , el cual está por debajo de lo que indica la noma E- 0.080 (6.12kg/cm^2).

Dónde:

Lp, tp y Hp = promedios largo, ancho y altura de la pila

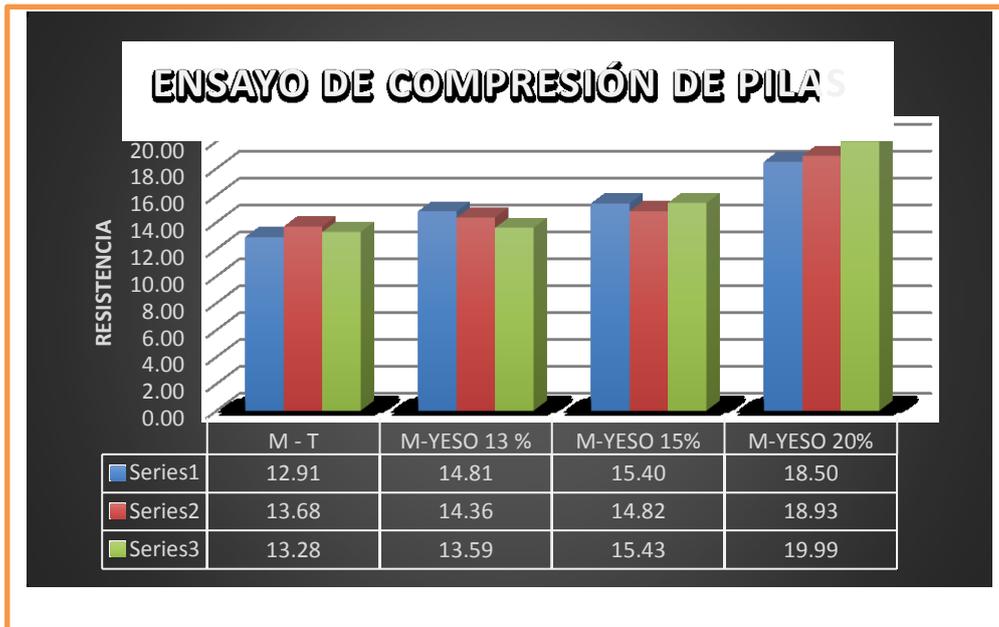
P = Carga aplicada en kg

A = Área de prisma

$f'm$ = Esfuerzo último.

f_m = Esfuerzo admisible.

GRAFICO 5.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS



3.4.8.6. ENSAYO A COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ADOBE CON MORTERO DE BARRO TRADICIONAL Y CON INCORPORACIÓN DEL AGLOMERANTE YESO EN EL MORTERO DE JUNTAS.

1). PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LOS MURETES DE ADOBE CON MORTERO DE BARRO SIN AGLOMERANTE DE YESO Y CON AGLOMERANTE DE YESO.

Se iniciaron los trabajos realizando la mezcla de mortero sobre un objeto impermeable para evitar la contaminación y pérdidas de agua, para el mortero que tiene como aglomerante al yeso, primero se mezcla el suelo con el yeso hasta que tenga homogeneidad, posteriormente se agregó el agua y finalmente se agrega la paja en dimensiones de 5 cm a 10 cm.

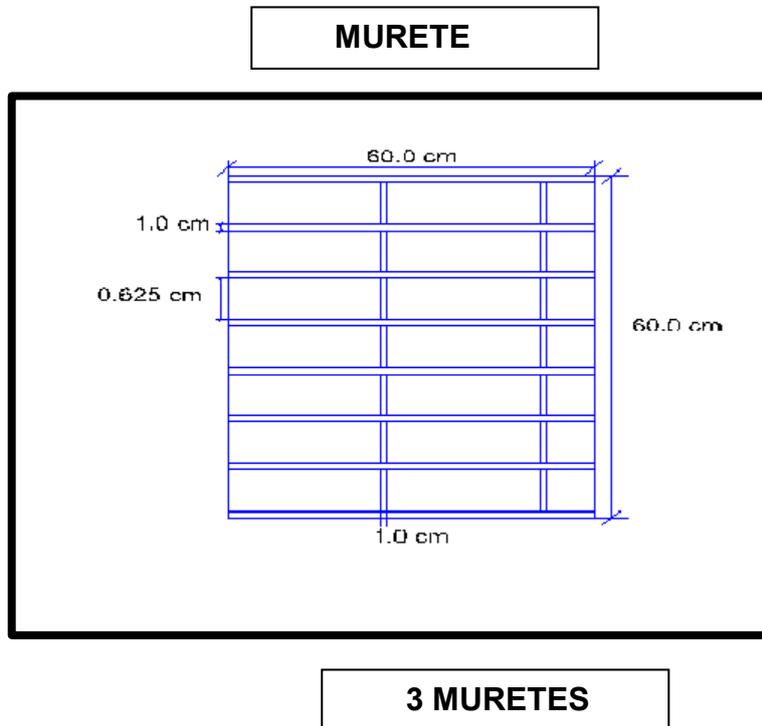
a.- Asentado de las unidades

En el proceso de asentado, la unidad de albañilería fue humedecida con agua en un recipiente por espacio de tres segundos, con el fin de que no absorba la humedad del mortero.

El recorte de la unidades de albañilería enteros en medios unidades se realizó mediante una sierra manual y eléctrica para no debilitar la unidad. El control del grosor (1 cm) de la junta vertical entre unidades se hizo utilizando un escantillón. Para nivelar horizontalmente y verticalmente, el espécimen se realizó entre dos reglas colocados en los extremos, señalizado la altura de la unidad de albañilería (adobe 6.25 cm) y junta

(1 cm), para nivelar verticalmente estas reglas se utilizó una plomada, y con la ayuda de un cordel se verificó en nivel horizontal del espécimen. Una vez asentadas las unidades de albañilería, se procede a llenar con mortero las juntas verticales. Se construyó de acuerdo a las especificado en la Fig. 6.

Figura N° 6: Características de las pilas. Medidas en centímetros.



Cuando se requiera evaluar la resistencia y rigidez de sistemas de refuerzo de mampostería, o bien cuando las características de la mampostería no se puedan representar en el tamaño del murete se recomienda que las dimensiones del murete de albañilería sean por lo menos de 60 cm x 60 cm, murete en forma cuadrada afín de obtener resultados representativos con el objeto de poder manipularlos tanto en el transporte a un laboratorio, como en el montaje en los dispositivos de ensayo.

En total se construyeron tres muretes por cada dosificación de acuerdo a las especificaciones indicadas en la Fig. 6

b.- Mortero

Para los muretes construidos en este trabajo de investigación se utilizó un mortero en proporciones volumétricas en estado suelto como indica la tabla 44

Tabla 43: PROPORCIONES DE MATERIALES EN PIE³, PARA LA ELABORACIÓN DE MORTERO DE BARRO SIN INCORPORACIÓN DE YESO Y CON INCORPORACIÓN DE YESO

RESUMEN DE PROPORCIONES EN VOLUMENES (pie 3)				
MATERIALES	0% DE YESO	13% DE YESO	15% DE YESO	20% DE YESO
Suelo/pie ³	3	4	3	2
Yeso/pie ³	0	1	1	1
Paja/kg	15	26	21	16
Agua/litros	15	42	37	32

(Fuente: elaboración propia)

c.- Almacenado de los muretes:

El almacenado se realizó en un ambiente seco protegido bajo sombra a una temperatura de ambiente durante 28 días.

d.- Capeado de los muretes:

El capeado se realizó en las esquinas del murete donde se dará el contacto con los cabezales angulares metálicos del equipo de ensayo, a fin de evitar fallas locales por concentración de esfuerzos, y tiene un grosor de 3mm, este proceso se realizó con yeso y cemento con una dosificación de: 1:3, respectivamente, se realizó con 7 días de anticipación al ensayo.

e.- Equipo.

- **Máquina para ensayos a compresión.**

Cuenta con una estructura de cuatro columnas en acero, el equipo interno de la maquina permite realizar el ensayo hasta una altura de 800mm y un ancho de 600mm, en nuestro caso son muretes de 600mm x 600mm.

Cuenta con un manómetro que está en psi y bar su funcionamiento es netamente hidráulico puede disminuir y aumentar la aplicación de la velocidad de la fuerza.

f.- Ensayo del murete en la máquina de compresión diagonal.

De cada murete se midió las longitudes de sus lados dos veces y la longitud diagonal.

Se trasladó los muretes desde el lugar de construcción, hacia el laboratorio evitando sacudirlas, saltos y volteos.

El ensayo se realizó a una edad de 30 días.

Se preparó el equipo a compresión, alineando sus cabezales a una altura requerida según nuestro espécimen.

Se colocó el murete verificando la posición correcta del mismo, centrando los cabezales tanto superior con inferior con la ayuda de una plomada.

Para el montaje de los muretes no se empleó ningún instrumento adicional.

Se aplicó la fuerza de manera continua a una velocidad constante.

g. Datos y cálculos y resultados.

- La siguiente tabla nos muestra los datos de las dimensiones obtenidos en el laboratorio los cuales son: longitud y altura de cada murete medida 2 veces y así hallar un promedio de esta, el espesor o ancho de cada murete también dos veces y así obtener un promedio y por ultimo determinamos su diagonal de cada murete, para luego someter a la carga máxima que soporta cada murete en psi y luego transformarlos en peso (kg).

Tabla 44: MEDIDAS Y DATOS DE LABORATORIO DE LOS MURETES DE ALBAÑILERÍA Y EL PESO QUE SOPORTÓ CADA MURETE DE ALBAÑILERÍA CON JUNTA DE 1CM DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL SIN AGLOMERANTE Y CON AGLOMERANTE DE YESO.

MEDIDAS DE LOS MURETES CON JUNTA DE 1 CM DE MORTERO DE BARRO SIN EL AGLOMERANTE DE YESO ENSAYADAS								
MURETE S	EDAD	LONGITUD		ALTURA		ESPESOR		RESISTENCIA
CODIGO	DIAS	L1 (cm)	L2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	PSI Lbf/pie ²
M -1 -T	28	60.0	60.1	61.2	61.0	12.5	12.3	900
M -2 -T	28	60.0	60.0	60.0	60.5	12.5	12.5	850
M -3 -T	28	59.5	60.0	59.8	59.8	12.3	12.4	890

MEDIDAS DE LOS MURETES CON JUNTA DE 1 CM DE MORTERO DE BARRO CON EL 20% DE AGLOMERANTE DE YESO ENSAYADAS								
MURETE S	EDAD	LONGITUD		ALTURA		ESPESOR		RESISTEN CIA
CODIGO	DIAS	L1 (cm)	L2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	PSI Lbf/pie ²
M-1 : 2-1	28	60.3	60	60	60	12.5	12.4	1700
M-2 : 2-1	28	60.4	60.1	60.5	60.5	12.4	12.3	1850
M-3 : 2-1	28	60	60	60	60	12.5	12.5	1750
MEDIDAS DE LOS MURETES CON JUNTA DE 1 CM DE MORTERO DE BARRO CON EL 15% DE AGLOMERANTE DE YESO ENSAYADAS								
MURETE S	EDAD	LONGITUD		ALTURA		ESPESOR		RESISTEN CIA
CODIGO	DIAS	L1 (cm)	L2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	PSI Lbf/pie ²
M-1 : 3-1	28	59.5	59.5	60	59.7	12.3	12.3	1700
M-2 : 3-1	28	59.3	59.3	59.8	59.8	12.5	12.6	1800
M-3 : 3-1	28	59.8	59.5	59.7	59.5	12.5	12.6	1850
MEDIDAS DE LOS MURETES CON JUNTA DE 1 CM DE MORTERO DE BARRO CON EL 13% DE AGLOMERANTE DE YESO ENSAYADAS								
MURETE S	EDAD	LONGITUD		ALTURA		ESPESOR		RESISTEN CIA
CODIGO	DIAS	L1 (cm)	L2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	PSI Lbf/pie ²
M-1 : 4-1	28	59.0	59.5	59.7	60.0	12.5	12.4	1100
M-2 : 4-1	28	60.0	60.2	60.2	60.3	12.0	12.4	1300
M-3 : 4-1	28	60.3	60.2	60.1	60.0	12.5	12.5	1400

(Fuente: elaboración propia)

- **CALCULOS:**

- **Calculo de la resistencia compresión diagonal de muretes (resistencia a corte Vm).**

En esta tabla apreciamos las medidas promedio de los muretes, el área y la resistencia al corte (Vm kg/cm²) que fueron sometidos los muretes.

- **El esfuerzo admisible al corte (V_m).**

Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la resistencia del murete a tracción indirecta debe tener como resistencia última de $0.025\text{MPa} = 0.25\text{kgf/cm}^2$. Según Norma E- 080

Es esfuerzo admisible a corte del muro (V_m) se obtiene de la siguiente expresión:

$$f = \frac{P}{2ae_m}$$

Donde:

f_t = esfuerzo último del murete de ensayo.

a = Lado del murete

e_m = Ancho del murete

Esfuerzo admisible de corte es:

$$V_m = 0,4 f_t$$

Tabla 45: CALCULO DE DATOS PARA EL ESFUERZO ADMISIBLE A CORTE DEL MURO CON JUNTAS DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL SIN EL AGLOMERANTE DE YESO.

MURETE	LP cm	HP cm	tp cm	Diagonal cm	Área cm ²	P psi	RESISTENCIA	$f_t = P / 2ae_m$ kg/cm ²
M -1 -T	60.05	61.10	12.40	85.67	1062.30	900	1632.93	1.08 kg/cm ²
M -2 -T	60.00	60.25	12.50	85.03	1062.87	850	1542.21	1.02 kg/cm ²
M -3 -T	59.75	59.80	12.35	84.53	1044.00	890	1614.79	1.09 kg/cm ²
							promedio =	1.06 kg/cm ²

$f_t =$	1.06 kg/cm ²
$V_m = 0,4 f_t =$	0.43 kg/cm ²

(Fuente: elaboración propia)

En el presente cuadro se aprecia un esfuerzo admisible al corte del muro con el mortero de barro tradicional de 0.43kg/cm^2 , la prueba superó el esfuerzo admisible que la norma E- 080 nos indica que es de 0.25 kg/cm^2 .

Tabla 46: CÁLCULO DE DATOS PARA EL ESFUERZO ADMISIBLE A CORTE DEL MURO CON JUNTAS DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL CON EL 13% DE AGLOMERANTE DE YESO.

MURETE	LP cm	HP cm	tp cm	Diagonal cm	Área cm ²	P psi	RESISTENCIA	f't=p/2ae _m kg/cm ²
M -1 : 4-1	59.25	59.85	12.4 5	84.22	1048.51	1100	1995.81	1.34 kg/cm ²
M -2 : 4-1	60.1	60.25	12.2	85.10	1038.22	1300	2358.68	1.60 kg/cm ²
M -3 : 4-1	60.25	60.05	12.5	85.07	1063.31	1400	2540.12	1.69 kg/cm ²
							promedio=	1.55 kg/cm ²

ft =	1.55 kg/cm ²
V _m = 0,4 f _t	
=	0.62 kg/cm ²

(Fuente: elaboración propia)

En el presente cuadro se aprecia un esfuerzo admisible al corte del muro de 0.62 kg/cm², que representa a un mortero barro tradicional con el 13% de aglomerante de yeso, superó el esfuerzo admisible que la norma E- 080 donde nos indica que es de 0.25 kg/cm².

Tabla 47: CÁLCULO DE DATOS PARA EL ESFUERZO ADMISIBLE A CORTE DEL MURO CON JUNTAS DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL CON EL 15% DE AGLOMERANTE DE YESO.

MURETE	LP cm	HP cm	tp cm	Diagonal cm	Área cm ²	P psi	RESISTENCIA	f't = p/2ae _m kg/cm ²
M -1 : 3-1	59.50	59.85	12.30	84.39	1038.04	1700	3084.43	2.09 kg/cm ²
M -2 : 3-1	59.30	59.80	12.55	84.22	1056.93	1800	3265.86	2.18 kg/cm ²
M -3 : 3-1	59.65	59.60	12.55	84.32	1058.25	1850	3356.58	2.24 kg/cm ²
							promedio=	2.17 kg/cm ²

ft =	2.17 kg/cm ²
V _m = 0,4 f _t	
=	0.87 kg/cm ²

(Fuente: elaboración propia)

En el presente cuadro se aprecia un esfuerzo admisible al corte del muro de 0.87kg/cm², que representa a un mortero barro tradicional con el 15% de

aglomerante de yeso, superó el esfuerzo admisible que la norma E- 080 nos indica que es de 0.25 kg/cm².

Tabla 48: CÁLCULO DE DATOS PARA EL ESFUERZO ADMISIBLE A CORTE DEL MURO CON JUNTAS DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL CON EL 20% DE AGLOMERANTE DE YESO.

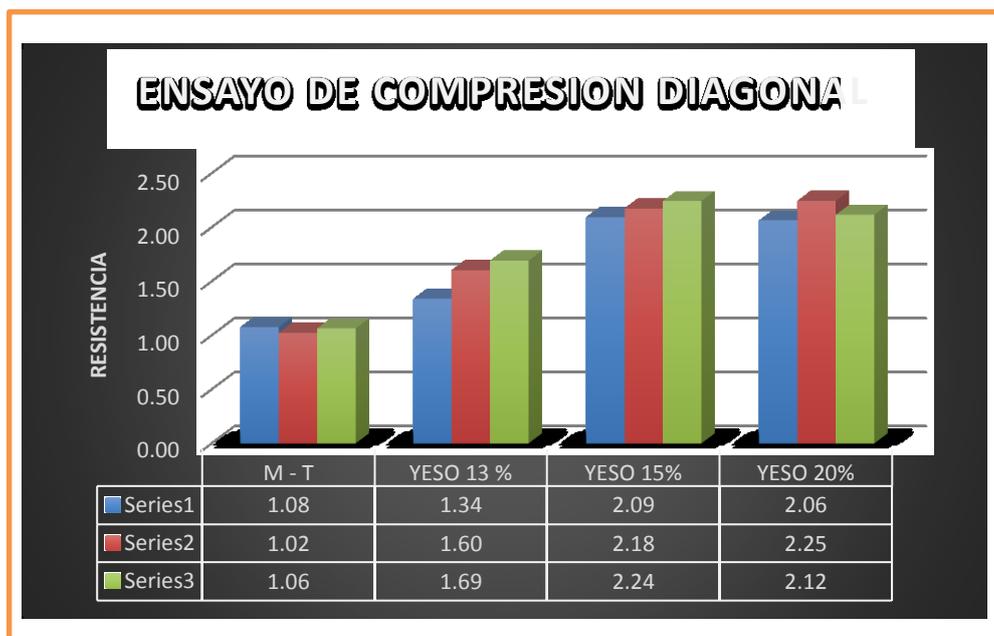
MURETE	LP cm	HP cm	tp cm	Diagonal cm	Área cm ²	P psi	RESISTENCIA	f _t = p/2ae _m kg/cm ²
M -1 : 2-1	60.15	60.00	12.45	84.96	1057.74	1700	3084.43	2.06 kg/cm ²
M -2 : 2-1	60.25	60.5	12.35	85.38	1054.48	1850	3356.58	2.25 kg/cm ²
M -3 : 2-1	60.00	60.00	12.50	84.85	1060.66	1750	3175.15	2.12 kg/cm ²
							promedio=	2.14 kg/cm ²

f _t =	2.14 kg/cm ²
V _m = 0,4 f _t =	0.86 kg/cm ²

(Fuente: elaboración propia)

En el presente cuadro se aprecia un esfuerzo admisible al corte del muro de 0.86 kg/cm², que representa a un mortero barro tradicional con el 20% de aglomerante de yeso, superó el esfuerzo admisible que la norma E- 080 indica que es de 0.25 kg/cm².

GRAFICO 6.- DE ENSAYO A LA COMPRESIÓN DIAGONAL



**CAPITULO IV
RESULTADOS**

4.1. RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES

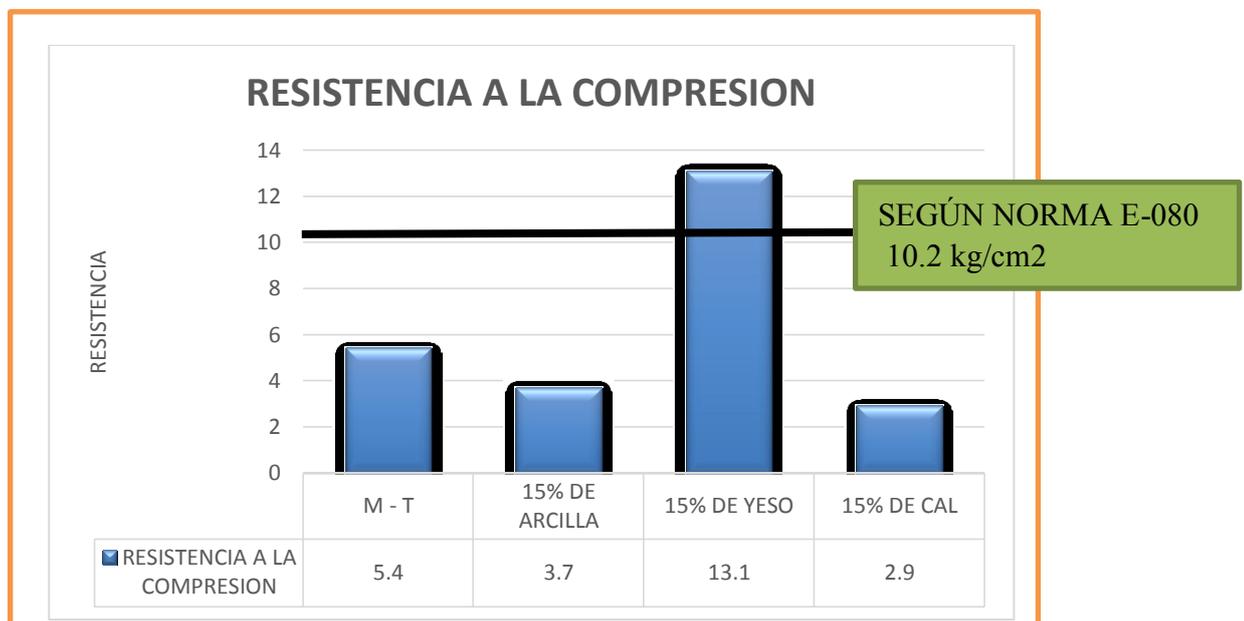
4.1.1. RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICAS CON 15% DE AGLOMERANTES DE YESO, CAL, ARCILLA Y MORTERO TRADICIONAL.

Tabla 49: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS

DOSIFICACIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESION	PORCENTAJE %
NORMA E- 080	10.2 kg/cm ²	
MORTERO TRADICIONAL	5.4 kg/cm ²	53%
15% DE ARCILLA	3.7 kg/cm ²	36%
15% DE YESO	13.1 kg/cm ²	128%
15% DE CAL	2.9 kg/cm ²	28%

(Fuente: elaboración propia)

GRAFICO 7 .- DE ENSAYO A LA COMPRESION DEL MATERIAL



(Fuente: elaboración propia)

Del resultados de los ensayos de la resistencia a la compresión del mortero de barro se puede observar en la tabla N° 50, con el 15% de aglomerantes (arcilla, yeso y cal) en el mortero tradicional, la mejor resistencia a la compresión se obtuvo con el aglomerante de yeso con un 13.1 kg/cm², de resistencia a la compresión alcanzando a 128% frente a los otros morteros que no alcanzaron al valor mínimo que indica la norma E-080, el mortero que tiene el valor mínimo a la resistencia a la compresión es del mortero de barro con 15% de aglomerante de cal, solo llegó al 28% de resistencia a la compresión.

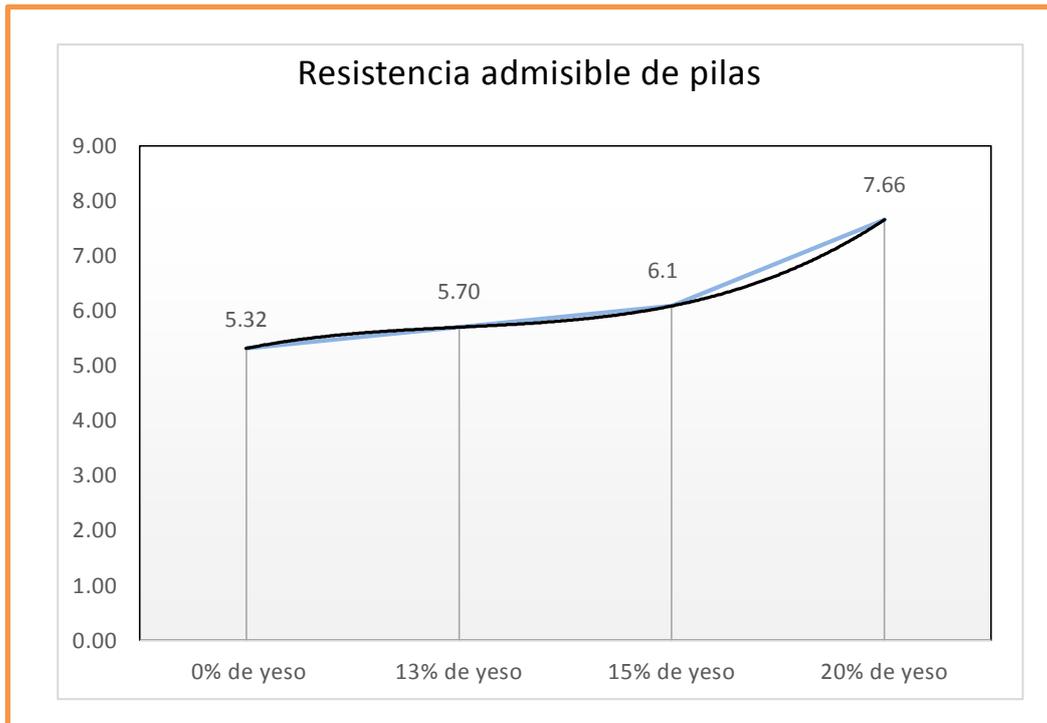
4.1.2. RESULTADO DE COMPRESIÓN AXIAL DE LAS PILAS CON JUNTAS DE MORTERO DE BARRO TRADICIONAL CON EL 0%, 13%, 15%, Y 20% DE AGLOMERANTE DE YESO.

Tabla 50: CUADRO DE RESULTADOS A LA RESISTENCIA ADMISIBLE A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PILA DE ALBAÑILERÍA.

Dosificación de muretes	Resistencia admisible de pila	porcentaje %
NORMA	6.12 kg/cm²	
0% de yeso	5.32 kg/cm ²	87%
13% de yeso	5.70 kg/cm ²	93%
15% de yeso	6.1 kg/cm ²	99%
20% de yeso	7.66 kg/cm ²	125%

(Fuente: elaboración propia)

GRAFICO 8.- DE ENSAYO A LA COMPRESION DE PILAS



Del resultado de los ensayos de la resistencia admisible de las pilas del mortero de barro tradicional con el aglomerante de yeso en 13%, 15% y 20%, el mortero con el 20% de yeso tubo mejor resistencia de 7.66kg/cm², mayor con respecto a lo indica la norma E- 080 que debe ser de 6.12 kg/cm² llegando a un 125%, el que más se aproxima es el mortero con 15% de yeso con 99%, y el mortero tradicional solo alcanza al 87 %.

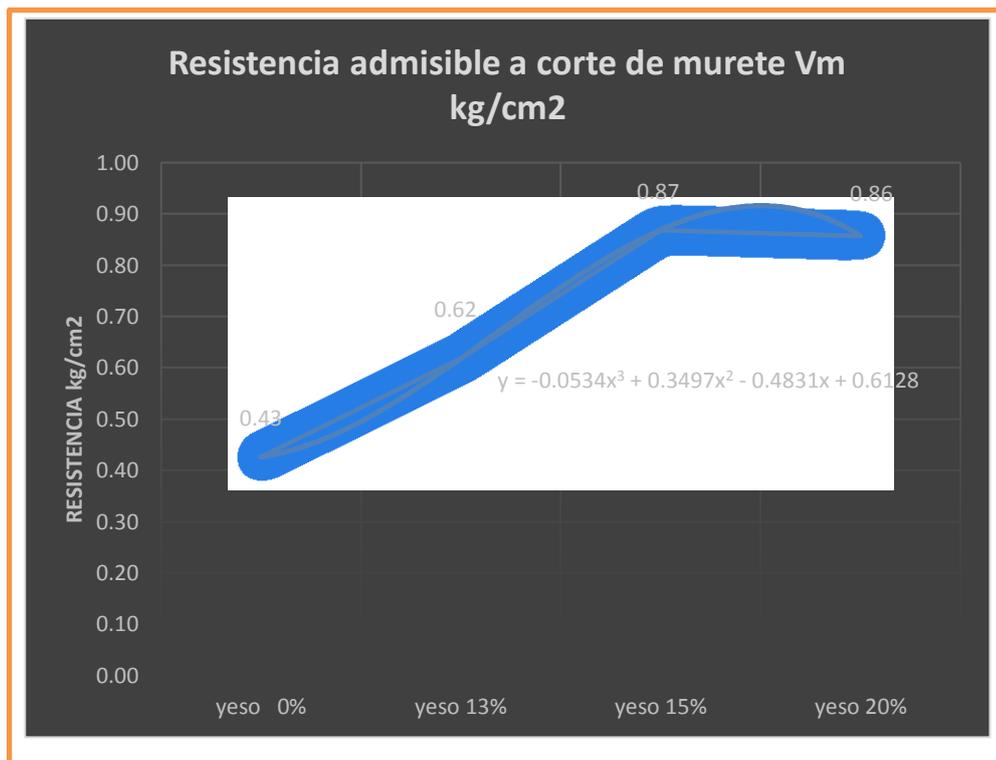
4.1.3. RESULTADO A COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ADOBE CON MORTERO DE BARRO TRADICIONAL Y CON INCORPORACIÓN DEL AGLOMERANTE YESO DE: 0%, 13%, 15%, Y 20% DE AGLOMERANTE DE YESO.

Tabla 51: CUADRO DE RESULTADOS A LA RESISTENCIA ADMISIBLE AL CORTE DIAGONAL

Dosificación del mortero con el aglomerante de yeso	Resistencia admisible a corte de murete Vm kg/cm ²	PORCENTAJE %
NORMA	0.25 kg/cm ²	
yeso 0%	0.43 kg/cm ²	170.39%
yeso 13%	0.62 kg/cm ²	247.24%
yeso 15%	0.87 kg/cm ²	347.44%
yeso 20%	0.86 kg/cm ²	342.80%

(Fuente: elaboración propia)

GRAFICO 9.- DE ENSAYO A LA COMPRESION DIAGONAL



Del resultado de los ensayos de compresión diagonal del murete el esfuerzo admisible de corte todos los especímenes superaron a lo indica la norma E- 080 que

debe ser de 0.25 kg/cm² llegando a un 125%, el que más se aproxima es el mortero con 15% de yeso con 99%, y el mortero tradicional solo alcanza al 87 %.

CAPITULO V

DISCUSION

- Según el objetivo general “Analizar la resistencia a la compresión y la adherencia del mortero tradicional con diferentes aglomerantes (arcilla, cal y yeso) en juntas de muros de adobe en el centro poblado de Pata-pata del Distrito de San Jerónimo Provincia y Región de Cusco ” los resultados obtenidos de pruebas de resistencia a la compresión es corroborado con el estudio realizado por Br. Walter Delgado M. , José Luna F.1983 quienes sostiene que al mortero tiene un contenido de paja en proporción de 1:5 paja - suelo (volumen). Además el porcentaje de arcilla debe estar en un rango de 10 a 20%, afirma que el espesor de la junta puede mantenerse entre los valores de 1 a 2 cm. No habiéndose encontrado mayor influencia en este parámetro, estos puntos son corroborado en esta tesis,
- Según el objetivo “Analizar la resistencia a la compresión y la adherencia del mortero tradicional con diferentes aglomerantes (arcilla, cal y yeso) en juntas de muros de adobe en el centro poblado de Pata-pata del Distrito de San Jerónimo Provincia y Región de Cusco ” los resultados obtenidos de resistencia a la compresión y adherencia con mayor contenido de arcilla presentan menor resistencia, se corrobora con el estudio realizado por **Karina Ysabel Sanchez** Puerta quien manifiesta cuando el barro se cesa la arcilla se contrae y se generan fisuras y reduce la capacidad de adherencia.
- Según el objetivo “Analizar la resistencia a la compresión y la adherencia del mortero tradicional con diferentes aglomerantes (arcilla, cal y yeso) en juntas de muros de adobe en el centro poblado de Pata-pata del Distrito de San Jerónimo Provincia y Región de Cusco ”, los Bachilleres: EDWAR GOYO QUISPE HINOJOSA, JOSÉ VICTOR VALENCIA VERA, en su tesis manifiesta la fabricación de adobes considerando la adición de diversos porcentajes de arcilla; habiéndose propuesto 03 dosificaciones principales 10%, 15% y 20%. Como resultado se obtuvo que al adicionar arcilla a los adobes fabricados en el distrito de San Sebastián, se mejora la resistencia a la compresión, siendo el incremento al 20% en su proporción de arcilla el que dio resultados más significativos, alcanzando hasta 134% respecto al fabricado comúnmente en la zona,

en nuestro caso con el 15% de aglomerante de arcilla solo alcanzo al 36% de resistencia muy por debajo de lo estipulado por la norma E- 20

CONCLUSIONES

1. Se logró demostrar la hipótesis general que el aglomerante de yeso incrementa la resistencia a la compresión superando en 25 % la resistencia última indicado en la norma E- 080 , con el corte diagonal de muretes se determinó que tiene una mejor adherencia que el mortero tradicional, las fallas ya no son en forma escalonada sino mixtas y en forma diagonal.
- 2.- Se logró demostrar la hipótesis específica 1° que el aglomerante de yeso incrementa la resistencia a la compresión del mortero tradicional, en proporción directa a mayor cantidad de yeso en el mortero tradicional mayor es la resistencia a la compresión.
- 3.- Se logró demostrar la hipótesis específica 2° que el aglomerante de yeso mejora la adherencia entre las unidades de albañilería, las fallas en los muretes con mortero tradicional son de forma escalonada, en cambio con el aglomerante de yeso las fallas son en forma diagonal y mixta.

Con el aglomerante de yeso la resistencia la corte diagonal de murete se superó ampliamente la resistencia última que indica la norma E- 080 llegando hasta 347.44% con el 15 % de yeso teniendo un punto de quiebre según nuestro gráfico de tendencia.

No puedo indicar que el valor obtenido del corte diagonal de muretes es el valor de adherencia pero si puedo aseverar que adicionando el aglomerante de yeso hay buena o mala adherencia en este caso hay una buena adherencia entre el mortero y la unidad por que se dieron fallas en forma diagonal comportándose monolíticamente entre la unidad de albañilería y el mortero de junta.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar una dosificación con el 13% de aglomerante de yeso en el mortero tradicional mejora la resistencia a la compresión y se hizo monolítico entre el mortero y la unidad y es trabajable.
- En el momento constructivo se debe tener un control exhaustivo, verificar que las unidades de albañilería sean remojadas antes de colocar el mortero de junta para que no pierda el agua el mortero.
- Se recomienda antes de mezclar el agua con el mortero primero se debe mezclar el suelo con el yeso.
- Se recomienda que el mortero con el aglomerante de yeso no debe hidratarse por mucho tiempo, porque el yeso empieza a adquirir cuerpo, y se malogra el mortero.
- Se recomienda zarandear el suelo antes de realizar la mezcla de suelo con el yeso,

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abanto Peter: Características Físicas mecánicas del suelo 2014.
- Buendía, L.; P. Hernández, F. (2001) Métodos de investigación Madrid.
- Barrera, H.; Faundez, D.; Luna, P. (2002). Estudio de los morteros de junta, según NCh2256/1, bajo la óptica de la adherencia.
- Ciencia de Materiales pura ingeniería, Carl a. keyser. D.F. México, Limusa S.A. (1993).
- Gerardo M. G. “materiales de la construcción”. Edición revisada
- Camuñas, Antonio: “Materiales de Construcción”. Tomos I y II. Madrid: Latina.Universitaria,1980. (691 CAM Vñ)
- Estabilización de morteros de barro para protección de muros de tierra volumen II Francisco Javier Castilla Pascual Madrid 2004.
- Ensayos a la unidad de albañilería Ing. Fernando enciso Peralta
- Faundez, D.; Luna, P. (2002). Estudio Teorico–Experimental de las propiedades de los morteros de junta para albañilería. Tesis para optar al título de Ingeniero Civil en Obras Civiles. Universidad de Santiago de Chile.
- Materiales y técnicas de construcción. Ing Miguel Balladares.
- Mecánica de suelos I parte I Ing. Eigner Roman Villegas.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). Manual de ensayo de materiales. *Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos*. Lima, lima, Peru.
- Ministerio de Vivienda, Construcciones y Saneamiento: Manual de construcción Edificaciones Antisísmicos de Adobe 2010.
- METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION, Daniel S. Behar Rivero edición A. Rubiera año 2008.
- MINERALOGIA DE ARCILLAS DE SUELOS Eduardo Besoain 1985.
- NORMAS LEGALES Diario el peruano paginas 500183-500184 del 27 de julio 2013.
- Producción de materiales para acabados en la construcción a partir de un yeso de alta calidad y pureza. Editores Técnicos Asociados, S. Barcelona 1989
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (junio de 2010). *Concreto Armado Norma E.080*. Lima: Macro E.I.R.L.
- Tesis “Comportamiento sísmico de un módulo de adobe de dos pisos con refuerzo horizontal y confinamiento de concreto armado” Erika Flor Delgado Salvador Canales, 2006.
- Tesis: análisis comparativo entre mortero de junta para albañilería fabricado en obra y mortero premezclado húmedo para albañilería: Juan Pablo de la Sotta Monreal Valdivia – Chile 2010.

- Técnicas de construcción con tierra: Celia Obede Borges Farías. FEB-UNESEF / PROTERRA 201.
- Tesis: propuesta de aditivos naturales y microfibras de papel para reparar fisuras de muros de monumentos históricos de tierra. Karina Ysabel Sanchez Puerta. Lima 2010.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2016). *Norma E070*. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Diario el peruano Normal Legales: Granulometría de yeso 2007.
- Diario el Peruano Ministerio de Vivienda, Construcciones y Saneamiento: Norma Diseño y Construcción con tierra reforzada. Anexo- Resolución Ministerial N° 121 – 2017 Vivienda.
- Pesovolumétrico_de_aridos%FRcuperado_de_http://www.slideshare.net/raysugar5/pesos-volumetricosdelagravayarena
- <https://es.slideshare.net/edimejiacademillas/practica-de-rotura-de-concreto-1>
- <https://es.slideshare.net/feragama/material-aglomerante-yeso-72066506>
- <http://w.w.w.mastiposde.com/yeso.html>.
- [http://www.academia.edu/18087040/EL YESO materiales de construccion](http://www.academia.edu/18087040/EL_YESO_materiales_de_construccion)
- <http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/spanish/sk01ms/sk01ms05.htm>.
- http://www.ecoingenieria.org/docs/LOS_YESOS_2005.pdf

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

<p>PROBLEMA PRINCIPAL</p> <p>- ¿En qué medida el mortero, adicionando aglomerantes (arcilla, cal y yeso) mejora la resistencia a la compresión y a la adherencia del mortero tradicional para adobe en el centro poblado de Pata-pata del Distrito de San Jerónimo Provincia y Región de Cusco?</p> <p>PROBLEMAS SECUNDARIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál será la resistencia a la compresión del mortero adicionando aglomerantes (arcilla, cal y yeso) comparadas con el mortero tradicional para adobe en el 	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>- Analizar la resistencia a la compresión y la adherencia del mortero tradicional con diferentes aglomerantes (arcilla, cal y yeso) en juntas de muros de adobe en el centro poblado de Pata-pata del Distrito de San Jerónimo Provincia y Región de Cusco.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar la resistencia a la compresión de la junta con mortero de: 13, 15, y 20 por ciento de aglomerante (arcilla, cal y yeso) en muros de adobe. • Analizar la adherencia de la junta con mortero de: 13, 15, y 20 por ciento de aglomerante (arcilla, cal y yeso) en muros de adobe 	<p>HIPOTESIS GENERAL</p> <p>- El mortero con aglomerantes (arcilla, cal y yeso) mejora la resistencia a la compresión y la adherencia del mortero tradicional para adobe en el sector Pata-pata del Distrito de San Jerónimo Provincia y Región de Cusco.</p> <p>HIPOTESIS SECUNDARIAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • La resistencia a la compresión de las juntas de muros de adobe con mortero adicionando 13, 15 y 20 por ciento aglomerantes (arcilla, cal y yeso) mejora al mortero tradicional • La adherencia de las juntas de muros de adobe con mortero de 13, 15 y 20 por 	<p>VARIABLES</p> <ul style="list-style-type: none"> • VARIABLE INDEPENDIENTE. <p>El mortero de barro, arcilla, yeso y cal</p> <ul style="list-style-type: none"> • VARIABLE DEPENDIENTE <p>Resistencia a la compresión, adherencia</p>	<p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</p> <p>TIPO</p> <p>Investigación Aplicada.</p> <p>NIVEL</p> <p>Causal-Explicativo</p> <p>METODO</p> <p>Experimental</p>
--	---	---	---	---

<p>centro poblado de Pata-pata del Distrito de San Jerónimo Provincia y Región de Cusco?.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál será la adherencia del mortero adicionado aglomerantes (arcilla, cal y yeso) comparadas con el mortero tradicional para adobe en el centro poblado de Pata-pata del Distrito de San Jerónimo Provincia y Región de Cusco?. 		<p>ciento de aglomerantes de (arcilla, cal y yeso) mejora al mortero tradicional</p>		
--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

LABORATORIO

Granulometría de suelo.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0.00	1958.10	0.00%	0%	100.00%
3"	75	0.00	1958.10	0.00%	0%	100.00%
2"	50	0.00	1958.10	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	37.5	0.00	1958.10	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	1958.10	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19	0.00	1958.10	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.5	17.90	1940.20	0.91%	0.91%	99.09%
N° 4	4.75	38.60	1901.60	1.97%	2.89%	97.11%
N°10	2	48.00	1853.60	2.45%	5.34%	94.66%
N°20	0.85	45.10	1808.50	2.30%	7.64%	92.36%
N°40	0.425	37.10	1771.40	1.89%	9.54%	90.46%
N°60	0.25	78.90	1692.50	4.03%	13.57%	86.43%
N°100	0.15	347.90	1344.60	17.77%	31.33%	68.67%
N°200	0.075	71.40	1273.20	3.65%	34.98%	65.02%
Cazuela	-	4.40		0.22%	35.21%	
Lavado	-	1268.60		64.79%	100.00%	
Total fracción retenida en lavado		689.30		100.00%		

Datos obtenidos en laboratorio (Fuente: elaboración propia)

Fracciones de grava, Arena y Finos de la muestra

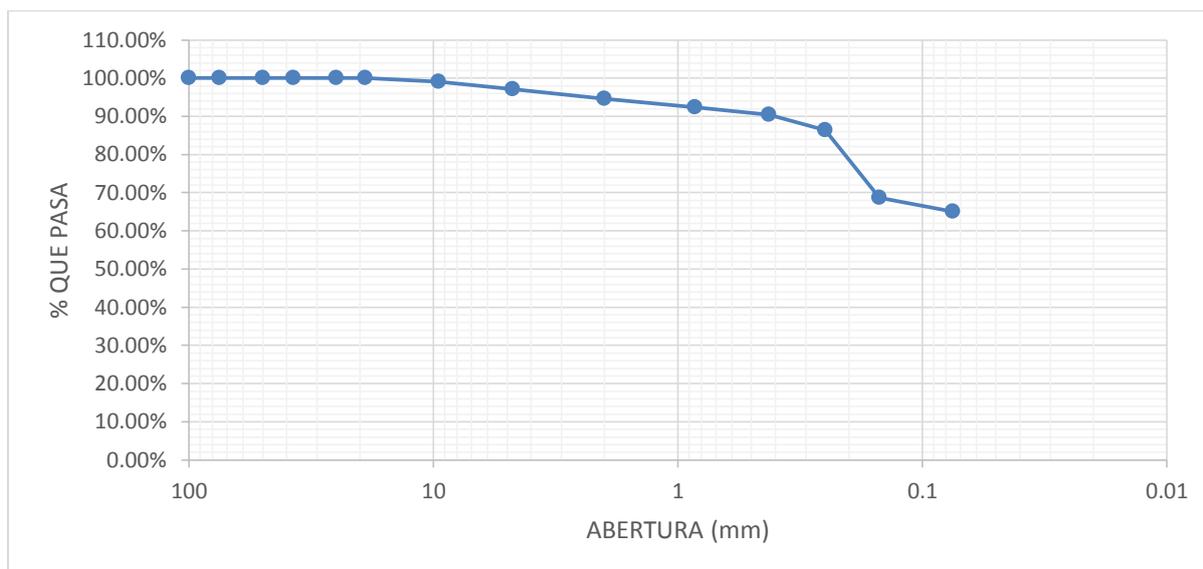
% de grava (Retiene Tamiz N° 4) = 2.89%

% de arena (Pasa N° 4 y Ret. N° 200) = 32.09%

% de finos (Pasa Tamiz N° 200) = 65.02%

TOTAL = 100.00%

GRAFICO

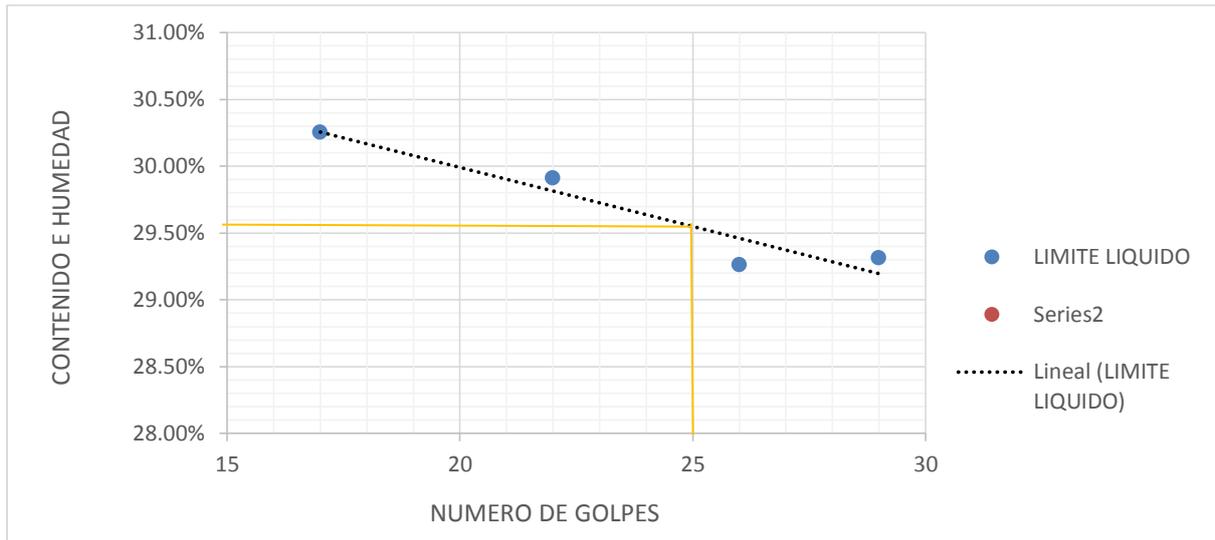


LOS ENSAYOS DE LIMITE LÍQUIDO.

DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
Peso de capsula (gr)	10.96	10.92	10.91	11.00
peso de capsula + Muestra Húmeda (gr)	21.51	21.91	20.32	21.50
Peso de capsula + Muestra Seca (gr)	19.06	19.38	18.19	19.12
Peso del agua (gr)	2.45	2.53	2.13	2.38
Peso de la muestra Seca (gr)	8.10	8.46	7.28	8.12
Contenido de humedad	30.25 %	29.91%	29.26%	29.31%
Número de golpes.	17	22	26	29

(Fuente: elaboración propia)

GRAFICO N° 2

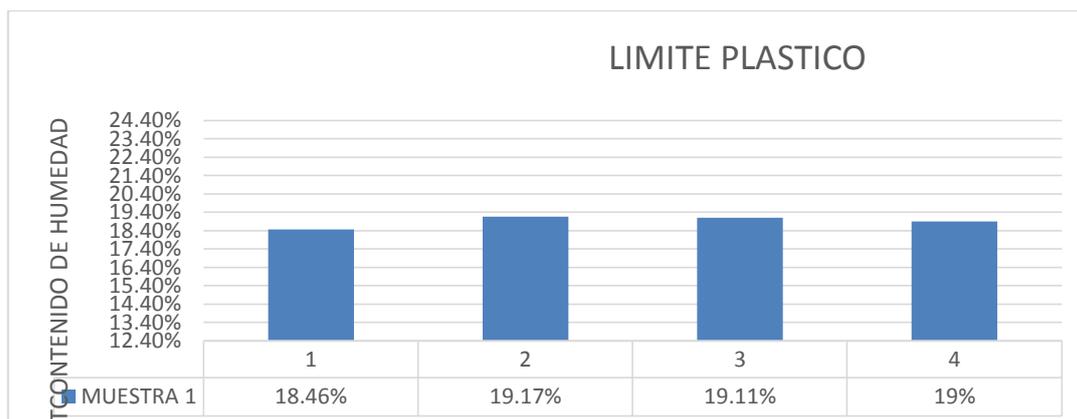


Los ensayos de límite Plástico.

DESCRIPCION	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO 4
Peso de capsula (gr)	10.9	10.85	11.17	-
peso de capsula + Muestra Húmeda (gr)	13.21	13.15	14.01	-
Peso de capsula + Muestra Seca (gr)	12.85	12.78	13.63	-
Peso del agua (gr)	0.36	0.37	0.47	-
Peso de la muestra Seca (gr)	1.95	1.93	2.46	-
Contenido de humedad	18.46%	19.17%	19.11%	19%

Datos obtenidos en laboratorio (Fuente: elaboración propia)

GRAFICO N° 3



DATOS OBTENIDOS EN LABORATORIO ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMEN CILINDRICA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMEN CILINDRICA TRACIONAL					
probeta	DIAS	Diámetro cm	AREA cm2	Carga máxima (kg)	Resistencia
C1	30	10.29	83.28065	458.5	5.51 kg/cm ²
C2	30	10.29	83.28065	460.0	5.52 kg/cm ²
C3	30	10.28	82.957544	435.5	5.25 kg/cm ²

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMEN CILINDRICA CON 15% DE ARCILLA					
probeta	DIAS	Diámetro cm	AREA cm2	Carga máxima (kg)	Resistencia
C1	30	10.57	87.704047	322	3.67 kg/cm ²
C2	30	10.57	87.704047	327	3.73 kg/cm ²
C3	30	10.56	87.621072	337.5	3.85 kg/cm ²

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMEN CILINDRICA CON 15% DE YESO					
probeta	DIAS	Diámetro cm	AREA cm2	Carga máxima (kg)	Resistencia
C1	30	10.3	83.28065	1085.2	13.03 g/cm ²
C2	30	10.3	83.28065	1075.3	12.91 g/cm ²
C3	30	10.29	83.119019	1092.9	13.15 g/cm ²

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMEN CILINDRICA CON 15% DE CAL					
probeta	DIAS	Diámetro cm	AREA cm2	Carga máxima (kg)	Resistencia
C1	30	10.47	86.052407	246.4	2.86 kg/cm ²
C2	30	10.47	86.052407	236.5	2.75 kg/cm ²
C3	30	10.46	85.888106	218.9	2.55 kg/cm ²

(Fuente: elaboración propia)

Resultado de las medidas de las pilas de albañilería y el peso que soportó las pilas de albañilería con junta de mortero de barro tradicional sin aglomerante y con aglomerante de yeso.

MEDIDAS DE LAS PILAS CON MORTERO DE BARRO SIN EL AGLOMERANTE DE YESO ENSAYADAS							
TIPO DE PILA	L (cm)		t(cm)		H(cm)		p(kg)
	L1	L2	t1	t2	H1	H2	
P - T (1)	24.0	24.0	12.5	12.5	21.9	22	3871.7
P - T (2)	24.2	24.0	12.4	12.2	21.8	21.7	4055.9
P - T (3)	24.6	24.5	12.5	12.6	22.2	21.9	4100.3

MEDIDAS DE LAS PILAS CON MORTERO DE BARRO CON EL 20% DE AGLOMERANTE DE YESO ENSAYADAS							
TIPO DE PILA	L (cm)		t(cm)		H(cm)		p(kg)
	L1	L2	t1	t2	H1	H2	
P - 2:1 (1)	25	24.9	12.3	12.3	23.3	23.4	5687.8
P - 2:1 (2)	25	25.1	12.3	12.4	23.1	23.2	5869.1
P - 2:1 (3)	24.5	24.5	12.3	12.2	23.5	23.5	5998.9

MEDIDAS DE LAS PILAS CON MORTERO DE BARRO CON EL 15% DE AGLOMERANTE DE YESO ENSAYADAS							
TIPO DE PILA	L (cm)		t(cm)		H(cm)		p(kg)
	L1	L2	t1	t2	H1	H2	
P - 3:1 (1)	25	24.9	12.6	12.7	22	21.9	4871.3
P - 3:1 (2)	25.1	25.2	12.2	12.3	21.7	21.7	4575.6
P - 3:1 (3)	24.7	24.7	12.8	12.8	22.3	22.2	4878.5

MEDIDAS DE LAS PILAS CON MORTERO DE BARRO CON EL 13% DE AGLOMERANTE DE YESO ENSAYADAS							
TIPO DE PILA	L (cm)		t(cm)		H(cm)		p(kg)
	L1	L2	t1	t2	H1	H2	
P - 4:1 (1)	24.9	24.8	12.3	12.5	22.2	22.1	4572
P - 4:1 (2)	25	25	12.4	12.3	21.7	21.8	4432.2
P - 4:1 (3)	25.1	25.2	12.6	12.7	21.6	21.7	4332.3

(Fuente: elaboración propia)

Tabla 45: Resultado de las medidas de los muretes de albañilería y el peso que soportó cada murete de albañilería con junta de 1cm de mortero de barro tradicional sin aglomerante y con aglomerante de yeso.

MEDIDAS DE LOS MURETES CON JUNTA DE 1 CM DE MORTERO DE BARRO SIN EL AGLOMERANTE DE YESO ENSAYADAS								
MURETES	EDAD	LONGITUD		ALTURA		ESPESOR		PESO
CODIGO	DIAS	L1 (cm)	L2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	PSI
M -1 -T	28	60	60.1	61.2	61	12.5	12.3	900
M -2 -T	28	60	60	60	60.5	12.5	12.5	850
M -3 -T	28	59.5	60	59.8	59.8	12.3	12.4	890

MEDIDAS DE LOS MURETES CON JUNTA DE 1 CM DE MORTERO DE BARRO CON EL 20% DE AGLOMERANTE DE YESO ENSAYADAS								
MURETES	EDAD	LONGITUD		ALTURA		ESPESOR		PESO
CODIGO	DIAS	L1 (cm)	L2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	PSI
M -1 : 2-1	28	60.3	60	60	60	12.5	12.4	1700
M -2 : 2-1	28	60.4	60.1	60.5	60.5	12.4	12.3	1850
M -3 : 2-1	28	60	60	60	60	12.5	12.5	1750

MEDIDAS DE LOS MURETES CON JUNTA DE 1 CM DE MORTERO DE BARRO CON EL 15% DE AGLOMERANTE DE YESO ENSAYADAS								
MURETES	EDAD	LONGITUD		ALTURA		ESPESOR		PESO
CODIGO	DIAS	L1 (cm)	L2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	PSI
M -1 : 3-1	28	59.5	59.5	60	59.7	12.3	12.3	1700
M -2 : 3-1	28	59.3	59.3	59.8	59.8	12.5	12.6	1800
M -3 : 3-1	28	59.8	59.5	59.7	59.5	12.5	12.6	1850

MEDIDAS DE LOS MURETES CON JUNTA DE 1 CM DE MORTERO DE BARRO CON EL 13% DE AGLOMERANTE DE YESO ENSAYADAS								
MURETES	EDAD	LONGITUD		ALTURA		ESPESOR		PESO
CODIGO	DIAS	L1 (cm)	L2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	PSI
M -1 : 4-1	28	59.0	59.5	59.7	60.0	12.5	12.4	1100
M -2 : 4-1	28	60.0	60.2	60.2	60.3	12.0	12.4	1300
M -3 : 4-1	28	60.3	60.2	60.1	60.0	12.5	12.5	1400

Datos obtenidos en laboratorio (Fuente: elaboración propia)

PANEL FOTOGRAFICO

ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA SUELO



Foto 1 Selección del material



Foto 2 Tamizado del suelo en las respectivas mallas

CONTENIDO DE HUMEDAD: LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO



Foto 3 Selección de material



Foto 4 Realizando las pruebas con la cuchara de casa grande.

ELABORACION DE LOS TESTIGOS CILINDRICOS, CON EL 15% AGLOMERANTES DE: ARCILLA, CAL Y YESO



Foto 5 Material zarandeado del suelo



Foto 6 Briquetas con mortero de barro

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES
CILINDRICAS CON EL 15% AGLOMERANTES DE: ARCILLA, CAL Y YESO**



Foto 7 Briquetas con 28 días de edad



Foto 8 Se toma las dimensiones de cada testigo y así hallar el área promedio



Foto 9 El testigo centrado en el equipo de ensayo a la compresión.



Foto 10 Testigo justo en el momento que falla a la carga aplicada.

ELABORACION DEL MORTERO PARA JUNTAS Y PARA LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA



Foto 11 Sector Pata pata de donde se obtuvo el material para elaborar el mortero



Foto 12 Material que va ser zarandeado



Foto 13 Material zarandeado y no zarandeado



Foto 14 Material zarandeado



Foto 15 Dosificación del mortero 4:1:1, 13%



Foto 16 Dosificación del mortero 3:1: 4/5 15%



Foto 17 Dosificación del mortero 2:1: 3/5 20%.



Foto 18 Mezclado con la tierra yeso



Foto 19 Mezclado de tierra, yeso y agua



Foto 20 Mezclado de tierra, yeso, agua y paja



Foto 21 Moldeado de unidades de albañilería



Foto 22 Secado de unidades de albañilería



Fotos 23 y 24 Apilado y almacenado de unidades de albañilería



Foto 25 Preparado de mortero para asentar las unidades de albañilería.



Foto 26 Elaboración de los muretes.



Fotos 27 - 28 Llenado de juntas con mortero de barro

**ENSAYO A COMPRESION AXIAL DE PILAS CON MORTERO TRADICIONAL SIN
AGLOMERANTE DE YESO Y CON AGLOMERANTE DE YESO**



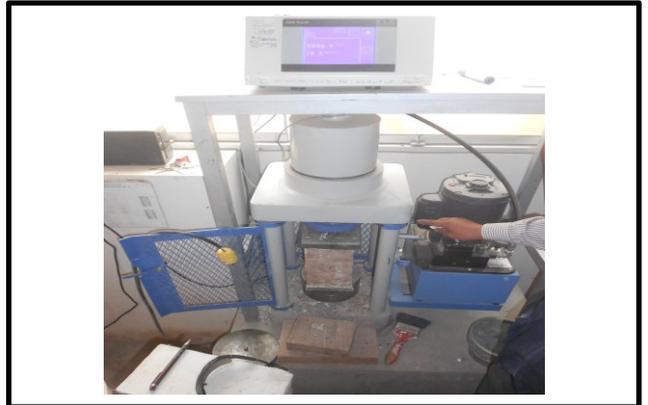
Foto 29 -30 Medición de las dimensiones ancho y largo de la pila.



Foto 31 Medición de la altura de la pila



Foto 32 Capeado de las caras de las pilas que van a estar en contacto con el metal del equipo.



Fotos 33 - 34 Colocado y centrado de la pila en la máquina de compresión axial.



Fotos 35 - 36 Ensayo de compresión axial de las pilas con diferentes diseños.



Foto 37 - 38 Las fallas se dieron en forma vertical como una unidad no hubo desmoronamiento de las unidades ni del motero de junta

**ENSAYO A COMPRESION DIAGONAL DE MURETES CON MORTERO
TRADICIONAL SIN AGLOMERANTE DE YESO Y CON AGLOMERANTE DE
YESO**



Foto 39 – 40 Capeado de los muretes las esquinas que estarán en contacto con el metal del equipo



Foto 41 – 42 Murete con mortero tradicional sometido a compresión diagonal la falla escalonada por las juntas del mortero poca adherencia



Foto 43 – 44 Murete con el 13% de aglomerante de yeso dosificación 4:1 la falla en forma vertical comportándose como una unidad el mortero y la unidad de albañilería.



Foto 45 – 46 Murete con 15% de aglomerante de yeso dosificación 3:1 la falla en forma mixta por junta y por la unidad de albañilería.



Fotos 47 – 48 Murete con 20% de aglomerante de yeso dosificación 2:1 la falla en forma mixta por junta y unidad de albañilería.



Foto 49 Murete con 20% de aglomerante con fallas en varias direcciones



Foto 50 Murete con 15% de aglomerante falla en forma vertical

